



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

SYSTÉMOVÝ PŘÍSTUP KE STANOVENÍ VÝŠE ŠKODY NA ŽIVOTNÍM PROSTŘEDÍ PŘI TRANSPORTU NEBEZPEČNÝCH CHEMICKÝCH LÁTEK

Systems approach to determining the environmental damage during the transport of hazardous chemical substances

DIZERTAČNÍ PRÁCE

DOCTORAL THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. Barbora Schüllerová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Vladimír Adamec, CSc.

BRNO 2016

Zadání dizertační práce

Ústav: Ústav soudního inženýrství
Studentka: **Ing. Barbora Schüllerová**
Studijní program: Soudní inženýrství
Studijní obor: Soudní inženýrství
Vedoucí práce: **doc. Ing. Vladimír Adamec, CSc.**
Akademický rok: 2015/16

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma dizertační práce:

Systémový přístup ke stanovení výše škody na životním prostředí při transportu nebezpečných chemických látek

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

V současné době neexistuje jednotný přístup pro stanovení výše škod na životním prostředí, které vznikají v důsledku havárií na pozemních komunikacích vlivem unikajících přepravovaných nebezpečných látek. Znalec volí metody dle vlastních zkušeností nebo poznatků získaných z relevantních materiálů. Výchozím bodem bude z tohoto pohledu analýza současného stavu s vyhodnocením přístupů a metod vhodných pro stanovení výše škod na životním prostředí. Pro řešení bude aplikován systémový přístup pro řešení problému jednotnosti, komplexnosti a správnosti hodnocení. Výstupem bude návrh metodického postupu pro stanovení výše škod na životním prostředí, zejména s jeho uplatněním ve znalecké činnosti.

Cíle dizertační práce:

1. Analýza současného stavu metod a přístupů stanovení výše škod na životním prostředí a možnosti jejich aplikace v případech havárie s unikem nebezpečných látek během jejich transportu.
2. Implementace podpůrných nástrojů metod inženýrství rizik do návrhu jednotného přístupu stanovení výše škod na životním prostředí s cílem minimalizovat riziko chybného postupu a interpretace výsledků.
3. Návrh přístupu pro stanovení výše škod na životním prostředí s využitím systémového přístupu s cílem zajistit jeho jednotnost při aplikaci ve znalecké praxi.

Seznam literatury:

1. ADAMEC, V. et al. 2008. Doprava, zdraví a životní prostředí. 1. vyd. Praha: Grada, s. 160. ISBN 978-80-247-2156-9

2. BRADÁČ, A. et al., 1999. Soudní inženýrství. Brno: CERM, s. 725. ISBN 80-720-4133-9.
BRADÁČ, A. et al., 2009. Teorie oceňování nemovitostí, VIII přepracované a doplněné vydání. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. Brno, 2009. s. 1-753. ISBN: 978-80-7204-630- 0.
3. JANÍČEK, P., 2007. Systémové pojetí vybraných oborů pro techniky. Hledání souvislostí. 1. a 2. díl. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. Brno, 2007. ISBN 978-80-7204-554-9.
4. ROOSBERG, J. a D. THORSTEINSSON, 2002. Environmental and health risk management for road transport of hazardous material. Lund, Sweden: University of Lund, 2002. 5114. ISBN 1402-3504.
5. AVEN, T., 2014. Uncertainty in Risk Assessment – The Representation and Treatment of Uncertainties by Probabilistic and Non-Probabilistic Methods, Wiley. s. 200, ISBN: 978-1-118-48958-1 2014.
6. BURGMAN, Mark A., 2005. Risks and decisions for conservation and environmental management. Cambridge; New York: Cambridge University Press, xii, 488 s. ISBN 978-0-521-83534-3.
7. RIETBERGEN-McCRACKEN, J. a H. ABAZA, 2000. Environmental valuation: a worldwide compendium of case studies. Editor Jennifer Rietbergen-McCracken, Hussein Abaza. London: Earthscan Publications, s. 232. ISBN 18-538-3695-8.

Termín odevzdání dizertační práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2015/16.

V Brně, dne 14. 4. 2016



doc. Ing. Aleš Vémola, Ph.D.
ředitel

Abstrakt

Současný stav stanovení výše škod na životním prostředí je zaměřen především na důsledky dlouhodobého působení negativních faktorů, jako jsou například emise z dopravy a průmyslu. Významná poškození mohou být způsobena i v důsledku krátkodobého působení, jako jsou například havárie během transportu nebezpečných látek, kdy dojde k jejich úniku a to buď následkem poruchy na vozidle, nebo při dopravní nehodě. Škody, které jsou v souvislosti s nimi následně řešeny, ve většině případů zohledňují pouze náklady spojené s likvidací a sanací zasaženého území. Je však důležité si uvědomit, že od vzniku škod do doby návratu prostředí do původního stavu, je-li to vůbec možné, dochází k mnoha změnám nesoucí další související náklady spojené s jejich náhradou. Příkladem je nemožnost využívání funkcí, které poškozené území poskytovalo. Cílem dizertační práce proto bylo analyzovat současný stav stanovení výše škod na životním prostředí, analyzovat vhodné metody pro sjednocení postupu v rámci znalecké činnosti a navrhnout systémový přístup stanovení výše škod na ŽP. Navržený postup byl následně implementován do softwarového nástroje, který by měl sloužit pro potřeby soudně znalecké a expertní činnosti.

Abstract

Current status of the environmental damage amount determination is mainly focused on the long-term consequences of negative factors, such as transport and industry emissions. Significant damages however, could be caused as a result of short-term effects, such as events with leakage of the hazardous chemicals. These situations are caused by accidents during the hazardous substances transportation, when the material is leaked as a result of faults on the vehicle or during a traffic accident. Damages that are subsequently being dealt with, in most cases reflect only the costs associated with the liquidation and remediation of the affected area. However it is important to note that since the inception of the damage until the return of the environment to its original state, if at all possible, there are many changes increasing other related costs associated with their solving. An example is the inability to use the functions that the damaged area provided. The aim of the thesis was therefore thoroughly analyze the current state of determining the amount of damage to the environment, to analyze appropriate methods for the unification process in the framework of expert activities and propose a systematic approach to improve the determination. The proposed procedure was subsequently implemented in a software tool that should be available for the needs of experts.

Klíčová slova

Systemový přístup, škoda, životní prostředí, transport, havárie

Keywords

Systems approach, damage, environment, transport, accident

Bibliografická citace

SCHÜLLEROVÁ, B. *Systemový přístup ke stanovení výše škody na životním prostředí při transportu nebezpečných chemických látek*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2016. 120 s. Vedoucí dizertační práce doc. Ing. Vladimír Adamec, CSc.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem dizertační práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne

.....

podpis doktoranda

Poděkování

Ráda bych poděkovala svému školiteli doc. Ing. Vladimíru Adamcovi, CSc. za cenné rady, připomínky, konzultace a náměty při řešení dizertační práce i během celého doktorského studia na ÚSI VUT v Brně. Zároveň bych mu chtěla poděkovat za pomoc při zprostředkování odborných konzultací, které mi pomohly nejenom pro řešení, ale i dokončení této práce. V neposlední řadě chci poděkovat mé rodině, která mne po celou dobu studia s trpělivostí podporovala.

OBSAH

ÚVOD	10
1 SOUČASNÝ STAV	11
1.1 Přístupy k oceňování ŽP	11
1.1.1 Význam ŽP a jeho funkcí.....	11
1.1.2 Oceňování a jeho úskalí	16
1.1.3 Metody oceňování ŽP	19
1.1.4 Oceňování ŽP a jeho význam pro znaleckou činnost	26
1.2 Systémový přístup pro stanovení výše škod na ŽP	28
1.3 Stanovení výše škod na ŽP.....	29
1.3.1 Škoda a odpovědnost za škodu na ŽP	31
1.3.2 Metody stanovení výše škod na ŽP	36
1.3.3 Rizika stanovení výše škod na ŽP	40
1.4 Stanovení výše škod na ŽP v souvislosti s přepravou NCHL.....	47
1.4.1 Přeprava NCHL na pozemních komunikacích.....	49
1.4.2 Přístupy ke stanovení škod na ŽP v důsledku havárie s únikem NCHL během transportu	54
2 FORMULACE PROBLÉMŮ	62
3 MATERIÁL A METODY.....	63
3.1 Atributy systémového přístupu pro stanovení výše škod na ŽP	63
3.2 Využití metod inženýrství rizik při stanovení výše škod na ŽP.....	65
3.3 Metody pro stanovení výše škod na ŽP	69
4 VÝSLEDKY.....	70
4.1 Aplikace systémového přístupu stanovení výše škod na ŽP při havárii během transportu NCHL	70
4.1.1 Nastavení atributů systémového přístupu	70
4.2 Aplikace analýzy rizika pro identifikaci a hodnocení škod na ŽP v souvislosti s havárií a únikem NCHL během transportu	80
4.2.1 Aplikace metody Kontrolní seznam.....	80
4.2.2 Aplikace metody Co se stane když... ..	81
4.2.3 Aplikace metody Analýzy stromu událostí (ETA).....	85

4.2.4	Aplikace metody Analýzy stromu poruch (FTA)	89
4.3	Hodnocení zranitelnosti složek ŽP v souvislosti se vznikem škod	91
4.4	Kategorizace škod na ŽP pro účely stanovení jejich výše	93
4.5	Návrh metodologie hodnocení škod na ŽP	99
4.5.1	Návrh formulace systémového přístupu prostřednictvím softwarového nástroje	105
4.6	Ověření reálnosti řešení na modelovém příkladu	107
4.6.1	Scénář havárie s únikem NCHL během transportu	108
4.6.2	Popis aplikace navrženého jednotného přístupu stanovení výše škod na ŽP	109
4.6.3	Aplikace softwaru ALOHA 5.4, pro ověření získaných výsledků	118
4.7	Návrh preventivních opatření vzniku závažných škod na ŽP	123
5	DISKUZE	126
6	ZÁVĚR	129
7	PŘÍNOSY DIZERTAČNÍ PRÁCE	130
8	POUŽITÁ LITERATURA	131
9	PŘEHLED PUBLIKAČNÍ ČINNOSTI AUTORKY	145
	SEZNAM OBRÁZKŮ	148
	SEZNAM TABULEK	150
	SEZNAM GRAFŮ	152
	SEZNAM PŘÍLOH	153

ÚVOD

Stanovení výše škod na životním prostředí (ŽP) je spojeno s vysokými nároky na znalosti v oblasti přírodních věd, techniky a ekonomie. Škody na ŽP mohou vznikat z různých důvodů, nejčastěji však v důsledku antropogenní činnosti. Právě lidská společnost je významným faktorem, který přírodu a její zdroje ovlivňuje a to jak pozitivním tak i negativním způsobem. Škody mohou být způsobeny v důsledku dlouhodobého působení negativních faktorů, jako je průmysl nebo doprava. V případě krátkodobého působení se jedná o havárie u stacionárních objektů s únikem nebezpečných chemických látek (NCHL). Tyto události jsou součástí problematiky ochrany ŽP, která se stává jednou z priorit zemí Evropské unie (EU) a dalších vyspělých zemí. V úvahu však nejsou především z legislativního hlediska dostatečně zajištěny havárie s únikem NCHL během jejich přepravy. Jedním z důvodů bývá v tomto případě pohyblivost a nedostatečná schopnost predikovat, kde k události dojde, za jakých podmínek a jaký charakter bude mít zasažená lokalita. Složitost situace navíc umocňuje i fakt, že v současné době neexistuje jednotný postup stanovení případné výše škod na ŽP. Současná metodologie řešení tak spočívá především na zkušenostech znalce a na odborných znalostech aplikace metod nejenom v České republice, ale i v zahraničí. Nejčastěji jsou voleny metody založené na nákladovém způsobu ocenění, především za likvidační a sanační práce spojené s havárií. Důležité je však si uvědomit i další souvislosti, jako je například poškození složek ŽP a neschopnost plnění jejich funkcí. S ohledem na stále se zvyšující frekvenci, objemy přepravovaných NCHL a absenci stanovení tras transportu se zvyšuje i riziko vzniku závažných škod na ŽP po havárii. Proto je důležité hledat možné přístupy pro sjednocení stanovení výše již vzniklých nebo i vznikajících škod a to komplexním způsobem, který nezohledňuje pouze náklady na některá opatření.

1 SOUČASNÝ STAV

V současné době je při oceňování ŽP preferováno kvantitativní vyjádření hodnoty oceňovaných entit. Tyto metody se zaměřují především na produkční (tržní) funkce složek ŽP, které jsou ve většině případů soukromými statky. Pro mimoprodukční (netržní) funkce těchto složek jsou pak nejčastěji voleny metody založené na kvalitativním a často i heuristickém přístupu. Tento nesoulad se dostává do konfrontace s užíváním těchto složek ŽP, kdy člověk využívá obě jeho funkce zároveň, jelikož příroda vytváří složitý systém se vzájemnou interakcí vazeb mezi svými prvky. Z tohoto pohledu je nutné volit komplexní řešení a uvědomit si vzájemné souvislosti v případech, jako jsou vzniklé škody na ŽP po úniku NCHL během transportu, které jsou způsobeny narušením vazeb a prvků prostředí.

Pro řešení problematiky absence systémového přístupu ke stanovení výše škod na ŽP v souvislosti s transportem NCHL je v první fázi nezbytné vymezit oblast řešení, definovat entitu, která bude oblastí zájmu, formulovat problémovou situaci a na ní vymezit konkrétní problémy. K tomuto účelu je proto v následujících kapitolách zpracována literární rešerše odrážející současný stav, v němž jsou definovány oblasti oceňování ŽP, znalecká činnost, stanovení výše škod na ŽP a význam systémového přístupu, z pohledu komplexnosti řešení problémů. Pro zdůraznění vzájemných souvislostí, jsou v rámci kapitol uvedeny základní pojmy vztažené k řešené problematice.

1.1 Přístupy k oceňování ŽP

Pro lidskou společnost má ŽP nejenom ekonomický prospěch, ale je významný i pro zachování života lidí, dalších živočišných nebo rostlinných druhů. Vytváří zdroj materiálů a služeb, které člověk využívá. Přírodní zdroje jsou dle Matějčeka (2010) označovány též jako multifunkční aktivum, které uspokojuje nejenom základní lidské potřeby společnosti, ale přináší s sebou i další výhody, jako jsou například přírodní krajinné statky a krásy nebo systém podpory života na Zemi, které jsou doposud bezplatné. Stanovení hodnoty přírodních zdrojů je uplatňováno především u produktů, které jsou obchodovatelné na trhu, jak uvádí například Mendelsohn a Omstead (2009), Frey et al. (2009) nebo Sawe a Knuston (2015). Z pohledu znalecké činnosti je pak oceňování nezbytné například pro posouzení jaký vliv měl nebo má na ŽP a jeho složky negativně působící faktor, jaká je výnosová hodnota produkční složky ŽP apod. Otázkou ale stále častěji zůstává, proč není ŽP hodnoceno celkově jako systém, se všemi jeho přínosy a to nejenom tržními. Pro správné pochopení, proč je snahou zavést komplexní přístup oceňování, je v následující kapitole vymezen základní systém ŽP a jeho součástí s charakteristikou jejich významu nejenom pro lidskou společnost.

1.1.1 Význam ŽP a jeho funkcí

Životní prostředí definuje zákon č. 17/1997 Sb., o ŽP jako „vše, co vytváří přirozené podmínky pro existence organismů včetně člověka a je předpokladem jejich dalšího vývoje. Jeho složkami jsou zejména ovzduší, voda, horniny, půda, organismy, ekosystémy a energie.“ Stejný zákon definuje i další související pojmy, jako společenstva, která tvoří subsystémy ŽP a jsou nazývána *ekosystémy*. Tato funkční soustava živých a neživých složek ŽP, je založena na vzájemné výměně látek, toku energie a vzájemném předávání informací, které se ovlivňují

a vyvíjejí v čase a prostoru. Chápeme je jako otevřený termodynamický systém. Každý ekosystém má svou strukturu, která může být popsána například na základě diverzifikace, uspořádání nebo složení biotopů. Parker (1997) popisuje strukturu ekosystému na základě procesů, které v něm probíhají. Naproti tomu Peterson a Lipcius (2003) nebo Seják et al. (2003), upřednostňují rozdělení struktury dle výskytu dané bioty (rozmanitost, organizovanost), která vypovídá o kvalitě ekosystému.

Ekosystém lze rovněž charakterizovat na základě jeho dílčí struktury, kterou tvoří *biotopy*, definované v § 3 zákona č. 17/1992 Sb. o ŽP, jako soubor veškerých živých a neživých činitelů, které ve vzájemném působení vytvářejí ŽP pro určitého jedince, druh, populace a společenstva. Vytváří tak lokální prostředí, které splňuje nároky pro konkrétní druhy rostlin a živočichů.

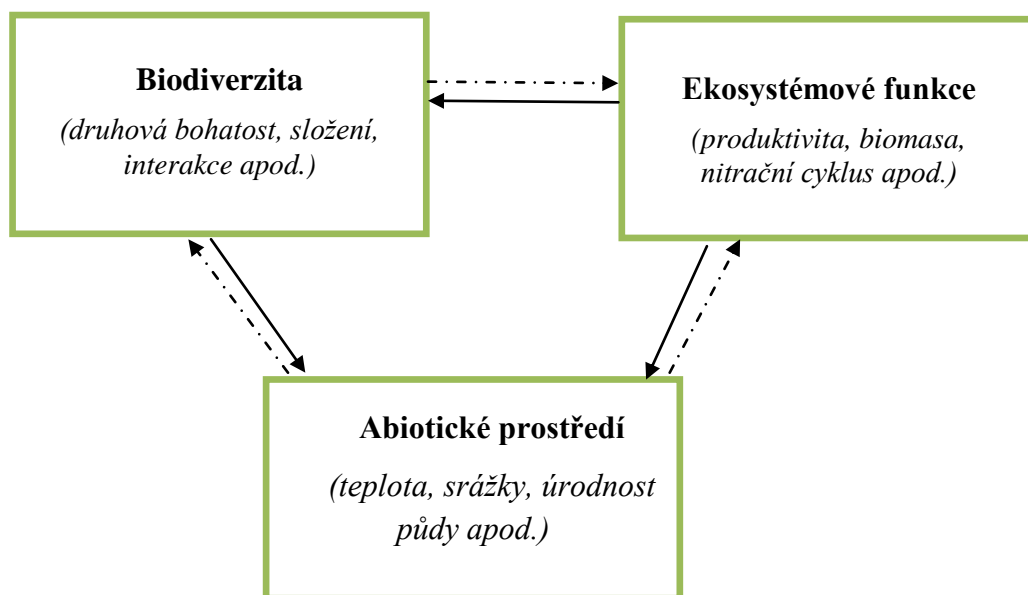
Každý z uvedených subsystémů je charakteristický svou rozmanitostí a pestrostí organismů i prostředí a je nazýván jako *biodiverzita*. Ta je pro oblast oceňování ŽP velice důležitá z pohledu identifikace prvků a jejich zastoupení na hodnoceném území. Biodiverzita může být dle Midgley (2012) ovlivněna mnoha faktory, ať se jedná o zeměpisnou polohu, klimatické podmínky, antropogenní zásahy do okolí, či jiné působení uvnitř nebo vně celého systému. Dle stavu biodiverzity se liší i kvalita hodnocené oblasti, jenž se může promítnout i v konečném hodnocení území. Na některých územích, se mohou nacházet vzácné druhy jak živých tak i neživých složek přírody, které vyžadují zvláštní režim jejich ochrany. Duffy et al. (2007) uvádí, že některá zvláště rozmanitá území se naopak mohou stát místem s významnými funkcemi a službami, které nabízí a produkuje. Nelze však říci, že by existovalo území nebo oblast, které by funkce a služby neposkytovalo. Význam těchto funkcí je definován v následujícím textu z pohledu ekosystémů.

Ekosystémové funkce a služby

Stejně jako v případě ŽP i ekosystém má své funkce, produkty a služby, které poskytuje. Mezi základní integrované přínosy ekosystémů, jak uvádí například Turner (1994), jsou řazeny:

- zásobárna přírodních (obnovitelných a neobnovitelných) zdrojů,
- schopnost asimilace odpadů z lidských činností,
- služby ekosystémů,
- množina přírodních krajinných statků a přírodních krás.

Tyto přínosy jsou výsledkem *ekosystémových funkcí a služeb*, které jsou dnes již běžně aplikovanými pojmy nejenom v ekologii, ale například i environmentální ekonomii. Jsou výsledkem interaktivně propojeného systému, na jehož vazbách mezi prvky probíhají určité procesy. Význam těchto vazeb popisuje například Loreau (2009), který vnímá ekologii jako biodiverzitu, jenž je jevem podporujícím abiotické a biotické prostředí a fungování ekosystémů, které na obr. 1 zobrazují černé šipky. Přerušované pak představují zpětnou vazbu jednotlivých subsystémů (např. biotopů).



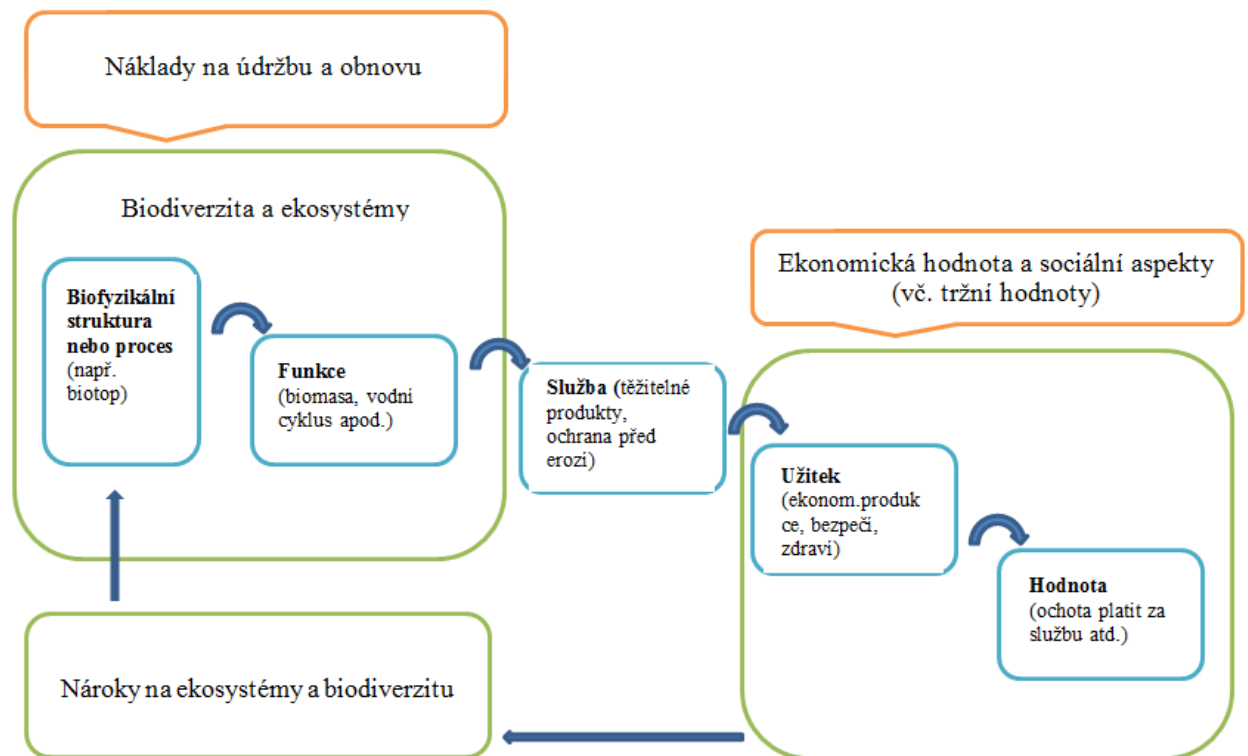
Obr. 1 Subsystémy ŽP a vzájemné vazby mezi nimi (Loreau, 2009)

Funkčnost ekosystémů se týká vzájemných interakcí organismů a zároveň interakcí mezi organismy a jejich prostředím (SER, 2002). *Funkce ekosystému* jsou děleny na produkční a mimoprodukční a jejich účelem je udržování biologické produktivity a kvality ŽP, mající vliv na zdraví lidí, rostliny a živočichy. *Produkty ekosystémových funkcí* jsou pak například palivové dřevo, zemědělské plodiny nebo voda. Ty ovlivňují lidské zdraví, sociální nebo ekonomický blahobyt apod. a nazývají se *ekosystémovými službami* (Lyons et al., 2005).

Ekosystémové funkce tak mohou být obecně definovány jako fyzikální, chemické a biologické procesy, které přispívají k udržení ekosystému, jak popisuje například ve své publikaci Chapin et al. (2000). Kategorizaci ekosystémových funkcí uvádí de Groot et al. (2002), který je člení do čtyř kategorií:

- regulační funkce (regulace základních systémů a vytváření životodárných systémů),
- funkce biotopu (vytváření prostoru pro život a reprodukci rostlin a živočichů),
- produkční funkce (fotosyntéza, produkce potravin, materiálů, energetických zdrojů apod.),
- informační funkce (rekreace, estetické hodnoty, poznání apod.).

Ekosystémové služby jsou pak popisovány jako příznivé výstupy pro člověka i ŽP, které vyplývají z ekosystémových funkcí, jako je například potravní řetězec, zdroje vody, estetická a kulturní stránka krajiny apod. (King a Mazzotta, 2000, de Groot, 2005). Další vhodnou definicí ekosystémových služeb je přínos, který člověk získává z ekosystémů a je nezbytný pro jeho blaho, jak je rovněž uvedeno na obr. 2 (MAE 2005). Jak například upozorňují někteří autoři Díaz et al. (2006), Gret-Regmey et al. (2013) nebo Woodruff a BenDor (2016), dochází k neustálému zvyšování požadavků společnosti na tyto služby a některé z nich již nejsou schopny zcela uspokojit tyto nároky.



Obr. 2 Hodnocení vztahů mezi ekosystémovými službami a životní úrovní (Vačkář, 2010)

Ekosystémové služby jsou tedy obecně označovány, jako výsledek ekosystémových funkcí, které jsou, jak již bylo uvedeno děleny na produkční a mimoprodukční, někdy lze také v literatuře nalézt rozdělení ekonomické a ekologické funkce přírody (Fromm, 2000, Suh, 2004, Boyd a Banzhaf, 2007). Toto označení je ve vzájemném souladu a pro potřeby této práce bude používáno označení produkční a mimoprodukční. Stejný význam těchto pojmů vysvětluje Psutka (2011), který uvádí, že produkční funkce vyjadřuje ekonomické aspekty hospodaření, zatímco mimoprodukční funkce odráží ekologickou povahu složek ŽP. Následující text se blíže věnuje těmto funkcím z pohledu jejich významu v oblasti oceňování.

Produkční funkce ŽP

Slovo produkční je definováno v souladu s ekonomickými standardy, jako je vytváření přidané hodnoty ve formě zboží pro uspokojení jedince nebo společnosti. Přidanou hodnotou se v tomto případě myslí práce. Produkční funkce ŽP dle Hueting et al. (2007) není výrobcem v ekonomickém slova smyslu. Hodnotu produkční funkce uvádí tento autor na příkladu, kdy hodnota ryb ve vodě, nemá stejnou hodnotu, jako ryby ulovené a připravené k prodeji. Rozdíl zde tvoří přidaná hodnota z vykonané práce. Produkční funkce jsou také definovány, jako funkce ekosystémů, jejichž přínosy jsou v podobě materiálních produktů uplatnitelné na trhu (Färe et al. 2006).

Moudrý (2002) uvádí následující příklad funkcí, jejichž výsledek je ve formě zboží uplatnitelný na trhu:

- produkce potravin,
- absorpce negativních externalit výroby,
- ŽP jako výrobní prostředek,
- zásobárna energie a surovin z obnovitelných a neobnovitelných zdrojů,
- průmyslová výroba,
- výroba průmyslových surovin.

Uplatnitelnost produktů těchto funkcí na trhu je zřejmá. Celková funkčnost ŽP je ovšem závislá i na mimoprodukčních funkcích ŽP, bez kterých by výsledky produkčních funkcí nemohly vzniknout. Jejich úzkou vazbu je důležité si uvědomit a zohlednit i v problematice oceňování ŽP a stanovení výše škod na přírodních zdrojích.

Mimoprodukční funkce ŽP

Tyto konkrétní funkce v podobě environmentálních statků nemohou být efektivně na trhu zprostředkovány, oceněny a nelze tak s nimi běžně obchodovat. Mohou být také popsány, jako soubor funkčních efektů složek ŽP, které jsou mimo produkci statků a poskytují veřejný užitek v rámci přímého i nepřímého využívání ve společenské praxi. Vznikají buď jako sdružené efekty existence jednotlivých složek, prvků a procesů ŽP nebo jako cílené efekty mimoprodukčně motivované činnosti, jak uvádí Tesař (1996) nebo Oliver et al. (2015). Matějček (2002) je definuje stručně, jako „*celospolečenské funkce*“, vztažené na lesní ekosystémy, které plní zejména funkce veřejných statků. Mimoprodukční funkce úzce souvisí s funkcemi produkčními a vytváří tak celý systém, poskytující produkty a služby, která byly definovány v předchozích kapitolách. Mezi mimoprodukční funkce lze zařadit například funkce environmentální, estetické, kulturní, naučné, sociální, zdravotní/ léčebné, rekreační, socioekonomické (Kindler, 2016). Jejich význam je v současné době podporován i z pohledu legislativního a to v resortu zemědělství, kdy je snahou podpořit jejich obnovu a rozvoj. Prvním podpurným nástrojem v této oblasti se stalo nařízení vlády č. 505/2000 Sb., které stanovilo programy k podpoře mimoprodukčních funkcí zemědělství, jako je podpora klasického obhospodařování travních porostů (Moudrý, 2002). Pojem mimoprodukční, stejně jako produkční funkce vymezuje zejména z pohledu ochrany lesů i zákon č. 289/1995 Sb., o lesích a změně některých zákonů (lesní zákon). Význam mimoprodukčních funkcí a vyjádření jejich hodnoty je složitým úkolem a využívá se především oceňování založené na subjektivní teorii hodnoty (např. individuální preference). V současné době již některé mezinárodní instituce a veřejná správa investují do ekosystémových služeb a v menší míře se zapojily i některé podniky ze soukromé sféry. Především v oblasti služeb spojených s rekreační, estetickou a kulturní hodnotou, spojenou s cestovním ruchem nebo výstavbou nových obydlí. Jak ovšem upozorňuje Vačkář (2010), otázkou zůstává, jak vhodně do problematiky environmentální ekonomie zapojit význam ekosystémových funkcí a služeb obecně tak, aby mohly být řádně oceněny nejenom za účelem zisku.

Při oceňování ŽP nesmí být opomenuty i vedlejší dopady, které mohou vznikat například v důsledku lidské činnosti. Jedná se o vznik tzv. externalit, které rovněž nebývají do celkové hodnoty oceňované entity zahrnuty, zvláště při stanovení výše škod. Jejich význam a vliv na tuto entitu (složku ŽP nebo ekosystém) by tak měl být brán v úvahu.

Externality vznikající v při užívání služeb a statků ŽP

Externalita obecně je chápána jako vztah mezi dvěma nebo více ekonomickými subjekty, které se vzájemně ovlivňují (např. výroba nebo spotřeba) a kdy se ve většině případů jedná o neúmyslný efekt konkrétní činnosti (Šauer, Dvořák, 1997). V případě ŽP jde ve většině případů o volné využívání některých jeho složek a služeb, zejména v případech, kdy není možné je na trhu efektivně zprostředkovat. Jak uvádí Holman (2002), Vejchodová (2007) nebo Dixon (2008) dochází tak k situaci, kdy se do tržní ceny tyto externality (pozitivní, negativní) nepromítnou. Příkladem je dopravní havárie s únikem nebezpečné látky, která se dostane do podzemních vod a šíří se dále do okolí. Škoda je nahrazena především na majetku např. znehodnocení mladých stromů v lese, které ještě nejsou určeny k těžbě nebo úhyn ryb v kontaminovaném chovném rybníce. Vyčíslena ale již není škoda spojená s dobou, za kterou nově vysazené stromy dorostou nové stromy do odpovídající velikosti, důsledky rozšíření nebezpečné látky podzemními vodami do okolí, kontaminace ostatních rostlinných porostů, úhyn zvířete apod. Šauer (2008) uvádí, že jedním z prostředků nápravy (finanční) za negativní externality je například tzv. internalizace externalit, která přenáší externí náklady na původce (např. daň za znečištění nebo pojištění odpovědnosti za škodu).

Vymezení pojmů uvedených do vzájemných souvislostí představují základní podklad pro pochopení postavení ŽP a jeho význam v oceňování. Ve stejném smyslu je dále popsána i problematika oceňování, která je zároveň úvodem do oblasti stanovení výše škod na ŽP.

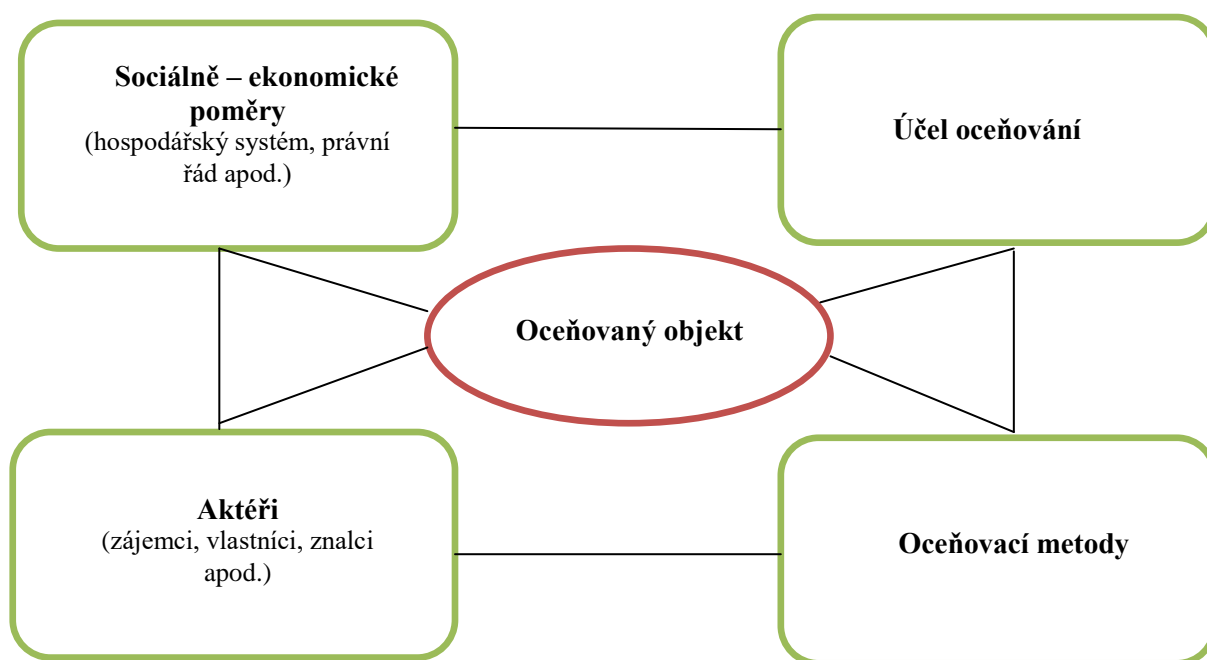
1.1.2 Oceňování a jeho úskalí

Základní rámec oceňování a jeho význam

Obecný význam oceňování je zakotven již v historii lidské činnosti, kdy začaly vznikat procesy směn a trhy (Matějíček, 2012). Aby mohly být správně uplatněny principy oceňování, je nezbytná znalost ekonomie, techniky, práva, znalost trhů, praktické dovednosti a mnoho dalšího. Tato disciplína se tak stala významnou součástí znalecké činnosti a je uplatňována téměř ve všech jeho oblastech včetně ŽP. Pojem oceňování je definován nejenom českou, ale i zahraniční odbornou literaturou, která jej charakterizuje například jako:

- proces stanovení současné hodnoty aktiva nebo společnosti (Investopedia, 2016),
- proces stanovení současné hodnoty tím, kdo je k tomu oprávněn. Oceňovanými položkami jsou obvykle finanční aktiva nebo závazky (FD, 2016),
- je uplatňováno nejenom pro potřeby soudu, ale i za účely investiční analýzy, finančního výkaznictví, kapitálového rozpočtování apod. (Simkovic, 2016),
- stanovení hodnoty jako odhad skutečné ceny majetku (Sherman, 2016),
- expertní hodnocení, posouzení nebo názor na tržní hodnotu majetku (Duhaime, 2016).

Z uvedených definic vyplývá, že *oceňování* je procesem, jehož vstupem jsou informace o oceňované entitě a jejím okolí a výstupem je stanovení její současné hodnoty. *Systém oceňování* lze znázornit, jako určitý rámec (viz obr. 3), který obsahuje vzájemně propojené prvky ve vztahu k oceňované entitě. Celý proces oceňování je založen na definici oceňovaného předmětu, sledování významných faktorů, jako je trh, stanovení metod s využitím formulace hypotéz, prezentace výsledků použitých metod, ověření výsledků a stanovení konkrétní hodnoty.



Obr. 3 Rámec oceňování (Matějček, 2012)

Pojem *hodnota* vyjadřuje určitý údaj nebo vlastnost konkrétní entity, který vznikl na základě objektivního nebo subjektivního posouzení a vyjadřuje formou měřitelných nebo neměřitelných jednotek její podstatu (hmotnou i nehmotnou). Hodnota může být ovlivňována vnějšími a vnitřními faktory, které na ni působí nebo změnou konkrétní entity a její podstaty.

Nejčastější formou vyjádření hodnoty jsou peněžní jednotky. Dochází ovšem i k situacím, kdy se nachází mimo systém ekonomických hodnot a záleží pak na formulaci zadání a požadavků na výstup procesu oceňování. Takovým příkladem je právě ŽP a jeho složky. V současné době se názory na stanovení hodnoty těchto složek, které poskytují služby společnosti, někdy rozcházejí. Příkladem aplikace hodnoty pro oceňování ŽP a jeho funkcí prezentuje McKenney a Sarter (1994), Fromm (2000) nebo Dalmini (2007), jako užitnou hodnotu, která se vztahuje k prospěchu a uživatel ji získává přímou nebo nepřímou účastí na činnosti. Rozdělení hodnot ŽP dle jejich uplatnitelnosti na trhu uvádí ve své publikaci například Spash (2009), jako *tržní a netržní hodnotu*. Někteří autoři dále používají pojmy *užitná a neužitná hodnota*, které bývají rozčleněním netržní hodnoty (např. King a Mazota, 2000, Baker a Rutting, 2014). Tito autoři zároveň uvádějí, že stanovení míry ekonomické hodnoty přírodních zdrojů, je nejvíce objektivní z pohledu individuálního hodnocení člověka, konkrétně z jeho preferencí, kterými vyjadřuje své volby a kompromisy

vůči určitým omezením, jako je například vyšší cena za kvalitnější produkt či službu. Přístup pro stanovení této hodnoty se nazývá *Ochota platit (Willingness to Pay, WTP)*, který je v zahraničí běžně využíván (Mishra, 2000). Ochota platit se odráží v mentalitě společnosti a jejím vztahu k ŽP. Člověk si uvědomuje potřebu chránit a zachovat přírodu a s ní i nezbytnost stanovení sankcí a vyčíslení škod, které byly na ni způsobeny. Na stranu druhou, je ŽP bráno jako samozřejmá součást života, kdy byly některé jeho funkce vždy využívány bezplatně.

Současní environmentální ekonomové a znalci v oblasti ŽP se zabývají problematikou oceňování ŽP. Úskalí s ním spojená, jsou uvedena v následující části a to jak z pohledu legislativy, tak i environmentální ekonomie a znalecké činnosti.

Oceňování ŽP v současnosti

Již z historického hlediska byly přírodní zdroje oceňovány dle skutečných nebo očekávaných výnosů a to v podobě celkové sumy efektů neboli produktů. Po roce 1863 projevuje svůj názor na přínosy ŽP Mills (1863), který říká, že složky ŽP jsou využívány člověkem daleko více než pouze pro získání tržních produktů (zemědělské plodiny, nerostné suroviny apod.). Příkladem je jejich využití pro uspokojení lidských potřeb z pohledu kulturního, společenského nebo zdravotního (Kerns, 2013). Potřebu zavedení problematiky stanovení hodnoty přírodních zdrojů a to nejenom jejich produktů řeší i environmentální ekonomové jako například Foster (1997), O'Neill (2007) nebo Knights et al. (2011). Environmentální ekonomie nebo také ekonomie přírodních zdrojů je orientována především na udržitelný rozvoj a uvažuje o limitech ekonomického růstu v systému biosféry, jak uvádí Cudlínová (2006). V tomto oboru je řešena otázka možnosti rozšíření nebo případné celkové modifikace současné ekonomiky o ekologické souvislosti. V této souvislosti uvádí Seják et al. (2010), že by mělo být uvažováno o rozšíření standardního rámce tržní ekonomiky o aspekty ŽP nebo by měla být vytvořena zcela nová ekonomická teorie. Ta má být založena na ekologické ekonomii, vycházející z požadavku, aby byl ekonomický systém podsystémem globálního ekosystému Země. Tato myšlenka vychází z již dříve uvedeného faktu, že velká část přírodních zdrojů a služeb má charakter bezplatných, veřejných statků a produkce externalit lidské činnosti není zahrnuta do rámce tržní ekonomiky.

V současné době stále přetrvává způsob oceňování ŽP z pohledu hodnocení výkonnosti území. Tato výkonnost je brána jako vypovídající hodnota v podobě hrubého domácího produktu (HDP). Na tuto skutečnost upozorňuje ve své publikaci Fencl (2010), který zdůrazňuje, že je opět opomíjena hodnota přírodního ekosystému. Představu o zavedení čistého domácího produktu (ČDP), uvádí ve své publikaci Sidorov (2010), který jej definuje jako tzv. environmentálně upravený, tedy zohledňující spotřebu vyráběného kapitálu i náklady spojené s vyčerpáváním přírodních zdrojů a degradací ŽP. Snahu o zavedení komplexního oceňování všech přírodních zdrojů, podporuje ve své publikaci i Matos (2010), který říká, že v současné době, je hospodářský růst založen na vytváření bohatství, vycházejícího z procesu dominance a transformace. Společnost nekontrolovatelně využívá přírodních zdrojů a zanedbává škody, které způsobuje zvyšující se poptávkou po zboží produkčních složek přírody, se kterými nešetřně nakládá. Sjednání přístupu oceňování

a zavedení entity ŽP jako celku do ekonomie je strategickým krokem pro zachování těchto zdrojů a zvýšení kontroly jejich využívání z pohledu ochrany složek ŽP a jejich udržení i pro budoucí generace. Jedná se ovšem o dlouhodobý proces, který je potřeba řešit nejenom na úrovni teorie v oblasti vědy a výzkumu, ale i v rámci politiky a legislativních nástrojů.

V rámci EU se politika věnuje i oblasti ŽP a jeho ochraně formou legislativních nástrojů, standardů a výstupy výzkumných projektů. Jak vyplývá z výsledků jednotlivých studií Evropské komise (2016), významnou součástí řešení je i oblast environmentální ekonomie. Jedná se o dílčí části, které ovšem nevytváří ucelenou metodologii vedoucí k ocenění ŽP komplexně se všemi jeho složkami a funkcemi. Ani v rámci legislativy ČR není zakotvena problematika oceňování ŽP v souladu s potřebou jednotného přístupu. Mezi základní legislativní nástroje v ČR patří zákon č. 151/1997 Sb. o oceňování majetku a o změně některých zákonů (zákon o oceňování majetku), společně s prováděcí vyhláškou č. 441/2013 Sb., která byla naposledy změněna vyhláškou č. 52/2016 Sb. Uvedený zákon upravuje způsoby oceňování věcí, práv a jiných majetkových hodnot a služeb pro účely stanové zvláštními předpisy, jak je uvedeno v § 1 tohoto zákona. Popisuje zde úpravu oceňování pozemků, zejména pak lesů, zemědělské nebo stavební půdy a okrasných rostlin. Ze zákona je však vyjmuta problematika oceňování přírodních zdrojů, jak je uvedeno v části první, hlava první Základní ustanovení § 1 Předmět úpravy, odst. 2. Opět je tak kladen důraz na tržní statky. Proto je v současné době možné hledat řešení v sestavě dílčích poznatků, vyplývajících ze zkušeností s aplikací metod oceňování ŽP nejenom v ČR, ale i v zahraničí.

Rozdělení přístupů pro oceňování ŽP se dle jednotlivých autorů liší a to zejména v jejich pojmenování. Příkladem je Mishra (2000), který rozděluje oceňování přírodních zdrojů a služeb na finanční a nefinanční hodnocení s ohledem na ochotu člověka za tyto poskytované entity platit. Dalším příkladem je uváděná taxonomie oceňovacích technik dle Markandya (2002), který je rozděluje v první řadě dle dostupnosti ceny na trhu a dostupné netržní ceny. Dalmini (2012) rozděluje tyto techniky na tržní a netržní. Aplikované metody jsou však stejné a to jak pro produkční, tak i mimoprodukční funkce přírody. Následující kapitola je věnována vybraným metodám oceňování, které experti nejčastěji využívají.

1.1.3 Metody oceňování ŽP

Metody aplikované pro oceňování ŽP se liší dle požadavků zadavatele a entity, která je předmětem oceňování. Volba vhodné metody a přístupu pak také záleží na tom, zda má být hodnocen materiální nebo přírodní zdroj. U materiálních zdrojů jsou ve většině případů aplikovány metody v souladu s běžnými oceňovacími postupy. Rozdílné jsou však přístupy v případech, kdy neexistuje pro oceňovanou entitu trh, to znamená, že není možné porovnat ji s hodnotou stejných entit nebo například s náklady k jejímu vytvoření.

Oceňování produkčních funkcí ŽP

Oceňováním ŽP se odborníci zabývají především ve vyspělých státech s rozvinutou ekonomikou a své poznatky pak aplikují pro řešení souvisejících problémů. Příkladem je komplexní soubor přehledů aplikovaných metod, přístupů a studií, který od roku 1993 začala vytvářet United Nations of Environment Programmes (UNEP). Pro tento účel byla sestavena zvláštní skupina vědeckých a výzkumných pracovníků tzv. Center of Social and

Economic Research of the Global Environment (CSERGE). Výstupem tohoto dlouholetého projektu se stal přehled nejčastěji aplikovaných přístupů v zemích Asie, jižní Ameriky, Afriky a východní a střední Evropy (McCracken-Rietbergen a Abaza, 2000).

Ze získaných výsledků vyplývají metody, které jsou nejčastěji využívány:

- Loss of Income and/or Production (Ztráta příjmů a/nebo produkce),
- Contingent Valuation Method (Metoda kontingentního hodnocení),
- Replacement/Reproduction Cost Method (Metoda nákladů za náhradu/ reprodukci),
- Benefit Transfer (Transfer přínosů),
- Mitigation Cost Avoided (Metoda nákladů na zmírnění škod),
- Opportunity Cost Approach (Metoda alternativních nákladů),
- Discounted Income Method (Metoda diskontovaných příjmů),
- Damage Cost Method (metoda nákladů na odstranění poškození),
- Hedonic Property Pricing (Hedonická metoda).

Uvedené metody jsou používány zejména pro oceňování jednotlivých složek ŽP, které jsou využívány pro komerční účely, nebo v dané oblasti dochází k razantním zásahům člověka. Tím je myšleno například využívání přírodních zdrojů za komerčními účely (těžba dřeva, ropy, apod.), zásahem v podobě výstavby silnic a jiných konstrukcí nebo znečišťováním v důsledku antropogenní činnosti. Důraz je přitom kladen na ztrátu produkčních funkcí ŽP. Následující tabulka 1 uvádí příklady rozdělení jednotlivých metod dle oblastí jejich možné aplikace.

Tab. 1 Příklad metod oceňování ŽP (McCracken-Rietbergen a Abaza, 2000)

Oblast aplikace	Metoda
<i>Lokalita s přirozenou akumulací vod</i>	Přístup odhalování preferencí
	Teorie přístupu náhodné utility
<i>Volně žijící živočichové</i>	Metoda cestovních nákladů
	Metoda kontingentního hodnocení
<i>Stanovení hodnoty půdy</i>	Hedonická metoda
<i>Znečištění ovzduší a jeho vliv na zdraví v souvislosti s výstavbou silnic</i>	Ztráta produktivity (rybaření, zemědělství)
	Ztráta mimoprodukčních funkcí
	Rekonstrukční náklady
<i>Znečištění ovzduší v souvislosti s poškozením lesů</i>	Ztráta produktivity
	Ztráty z předčasného kácení lesů
	Ztráta mimoprodukčních funkcí
<i>Dopady těžby ropy na konkrétní biotopy</i>	Náklady na rekultivaci
	Náklady na kompenzační platby
	Náklady na reprodukci vodních zdrojů

V porovnání s ČR, má ve světě aplikace těchto metod oceňování mnohem delší tradici. Oceňování především materiálních přírodních zdrojů byly předmětem vlastnických a tržních vztahů, nejčastěji v podobě tzv. soukromých vztahů. V případě hodnocení kvality ŽP se první

ekonomické metody začaly využívat v 60. letech a to ve spojení s těžbou uhlí, energetikou a vzniklými škodami na produkčních funkcích. Důsledky těžby přiměly odborníky k hledání řešení hodnocení ŽP, nejčastěji formou výzkumných projektů Vyskot et al. (2003), Moldan et al. (1997), Říha et al. (1998). Produkční složky v podobě zmiňovaných soukromých statků jsou běžně obchodovatelnými entitami na trhu, který pro ně vyčleňuje zvláštní alokaci. Přestože z uvedeného vyplývá, že by každá produkční složka měla mít stanovenou hodnotu, není tomu tak a to zvláště z opětovného pohledu na legislativu ČR, kdy zákon o oceňování majetku nezahrnuje všechny přírodní zdroje, které jsou uváděny na trh.

V rámci obecného přístupu ke stanovení hodnoty ŽP patří mezi základní přístupy oceňování nákladovým, výnosovým nebo komparativním způsobem a to zejména v případě soukromých statků. Složky ŽP v obecném pojetí, jsou oceňovány na základě standardní nabídky nebo poptávky. Bývají tak srovnávány náklady na vytvoření konkrétní entity vůči prospěchu, který je očekáván z jeho využití. V případě přírodních zdrojů, funkcí a služeb se jedná o ochotu za ně platit. Zákon č. 151/1997 Sb., o oceňování majetku definuje výše způsoby oceňování následovně:

- *nákladový způsob* – vychází se z nákladů, vynaložených na pořízení konkrétní entity, která je předmětem ocenění za určitých podmínek a dle jejího stavu ke dni ocenění,
- *výnosový způsob* – vychází se ze skutečně dosahovaných výnosů z entity, která je předmětem ocenění a z výnosů. Kterých lze z dané entity za určitých podmínek obvykle získat a z úrokové míry tohoto výnosu,
- *porovnávací (komparativní) způsob* – vychází se z porovnání entity, která je předmětem ocenění se stejnými nebo podobnými entitami a cenou sjednanou při jejím prodeji; zároveň může být ocenění provedeno odvozením z ceny jiné funkčně související entity.

Tyto způsoby oceňování jsou stanoveny především pro ty složky ŽP, které jsou definovány zmiňovaným zákonem. Je ovšem diskutabilní, zda se i v tomto případě jedná o komplexní ocenění. Jak uvedl Hueting et al. (2007), do celkové ceny produktu, funkce nebo služby má být zahrnuta i práce, která byla vykonána z pohledu lidské činnosti. Při oceňování finálních produktů těchto složek ŽP a jejich distribuce na trh bývá do ceny již práce zahrnuta. Otázkou však zůstává, zda je zahrnuta dostatečně a zda se do konečné stanovené hodnoty promítne i doba regenerace složky po jejím využití. Druhou problematickou oblastí oceňování, která je v současné době hodně diskutována, je oceňování tzv. mimoprodukčních funkcí nebo také složek ŽP, jak je uvedeno v následujícím textu.

Oceňování mimoprodukčních funkcí ŽP

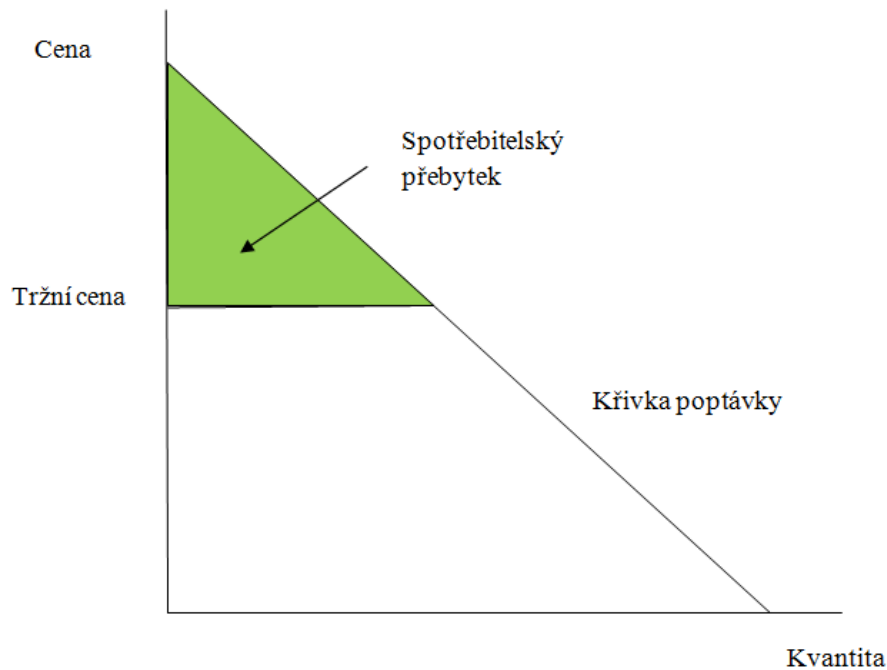
Hodnocení přírodních statků a služeb začalo být hodnoceno v 60. letech dvacátého století, nejprve z pohledu vlivu ŽP na lidské zdraví a následně i dopadů průmyslové činnosti na ŽP. V Evropě se metody a přístupy mimotržního oceňování začaly využívat v 80. a 90. letech, do roku 1992 především v zemích, jako je Francie, Finsko, Holandsko, Velká Británie apod. Mimoprodukční funkce jako bezplatné a volně přístupné přírodní zdroje, které zůstávají bohužel mimo ekonomický systém a je problematické pro ně stanovit tržní hodnotu. Jak uvádí Seják (2010), který se zabýval hodnocením biotopů, oceňování netržních

mimoprodukčních (environmentálních) zdrojů komplexně v otázce ŽP, ekonomie a ekonomického rozhodování, musí být řešeno ve třech rovinách, které definuje následovně:

- a) paradigma ekonomie – etická základna hodnocení, kdy jsou uznány nové formy hodnot, přesahující individuální užitek nebo užité hodnoty pro jednotlivce,
- b) makroekonomický informační systém – metody makroekonomického (národní účetnictví – HDP a HNP) a mikroekonomického oceňování (běžné tržní oceňování – znalecké)
- c) zavedení ekonomických nástrojů pro zahrnutí nových hodnot do ekonomického systému z pohledu mikroekonomického – zavádění některých hodnot netržních statků a ekonomických nástrojů do ekonomiky prostřednictvím demokratického rozhodování veřejnosti).

Obecně je oceňování mimoprodukčních funkcí složitým problémem z pohledu jeho uplatnění a sjednocení jednotlivých přístupů. Významnou roli v tomto směru má i ochota a poptávka společnosti po řešení této problematiky. Společnost si zvykla užívat tyto složky ŽP volně, jako tzv. veřejné statky. V případě, že ovšem dojde k události, kdy jsou tyto zdroje poškozeny a nelze je dále běžně využívat, zájem společnosti o řešení a nápravu této škody se zvyšuje. Běžné využívání těchto zdrojů se stalo pro společnost určitou samozřejmostí a jistotou, kdy si ne vždy připouští možnost jejich ztráty a to jak dočasné, tak úplné. Řešení zachování mimoprodukčních funkcí ŽP bez poškozování je řešena zejména z pohledu ochrany ŽP v dlouhodobém výhledu. Chybí ovšem i možná řešení pro případy náhlých událostí, která jsou spojena s nepravidelnou nebo mobilní činností, kde není jednoduché předem identifikovat a definovat potenciální škody.

V případě, že má být oceněna složka ŽP, její produkty nebo služby, nastává další problém a to je nedostatek informací o konkrétní entitě, zejména v případech, kdy ještě nebyla stejná nebo podobná entita na trh uvedena. Volí se proto přístupy založené na simulovaných informacích o trhu. Nejčastěji mezi ně patří křivka vyjadřující odhad poptávky po užité a neužité hodnotě přírodního zdroje, jak uvádí Robinson (2001) a která je uvedena na obr. 4. Křivka vyjadřuje ekonomický přínos pro jednotlivce, pomocí tzv. spotřebitelského přebytku, kterým je plocha pod křivkou poptávky po zboží, vyšší než jeho cena.



Obr. 4 Poptávková křivka (King a Mazzota, 2000)

Obecné rozdělení metod je založeno na hodnocení dle preferencí člověka a společnosti, odtud název *preferenční metody*, druhou skupinou jsou *expertní metody*. Autoři jako například Boxall et al. (1994), Earnhart (2001) nebo Pearce (2002) rozdělují metody jako *metody odhalení preferencí* (revealed preferences) a *metody stanovených preferencí* (stated preferences). Obě tyto podskupiny oceňování mimoprodukčních funkcí nebo také netržního oceňování, zahrnují stejné podskupiny metod. Pro účely této práce budou využity metody pod označením preferenční a expertní metody.

Preferenční metody zahrnují metody odvozující ocenění ze souvisejících trhů (např. hédonické ocenění), přímé zjišťování preferencí neboli metoda dotazování (kontingentní metody), přenosy získaných výsledků v čase a prostoru. V rámci hodnocení preferenčních metod jsou hodnoceny budoucí užítky z ekosystémů pro lidského jednotlivce (Bateman a Willis, 2001). Výsledkem je pak například celková hodnota ekosystému, jako *suma diskontovaných budoucích toků služeb* příslušného ekosystému pro daný budoucí časový úsek (Seják et al., 2003).

- *Hedonické oceňování* nebo také nazývaná Metoda hédonické ceny, je založena na přístupu určení poptávky po veřejných statcích neboli netržních komoditách (např. ovzduší). Hodnota je odvozována od současných tržních transakcí a předpokladem je, že každý veřejný statek (entita) je možné popsat jako soubor konkrétních hodnot a charakteristik, jak uvádí Kolstad (2000) nebo Markandya (2006). Metoda pomáhá vyjádřit, v jakém komplementárním vztahu jsou veřejné a soukromé entity a jak se vliv veřejné entity projevuje v ceně soukromé. V případě aplikace metody na soukromé entity, je vycházeno z předpokladu, že cena oceňované entity je funkcí jejích užitných vlastností a charakteristik. Měření je pak vliv těchto jednotlivých vlastností na cenu, jak ve svých publikacích uvádí Palmquist (1999) nebo Harpiriya

(2004). Celkový rozdíl mezi množstvím a kvalitou užitných vlastností oceňované entity má za následek rozdílnou cenu. Tento rozdíl odráží zvýšení nebo snížení užitku a představuje tzv. hedonickou cenu.

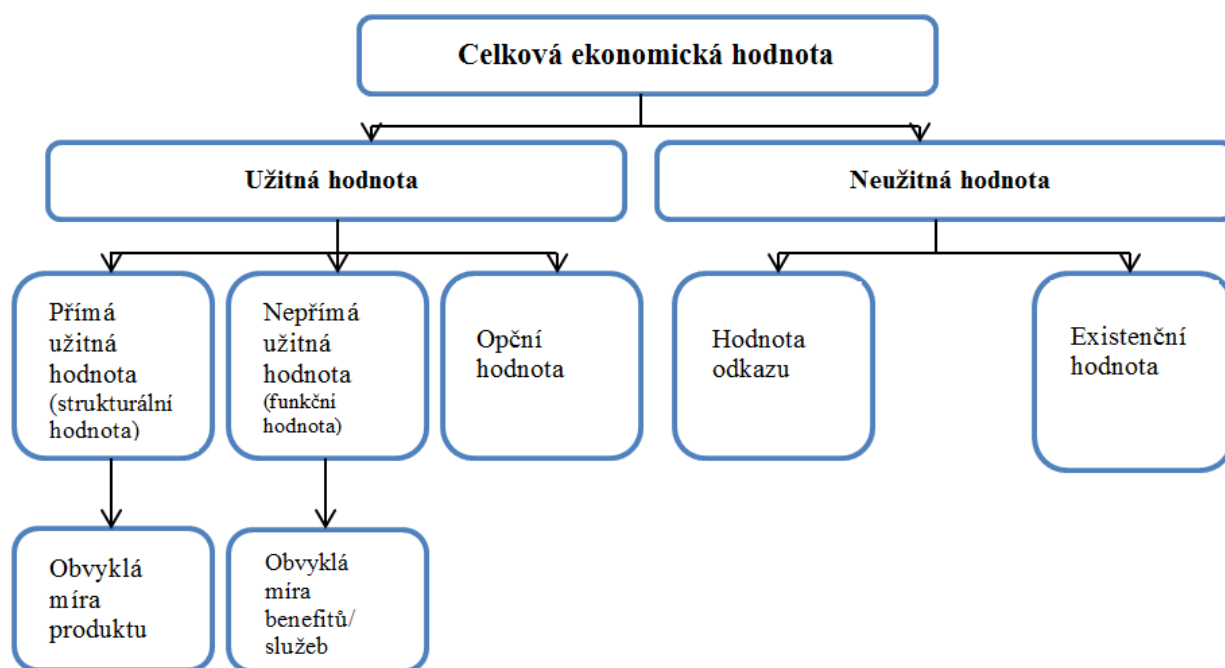
- *Metoda kontingentního oceňování* je založena na principu dotazování pomocí zvláště strukturovaného dotazníku, jak tuto metodu popisují například Bateman et al. (2001), Venkatachalam (2004), Hausman (2012). Respondenti odpovídají na otázky, které jsou zaměřené na jejich preference v otázce kvality ŽP. Hodnocená entita musí být dostatečně popsána anebo i vizuálně zpracována, společně se změnami, ke kterým došlo nebo má dojít. Respondenti bývají uvedeni do role kupujícího a mají hodnotit jejich ochotu platit za oceňovanou entitu. Zároveň musí být zdůrazněno, že respondent v roli kupujícího musí zohlednit i ochotu zaplatit za zlepšený stav entity nebo zachování jejího současného stavu.
- *Metoda cestovních nákladů (Travel Cost Method, TCM)* stanovuje hodnoty založené na základě rekreačních anebo estetických funkcích krajiny. Projevuje se zde již zmiňovaná podmínka ochota člověka platit za tuto službu. V rámci metody je zohledněna ochota lidí za touto službou krajiny cestovat a vynaložit náklady na cestování, případně platit za možnost je vidět (např. forma vstupu) a zohledněna je i návštěvnost konkrétního místa, jak představují metodu například King a Mazzota (2000), Mayor et al. (2007) nebo Limaie et al. (2014).

Expertní metody jsou založeny na týmových a mezioborových znalostech o ekosystémech a jejich službách a funkcích, které vychází z hodnocení stanovených škál a to vč. peněžního hodnocení. Mezi základní přístupy patří kombinace nákladových metod (náklady na revitalizaci ekosystémů a udržení konstantní hodnoty). Seják (2010) upozorňuje na bezplatnost netržních statků, kdy v současné době vznikají některé ekologické standardy, kdy se tyto statky stávají zpoplatněnými. Takovým příkladem je stanovení emisních limitů týkajících se znečišťování ovzduší. Oceňování netržních statků vyžaduje nejenom individualistický přístup, ale zapojen by měl být i tým expertů pro posouzení ŽP a jeho složek.

Mezi metody, které jsou uplatňovány v rámci zemí EU, patří například (Seják et al. 2003):

- Bádensko-Württemberské nařízení o vyrovnávacích poplatcích,
- Nařízení o vyrovnávacích poplatcích, platné ve spolkových zemích,
- Model vytvoření fondu,
- Vyrovnávací poplatky podle Schemela,
- Investiční model,
- Specifická náhrada podle typu biotopu,
- Tyrolská metoda,
- Analýza nákladů a přínosů (Cost Benefit Analysis, CBA)

Mezi další metody, které jsou zaměřeny na oceňování ŽP a to z pohledu užité a neužité hodnoty patří například metoda *Celkové ekonomické hodnoty (CEH)*. Vyjádření této hodnoty je vztaženo k jednotlivým ekosystémům. Jak uvádí Moldan (2011), součástí této hodnoty, mohou vyjadřovat přímé užítky a s využitím různých metod je možné vyčíslit i nepřímé ekonomické přínosy. Ekonomická hodnota (současná i potenciální) je daná službami, kterou ekosystémy poskytují nebo je poskytovat mohou. Tato hodnota se využívá pro odhad celkového užítku statku ŽP pro společnost a vyjadřuje sumu uvedených komponent (obrázek 5), kde je vyjádřen i princip metody. Do výpočtu hodnoty je zahrnuta užité hodnota a tzv. neužité hodnota.



Obr. 5 Znárodnění konceptu celkové ekonomické hodnoty (Dixon, 2008)

CEH je rozdělena na *užitnou hodnotu* (poskytuje především hmotné produkty, které jsou využívány v současnosti) a *neužitnou hodnotu* (odkaz budoucím generacím, hodnota o které víme, že existuje, ale nevyužíváme ji – existenční hodnota), jak uvádí Dixon (2008). Na základě CEH mohou být generovány výstupní hodnoty o aktuálním stavu ekosystému, jako např. produkce potravin, nebo rekreační hodnota (Pascual et al., 2010).

Uvedené vybrané metody slouží pro znalce a experty k hodnocení ŽP, jeho ekosystémů, funkcí, služeb a k jejich ocenění. V získaných výsledcích však není jednotnost. Zatímco některé metody zaměřené na produkční složky a funkce jsou ve většině případů kvantitativní povahy v podobě stanovení hodnoty uvedené v peněžních jednotkách, u mimoprodukčních funkcí a složek se jedná o polokvantitativní (např. bodové) a kvalitativní vyjádření, které musí být dále hodnoceno a zpracováno. Jak již bylo zmíněno, požadavky na znalce, jejich znalosti a dovednosti jsou s rozvojem společnosti a složitosti problémů stále vyšší. Zároveň musí být znovu zdůrazněna absence jak legislativních nástrojů, tak i expertních ucelených metodik, které by řešily problematiku oceňování ŽP komplexně se všemi jeho funkcemi. V případech, kdy má znalec stanovit hodnotu určité složky ŽP, jako například konkrétní lokalitu, nastává

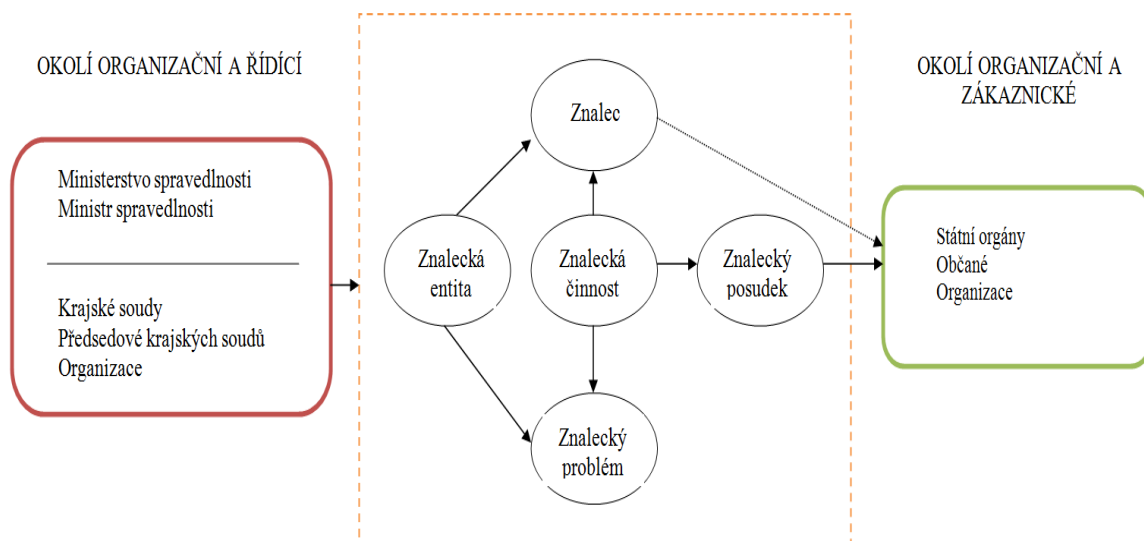
pro něj problém a tím je volba vhodných metod, jejichž výsledkem jsou relevantní hodnoty. V kapitole 1.1.4 je pro lepší pochopení vzájemných souvislostí uvedena problematika znalecké činnosti v kontextu s oceňováním ŽP.

1.1.4 Oceňování ŽP a jeho význam pro znaleckou činnost

V současné době bylo ke dni 27. 7. 2016 registrováno v ČR celkem 183 znalců v oblasti ochrany přírody a 5951 znalců v oblasti ekonomika - ceny a odhady (Justice, 2016). V rámci těchto oborů bývají řešeny otázky, spojené s problematikou oceňování ŽP. Jak bylo uvedeno, jedná se především o stanovení hodnoty majetku v podobě přírodních zdrojů a složek. Dle legislativy platné v ČR je činnost znalce upravena zákonem č. 36/ 1967 Sb., o znalcích a tlumočnících, ve znění zákona č. 444/2011 Sb. a tento je upřesněn vyhláškou č. 37/ 1967, Sb. k provedení zákona o znalcích a tlumočnících. Dalším souvisejícím legislativním dokumentem je vyhláška č. 123/ 2015 Sb., stanovující seznam znaleckých oborů a odvětví pro vykonávání znalecké činnosti, mezi které patří i právě uváděná oblast ekonomiky a ochrany přírody. Pro správné pochopení souvislostí týkajících se úkolů znalce v oblasti oceňování ŽP, jsou vymezeny základní pojmy vytvářející znaleckou soustavu, kterou popisuje Janíček (2007) pomocí prvků jejího vnitřního prostředí:

- *znalecká entita* (předmět konkrétního zájmu určitého státního orgánu, organizace nebo občana, který vyžaduje o entitě vypracovat znalecký posudek – např. složka ŽP na konkrétním území, definovaná lokalita),
- *znalecký problém* (problém, související s typem znalecké entity, řešený pro zpracování znaleckého posudku – např. hodnota konkrétní složky ŽP na daném území, význam lokality, její stav, míra poškození nebo naopak zhodnocení),
- *znalecká činnost* (proces získávání, zpracovávání a předávání informací, jehož cílem je vyřešit znalecký problém a vypracovat znalecký posudek – např. sběr a analýza informací o posuzované lokalitě nebo složky ŽP na konkrétním území, porovnávání stavu před a po úpravách pozitivních i negativních),
- *znalecký posudek* (obsahem jsou otázky formulované zadavatelem vztažené ke znaleckému objektu, znalecký problém, nálezy o znaleckém objektu, přístupy, metody a výsledky řešení znaleckého problému, jejich analýza a syntéza, shrnuté do odpovědí na otázky – např. stanovení hodnoty složky ŽP na konkrétním území, význam lokality a popis ztráty některých funkcí nebo jejich oslabení v případě poškození, vyčíslení vzniklých škod)
- *znalec* (subjekt, vykonávající znaleckou činnost, která se týká znaleckého objektu, na počátku formuluje znalecký úkol a v závěru předkládá orgánům znalecký posudek – např. odborně způsobilá osoba v oblasti environmentální ekonomie, ochrany přírody).

Soustava znalců je chápána jako otevřená a má tak významné vazby na prvky okolí, kde probíhají interakce, které celou soustavu aktivují a ovlivňují (obrázek 6). Soustava jako celek se pak do okolí určitým způsobem projevuje, což má pro prvky okolí určité důsledky (Kledus, 2012).



Obr. 6 Znalectví jako soustavy a jeho okolí (Janiček, 2007)

V návaznosti na pojem znalectví, je nezbytné zdůraznit, význam soudního znalectví, jehož definici je rovněž možné uvést dle Janíčka (2007) a Kleduse (2012), jako teoreticko-aplikační obor lidské činnosti, v jehož rámci je realizována znalecká činnost v podobě řešení znaleckých úkonů. Podstatou je hledání příčin určitých nastalých událostí s následky nebo například posouzení stavu konkrétních entit. Uvedenou problematikou se zabývají ve své práci například i Crispino a Houck (2013) nebo Houck (2015). Dle uvedených definic lze tak v oblasti oceňování ŽP hovořit o potřebě hodnocení stavu konkrétní složky ŽP, s cílem určit jejich hodnotu. V případě vzniku škody na ŽP, je pak podstatou stanovit závažnost vzniklého poškození, jeho hodnotu a náklady na vrácení do původního stavu nebo jeho náhradu s funkcí o stejném významu. Problematiku oceňování ŽP a stanovení výše škod způsobených unikajícími nebezpečnými látkami, lze z pohledu znalectví zařadit do technické oblasti s nadstavbou soudního inženýrství. V rámci této nadstavby je dle Bradáč et al. (2010), uplatňováno znalostní i systémové inženýrství s poznatky z nejrůznějších oblastí, v tomto případě techniky, ŽP nebo ekonomie.

Pro řešení znaleckého problému v oblasti oceňování ŽP, je s ohledem na výše uvedené doporučováno, využití znalostí odborníků ze souvisejících oblastí, aby mohlo dojít k co nejlepšímu objektivnímu posouzení znaleckého problému. Na základě takto získaných poznatků by měl být následně znalec schopen definovat metodologii řešení problému na konkrétní entitě.

Požadavky kladené na znalce uvádí například Bradáč et al. (2009) a to na příkladu oceňování majetku s ekologickou zátěží:

- základní znalost a porozumění problematice ekologie,
- schopnost a dostatečná zkušenost pro odhad pravděpodobnosti existence ekologické zátěže a jejího případného rozsahu,
- dovednost pro následné přepočítání finančních nákladů spojených s odstraněním ekologické zátěže, pokud je její odstranění možné,

- v případě, kdy není možné odstranit ekologickou zátěž, měl by mít takovou teoretickou znalost, aby byl schopen odhadnout snížení tržní hodnoty konkrétního majetku,
- znalec by měl zohlednit faktory mající vliv na hodnotu oceňované entity a to zda jsou skutečně měřitelné, špatná pověst konkrétní entity, finanční vliv na snížení nebo zvýšení potenciálu dané entity.

Posouzena by tak měla být vždy v prvním kroku proveditelnost znaleckého úkolu, vymezení problematik týkajících se ekologie a jejich vliv na zdraví člověka a ŽP. Dále by měly být stanoveny finance spojené s úkony, které byly nebo budou v rámci úpravy nebo zachování dané entity provedeny (preventivní, represivní opatření apod.). Zjištěn by měl být i význam z pohledu produkce oceňované entity a z ní získané výnosy.

Jak již bylo uvedeno v obecné charakteristice znalecké činnosti, jsou v jejím rámci řešeny příčinné souvislosti a dopady určitých událostí. Využití metodologie, přístupů soudního inženýrství a technického znalectví, je tak spojováno i s řešením stanovení výše škod na ŽP, které vznikly v souvislosti s transportem nebezpečných látek. Samotná znalecká činnost je heterogenní a v tomto případě využívá znalosti techniky, přírodních věd a ekonomie. Uplatněny by tak měly být nejenom výše uvedené přístupy a metody, ale zároveň by celá činnost měla být provázána určitou systematičností. Jedná se o činnost, která klade vysoké nároky na znalce a je proto důležité uplatňovat systémový přístup. V současné době není ucelený přístup pro stanovení výše škod na ŽP vzniklých při úniku NCHL po havárii během transportu. Znalci tak volí metody a postupy na základě vlastních zkušeností a odborných znalostí. Následující kapitola uvádí systémový přístup z pohledu jeho významu při řešení problematiky stanovení výše škod na ŽP.

1.2 Systémový přístup pro stanovení výše škod na ŽP

Při stanovení výše škod na ŽP, je důležité získat dostatečné a relevantní informace o konkrétní entitě, jejím původním a současném stavu, funkcích a okolí entity, které na ni může mít zásadní vliv. Neméně důležité je i zpracování a volba vhodných metod stanovení výše škod s následnou interpretací výsledků. Takto by mohl být obecně definován přístup pro řešení problému stanovení výše škod na dané entitě. Není ovšem kompletní a nevypovídá o konkrétních krocích, které jsou pro něj potřebné. Stanovení výše vzniklých škod, vyžaduje znalosti a dovednosti z technických i ekonomických oborů.

S ohledem na schopnost znalce nebo experta, je proto vhodné vždy na začátku zvolit metodologii řešení a zapojit do ní i odborníky ze souvisejících oblastí, například formou konzultací a získáváním objektivních názorů. Zároveň je možné aplikovat i metody a postupy založené na systémovém přístupu, jako například analýza a hodnocení v rámci inženýrství rizik. Takové metody mohou být podpůrnými nástroji pro identifikaci a posouzení vzniklých škod na složkách ŽP. Celý postup řešení by měl být vždy založen na konkrétním systému řešení s definovanou hierarchií a algoritmem činností, aby nedocházelo ke zkreslení, ztrátě informací, souvislostí nebo například jejich opomenutí. Vhodným řešením tak může být systémový přístup, který je v současné době stále více vyhledávaným pro řešení různých

problémů na konkrétních entitách. Pro vysvětlení, v jakém smyslu je systémový přístup pro řešení problematiky škod na ŽP pojat, je uvedena následující definice dle Janíček (2014):

„Zobecněná a sofistikovaná tvůrčí metodologie myšlení a konání, která je aplikovatelná na jakékoliv systémové entity. Je tvořena posloupaností uvědomělých, popsatelných, realizovatelných, případně i formalizovaných činností, respektujících atributy systémového přístupu, které zahrnují všechny podstatné skutečnosti ve vztahu k entitě.“

Na základě uvedené definice, musí být respektovány atributy, které jsou dle uvedeného autora rozděleny do pěti podskupin:

- definice entity zájmu,
- vymezení přístupů analýzy entit
- stanovení vlastností entit, které mají být posuzovány,
- vymezení metodologie analýzy entit,
- stanovení etických aspektů subjektů ke konkrétním entitám.

Z pohledu řešené problematiky v rámci této práce, je zájmovou entitou poškozená složka ŽP (lokalita a její prvky), na které je třeba stanovit celkovou škodu. Nezbytné je její komplexní a jednotné řešení. Tato zájmová oblast musí být posuzována z hlediska otevřenosti (vazby a vzájemné interakce s okolím), dynamičnosti (škody se mohou měnit v čase stejně jako prostředí) apod. Využity by měly být i aktuální přístupy a poznatky vědy a výzkumu například z oblasti forenzní environmentalistiky, soudního inženýrství nebo inženýrství rizik. Pro stanovení metodologie analýzy entit by měly být zvoleny vhodné metody oceňování a analýzy rizika. Při aplikaci systémového přístupu je předpoklad minimalizace rizika nekomplexního řešení problému a interpretace výsledků. Proto byl systémový přístup zvolen k řešení problematiky, která je podstatou této práce a byl zakotven již v samotném názvu. Potřebnost zavedení systémového přístupu pro stanovení výše škod na ŽP v souvislosti s havárií a únikem NCHL během transportu, představuje následující kapitola, která analyzuje současný stav této problematiky. Zároveň je zde upozorněno na dílčí problémy, kterými jsou problematika pojmové čistoty a její dodržení v souladu s platnou legislativou, stejně jako absence kvantitativních metod pro stanovení škod na mimoprodukčních funkcích ŽP.

1.3 Stanovení výše škod na ŽP

Vznik škod na složkách ŽP je spojován především s antropogenní činností, ale mohou vznikat například i v důsledku živelních katastrof. Jedná se o faktory, které negativně působí zejména z vnějšího okolí a nazývají se též stresory. Jejich vliv a následky jsou v současné době hodnoceny zejména z hlediska dlouhodobého, chronického působení, například v podobě emisní zátěže spojené s průmyslovou činností nebo dopravou, špatným nakládáním s odpady apod. Škody, které v souvislosti s těmito stresory vznikají, jsou řešeny na úrovni mezinárodní a národní politiky nebo prostřednictvím dobrovolných nástrojů ochrany ŽP. Příkladem je posuzování dopadu na ŽP v rámci Environmental Impact Assessment (EIA) a Strategic Environmental Assessment (SEA), které byly do legislativy ČR implementovány v rámci zákona č. 101/2001 Sb., o posuzování vlivu na ŽP. Tyto nástroje se zabývají

posouzením potenciálních nežádoucích dopadů a rizika vzniku případných škod. Nezabývají se tak problematikou již nastalých událostí. Opět se tak dostává do popředí otázka, jakým způsobem je vhodné řešit vzniklé škody na ŽP po takových událostech komplexně, se zohledněním všech možných působících faktorů. Ty mají významný vliv na celkový průběh havárie a její dopady, tedy i škody na ŽP. Jedná se zejména o vlastnosti a množství uniklé NCHL, meteorologické podmínky, reliéf, zranitelnost prvků zasažené lokality apod. Kanta (2014) uvádí, že v současné době je celková výše vzniklých škod vyčíslena na základě doby a rozsahu sanačních prací (obrázek 7 a 8), majetkové újmy zasažené soukromé entity, kterou může být například les, vodní nádrž apod.



Obr. 7 Likvidační a sanační práce na území poškozeném po úniku motorové nafty z produktovodu u obce Knyk v roce 2014 (Plíhal, 2014)



Obr. 8 Dopravní nehoda při přepravě černouhelné tekuté smoly s únikem do vodního prostředí (HZS MSK, 2005)

Důležité je v této souvislosti zdůraznit, že ŽP a jeho ekosystémy, vytváří vzájemně propojený systém, který je pro člověka a celkovou udržitelnost života nezbytný. Proto by měly být zohledněny nejenom škody na majetkových entitách, ale také na těch veřejných. Narušením vazeb, kterými je celý systém tvořen, totiž mohou vznikat taková poškození, která se projevují až po čase nebo jsou natolik závažná, že není možná jejich náprava běžnými opatřeními.

1.3.1 Škoda a odpovědnost za škodu na ŽP

Než bude přistoupeno k analýze metod stanovení výše škod na ŽP, je nezbytné uvést další problém, který v současné době vyvstává a to je pojmová čistota a interpretace významu pojmů používaných v rámci legislativy EU a ČR. Konkrétně se jedná o význam pojmů škoda způsobená na ŽP a odpovědnost za ni v souvislosti s havárií a únikem NCHL během transportu. Na základě analýzy současné legislativy, bylo zjištěno, že není vždy zcela jasné, zda může být pojem definovaný těmito právními nástroji použit pro řešenou problematiku. Proto jsou tyto pojmy a jejich význam vysvětleny v následujícím textu a konfrontovány s řešenou oblastí.

Vymezení základních pojmů škoda a odpovědnost za škodu

Dne 1. ledna 2014 vyšel v platnost občanský zákoník č. 89/2012 Sb., který upravuje nová práva a povinnosti týkající se náhrady škody a nemajetkové újmy. Zákon vymezuje pojmy, jako je újma, škoda, odpovědnost za škodu, majetkovou, či nemajetkovou újmu apod. Následující tabulka 2 uvádí základní přehled pojmů a jejich definic.

Tab. 2 Základní pojmy související se škodou a majetkovou újmou
(Občanský zákoník, Novotný et al., 2014)

Pojem	Charakteristika
<i>Poškozený</i>	Fyzická nebo právnická osoba, které byla způsobena škoda nebo nemajetková újma a mají právo na po škůdci žádat účinnou náhradu.
<i>Škůdce</i>	Fyzická nebo právnická osoba, která porušila povinnosti a způsobila škodu nebo nemajetkovou újmu.
<i>Újma</i>	Každá majetková či nemajetková ztráta vzniklá na straně poškozeného následkem porušení právní povinnosti ze strany škůdce.
<i>Škoda</i>	Vlastní majetková (materiální) újma, která je dle občanského zákoníku vymezena jako újma na jmění. Může mít charakter přímé ztráty na majetku nebo ztrátu v důsledku reálného zmenšení majetku/jmění, případně ušlého zisku a musí být vyčíslitelná. Vyjadřuje hodnotu, o kterou se majetek poškozeného reálně sníží.
<i>Skutečná škoda</i>	Majetková újma, znamenající snížení majetku poškozeného jako následek škodné události.
<i>Ušlý zisk</i>	Specifická majetková újma, kdy nedošlo v důsledku škodní události k rozmnožení majetkových hodnot.
<i>Škodný stav</i>	Výsledný stav, vyvolaný porušením povinností ze strany škůdce, které vedou k újmě na straně poškozeného.
<i>Škodlivý následek</i>	Existence škody nebo nemajetkové újmy,

V rámci uvedeného zákona je důležité minit, že vznikla i tzv. sekundární odpovědnost škůdce, kdy je povinen nahradit nejenom vzniklou škodu, ale například i ušlý zisk poškozeného. Odpovědnost za škodu nebo vzniklou nemajetkovou újmu dle občanského zákoníku charakterizuje Novotný et al. (2014) jako zvláštní závazkový vztah mezi škůdcem a poškozeným, vyplývající z předchozího porušení právní povinnosti ze strany škůdce. Ten je založen na povinnosti škůdce nahradit poškozenému způsobenou škodu nebo nemajetkovou újmu. Poškozenému zároveň náleží právo žádat nebo vymáhat náhradu po škůdci u soudu. S ohledem na rozdělení ŽP na soukromé a veřejné statky vyvstává otázka, kdo bude žádat náhradu za poškození veřejných statků.

Úprava náhrady majetkové a nemajetkové újmy je z pohledu občanského zákoníku rozdělena na *obecné principy odpovědnosti a případy zvláštní odpovědnosti*. V případě řešené problematiky v této práci, můžeme škody na ŽP řadit do kategorie zvláštní odpovědnosti, kam patří specifické případy náhrady. Jedná se konkrétně o škody způsobené *provozem dopravních prostředků*. Provozovatel dopravy nahradí škodu vyvolanou zvláštní povahou tohoto provozu (§ 2927). Občanský zákoník pak v oddílu 3 § 2951 (odst. 1 a 2) a § 2952 upravuje náhradu následujícím způsobem:

- *Náhrada škody* – uvedením do předešlého stavu a v případě, že to není možné nebo žádá-li o to poškozený, hradí se škoda v penězích (skutečná škoda, která vznikla poškozenému – ušlý zisk).
- *Nemajetková újma* - odčinění přiměřeným zadostiučiněním, které musí být poskytnuto v penězích, není-li jeho jiný způsob skutečné a dostatečně účinné odčinění způsobené újmy.

V případě vzniku škody na ŽP se jedná zejména o majetkovou újmu a škodu, takové složky ŽP a lokality, které jsou využívány například pro zemědělskou činnost.

Ekologická škoda je dle občanského práva chápána jako škoda na ŽP. Psutka (2011) uvádí, že může být tento typ škody chápán dvěma způsoby:

- a) *Majetková škoda na jednotlivých složkách ŽP*. Některé složky nemohou být předmětem vlastnictví a tím pádem nemůže ani vzniknout škoda v soukromoprávním slova smyslu.
- b) *Ekologickou škodou* jsou i škody způsobené zprostředkovaně poškozením složek ŽP. Jedná se o majetkovou újmu vyjádřenou v penězích, kdy zároveň nemusí nutně být předmětem poškození ŽP. Důležité je v tomto případě narušení nebo případě zničení kvality složek ŽP, na jehož základě došlo k újmě majetkové povahy.

Náhrada škody na mimoprodukčních funkcích ovšem v rámci výše uvedených definic a zákona nemůže být využita, jelikož se vztahuje především na produkční funkce a složky. Proto jsou dále definovány další pojmy, které s těmito škodami přímo souvisí a které jsou zakotveny nejenom v české, ale i evropské legislativě.

Škodu na ŽP ve formě znečištění definuje zákon č. 17/ 1992 Sb., o ŽP, jako stav, který nastává v důsledku lidské činnosti a kdy se v půdách, podzemní vodě nebo jiných složkách ŽP, vyskytují chemické látky, které jsou svojí podstatou, koncentrací a množstvím pro dané prostředí cizorodé. Škoda může dosáhnout stupně ekologické zátěže, kdy již není možné vyloučit negativní působení na člověka a jeho zdraví nebo složky ŽP. Se vznikem ekologické zátěže pak souvisí vznik ekologické újmy, která může být vyjádřena také jako škoda na ŽP. Jedná se o oslabení nebo úplnou ztrátu přirozených funkcí ekosystémů, která vzniká v souvislosti s narušením vazeb v rámci ekosystému v souvislosti s antropogenní činností. Stejný zákon zároveň definuje *přípustnou míru znečištění ŽP*, která je určena mezními hodnotami stanovenými zvláštními předpisy. Mezní hodnoty se stanovují zvláštními předpisy a dle dosaženého stavu poznání tak, aby nebylo ohroženo zdraví a životy lidí, další živé organismy a složky ŽP. Hodnoty v případě havárií s únikem NCHL během transportu tyto předpisy nezahrnují.

Pojem *ekologická újma* je pak definován zákonem č. 167/ 2008 Sb., o předcházení ekologické újmy, jako „*měřitelná újma se závazně nepříznivými účinky na vybrané přírodní zdroje (volně žijící živočišné druhy, planě rostoucí rostliny, přírodní stanoviště, půdy a podzemní a povrchové vody.)*“. Zákon již tak nehovoří pouze o soukromých entitách (jako občanský zákoník), ale zaměřuje se na celý systém ŽP. Uvedený zákon se stal implementací evropské Směrnice 2004/35/ES o odpovědnosti za ŽP, která vymezuje pojem odpovědnost, prevence a náprava škod. Z pohledu vzniklých škod definuje směrnice tři kroky nápravy vzniklé škody:

- primární náprava škod (okamžitá nápravná opatření, střednědobá a dlouhodobá nápravná opatření v místě škody),
- činnosti spojené s navázáním na nezdařené primární nápravy škod, kdy se nepovedlo ŽP navrátit do stavu před vznikem události (sekundární),

- vyrovnávací náprava pokud primární nebo doplňková náprava škod nedosáhne plného účinku dostatečně rychle (terciární).

Směrnice zároveň vylučuje z pojmu *škoda*, takový rozsah poškození, ze kterého je zasažená složka ŽP schopna se v krátké době, bez zásahu člověka zregenerovat do původního stavu. Přestože uvedená Směrnice o odpovědnosti za ŽP uvádí, že přeprava nebezpečných látek spadá do oblasti objektivní odpovědnosti, patří tato činnost neboli způsob nakládání s nebezpečnou látkou mezi výjimky, které do její gesce nejsou zahrnuty (Evropská komise, 2013).

Rozsah škod, respektive *výši škod* je pak možné definovat ve smyslu zákona č. 40/2009 Sb., trestního zákoníku, který ustanovuje postup vycházení z ceny předmětu (v tomto případě složky ŽP), za kterou byl před poškozením prodáván. V případech, kdy nelze takto postupovat, jsou počítány náklady na uvedení oblasti ŽP do předešlého stavu. Zákon zároveň definuje *hranici výše škody*, prospěchu, nákladů k odstranění poškození ŽP a hodnoty věci a jiné majetkové hodnoty v § 138. Škoda je rozdělena dle dosahované částky na škodu nikoli nepatrnou, škodu nikoli malou, větší škodu, značnou škodu a škodu velkého rozsahu. Opět se však tyto pojmy a jejich právní úprava vztahují pouze k majetkovým entitám.

Odpovědnost v základním slova smyslu, je možné definovat například jako „*povinnost ručit za něco, za někoho, za správné provedení něčeho.*“ (Slovník, 1964). Z pohledu práva se jedná o společenskou odpovědnost, která zahrnuje například i odpovědnost morální nebo politickou. Obecně je odpovědnost dělena na soukromoprávní a veřejnoprávní. Jak uvádí ve své publikaci Psutka (2011). V případě odpovědnosti za škodu zároveň uvádí základní tři funkce odpovědnosti za škodu, přičemž první dvě jsou pro oblast ŽP preferovány:

- preventivní (povinnost předcházení škod, § 415, 420, 417),
- reparační (uvedení do původního stavu),
- satisfakční (v případě ŽP téměř není možné aplikovat).

Odpovědnost za škody na ŽP je významnou součástí evropské legislativy, kdy v roce 2000 navázala Evropská komise na Smlouvu o Evropské unii a vydala tzv. Bílou knihu o odpovědnosti za ŽP, kde je řešeno pravidlo „*znečišťovatel platí*“ (Kovář, 2000). Od roku 2004, kde se ČR stala členským státem EU, přijímá a integruje evropské právní předpisy do podmínek ČR. Uvedené pravidlo bylo následně interpretováno již zmiňovanou Směrnicí 35/2004/ES o odpovědnosti za ŽP. Proto je z pohledu odpovědnosti za škody na ŽP tato směrnice blíže charakterizována. Základní zásadou této směrnice je, že provozovatel, jehož činnost způsobila škodu na ŽP nebo bezprostřední hrozbu takové škody, je finančně odpovědný. Dle této zásady jsou provozovatelé nuceni přijímat opatření a rozvíjet postupy ke snižování rizik škod na ŽP s cílem snížení finanční odpovědnosti. Hrozí-li situace, kdy by došlo ke vzniku škody na složkách ŽP, musí být na vlastní náklady zajištěna nápravná a preventivní opatření. Směrnice zároveň uvádí výjimku, kdy byla aplikována všechna odpovídající preventivní opatření, a přesto nešlo vzniku škody zabránit (např. vliv třetí osoby).

V souladu se zásadou „znečišťovatel platí“ by měl provozovatel, který způsobuje škody na ŽP nebo vytváří bezprostřední hrozbu takovéto škody, v zásadě nést náklady na nutná preventivní nebo nápravná opatření. Je také vhodné, aby provozovatelé nesli v konečném důsledku náklady spojené s posuzováním škod na ŽP a v případě potřeby i s posuzováním bezprostřední hrozby výskytu takových škod. V případech, kdy místo provozovatele jedná příslušný orgán, a to buď sám, nebo prostřednictvím třetí strany, by měl tento orgán zajistit, aby jemu vzniklé náklady byly zpětně uhrazeny provozovatelem.

V zákoně č. 167/2008 Sb. o předcházení ekologické újmy je pak definována prevenční a nápravná povinnost následujícím způsobem:

„Provozovatel musí předcházet vzniku ekologické újmy a v rozsahu stanoveném tímto zákonem přijímat preventivní opatření. Provozovatel, který svou provozní činností způsobí ekologickou újmu, musí v rozsahu stanoveném tímto zákonem přijímat nápravná opatření.“

Preventivní povinnost je definována v § 6 zákona o předcházení ekologické újmy, kdy je nezbytné hrozbu odvrátit. V případě přepravy nebezpečných látek se jedná zejména o zajištění kvality bezpečnostních opatření, řidičů, technického vybavení apod. Více uplatnitelná jsou však tato opatření zejména pro stacionární zdroje rizika, jako jsou podniky nakládající s nebezpečnými látkami.

Povinnost nápravy vzniklé ekologické újmy je dle tohoto zákona platná při poškození chráněných druhů volně žijících živočichů, planě rostoucích rostlin, přírodních stanovišť a vod. Náprava musí být dle § 10 a 11 zjednána v případech, kdy existuje důvodné podezření, že došlo k ekologické újmě. V případě vzniklé újmy na půdách, stanovuje zákon povinnost vytvoření analýzy rizika, obsahující posouzení rizik pro lidské zdraví. Zároveň jsou v této části definovány i výdaje, které jsou spojeny s odstraněním ekologické újmy a patří mezi ně:

- výdaje na dekontaminaci a čištění půd, vod (povrchové, podzemní), výdaje na údržbu půdního fondu, na obnovu lesních porostů, ztráty vzniklé snížením výnosů a jakosti zemědělské produkce, úhynem zvěře nebo vymíráním ohrožených druhů, ztráty vyvolané nucenou likvidací hospodářských zvířat v důsledku nadměrného množství nedovolených cizorodých látek a výdaje na zajištění zdrojů pitné vody v postižených oblastech.

V případě zasažení ostatních složek ŽP uvedených v tomto zákoně, je nezbytné se řídit přílohou č. 4, která stanovuje obecný rámec pro výběr vhodných nápravných opatření, která jsou v souladu se Směrnicí 35/2004/ES o odpovědnosti za ŽP.

Uvedené legislativní vymezení pojmů, souvisejících s výrazy škoda a odpovědnost za škodu dokládají, že důraz je kladen především na stacionární zdroje rizik (např. průmyslové podniky) a vylučují transport, který probíhá mimo tyto areály. Zároveň se pojem, jako je škoda a stanovení výše škody z trestního a občanskoprávního hlediska vztahují pouze na entity, které jsou v majetkovém vztahu vůči konkrétní fyzické nebo právnické osobě. Proto je nezbytné při stanovení výše škod na ŽP v souvislosti s havárií a únikem NCHL během přepravy, dbát na pojmovou čistotu a zohlednit i výše uvedený nesoulad.

Následující kapitola uvádí vybrané metody vhodné pro stanovení výše škod na ŽP. Jedná se o metody, které byly vybrány na základě četnosti jejich aplikace a zaměření, které jsou vhodné pro řešení stanovení výše škod na ŽP vzniklých při dopravních haváriích s únikem NCHL.

1.3.2 Metody stanovení výše škod na ŽP

Volba metod stanovení výše škod způsobených na složkách ŽP je založena na povaze poškození a události, která jej způsobila. Pro výběr konkrétní metody je tak nezbytný prvotní sběr informací a jejich analýza. Zároveň lze vycházet ze zkušeností anebo studií událostí, které se již udály a související škody byly oceněny. Některé ze současných metod vznikly na základě výzkumných projektů, jiné byly vytvořeny pro konkrétní případy a povahu škod, jako jsou například úniky ropných látek a kontaminace vodních zdrojů. Vybrané metody jsou dále popsány, společně s jejich charakteristikou a zaměřením na produkční i mimoprodukční funkce ŽP a jejich složky. Zároveň je důležité zdůraznit, že i přestože jsou některé metody a přístupy určeny pro stacionární entity, jako jsou například podniky nakládající s nebezpečnými látkami, lze některé tyto metody aplikovat i pro řešení stanovení výše škod na ŽP v souvislosti s transportem nebezpečných látek, nebo využít jejich metodologii pro kombinaci s jinými metodami. Příkladem je první uváděná metoda, kde se jako vhodná projevuje především její dílčí část analyzující konkrétní stanoviště.

Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act (CERCLA) je zákonem ustanovující daň pro chemický a petrochemický průmysl, kdy může dojít k úniku nebezpečné látky (U.S. EPA, 1980). Na základě tohoto legislativního nástroje bylo vytvořeno několik přístupů stanovení výše škod a jedním z nich je i *CERCLA Oil Pollution Act*. Ten vyžaduje, aby bylo stanoveno celkové množství služeb, které musí veřejnosti poskytovat stejné služby, jako ty narušené. Myšlenkou je určení ztracené hodnoty pomocí jednotek služeb přírodních zdrojů nebo ve finančních hodnotách. Přístup oceňování vyžaduje, aby byla stanovena hodnota ztracených služeb a obnovené nebo alternativní služby poskytovaly stejné hodnoty pro veřejnost, jako ty předchozí. CERCLA ustavuje zodpovědnost za odstranění kontaminace a to jak finanční, tak i právní. Tím jsou tak odpovědni za veškeré výdaje spojené se sanací všichni předchozí majitelé a částečně i uživatelé majetku. V rámci CERCLA je uplatňována metoda *Analýza ekvivalentu stanoviště – AES* (Habitant Equivalent Analysis). Tato metoda se zabývá stanovením náhrad škod na ŽP při ekologických haváriích, dle tří složek (DARRP, 2016):

- náklady obnovy poškozeného přírodního zdroje,
- náklady kompenzace přechodné ztráty ekologických a antropogenních služeb přírodního zdroje, kde došlo k poškození,
- náklady pro posouzení výše vzniklých škod.

Tato metoda má však svá omezení, jak upozorňuje Seják (2003), kdy vyžaduje nalezení takového biotopu, který je poškozenému biotopu podobný v poskytování služeb a funkcí. Jedná-li se tak o zvláštní nebo chráněný typ biotopu, může být využití této metody nereálné.

Hesenská metoda, která se stala mezinárodně uznávanou metodikou již v 90. letech a byla doporučena Bílou knihou EU. Postup je aplikován v ekonomickém hodnocení netržních environmentálních zdrojů a jejich životodárných funkcí. Je založen na přístupu kombinace ekologických přínosů a nákladů na revitalizaci příslušných typů biotopů. Významnou součástí metodiky je expertní uspořádání biotopů na základě bodových hodnot, které jsou závislé na schopnosti fungovat jako prostředí pro rostliny a živočichy. Výsledkem je vyjádření hodnot jednotlivých bodů v peněžních jednotkách, dle velikosti průměrných národních nákladů nutných na dosažení přírůstku jednoho bodu kvality přírody a krajiny (Kabrna, 2009).

V návaznosti na tuto metodu byla vytvořena *Metoda hodnocení biotopů (BVM)* pro Českou republiku, která je založena na holistickém přístupu. Metoda byla vytvořena autory Seják, Dejmal (2003) a kterou ve své publikaci představuje následujícím způsobem Fuchs (2011). Celkem bylo do seznamu zařazeno 192 biotopů s hodnotou 0 – 1 218 Kč/m². V rámci této metody je ekologická újma hodnocena ve výši nákladů na udržování a obnovu biotopů pro fungování ekosystémů. Nejedná se tak o plnou výši vzniklé ekologické újmy, jelikož je nezbytné znát nejenom samotnou vzniklou újmu, ale také skutečné ztráty z oslabení funkce ekosystému. Hodnota biotopu vychází ze součtu ekosystémových služeb, kterými jsou:

- klimatizační služby,
- podpora malých vodních cyklů a produkce kyslíku,
- hodnota biodiverzity příslušného biotopu.

Hodnoty uvedených služeb se pohybují v rozmezí od nuly až po cca 5 tis. Kč.m⁻².rok⁻¹. V případě, že jsou roční ekosystémové služby kapitalizovány mezinárodně přijímanou diskontní mírou 5 %, pak mohou dosahovat hodnoty přirozených ekosystémů v České republice až 100 tisíc Kč.m⁻². Příkladem je náhrada vzniku ekologické újmy v případě zasažení území (půdy) a následného provedení sanačních opatření. Zde je nutné zahrnout nejenom kompenzaci dopravy a likvidace původní kontaminované půdy, ale i navrácení ekosystému do původního stavu včetně zajištění jeho služeb a funkcí (např. kvalita půdy, zadržování vody v krajině). V rámci této metody jsou biotopy rozděleny následujícím způsobem:

- zralost typu biotopu – vývojové stáří,
- přirozenost typu biotopu – přirozený, uměle vytvořený,
- rozmanitost struktur – vegetační vrstvy,
- rozmanitost druhů – počet přirozeně se vyskytujících se druhů,
- vzácnost biotopu – geografická a klimatická ojedinělost,
- vzácnost druhů typu biotopu – počet vzácných a ohrožených druhů,
- zranitelnost – změna stanovištních podmínek,
- ohrožení typu biotopu – změna lidskou aktivitou.

Každý typ biotopu má přiřazenou hodnotu v rozmezí 1 – 6 bodů pro každou z osmi uváděných charakteristik. Bodová hodnota, která je vztažena na 1m² značí relativní

ekologický význam ve vztahu k ostatním biotopům ČR. Metoda vznikla na základě evropského systému ochrany ŽP NATURA 2000. Hodnocení má celkem dva stupně významu, kterým je biologický (hodnocení typu biotopu) a ekonomický (peněžní oceňování přírodních stanovišť).

Některé metody jsou založeny na přístupu oceňování environmentálních statků a využívají k tomu získané hodnoty nákladů a hodnocení fyzických škod. Takovou metodou je například *Kvantifikace škod na životním prostředí na základě obnovovacích (reprodukčních) nákladů*, kterou ve své publikaci představuje Tošovská (1999). Tato metoda je založena na výpočtu výši nákladů pro obnovení poškozené složky ŽP, konkrétně jejího uvedení do původního stavu. V případě, že není možné uvést poškozenou složku do původního stavu, je počítáno s náklady na její nahrazení. Tyto náklady zároveň mohou sloužit k ocenění konkrétního veřejného nebo soukromého statku ŽP. Autorka zároveň zmiňuje metodu *Kvantifikace škod na životním prostředí na základě změn produktivity*, která se zabývá škodami na ŽP a jejich projevem na skutečné produkci některých odvětví a na produkční schopnosti systému. Určení dopadu škod je pak vyjádřeno vyhodnocením poměru mezi určitým nežádoucím efektem (např. zvýšení koncentrace SO₂) a jeho následky (např. snížení hektarových výnosů), s využitím údajů o cenách produkce. Metoda může být zároveň založena na přístupu chování výrobců, kteří jsou vystaveni vzniklým škodám a pomocí realizace různých opatření se jim brání (např. pěstováním odolnějších odrůd zemědělských plodin). Vyjádření hodnoty škody je pak spojeno s náklady na zavedení těchto opatření. Tento druhý přístup aplikace metody je založen na prevenci vzniku škod a vynaložení nákladů proti jejich vzniku nebo snížení dopadů. V tomto smyslu jsou proto uvedeny i další metody, které bývají používány v oblasti oceňování ŽP a v případě vzniku škod na ŽP mohou být využity pro identifikaci, zda a jakým způsobem byla využita opatření proti vzniku nežádoucí události, jako je havárie během transportu s únikem nebezpečných látek.

Metoda nákladů prevence, náhrady respektive obnovy environmentálního zdroje, byla prezentována například v rámci studie Notaro et al. (2005). V rámci této metody jsou počítány náklady spojené s preventivními opatřeními, které mají zabránit vzniku škod, případně nákladů, které byly vynaloženy pro obnovení nebo nahrazení poškozeného environmentálního statku.

Metoda nákladů zabránění, je založena na nákladech spojených se snahou společnosti zabránit škodám na veřejných statcích ŽP. Vynaložené náklady mají odvrátit nebo snížit závažnost nežádoucích důsledků a to zejména, jedná-li se o dlouhodobou zátěž, jako například v podobě emisní nebo hlukové zátěže (McCracken-Rietbergen a Abaza, 2000).

Metoda pomocí nákladů na odstranění škod zahrnuje kalkulaci nákladů vynaložených pro odstranění vzniklých škod na ŽP a patří mezi ně například náklady na sanaci prostředí, likvidaci kontaminované půdy, uhynulých zvířat v souvislosti se vzniklou škodou, projektování a realizace odstranění škod, společně s uvedením zasažené lokality do původního stavu apod. Do celkových nákladů se mimo jiné zahrnují například i odborné konzultace.

Metoda nákladů příležitosti tzv. alternativních nákladů je nákladovou metodou, která hodnotí alternativní využití dané lokality a s ním spojené výdaje. Příkladem je využití dané lokality pro jiný účel. Příkladem uvádí ve své práci Stýblo (2013) na přeměně podmáčené pastviny na pole určené pro pěstování zemědělských plodin a kdy jsou v úvahu brány náklady na melioraci území a užitek ze zemědělských plodin, který odpovídá ocenění původní podmáčené pastviny.

Ekologická stopa, stanovuje míru lidského požadavku na schopnost poškozené složky ŽP se vrátit do stavu před poškozením. Metoda zahrnuje spotřební zdroje a vytváření odpadů. Metoda se zaměřuje hlavně na ekosystémy, městské oblasti apod. Ekologická stopa je požadovanou mírou biologické produkce půdy a vodních ploch (NBS, 2011).

Metoda ocenění environmentálního statku pomocí analýzy rizika tržních škod je založena na tržním hodnocení skutečných účinků, které vznikají jednotlivcům a společnosti, které vznikají zhoršováním životního prostředí. Příkladem jsou škody na majetku, ale i na zdraví. Tento přístup vychází z nákladů kompenzace či prevence společenských škod. Nevychází tak ze zjišťování preferencí. Touto metodou jsou hodnoceny fyzické změny na ŽP, vliv na člověka a ekonomické aktivity. Příkladem je znečišťování vod, které vede ke snížení rybolovu. Jedná se tak o přímý vliv zhoršování mimoprodukční funkce na funkci produkční (Seják et al. 2003).

V těchto případech je dále volena metoda *dose-response (dávka-reakce)*, která umožňuje odhadnout vlivy změny kvality životního prostředí na receptora. Tato metoda je také známá jako *Funkce škod*. Jedná se o metodu nepeněžního oceňování, kdy primárně vychází ze zkoumání fyzických veličin. Je tak zkoumán vztah mezi ekologickou škodou a příčinami jejich vzniku. Následně jsou zjišťovány fyzické veličiny a na ně aplikovány preference jednotlivců vůči těmto škodám. Škody jsou oceňovány prostřednictvím tržních cen nebo prostřednictvím jejich odhadu v případech, kde trhy neexistují (McCracken-Rietbergen a Abaza, 2000).

Uvedené metody vychází z principu preferenčních a nepreferenčního přístupu, jako je tomu u metod oceňování ŽP. Jak vyplývá z jejich charakteristik, jsou založeny především na nákladovém způsobu ocenění vzniklých škod. Konkrétně sledují ztrátu hodnot poškozených přírodních zdrojů (oceňovaných entit) a vydané náklady na prevenci poškození nebo naopak likvidaci škod. Přestože se tento přístup může zdát dostačující, je důležité znovu upozornit, že každá metodologie jednotlivých metod je odlišná a nepokrývá celkové spektrum poškození jak produkčních, tak i mimoprodukčních funkcí a složek ŽP. Volba správné metody se tak stává rizikovou činností, kdy při aplikaci pouze jedné metody nebo jejím nesprávném použití může dojít k získání špatných nebo nedostatečně vypovídajících výsledků. Proto je další kapitola věnována problematice rizik a přístupům jejich hodnocení z pohledu stanovení výše škod na ŽP při transportu nebezpečných látek. První vysvětluje pojem riziko obecně s následnou návazností na řešenou problematiku.

1.3.3 Rizika stanovení výše škod na ŽP

Pojem riziko a jeho definice, je autory charakterizováno ve vztahu ke konkrétní oblasti, kterou se zabývají, jako například Rais (2007) z pohledu ekonomického, Ostrom a Wilhelmsen (2012) v průmyslové bezpečnosti, Burgman (2005) z pohledu rizik ŽP.

Obecně lze však riziko definovat jako entitu vyskytující se všude tam, kde je zdroj nebezpečí, jak uvádí ve své publikaci Aven (2014). Mezi základní vyjádření rizika patří i definice vyjádřená v následující rovnici:

$$R = PD \quad (1)$$

kdy, R vyjadřuje riziko, jeho míru, P je pravděpodobnost vzniku nežádoucí události a D značí důsledek nebo také dopad. Toto obecné vyjádření rizika je následně autory upravováno dle oblasti rizika, které je hodnoceno, jako například Das et al. (2012), který tuto rovnici modifikoval pro potřeby vyjádření rizika podél přepravních tras, kudy je transportována nebezpečná látka a to následujícím způsobem:

$$R_{i-j} = P_{i,j} \times C_{i-j} \quad (2)$$

kde R_{i-j} , je riziko mezi dvěma body (tzn. místo odkud je transport uskutečněn i , do místa určení j), P_{i-j} je pravděpodobnost, že dojde k nežádoucí události mezi body i a j a C_{i-j} znamená následky události na přepravní trase mezi body i a j , které mají negativní dopad na okolí. Tento příklad ukazuje možnosti modifikace. *Environmentální riziko* v souvislosti s řešenou problematikou, pak může definováno jako potenciální hrozba vzniku události s nežádoucím dopadem na životní prostředí, jeho složky a prvky. Nezbytné je ještě uvést, že s rizikem souvisí i další pojmy, které jsou stručně popsány v rámci tabulky 3.

Tab. 3 Základní pojmy v oblasti inženýrství rizika

Název	Charakteristika	Zdroj
<i>Nebezpečí</i>	Reálná hrozba poškození vyšetřované entity.	Tichý (2010)
<i>Hrozba</i>	Reálná a nežádoucí skutečnost, která bývá označována jako nebezpečí.	Aven (2014)
<i>Scénář nebezpečí</i>	Souhrn okolností (realizace nebezpečí) a skutečností (provází realizaci nebezpečí, příp. po ní následují)	Tichý (2010)
<i>Analýza rizika</i>	Souhrn činností vedoucí k odhadu a rozhodování o riziku.	Aven (2014)
<i>Pravděpodobnost</i>	Odhad pravděpodobnosti, že dojde k realizaci scénáře nebezpečí/ rizika)	Tichý (2010)
<i>Individuální riziko</i>	Míra zahrnuje povahu poškození osoby, pravděpodobnost, že toto poškození nastane a časové období, ve kterém může k tomuto poškození dojít.	Fuchs (2004)
<i>Společenské riziko</i>	Vztah je vyjádřen frekvencí mezi počtem osob v dané populaci, které budou v případě realizace určitého rizika nějakým způsobem poškozeny.	Fuchs (2004)

Blíže je problematika rizika a jeho ovládání popsána například v rámci publikace IEC IS 60300-3-9 (1995), Tichý (2010), Procházková (2012), Ostrom, Wilhelmsen (2012), Aven (2014). Tito autoři zároveň uvádí i základní kroky pro řízení a ovládání rizika, mezi které patří:

- analýza rizika (definice hodnocené oblasti, identifikace nebezpečí, hrozeb a rizik, odhad rizika),
- ohodnocení rizika (stanovení míry rizika, rozhodnutí o tvarovatelnosti rizika, nástroje analýzy),
- opatření k minimalizaci/ redukcí rizika a kontrola (rozhodování, implementace monitoring).

Riziko však nemusí být vztaženo pouze do oblasti investování nebo průmyslu, ale je možné je identifikovat a analyzovat v rámci jakékoliv činnosti nebo procesu. Tím je i problematika stanovení výše škod na ŽP, jejíž hrozbou se může stát neúplné nebo špatné stanovení výše škody. Mezi rizika, která vyplývají z této hrozby, pak mohou patřit:

- špatná definice hodnocené oblasti,
- pojmová nejednotnost,
- identifikace pouze viditelných škod na ŽP,
- chybná volba oceňovacích metod,
- nedostatečné informace a analýza hodnocené oblasti,
- neznalost aplikovaných metod,

- individuální hodnocení bez využití objektivního názoru okolí
- absence zpětné kontroly apod.

Uvedená rizika jsou pouze částečným výčtem možných faktorů, které mohou mít nežádoucí vliv na konečný výsledek celého procesu stanovení výše škod. Blíže budou rizika specifikována a ošetřena v rámci vlastního řešení této práce. Dalším důvodem zdůraznění významu hodnocení rizika v řešené problematice je i snaha o komplexní pojetí rizik, které mohou v případě nehodových událostí s únikem nebezpečných látek nastat, jak uvádí příklad heterogenity scénářů nebezpečí obrázky 9 - 11.



Obr. 9 Výbuch cisterny přepravující benzín na D1 u Kozlova (Flaška, 2011)

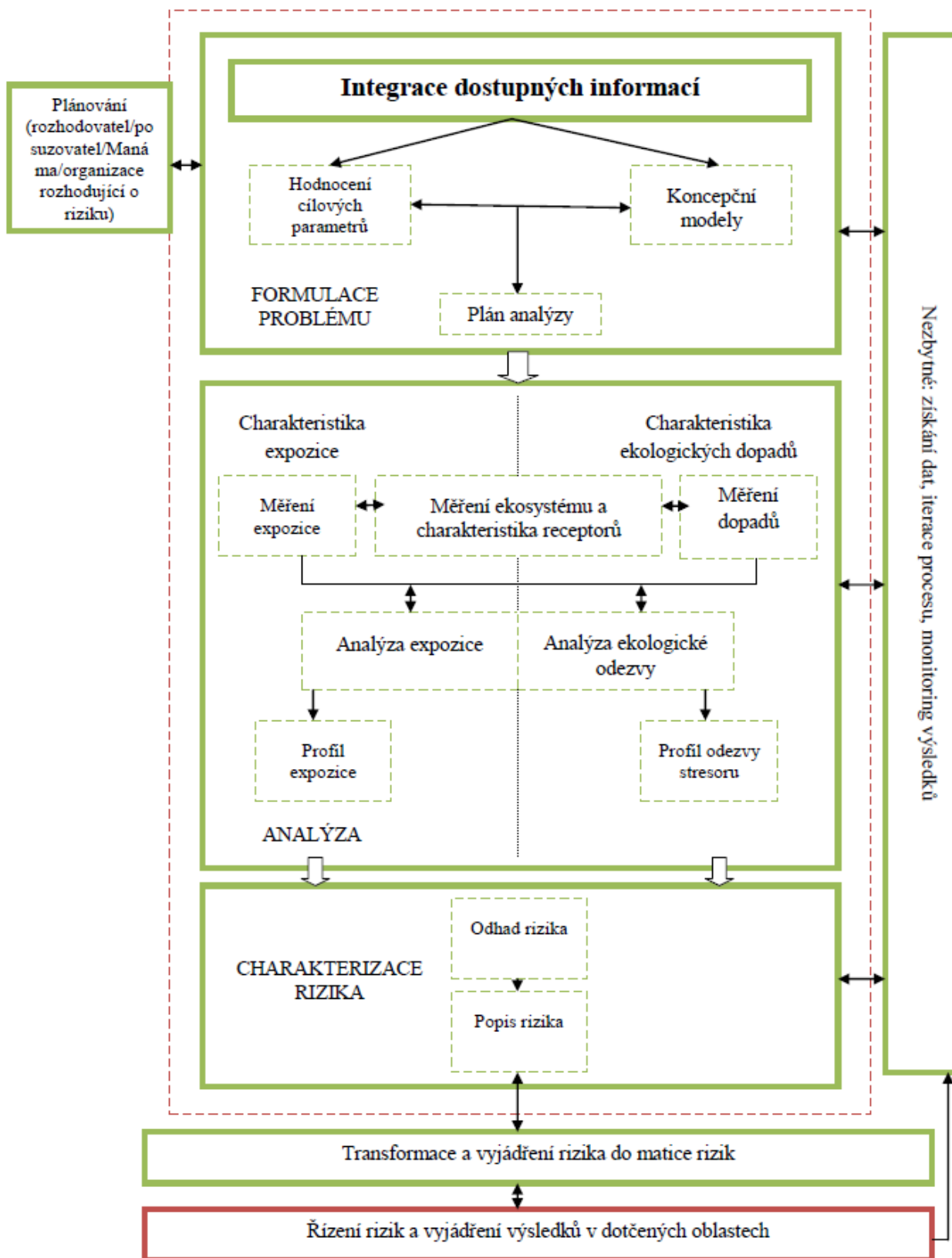


Obr. 10 Únik 70% kyseliny dusičné po havárii vozidla (Mitáček, 2008)



Obr. 11 Výbuch železničních cisteren (Adamec et al., 2011)

V tomto směru má významné postavení například znalost zasaženého prostředí nebo definice jeho zranitelnosti vůči působícím negativním faktorům, které mohou způsobit akutní i chronické projevy v podobě škod na ŽP a to nejenom přímo v místě události. Představen je proto koncept hodnocení rizika ŽP (Environmental Risk Assessment, ERA), vytvořený U. S. EPA (1997), který je celosvětově uznávaným a implementovaným do metod zaměřených na hodnocení škod na ŽP. Zároveň jej lze považovat za ucelený přístup, který jasně charakterizuje celý proces a jeho jednotlivé kroky. Hodnocení je děleno do dvou oblastí, lidské zdraví a ekologie. Zohledňuje při tom stresory, kterými jsou fyzické, chemické nebo biologické entity, které mohou vyvolat nežádoucí reakci (v tomto případě unikajících NCHL). Ty mohou nepříznivě ovlivňovat specifické přírodní zdroje, případně i celé ekosystémy. Proto byla vytvořena příručka hodnocení rizik, která je dodnes uznávanou nejenom ve Spojených státech a pojednává o rizicích způsobené kontaminací NCHL pro člověka i ŽP a jeho složky. Hodnocení ERA, jehož schéma je uvedeno na obrázku 12, je rozděleno do několika základních fází, jako je plánování a výzkum, formulace problému analýzy rizika, popis rizika. Cílem tohoto hodnocení je zejména prevence, která zahrnuje například problematiku regulace nebezpečných odpadů, průmyslově vyráběných chemických látek a pesticidů, management povodí nebo další nežádoucí faktory. Toto hodnocení lze však využít i retrospektivně, za účelem stanovení např. vzniklé ekologické zátěže v oblastech tzv. brownfields, rozsahu a závažnosti postižení ekosystému, právě při vzniklé havárii s únikem NCHL.



Obr. 12 Hodnocení ERA (US EPA, 1997)

V rámci uvedeného hodnocení jsou uplatňovány metody analýzy rizika, které lze aplikovat na různé procesy, vč. havárie s únikem NCHL do ŽP a stanovením výše vzniklých škod. Zároveň mohou být využity pro minimalizaci rizika vzniku chyb při stanovení výše

uvedených škod na ŽP. Význam jejich využití a základní principy jsou uvedeny v následující kapitole.

Význam aplikace metod inženýrství rizik při stanovení výše škod na ŽP

Zjištění míry rizika a jejich dopady na okolí jsou základním cílem metod a analýz aplikovaných zejména rizikovými a bezpečnostními inženýry. Jedná se o tzv. multikriteriální hodnocení, při kterém je nezbytná znalost celého procesu, kde se v tomto případě jedná o stanovení výše škod na ŽP v souvislosti s transportem nebezpečných látek. Aplikaci těchto metod lze pojmut jako přínosné ze dvou základních hledisek. Prvním je aplikace metodologie ovládání rizika pro výběr a využití metod stanovení výše škod na ŽP a druhým je identifikace a hodnocení všech škod na ŽP, ke kterým došlo v souvislosti s havárií a únikem nebezpečných látek, včetně predikce potenciálních škod a stanovení jejich rozsahu. Metody inženýrství rizik jsou založeny na následujících přístupech, v rámci kterých jsou stručně charakterizovány i vybrané metody analýzy rizika.

Kvalitativní metody jsou prvním krokem v analýze rizika, pomocí kterých je provedena identifikace zdrojů rizik a stanovení pravděpodobnosti výskytu daného jevu a ztrát. Metody jsou založeny na deterministickém přístupu a je vhodné je doplnit o další metodu analýzy rizika, jako jsou kvantitativní metody (Nilsson, 2003). Vhodnými metodami pro identifikaci, jsou v případě přepravy nebezpečných látek zejména tzv. *stromové analýzy*, které mají logické členění a lze pomocí nich odhalit, možná rizika a jejich příčiny, které způsobují nežádoucí následky, a které vedly k narušení funkčnosti procesu nebo systému. Nejčastěji aplikovaným stromovým diagramem je *Analýza stromu chyb* (Fault Tree Analysis, FTA), která pomocí logických hradel analyzuje příčiny nežádoucí události. U FTA může být aplikován i kvantitativní přístup při výpočtu pravděpodobnosti příčin, jak bylo využito například v odborných studiích Nystedt (2000) nebo Roosberg, (2002). Dalšími metodami, které jsou využívány pro první krok analýzy – identifikace rizika, patří nejčastěji Kontrolní seznam (Check List), Co se stane když (What if Analysis), indexové metody (Dow's indexy apod.), Hazard and Operability Analysis (HAZOP), Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). FMEA a HAZOP jsou systematické metody, které identifikují mechanismy na úrovni komponent, jak je ve svých publikacích hodnotí Nilsson, (2003), Paleček, (2005) nebo Bernatík et al. (2006).

Semikvantitativní metody jsou ve většině případů doplňující metody v analýze rizika a jakýmsi mezistupněm, pro hodnocení rizik a jejich rozdělení do kategorií a událostí, které spolu navzájem souvisejí ve většině případů, však úzce navazují na metody *Kvantitativní*, které hodnotí rizika z pohledu jejich frekvence a pravděpodobnosti výskytu, které zároveň umožňuje porovnat význam těchto rizik pro celý proces, jak je ve svých publikacích popisuje například Roosberg, (2002), Burgmann, (2005) nebo Aven, (2014). Tyto metody jsou numerické a objektivní k nejrůznějším alternativám rizika. Kvantitativní metody neboli Quantitative Risk Analysis (QRA), umožňují zároveň ohodnotit míru rizika a navrhnout vhodná opatření redukující riziko.

Přístupy a metody uvedené v této části, jsou aplikovány především pro řešení problematiky rizika vzniku škod a jeho prevence. Aby mohla být provedena formulace problémové situace

kompletně, je v následující kapitole vymezena problematika transportu NCHL, která podtrhuje význam a nezbytnost řešení. Cílem této kapitoly je vytvořit analýzu současného stavu přepravy NCHL se zaměřením na silniční modul dopravy. V této souvislosti, je důraz kladen na nehodovost a související faktory, které jsou důvodem závažnosti těchto událostí ve vztahu k riziku pro ŽP.

1.4 Stanovení výše škod na ŽP v souvislosti s přepravou NCHL

Přeprava nebezpečných látek, je v rámci mezinárodní i národní dopravy řízena na základě mezinárodních dohod, které byly vytvořeny pro všechny druhy transportu (železniční, silniční, lodní a letecká). V rámci ČR spadají tyto druhy přepravy do gesce Ministerstva dopravy ČR, které má mimo jiné na starosti i implementaci aktualizací těchto dohod do národní legislativy, certifikaci bezpečnostních poradců v oblasti přepravy nebezpečného zboží apod. Přeprava NCHL spadá do takového druhu přepravy, na který jsou kladeny vysoké požadavky zejména z pohledu bezpečnosti. V případě, že by došlo k havárii s únikem přepravovaných látek, mohou být následky velice závažné a to nejen z pohledu ztráty lidských životů, jejich zdraví nebo majetkové újmy, ale i v oblasti ŽP, jehož složky mohou být v některých případech až nenávratně poškozeny. Mezi mezinárodní dohody a řády, stanovující striktní pravidla pro přepravu nebezpečného zboží patří:

- Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí po silnici (ADR),
- Řád o mezinárodní železniční přepravě nebezpečných věcí (RID) a Úmluva o mezinárodní železniční přepravě (COTIF),
- Evropská dohoda o mezinárodní přepravě nebezpečných věcí po vnitrozemských vodních cestách (ADN),
- Námořní přeprava nebezpečných věcí (IMDG CODE),
- Letecká přeprava nebezpečných věcí (Dangerous Goods Regulations a Technical Instructions for the Safe Transport of Dangerous Goods by Air) dle IATA a ICAO.

V rámci ČR je pro přepravu NCHL nejčastěji využívána silniční, železniční a lodní (říční) přeprava. Každá z těchto druhů přeprav s sebou může nést své negativní dopady, jako je například uvedeno na obrázcích 13-15. Jedná se o závažné dopravní havárie, které se staly v posledních letech a jejichž scénář nemůže být vyloučen ani pro podmínky ČR, jelikož patří mezi běžné módy dopravy. Nejfrekventovanějším druhem je silniční doprava, u které jsou významnou hrozbou stále se zvyšující objemy a nespecifikované nebo lépe řečeno nestanovené trasy, kudy má přeprava probíhat. V případě železniční přepravy jde o rizika vzniku velmi závažné havárie s ohledem na přepravované množství, možnost zneužití nákladu pro trestný čin. U lodní přepravy je to omezenost pohybu, nutná kombinace a volby multimodální přepravy, zranitelnost vodního prostředí v případě havárie a složitost její likvidace.



Obr. 13 Výbuch cisterny s naftou v Jižním Sudánu 2015 (New York Times, 2015)



Obr. 14 Výbuch nákladního vlaku s motorovou naftou, Lac Megnatic 2014 (Chiason, 2014)



Obr. 15 Havárie lodi přepravující 2 400 l kyseliny sírové, Mohuč nad Rýnem 2011
(Lidovky, 2011)

S ohledem na výše uvedená fakta, byla pro další řešení vybrána právě přeprava NCHL po pozemních komunikacích. Podrobněji je analýza silniční přepravy v režimu ADR uvedena v následující kapitole.

1.4.1 Přeprava NCHL na pozemních komunikacích

V rámci ČR, byla přeprava nebezpečných věcí, tedy i NCHL, v souladu s mezinárodní dohodou ADR implementována do národní legislativy, konkrétně zákona č. 111 /1994 Sb., o silniční dopravě (UNECE, 2013, MD ČR, 1994). V tomto zákoně je přeprava nebezpečných věcí po silnici a její podmínky definovány v části III, § 22 jako „*látky a předměty, pro jejichž povahu, vlastnosti nebo stav může být v souvislosti s jejich přepravou ohrožena bezpečnost osob, zvířat a věcí nebo ohroženo životní prostředí.*“ Přeprava jaderných materiálů a radionuklidových zářičů je řízena zvláštními právními předpisy. Zákon zároveň stanovuje podmínky pro všechny účastníky přepravy nebezpečných věcí po silnici, kterými jsou *dopravce, odesílatel a příjemce*. Jako další účastníky je však důležité zahrnout i řidiče a ostatní osoby podílející se na ložných pracích (MD ČR, 1994).

Přeprava nebezpečných věcí je širokým pojmem, a proto jsou dle mezinárodní dohody ADR rozděleny do celkem 9 kategorií podle jejich nejvíce nebezpečných vlastností v příloze A, část 2 (ADR, 2015). S ohledem na množství nebezpečných věcí budou v rámci této práce zahrnuty NCHL, které jsou nejčastěji přepravovány v rámci národní i mezinárodní přepravy v režimu ADR. Přeprava těchto NCHL musí být přepravována v obalech k tomu určených (obalová skupina I. – III., příloha A, část 2) dle mezinárodní dohody ADR (Příloha A, část 6) a Nařízení Evropského parlamentu a Rady Evropského společenství č. 1272/2008 o klasifikaci, označování a balení látek a směsí (EU, 2008). V ČR jsou firmy s udělenou

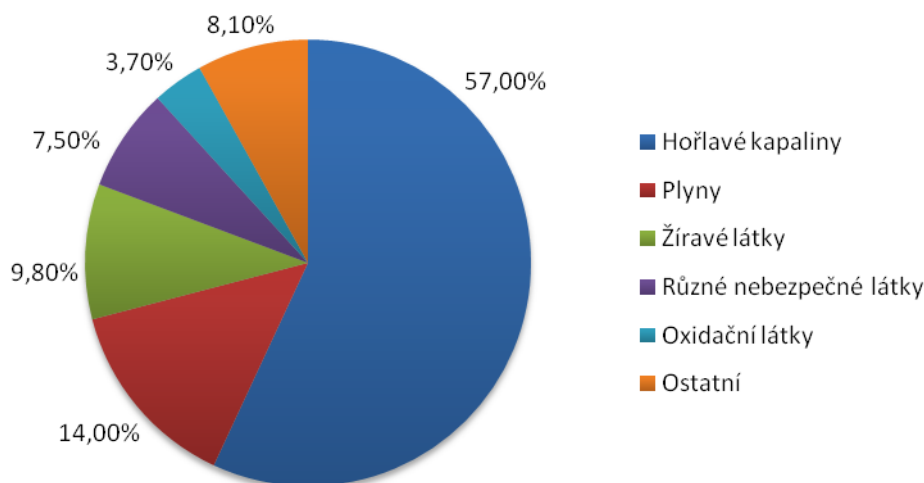
akreditací od MD ČR, která jim povoluje provádět zkoušky, atestace a kontrolu obalů určených k přepravě NCHL. Obaly, nádoby a kontejnery, které nemají certifikaci udělenou od akreditované laboratoře, nemohou provozovat přepravu v režimu ADR (CIMTO, 2013, SZU, 2014).

Přeprava nebezpečných věcí po pozemních komunikacích může být prováděna pouze přepravními jednotkami tvořenými motorovým vozidlem bez přípojného vozidla, s přípojným vozidlem (přívěsem nebo návěsem). Pro přepravu NCHL jsou pak určeny zvláštní druhy nástavby, jako je:

- *cisternové jednotky* – cisterna, cisternový kontejner, přemístitelná cisterna, snímatelná nebo nesnímatelná cisterna, bateriové vozidlo, MEGC,
- *kusová přeprava* – nekrytá vozidla a kontejnery nebo krytá vozidla (plachtou, uzavřená) a kontejnery
- *volně ložené látky* – vozidla se sklápěcím nákladním prostorem, vozidlo s nosičem kontejneru (ADR, 2015).

Mezinárodní dohoda ADR stanovuje podmínky pro přepravu NCHL a jejich povolená množství pro přepravu silniční v (ADR, 2015). Nejčastěji přepravovanými NCHL jsou hořlavé a vysoce hořlavé látky, jako je benzín, motorová nafta a topné oleje, označované UN kódem 1202 a 1203 dle Bocána (2014), což potvrzuje i graf 1, jehož poslední verze byla aktualizována v roce 2014 dle Eurostat (2016). Tato statistika zároveň uvádí, že nebezpečné věci mají v rámci zemí EU přibližně 4 až 8% podíl na celkové přepravě zboží. Z toho více než 50 % přepravovaných objemů jsou hořlavé kapaliny, nejčastěji ve formě pohonných hmot, následují pak stlačené a zkapalněné plyny. V některých evropských zemích byl v roce 2013 zaznamenán nárůst přepravovaných objemů téměř až o 100 % (Estonsko, Lucembursko, Velká Británie). V ČR převažuje mezinárodní přeprava, která dosahuje téměř 60% zastoupení a od roku 2010 do roku 2014 stoupl množství přepraveného množství [mil.tkm] o 22,3 %.

Vyšší zastoupení mezinárodní přepravy a rostoucí přepravované objemy zároveň podtrhují zvyšující se riziko vzniku havárie s únikem nebezpečné látky, jelikož není možné tak důsledně kontrolovat zahraniční provozovatele přepravních společností.



Graf 1 Přehled přepravy nebezpečného zboží dle typu v r. 2014 [tkm] dle Eurostat (2016)

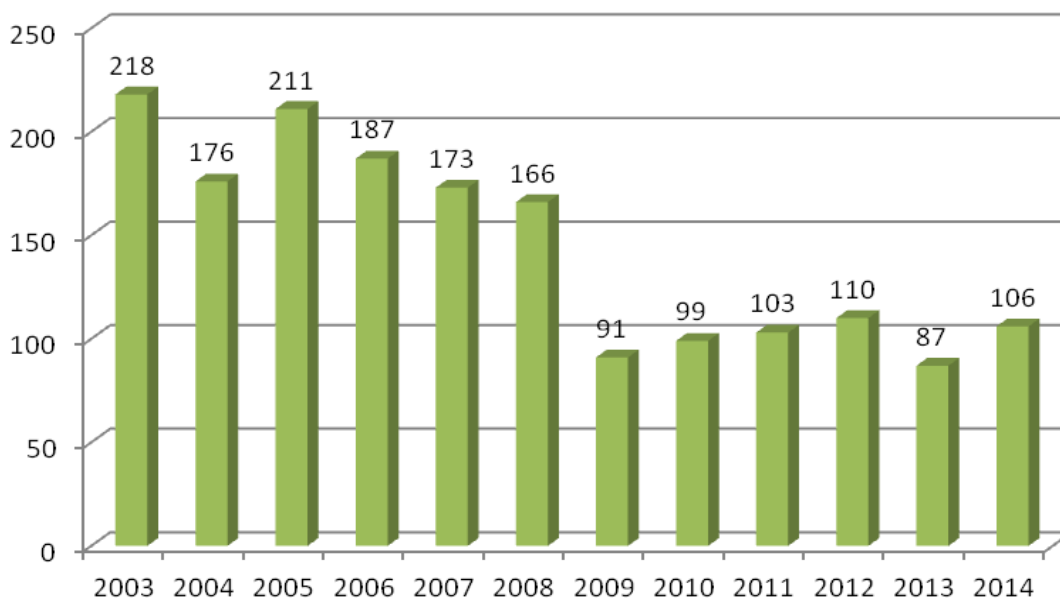
NCHL a jejich přeprava po silnici je jednou z rizikových činností v rámci dopravy, která vyžaduje zvláštní bezpečnostní opatření. Ze statistických dat poskytnutých Policejním prezidiem ČR vyplývá, že každoročně dochází téměř ke stovce dopravních nehod s účastí vozidel v režimu ADR (Bocán, 2014, Bukovský, 2015). Pro porovnání s ostatními zeměmi EU je dohledání statistických údajů složitým problémem, jelikož databáze Eurostat, uvádí například pouze počet havárií v rámci transportu nebezpečného zboží v rámci železniční nebo říční dopravy. Některé země EU si zpracovávají statistické údaje samostatně, a proto lze jako příklad pro srovnání uvést Finsko, které v rámci publikace TraFi (2013) uvádí, že celkově došlo v roce 2012 k 42 dopravním nehodám vozidel v režimu ADR a celkově se rozmezí těchto havárií pohybuje v letech 2008 - 2010 mezi 36 až 57 nehodami ročně. Rakouské statistiky z roku 2009 pak, že od roku 2004 do roku 2009 došlo každoročně k 18 – 27 nehodám (Statistik Austria, 2009).

Mezi nejčastější příčiny dopravních nehod vozidel přepravujících zboží v režimu ADR patří dle Vomáčka (2014) a Šulc (2014):

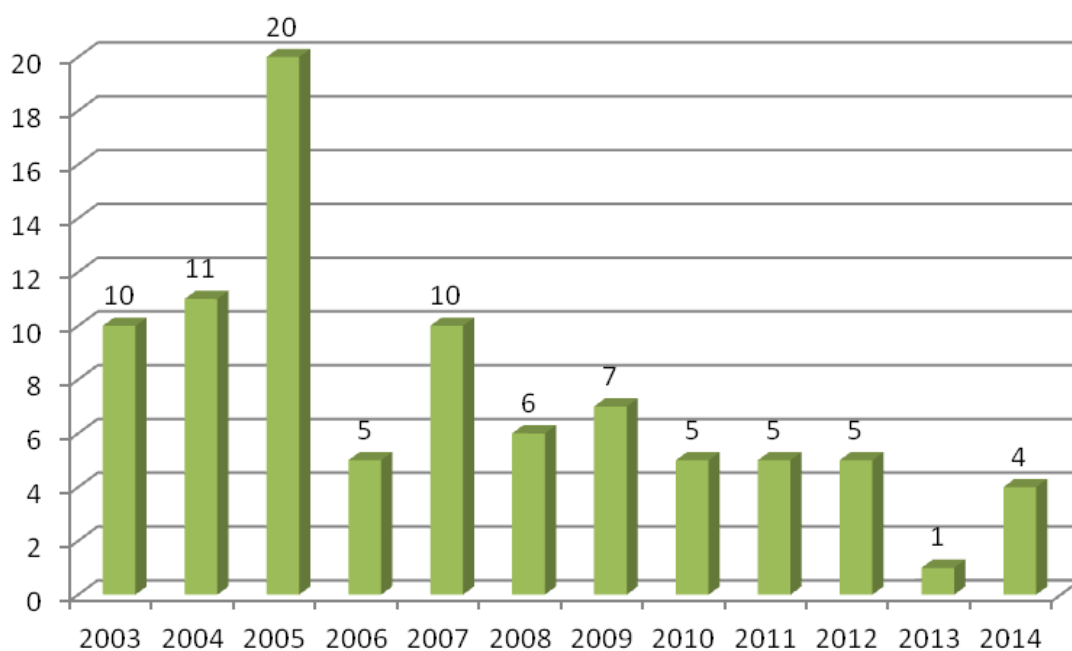
- nedodržení bezpečné vzdálenosti,
- nedání přednosti v jízdě a porušení silničních pravidel,
- překážka na vozovce,
- nedodržení bezpečnostních překážek,
- havárie způsobená jiným vozidlem,
- nepřizpůsobení jízdy dopravní situaci (hustota provozu, meteorologické podmínky apod.).

Statistika a údaje o problematice přepravy nebezpečných látek po silničních komunikacích v režimu ADR poukazují na existenci pravděpodobnosti vzniku havárie nebo poruchy s únikem těchto látek, se kterým je spojeno riziko vzniku havárie a riziko následného působení mimořádné události na okolí. Přestože má počet havárií při přepravě NCHL klesající tendenci, je důležité zahrnout fakt, že požadavky na přepravní objemy stoupají, společně s registrací a povolením pro přepravu nově vyvinutých NCHL. Výsledky statistických dat byly použity a zpracovány pro další zkoumání možných škod na ŽP. Výsledky získaných statických údajů jsou zpracovány v následující části.

Na základě poskytnutých údajů Bukovský (2015), byl vytvořen přehled mapující dopravní nehody vozidel v režimu ADR za roky 2003 – 2014. Dle grafu č. 2 došlo v roce 2009 k většímu poklesu s následným opětovným mírným nárůstem těchto nehod. Pokles lze přisuzovat zpřísnění bezpečnostních pravidel v dopravě a zvyšování kontroly nejenom ze strany dopravce. Narůstající počet pak zase zvyšujícímu se počtu přepravovaných objemů NCHL a jejich frekvence přepravy. Jak vyplývá z grafu 3, ne ve všech případech dojde k úniku přepravovaného zboží. Je ovšem nutné podotknout, že celkového počtu úniků NCHL nejsou zohledněny úniky pohonných hmot z pevných palivových nádrží vozidel, které mohou být v množství až do 1 500 l, kdy i takové množství může způsobit závažné škody na ŽP, zejména při kontaminaci vodního prostředí.



Graf 2 Celkový počet dopravních nehod s účastí vozidel ADR (Bukovský, 2015)



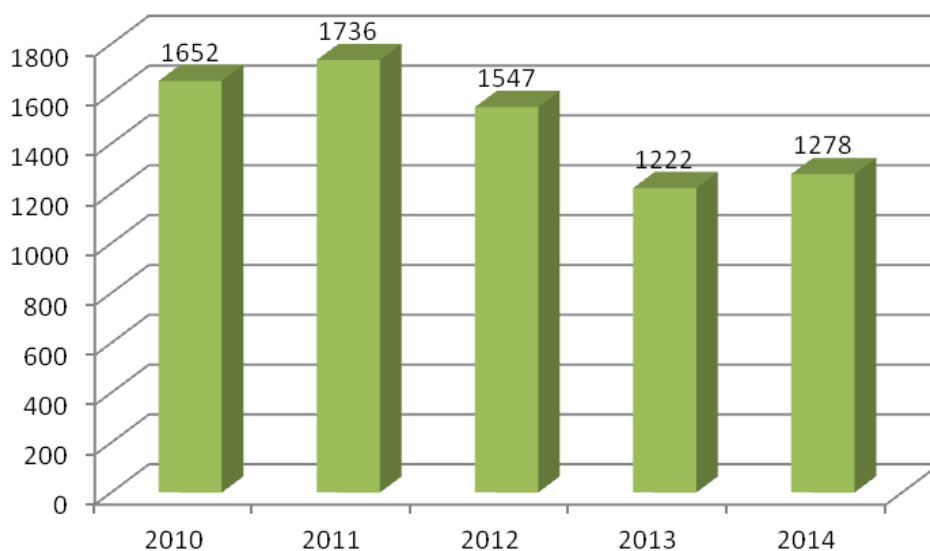
Graf 3 Počty dopravních nehod s únikem převážené látky (Bukovský, 2015)

Škody, které v důsledku havárií s účastí vozidel v režimu ADR vznikají, jsou nejenom na lidském zdraví, životech a ŽP, ale značné jsou i hmotné škody, které se pohybují v milionech korun, jak vyplývá z tabulky 4, která mapuje rok 2009 – 2014.

Tab. 4 Následky dopravních nehod s účastí vozidel v režimu ADR (Bukovský, 2015)

Rok	Usmrceno	Těžce zraněno	Lehce zraněno	Hmotná škoda v mil. Kč
2009	1	2	19	13,9
2010	0	2	17	18,1
2011	7	7	23	33,2
2012	1	10	18	19,1
2013	3	7	35	18,7
2014	0	2	8	4,8
Celkem	12	30	120	107,8

V prevenci vzniku dopravních nehod, jsou vozidla v režimu ADR kontrolována PČR (graf 4), kdy jsou zjištěny přestupky, kterých se nejčastěji dopravci a řidiči dopouštějí. Jedná se zejména o špatné nebo žádné značení přepravovaných látek, což může mít v případě vzniklé havárie závažné dopady zejména pro vhodnou volbu likvidace havárie a opatření k šíření kontaminace. Kontroly vozidel byly provedeny u zahraničních i českých vozidel.



Graf 4 Kontroly vozidel v režimu ADR provedené PČR - 2010 až 2014, Bukovský (2015)

Mezi nejčastější porušení, která byla zjištěna při silničních kontrolách:

- značení vozidel, poškozené nebo vybledlé bezpečnostní značky, špatně umístěné bezpečnostní značky,
- doklady od nákladu nejsou v souladu s ADR (špatně značené látky),
- špatně určený režim dopravy, kdy si dopravce myslí, že jede v podlimitním množství, v omezeném množství, nebo úplně mimo ADR,
- povinná výbava,
- únik látek během přepravy.

Dopravní nehody, které mají za následek poškození ŽP, jsou události, ke kterým jsou vždy na místo přizváni pracovníci příslušného odboru ŽP Úřadu obce s rozšířenou působností (ORP). Škody vzniklé v důsledku úniku nebezpečných látek majících za následek kontaminaci likvidují specializované firmy, které jsou na místo přizvány v průběhu šetření konkrétní dopravní nehody. Odpovědnost za škodu způsobenou při dopravní nehodě s účastí vozidla v režimu ADR se řeší standardním postupem v rámci zákonného pojištění motorových vozidel, jak uvádí Bukovský (2015). Havárie spojené s transportem NCHL se liší na základě mnoha působících faktorů. Ty jsou společně s dopady těchto havárií popsány blíže v následující kapitole. Definicí těchto faktorů a možných dopadů, bude následně možné blíže stanovit metodologii stanovení výše škod na ŽP.

1.4.2 Přístupy ke stanovení škod na ŽP v důsledku havárie s únikem NCHL během transportu

Při dopravních nehodách na pozemních komunikacích, dochází nejčastěji k únikům pohonných hmot a jiných provozních kapalin nebo může dojít k úniku přepravovaných NCHL, jak uvádí Garbolino et al. (2012). Zároveň ovšem závisí i na mnoha dalších

okolnostech a dějích, které se na celkové události mohou významně projevit. Z pohledu dopadů havárie na okolí, vymezuje uvedený autor hlavní kategorie projevů NCHL po dopravní havárie:

- výbuch expandujících par vařící kapaliny tzv. BLEVE – škody jsou způsobeny horkým proudem výbuchu,
- výbuch oblaku tvořeného hořlavými plyny a parami tzv. UVCE – škody jsou způsobeny účinky přetlaku,
- únik toxických látek a směsí s nežádoucím dopadem pro člověka a ŽP.

Ke vzniku poškození ŽP dochází vlivem mechanického, fyzikálního nebo chemického působení. Dopady havárií však lze definovat i na základě typu prostředí, kde byly způsobeny škody, jako například na povrchových a podzemních vodách, půdách nebo rostlinách. Dle typu prostředí, kde došlo k úniku přepravovaných látek, lze definovat rozsah a pravděpodobnost šíření této látky do okolí. Záleží však i na dalších faktorech, které mohou rozsah a výši škod významně ovlivnit, jako jsou například povětrnostní podmínky (obrázek 16), reliéf dané lokality anebo její využití například pro hospodářské účely (obrázek 17).



Obr. 16 Havárie vozidla s cisternou a cisternovým návěsem přepravující směsnou naftu u Bystřice pod Hostýnem (HZS Zk, 2013)



*Obr. 17 Havárie cisterny s topnými oleji na zemědělsky obhospodařovaném území
(HZS MSK, 2013)*

NCHL se mohou šířit nejčastěji ovzduším, jsou-li látky v plynné formě, naopak kapalné látky se mohou dále šířit vsakováním, splachováním nebo vypouštěním (podzemní vody, kanalizace, odpadní vody atd.). Význam získávání informací a jejich analýzy o místě události dokládá i příklad havárie s únikem přepravované látky do horninového prostředí, kde na její šíření má značný vliv sklon terénu, pórovitost, typ a druh půdního pokryvu a jeho půdní vlastnosti, klimatické podmínky, doba expozice, ale také doba mezi vzniklou havárií a zahájením sanace. Příroda je schopna do určité míry samovolně se regenerovat bez zásahu člověka, jak bylo již zmíněno i v rámci Směrnice 2004/35/ES o odpovědnosti za ŽP. Zvláště nebezpečné jsou ale takové látky, vůči jejichž působení jsou složky ŽP zranitelné a tyto látky jsou pro ně toxické. Tuto vlastnost NCHL nazýváme ekotoxicitou, jejíž význam v souvislosti s havárií a jejím únikem uvádí následující text.

Ekotoxicita NCHL a její vliv na ŽP

Jednotlivé skupiny NCHL a jejich druhy mají své charakteristické vlastnosti, které mohou negativním způsobem ovlivňovat ŽP. Jedná se především o tzv. ekotoxicitu, která je vyjadřována toxicitou vůči živým složkám ŽP (Ward, 2015). Její stanovení je povinné pro chemické látky uváděné na trh a zároveň je určována v případech, dojde-li ke kontaminaci například horninového nebo vodního prostředí. Ekotoxicita je testována aquatickými nebo kontaktními testy (U. S. EPA ECOTOX, 2016). Testování je prováděno na rybách (např. *Poecilia reticulata*), perloočkách (*Daphnia magna*), vodních řasách (*Raphidocelis subcapitata* nebo *Scenedesmus subcapitatus*) anebo na vyšších rostlinách *Sinapis alba*, jak uvádí ČSN EN ISO 7346-2 a ČSN EN ISO 6341, které jsou určeny pro stanovení jakosti vod a MŽP (2007). V ČR je provádění ekotoxických testů stanoveno zákonem č. 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích, který stanovuje rozsah těchto testů dle vyráběného množství NCHL. Tato nebezpečná vlastnost látky může být pro jednotlivé nebo i více složek

definována jako akutní či chronická. Specifické vlastnosti chemických látek a směsí mající vliv na ŽP popisuje například UNECE (2013) jako:

- akutní toxicitu pro vodní prostředí – nebezpečí pro vodní organismy při krátkodobé expozici,
- chronickou toxicitu pro vodní prostředí – nebezpečí pro vodní organismy, kdy se expozice NCHL projeví v průběhu životního cyklu organismu,
- bioakumulace,
- biodegradace.

Informace o ekotoxicitě jsou výrobcem uvedeny například v bezpečnostních listech, které by měly být dostupné pro každou nebezpečnou látku. Problematikou informací v bezpečnostních listech je však často jejich neaktuálnost a chybějící údaje. Je proto vhodné v případě hodnocení a zjištění chybějících informací, obrátit se přímo na výrobce, nebo zvolit další možnost dohledání informací například v odborných databázích. Kromě již uváděné ECETOX (U. S. EPA ECETOX, 2016), patří sem například i ECETOC Targeted Risk Assessment (TRA) Tools (ECETOC, 2012), Chemical Aquatic Fate and Effects - CAFE (NOAA, 2016) nebo EUROECOTOX (MUNI, 2015). Tyto databáze obsahují informace o ekotoxicitě prováděných testech, na jejichž základě byla stanovena. V některých lze nalézt studie vydané v odborných časopisech, které odkazují na konkrétní hodnoty.

Na základě zjištěných statistických údajů Policie ČR, byly vyhodnoceny nejčastější havárie při přepravě NCHL (viz tabulka 5) a druhy těchto přepravovaných látek, které mohou způsobit závažná poškození ať svou ekotoxicitou nebo dalšími nebezpečnými vlastnostmi.

Tab. 5 Ekotoxicita vybraných NCHL s nejvyšším podílem nehodovosti v letech 2003 – 2014 (Bocán, 2015)

UN	Název	Ekotoxicita	Zdroj
1203	<i>Benzín</i>	Na povrchu vody vytváří souvislou vrstvu zabraňující přístupu kyslíku.	ČEPRO, 2011
1202	<i>Nafta motorová</i>		
3257	<i>Látka zahřátá, kapalná (při teplotě 100°C a vyšší)</i>	Směs není klasifikována jako nebezpečná pro ŽP	ČEPRO, 2011
1965	<i>Propan-butan</i>	Netoxický. Odpařený plyn je těžší než vzduch a může pronikat do podzemních prostor, kanálů, šachet apod.	
1977	<i>Dusík, hluboce zchlazený, kapalný</i>	Netoxický. Nebezpečný extrémně nízkou teplotou.	LINDE, 2011a
1073	<i>Kyslík, hluboce zchlazený, kapalný</i>	Netoxický. Nebezpečný extrémně nízkou teplotou.	LINDE, 2011b
3082	<i>Insekticidní přípravek.</i>	Vysoce toxický pro vodní organismy, může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky ve vodním prostředí.	ASANA, 2011
1789	<i>Kyselina chlorovodíková</i>	Škodlivý účinek pro vodní organismy vzhledem ke změně pH. I zředěné roztoky jsou žíravé. Nebezpečná pro zdroje pitné vody.	PENTA, 2015

Přestože ne všechny uvedené látky v tabulce 5 jsou ekotoxické pro ŽP, mohou i tak způsobit závažné poškození jeho složek v místě havárie. V případě hluboce zmrazených plynů, převážných v kapalném stavu se jedná o možné poškození mrazem, které může být například pro floru a faunu v místě havárie fatální. V případě látky zahřáté na 100 °C a více, může dojít k poškození extrémní teplotou. Obecně lze přepravované NCHL rozdělit do jednotlivých skupin, dle jejich nebezpečných vlastností, které se mohou na ŽP projevit:

- hořlavé kapaliny (např. motorová nafta, benzín)
- hořlavé plyny (např. plynné uhlovodíky),
- toxické plyny (např. amoniak, chlor),
- žíravé kapaliny (např. kyselina chlorovodíková).

Toxické plyny obecně svými účinky ztěžují dýchání, poškozují buňky sliznic a při vyšších koncentracích mohou leptat pokožku. Na vodní živočichy mohou rovněž působit toxicky ve formě leptání pokožky apod.

Kyseliny a jejich přeprava na pozemních komunikacích je nejčastěji zastoupena kyselinou sírovou a kyselinou solnou, které jsou jedny ze základních surovin, využívaných v chemickém průmyslu. Jsou známé svými dehydratačními účinky, leptají pokožku. V případě jejich úniku do životního prostředí, způsobují změnu pH prostředí a na rostliny a živočichy mohou mít až fatální důsledky. Významný je vliv NCHL na biogenické cykly, které probíhají na zasažených plochách, kdy se zásadně projevují zejména na mikrobiální flóře.

Hořlavé kapaliny, které jsou nejčastěji v ČR přepravovány v podobě ropných látek, jsou dráždivé, zdraví škodlivé, karcinogenní a toxické. Na rozdíl od kyselin a toxických látek, není ve většině případů, jejich působení ihned znatelné a při úniku malého množství je dokonce zasažená vegetace schopna samovolné regenerace. Jejich nebezpečí je nejvyšší zejména v případě zasažení vodních ploch a toků, stejně jako podzemních vod. V případě úniku ropných látek se jako sanační opatření aplikuje odtěžení kontaminované zeminy a na vodních tocích a plochách jsou využívány například norné stěny, zabraňující dalšímu šíření kontaminace.

Mezinárodní dohoda ADR (2015) dělí kromě základních 9 skupin charakteristických vlastností látek intenzitu nebezpečnosti přepravovaných látek i podle tří obalových skupin (I – velmi nebezpečné, II – středně nebezpečné, III – málo nebezpečné). Některé látky mohou mít významné i vedlejší nebezpečné vlastnosti, které jsou vyjádřeny klasifikačními kódy. Pro látky toxické jsou pak použity kódy uvedené v tabulce 6.

Tab. 6 Klasifikační kódy vedlejších nebezpečných vlastností toxických látek (ADR, 2015)

Klasifikační kód	Význam
TF	toxická, hořlavá
TS	toxická, schopná samoohřevu
TW	toxická, při styku s vodou vyvíjí hořlavé plyny
TO	toxická, podporující hoření
TC	toxická, žíravá
TFC	toxická, hořlavá, žíravá
TFW	toxická, hořlavá, při styku s vodou vyvíjí hořlavé plyny

Pro zdůraznění jaké dopady mohou mít havárie s únikem NCHL do ŽP, je formou tabulky 7 a obrázků 18 – 19, interpretováno několik závažných událostí ze zahraničí a ČR. Tyto havárie zároveň doplňují již výše uvedené rozdělení havárií, kdy patří mezi nejzávažnější dopady působení hořlavých a výbušných kapalin a plynů nebo toxických a ekotoxických látek.

Tab. 7 Vybrané závažné havárie s únikem NCHL a jejich projevy

Rok	Místo	NCHL	Projevy a následky	Zdroj
1978	Los Alfaques, Španělsko	propylen	výbuch, 216 mrtvých	Mannan's, 2012
1979	Montanas, Mexiko	chlor	1000 lidí intoxikace, 28 mrtvých,	
1994	Avignon, Francie	vinylchlorid	intoxikace, evakuace 4 tis. osob	
2004	Mihailest, Rumunsko	dusičnan amonný	výbuch, 18 mrtvých	Čapoun, 2009
2005	Čína	chlor	intoxikace	Skřehot, 2009
2011	Plzeň, ČR	acetylenové plyny	výbuch, škody na majetku	Pathy, Řepík, 2016
2013	Mexico City, Mexiko	metan	výbuch, 22 mrtvých a škody na majetku	Garbolino et al. 2012



Obr. 18 Výbuch návěsu s cisternou pro přepravu propylenu v Los Alfaques (Plataforma SINC, 2014)



Obr. 19 Výbuch tlakových lahví před tunelem Valík (Šušťáček, 2011)

Následky dopravních havárií, musí být odstraněny v co nejkratším časovém úseku. V případě havárií s únikem nebezpečných látek, které jsou přepravovány, se však jedná o dlouhodobější proces, zvláště dostane-li se látka do okolí mimo pozemní komunikaci. Zároveň rozsah škod závisí na rychlosti a schopnosti odhadu dotčené lokality během zásahu záchranných složek a odborných firem, způsobilých na likvidaci těchto havárií. Bezprostředně po takovéto havárii jsou povolány složky Integrovaného záchranného systému (IZS),

nejčastěji Policie ČR a v případě zjištění úniku nebezpečné látky Hasičský záchranný sbor ČR (HZS ČR). Havárie musí být nahlášena i příslušnému odboru ochrany ŽP, vodoprávním úřadu apod. Zásah složek HZS ČR probíhá v prvních hodinách až dnech po nehodě, dokud nejsou provedeny nezbytné úkony, jako přečerpání látky, aplikace sanačních prostředků a záchytných nástrojů. Následně jsou dle potřeby zapojeny odborné firmy, které pokračují a provádějí další sanační práce, spojené s likvidací škod. V závislosti na rozsahu havárie a pohybu a množství nebezpečné látky, je odlišná i doba trvání potřebných prací v místě události. Odtud se rovněž odvíjí i výše škody, která je následně účtována odpovědné osobě či příslušné pojišťovně. Pro stanovení doby sanačních prací, je prováděna na pokyn příslušných orgánů (např. vodoprávní úřad) analýza a hodnocení rizik (Kanta, 2014). Tento postup stanovení škod však zahrnuje pouze škody a náklady na likvidační práce.

Způsoby likvidace havárie na ŽP jsou složitým procesem nejenom z pohledu časového, ale i finančního a technického. Volen by tak měl být multikriteriální přístup, kdy mezi hlavní faktory zajišťující úspěšnost těchto opatření patří:

- a) rychlá a efektivní primární opatření eliminující vznik škod na ŽP,
- b) zhodnocení proveditelnosti sanačních opatření a s nimi spojených rizik,
- c) odbornost a technická připravenost zasahujících složek,
- d) dosažitelnost vhodných sanačních a jiných technických opatření a technologií ke zneškodnění unikajících NCHL.

S efektivní aplikací sanačních opatření jsou spojena rizika, která je nutné eliminovat. Jedná se například o:

- a) volbu vhodných postupů při zásahu a jeho kompatibilita a efektivnost v daném prostředí,
- b) pravděpodobnost odstranění kontaminace,
- c) ověření aplikovaných technologií,
- d) realizace opatření,
- e) eliminace omezení dalšího využití zasaženého území,
- f) zohlednění podmínek zasaženého prostředí.

Při likvidaci havárie, je zároveň důležité zohlednit časovou náročnost, potřebu průběžného monitoringu zasažené lokality a jejího okolí, zejména z pohledu rizika šíření uniklé látky prostřednictvím podzemních vod. V případě, že nejsou účinná primární opatření v prvních hodinách zásahu po havárii, je nezbytné zvážit i další opatření, která povedou k likvidaci havárie a nápravě způsobených škod na ŽP. S těmito úkony se zvyšuje i finanční náročnost na likvidaci škod a s tím i celková částka, která bude za způsobené škody vyčíslena.

Jak vyplývá z předchozích kapitol, v současné době neexistuje metodika, která by na základě jednotného přístupu řešila problematiku stanovení výše škod v souvislosti s transportem NCHL. Z tohoto pohledu vyvstává akutní potřeba řešení tohoto problému.

2 FORMULACE PROBLÉMU

V současné době je stanovení výše škod způsobených únikem NCHL spojeno především se stacionárními objekty, které s těmito látkami nakládají, s poškozenými produkčními složkami ŽP a náklady spojenými na likvidaci těchto škod. V případě havárie během transportu NCHL a jejich úniku do ŽP neexistuje jednotný přístup stanovení výše vzniklých škod na ŽP. Znalci v tomto případě volí metody na základě vlastních zkušeností, znalostí, dostupných informací o této události a jejích následcích. Tento postup není možné označit za chybný, nicméně může dojít k situaci, kdy jsou získané informace nesprávně interpretovány a zpracovány a na jejich základě jsou i zvoleny nedostatečně vypovídající metody. Na základě dostupných informací uvedených v předchozích kapitolách je možné stanovit následující hypotézy:

- Oceňování ŽP je zaměřeno především na produkční funkce ŽP.
- Pro stanovení výše škod na ŽP jsou preferovány metody založené na nákladovém způsobu oceňování.
- Narůstá frekvence a počet přepravovaných objemů NCHL, což může mít za následek rostoucí riziko vzniku havárie s únikem přepravované látky do okolí a vznik závažných škod na ŽP.
- Škody vzniklé v souvislosti s transportem NCHL jsou stanovovány na základě výdajů na likvidaci, nápravu a náhradu.
- Systémový přístup stanovení výše škod na ŽP může mít zásadní vliv na komplexnost řešení.

Z uvedených hypotéz vyplývá základní problém a to *absence jednotné metodiky*, která by umožnila komplexně stanovit výši vzniklých škod na ŽP. Řešení tohoto problému je zároveň hlavním cílem této práce. Aby však tento problém mohl být řešen, je důležité zaměřit se i na jeho dílčí části, které mohou být nazývány též dílčími problémy a musí být součástí řešení.

- Prvním dílčím problémem je potřeba správné *definice procesu (havárie) se všemi jeho souvislostmi*. Konkrétní havárie, by tak měla být vymezena se všemi faktory, které na ni působí a naopak, na které entity havárie může působit z pohledu ŽP.
- Druhým dílčím problémem je *identifikace škod a jejich charakteristika* z pohledu akutního i chronického rizika. V rámci zasažené lokality by měly být uvažovány škody, které vznikly v souvislosti s havárií a únikem NCHL. Zohledněn by měl být i projev nežádoucího působení nejenom z krátkodobého projevu, ale i možnost výskytu po čase nebo v okolí místa události. Identifikace škod by měla být provedena na veřejných i soukromých stacích ŽP.
- Třetím problémem je pak *volba vhodných metod* pro stanovení výše vzniklých škod. Volba metod by měla probíhat s ohledem na charakter vzniklých škod, výstupy analýzy nehodové události a data a informace o zasaženém území.

Uvedené problémy budou řešeny v souladu s metodami a přístupy, které jsou popsány v následující kapitole 3.

3 MATERIÁL A METODY

Pro řešení problému absence jednotné metodologie stanovení výše škod na ŽP, byl zvolen systémový přístup a jeho atributy dle Janíček (2014). Pro jejich definici a nastavení byly jako podpůrné nástroje zvoleny metody inženýrství rizik. Zároveň byly vytvořeny přístupy pro hodnocení zranitelnosti zasažených složek ŽP a kategorizaci vzniklých škod v souvislosti s únikem NCHL do ŽP a jejich následky. V rámci celé práce a aplikace výše uvedených přístupů byly vybrány a použity základní metody pro zpracování vědecké práce:

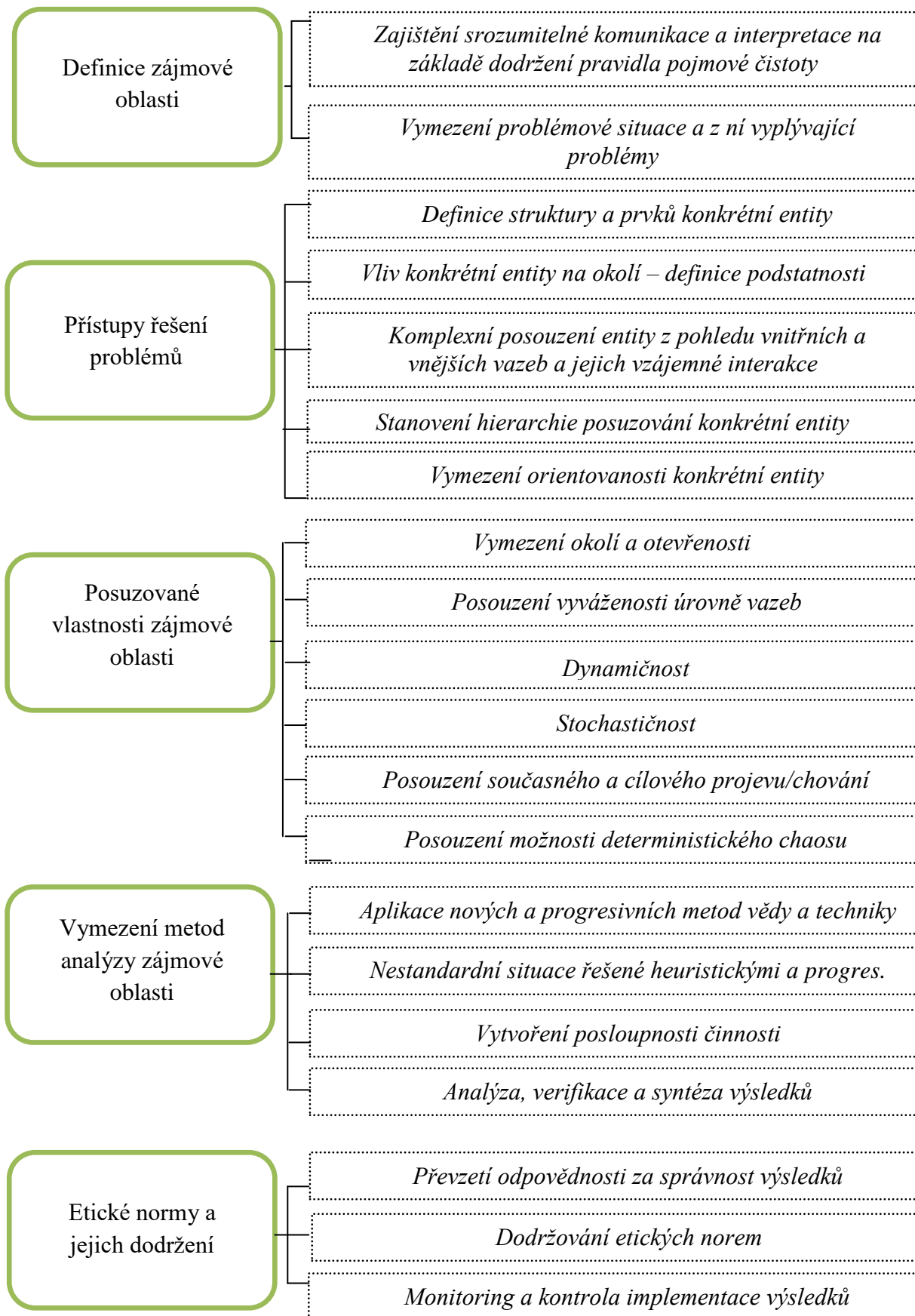
- *Analýza* v podobě literární rešerše a vymezení problematiky současného stavu. Na základě této metody byla řešená entita rozdělena do částí systémového přístupu a jeho významu pro stanovení výše škod na ŽP v souvislosti s havárií na pozemních komunikacích a únikem NCHL. Analytický přístup byl zároveň aplikován v rámci metod inženýrství rizik. V rámci analýzy současného stavu bylo využito i metody *srovnávání* zejména v oblasti aplikovaných metod, řešení konkrétních problémů, dosažených výsledků.
- *Syntéza* byla zvolena pro formulaci problémové situace a dosažených výsledků.
- *Indukce* byla vybrána pro její návaznost na syntézu s cílem formulovat problémy vyplývající z problémové situace. Zároveň byla vybrána pro formulaci obecných závěrů platných pro zkoumanou oblast.
- *Modelování* bylo zvoleno pro ověření reálnosti a funkčnosti navrhované metodologie stanovení výše škod na ŽP. Vycházeno při tom bude z výstupů získaných na základě analýzy, syntézy a indukce.
- *Dedukce* byla vybrána pro zjištění uplatnitelnosti získaných poznatků pro praktické využití.
- *Abdukce* byla zvolena pro interpretaci a vytváření hypotéz vztažených k řešené problematice.

Uvedené přístupy jsou zároveň uplatňovány ve vybraných metodách inženýrství rizika a stanovení výše škod na ŽP. V rámci celého řešení budou dodržovány zásady systémového přístupu, který bude zároveň součástí výstupu v podobě doporučené metodologie určené pro řešení problémů v rámci technického znalectví. V následující části jsou prezentovány konkrétní metody pro řešení definovaných problémů.

3.1 Atributy systémového přístupu pro stanovení výše škod na ŽP

Na základě zkoumaných metod a přístupů pro stanovení výše škod na ŽP způsobených v souvislosti s transportem NCHL zvláště na pozemních komunikacích, bylo vyhodnoceno, že je nezbytné v první řadě zvolit obecný přístup, na jehož základě budou voleny jednotlivé metody a postupy. Systémový přístup naplňuje tyto požadavky a je tak vhodnou volbou pro řešení stanoveného cíle, jelikož je tvořen postupně a logicky navazujícími kroky. Jak bylo uvedeno v kap. 1.3 systémový přístup dle Janíček (2014) je tvořen dvaceti atributy členěnými do pěti podskupin (obrázek 20). Jednotlivé atributy, které budou nadefinovány i v rámci

řešení, jsou charakterizovány v následující části a byly vytvořeny dle kategorizace uvedeného autora.



Obr. 20 Rozdělení atributů systémového přístupu (Janiček, 2014)

3.2 Využití metod inženýrství rizik při stanovení výše škod na ŽP

Systémový přístup je implementován i v metodách inženýrství rizik, z nichž byly některé vybrány jako podpůrný nástroj pro stanovení výše škod na ŽP. Jejich význam se odráží především při identifikaci, analýze a hodnocení rozsahu vzniklých důsledků havárie s únikem NCHL. Zároveň jsou nástrojem pro kontrolu provedených úkonů a jejich korektnost, čímž minimalizují riziko nedostatečné interpretace výsledků a následného stanovení výše škod, které není kompletní. Následující text tak vysvětluje, jaké přístupy a metody byly zvoleny pro splnění podmínek atributů systémového přístupu stanovení výše škod na ŽP.

Hodnocení rizika

Definice hodnocení rizika a jeho metodologie byla uvedena již v kapitole 1.3.3. V rámci její aplikace je důležité zmínit, jaké kroky budou do řešení zahrnuty. Hodnocení rizik je systémovým procesem, který bude v rámci této práce využit pro naplnění následujících kroků (U. S. EPA, 1997, Ostrom a Wilhelmsen, 2012):

- 1) sběr dostupných informací a analýza dat pro stanovení oblasti řešení a formulaci problémů,
- 2) aplikace metod analýzy rizika pro identifikaci a charakteristiku vzniklých nebo potenciálních škod,
- 3) vyhodnocení rizik a identifikovaných škod, jejich rozčlenění dle závažnosti.

Dále definované přístupy, na nichž byly zvoleny konkrétní metody, byly vybrány s ohledem na jejich přehlednost a zároveň jednoduchost jejich aplikace i pro méně zkušené řešitele problému na konkrétní entitě. Je samozřejmě vhodné, aby v případě, že se s uvedenými metodami hodnotitel ještě nesešel, postup konzultovat s osobami zainteresovanými v oblasti řízení rizik.

Kvalitativní přístup

Tento přístup analýzy rizika bude sloužit pro vymezení a definici oblasti hodnocení a identifikaci vzájemných souvislostí z pohledu dopadů havárie na ŽP. Při aplikaci tohoto přístupu je dosaženo přesnější definice první skupiny systémových atributů. Mezi zvolené metody inženýrství rizik, které jsou na tomto přístupu založeny, patří:

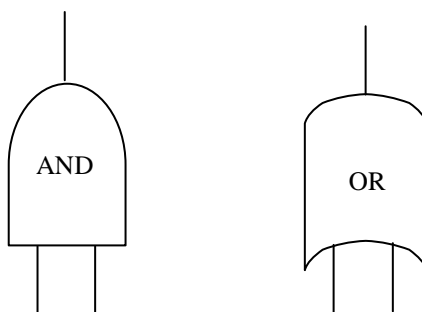
Analýza „Co se stane když...“ (What If Analysis) tato metoda je založena na principu hledání možných dopadů na konkrétní hodnocené entitě, v tomto případě se jedná o lokalitu, kde došlo k havárii při transportu NCHL. Při analýze jsou vytvářeny scénáře nebezpečí a jejich dopady. Metoda není vnitřně strukturovaná, probíhá na základě formulace otázek a odpovědí a je vhodné, aby bylo využito i názorů odborníků v související problematice, pro získání objektivních odpovědí. Tato metoda pomůže vytvořit základní rámec pro vymezení lokality, kde lze předpokládat škody a zároveň je charakterizovat (Procházková et al., 2014).

Analýza pomocí kontrolního seznamu (Check List Analysis, CLA) je jednoduchou metodou, která je založena na vytvoření seznamu kroků, úloh či položek, dle kterých se ověřuje úplnost

či správnost postupu (Paleček, 2007). Metoda je využitelná jako kontrola určitého procesu nebo jako preventivní metoda ještě před jeho zahájením. V případě této práce bude metoda CLA využita ke kontrole dodržení systémového přístupu a naplnění podstatných atributů pro řešení problémů na konkrétní entitě. Princip této metody bude implementován do osnovy pro nastavení atributů systémového přístupu.

Metoda analýzy stromu poruch (Fault Tree Analysis, FTA) je založena na deduktivním přístupu, kdy jsou hledány kořenové příčiny vzniklé koncové (tzv. vrcholové) události, jako je např. poškození porostu v okolí místa havárie. Pro její aplikaci se využívá grafické znázornění v podobě stromového diagramu (příčiny směřující ke kořenové události) s logickými hradly, která vypovídají o souvislostech a podmínkách které mohou nastat zvlášť nebo společně (Marshall, 2012). Využitá hradla pro účely aplikace této metody jsou základní hradla (obrázek 21):

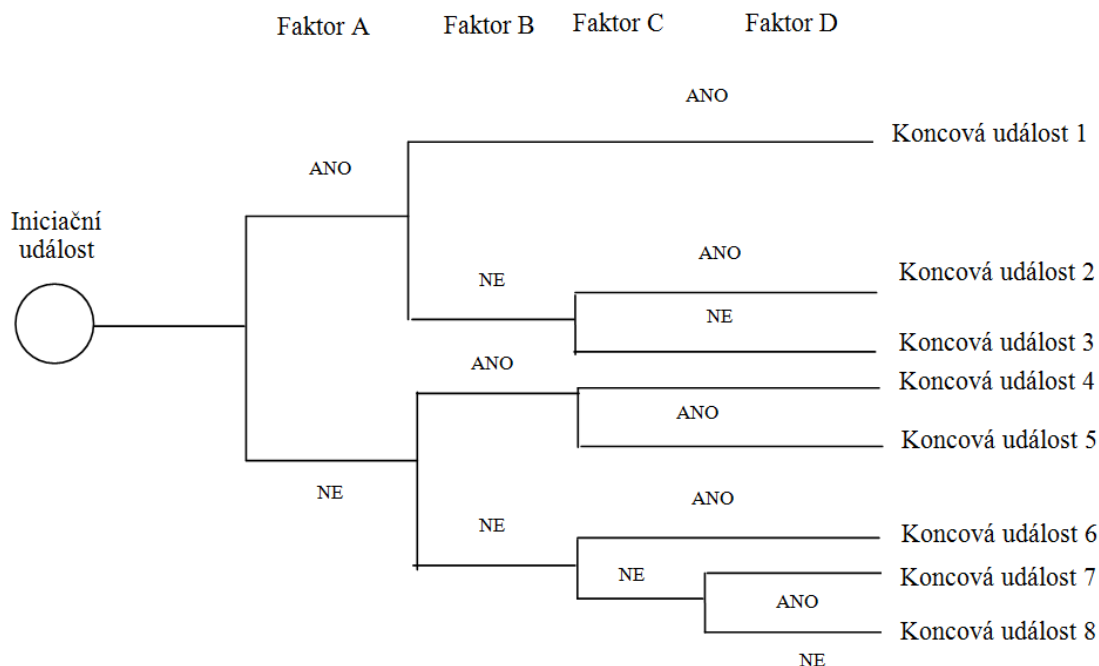
- AND – událost nastane v případě, že nastanou všechny vstupní události zároveň,
- OR – událost nastane v případě, nastane-li alespoň jedna vstupní událost nebo jejich kombinace.



Obr. 21 Logická hradla aplikovaná v metodě FTA dle ČSN EN 61025 (010676)

Kvantitativní přístup

Metoda strom událostí (Event Tree Analysis, ETA) je metoda založená na induktivním přístupu s cílem identifikovat možné následky události a pravděpodobnost jejich iniciace Aven (2014). V tomto případě, se jedná o havárii při transportu NCHL a následky jsou škody, které byly způsobeny. Aplikace metody ETA pomůže vytvořit předpoklad rozsahu havárie a identifikovat potenciální škody, které nemusí být na první pohled zjevné. Stanovení pravděpodobností se využívá při požadavku zadavatele a jsou stanoveny ve většině případů na základě zkušeností a statistiky již dříve nastalých událostí. Pro znalce, který by tuto metodu aplikoval, je vhodnější ji aplikovat nejprve bez využití stanovení pravděpodobnosti. Další výhodou metody je možnost grafické zpracování, přehlednost a relativní jednoduchost (obrázek 16). V rámci metody jsou zohledněny faktory (např. A – D dle obrázku 22), které působí nebo naopak nepůsobí (ANO/NE) na iniciaci další události a celkový koncový stav (1 – 8).



Obr. 22 Schéma metody ETA dle ČSN EN 62502 (010676)

V případě, že by znalec aplikoval obě metody, pak je doporučena aplikace *Analýzy příčin a následků* (Caused and Consequences Analysis, CCA), která využívá schématu tzv. *motýla*, kdy uprostřed je zobrazena iniciační událost (ETA), která je zároveň vrcholovou událostí (FTA), jak uvádí například Nilsson (2003) v tomto případě se může jednat o únik NCHL do ŽP. Jedná se o kombinovanou metodu, která zkoumá nejdříve příčiny vyšetřované události a následně její dopady. Vytváří tak přehledné grafické schéma komplexně popisující konkrétní událost (Hamouda et al., 2004, Aven, 2015).

Identifikace škod dle zranitelnosti prvku ŽP v důsledku úniku NCHL

Zranitelnost je významnou vlastností složek a prvků ŽP, kterou je pro hodnocení rozsahu škod důležité do tohoto procesu zařadit. Zranitelnost je charakterizována jako citlivost nebo naopak odolnost vůči vnějším zdrojům rizik, kterými jsou v tomto případě unikající NCHL. Čím vyšší je tak citlivost prvků prostředí, tím závažnější škody mohou být očekávány (U. S. EPA, 2015). Výhodou hodnocení této vlastnosti je, že na základě ohodnocení prvků zasažené lokality, mohou být snáze identifikována vzniklá poškození a jejich závažnost. Hodnocení je založeno na definici ekotoxických vlastností uniklých NCHL a jejich množství včetně stanovení rozsahu kontaminace produkčních a mimoprodukčních funkcí složek ŽP. Hodnocení bylo založeno na kvalitativním přístupu a jeho cílem je zvýšená efektivita identifikace škod na ŽP.

Stanoveny proto byly tabelární hodnoty, jejichž výsledkem je charakteristika zranitelnosti vůči působící látce a schopnost regenerace:

- ovlivněné funkce složek/ prvků ŽP (A – produkční, B – mimoprodukční),
- narušení funkce složky/prvku ŽP (0 „žádná“ – 5 „fatální“),
- předpokládaný/známý rozsah nápravných opatření (a „bez zásahu člověka“ – e „terciérní nápravná opatření“)

Zápis je pak prováděn ve formě krátkého kódu z důvodu požadavku na přehlednost a stručnost. Tabulky vysvětlující význam jednotlivých položek však musí být součástí prováděného dokumentu pro vytvoření popisu.

Modelování havarijních situací

Výsledky budou ověřeny na modelové situaci havárie s únikem NCHL do vybrané lokality. Tato fáze řešení vyžaduje zároveň i posouzení náročnosti pro stanovení rozsahu a výše škod, které se u jednotlivých případů poškození liší. Využit bude softwarový nástroj Areal Locations of Hazardous Atmospheres (ALOHA 5.4), který byl vytvořen U. S. EPA a NOAA (U. S. EPA, 2016). Tento software je volně dostupný a je možné jej používat bezplatně. Software slouží pro modelování úniku NCHL s možností zobrazení výstupů v mapových podkladech, jako geografické informační systémy (GIS) nebo mapové podklady Google Earth (Google, 2016). Při jeho aplikaci je důležité zohlednit jeho omezení, kterými jsou především:

- modelování časového intervalu jedné hodiny od doby počátku úniku NCHL,
- potřeba manuálního zadávání změn povětrnostních podmínek v tomto intervalu,
- neuvažuje sklon terénu v místě havárie,
- modelování především toxických, hořlavých nebo výbušných výparů, které unikají nebo se uvolňují z NCHL uvolňují.

Kromě volné dostupnosti, patří mezi výhody tohoto softwaru:

- dostupnost manuálu a příkladů vysvětlující postup krok po kroku,
- jednoduchá obsluha,
- dostupné mapové podklady pro zobrazení výsledků,
- propojení s databází chemických látek CAMEO,
- možnost přidání konkrétní lokality a chemické látky v případech, kdy se nenachází v nabízeném seznamu.

Uvedený software bude využit jako podpůrný nástroj pro kontrolu a doplnění informací o dopravní havárii s únikem NCHL a ohrožených nebo vzniklých škodách na ŽP. Zobrazením předpokládaného rozsahu šíření látky, bude zároveň možné identifikovat zranitelné prvky zasažené lokality, na kterých lze předpokládat škody.

3.3 Metody pro stanovení výše škod na ŽP

Metodologie stanovení výše škod na ŽP bude založena na zajištění jeho komplexnosti v souladu s předem definovanými atributy systémového přístupu. Výběr doporučených metod je založen na předchozím hodnocení rozsahu škod a jejich závažnosti dle provedené kategorizace rizik dle skupenství, významu a zasažené složky ŽP. Doporučené metody stanovení výše škod budou vytvářet vhodnou kombinaci pro posouzení škod na veřejných i soukromých statcích ŽP, včetně opatření na zajištění bezpečné přepravy a opatření aplikovaná pro jejich likvidaci a sanaci havárie a vzniklých škod.

4 VÝSLEDKY

Následující kapitoly uvádí výsledky, kterých bylo dosaženo v rámci implementace systémového přístupu do problematiky stanovení výše škod na ŽP v souvislosti s transportem a únikem NCHL během havárie. Zároveň byly využity i metody inženýrství rizik, jako podpůrný nástroje k zajištění identifikace, analýzy, hodnocení a charakteristiky vzniklých poškození a současně i jako kontrolní nástroj pro minimalizaci rizika vzniku chyby. S ohledem na složitost řešení uvedeného problému bylo do celkového postupu zařazeno i posouzení zranitelnosti složek ŽP a klasifikaci vzniklých škod na ŽP. Uvedený postup nastavení požadavků dodržení systémového přístupu, společně s metodami stanovení rozsahu a závažnosti škod, byl využit pro vytvoření uživatelsky přívětivého softwarového nástroje, jehož cílem je určit závažnost škod na jednotlivých složkách zasažené lokality a definovat doporučené metody pro stanovení výše jejich škod. Dosažené výsledky navrhované jednotné metodologie byly ověřeny na modelovém příkladu. Zároveň byla práce doplněna o návrh preventivního opatření, který v případě havárie během transportu NCHL umožní minimalizovat rozsah vznikajících škod na ŽP.

4.1 Aplikace systémového přístupu stanovení výše škod na ŽP při havárii během transportu NCHL

Systémový přístup a jeho aplikace pro řešení konkrétních problémů, byl zvolen s ohledem na jeho komplexnost a jednotnost, která je pro řešení stanovení výše škod na ŽP velice významná. Základní metodologie byla použita za účelem dodržení nezbytných kroků pro jeho naplnění. Zároveň byly implementovány podpůrné nástroje a metody, jejichž úkolem bylo zajistit úplný, kvalitní a přehledný způsob stanovení výše způsobených škod na zasažených složkách ŽP, u kterých došlo ke kontaminaci nebo jinému nežádoucímu projevu unikající NCHL. Kapitola 4.1.1. popisuje přístup pro definici atributů, které jsou pro stanovení výše škod na ŽP nezbytné.

4.1.1 Nastavení atributů systémového přístupu

Implementace systémového přístupu, byla provedena na základě nastavení jeho jednotlivých atributů (viz kapitola 3.1). Některé z nich, jako je například dodržování etických zásad (v souladu se znaleckou činností), jsou již předem stanoveny, a proto nejsou znovu definovány. Cílem nastavení jednotlivých vlastností vztahující se k posuzované entitě, je vytvořit odpovídající informační základnu pro volbu vhodných metod a provedení komplexního stanovení výše škod na ŽP v souvislosti s havárií a únikem NCHL během transportu na pozemních komunikacích. V první části bylo nezbytné vymezit situaci, která bude řešena s následným rozdělením do tří základních částí, které byly charakterizovány:

- lokalita, její charakteristika a funkce složek ŽP,
- dopravní havárie během přepravy NCHL po pozemních komunikacích,
- unikající látka/látky po havárii, které kontaminovaly nebo jinak poškodily ŽP.

Oblastí zájmu se proto staly škody způsobené unikajícími NCHL po havárii na pozemní komunikaci. Rozdělením řešené problematiky na uvedené tři části, je umožněno zajistit

dostatek informací a dat o vzniklé situaci na zasažené lokalitě, na které mohou být stanoveny vzájemné souvislosti mezi havárií a škodami.

1) *Definice oblasti zájmu*

Jak bylo uvedeno, v tomto případě se jedná o konkrétní lokalitu, havárii a druh uniklých NCHL, na jejichž základě jsou identifikovány, analyzovány, hodnoceny a charakterizovány vzniklé škody na ŽP. Proto musí být popsána a vymezena oblast, na které bude posouzení provedeno:

- místo, datum a čas události,
- popis zasažené oblasti
 - význam lokality (zemědělsky obhospodařované/neobhospodařované území, rekreační oblast, zastavěná oblast apod.),
 - hydrologické poměry (povrchová a podzemní voda, stojaté a tekoucí vody, vodohospodářsky významné kolektory apod.),
 - půdní pokryv (kategorie, druh a typ půdy),
 - biotické složky (význam lesů, typ zemědělsky obhospodařovaného území, živočichové (hospodářské a volně žijící), ostatní (rozptýlená zeleň, apod.)
- meteorologické podmínky (teplota, tlak, průměrný úhrn srážek, průměrná rychlost větru apod.)
- reliéf dle sklonu terénu (rovinný, svažité),
- zvláštní režim ochrany zasažené lokality (chráněná území, rostliny, dřeviny živočichové apod.).

Další částí pro definici této oblasti zájmu je popis havárie s únikem NCHL během transportu. Charakteristika havárie umožní znalci formulovat její rozsah a na základě toho i stanovit hranice oblasti, na které budou problémy vzniku škod na ŽP řešeny. Stanoveny proto byly následující požadavky na informace:

- Druh přepravy NCHL
 - cisternová,
 - kontejnerová,
 - kusová.
- Stanovení podmínky, zda vůbec došlo k úniku NCHL.

Dále je důležité popsat uniklou nebo příp. uniklé látky, které mohou mít vliv na ŽP a vznik poškození na zasaženém území.

Zvoleny proto byly následující charakteristiky, vymežující související informace pro řešení:

- Druh NCHL, příp. druhy NCHL,
- Skupenství přepravované látky (pevné, kapalné, plynné),
- Třída nebezpečnosti dle dohody ADR (1 – 9 a popis),
- Stanovení nebezpečnosti pro vodu, půdu a biotu (toxicita a příp. další nebezpečné vlastnosti, jako je hořlavost, výbušnost, žíravost, dráždivost apod.),
- Přepravované množství NCHL,
 - uniklé látky (je-li již známo).
 - Definice, jednalo-li se o podlimitní množství NCHL dle kategorií přepravy ADR.

Uvedené požadavky na informace a jejich naplnění jsou formulovány tak, aby mohly být aplikovány pro různé typy havárie s únikem NCHL během jejich transportu. Zároveň byly jednotlivé body nastaveny pro dodržení pojmové čistoty po celou dobu procesu stanovení výše škod na ŽP. Některé případy havárií, mohou být obzvláště složité, jako například s ohledem na množství a počet druhů uniklých látek, jejich iniciaci nebo reaktivitu s jinými látkami. Proto mohou být v těchto případech některé požadavky na informace modifikovány. Z uvedených informací, může být následně formulována situace a problémy, které mají být řešeny, v souladu se zadáním úkolu. Zároveň mohou vyvstat i další související problémy, které nebyly při prvotním posouzení známy. Měly by tak být do procesu stanovení výše škod na ŽP zařazeny s opětovnou kontrolou naplnění prvního kroku, podle kterého je popsána problémová situace a její dílčí problémy.

2) *Vymezení problémové situace a problémů*

Problémovou situací je v tomto případě kontaminace ŽP nebo jiné nežádoucí působení unikající NCHL po havárii, vedoucí ke vzniku jeho poškození. Důsledky se mohou projevit okamžitě nebo až po určité době, kdy se látka šíří a akumuluje v prostředí. Zároveň musí být stanoveno již na začátku, co je zadáním úkolu, konkrétně zda chce zadavatel stanovit výši škody na určité složce ŽP a jejích prvcích nebo je požadováno posouzení a stanovení výše škody na zasaženém území bez další specifikace. I tato definice pomůže vytvořit hranice řešení problému a jeho dílčích součástí. Proto byly vytvořeny otázky, na které má být odpovězeno před započítáním řešení rozsahu a výše škod:

- Kdy došlo k havárii s únikem NCHL?
- Byly již identifikovány škody na ŽP a jejich složkách?
- Došlo k poškození soukromých statků?
- Došlo k poškození veřejných statků?
- Jsou požadovány náhrady za vzniklou majetkovou újmu?
- Projevilo se poškození ŽP i v okolí místa havárie, kam mohlo dojít k šíření NCHL např. podzemními vodami?

- Jakým způsobem byly škody ošetřeny a odstraněny?
- Jsou v současné době ještě škody, které nebyly zcela odstraněny?
- Jsou nezbytná ještě další opatření pro zajištění vzniklých škod a jejich ošetření?
- Dosahuje zasažené území v současné době opět svou plnou funkci?
- Byly již některé škody vyčísleny? A jakým způsobem?
- Budou škody na ŽP hodnoceny na tržních i netržních statcích?
- Jaké metody oceňování může znalec aplikovat?

Otázky byly vybrány tak, aby vytvořily hlavní charakteristiku řešené oblasti zájmu. Stejně jako u prvního kroku, i zde může dojít k modifikaci některých otázek v závislosti na individuálních odlišnostech havárie. Uvedené otázky jsou postaveny s ohledem na vytvoření komplexního posouzení zájmové entity. Vytvořením odpovědí na tyto otázky by měly vyplynout problémy, které bude nezbytné řešit.

b) *Formulace problémů* je součástí naplnění atributu formulace problémové situace. Obecně mezi problémy vyplývající z výše uvedených otázek patří dále uvedené kategorie, které mohou být opět, dle individuální situace a projevu havárie či požadavků zadavatele, upraveny. Následující tabulka 8 doporučuje rozdělení problémů dle jednotlivých kategorií, které byly vytvořeny v souladu s definovanou oblastí zájmu.

Tab. 8 Základní kategorie pro formulaci problémů

Kategorie	Název	Charakteristika	Příklad
1	Havárie během transportu NCHL	Typ havárie a forma transportu NCHL	Havárie vozidla s cisternou v režimu ADR, s přepravovaným objemem 7 500 l a únikem 1 000 l poškozeným stáecím zařízením.
		Další účastníci havárie	Osobní automobil, nedošlo k úniku NCHL ve významném množství.
2	NCHL a její vlastnosti	Definice uniklých NCHL	Motorová nafta, kapalina, UN 1202.
		Nebezpečné vlastnosti	Toxická pro vodní prostředí, zabraňuje přístupu kyslíku, hořlavá látka.
3	Zasažené území a jeho prvky	Složky a prvky, na kterých může unikající NCHL způsobit škody.	V místě havárie se nachází vodní tok, který ústí do vodní nádrže určené pro chov ryb.
		Možnosti šíření NCHL do okolí	Horninové prostředí, vodní tok.

3) Struktura a prvky řešené oblasti zájmu

Tento krok navazuje na formulované problémy, kdy je na základě popisu její struktury a prvků, možné detailněji a konkrétně popsat rozsah vzniklých škod, včetně odhadu následných projevů nežádoucího působení NCHL a její/ jejich šíření do okolí.



Obr. 23 Příklad identifikace prvků okolí zasaženého území po havárii (Google Earth, 2016)

Stejně jako při formulaci problémů, je i zde důležité vytvořit si základní rámec oblasti řešení, na kterém budou následně vymezeny jednotlivé prvky. Obrázek 24 znázorňuje základní schéma struktury.



Obr. 24 Základní schéma struktury

Uvedená struktura zobrazuje schéma základního dělení zájmové oblasti s jednotlivými rozlišovacími úrovněmi. Vytvořením si základního schématu je zároveň ověřena situace s problémy, které budou řešeny. Struktura umožňuje si uvědomit vzájemnost vazeb v rámci celého procesu a zároveň i to, jak se jednotlivé prvky vzájemně ovlivňují. Detailnost struktury závisí i na kvalitě a získaných informacích o hodnocené lokalitě, havárii a nežádoucích následcích, které vznikl v jejím důsledku. Zobrazení struktury zájmové entity, zároveň znalci umožní zkontrolovat, zda v předchozích krocích nedošlo k chybě a není potřebné ještě získat další informace blíže je specifikovat nebo konzultovat s osobou znalou v konkrétní oblasti.

4) Vymezení vnitřních a vnějších vazeb na konkrétní vč. stanovení jejich významnosti

Na základě výše uvedené struktury, získaných informací o havárii, unikající NCHL a zasažené lokalitě, je možné identifikovat vzájemné vazby, které se navzájem ovlivňují a které naopak ne. Uvědoměním si těchto vzájemných vazeb, mohou být identifikována další poškození vzniklá v souvislosti s havárií a únikem přepravovaných látek, která se mohou projevit buď okamžitě, nebo až po určité době. Zároveň může naopak dojít ke zjištění, že některé škody byly způsobeny jiným negativně působícím faktorem. Jak je uvedeno na obrázku 25, může se například jednat o havárii jiného objektu v blízkosti posuzované lokality. Poškození, která v zasažené oblasti následně vznikají tak nemusí být způsobena pouze havárií během transportu NCHL. Proto je nezbytné vymezit vzájemné souvislosti, tedy vazby, mezi havárií a druhem uniklé NCHL, škodami na ŽP, které byly způsobeny a identifikovat tak, zda opravdu povaha uniklé látky je zároveň i původcem vzniklého poškození. Pro stanovení těchto vzájemných vazeb je proto navržena aplikace podpůrného nástroje v podobě metody analýzy rizika s využitím tzv. stromových diagramů. Tato aplikace s výsledky je podrobněji uvedena v kapitole 4.2.



Obr. 25 Objekt v blízkosti místa havárie, který je nebo může být zdrojem kontaminace lokalita (Google Earth, 2016)

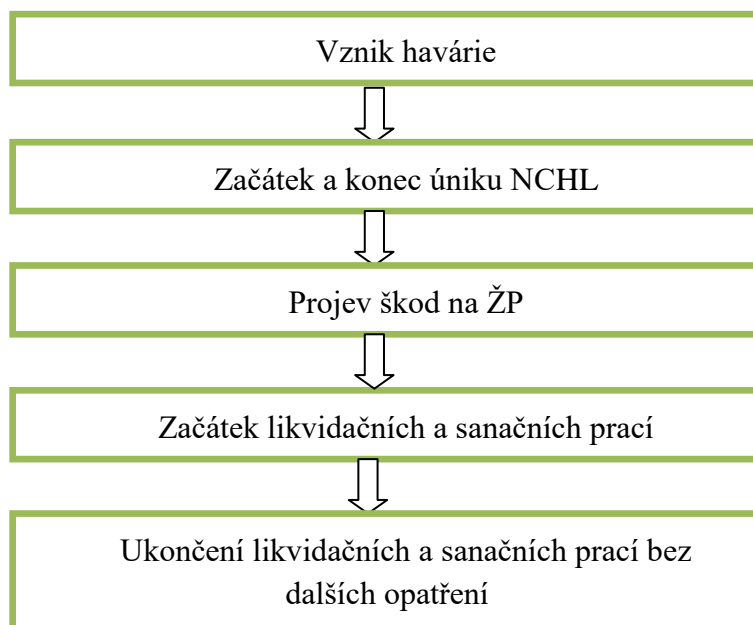
Vymezením v první řadě vnitřních a následně i vnějších vazeb umožňuje komplexní posouzení souvislostí působení unikající NCHL během havárie se vzniklými škodami konkrétní lokality. Při stanovení vzájemných vazeb však musí být zohledněna i hierarchie posuzování oblasti zájmu a časová orientovanost události, jak je vysvětleno v následujícím textu.

5) Stanovení hierarchie posuzování a orientovanosti

Definice a nastavení této vlastnosti bylo vytvořeno zároveň se stanovením orientovanosti pro posouzení oblasti zájmu, jelikož spolu obě vlastnosti úzce souvisí. V případě havárie s únikem NCHL proběhne v určitém časovém intervalu několik procesů, jejichž výsledkem je vznik škod na ŽP, na které jsou navázány další procesy, jako je jejich likvidace a sanace prostředí. Sestavení hierarchie pro řešení problémů je proto založeno na základě jednotlivých subsystémů, které jsou zároveň kategoriemi řešených problémů:

- havárie během transportu NCHL,
- únik NCHL,
- poškození lokality a její sanace.

Orientace řešení je pak stanovena na základě hierarchické struktury a časovému intervalu, jak je uvedeno na následujícím obrázku 26.



Obr. 26 Vymezení časové posloupnosti řešení oblasti zájmu

Nezbytné je si zároveň uvědomit, že s časem se mění i rozsah a projev škod na ŽP. Může zde docházet k šíření a akumulaci látek, po zásahu člověka, mohou být škody zcela odstraněny nebo alespoň minimalizovány apod. Proto je nutné považovat tuto řešenou oblast zájmu za otevřenou vůči okolí a je nezbytné brát vývoj vzniklých škod jako dynamický. Stanovením časových intervalů v rámci hierarchie události vedoucí ke vzniku škod na ŽP, jejich následné likvidace a sanace prostředí, je zároveň vytvořena i časová osa události, která je pro stanovení výše vzniklých škod významná a souvisí i s následujícím krokem, který ji doplňuje a to je vymezení otevřenosti oblasti zájmu.

6) Vymezení otevřenosti konkrétní entity vůči okolí

Otevřenost řešené oblasti zájmu, je možné ověřit jednoduchým způsobem, pro který bylo definováno několik následujících otázek, které zaznamenávají změny, ke kterým s ohledem na časovou orientovanost došlo nebo dochází. Tyto otázky tak umožňují doplnit charakteristiku rozsahu vzniklých škod na ŽP.

- Jaké škody na ŽP byly zaznamenány po havárii s únikem NCHL?
- Na kterých složkách ŽP byly již škody identifikovány a jak se projevíly?
- Jaká likvidační a sanační opatření již byla aplikována?
- Jaký je stav zasažené lokality po aplikaci těchto opatření?
- Je zasažená lokalita nadále monitorována a projeví se některá poškození na ŽP i po čase nebo existuje předpoklad jejich projevu?
- Jaký je současný stav zasažené lokality?

Odpovědi na uvedené otázky navazují na předchozí část a společně vyváří nezbytný informační a datový základ pro komplexní posouzení rozsahu, závažnosti a výše škod na ŽP.

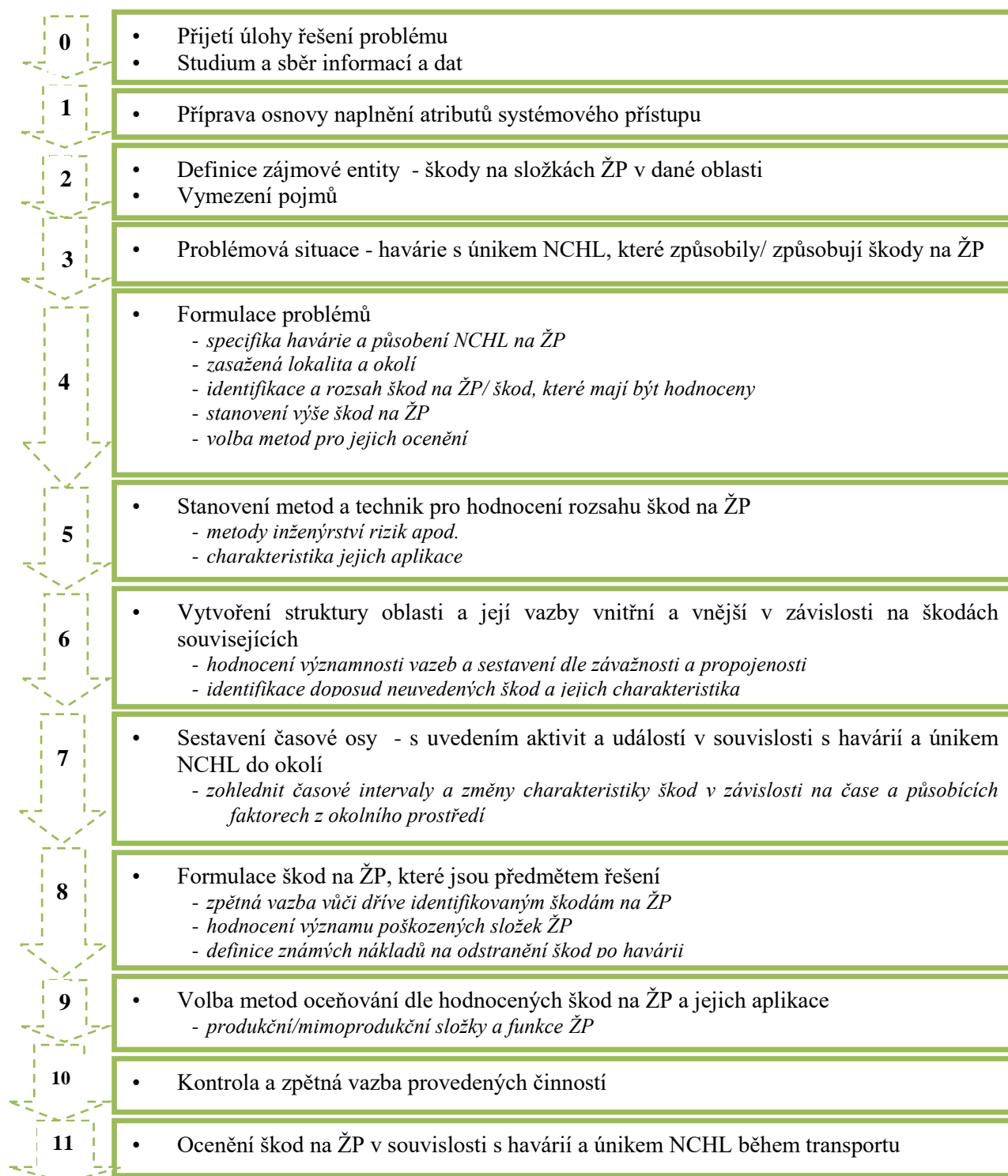
Výsledky naplnění jednotlivých vlastností systémového přístupu, zároveň musí odrážet celkový současný stav, který umožní jeho porovnání se stavem předchozím.

7) Posuzování stávajícího stavu a cílového projevu

Součástí tohoto kroku je vytvoření zpětné kontroly doposud získaných výsledků a údajů a porovnání se stavy posuzované lokality a cílovými projevy. Pro zajištění úplného posouzení, je tak nezbytné brát v úvahu stav:

- před havárií a vznikem škod na ŽP,
- po havárii se vzniklými škodami na ŽP,
- po provedení likvidačních a sanačních prací,
- požadovaným (návrat do původního stavu).

Cílovým projevem, který je předmětem řešení, je nežádoucí působení unikající NCHL s následky vzniku škody na ŽP. Zohledněn však také musí být projev škod a schopnost zasažených složek ŽP regenerace po aplikaci sanačních opatření, který může již být v době posuzování ve stavu požadovaném. V případě, že ještě nebyly škody a jejich projevy zcela definovány, je důležité brát v úvahu i pravidlo, na které upozorňuje Janíček (2014) a tím je vliv náhodných jevů, které mohou rozsah a následnou výši škod významně ovlivnit. I proto jsou v kapitole 4.2 uvedeny metody inženýrství rizik, které jsou významným podpůrným nástrojem pro řešení problematiky. Zároveň je tak dodržena podmínka využití nových metod a přístupů vědy a techniky. Tyto metody jsou implementovány do samotného popisu činností (obrázek 27), které byly sestaveny pro účely vytvoření jednotného přístupu stanovení výše škod na ŽP.



Obr. 27 Postup (algoritmizace) činností při aplikaci systémového přístupu

Do uvedeného postupu činností byly zařazeny jednotlivé požadavky pro dodržení systémového přístupu a zároveň se jeho součástí staly i metody inženýrství rizik, jejichž výsledky aplikace jsou uvedeny v následující kapitole 4.2. Celý postup byl pak převeden do formy uživatelsky přívětivého softwarového nástroje tak, aby byla dodržena jednotnost, přehlednost a komplexnost přístupu pro stanovení výše škod na ŽP.

4.2 Aplikace analýzy rizika pro identifikaci a hodnocení škod na ŽP v souvislosti s havárií a únikem NCHL během transportu

Aby mohly být uvedené atributy správně naplněny, byly zvoleny metody inženýrství rizik, které umožňují na základě řízené metodologie identifikovat a popsat rozsah škod. Zároveň je cílem jejich aplikace minimalizovat riziko vzniku chyby a zvýšit tak kvalitu výstupů. Použity byly především metody kvalitativní a to v rámci jednotlivých fází přípravy a aplikace návrhu navrhovaného přístupu:

- vymezení a definice oblasti konkrétní entity a jejího řešení,
- identifikace a charakterizace vzniklých příp. potenciálních škod na ŽP na základě analýzy průběhu havárie,
- kontrola správné a kompletní aplikace systémového přístupu pro stanovení výše škod na ŽP.

Využitím metod analýzy a hodnocení rizika dochází k naplnění některých z atributů systémového přístupu, kdy je podmínkou využívat poznatky vědy a techniky, v nestandardních situacích využívat progresivní a heuristické přístupy a zároveň analyzovat dosažené výsledky řešených problémů. V současné době jsou metody oceňování a inženýrství rizik používány zvláště, i když jejich výstupy a dílčí výsledky mohou vytvořit komplexní přístup pro řešení problémů. Metody inženýrství rizik jsou vhodným podpůrným nástrojem stanovení výše škod, ne pro definici konečné hodnoty, ale hodnocení jejich rozsahu a tím i náročnosti pro jejich odstranění a kompenzaci. Zároveň metodologie některých metod umožňuje získání zpětné vazby a kontroly nad provedenými činnostmi a kroky. Jak bylo již uvedeno v kapitole 3.2, zvolené metody byly vybrány s ohledem na potřebu znalostí a dovedností případně požadavky k jejich nastudování, které budou znalci schopni uplatnit pro řešení problému stanovení výše škod na ŽP.

4.2.1 Aplikace metody Kontrolní seznam

Metoda analýzy *Kontrolním seznamem* byla aplikována do návrhu řešení. Jejím cílem je kontrola splnění požadavků a minimalizaci rizika opomenutí některých informací a údajů, které jsou pro řešení problému nezbytné. Princip splnění nebo nesplnění podmínky byl implementován do navrhovaného softwarového nástroje, který upozorní na případné chyby s návrhem, jak dále postupovat a je tak součástí každého jeho kroku. V případě, že je podmínka splněna a doplněna, může se přejít ke kroku dalšímu. Pokud není podmínka splněna, je navrženo navrátit se ke kroku předchozímu nebo je doporučeno, kde vyhledat potřebné informace, případně zvážit splnitelnost úlohy v určitých podmínkách (např. množství uniklé NCHL, které není pro ŽP významné z pohledu jeho poškození. Provedení kontroly je ošetřeno barevným zvýrazněním již splněných (zelená) a nesplněných (červená) kroků, jak uvádí obrázek 28.

Charakteristika		Splněny podmínky	Doporučený postup v případě nesplnění
Popis	Hodnota		
Je úkol pro znalce proveditelný?	ANO	ANO	
Jsou dostupné informace a podklady o řešené události?		ANO	Vyžádání doplnění informací a podkladů u
Jedná se o stanovení výše škod na ŽP v rámci	primární posouzení	ANO	

Obr. 28 Ukázka zajištění kontroly vyplnění kroků navrhovaného jednotného přístupu

Cílem aplikace této metody je zvýšit efektivitu a kvalitu při stanovení výše škod na ŽP. Pro naplnění některých atributů, resp. jejich bližší specifikaci a možnost jejich doplnění o nové poznatky umožňuje druhá zvolená metoda, jejíž aplikace je dále popsána.

4.2.2 Aplikace metody Co se stane když...

Metoda analýzy „Co se stane když...“, nemá stanovená striktní pravidla pro její aplikaci, proto bylo nezbytné vytvořit pro její aplikaci úpravu se stanovením osnovy a kroků, které vedou k dosažení cílových podkladů informací. Ty slouží jako významný podklad pro identifikaci vzniklých škod a stanovení jejich rozsahu na konkrétních složkách ŽP. Pro aplikaci této metody byly stanoveny následující kroky:

- 1) Definice oblasti řešení a její rozdělení do jednotlivých kategorií, na které bude provedena analýza
 - havárie s únikem NCHL,
 - uniklé NCHL do konkrétní lokality,
 - známé škody, které již nastaly,
 - okolí hodnocené lokality.

Uvedené rozdělení je nezbytné s ohledem na složitost řešení problémů. Pro zajištění přehlednosti je tak doporučeno uvedené rozdělení, které zabrání opomenutí některých souvislostí a případnou ztrátu informací v získaných výsledcích.

- 2) Rozlišení uvedených kategorií například číselnou, grafickou nebo kombinovanou formou. S ohledem na výsledné hodnocení, pro které byla zvolena barevná škála, je zde navrženo číselné označení kategorií, které je uvedeno v tabulce 9.
- 3) Výběr hodnotícího týmu, který bude zapojen do analýzy. Pro získání objektivních odpovědí a názorů na hodnocení není nezbytná přítomnost jednotlivců zároveň. Hodnotitel může zvolit formu konzultace (osobní, korespondence apod.). Vhodné je uvést, kdo se analýzy zúčastnil a v jakých částech a to například formou seznamu zdroje informací s odkazem na jednotlivé kategorie.
- 4) Příprava hodnotícího formuláře, který je součástí návrhu a je uveden v tabulce 9. Tento formulář slouží pro zapisování otázek a odpovědí na ně. Jeho rozsah závisí na hodnotiteli a množství informací a odpovědí na otázky, které byly položeny. Každá zvolená kategorie

a v ní počet otázek by měl odrážet potřebu získání co nejvíce relevantních informací, které budou využity pro řešení.

- 5) Formulace otázek se musí týkat kategorie, ve které jsou pokládány jasným a stručným způsobem. V některých případech, může být otázka špatně formulována, stejně jako její odpověď. Proto je důležitá kontrola a zpětná vazba hodnotícího týmu.
- 6) Vyhodnocení výsledků by mělo poukázat na příčiny a následky konkrétní havárie s únikem NCHL. Pro hodnocení těchto výsledků je vhodné aplikovat kategorizaci dle jejich významnosti na vznik a rozsah škod (tabulka 10). Tímto rozčleněním dojde k zdůraznění podstatnosti souvislostí a vazeb mezi kategoriemi a jejich prvky, které mají podíl na vzniku škod na složkách ŽP.
- 7) Kontrola relevantnosti výsledků. Každý hodnotitel by měl výsledky verifikovat a interpretovat v souladu s etickými normami. Je proto vhodné vytvořený zázpis konzultovat se členy týmu, kteří se podíleli na vytvoření analýzy.

Tab. 9 Tabulka pro analýzu metodou „Co se stane když...“ s uvedením příkladů

Číslo kategorie	Název kategorie	Otázka	Odpověď	Hodnocení
1	Havárie s únikem NCHL	...došlo k úniku přepravované látky na silnici?	Zjistit, zda bylo zabráněno dalšímu šíření uniklé látky, jaké bylo uniklé množství a jaká sanační opatření byla aplikována. Kontrola v místě havárie – kontaminace půdy, vody	D
		...došlo k úniku přepravované látky do blízkého vodního toku?	Zjistit, zda je unikající látka nebezpečná pro vodní prostředí, kolik látky uniklo a jaké množství, dále jaká sanační opatření již byla použita.	E
		...se dostalo vozidlo po havárii mimo silnici?	Zjistit, zda po havárii nedošlo k porušení přepravních obalů, palivových nádrží apod., kontrola hlášení o nehodě, zda byl případně PČR zaznamenán únik látek a byly přivolány příslušné jednotky a organizace k jejich likvidaci.	C
2	Uniklé NCHL	...unikl celý přepravovaný objem?	Unikající látka je vysoce toxická pro ŽP, konkrétně pro biotickou složku (živočichové, rostliny), způsobuje poleptání, dehydratační účinky, změna pH prostředí apod.	E
		...unikla motorová nafta z palivové nádrže cca 300 l?	Látka je nebezpečná pro vodní prostředí, vytváří neprodyšnou vrstvu na vodní hladině. Důležitá je kontrola vodních toků a ploch v místě havárie, kontrola podzemních vod.	D
		...unikl motorový olej z havarovaného vozidla?	Látka je nebezpečná pro vodní prostředí, s ohledem na množství je významná kontrola zejména v místě úniku.	B
3	Známé škody na ŽP	...došlo ke změně pH prostředí s odumřením vegetace v místech zasažení?	Definovat účel zasažené plochy, zjistit, zda se jedná o poškození s fatálním dopadem pro zasažené prostředí, jaká byla aplikována sanační opatření a jaký je současný stav. Nutná opatření pro regeneraci prostředí	D
		...došlo k zasažení vodní plochy?	Definovat význam zasažené plochy, zjistit, zda již byla látka odstraněna a jakým způsobem, zda došlo k úhynu fauny určené pro hospodářské účely, jaký je současný stav vodního prostředí a jeho okolí – byla složka schopna samostatné regenerace nebo se zásahem člověka a s jakým opatřením.	E

Číslo kategorie	Název kategorie	Otázka	Odpověď	Hodnocení
		...došlo ke kontaminaci podzemních vod?	Definovat kde bylo zaznamenáno šíření látky, jakým způsobem a jaká opatření byla aplikována pro zabránění a monitoring šíření. Hrozba kontaminace vodních ploch, zdrojů pitné vody, kontaminace půd a vegetace v okolí, úhyn zvířete v důsledků požití kontaminace potravy apod.	D
4	Okolí hodnocené lokality	...je v okolí ochranné pásmo vodního zdroje?	Definovat vzdálenost a možnost kontaminace, stanovení nebezpečnosti látky pro tuto lokalitu, zda již byla provedena monitorovací opatření a opatření pro zabránění kontaminace. Výsledek monitorování. V případě kontaminace, definovat opatření, pro sanaci, doba nemožnosti využití vodního zdroje pitné vody, řešení dodávky náhradního zdroje pitné vody.	D
		...je v okolí zemědělsky využívaná lokalita?	Definovat vzdálenost a možnost kontaminace unikající látkou, stanovení nebezpečnosti pro tuto lokalitu, zda bylo nutné aplikovat opatření pro zjištění, zda byla lokalita zasažena a projeví se na ní účinky uniklé látky, jaká opatření byla případně využita pro zabránění kontaminace této lokality	E
		...je v okolí oblast chráněná zvláštním režimem?	Definovat vzdálenost a možnost kontaminace unikající látkou, stanovení nebezpečnosti pro tuto lokalitu, vymezení zranitelných prvků lokality (např. chráněné rostlinné druhy), zda bylo nutné aplikovat opatření pro zjištění, zda byla lokalita zasažena a projeví se na ní účinky uniklé látky, jaká opatření byla případně využita pro zabránění kontaminace této lokality	E

Uvedená tabulka 9 je návrhem sestavení formulace pro analýzy „Co se stane když...“ a otázky i odpovědi v ní formulované jsou obecným příkladem, vztaženým k související problematice. Odpovědi na otázky, které jsou v tabulce uvedeny, musí obsahovat informace, na jejichž základě může být vytvořeno hodnocení závažnosti škod (viz tabulka 10). Tato analýza je prvním krokem formulace problémové situace a souvisejících problémů. Zároveň je podkladem pro charakteristiku struktury řešené entity.

Tab. 10 Hodnocení odpovědí dle závažnosti výsledků ve vztahu ke vzniku škod na ŽP

Označení	Význam	Charakteristika
A	Nevýznamný	Nemá vliv na vznik škod na složkách ŽP.
B	Mírně významný	Může mít vliv na vznik škod na některé ze složek ŽP.
C	Významný	Má vliv na vznik škod konkrétní složce ŽP.
D	Vysoce významný	Má vliv na vznik škod na 1 a více složek ŽP.
E	Kritický	Má vliv na vznik škod na více než dvou složkách ŽP.

Otázky, které jsou položeny, odráží předmětnou problematiku. Nicméně již během analýzy nebo jejího vyhodnocení, mohou vyvstat nové otázky případně neúplné odpovědi, které je nutné následně doplnit. V takovém případě pak musí být znovu vytvořena zpětná kontrola hodnotitele a jeho týmu (např. odborníka v oblasti chemie). Hodnocení odpovědí dle tabulky 10, bylo sestaveno za účelem vytvoření první fáze preferencí a hierarchie poškození jednotlivých složek ŽP a jejich prvků. Výsledky této analýzy mohou zároveň pomoci při identifikaci škod, které se doposud neprojevily nebo například nebyly posuzovány v souvislosti se vzniklou havárií. I proto je důležité výsledky ověřit, doplnit a blíže specifikovat. K tomuto účelu byly vybrány metody, které umožňují vytvářet scénáře nebezpečí s grafickým znázorněním pomocí stromových diagramů, jejíž aplikaci popisuje následující kapitola.

4.2.3 Aplikace metody Analýzy stromu událostí (ETA)

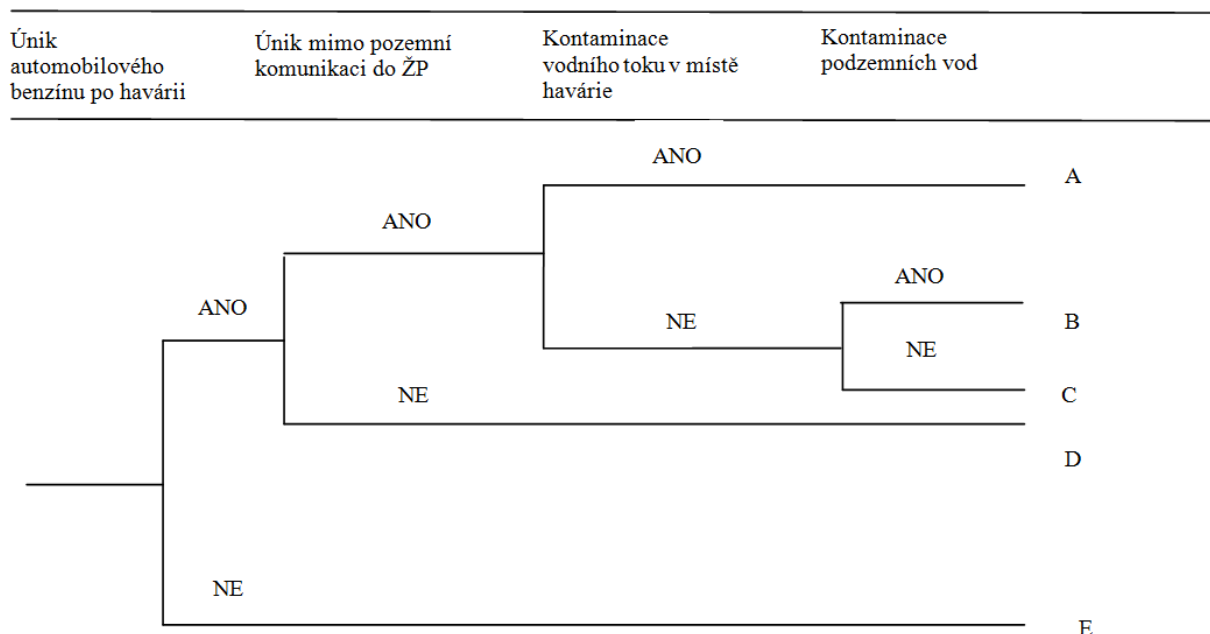
Metoda *Analýzy stromu událostí (ETA)* byla aplikována s cílem identifikovat všechny škody na složkách ŽP způsobených NCHL uniklých po havárii na pozemní komunikaci. Metoda byla zvolena pro post-nehodovou událost, kdy jsou systematicky zjišťovány škody, jako tzv. koncové události (Paleček, 2005). Nejprve byl definován postup sestavení a vytvoření stromového diagramu s logickou strukturou a to způsobem uvedeným na obrázku 29 (ČSN EN 62502 (010676), 2011).

Rozsah uvedené metody musí vždy odrážet řešenou událost a její projevy. Zohledněny tak musí být škody na ŽP, které s havárií a únikem NCHL souvisí. Dodržením tohoto pravidla nedojde ke ztrátě přehlednosti a hlavního cíle, kterého má být při aplikaci dosaženo.



Obr. 29 Princip aplikace metody ETA zpracován dle zásad ČSN 62502 (010676)

Výsledky v podobě koncových událostí odráží vzájemné souvislosti mezi působícími faktory na iniciační událost. To znamená, že v rámci metody jsou zaznamenávány i vazby a jejich podstatnost, která se týká vzniku škody na ŽP, jejím projevu a rozsahu. Získané koncové události by se tak měly odrážet v působení souvisejících faktorů. Dochází tak k naplnění dalších atributů, které vyžadují definici vazeb a vliv okolí na konkrétní entitu. Metodu ETA je možné aplikovat ve dvou fázích (způsobené škody celkově a na konkrétní složce ŽP). První slouží pro identifikaci a stanovení škod na ŽP vzniklých v souvislosti s havárií a únikem NCHL do ŽP. Analyzovány jsou proto procesy a působící faktory vedoucí ke vzniku škody. Výsledkem je tak koncová událost vypovídající o existenci nebo neexistenci škody na konkrétní složce (obrázek 30).



Obr. 30 Příklad aplikace analýzy ETA a identifikace škod na složkách ŽP

Koncové události jsou označeny písmeny A – E, jejichž charakteristika je uvedena v tabulce 11. V některých případech, může nastat stejný koncový prvek více než jednou, a proto je cílem tohoto označení je zpřehlednit a zjednodušit interpretaci výsledků.

Tab. 11 Příklad hodnocení koncových událostí analýzy ETA

Koncový prvek	Význam
A	NCHL unikla do vodního toku v místě havárie.
B	NCHL unikla do ŽP, došlo ke kontaminaci půdy a vegetace, došlo ke kontaminaci podzemních vod.
C	NCHL unikla do ŽP, došlo ke kontaminaci půdy a vegetace. Nedošlo k průsaku do podzemních vod.
D	NCHL se nedostala mimo pozemní komunikaci, byla sanována běžnými prostředky.
E	Po havárii nedošlo k úniku NCHL do ŽP

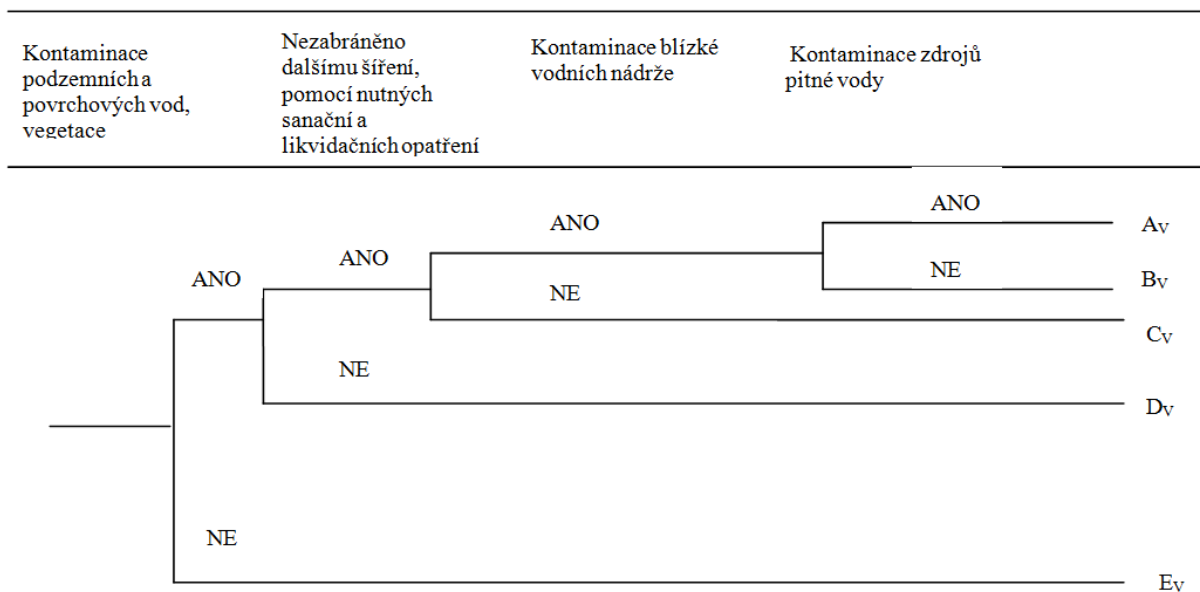
V druhé fázi je s ohledem na složitou strukturu ŽP a odlišné působení některých NCHL z pohledu jejich nebezpečných vlastností, vhodné analýzu ETA rozdělit do kategorií a to zejména v případě, kdy jsou účinky NCHL nebezpečné pro více než jednu nebo pouze pro jednu složku ŽP.

Návrh rozdělení je následující:

- škoda na podzemních a/nebo povrchových vodách,
- škoda na půdách a horninovém prostředí,
- škoda na biotických složkách prostředí,
- škoda na ovzduší.

Analýza aplikovaná pro tyto jednotlivé kategorie by měla být zvolena, jak bylo již uvedeno, dle nebezpečných vlastností uniklé látky. Příklad vysvětlující aplikaci uvedené metody uvádí obrázek 31, na kterém jsou zároveň patrné vazby mezi působícími faktory a koncovými událostmi v podobě vzniklých škod. Koncové události a jejich označení je od první fáze aplikace metody ETA odlišeno dle označení indexem, který se vztahuje ke konkrétní zasažené složce ŽP:

- *v* – vodní prostředí,
- *p* – půdní prostředí,
- *b* - biotická složka
- *o* – ovzduší.



Obr. 31 Příklad aplikace analýzy ETA a identifikace škod pro konkrétní složku ŽP

Následující tabulka 12 vysvětluje význam koncových událostí v podobě škod vzniklých v rámci kategorie vodní prostředí a vegetace.

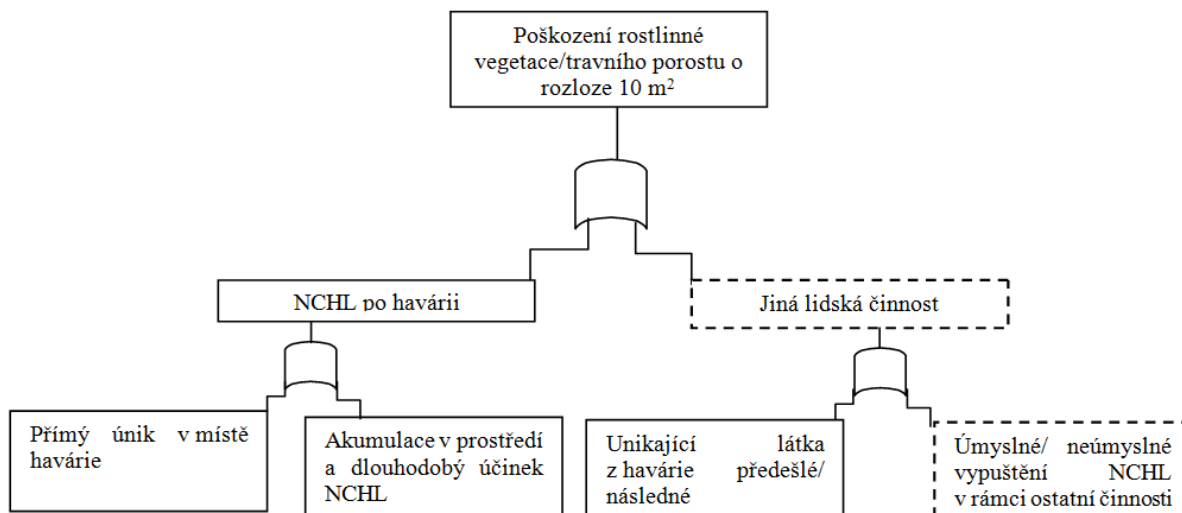
Tab. 12 Příklad hodnocení koncových událostí analýzy ETA pro vodní prostředí

Koncový prvek	Význam
A _v	NCHL se rozšířila do okolí prostřednictvím podzemních a povrchových vod, předpoklad poškození vegetace, úhyn živočichů, předpoklad vyšších škod než u B _v). Kontaminace pstruhových vod v části vodního toku. Kontaminace vodní nádrže určené pro chov ryb. Kontaminace zdrojů pitné vody prostřednictvím podzemních vod.
B _v	NCHL se rozšířila do okolí prostřednictvím podzemních a povrchových vod, předpoklad poškození vegetace, úhyn živočichů, předpoklad vyšších škod než u C _v). Kontaminace pstruhových vod v části vodního toku. Kontaminace vodní nádrže určené pro chov ryb. Zabráněno kontaminaci zdrojů pitné vody.
C _v	NCHL se rozšířila do okolí prostřednictvím podzemních a povrchových vod, předpoklad poškození vegetace, předpoklad vyšších škod než u D _v). Kontaminace pstruhových vod v zasažené části vodního toku. Zabráněno kontaminaci vodních nádrží.
D _v	Škody vznikly v místě úniku (zabráněno šíření), předpoklad poškození vegetace, úhyn živočichů.
E _v	Unikající NCHL nekontaminovala podzemní ani povrchové zdroje vody.

Na základě získaných údajů lze formulovat požadavky na splnění atributů, které již byly zmíněny a zároveň výsledky přispívají k bližší formulaci problémové situace a problémů, posouzení dynamičnosti konkrétní entity a definici volby metod pro stanovení výše souvisejících škod na ŽP. Jak již bylo zmíněno, některé škody na ŽP, které jsou identifikovány, nemusí plně souviset s vyšetřovanou havárií a jejími následky. Proto je vhodné, zejména ve sporných situacích aplikovat metodu Analýzy stromu poruch, jejíž využití pro řešenou problematiku, je uvedena v následujícím textu.

4.2.4 Aplikace metody Analýzy stromu poruch (FTA)

Metoda *Analýzy stromu poruch (FTA)* byla pro návrh systémového přístupu stanovení výše škod na ŽP v souvislosti s transportem NCHL, navržena pro aplikaci a to ve dvou formách. Tou první je již zmiňovaná potřeba zajištění zpětné kontroly a kvality výsledků v případech, kdy je nutné doložit souvislost vzniklé škody s havárií a únikem NCHL. Některé škody mohou vznikat až jako sekundární jev způsobený jinými objekty a faktory (např. při likvidaci havárie, v souvislosti s předcházející nebo až posléze nastalou událostí, s procesy probíhajícími v blízkém okolí).



Obr. 32 Příklad aplikace analýzy FTA pro vyšetření souvislosti havárie s únikem NCHL a vzniklou škodou na ŽP

Z uvedené analýzy FTA vyplývají možné scénáře popisující, jak došlo ke vzniku poškození ŽP. Důležité je také posoudit, jaká cesta příčin vedla k vrcholové události. Proto je vhodné vrátit se k již vytvořeným informačním základům, které určují přesnou lokaci úniku a čas havárie, stejně jako množství uniklé NCHL a její ekotoxické vlastnosti. Na základě takto zjištěných údajů a případných odborných konzultací (např. v oblasti chemie), lze určit a vymezit příčiny vzniku a to například zvýrazněním této příčiny, jako je uvedeno na obrázku 32.

Druhou formou aplikace metodologie FTA je vymezení struktury celého systému nebo jeho jednotlivých subsystémů a uvědoměním si jednotlivých souvislostí mezi nimi. Konkrétně se jedná o příčiny vedoucí ke vzniku havárie s únikem NCHL. Při aplikaci této metody dojde stejně jako u metody ETA k detailnějšímu naplnění atributů systémového přístupu.

Uvedená logická hradla AND a OR, byla zvolena jako dostačující s ohledem na potřeby aplikace metody v rámci řešení. Na základě určení logických hradel lze stanovit podstatnost a závislost jednotlivých prvků na sobě v rámci celého analyzovaného procesu. Zvláště v případě hradla AND, kdy musí nastat všechny podmínky (vyskytnout se musí všechny faktory) aby nastala situace z nich vycházející, která musí být vždy rovna jedné. U hradla OR musí být splněna jedno nebo všechny podmínky, ze kterých pak vychází následná situace (ČSN EN 61025 (010676), 2007). Souvislosti mezi jednotlivými prvky a podmínkami hodnoceného systému nebo jeho subsystému je vhodné konzultovat s cílem získání objektivního názoru, zejména v situacích, kdy je posuzovaná oblast, která nespadá do přímé gesce hodnotitele.

S ohledem na heterogenitu celého systému, který tvoří ŽP a jeho subsystémy, byl do problematiky řešení zaveden i krok hodnocení zranitelnosti složek a prvků ŽP, který je uveden v následující kapitole 4.3. Význam tohoto hodnocení dokládá i potřeba naplnění dalšího atributu a to zohlednění vlivu hodnocené oblasti a na ní vzniklé škody vůči okolí, dynamické vlastnosti a přípustnost i možnosti deterministického chaosu, který může být vlivem různých faktorů uvnitř i vně systému ovlivněn.

4.3 Hodnocení zranitelnosti složek ŽP v souvislosti se vznikem škod

Škody na ŽP, mají proměnný charakter, jak již bylo zmíněno v kapitolách výše. Významným faktorem je i zranitelnost složek a prvků v rámci zasaženého území. Na základě aplikace uvedených metod byla vymezena poškození a jejich stručná charakteristika, která souvisí se zasaženou lokalitou. Pokud bude do posouzení zohledněn prvek zranitelnosti, bude znalec schopen lépe stanovit závažnost poškození. Za tímto účelem byl vytvořen jednoduchý postup hodnocení, který je založen na kvalitativním posouzení. V případě, že by chtěl znalec detailněji posoudit zranitelnost lokality vůči NCHL, pak je možné aplikovat některé jiné metody (MŽP, 2003, Vaněček, 2002, Adamec et al. 2003). Ty ovšem mají svá omezení, jako jsou požadavky na minimální množství uniklé NCHL (např. 1 t) nebo jejich zaměření pouze na vodní prostředí. I proto byl uvedený postup hodnocení založen na obecném charakteru. Výstupy aplikace dále uvedeného postupu vypovídají o hodnotě zranitelnosti ve vztahu ke konkrétní složce ŽP. Stanoveny následující charakteristiky, na jejichž základě je provedeno kvalitativní hodnocení:

- míra zranitelnosti,
- ohrožená funkce ŽP,
- závažnost narušení funkce ŽP s ohledem na nezbytná nápravná opatření.

Pro možnost stanovení charakteristiky zranitelnosti zasaženého území a jeho složek, byly navrženy tabulky s hodnocením (tabulka 13 – 15), které umožňují pomocí kombinace jednotlivých hodnot vytvořit přehledný popis a sestavit stupnici pro definici škod dle závažnosti.

Tab. 13 Míra zranitelnosti složek ŽP

Hodnota	Význam	Charakteristika
0	žádná	Není ovlivněna funkce složky.
1	mírná	Krátkodobé narušení funkce složky se schopností regenerace.
2	střední	Narušení funkce složky, se schopností samostatné regenerace s pomocí jednorázového zásahu člověka.
3	významná	Narušení funkce složky, bez schopnosti regenerace bez významného zásahu člověka.
4	vysoce významná	Dlouhodobé narušení funkce složky bez schopnosti regenerace, vyžadující zásadní zásah člověka k obnově.
5	fatální	Nevratné poškození funkčnosti složky.

Míra zranitelnosti popisuje, jak je zasažená složka citlivá vůči působení negativních faktorů a zda dochází k narušení funkčnosti složek ŽP. Docházet může ke škodám krátkodobého nebo dlouhodobého charakteru na půdách, vodách, rostlinách apod. Zároveň může dojít k poškození více složek zároveň. Pro komplexnost hodnocení je ještě nezbytné určit, které funkce byly poškozeny a budou na nich hodnoceny škody. Jedná se o poškození produkčních nebo mimo produkčních funkcí, případně obou dvou funkcí zároveň.

Tab. 14 Zranitelná funkce ŽP, kde je předpokládáno poškození

Hodnota	Význam
A	Produkční
B	Mimoprodukční

Výsledné označení pak popisuje míru zranitelnosti jedné z funkcí ŽP, kdy může být kombinace uvedena od A0 až po A5, stejně tak B0 – B5. Zároveň mohou být označení kombinována např. vodní prostředí A1 B3, což znamená, že zasažené vodní prostředí je vůči působení negativních faktorů mírně zranitelné a nejsou zde předpokládány velké škody. Naopak v případě mimoprodukčních funkcí, lze již očekávat nutný zásah člověka k navrácení do původního stavu. Potřebnost rozsahu nápravných opatření, popisuje tabulka č. 15, kde je zároveň charakterizována náročnost nápravných opatření. Rozdělení těchto opatření (primární, sekundární a terciární), bylo vytvořeno v souladu se Směrnicí 35/2004/ES o odpovědnosti za ŽP.

Tab. 15 Rozsah nápravných opatření

Hodnota	Význam	Charakteristika
a	bez zásahu člověka	Schopnost samovolné regenerace.
b	jednoduchá nápravná opatření bez další kontroly	Primární opatření, bez nutnosti opakování .
c	nápravná opatření s kontrolou	Vyžaduje kontrolu funkčnosti a případnou aplikaci sekundárních opatření. Vyžadují složitější technickou náročnost a posouzení rozsahu škod.
d	primární a sekundární opatření s opakovanou aplikací a kontrolou	Rozhodnutí o aplikaci více metod sanačních opatření s monitoringem a kontrolou místa události.
e	nápravná opatření vyžadující primární až terciární nápravná opatření	Aplikace primárních a sekundárních opatření s nutností aplikace terciárních opatření po dobu regenerace, nebo nahrazující funkce poškozeného ŽP.

Jak vyplývá z uvedených tabulek 13 až 15, na základě této specifikace je popsán charakter zranitelnosti prostředí pro potřeby stanovení výše škod na ŽP. Jedná se o jednoduchý popis (např. povrchové vody – A2b, B3c), který zároveň přispívá k odhalení již existujících nebo vznikajících poškození, které lze dále hodnotit. Na základě vytvoření bližší specifikace zranitelnosti je možné znovu provést komplexní analýzu rizika s hodnocení jednotlivých škod, ke kterým došlo nebo může následně docházet a vytvořit tak přesnější model vývoje události včetně dopadů. Určení zranitelnosti je zároveň součástí stanovení preferencí závažnosti škod (viz kap. 4.4) a jejich klasifikace (např. rozsahu, složky ŽP). Navržený postup stanovení zranitelnosti poukázal na nezbytnost implementace tohoto prvku do problematiky stanovení výše škod na ŽP. Důvodem je

zejména její proměnný charakter v kontextu s povahou zasaženého biotopu a charakterem úniku NCHL, které mohou výsledek oceňování výrazně ovlivnit.

4.4 Kategorizace škod na ŽP pro účely stanovení jejich výše

V návaznosti na hodnocení zranitelnosti zasaženého území a identifikaci zranitelných míst, lze následně přistoupit k samotné charakterizaci vznikajících škod. Vytvořením jejich popisu mohou být vzniklé škody na ŽP klasifikovány a rozděleny do kategorií hodnotící jejich závažnost. Na základě této kategorizace bude znalec schopen získat přehled všech škod, které byly způsobeny, nebo které se ještě mohou v souvislosti s působením NCHL na ŽP po havárii projevit. Zároveň bude možné posoudit, zda byla pro likvidaci a nápravu škod aplikována vhodná opatření, která vedla k jejich odstranění.

Provedená kategorizace škod na ŽP v souvislosti s transportem NCHL byla založena na zpracování údajů o reálných haváriích během přepravy NCHL, kdy byly vyhodnoceny statistické údaje poskytnuté PČR (viz Bocán, 2014; Bukovský, 2015). Na základě této analýzy byly stanoveny charakteristiky, které popíší povahu havárie vztahující se ke vzniku škod a zároveň povahu škody na ŽP, které po nich vznikly. Konkrétně se jedná o následující klasifikaci:

- fáze, v rámci které došlo k havárii,
- druh NCHL, její ekotoxicita a další nebezpečné vlastnosti,
- uniklé množství NCHL s ohledem na ekotoxicitu
- zasažené složky s ohledem na stanovenou zranitelnost vůči uniklé NCHL.

Pro jednotlivé kategorie klasifikace, byly následně vytvořeny hodnotící tabulky 16 - 24. Na jejich základě je možné popsat havarijní událost s únikem NCHL a stanovit tak závažnost vzniklých škod pro jednotlivé složky ŽP.

Charakteristika dle druhu havárie

V případě havárie s únikem NCHL do ŽP záleží, zda se jedná o mobilní nebo ložnou fázi přepravy. Význam této fáze je vhodné charakterizovat z důvodu odhadu závažnosti vzniklých škod a posouzení opatření, která byla vytvořena. *Ložná fáze* zahrnuje nakládání, vykládání nebo například čištění přepravního obalu (např. cisterny). V této fázi, je vozidlo v klidu a nachází se často v místech, kde jsou již zavedena preventivní opatření pro případ úniku NCHL a je známé okolí (ŽP). Mezi taková preventivní a bezpečnostní opatření patří zachytné kanálky a jímky, sorbenty apod. *Mobilní fáze* zahrnuje samotný transport, kdy jsou v případě havárie dostupné pouze omezené prostředky pro zabránění šíření NCHL do prostředí a dochází zde i k prodlení v době od nahlášení po započetí likvidace havárie.

Tab. 16 Klasifikace havárie dle fáze transportu

Fáze	Označení	Charakteristika
Ložná	L	Únik NCHL při nakládání/vykládání/čištění přepravních obalů. Existence preventivních a bezpečnostních opatření proti úniku do ŽP. Znalost okolí.
Mobilní	M _A	Únik NCHL při pohybu v areálu objektu pro nakládku/vykládku/čištění. Dostupnost preventivních a bezpečnostních opatření proti úniku do ŽP. Znalost okolí.
	M _V	Únik NCHL během přepravy. Dostupnost omezených bezpečnostních opatření proti úniku do ŽP. Nedostatečná znalost okolí.

S ohledem na to, že k havárii při přepravě může dojít již v areálu odkud, nebo kam je NCHL přepravována, byla mobilní fáze rozdělena do dvou klasifikačních stupňů. První s označením M_A , která je označením pro dopravní havárii v areálu, který je výchozím nebo cílovým místem. Druhým je označení M_V , které značí mobilní fázi již mimo uváděný areál. Uvedené rozdělení bylo nezbytné i s ohledem na dostupnost uváděných opatření, pro snížení dopadů a rozsah škod na ŽP v případě havárie. Následně byla klasifikace provedena s ohledem na ekotoxické a další nebezpečné vlastnosti NCHL, které byly uvedeny již v rámci kapitoly 2.

Charakteristika dle druhu NCHL

Jako podklad opět sloužila statistická data pro látky, které patří mezi nejčastěji přepravované a které během reálných havárií v ČR unikly. Údaje o ekotoxicitě, dalších nebezpečných vlastnostech a schopnostech jejich šíření vychází z bezpečnostních listů společností, které se jejich výrobou nebo přímou distribucí zabývají. Rizikem pro práci s bezpečnostními listy byla jejich neúplnost nebo neaktuálnost. Proto bylo vždy kontrolováno datum vystavení a poslední aktualizace tohoto listu s důrazem na původ tohoto listu přímo od výrobce. Zároveň byly vždy vyhledány alespoň tři bezpečnostní listy pro každou látku označenou konkrétním kódem UN, pod kterým se NCHL přepravuje. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 17, která je sestavena dle počtu úniků těchto látek mezi roky 2009 – první polovina roku 2015.

Tab. 17 Charakteristika NCHL dle jejich ekotoxicity dle statistiky nehod vozidel v režimu ADR 2009 – 2015

Chemická látka (UN kód/název/skupenství)	Ekotoxicita pro konkrétní složku ŽP (příp. další nebezpečné vlastnosti, NV)	Schopnost šíření v terénu (složky ŽP a jejich ohrožené prostředí)
1203 nafta motorová, kapalina	Akutní toxicita pro vodní prostředí, vytváří souvislou vrstvu zabráňující přístupu kyslíku. Další NV: Hořlavá látka, uvolňující oxidy uhlíku, síry, dusíku.	voda (podzemní a povrchová voda, kanalizace), půda
1202 benzin, kapalina	Toxická pro vodní prostředí, Na povrchu vody vytváří souvislou vrstvu zabráňující přístupu kyslíku. Další NV: Vysoce hořlavá látka, může uvolňovat oxid uhelnatý, riziko vzniku výbušné směsi par,	voda, (podzemní a povrchová voda, kanalizace), půda, příp. hořlavé páry v ovzduší
1965 propan-butan, plynná směs, zkapalněná pod tlakem	Ekotoxicita není stanovena. Další NV: Extrémně hořlavý plyn, výbušný po iniciaci	ovzduší (těžší než vzduch, drží se u země, podzemní prostory)
1978 propan, plyn, zkapalněný pod tlakem	Ekotoxicita není stanovena. Další NV: extrémně hořlavý plyn, při zahřívání může explodovat, styk s odpařující se kapalinou může způsobit omrzliny	ovzduší (těžší než vzduch, drží se u země, podzemní prostory)
3257 látka zahřátá, kapalná, při teplotě 100°C nebo vyšší nebo nižší než je její teplota vzplanutí (vč. roztavených kovů, solí atd.), plněná při teplotě nižší než 190°C	Ekotoxicita není stanovena. Další NV: hořlavá, kapalná s vysokou teplotou	půda
1977 dusík, plyn, zchlazený a zkapalněný	Může způsobit poškození vegetace mrazem. Další DV: Působí dusivě při vysokých koncentracích	ovzduší (plyn a páry jsou těžší než vzduch, šíří se u země, příp. v podzemních prostorách)
3077 fungicid, tuhá látka	Vysoce toxický pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky Další DV: nejsou	voda, půda (malá pohyblivost)
1263 barvy, kapalina	Škodlivá pro vodní organismy s dlouhodobými účinky Další NV: hořlavá kapalina a její páry	půda, voda (směs je nízko viskózní kapalina s velkým rozptylem v ŽP zejm. prostřednictvím podzemních vod), ovzduší (těkavé organické látky mají potenciál poškozovat ozonovou vrstvu)
1866 pryskyřice, kapalina (s bodem vzplanutí pod 23 °C a viskozitou podle 2.2.3.1.4; s bodem varu nižším než 35 °C)	Ekotoxicita není stanovena. Další NV: hořlavá kapalina a její páry	půda (podzemní prostory), ovzduší (uvolněné páry), voda
1915 cyklohexanon, kapalina	Slabě škodlivý pro vodní prostředí. Další NV: hořlavá kapalina a její páry, při silném zahřátí vytváří výbušné směsi	voda (povrchová, podzemní, kanalizace), půda, ovzduší (uvolněné páry)
1361 uhlí nebo saze, živočišného nebo rostlinného původu, pevná látka	Ekotoxicita není stanovena. Další NV: hořlavá, samozápalná látka	půda, voda (v příp. sazí tekoucí vody)
2672 Amoniak (čpavek), roztok, vodný s hustotou mezi 0,880 a 0,957 kg/l při 15 °C, s více než 10 %, ale nejvíce 35 %	Vysoce toxický pro vodní organismy. Další NV: poleptání, podráždění kůže a dýchacích cest, výbušný	půda, voda (podzemní, povrchová, kanalizace)

Chemická látka (UN kód/název/skupenství)	Ekotoxicita pro konkrétní složku ŽP (příp. další nebezpečné vlastnosti, NV)	Schopnost šíření v terénu (složky ŽP a jejich ohrožené prostředí)
amoniaku		
2586 kyselina methansulfonová $\geq 99,5\%$, kapalina	Slabě nebezpečná pro vodní prostředí. Další NV: způsobuje poleptání, korozivní	voda, půda
1824 hydroxid sodný, roztok, kapalina	Slabě nebezpečný pro vodní prostředí – zvyšuje pH prostředí. Další NV: způsobuje poleptání	půda, voda (podzemní prostory, kanalizace, podzemní vody, odpadní vody, jímky)
2187 oxid uhličitý, kapalný, hluboce zchlazený	Ekotoxicita není stanovena. Další NV: výbušnost při zahřívání, Dusivé účinky pro živé organismy	půda, ovzduší (uvolněné páry)
1830 kyselina sírová, obsahující více než 51% kyseliny, kapalina	Škodlivá pro vodní prostředí, mění pH prostředí, ohrožuje zdroje pitné vody, toxická pro ryby a plankton. Další NV: způsobuje poleptání	půda (vysoká schopnost mobility), voda (podzemní i povrchové)
1170 ethanol (etylalkohol) a jeho směsi, kapalina	Škodlivá pro vodní prostředí ve velkých koncentracích. Další NV: hořlavá kapalina a její páry	voda, (podzemní a povrchová voda, kanalizace), půda, ovzduší (uvolněné páry)
1951 argon, hluboce zmrazený, kapalný	Ekotoxicita není stanovena. Další NV: způsobuje omrzliny, dusivé účinky pro živé organismy při velkých koncentracích	půda, ovzduší (uvolněný plyn)
1013 oxid uhličitý	Ekotoxicita není stanovena. Další NV: výbušnost při zahřívání, dusivé účinky pro živé organismy	půda, ovzduší (uvolněné páry)
1789 kyselina chlorovodíková (10 % roztok), kapalina	Škodlivá pro vodní organismy, mění pH prostředí. Další NV: leptá pokožku	voda (podzemní, povrchové, půda)
1066 dusík, stlačený plyn	Ekotoxicita není stanovena. Další NV: dusivé účinky pro živé organismy	půda, ovzduší (uvolněný plyn)
1072 kyslík, stlačený plyn	Ekotoxicita není stanovena. Další NV: podporuje hoření	ovzduší (uvolněný plyn)
1073 kyslík hluboce zchlazený, kapalný	Ekotoxicita není stanovena. Další NV: způsobuje omrzliny, podporuje hoření	ovzduší (uvolněný plyn)
1402 karbid vápenatý, pevný	Ekotoxicita není stanovena. Další NV: uvolňuje hořlavé plyny při styku s vodou, dráždivý	voda (podzemní a povrchová)
1301 vynilacetát, kapalina	Škodlivý pro vodní prostředí Další NV: hořlavá kapalina a její páry	voda (podzemní a povrchová)
1719 látky alkalické, žíravé, kapalné (hydroxid sodný)	Nebezpečný pro vodní prostředí, mění pH prostředí. Další NV: způsobuje poleptání	voda (podzemní, povrchová)

Jak z uvedených výsledků vyplývá, motorová nafta a automobilový benzín patří mezi nejčastěji unikající přepravované látky. Tento počet však lze přiřadit i frekvenci s jakou jsou právě tyto látky přepravovány. Zároveň z tabulky vyplývá, že nejvíce jsou látky nebezpečné pro vodní prostředí, které znemožní přístup kyslíku nebo způsobí změnu pH prostředí. Následně se projevují nebezpečné vlastnosti, jako je hořlavost, výbušnost, poleptání, omrzliny nebo dusivý účinek. Tyto další nebezpečné vlastnosti jsou tak rizikové zejména pro suchozemskou vegetaci a zvířata. Dle údajů získaných analýzou a vyhodnocením NCHL s nejvyšší frekvencí nehodovosti během přepravy v tabulce 17, byly vytvořeny kategorie dle skupenství NCHL, do kterých byly uvedeny informace o nebezpečných vlastnostech, prvků složek ŽP, kde na ně tyto vlastnosti působí a prostředí šíření uniklé látky (tabulky 18 – 20). Pro jednotlivé kategorie dle skupenství bylo aplikováno indexové označení kapalných látek (l), plyných látek (g) a pevných látek (g).

Tab. 18 Kategorizace kapalných (l) NCHL dle jejich nebezpečných vlastností

Kategorie	Vlastnost	Složky ŽP, na kterých se mohou projevit škody	Šíření NCHL
1 _l	dusivé účinky	vodní vegetace a živočichové	povrch vodní hladiny
2 _l	změna pH	vodní vegetace, kvalita vody, půda a vegetace	voda, půda
3 _l	toxicita/otrava	vodní vegetace a živočichové, kvalita vody, vodní ptactvo a savci, vegetace a živočichové	voda, půda
4 _l	hořlavost/výbušnost (po iniciaci)	vodní vegetace, okolí vodního toku	půda, příp. voda (hořlavost)

Tab. 19 Kategorizace plyných (g) NCHL dle jejich nebezpečných vlastností

Kategorie	Vlastnost	Složky ŽP	Šíření NCHL
1 _g	dusivé účinky	vegetace a živočichové	ovzduší
2 _g	hořlavost/výbušnost (po iniciaci)	vegetace, živočichové	ovzduší
3 _g	poleptání	vegetace, živočichové (po přímém styku s NCHL nebo vdechnutí)	ovzduší
4 _g	dráždivost/omrzliny	vegetace, živočichové (po přímém styku s NCHL nebo vdechnutí)	ovzduší

Tab. 20 Kategorizace pevných (s) NCHL dle jejich nebezpečných vlastností

Kategorie	Vlastnost	Prvky složky ŽP	Šíření NCHL
1 _s	hořlavost/výbušnost (po iniciaci)	vegetace a živočichové	půda
2 _s	dusivé účinky	vegetace a živočichové (vrstva uniklé NCHL v pevném stavu)	půda
3 _s	dráždivost	vegetace a živočichové, (přímý styk s NCHL)	půda, voda

Uvedená klasifikace dle skupenství umožňuje definovat zasaženou složku ŽP a ekotoxické účinky na ně. Záleží však na celkovém množství, které tuto lokalitu zasáhne. Důležité je rovněž zohlednit klimatické podmínky, které na šíření a působení těchto NCHL mohou mít významný vliv. Zvláště se jedná o kapalně a plynné látky, které se mohou šířit dále do okolí. A je tak nezbytné stanovit ohodnotit, zda byla v souvislosti se zabráněním a identifikací škod aplikována vhodná bezpečnostní i preventivní opatření. Posouzení závažnosti poškození s ohledem na množství NCHL je potřebné založit na ekotoxických a dalších nebezpečných vlastnostech a zároveň na expozičních limitech (pokud jsou známe), které byly stanoveny pro tuto látku a jsou uvedeny v bezpečnostních listech, odborných chemických databázích, u příslušných odborů pro ochranu ŽP apod. Vycházeno by tak opět mělo být s informační a datové základny, která byla již v první fázi vytvořena. Vzhledem k rozdílnosti expozičních limitů a jejich vlivu na složky ŽP, bylo vytvořeno obecné rozdělení pro klasifikaci významu uniklého množství NCHL (viz tab. 21).

Tab. 21 Klasifikace dle významu uniklého množství NCHL

Stupeň	Význam	Charakteristika
A	žádný	NCHL nezasáhla složku ŽP nebo na ni nemá nežádoucí účinky.
B	mírný význam	NCHL zasáhla složku ŽP množstvím, které může ovlivnit některé prvky zasaženého prostředí, zejména v místě úniku.
C	významný	NCHL zasáhla složku ŽP a má na ni a její prvky nežádoucí vliv s projevem jejich poškození v místě úniku a okolí.
D	kritický	NCHL zasáhla složku ŽP a má na ni a její prvky nežádoucí vliv s projevem jejich závažného až trvalého poškození v místě úniku a okolí. NCHL se může šířit do větší vzdálenosti, kde může dojít ke vzniku škod. Příp. může dojít ke škodám v místě úniku, které nenávratně místo poškodí a naruší tak funkci lokality.

Charakteristika zasažené složky ŽP a rozdělení dle závažnosti škod

S ohledem na výše stanovené kategorie a jejich klasifikace je v neposlední řadě rovněž důležité stanovit závažnost způsobených škod a jejich vyhodnocení. Zohledněno by v tomto případě mělo být, na kterou složku ŽP má uniklá NCHL během havárie vliv a jaká je charakteristika tohoto dopadu. Proto byly v následujících tabulkách vytvořeny stupně hodnocení dle významu úniku NCHL s rozdělením dle prostředí, kde ke škodám došlo nebo jsou zde předpokládány. Opět bylo využito indexového označení (*v*, *p*, *b*), označující složky ŽP, kde se účinky NCHL nejčastěji projevují.

Tab. 22 Klasifikace hodnocení významu škod ve vodním prostředí po úniku NCHL

Kategorie	Význam	Charakteristika
1 _v	vysoká	Částečná nebo úplná devastace vodní vegetace. Nebezpečné i pro suchozemské živočichy při požití. Ztráta funkčnosti. Nepoužitelnost vodního zdroje jako pitné ani užitkové účely. Dlouhodobé projevy účinků.
2 _v	střední	Poškození vodní vegetace. Možný úhyn některých rostlin a živočichů.
3 _v	nízká	Poškození některých druhů vodní vegetace, zejména při dlouhodobém působení.
4 _v	žádná	Není prokázán vliv na vodní prostředí.

Tab. 23 Klasifikace hodnocení významu škod na/v půdním prostředí po úniku NCHL

Kategorie	Význam	Charakteristika
1 _p	vysoká	Částečná nebo úplná devastace půdního pokryvu a vegetace a to i zasažených živočichů. Ztráta funkčnosti. Dlouhodobé projevy účinků.
2 _p	střední	Poškození vegetace. Možný úhyn některých rostlin a živočichů.
3 _p	nízká	Poškození některých druhů vegetace, zejména při dlouhodobém působení.
4 _p	žádná	Není prokázán vliv na půdní prostředí.

Tab. 24 Klasifikace hodnocení významu škod pro biotickou složku po úniku NCHL

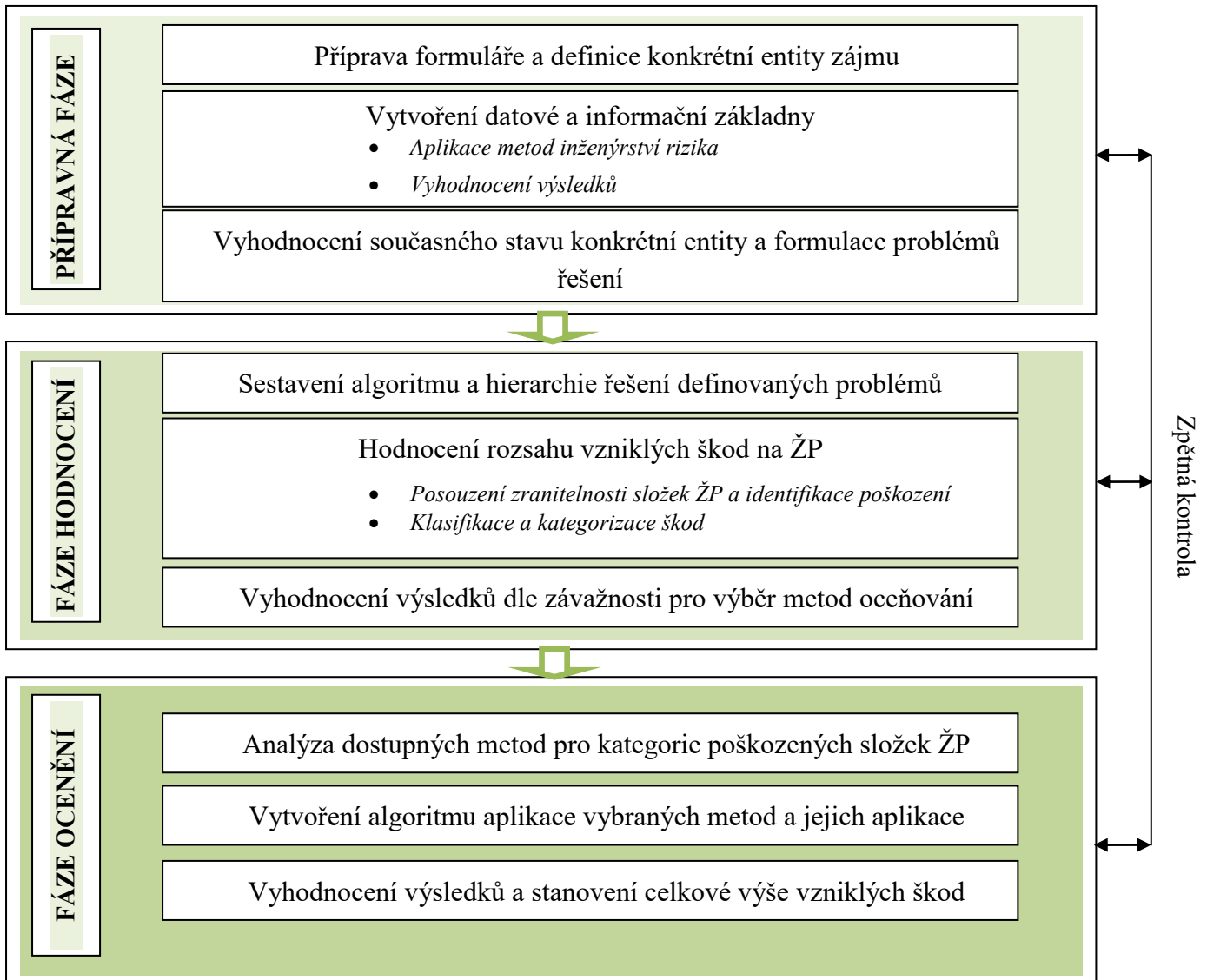
Kategorie	Význam	Charakteristika
1 _b	vysoká	Částečná nebo úplná devastace prvků biotické složky prostředí. Ztráta funkčnosti. Dlouhodobé projevy účinků.
2 _b	střední	Poškození vegetace. Možný úhyn některých rostlin a živočichů.
3 _b	nízká	Poškození některých rostlinných a živočišných druhů, zejména při dlouhodobém působení.
4 _b	žádná	Není prokázán vliv na biotickou složku prostředí.

Na základě výše uvedené klasifikace lze posoudit závažnost vzniklých škod a jejich kategorizace dle poškozené složky ŽP. Vytvořené hodnocení pomůže dále znalci zvolit vhodné metody stanovení výše škod na ŽP, které se na tyto poškozené složky buď přímo zaměřují, nebo umožňují svým přístupem jejich aplikaci. Zároveň bude mít znalec vytvořený podklad, na jehož základě bude moci zkontrolovat, zda jsou zahrnuty všechny škody na ŽP, které vznikly v souvislosti s havárií a únikem NCHL. Tento postup je doporučen jako výchozí krok pro volbu vhodných metod stanovení výše škod nebo revizi a kontrolu, zda bylo posouzení provedeno kompletně pro všechny způsobené škody. V případě, že se jedná o zpracování ocenění škod na ŽP po delším časovém úseku po havárii, mohou být zároveň identifikovány a vyhodnoceny škody na ŽP, které se projeví až po čase a nebyly tak zahrnuty do prvotního ocenění. Stejně tak může být posouzena účinnost již aplikovaných opatření.

4.5 Návrh metodologie hodnocení škod na ŽP

Na základě dosažených výsledků, které byly prezentovány v kapitolách 4.1 až 4.4, byl vytvořen návrh jednotného přístupu pro stanovení výše škod na ŽP v souvislosti s havárií během transportu NCHL. Metodologie řešení byla vytvořena v souladu s poznatky o současném stavu stanovení výše škod na ŽP, přepravě NCHL na pozemních komunikacích a přístupech a metodách vhodných

pro implementaci do řešené problematiky. Tato metodologie reaguje na skutečnost, kterou je absence jednotného postupu, který by byl zároveň přehledný a minimalizoval riziko opomenutí některých škod na ŽP. Proto byla vytvořena základní osnova (viz obrázek 33), v rámci které jsou jednotlivé přístupy a metody aplikovány. Základní přístup, který je provázaný do celé metodologie, je systémovým přístupem. Zvolené metody inženýrství rizik společně s vytvořeným posouzením zranitelnosti a kategorizací škod, byly aplikovány jako podpůrný nástroj pro naplnění atributů systémového přístupu, zpřehlednění řešení složitých problémů a zkvalitnění výsledků.



Obr. 33 Základní osnova metodologie stanovení výše škod na ŽP v souvislosti s transportem NCHL

Uvedená osnova byla rozdělena do tří fází, v jejichž rámci jsou uvedeny jednotlivé kroky hodnocení. Přípravná fáze byla zaměřena na správné vymezení problémové situace a problémů z ní vyplívajících. V první řadě ale musí být definována konkrétní entita zájmu. Ta je definována na základě nastavených atributů systémového přístupu. K jejich doplnění slouží doporučené metody inženýrství rizik:

- Metoda „Co se stane když...“ pro identifikaci složek a prvků zasažené lokality a vymezení základních hranic hodnocení,
- Metoda ETA pro vytvoření scénářů a identifikaci vzájemných vazeb mezi vzniklými škodami a působícími faktory,
- Metoda FTA pro ověření příčin vedoucích ke vzniku škody na ŽP ve spojení s havárií a únikem NCHL během transportu,
- Metoda CCA doporučená pro ověření souvislostí.

Každý z jednotlivých kroků musí být provázen zpětnou kontrolou, která byla do navrhovaného přístupu implementována formou Kontrolního seznamu, který v případě nesplnění určitého kroku neumožní dosažení konkrétního výsledku.

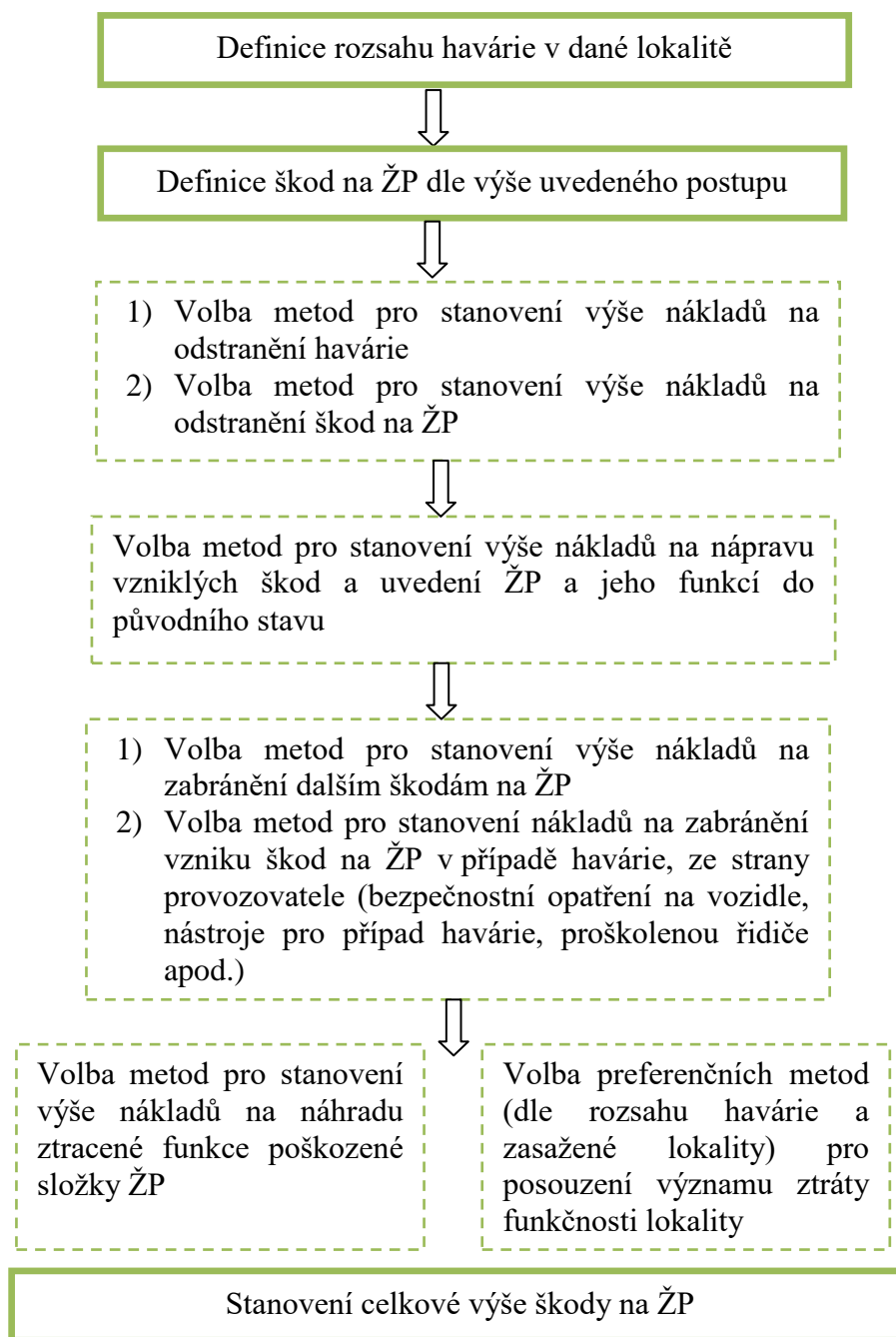
Ve druhé fázi je stanoven rozsah vzniklých škod na ŽP s jejich charakteristikou a rozdělením dle složek ŽP, na kterých vznikly. Zároveň je popsána jejich závažnost s ohledem na již aplikovaná likvidační a nápravná opatření a současný posuzovaný stav. Pro tuto charakteristiku jsou proto aplikovány:

- výstupy aplikace metod inženýrství rizik a jejich rozdělení dle zasažených složek ŽP,
- stanovení závažnosti škod na ŽP s ohledem na zranitelnost, která je popsána vytvořeným základním postupem hodnocení,
- kategorizace škod na ŽP dle vytvořeného postupu jejich klasifikace.

Na základě stanovení rozsahu škod na ŽP a je následně možné zvolit metody pro stanovení výše škod těchto vzniklých škod. První dvě fáze vytváří přehledný a komplexní podklad, který znalci umožní následně zvolené metody použít. Volba metod stanovení výše škod by měla zohledňovat nejenom náklady na odstranění, ale i další, například preventivní nebo nápravná opatření, jak bylo uvedeno v kapitole 1.3.2. Volba vhodných metod by tak měla být provedena kombinací dle následujících kategorií:

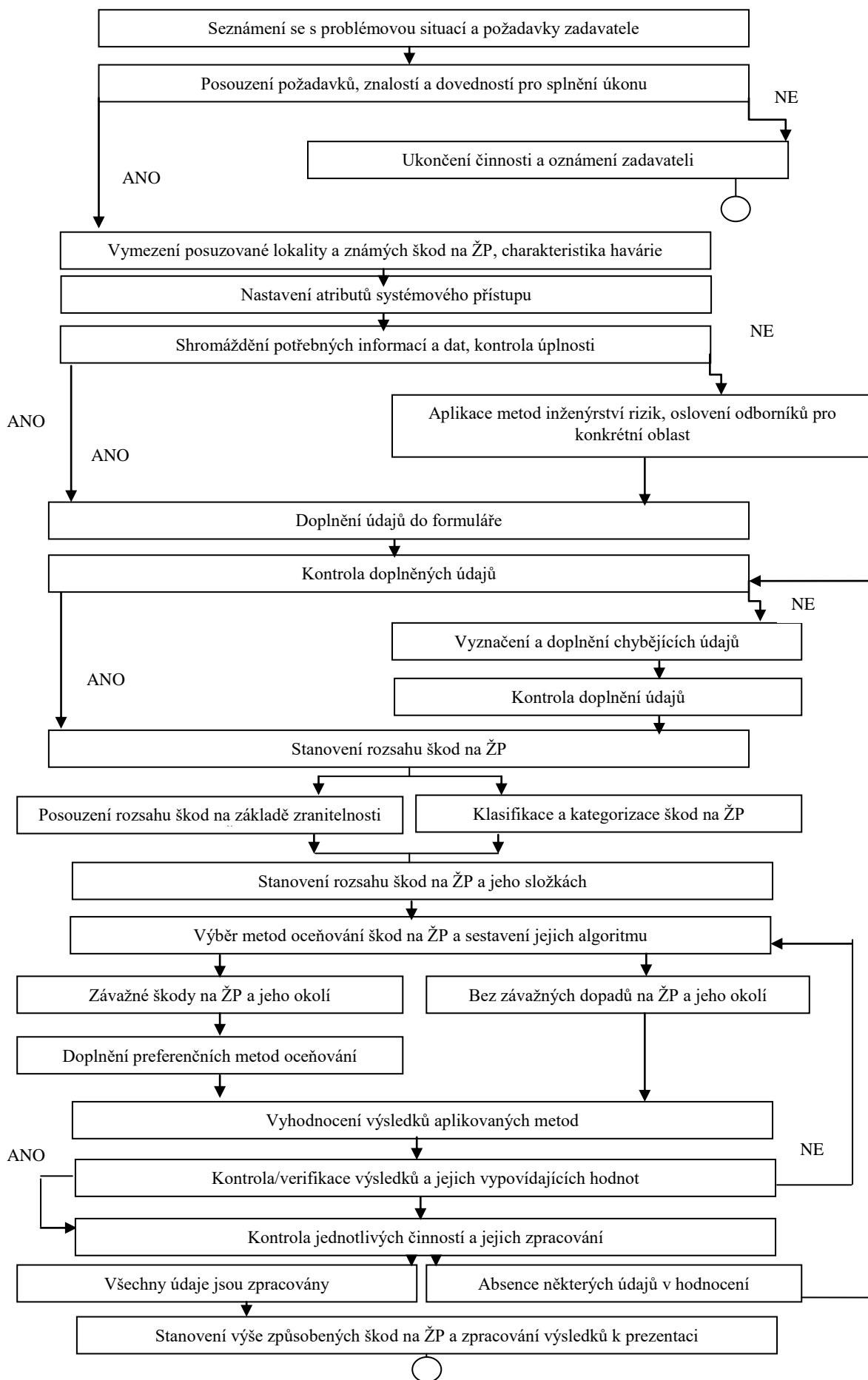
- likvidace,
- náprava,
- prevence,
- náhrada.

Volba metod stanovení výše škod, které jsou v souladu s uvedenými kategoriemi, mají vytvořit ucelený soubor metod, které pomohou ke stanovení objektivní a jednotné celkové výše způsobené škody na ŽP. S ohledem na místo události, kde k havárii došlo a její rozsah, je zároveň vhodné zvolit i metody založené na preferenčním způsobu oceňování, respektive tuto metodu do uvedené kombinace zařadit. Jedná se zejména o havárie s únikem NCHL s významným dopadem na okolí, kdy je následně omezen přístup do této lokality nebo je odepřeno po určitý časový interval užívání nejenom soukromých, ale i veřejných statků ŽP. Příkladem je omezený vstup do lesů a jiných rekreačních oblastí apod. Sestavení správné kombinace metod záleží na základním algoritmu (obrázek 34), vytvořeném s ohledem na předchozí fáze osnovy a konkrétní vymezené problémy, které jsou předmětem řešení na dané entitě.



Obrázek 34 Algoritmus volby metod pro komplexní stanovení výše škod na ŽP

Uvedená osnova a algoritmus volby metod stanovení výše škod na ŽP zahrnuje postupy a výsledky dosažené a prezentované v rámci předchozích kapitol. Jeho hlavní myšlenkou je systémový přístup pro stanovení celkové výše škod na ŽP po dopravní havárii s únikem NCHL s cílem dosažení objektivních a komplexních výsledků. Návrh jednotného přístupu a jeho jednotlivých kroků je uveden na obrázku 35.



Obrázek 35 Grafické zpracování systémového přístupu pro stanovení výše škod

Uvedený diagram obsahuje postup jednotlivých činností, které by měly být dodrženy pro splnění návrhu jednotného přístupu pro stanovení výše škod na ŽP s využitím systémové metodologie, konkrétně jejího přístupu. Jednotlivé kroky by tak měly být naplněny v souladu s uvedenými kapitolami 4.1 – 4.4, které formou prezentace dosažených výsledků a nastavení postupů vysvětlují jejich aplikaci.

4.5.1 Návrh formulace systémového přístupu prostřednictvím softwarového nástroje

Při tvorbě uvedeného návrhu, bylo nutné vyřešit další problém, kterým byla nejistota jednotnosti zápisu požadovaných informací a dat a možná ztráta v orientaci při aplikaci na konkrétním případě. Proto byl vytvořen jednoduchý program, který umožňuje znalci postupovat krok po kroku a vytvořit tak ucelený základ pro stanovení výše vzniklého poškození na přírodních složkách. Pro tento program byl zvolen nástroj Microsoft Office Excel 2007 (Microsoft, 2016). Důvodem bylo jeho rozšíření a poměrně jednoduchá obsluhovatelost. Nastavení programu spočívá v jednoduchém algoritmu splnění nebo nesplnění konkrétní podmínky. Jak je uvedeno v tabulce 25, celkově bylo vytvořeno sedm částí, z nichž poslední slouží jako kontrolní. Části A - G obsahují 33 kroků s nápovědou pro jejich vyplnění.

Tab. 25 Rozdělení jednotlivých částí softwarového nástroje

Označení	Název
A	Seznámení se zadáním úkolu
B	Lokalita havárie s únikem NCHL
C	Únik NCHL
D	Škody na ŽP
E	Rozsah a závažnost způsobených škod na ŽP
F	Časová osa
G	Kontrola

Kontrola splnění jednotlivých kroků a následně celých částí je opatřena slovním a grafickým (barevným znázorněním). V případě splnění všech kroků v rámci jedné z částí, dojde ke zvýraznění zelenou barvou, zmizí nápověda a může být přikročeno k řešení další části. Dojde-li však k nevyplnění některého z kroků, zůstanou kontrolní pole označená červenou barvou. K těmto případům může dojít ve dvou případech:

- některý z kroků není vyplněn nebo není uvedena odpovídající forma odpovědi,
- vyplnění kroku není možné z důvodu nesplnění požadované podmínky.

V prvním případě, musí být opět zkontrolovány jednotlivé kroky v té části, kde zůstalo označení červená kontrolní pole a musí být doplněna. Ve druhém případě je v kontrolní části uvedena nápověda, jak se má dále postupovat (obrázek 36). Například tam, kde mají být informace dohledány, k jakému kroku je potřebné se vrátit nebo zda je vůbec možné stanovení výše škod provést.

ANO	ANO	
	ANO	Doplnění informací dle předloženého spisu. Dále například dle bezpečnostního listu, protokolu HZS ČR, dokumentace přepravce.
	ANO	Návrat ke kroku C3 a doplnění údajů.

Obr. 36 Ukázka označení správných, chybějících nebo špatně vyplněných kroků s nápovědou

Většina jednotlivých kroků byla vytvořena formou výběru z nabízených variant. Každý krok je opět ošetřen nápovědou, která uvádí, zda má být vybrána jedna z možností nebo má být doplněn popis. Pro části D-F je doporučena aplikace uvedených metod inženýrství rizik tak, jak je popsáno v kapitole 4.2. Část F je následně propojena s posouzením zranitelnosti složek ŽP, které bylo popsáno v kapitole 4.3 a kategorizací a klasifikací škod popsaných v kapitole 4.4. Poslední část G byla vytvořena pro sekundární kontrolu, zda byly všechny části a jejich kroky splněny a správně popsány. Pokud je splněn i tento krok, dojde k vygenerování výsledků. Ty jsou založeny na splnění konkrétních podmínek v jednotlivých částech.

Výstupem je charakteristika, na jakých složkách ŽP byla nebo může být způsobena škoda, společně s vyhodnocením její závažnosti. Škody jsou konkrétně stanoveny pro vodu, půdní a horninové prostředí a biotickou složku. Pro každou z těchto složek byly vytvořeny tři klasifikační stupně závažnosti a rozsahu škod s doporučenými opatřeními pro ověření, zda byly identifikovány všechny související škody s havárií a únikem NCHL během transportu. Každý popis zároveň obsahuje doporučení, jak se může unikající látka šířit v daném prostředí a kde je tak nezbytné provést kontrolu například pomocí výsledků monitoringu. Základní kategorie škod na složkách ŽP byly rozděleny jako:

- vysoce závažné škody,
- závažné škody,
- škody předpokládané nebo méně závažné.

Společně s těmito výsledky jsou doporučeny druhy metod a jejich přístupy a metody pro stanovení výše škod na ŽP.

Jedná se vždy o kombinaci metod, která zohledňuje podmínky komplexnosti posouzení v souladu s obrázkem 19. Vybrané kategorie metod stanovení výše škod, které jsou s ohledem na definovaný rozsah škod doporučené:

- nákladové,
- kvantifikační,
- preferenční.

Počet doporučených přístupů a metod závisí na kategorii a složce ŽP, na které byly škody způsobeny. Pro každou je však doporučena skupina metod se zastoupením jednotlivých kategorií. Je také důležité zmínit, že každá havárie s únikem NCHL během transportu na pozemních komunikacích má svůj scénář nebezpečí a průběh, společně s heterogenním prostředím, kde k ní dochází. Proto jsou metody doporučené, nikoliv striktně stanovené. Přestože byl softwarový nástroj vytvořen s důrazem na jeho komplexnost, existují určitá jeho omezení, která musí být brána v úvahu:

a) *Pravdivost zadávaných údajů*

Softwarový nástroj má v současné době opatření, které kontroluje splnění nebo nesplnění jednotlivých částí a jejich kroků. Zároveň jsou některé kroky opatřeny upozorněním, pokud je například místo číselného hodnocení uvedeno slovní vyjádření. Není však již nastaven pro kontrolu relevantnosti a správnosti zadávaných hodnot a údajů. Tato podmínka není s ohledem na heterogenitu jednotlivých událostí a proměnných podmínek, které při nich nastávají splnitelná. Zároveň však, především v roli znalce, musí být brána v úvahu povinnost dodržení etických norem a odpovědnost za správnost informací a interpretaci výsledků.

b) *Zadání více druhů NCHL najednou*

V případech, kdy dojde k úniku více nebezpečných látek najednou a jejich účinky na ŽP mohou být rozdílné, je nutné aplikovat softwarový nástroj pro každý druh NCHL zvlášť. Cílem je tak získání relevantních údajů a zajištění, že byly identifikovány komplexně všechny vzniklé nebo potenciální škody včetně doporučení aplikace metod stanovení výše škod na ŽP.

Cílem vytvoření tohoto softwarového nástroje bylo zpřehlednit a zjednodušit naplnění požadavků pro dodržení systémového přístupu řešení konkrétní oblasti zájmu, které byly uvedeny v rámci kapitoly 4.1 s doplněním podpůrných nástrojů v kapitole 4.2 – 4.4. V následující kapitole 4.6 byl navržený přístup ověřen na modelovém příkladu s využitím reálných dat o konkrétní lokalitě a přepravě v režimu ADR.

4.6 Ověření reálnosti řešení na modelovém příkladu

Návrh jednotného a systémového přístupu pro stanovení výše škod na ŽP, který byl postupně prezentován v kapitolách 4.1 – 4.5, byl ověřen na modelovém příkladu, kde byly jednotlivé kroky včetně aplikace softwarového nástroje v prostředí Microsoft Office Excel 2007 využity. V prvním kroku bylo důležité zvolit vhodnou lokalitu, kde je prováděna i přeprava nebezpečných látek v režimu ADR a je zde zároveň pravděpodobnost vzniku havárie. Proto bylo vytvořeno několik základních kritérií, která umožnila výběr místa události.

Mezi tato kritéria patřily:

- definice pozemní komunikace bez omezení pro přepravu NCHL,
- výběr modelové unikající NCHL s ohledem na její reálnou přepravu v tomto úseku,
- dopravní nehodovost na daném silničním úseku s ohledem na intenzitu dopravy,
- rozmanitost složek ŽP a zastoupení jejich prvků ve vybrané lokalitě a jejím okolí.

Na základě uvedených kritérií, byla vybrána lokalita mezi městem Žďár nad Sázavou a Hamry nad Sázavou, kde vede frekventovaná silnice I. třídy. Dle výsledků hodnocení rizikivosti jednotlivých silnic v ČR (EuroRAP, 2015), patří právě silnice I. třídy mezi pozemní komunikace s nejvyšším počtem dopravních nehod. Vybraný úsek modelové oblasti je hodnocen středním až středně vysokým rizikem. Úsek je charakterizován vysokou intenzitou dopravy související s blízkou průmyslovou oblastí a dalšími městy, kde je provozována rovněž průmyslová, zemědělská a další ekonomicky významná činnost. V době přípravy modelového příkladu byly zároveň prováděny rozsáhle stavební práce v rámci rekonstrukce dálnice D1. I proto zde bylo nutné počítat se zvýšenou frekvencí dopravy v době, kdy byl dálniční provoz omezen. V okolí města Žďár nad Sázavou se nachází chráněná krajinná oblast Žďárské vrchy (CHKO Žďárské vrchy), která je zároveň vyhlášena jako chráněná oblast přirozené akumulace vod (CHOPAV). V okolí zvolené trasy, je mnoho hospodářsky využívaných vodních nádrží (především k chovu ryb) a protéká tudy řeka Sázava, která je rovněž významným vodním zdrojem.

4.6.1 Scénář havárie s únikem NCHL během transportu

Pro vytvoření modelu havárie byl stanoven scénář jejího průběhu, který obsahuje potřebné údaje pro naplnění jednotlivých požadavků navrhovaného jednotného přístupu stanovení výše škod na ŽP. Dne 12. 2. 2016 v 5:10 h ráno, vozidlo s cisternovým návěsem, přepravující motorovou naftu (UN 1202) havarovalo u obce Hamry nad Sázavou ve směru Žďár nad Sázavou, kdy řidič nezvládl řízení, a nákladní vozidlo sjelo mimo vozovku, kde došlo jeho převrácení a následnému protržení pláště cisterny, kdy vznikl otvor o průměru asi 10 cm. Přepravovaná látka začala okamžitě unikat do okolí. Vzhledem k tomu, že došlo k havárii v brzkých ranních hodinách, kdy je provoz nízký byla tato havárie nahlášena se značnou časovou prodlevou. K havárii došlo v brzkých ranních hodinách s nízkým provozem, proto došlo k časové prodlevě příjezdu jednotek IZS. Únik byl zastaven přibližně v 6:15 h. a okamžitě byly zahájeny likvidační a sanační práce. Aplikována byla opatření v podobě sorpčních látek a norných stěn a vláken pro zabránění dalšímu šíření unikající látky vodou. Přesto došlo ke kontaminaci vodního toku řeky Sázavy, na kterou byla tato opatření rovněž aplikována s odčerpáním uniklé látky. S ohledem na hydrologické poměry zasažené lokality četné na podzemní i povrchové vody, byly sledovány i okolní vodní nádrže. Nezbytné bylo odtěžení kontaminované půdy a zajištění monitoringu okolí s využitím sond, odběrem a analýzou půdních vzorků. Likvidační práce byly ukončeny dne 15. 2. 2012. Sanační práce a návrat zasažené lokality do původního stavu vyžadoval sekundární opatření, která nebyla ještě ukončena. V současné době jsou známy škody na vodách, půdním a horninovém prostředí s ohledem na rozsah uniklé látky a těžbu kontaminované zeminy, byla poškozena i rostlinná vegetace. Následkem úniku látky do vodního prostředí došlo k úhynu ryb.

4.6.2 Popis aplikace navrženého jednotného přístupu stanovení výše škod na ŽP

V následujících tabulkách jsou uvedeny výstupy, které vznikly na základě plnění základních informací o události. V části A byl nastaven předpoklad, že:

- znalec přijal úkol stanovení výše škod na ŽP při vzniklé havárii s únikem NCHL během transportu na pozemních komunikacích,
- znalci byly poskytnuty informace o havárii,
- jedná se o prvotní posouzení.

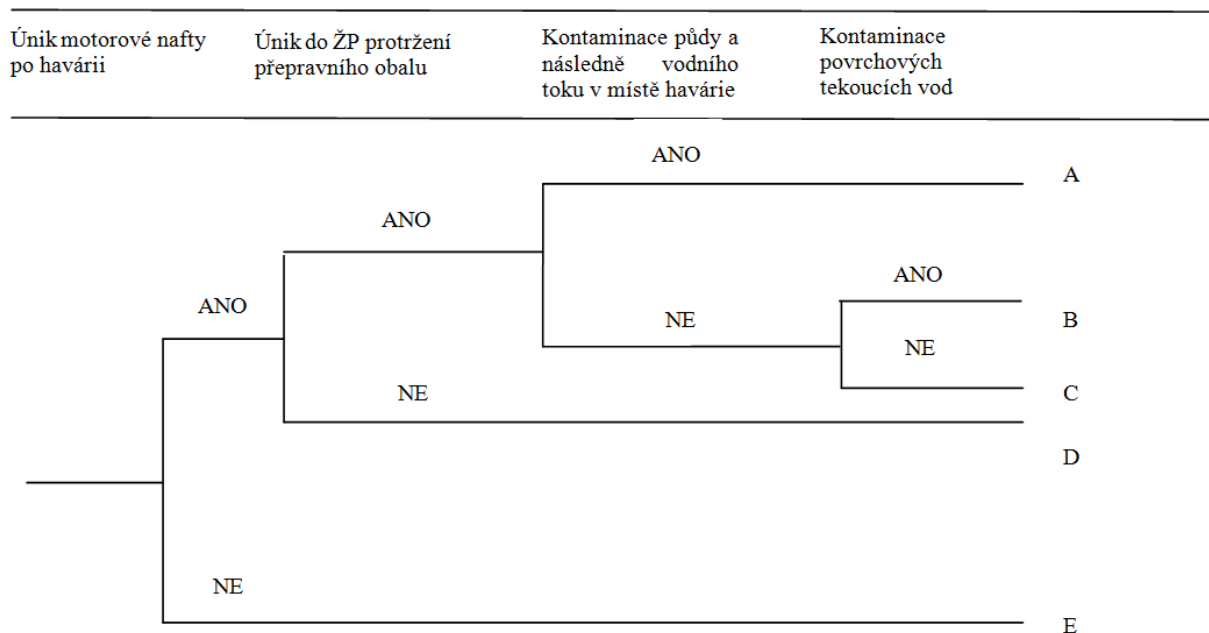
Splněním těchto podmínek bylo přistoupeno k části B. Tedy doplnění údajů o místu havárie a jejím okolí, které může být zasaženo unikající NCHL. Aby mohly být údaje v této i dalších částech správně doplněny, bylo přistoupeno k volbě metod inženýrství rizik, konkrétně kvalitativní metodě „Co se stane když...“ a metodě ETA, na jejichž základě bylo možné zkontrolovat úplnost údajů a identifikovat případné další škody na ŽP. Na základě metody „Co se stane když...“ byly vymezeny základní údaje pro stanovení hranic oblasti řešení a identifikaci složek ŽP a jejich prvků, na kterých jsou předpokládány škody, jak je uvedeno v tabulce 26.

Tab. 26 Analýza „Co se stane když“ a její aplikace na modelový příklad

Číslo kategorie	Název kategorie	Otázka	Odpověď	Hodnocení
1	Havárie s únikem NCHL	...došlo k úniku přepravované látky na silnici?	Ano, unikla a začala se šířit dále do okolí. Aplikována byla likvidační a sanační opatření.	E
		...se dostalo vozidlo po havárii mimo silnici?	Ano, dostalo se mimo vozovku, kde došlo k převrácení vozidla.	E
		...došlo k úniku přepravované látky do blízkého vodního toku?	Ano. V blízkosti se nachází vodní tok, vodní nádrže určené k chovu ryb, zdroj podzemní vody.	D
2	Uniklé NCHL	...unikl celý přepravovaný objem?	Ne.	A
		...unikla motorová nafta z palivové nádrže do 1 500l?	Ne. Nedošlo k proražení palivové nádrže.	A
		...unikl motorový olej z havarovaného vozidla?	Ne. Nedošlo k úniku motorového oleje ani jiných provozních kapalin.	A
3	Znamé škody na ŽP	...došlo ke změně pH prostředí s odumřením půdní vegetace a rostlinné vegetace v místech zasažení?	Ano. V místě s nejvyšší koncentrací úniku látky a v souvislosti s odtěžením kontaminované zeminy – byla zavedena nápravná opatření.	D
		...došlo k zasažení vodní plochy s úhynem vodní fauny?	Ano. Došlo ke kontaminaci vody v nedaleké řece a vodní nádrže, kde došlo k úhynu ryb vlivem udušení.	D

Číslo kategorie	Název kategorie	Otázka	Odpověď	Hodnocení
		...došlo ke kontaminaci podzemních vod?	Ano. Částečně, oblast je monitorována.	B
4	Okolí hodnocené lokality	...je v okolí ochranné pásmo vodního zdroje?	Ano, ale není ohroženo havárií s únikem NCHL.	A
		...je v okolí zemědělsky využívaná lokalita?	Ano. V blízkosti místa havárie se nachází zemědělsky obhospodařované území. Zjistit směr šíření látky.	C
		...je v okolí chráněná krajinná oblast?	Ano, ale není ohroženo havárií s únikem NCHL.	A

Výsledky předchozí analýzy byly doplněny analýzou ETA a její výstupy, které popisují jednotlivé koncové události. Již z prvotního posouzení a výstupů první metody je zřejmé, že největší škody v případě, kdy nedojde k iniciaci unikající látky, lze předpokládat na vodních zdrojích. Proto byly popsány jednotlivé scénáře, ke kterým mohlo během havárie dojít a je důležité jejich prověření a vyhodnocení, zda nedošlo k dalším škodám na ŽP.



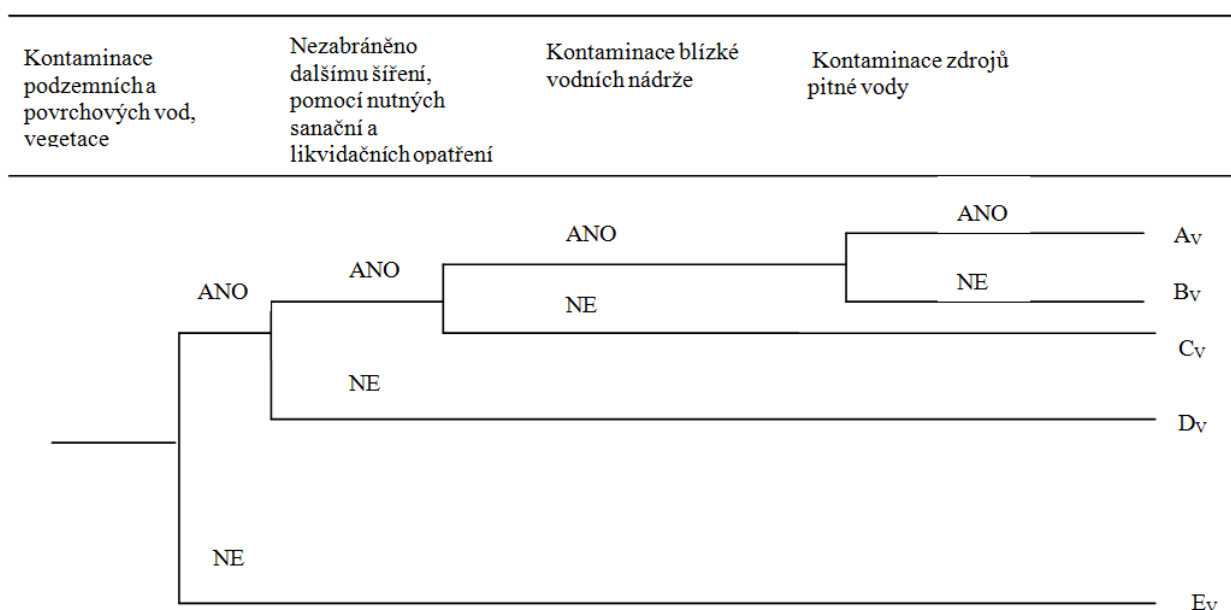
Obr. 37 Příklad aplikace analýzy ETA a identifikace škod na složkách ŽP

Z uvedené analýzy ETA na obrázku 37 bylo zjištěno celkem pět koncových událostí, které mohou v případě úniku motorové nafty do ŽP nastat. Popis jednotlivých koncových událostí byl následně vyhodnocen v tabulce 28. S ohledem na již známé skutečnosti havárie, může být koncový prvek E a D vyloučen. Pro ověření dalších možných koncových událostí A - C, jako je kontaminace podzemních vod, horninového prostředí, půd a rostlinné vegetace a živočichů, musí být poskytnuty informace o provedení šetření zaměřené na tyto složky ŽP, nebo je nezbytné si je vyžádat pro možnost jejich následného posouzení.

Tab. 27 Charakteristika koncových prvků havárie modelové situace

Koncový prvek	Význam
A	NCHL unikla do vodního toku v místě havárie.
B	NCHL unikla do ŽP, došlo ke kontaminaci půdy a vegetace, došlo ke kontaminaci podzemních vod.
C	NCHL unikla do ŽP, došlo ke kontaminaci půdy a vegetace. Nedošlo k průsaku do podzemních vod.
D	NCHL se nedostala mimo pozemní komunikaci, byla sanována běžnými prostředky.
E	Po havárii nedošlo k úniku NCHL do ŽP.

Nejzávažnější škody, je dle doposud získaných výsledků možné předpokládat na zasažené složce ŽP vodního prostředí, proto byla v následující části provedena znovu analýza ETA, zaměřená na hydrologické prostředí zasaženého území unikající NCHL (viz obrázek 38).



Obr. 38 Příklad aplikace analýzy ETA a identifikace škod pro konkrétní složku ŽP

Pro vytvořené scénáře a jejich koncové prvky bylo opět vytvořeno vyhodnocení, které je uvedeno v tabulce 28. Opět mohou být vyloučeny scénáře E_v a D_v, jelikož je již známo, že došlo ke kontaminaci vodního prostředí v místě havárie.

Tab. 28 Příklad hodnocení koncových událostí analýzy ETA pro vodní prostředí

Koncový prvek	Význam
A _v	NCHL se rozšířila do okolí prostřednictvím podzemních a povrchových vod, předpoklad poškození vegetace, úhyn živočichů, předpoklad vyšších škod než u B _v). Kontaminace vodní nádrže určené pro chov ryb. Kontaminace zdrojů pitné vody prostřednictvím podzemních vod.
B _v	NCHL se rozšířila do okolí prostřednictvím podzemních a povrchových vod, předpoklad poškození vegetace, úhyn živočichů, předpoklad vyšších škod než u C _v). Kontaminace vodní nádrže určené pro chov ryb. Zabráněno kontaminaci zdrojů pitné vody.
C _v	NCHL se rozšířila do okolí prostřednictvím podzemních a povrchových vod, předpoklad poškození vegetace, úhyn živočichů, předpoklad vyšších škod než u D _v . Zabráněno kontaminaci vodních nádrží.
D _v	Škody vznikly v místě úniku (zabráněno šíření), předpoklad poškození vegetace, úhyn živočichů.
E _v	Unikající NCHL nekontaminovala podzemní ani povrchové zdroje vody.

Výstupy uvedených metod analýzy rizika byly využity v dalším kroku, kterým je již samotná aplikace navrženého jednotného systémového přístupu, který byl navržen v dostupném modelovacím prostředí tabulkového kalkulátoru, jehož princip byl uveden již v kapitole 4.5. Dostupné a zjištěné údaje, byly doplněny dle pokynů do jednotlivých částí A – G. Jak bylo již uvedeno před aplikací metod analýzy rizika, splněna byla v první řadě část A, kdy znalec přijme úkol stanovení výše škod na ŽP. Na následujících obrázcích 39 – 42 jsou zobrazeny výstupy aplikace navrženého softwarového nástroje.

B	Lokalita havárie s únikem NCHL	Základní informace	1	Místo: (název, silnice č., km), GPS: xx°xx'xxx" Čas: xx:xx h, Datum	Místo: silnice I/19, směr Hamry nad Sázavou GPS: 49°56'44,11" N, 15°91'83,51", Čas: 05:10 h Datum: 12.2.2016	ANO	
		Hlavní účel využití lokality	2	Význam lokality	zemědělsky obhospodařovaná	ANO	
				Bližší charakterizujte nebo doplňte popis významu lokality	zastavěná oblast, v blízkosti se nachází CHOPAV,		
		Hydrologické poměry	3	Povrchová voda - zvolte všechny odpovídající hodnoty		ANO	
				Zdroje tekoucí povrchové vody	vodní tok, dešťová kanalizace, kanalizace vyústěná do vodního toku; kanalizace spojená s ČOV; není; ostatní - popsat		vodní tok, dešťová kanalizace, kanalizace spojená s ČOV
				Zdroje stojaté povrchové vody	vodárenská nádrž (zásoba vody - pitné); vodní nádrž (rybolov, rekreace, závlaha apod.); zatopené těžební jámy, sedimentační pole a odkaliště; mokřady a rašeliniště; není; ostatní – popsat		vodní nádrž (rybolov)
				Podzemní voda			
				Zdroje podzemní vody	průlinové		
				Jedná se o vodohospodářsky významný kolektor?	ANO		
				Pokud ano, doplňte popis, např. skupinové vodovody regionálního významu, zásobování obcí, jednotlivých domů apod.)	zásobování obcí		
		Půdní pokryv	4	Zranitelnost půd	silně náchylné	ANO	
				Půdní druh	středně těžké		
				Půdní typ	kambizemě		
		Biotické složky	5	Lesy	hospodářské	ANO	
Zemědělsky obhospodařovaná území	pole						
Živočiškové	volně žijící						
Další druhy zastoupené zeleně	rozptýlená zeleň ve volné krajině						
		V případě potřeby doplňte další specifikaci	rozptýlená zeleň podél vodního toků a komunikace				
Meteorologické podmínky	6	Teplota	5	°C	ANO		
		Tlak	1100	hPa			
		Úhrn srážek	0,1	mm			
		Průměrná rychlost větru	3	m/s			
Reliéf dle sklonu terénu	7	Sklon terénu	svažité	ANO			
Zvláštní režim ochrany	8	Má zasažená lokalita zvláštní režim ochrany?	maloplošná chráněná území	ANO			
		Pokud ano, popište	CHOPAV				

Obr. 39 Výstup doplnění údajů do části B softwarového nástroje

C	Únik NCHL během havárie	Druh přepravy NCHL	1	Druh přepravy	cisternová jednotka	ANO	
		Únik NCHL	2	Došlo k úniku NCHL během havárie?	ANO	ANO	
		Druh NCHL	3	Druh NCHL uniklé během havárie (UN kód, název)	1202 motorová nafta	ANO	
		Skupenství	4	Skupenství NCHL	kapalné	ANO	
		Třída NCHL dle ADR	5	Třída NCHL dle ADR	3 - Hořlavé kapaliny a látky	ANO	
		Nebezpečné vlastnosti	6	Voda	ANO	ANO	
				Toxicita	vysoce toxická		
				Další nebezpečné vlastnosti	hořlavost		
				Půda	ANO		
				Toxicita	toxická		
				Další nebezpečné vlastnosti	hořlavost		
				Biota	ANO		
				Toxicita	mírně toxická		
		Únik NCHL	7	Jaké množství NCHL uniklo během havárie? (množství v l nebo kg)	7 664	kg	ANO
		Únik s podlimitním množstvím NCHL dle kategorií ADR	8	Jednalo se o únik s podlimitním množstvím NCHL dle kategorií ADR?	NE	ANO	
Význam uniklého množství pro složky ŽP	9	Je uniklé množství významné pro složky ŽP?	uniklé množství NCHL způsobuje škody na složkách ŽP	ANO			
Působení NCHL v ŽP	10	Je známá doba kdy začala unikat NCHL do ŽP a doba, kdy byly započaty likvidační a sanační práce?	ANO	ANO			
		Pokud ano, popište	Únik - 5:15 h Likvidační a sanační práce - 6:30 h				

Obr. 40 Výstup doplnění údajů do části C softwarového nástroje

D	Škody na ŽP	Škody známé	1	Jsou již známy některé škody na složkách ŽP po havárii?	ANO	ANO	
		Škody na složkách ŽP	2	Na jakých složkách ŽP již byly škody identifikovány?			ANO
				Půda	ANO		
				Popište známé škody na půdách	kontaminace horninového prostředí a půdy, zemědělsky obhospodařovaného území		
				Voda	ANO		
				Popište známé škody na vodách	kontaminace vodního toku, vodní nádrže (chov ryb), dešťová kanalizace a příkopy, kanalizace spojená s ČOV		
				Biota	ANO		
				Popište známé škody na biotické složce	úhyn ryb a rostlinné vegetace		
				Ovzduší	NE		
		Likvidace a sanace škod na ŽP	3	Byly již provedeny likvidační a sanační práce?	Ano, již byly provedeny.	ANO	
				Jaké byly nebo budou provedeny likvidační a sanační práce?			
				Popište, jaké byly provedeny likvidační práce	odstranění havárie, odtěžení kontaminované zeminy, odčerpání uniklé látky z povrchu vodní hladiny	ANO	
				Popište, jaká sanační opatření byla použita	norné stěny a vlákna, sorbenty, revitalizace rostlinné vegetace, regenerace vodního prostředí		
				Pokud byla výše uvedená opatření již provedena, byla účinná?	Ano, ale bylo nutné aplikovat sekundární opatření.	ANO	
		Vliv na škody na ŽP	6	Nachází se v okolí další faktory, které mohly škody v zasažené lokalitě způsobit?	Ne, není zde takový předpoklad.	ANO	
Definice škod, které budou hodnoceny.	7	Hodnocené škody na vodách - popište	povrchové (vodní tok, vodní nádrže) a spodní vody (zásobování obcí)	ANO			
		Hodnocené škody na horninovém prostředí a půdách - popište	Odtěžená půda.				
		Hodnocené škody na biotické složce - popište	rostlinná vegetace, živočichové určení k chovu (ryby)				

Obr. 41 Výstup doplnění údajů do části D softwarového nástroje

E	Průběh havárie	Časová osa havárie	1	Čas porušení přepravního obalu/nádrže	12.2.2016, 5:10 h			ANO
				Čas vzniku/projevu poškození ŽP	12.2. 2016, 5:50 h			
				Čas začátku likvidačních a sanačních prací	12.2. 2016, 6:30 h			
				Čas ukončení sanace zasažené lokality	12.6.2012, 14:00 h			
F	Závažnost způsobených škod na ŽP	Posouzení zranitelnosti	1	Posouzení zranitelnosti složek ŽP dle záložky Zranitelnost (popis dle indexů)				ANO
				Povrchová voda	4	A	d	
				Podzemní voda	3	B	d	
				Půda	3	A	c	
				Biota	3	B	c	
				Ovzduší				
		Klasifikace škod na ŽP	2	Klasifikace dle záložky Klasifikace škod				ANO
				Fáze transportu	MV			
				Skupenství NCHL	kapalné			
				Kategorie NCHL dle jejich nebezpečných vlastností	3			
				Klasifikace dle významu uniklého množství	C			
				Prostředí úniku NCHL				
				Voda	ANO			
Půda	ANO							
Biota	ANO							
Klasifikace hodnocení významu škod po úniku NCHL				2				

Obr. 42 Výstup doplnění údajů do části E a F softwarového nástroje

Po doplnění části F a splnění podmínek jednotlivých kroků, bylo přistoupeno k poslední části, kterou je kontrolní část G. Jak je uvedeno na obrázku 43, provedena byla sekundární kontrola, s vyhodnocením jednotlivých kroků a částí, jako splněných.

G	kontrola	Kontrola splnění částí A - F	1	A	ANO	ANO
				B	ANO	
				C	ANO	
				D	ANO	
				E	ANO	
				F	ANO	
	Kontrola splnění podmínek dílčích částí událostí související se vznikem škod na ŽP	2	Došlo k havárii s únikem NCHL během transportu (ložná/mobilní fáze)?	ANO	ANO	
			Byl poškozen přepravní obal/palivová nádrž a došlo k úniku NCHL?	ANO		
			Došlo ke kontaminaci složek ŽP s následnými projevy působení NCHL?	ANO		
			Byly identifikovány škody na ŽP v souvislosti s únikem NCHL?	ANO		

Obr. 43 Výstup doplnění údajů do kontrolní části G

Provedením kontroly s odsouhlasením jednotlivých otázek, byly následně vygenerovány výsledky založené na splnění jednotlivých podmínek v předchozích krocích. Výsledky hodnotící

rozsah a dopad úniku motorové nafty po dopravní havárii byl vyhodnocen pro všechny tři složky jako rizikový. Pro každou zasaženou složku byly doporučeny postupy a metody stanovení výše škody na ŽP, jak je uvedeno na obrázku 44 - 46. Výsledky modelu jsou uvedeny zároveň v příloze 3, jako samostatný soubor ve formátu .xlsx.

Složka ŽP	Stupeň	Škody na ŽP	Doporučené přístupy a metody stanovení výše škody na ŽP
Voda	1	Hrozba vzniku vysoce závažných škod především na vodních složkách ŽP. Je nezbytné zaměřit se na povrchové i podzemní vody. Projev škod je předpokládán nejenom v místě havárie, ale i okolí, došlo-li k úniku do tekoucích a podzemních vod. (provádění monitoringu, vytvoření analýzy rizika a modelu havárie)	1) Nákladový způsob (odstranění havárie a škod a stanovení jejich výše) 2) Kvantifikace škod na základě obnovovacích (reprodukčních nákladů) 3) Stanovení náhrady škod na ŽP (kompenzace přechodné nebo trvalé ztráty funkce zasaženého území) 4) Metoda ocenění environmentálního statku pomocí analýzy rizika tržních škod 5) Preferenční metoda oceňování (v případě zasažení rekreační oblasti vodní nádrže, vodního toku apod., kde je omezen přístup po dobu likvidace a sanace) 6) Hodnocení biotopu (zvláště v případech, kdy došlo i k zásahu chráněné lokality) 7) Metoda Funkce škod
	2	Škoda není předpokládána	
	3	Škoda není předpokládána	

Obr. 44 Výsledky pro škody na vodách - doplnění modelového nástroje pro konkrétní příklad

Půdní pokryv	1	Škoda není předpokládána	
	2	Hrozba vzniku závažných škod na půdním a horninovém prostředí a rostlinné vegetaci. Uniklá NCHL se může šířit dále do okolí prostřednictvím podzemních nebo povrchových částí. Může docházet ke vzniku nebezpečných par a jejich šíření dále do okolí, v případě iniciace riziko výbuchu (riziko zejména v podzemních prostorách). Předpoklad škod je především v místě havárie, ale nelze vyloučit ani vznik škod v blízkém okolí. (doporučen monitoring okolí, analýza rizik a vytvoření modelu havárie)	1) Nákladový způsob (odstranění havárie a škod a stanovení jejich výše) 2) Kvantifikace škod na základě obnovovacích (reprodukčních nákladů) 3) Stanovení náhrady škod na ŽP (kompenzace přechodné nebo trvalé ztráty funkce zasaženého území) 4) Kvantifikace škod spojených se změnou produktivity 5) Metoda alternativních nákladů (pokud došlo ke změně využití lokality) 6) Preferenční metoda oceňování (v případě zasažení rekreační oblasti vodní nádrže, vodního toku apod., kde je omezen přístup po dobu likvidace a sanace) 7) Hodnocení biotopu (zvláště v případech, kdy došlo i k zásahu chráněné lokality) 8) Metoda Funkce škod
	3	Škoda není předpokládána	

Obr. 45 Výsledky pro škody na půdním pokryvu - doplnění modelového nástroje pro konkrétní příklad

Biota	1	Škoda není předpokládána	
	2	Hrozba vzniku závažných škod na biotických složkách. Uniklá NCHL může působit nejenom v podzemních ale i nadzemních částech a ovzduší. Dle druhu látky mohou vznikat nebezpečné páry, které po iniciaci způsobují výbuch nebo hoření, stejně tak kapaliny. Ohrožena je flora i fauna (hospodářská zvířata/ volně žijící zvěř). Předpoklad vzniku škod je v místě havárie, možnost šíření i do okolí. (monitoring okolí, analýza rizika a modelování havárie)	1) Nákladový způsob (odstranění havárie a škod a stanovení jejich výše) 2) Kvantifikace škod na základě obnovovacích (reprodukčních nákladů) 3) Kvantifikace škod spojených se změnou produktivity 4) Metoda alternativních nákladů (pokud došlo ke změně využití lokality) 5) Preferenční metoda oceňování (v případě zasažení rekreační oblasti vodní nádrže, vodního toku apod., kde je omezen přístup po dobu likvidace a sanace) 6) Hodnocení biotopu (zvláště v případech, kdy došlo i k zásahu chráněné lokality) 7) Metoda Funkce škod
	3	Škoda není předpokládána	

Obr. 46 Výsledky pro škody na biotických složkách - doplnění modelového nástroje pro konkrétní příklad

Uvedené postupy a metody stanovení výše škod, jsou pro některé složky totožné, je tedy na znalci, které z těchto postupů a metod si vybere pro celkové stanovení výše škod na ŽP. Nicméně je důležité dodržet princip zachování komplexního posouzení s využitím kombinace metod (nákladové, kvantifikační, preferenční). Důvodem je především fakt, že při havárii došlo k zasažení nejenom soukromých, ale také veřejných statků, kdy došlo k omezení možnosti jejich užívání po dobu likvidačních a sanačních prací.

4.6.3 Aplikace softwaru ALOHA 5.4, pro ověření získaných výsledků

Při úniku motorové nafty dle modelového příkladu je nezbytné vytvořit hodnocení výše škod s ohledem na vodní a horninové a půdní prostředí, kde látka může být zvláště nebezpečná svými vysoce toxickými vlastnostmi a schopností šířit se v prostoru. S ohledem na dostupnost informací o dopravní havárii, místu, kde k ní došlo a již některým známým škodám, je možné vytvořit podpůrný model, pro odhad lokality, která byla zasažena. Vhodné je k tomu využít softwarový nástroj, který umožňuje vytvořit model v mapových podkladech. S ohledem na dostupnost těchto SW nástrojů, byl vybrán program vytvořený U. S. EPA nazvaný ALOHA 5.4, který je volně dostupný. Výstupem z tohoto modelování, je zobrazení zóny, kde je dle definovaných podmínek předpokládán únik NCHL do okolí, přičemž jednotlivé zóny zároveň zobrazují koncentrace NCHL. Vzniklé výsledky slouží jako orientační, pro odhad zasažené plochy, kde ovšem musí být proveden monitoring a analýza půdních vzorků vypovídající o koncentraci uniklé NCHL. Model slouží zároveň pro kontrolu vytvořeného hodnocení provedeného dle výše uvedeného nástroje. Důležité je ovšem uvažovat sklon terénu, který může směr šíření významně ovlivnit zvláště u kapalných látek. Vytvořené výsledky, které vznikly na základě modelování v uvedeném SW nástroji, byly upraveny pro interpretaci do následující tabulky 29.

Tab. 29 Parametry modelové havárie a její výsledky (U. S. EPA Aloha 5.4, 2016)

Parametr	Výsledek
<i>Přepravní cisterna</i>	Protržení nádrže a vznik trhliny kulatého tvaru s průměrem 10 cm
<i>Druh NCHL</i>	Isooktan
<i>Množství NCHL v cisterně</i>	22 800 kg
<i>Povětrnostní podmínky</i>	Teplota: 20°C Vítr: 3,5 ms ⁻¹ Polojasno, bez inverze
<i>Lokalita</i>	Část osídlená s přízemními budovami, v okolí volná prostranství (louky, pole apod.)
<i>Únik</i>	Proražení pláště ve výšce 0,8 m ode dna cisterny. Otvor kulovitého tvaru r=10 cm
<i>Celkově uniklé množství</i>	7 664 kg
<i>Scénář</i>	Unikající látka se během jedné hodiny rozšířila do vzdálenosti cca 57 m. Z povrchu vzniklé kaluže se začaly odpařovat toxické páry s koncentrací 830 ppm do 99 m od místa havárie a 230 ppm do 250 m od místa havárie (využit výpočet pro těžký plyn).

V uvedené tabulce 29 jsou shrnuty zadané parametry a textové výstupy modelování, založené na výpočtu, který software umožňuje. V tomto případě se jedná o model pro rozptyl těžkého plynu, který se šíří u země. Důvodem je omezení softwaru, který neumí zohlednit reliéf zasažené krajiny a model je vytvářen pouze na povrchu. Dalším omezením je volba nebezpečných látek, kdy pro tento případ byla zvolena látka izooktan, která je užívána v petrochemickém průmyslu a je tak svými vlastnostmi blízká unikající motorové naftě. Výsledek modelování byl převeden do grafické podoby se zobrazením v mapovém podkladu ve formě leteckého snímku, jak je uvedeno na obrázku 45.



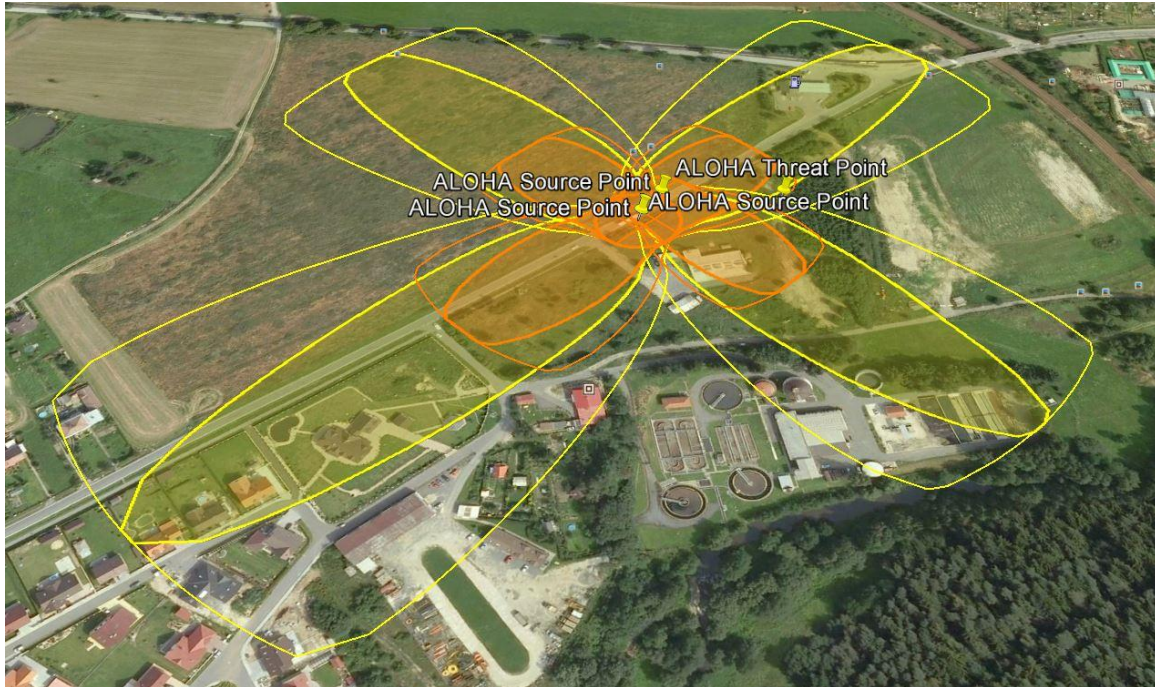
Obr. 47 Výstup modelování úniku motorové nafty při havárii na pozemní komunikaci
(U. S. EPA Aloha 5.4, 2016, Google Earth 2016)

Zasažená plocha, pro kterou byl vytvořen předpoklad šíření, směřuje k vodním zdrojům, především k vodnímu toku a blízké ČOV, kde může rovněž dojít ke kontaminaci. Obrázek 46 zobrazuje zasaženou lokalitu, kde lze identifikovat četné vodní nádrže, které mohou být především formou podzemních vod a povrchových toků kontaminovány.



Obr. 48 Okolí místa havárie s četným počtem zranitelných prvků (U. S. EPA ALOHA 5.4, 2016; Google Earth, 2016)

Pro případ, kdy SW ALOHA nedokáže řádně počítat se sklonem terénu a změnou podmínek, jako je například směr větru, byly vytvořeny celkem 4 modely v různých směrech (obrázek 47). Úsek, pro který byla havárie modelována, se nachází v mírně svahovitém terénu a to především směrem jihozápadním a severozápadním. Proto lze v těchto místech předpokládat rychlejší šíření unikající látky.



Obr. 49 Model úniku motorové nafty po havárii se zobrazením potenciálních směrů úniku (U. S. EPA Aloha 5.4, 2016, Google Earth, 2016)

Pro modelový příklad byl nastaven směr severozápad, který má největší sklon a směřuje k nedaleké řece Sázavě a místní ČOV. Je zde tak zvýšené riziko kontaminace podzemních i povrchových vod. Uvedené zranitelné prvky, jsou zvýrazněny na obr. 43 Je zde znázorněna i nedaleká čerpací stanice (cca 300 m), která by se mohla stát hrozbou v případě iniciace a výbuchu unikající NCHL z dopravního prostředku. Zároveň je důležité ji brát v úvahu jako potenciální faktor způsobující kontaminaci okolního prostředí (horninové, podzemní vody), dochází-li k netěsnosti a průsaku skladovaných pohonných hmot. Proto by mělo být provedeno dodatečné šetření i v této oblasti, například doložením potřebné dokumentace čerpací stanice anebo provedení odběru a analýzy půdních vzorků se stanovením koncentrace sledované látky. Z obrázku 48 zároveň vyplývá, že se jedná o území, které je významnou hydrologickou oblastí s četným výskytem vodních nádrží a podzemních vod, které zároveň slouží jako vodní kolektory pro zásobování jednotlivých domů v okolí.



Obr. 50 Model havárie s únikem přepravované motorové nafty a vyznačením zranitelných prvků v zasažené zóně (U. S. EPA, 2016, Google Earth, 2016)

Výstup z aplikovaného SW Aloha 5.4 tak podporuje identifikaci nejzranitelnějších prvků ŽP, kterými je především vodní prostředí. Likvidace ropných látek je při úniku do ŽP nejčastěji sanována absorpčními látkami v podobě prášku, aplikací norných stěn a vláken na vodní hladinu nebo například odvozem kontaminované zeminy, která je následně spalována a sanací podzemních vod.

Uvedené metody jsou v současné době doporučené a jejich cílem je komplexní a ucelené hodnocení vznikajících škod na zasažených složkách ŽP. Výběr těchto metod a jejich doporučení je v souladu s výsledky jednotného postupu, pro který byl sestaven model, jehož cílem je stanovení závažnosti škod na konkrétních složkách ŽP a jejich prvcích. Zároveň zdůrazňuje význam aplikace i jiných metod a přístupů, jako jsou právě metody inženýrství rizik, které mohou významně doplnit běžně využívané metody znalectví.

4.7 Návrh preventivních opatření vzniku závažných škod na ŽP

V rámci zpracování výsledků uváděného jednotného přístupu pro stanovení výše škod na ŽP, bylo zároveň navrženo preventivní opatření, sloužící pro přepravu NCHL, jehož cílem je zmírnění dopadů v případě havárie s únikem látek do okolí, v první části s kontrolou přítomnosti zranitelných prvků prostředí a jeho základní charakteristiku. Ve druhé části byla implementována část kontrolní, ve které je formou odpovědi ANO nebo NE uvedeno, zda byla provedena likvidační a sanační opatření bezprostředně po havárii, tedy ještě před zásahem odborné firmy pro likvidaci takovýchto havárií a sanaci prostředí. Znalec pak může tento dokument využít jako podklad pro posouzení, zda vzniklé škody nebyly způsobeny například nedostatečným zabráněním jejich vzniku apod. Vytvořený dokument (tabulka 30), obsahuje krátký přehled významných informací o nebezpečných vlastnostech uniklých látek pro ŽP s identifikací zranitelných složek a prvků. Dokument byl vytvořen ve formě tabulky, která by neměla mít větší rozsah než jednu stranu. Informace uvedené v dokumentu byly vytvořeny stručně s ohledem na potřebu rychlého jednání v době havárie. Mezi tyto základní informace patří:

A) Informace o přepravované látce a jejích nebezpečných vlastnostech pro ŽP

- název přepravované látky a její UN kód,
- vlastnosti látky nebezpečné pro ŽP a jejich projevy,
- další nebezpečné vlastnosti pro ŽP,
- neslučitelné materiály vyvolávající nebezpečné reakce,
- ohrožené složky a prvky ŽP,
- způsob a šíření do ŽP,
- kontrola bezprostředně po havárii - identifikace přítomnosti zranitelných složek ŽP.

B) Informace o primárních likvidačních a sanačních opatřeních

- likvidační a sanační opatření.

Uvedené údaje, jako je neslučitelnost materiálů nebo ekotoxicita a zranitelné složky ŽP, bývají uvedeny v bezpečnostním listu. Bohužel ne všechny bezpečnostní listy přepravy jsou kompletně vyplněny, a proto musí být informace dohledávány v jiných zdrojích. Informace o přepravované látce by tak měly být vyplněny pro konkrétní přepravovanou látku. Poslední bod části A byl zvolen pro možnost provedení základního monitoringu okolí a stanovení příslušných opatření pro zabránění šíření NCHL. V tabulce 30 je uveden návrh této karty s příkladem vyplnění údajů o kyselině dusičné.

Tab. 30 Návrh preventivního opatření pro přepravu nebezpečných látek v režimu ADR

Název	Popis
<i>Část A – Základní informace o nebezpečných vlastnostech NCHL</i>	
<i>UN kód a název látky</i>	UN 2032 – Kyselina dusičná
<i>Vlastnosti nebezpečné pro ŽP</i>	Škodlivá pro vodní organismy, mění pH prostředí. Nebezpečná pro zdroje pitné vody. S vodou vytváří silně žíravý roztok.
<i>Neslučitelné materiály vyvolávající nebezpečné reakce</i>	Kovy, redukční činidla, voda.
<i>Ohrožené složky a prvky ŽP</i>	vodní prostředí a biotické složky prostředí
<i>Způsob a šíření do ŽP</i>	Šíří se formou plynu/mlhy/par tekutiny. Nesmí vniknout do kanalizace.
<i>Kontrola bezprostředně po havárii - Identifikace přítomnosti zranitelných složek ŽP</i>	<p>A) voda</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ kanalizace v dosahu místa úniku ANO/ NE ○ povrchová voda <ul style="list-style-type: none"> ▪ stojatá ANO/ NE, ▪ tekoucí ANO/ NE ○ zdroj pitné vody ANO/ NE ○ ČOV ANO/ NE ○ podzemní voda ANO/ NE <p>B) Horninové prostředí a půdy</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ zemědělsky obhospodařované ANO/ NE ○ zemědělsky neobhospodařované ANO/ NE <p>C) Biotické složky</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ rostlinná vegetace ANO/ NE <ul style="list-style-type: none"> ▪ rozptýlená zeleň ANO/ NE ▪ lesy ANO/ NE ▪ pole ANO/ NE ▪ louka ANO/ NE ▪ zahrady/ vinice/ chmelnice ANO/ NE ○ volně žijící zvěř ANO/ NE ○ hospodářská zvířata ANO/ NE <p>D) Území s e zvláštním režimem ochrany</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ ANO/ NE <p>E) Zastavěné území</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ obydlená lokalita ANO/ NE ○ průmyslová oblast ANO/ NE
<i>Část B - likvidační a sanační opatření</i>	
<i>Likvidační a sanační opatření</i>	<p>Bylo zabráněno dalšímu úniku NCHL?</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ ANO/ NE <p>Byla zahájena likvidace havárie?</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ ANO/ NE <p>Byla provedena sanační opatření?</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ ANO/ NE <p>Byla provedená opatření dostačující?</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ ANO/ NE
<i>Odpovědnost</i>	Příjmení, jméno. Datum. Podpis.

Uvedený návrh doplňkového dokumentu pro přepravu NCHL po pozemních komunikacích byl vytvořen v souladu s dosaženými výsledky, uvedenými v kapitole 4.5. Podnětem pro zpracování tohoto dokumentu byl fakt, že v současné době neexistují stanovené trasy pro přepravu v režimu ADR s výjimkou využití zákazových značek B18 a B19 (ADR, 2015). Zvolená kombinace již doplněných informací a provedení kontroly s využitím odpovědí na otázky ANO/ NE může být uplatněna nejenom u složek Integrovaného záchranného systému, přepravních společností apod., ale jejím účelem je i možnost jeho využití z pohledu znalce.

5 DISKUZE

Stanovení hodnoty složky ŽP a jejích prvků, je složitým úkolem, zejména jedná-li se o netržní, veřejné statky, které jsou lidskou společností bezplatně využívány, jak upozornily ve svých studiích například Kerns (2013) nebo Knights et al. (2011). Lidská společnost si zvykla na jistotu, kterou mu příroda poskytuje a ne vždy si tak uvědomuje dopady antropogenní činnosti, které mohou užívání těchto environmentálních služeb významně omezit. Celková hodnota vztažená k těmto přírodním zdrojům je proto těžko stanovitelná, i přestože je snahou dnešních environmentálních ekonomů o její stanovení (např. Foster, 1997, O'Neill, 2007, Seják et al., 2010 nebo Sidorov, 2010) a zavedení mezi hodnoty tržní. Současné metody oceňování jsou založeny na kvantitativním způsobu pro funkce produkční a především kvalitativní přístupy pro funkce mimoprodukční. Jedná se o určitou nevyrovnanost přístupu řešení, kdy obě tyto funkce poskytují významné přínosy pro lidskou společnost a jsou součástí jednoho systému s úzkým propojením vzájemných vazeb. Příkladem je lokalita, ve které se nachází les, louka, pole a vodní nádrž. Na tyto jednotlivé prvky může být pohlízeno ze dvou hledisek. Prvním je z pohledu tržní, produkční funkce lokality, která je využívána především pro zemědělskou a jinou hospodářskou činnost. Druhým hlediskem je využívání této lokality, konkrétně jeho netržních, mimoprodukčních funkcí, pro rekreaci, jako kulturní a společenské prostředí. Oba tyto pohledy na konkrétní lokalitu však mají stejné základní parametry, je následně na hodnotiteli, jak ji posoudí, společně s jejím významem pro lidskou společnost. Přesto je však zohledňována především výkonnost dané lokality z pohledu uplatnitelnosti na trhu a zisku, jak ve svých studiích rovněž uvádí například Fencel (2010) nebo Matos (2010). Stejný problém lze uvést i z pohledu legislativy EU i ČR, jak bylo uvedeno v kapitole 1.1.2 Oceňování a jeho úskalí a 1.1.3 Metody oceňování ŽP. Již samotný zákon č. 151/1997 Sb. o oceňování majetku vymezuje pro ŽP konkrétní prvky, kam spadá pouze určitá část složek a prvků ŽP, jako jsou lesy, okrasné rostliny apod. Tyto údaje se staly výchozím argumentem pro analýzu současných přístupů stanovení výše škod na ŽP, jehož problematika se stala hlavním předmětem řešení této práce. S ohledem na širokou oblast řešení, byla problematika vymezena na oblast přepravy NCHL a havárie, kdy dojde k úniku těchto látek a poškození prvků zasažené lokality.

Na základě provedené literární rešerše, bylo zjištěno, že problémová situace nastává již v části definic, konkrétně pojmové čistoty a jejich interpretaci například prostřednictvím zákona č. 17/1992 Sb., o ŽP nebo například zákon č. 167/2008 Sb. o předcházení ekologické újmy a její nápravě. V případě havárie s únikem NCHL během jejich transportu jsou některé pojmy a jejich interpretace pro řešenou problematiku složitým úkolem. Příkladem je náhrada škody nebo vzniklé újmy, kdy v případě havárií s únikem nebezpečných látek, jde především o náklady na likvidaci škod nebo poškozený majetek a ztrátu produkce například zemědělsky obhospodařovaného území. Jednotlivé legislativní nástroje (např. Směrnice 2004/35/ES o odpovědnosti za ŽP) stanovují výjimku pro některé situace, mezi které patří i havárie s únikem NCHL.

Následné stanovení výše škod je pak nesnadným úkolem, kdy záleží především na znalci nebo expertovi, jaké jsou jeho zkušenosti s řešením této problematiky. Především v problematice škod vzniklých v souvislosti s uvedenou nežádoucí událostí byla řešena absence jednotné metodiky jejich stanovení. V současné době jsou metody hodnocení rozsahu a následného stanovení výše škod řešeny nejenom z pohledu ztráty produkčních funkcí, ale i z pohledu stacionárních objektů,

kdy je jejich rizikov případě nakládání s NCHL pravděpodobné. Příkladem takovýchto hodnocení je například U. S. EPA (1997), nebo slovenský metodický pokyn MŽP SR (2007), v rámci kterého byl vytvořen systém hodnocení rizik pro posouzení environmentálních škod. Hodnocením environmentálních rizik se rovněž z pohledu vznikajících škod a jejich expertního nebo znaleckého posouzení zabývá i Roosberg (2002) nebo Burgman (2005). Právě hodnocení rizik, se pro stanovení výše škod na ŽP ukázalo jako vhodný podpůrný nástroj, který zajistí jednotnost a minimalizaci rizika ztráty informací nebo jejich špatné interpretace s výsledným neúplným nebo chybným vyhodnocením.

Důležité ovšem bylo zvolit vhodný přístup, který pro celkovou implementaci navrhovaných kroků pro stanovení výše škod na ŽP, naplní požadavky na jednotnost. Proto byl zvolen systémový přístup (Janiček, 2007) se splněním jeho atributů pro možnost aplikace. Tento přístup je často součástí technických metod a procesů, stejně jako metod inženýrství rizika. Postup nastavení jednotlivých vlastností byl vysvětlen v kapitole 4.1. Informace a data pro jejich naplnění byla vytvořena společně s podpůrnými nástroji metod inženýrství rizik, které byly založeny na kvalitativním přístupu. Tyto metody byly zvoleny s ohledem na formu jejich výstupu a možnost jejich aplikace pro řešení problematiky hodnocení environmentálních rizik, jak uvádí například Mulai (2006), Silvanita et al. (2011), Gromley et al. (2011) nebo Fairman et al. (2016). Vysvětlení aplikace těchto metod bylo uvedeno v kapitole 4.2. Metody byly zvoleny i s ohledem na obtížnost jejich aplikace. Přesto, pokud se znalec s těmito metodami dříve nesetkal, je vhodné provést konzultaci s odborníkem v této oblasti. Analýza Kontrolním seznamem byla následně implementována do vlastního návrhu řešení v podobě softwarového nástroje. Využití metod inženýrství rizik se při jejich implementaci do řešení prokázalo jako účinné a byl tak zdůrazněn význam těchto nástrojů a jejich aplikace ve vědním oboru Soudní inženýrství.

Pro ověření správnosti jejich aplikací a doplnění, byly navrženy dvě formy posouzení. První, vztahující se k potřebě identifikovat škody, které již vznikly, nebo existuje důvod jejich hrozby – hodnocení zranitelnosti složek a prvků ŽP. Význam hodnocení prvku zranitelnosti je doložen i odbornými studii a metodikami, které jsou dnes ve světě i ČR aplikovány (MŽP, 2003, Nilsson, 2003, Lownes a Rahman, 2013, U. S. EPA, 2015). Při návrhu posouzení zranitelnosti byly brány v úvahu požadavky, jako je jednoduchost, přehlednost a možnost základního rychlého posouzení. Pro další hodnocení. Nejedná se proto o postup srovnatelný s uvedenými metodikami, které jsou časově i datově náročnější s detailnějšími výsledky. Druhým navrženým způsobem posouzení vzniklých nebo potenciálních škod je jejich klasifikace dle stanovených kategorií, které byly vytvořeny na základě skupenství, nebezpečných vlastností unikajících látek a typu prostředí, do kterého látka unikla a kudy se může šířit. Ověření přítomnosti zranitelných složek ŽP a jejich prvků, společně s pravděpodobností rozsahu havárie, bylo využito modelovacího softwarové nástroje ALOHA 5. 4. (U. S. EPA, 2016), který je volně dostupný, a požadavky na jeho ovládání nejsou složité. Je ovšem důležité brát v úvahu jeho omezení uvedená v kapitole 3. 2. Přesto je možné výstupu tohoto softwaru využít jako podklad pro identifikaci jednotlivých prvků v místě havárie a okolí, společně s jejich vazbami, na jejichž základě může dojít ke vzniku škod, které nesouvisí s řešenou událostí.

Celý navrhovaný postup, byl pro zjednodušení a zpřehlednění převeden do softwarového modelovacího nástroje v podobě tabulkového kalkulátoru. Opět bylo důležité dodržet požadavek

na jednotnost a dostupnost. Proto byl nástroj vytvořen v prostředí MS Office Excel (Microsoft, 2016), který je v současné době jedním z nejrozšířenějších kalkulátorů, který umožňuje zadání logických podmínek s generací výsledků. Výhody a omezení navrhovaného nástroje byly uvedeny v kapitole 4.5. Cílem vytvoření tohoto postupu nebylo stanovit přesnou částku a to s ohledem na heterogenitu jednotlivých havárií s únikem NCHL do ŽP, kdy jsou především podmínky okolí významným faktorem, který má vliv na rozsah škod. Výstupem jsou tak kvalitativní údaje, doporučující kombinaci metod stanovení výše škod na ŽP, která byla hodnocena jako komplexní. Uvedený softwarový nástroj je v současné době možné zájemcům poskytnout na webových stránkách uvedených v příloze 1 nebo prostřednictvím e-mailového dotazu na autorku práce.

Návrh preventivního opatření uvedený v kapitole 4.7 byl vytvořen za účelem minimalizace škod na ŽP formou rychlého přehledu informací, provedení charakteristiky prostředí a kontroly aplikace účinnosti sanačních a likvidačních opatření. Návrh byl vytvořen na základě získaných výsledků v kapitole 4.4 a 4.5. Jedná se o sekundární výstup této práce, který nebyl původním předmětem řešení. Možnost jeho uplatnitelnosti v praxi se však může stát novým podmětem, který může výrazně podpořit nejenom preventivní, ale i znaleckou činnost v problematice stanovení výše škod na ŽP.

6 ZÁVĚR

Tématem zadání dizertační práce byl systémový přístup pro stanovení výše škod na ŽP v souvislosti s havárií a únikem NCHL během transportu. Jedná se o oblast, kde bylo důležité vyrovnat se s mnoha úskalími, jako je řešení této problematiky v rámci legislativy, definice samotného pojmu škoda na ŽP a náhrada za vzniklé škody, rozdílnost scénářů havárií, které není vzhledem k mobilitě vozidla možné přesně predikovat, s tím související absence stanovených tras pro přepravu NCHL s ohledem na potenciální rizika apod. Hlavním problémem se však stal chybějící jednotný přístup, který by znalcům umožnil vyhodnotit rozsah škod, na jehož základě by byly zvoleny vhodné metody pro stanovení celkové výše škod. Na základě získaných informací a podkladů ze zahraničních zdrojů a v rámci konzultací s odborníky zabývajícími se touto problematikou, které byly prezentovány formou analýzy současného stavu v kapitole 1, byly vyhodnoceny přístupy a metody, které odborníci nejvíce využívají pro řešení těchto událostí. Zároveň bylo zjištěno, že tyto metody jsou nejčastěji zaměřeny na náklady spojené s likvidací a sanací prostředí především na produkčních funkcích a složkách ŽP. Do výsledného návrhu proto byly implementovány i metody zohledňující význam mimoprodukčních funkcí. Návrh řešení byl následně aplikován do softwarového nástroje, který je v současné době dostupný na ÚSI VUT v Brně (příloha 1). Na základě výsledků v kapitole 4 a jejich vyhodnocení v kapitole 5 lze konstatovat, že zadání práce bylo splněno společně s jeho dílčími cíli. Další výzkum v této oblasti je možné rozvíjet i nadále se snahou o vytvoření univerzálního nástroje založeného na jednotném a především systémovém přístupu pro hodnocení škod na ŽP nejenom ve spojení s haváriemi na pozemních komunikacích.

7 PŘÍNOSY DIZERTAČNÍ PRÁCE

Výstupy v dizertační práci jasně poukazují na důležitost a nezbytnost jednotného přístupu při hodnocení dopadu havárií spojených s únikem NCHL do ŽP. Stanovení výše škod je pak složitým úkolem, při kterém se v současné době, musí znalec především spoléhat získané informace, data a zkušenosti s řešením této problematiky. V případech, kdy dochází k revizi znaleckého posudku, může být rozdílným výsledkem i způsob zpracování a vyhodnocení podkladů o řešené události. Proto musí být dodržen jednotný postup, který nejenom při primárním, ale i revizním posouzení zajistí systémový přístup s identifikací případných důvodů rozdílných výsledků.

Praktickým přínosem dizertační práce je pak vytvoření návrhu systémového přístupu stanovení výše škod na ŽP, který byl implementován do softwarového nástroje v prostředí MS Excel umožňující poměrně uživatelsky příjemnou aplikaci ve znalecké a expertní činnosti. Návrh je doplněn o doporučené metody inženýrství rizik, které doplňují informační podklady. Při jejich aplikaci je důležité brát v úvahu rozdíly scénářů jednotlivých havarijních událostí mobilních zdrojů. Využití výstupů této práce je tak doporučeno pro vědní obor Soudního inženýrství, v rámci které je problematika řešena v souvislosti s interakcí řidič – vozidlo – okolí, s konkrétní aplikací pro oblast Důsledky dopravních nehod a dopravy na environment a člověka.

Výsledky práce dále podtrhují význam aplikace metod inženýrství rizik v oblasti soudního inženýrství a možnosti jejich využití nejenom pro predikci, ale i zkoumání dějů, které již nastaly. Jejich implementací je minimalizováno riziko chybných výsledků a umožňují vytvořit kontrolu a zpětnou vazbu zjištěných údajů.

8 POUŽITÁ LITERATURA

ADAMEC, V. et al., 2011. Implementační akční plán – PS5 – Bezpečnost v dopravě. *Česká technologická platforma bezpečnosti průmyslu, o. s.*, s. 22.

ADAMEC, V. et al. 2008. Doprava, zdraví a životní prostředí. 1. vyd. *Praha: Grada*, s. 160. ISBN 978-80-247-2156-9

ADAMEC, V., et al., 2003. *Výzkum zátěže životního prostředí z dopravy*. Výzkumná zpráva č. CE 801 210 109. *Brno: Centrum dopravního výzkumu, v.v.i.* s. 101-117.

ADR, 2015. Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (ADR). *Ministerstvo Dopravy ČR* [online]. Dostupné z: http://www.mdcz.cz/cs/Silnicni_doprava/Nakladni_doprava/adr/ADR+2015+-+ke+sta%C5%BEEen%C3%AD/ADR+2015.htm

ASANA, 2011. Bezpečnostní list – ASPERMET 200 EC. *Asana spol. s.r.o.* [online]. [cit. 2016-06-05]. Dostupné z: <http://www.asanahk.cz/aspermet-200-ec>

AVEN, T., 2014. *Uncertainty in Risk Assessment – The Representation and Treatment of Uncertainties by Probabilistic and Non-Probabilistic Methods*, New Jersey: Wiley. 200 s. ISBN: 978-1-118-48958-1.

AVEN, T., 2015. *Risk Analysis*. 2. vyd. New Jersey: Wiley. 216 s. ISBN: 978-1-119-05779-6.

BAKER, R. a B. RUTING, 2014. *Environmental Policy Analysis: A guide to non-market valuation*. Melbourne: Australian Government, Productivity Commission. s. 151. ISBN: 978-1-74037-468-2.

BATEMAN, I., J. a K. G. WILLIS, 2001. *Valuing environmental preferences: theory and practice of the contingent valuation method in the US, EU, and developing countries*. Oxford: Oxford University Press on Demand. DOI:10.1093/0199248915.001.0001.

BERNATÍK, A., 2006. *Prevence závažných havárií I.*, 1. vyd. Ostrava: SPBI [online]. 86 s. [cit. 2014-11-25]. ISBN: 80-866-3489-2. Dostupné z: <http://www.fbi.vsb.cz/export/sites/fbi/040/.content/sys-cs/resource/PDF/skripta-PZH-I.pdf>

BERSANI, CH., 2008. *Advanced technologies and methodologies for risk management in the global transport of dangerous goods*. Washington DC: IOS Press, 2008, xii, 333 s. ISBN: 978-158-6038-991.

BOCÁN, J., 2014. *Statistické údaje dopravních nehod vozidel ADR (2009 – 2013)* [online]. 27. května 2014, 10:50; [cit. 2014-08-11]. Osobní komunikace.

BOXALL, P. C., W. L. ADAMOWICZ, SWAIT, J. et al. 1994. A comparison of stated preference methods for environmental valuation. *Ecological Economics*. **18**(3). 243-253 s. DOI 0.1016/0921-8009(96)00039-0

BOYD, J. a S. BANZHAF, 2007. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological Economics*. **2-3**(63). s. 616-626. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.01.002>

- BRADÁČ, A. et al., 2009. *Teorie oceňování nemovitostí, VIII přepracované a doplněné vydání*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., s. 1-753. ISBN: 978-80-7204-630-0.
- BRADÁČ, A. et al., 2010. *Soudní znalectví. 1. vyd.* Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. ISBN: 978-80-7204-8.
- BURGMAN, M. A., 2005. *Risks and decisions for conservation and environmental management*. Cambridge; New York: Cambridge University Press, xii, 488 s. ISBN 978-0-521-83534-3.
- CAPRA, F., 2004. *Tkáň života, Nová syntéza mysli a hmoty*. Praha: Academia. ISBN: 80-200-1169-2.
- CIMTO. 2012. Zkušební laboratoř. *CIMTO* [online]. [cit. 2014-10-03]. Dostupné z: <http://www.cimto.cz/index.php?lang=cz&page=azl>
- CRISPINO F. a M. M. HOUCK, 2013. Principles of Forensic Science. In: *Encyclopedia of Forensic Sciences, 2. vyd.* Amsterdam: Elsevier. s. 278-281
- CUDLÍNOVÁ, E., 2006. Ekologická ekonomie a životní prostředí. *Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta* [online]. [cit. 2015-10-12]. Dostupné z: <http://ksr.ef.jcu.cz/dokumenty/profilu/doc-ing-eva-cudlinova-dokumenty/studijni-materialy/ekologicka-ekonomie-a-zivotni-prostredi/>
- ČAPOUN, T. et al., 2009. *Chemické havárie. 1. vyd.* Praha: MV GŘ HZS ČR, 149 s. ISBN: 978-80-86640-64-8.
- ČEPRO, 2011. Bezpečnostní listy. *ČEPRO, a.s.* [online]. [cit. 2016-06-05]. Dostupné z: <https://www.ceproas.cz/bezpecnostni-listy>
- ČESKÁ REPUBLIKA, O lesích a o změně některých zákonů (lesní zákon). In: 289. Ministerstvo zemědělství ČR, Praha, 1995, 76/1995. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/1995-289>
- ČESKÁ REPUBLIKA, O předcházení ekologické újmy a o její nápravě a o změně některých zákonů. In: 167. Ministerstvo životního prostředí ČR, Praha, 2008, 167/2008. Dostupné z: <http://www.cizp.cz/files/=2188/Platn%C3%BD%20z%C3%A1kon167.pdf>
- ČESKÁ REPUBLIKA, O předcházení ekologické újmy a o její nápravě. In: 167. Ministerstvo životního prostředí ČR. Praha, 2008, 53/2008. Dostupné z: https://www.mkcr.cz/doc/cms_library/02-1682008-1996.pdf
- ČESKÁ REPUBLIKA, O silniční dopravě. In: 37. Ministerstvo dopravy ČR, Praha, 1994, 111/1994. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/1994-111>
- ČESKÁ REPUBLIKA, O způsobu výpočtu výše újmy nebo škody způsobené na lesích. In: 55. Ministerstvo zemědělství ČR, 1999, 55/1999. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=47680&fulltext=&nr=55~2F1999&part=&name=&rpp=15#local-content>
- ČESKÁ REPUBLIKA, Občanský zákoník. In: 89. Ministerstvo spravedlnosti ČR, Praha, 2012, 33/2012. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-89>

ČESKÁ REPUBLIKA, Trestní zákoník. In: 40. Ministerstvo vnitra ČR, Praha, 2009, 11/2009. Dostupné z:

<http://www.portal.gov.cz/app/zakony/zakon.jsp?page=0&nr=40~2F2009&rpp=15#seznam>

ČSN EN 61025 (010676), 2007. *Analýza stromu poruchových stavů (FTA)*. Praha: Český normalizační institut. 48 s.

ČSN EN 62502 (010676), 2011. *Techniky analýzy spolehlivosti - Analýza stromu událostí (ETA)*. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. 44 s.

ČSN EN ISO 6341 (757751), 2013. *A Kvalita vod - Zkouška inhibice pohyblivosti Daphnia magna Straus (Cladocera, Crustacea) - Zkouška akutní toxicity*. Praha, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. 28 s.

ČSN EN ISO 7346-2 (757761), 1999. *A Jakost vod - Stanovení akutní letální toxicity látek pro sladkovodní ryby [Brachydanio rerio Hamilton-Buchanan (Teleostei, Cyprinidae)]*. Část 2, *Obnovovací metoda*. Praha, Český normalizační institut. 16 s.

DARRP, 2016. Habitat Equivalency Analysis. *U.S. Department of Commerce* [online]. [cit. 2016-04-02]. Dostupné z: <https://darrp.noaa.gov/economics/habitat-equivalency-analysis>

DE GROOT, R. S. et al., 2002. A Typology for the Classification, Description and Valuation of Ecosystem Functions, Goods and Services. *Ecological Economics*. **41**(3), s. 393-408. DOI: 10.1016/S0921-8009(02)00089-7.

DE GROOT, R., 2006. Function-analysis and valuation as a tool to assess land use conflicts in planning for sustainable, multi-functional landscapes. *Landscape and Urban Planning*. **75**, s. 175-186. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2005.02.016.

DÍAZ, S., J. FARGIONE, F. S. CHAPIN a D. TILMAN, 2006. Biodiversity loss threatens human well-being. *PLoS Biology*. **4**(8). DOI: 10.1371/journal.pbio.0040277.

DLAMINI, C. S., 2012. Types of values and valuation methods for environmental resources: Highlights of key aspects, concepts and approaches in the economic valuation of forest goods and services. *Journal of Horticulture and Forestry*, **4**(12), s. 181-189. ISSN 2006-9782.

DORMAN, D. C. et al., 2014. Committee on Design and Evaluation of Safer Chemical Substitutions: A Framework to Guide Selection of Chemical Alternatives. *National Research Council*. 264 s. ISBN: 0-309-31013-X.

DUFFY, J. E. et al., 2007. The functional role of biodiversity in ecosystems: Incorporating trophic complexity. *Ecology Letters*, **10**(6), s. 522-538. DOI: 10.1111/j.1461-0248.2007.01037.x.

EARNHART, D. 2001. Combining Revealed and Stated Preference Methods to Value Environmental Amenities at Residential Locations. *Land Economics*. **77**(1), s. 12-29. DOI 10.2307/3146977

EuroRAP, 2015. EuroRAP Riziková mapa ČR 2012 – 2014. ÚAMK[online]. [cit. 2016-02-02]. Dostupné z: http://gopages.uamk.cz/images/pdf/EuroRAP_2012-2014x.jpg

- EUROSTAT, 2016. Road freight by type of goods. *Eurostat Statistic Explained* [online]. [cit. 2016-07-05]. Dostupné z: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Road_freight_transport_by_type_of_goods
- EVROPSKÁ KOMISE, 2013. *Směrnice o odpovědnosti za ŽP – ochrana přírodních zdrojů Evropy*. Evropská komise, Lucemburk: Úřad pro publikace EU. ISBN: 978-92-79-29750-2
- EVROPSKÁ KOMISE, 2016. Environmental economics – The economics of environmental policy. European Commission, Environment [online]. [cit. 2016-07-07]. Dostupné z: http://ec.europa.eu/environment/enveco/economics_policy/
- FAIRMAN, R., C. D. MEAD a W. P. WILLIAMS,. 2016. Environmental Risk Assessment Approaches, experiences and information sources. *European Environmental Agency* [online]. [cit. 2016-05-05]. Dostupné z: <http://www.eea.europa.eu/publications/GH-07-97-595-EN-C2/riskindex.html>
- FENCL, J., 2010. Oceňování mimoprodukčních funkcí nivních území na soutoku Vltavy a Berounky. Co nevíme o hodnotách území. *Život na soutoku, z.s.* [online]. [cit. 2015-08-07]. Dostupné z: http://www.radotinska-jezera.cz/upload/docs/3_fencl-jiri-ocenovani-mimoprodukcnich-funkci-nivnich-uzemi-na-soutoku-vltavy-Berounky.pdf
- FLAŠKA, J., 2004. Na D1 se převrátila cisterna a vzplanula. *Požáry* [2004]. [cit. 2015-06-08]. Dostupné z: <http://www.pozary.cz/clanek/2742-na-d1-se-prevratila-cisterna-a-vzplanula/>
- FOSTER, J., 1997. *Environmental Value and the Scope of Economics*. London: Routledge. s.265. ISBN: 0-415-12978-8
- FREY, B. S., S. LUECHINGER a A. STUTZER, 2009. The Life Satisfaction Approach to Environmental Valuation. *Annual Review of Resource Economics*, 2(4478), s. 1-31. DOI: 10.1146/annurev.resource.012809.103926.
- FROMM, O., 2000. Ecological Structure and Functions of Biodiversity as Elements of Its Total Economic Value. *Environmental and Resource Economics*. 16(303), s. 303 – 328. DOI: 10.1023/A:1008359022814
- GARBOLINO, E. et al., 2012. Transport Dangerous Goods – Methods and Tools for Reducing the Risk of Accidents and Terrorist Attack. *NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security*. s. 249. ISBN 978-94-007-2683-3.
- GOOGLE MAPS, 2016. Mapová data, Hamry nad Sázavou. Google© Inc. [online] [cit. 2016-05-02]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps/@49.5653847,15.9455913,13z>
- GOOGLE. Aplikace Google Earth [software]. [přístup. 2016-02-10]. Dostupné z: <http://www.google.cz/intl/cs/earth/>
- GRÊT-REGAMEY, A., E. CELIO, T. M. KLEIN a U. W. HAYEK, 2013. Understanding ecosystem services trade-offs with interactive procedural modeling for sustainable urban planning. *Landscape and Urban Planning*. 109(1), s. 107-116. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2012.10.011.
- GUNDANYIA, J., 2014. Environmental studies - Ecology and Exosystem. *Slideshare - Environment* [online]. [cit. 2016-06-05]. Dostupné z: <http://www.slideshare.net/jayanshugundaniya9/ecology-and-ecosystem-41045015>

- HAMOUDA, G., F. SACCOMANNO, L. FU, 2004. Quantitative Risk Assessment Decision-Support Model for Locating Hazardous Materials Teams. *Transportation Research Record*. 2004, **1873**(1), s. 235-259. DOI: 10.1002/9780470061596.risk0436.
- HARIPRIYA, G. Hedonic price method: A concept note. *Chennai: Madras School of Economics* [online]. [cit. 2015-04-05]. Dostupné z: <http://coe.mse.ac.in/dp/hedonic%20price.pdf>
- HAUSMAN, J.A., 2012. Contingent valuation: A critical assessment. *Contribution to economic analysis*, 220. Amsterdam: Elsevier. s. 449. ISBN: 0-444-81469-8.
- HEBRARD, J. a F. DAOUST, 2013. History of Forensic Sciences. In: *Encyclopedia of Forensic Sciences*, 2. vyd. Amsterdam: Elsevier. s. 273-277
- HENDRYCH, D., M. BĚLINA a J. FIALA et al., 2003. *Právní slovník*, 2. rozšířené vyd. Praha: C.H. Beck, 2003, s. 1019-1020. ISBN: 80-717-9740-5.
- HOLMAN R., 2002. *Ekonomie*. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, ISBN: 80-7179-681-6.
- HOUCK, M. M., 2015. *Professional Issues in Forensic Science*, 1. vyd. U.S.A.: Oxford. 349 s. ISBN: 978-0-12-800567-5.
- HUETING, R., L. REJINDERS, B. DE BOER, J. LAMBOOY a H. JANSEN, 1998. The concept of environmental fiction and its valuation. *Ecological Economics*. **25**(1), s. 31-35. DOI: 10.1016/S0921-8009(98)00011-1.
- HZS MSK, 2013, U Frýdku-Místku se převrátila polská cisterna převážející topný olej. iDnes [online]. [cit. 2016-02-03]. Dostupné z: http://ostrava.idnes.cz/u-frydku-mistku-se-prevratila-cisterna-blokuje-dopravu-z-polska-px1-/ostrava-zpravy.aspx?c=A130802_143153_ostrava-zpravy_jog
- HZS Zk, 2013. Nehoda cisterny na několik hodin blokovala cestu z Bystrice pod Hostýnem. Zlín [online]. [cit. 2016-05-04]. Dostupné z: <http://zlin.cz/508150n-nehoda-cisterny-na-nekolik-hodin-blokovala-cestu-z-bystrice-pod-hostynem>
- CHAPIN, F. S. et al., 2000. Consequences of changing biodiversity. *Nature*. 405, s. 234-241. DOI: 10.1038/35012241.
- CHIASSON, P., 2013. Freight Train Derails and Explodes in Lac –Megantic, Quebec. *The Atlantic* [online]. [cit. 2015-08-09]. Dostupné z: <http://www.theatlantic.com/photo/2013/07/freight-train-derails-and-explodes-in-lac-megantic-quebec/100548/>
- CHRISTOU, M., D. MENDOLA a M. SMEDER, 1999. The control of major accident hazards: The land-use planning issue. *Journal of Hazardous Materials*. **65**(1-2), s. 151-178. DOI: 10.5040/9781472562401.ch-004.
- IEC IS 60300-3-9, 1995. *Dependability management part 3, Application guide - Section 9: Risk analysis of technological systems*. Švýcarsko, Ženeva: International Electrotechnical Commission
- IMET, 2005. Institut mechanického testování. *IMET* [online]. [cit. 2014-10-03]. Dostupné z: <http://www.imet.cz/>
- JANÍČEK, P. 2014. *Systémová metodologie. Brána do řešení problémů*. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. 374 s. ISBN 978-80-7204-887-8.

- JANÍČEK, P. 2013. *Expertní inženýrství v systémovém pojetí*. 1. vyd. Praha: Grada. 592 s. ISBN 978-80-247-4127-7.
- JANÍČEK, P., 2007. *Systémové pojetí vybraných oborů pro techniky. Hledání souvislostí. 1. a 2. díl. 1. vyd.* Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. ISBN: 978-80-7204-554-9.
- JONES, R., W. LEHR, D. SIMECEK-BEATTY a M. REYNOLD, 2013. ALOHA® (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) 5.4.4: Technical Documentation. *U. S. Dept. Of Commerce, NOAA Technical Memorandum NOS OR&R 43*. Seattle, WA: Emergency Response Division, NOAA. 96 s.
- JUSTICE.CZ, 2016. Evidence znalců a tlumočnicků. Ministerstvo spravedlnosti ČR [online]. [cit. 2016-07-27]. Dostupné z: [http://datalot.justice.cz/justice/repzatl.nsf/\\$\\$SearchForm?OpenForm](http://datalot.justice.cz/justice/repzatl.nsf/$$SearchForm?OpenForm)
- KABRNA, M. a O. PELEŠKA, 2009. Využití metod oceňování biotopů ke kvantifikaci externalit z povrchové těžby uhlí. *PALIVA*. 1(1). s. 16-18.
- KANTA, J., 2014. *Problematika sanace a stanovení výše škod na ŽP*. 11. února 2014. Osobní sdělení.
- KERNS, T., 2013. Utilitarianism by John Stuart Mill. *Environment and Human Rights Course* [online]. [cit. 2015-06-04]. Dostupné z: <http://environmentandhumanrightscourse.info/onlinetextsite/millUTIL.html>
- KING, M. D. a M. J. MAZZOTTA, 2000. Ecosystem Valuation. *US Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Services and National Oceanographic and Atmospheric Administration* [online]. [cit. 2016-03-03]. Dostupné z: <http://www.ecosystemvaluation.org/index.html>
- KLEDUS, R., 2012. *Obecná metodika soudního inženýrství, 1. vyd.* Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství. ISBN: 978-80-214-4562-8.
- KNIGHTS, P. et al., 2011. Economic Environmental Valuation: An Analysis of Limitations and Alternatives. *BIOMOT Project Deliverable 1.1. No: 282625*. Manchester: BIOMOT. s. 69. DOI: 10.13140/2.1.4780.7524.
- KOLDSTAD, C. D., 2000. *Environmental economics*. New York: Oxford University Press. ISBN: 0-19-511954-1.
- KOLSTAD, C. D., 2000. *Environmental economics*. New York: Oxford University Press. 400 s. ISBN: 0-19-511-954-1.
- KOVÁŘ, R., 2000. Bílá kniha o odpovědnosti za životní prostředí. In: *EKODISK MŽP* [online]. [cit. 2014-03-15]. Dostupné z: <http://www.mzp.cz/ris/ais-ris-info-copy.nsf/6d13b004071d0140c12569e700154acb/c5613ff47822adf8c1256b55003f14e6?OpenDocument>
- LEONARDI, G., 2008. Routes planning for HAZMAT transport. Uniiversitá „Mediterranea“ di Reggio Calabria. *17th National SIV Congress – ENNA (Italy)*, 10. - 12. September 2008. Dostupné z: http://www.siv.net/site/sites/default/files/Documenti/enna/63_2848_20080919094206.pdf

- LIDOVKY, 2011. Z tankeru do Rýna uniklo malé množství kyseliny, Čech a Němec stále nezvěštní. *Lidovky.cz* [online]. [cit. 2016-02-06]. Dostupné z: http://www.lidovky.cz/z-tankeru-do-ryna-uniklo-male-mnozstvi-kyseliny-cech-a-nemec-stale-nezvestni-1sl-/zpravy-svet.aspx?c=A110113_085016_In_zahranici_pks
- LIMAEI, M. S. et al., 2014. Economic evaluation of natural forest park using the travel cost method (case study; Masouleh forest park, north of Iran). *Journal of Forest Science*, **60**(6), s. 254-261. ISSN 1212-4834.
- LINDE, 2011a. Bezpečnostní list – dusík, hluboce zchlazený, kapalný. *LINDE Vítkovice, a.s.* [online]. [cit. 2016-06-05]. Dostupné z: <http://www.linde-vitkovice.cz/pdf/dusik-kapalny.pdf>
- LINDE, 2011b. Bezpečnostní list – kyslík, hluboce zchlazený, kapalný. *LINDE Vítkovice, a.s.* [online]. [cit. 2016-06-05]. Dostupné z: <http://www.linde-vitkovice.cz/pdf/kyslik-kapalny.pdf>
- LOREAU, M., 2009. Linking biodiversity and ecosystems: towards a unifying ecological theory. *Philosophical Transactions of the Royal Society B, Biological Science. The Royal Society Publishing*, **365**(1537). DOI: 10.1098/rstb.2009.0155.
- LOWNES, N. a A. RAHMAN, 2013. Risk assessment of hazardous material transportation routes in the New Haven, Final Report. Connecticut Transportation Institute. 1, s. 10. Dostupné z: http://www.cti.uconn.edu/wp-content/uploads/2013/12/New_Haven_HazMat_Final_Briefing_FINAL.pdf
- LYONS, K., C. BRIGHAM, B. TRAUT a M. SCHWARTZ, 2005. Rare species and ecosystem functioning. *Conservation biology*. **9**(4), s. 1019-1024. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2005.00106.x.
- MANNAN. S., 2012. *Lee's Loss Prevention in the Process Industries: Hazard Identification Assessment and Control*. 4. vyd. Oxford: Elsevier. ISBN: 978-0-12-397189-0.
- MARKANDYA, A. et al., 2002. *Environmental Economics for Sustainable Growth: A handbook for practitioners*. United Kingdom: Edward Elgar Publishing Limited. ISBN: 1840643064.
- MARKANDYA, A., 2002. Economic Principles and Overview of Valuation. Methods for Environmental Impacts. *Univerzita Karlova, Centrum pro otázky ŽP* [online]. [cit. 2016-02-01]. Dostupné z: https://www.czp.cuni.cz/Vzdel/letni_skola/program/Markandya_Economic%20principles%20and%20overview%20of%20valuation%20methods%20for%20environmental%20impacts.pdf
- MARKANDYA, A., 2002. *Environmental economics for sustainable growth: a handbook for practitioners*. Cheltenham: Edward Elgar. ISBN: 1-84064-306-4.
- MARKANDYA, A., 2006. The Hedonic Pricing Method. *University of Bath* [online]. [cit. 2015-10-06]. Dostupné z: ftp://131.252.97.79/Transfer/ES_Pubs/ESVal/hedonics/Hedonicpricing.ppt
- MARSHALL, J., 2012. An Intriduction to Fault Tree Analysis (FTA). *Warwick: The Warwick University* [online]. [cit. 2016-06-04]. Dostupné z: http://www2.warwick.ac.uk/fac/sci/wmg/ftmsc/modules/modulelist/peuss/slides/section_11b_fta_1ecture_slides_compatibility_mode.pdf

MATEJÍČEK, J., 2003. *Vymezení základních pojmů a vztahů z oblasti mimoprodukčních funkcí lesa*. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti. s. 2-56. Dostupné z: http://www.vulhm.cz/sites/File/lesnicka_politika/ocenovani_lesa/Terminologie_funkci_lesa.pdf

MATOS, A., P. CABO, M. RIBEIRO a A. FERNANDES, 2010. Economic valuation of environmental goods and services. Forest landscapes and global change. New frontiers in management, conservation and restoration. In: *Proceedings of the IUFRO Landscape Ecology Working Group International Conference*. Bragança: IPB, IUFRO. s. 514-519. ISBN: 978-972-745-110-4.

MAYOR, K. et al., 2007. Comparing the Travel Cost Method and Contingent Valuation Method – An Application of Convergent Validity Theory to the Recreational Value of Irish Forests. *Working paper No. 190*, April 2007. Dublin: ESRI. s. 21.

MD ČR, 2010. Dopravní informační systém DOK, Přeprava nebezpečných věcí. *Ministerstvo dopravy ČR* [online]. [cit. 2016-07-07]. Dostupné z: <http://cep.mdcr.cz/dok2/DokPub/dok.asp>

MEA, 2005. *Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and human well-being: synthesis*. Washington, DC: Island Press. ISBN: 1597260401.

MENDELSON, R. a S. OLMSTEAD, 2009. The Economic Valuation of Environmental Amenities and Disamenities: Methods and Applications. *Annual Review of Environmental Resources*, **34**(1), s. 325-347. New Haven: Yale University. DOI: 10.1146/annurev-environ-011509-135201.

Metodický pokyn odboru environmentálních rizik a ekologických škod pro hodnocení dopadů havárií s účastí nebezpečné látky na životním prostředí. *Ministerstvo životního prostředí ČR*. Praha. 2012. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/osv/edice.nsf/39EF155AA2F7C4E4C1257A7900286995/\\$file/Vestnik_8_2012.pdf](http://www.mzp.cz/osv/edice.nsf/39EF155AA2F7C4E4C1257A7900286995/$file/Vestnik_8_2012.pdf)

Metodický pokyn odboru environmentálních rizik a ekologických škod Ministerstva životního prostředí pro provádění základního rizika ekologické újmy. *Ministerstvo životního prostředí ČR*. Praha. 2012.

Metodický pokyn odboru environmentálních rizik pro stanovení zranitelnosti životního prostředí metodou ENVITech03 a analýzu dopadu havárií s účastí nebezpečné látky na životní prostředí metodou H&V index. *Ministerstvo životního prostředí ČR*. Praha. 2003.

MICROSOFT, 2016. *Microsoft Office Excel 2007* [software]. Červen 2016. [přístup 2016-06-17]. Tabulkový procesor pro OS Windows. Vyžaduje Windows 2007 a vyšší. Dostupné z: <https://products.office.com/cs-cz/home#>

MIFGLEY, G. F., 2012. Biodiversity and Ecosystem Function. *Science*, **335**(6065), s. 174-175. ISSN 1095-9203.

MIKULKA, J., 2014. Should CEOs Get Jail Time For Oil-By-Rail Accidents Like Lac Megantic?. *Desmog* [online]. [cit. 2015-12-11]. Dostupné z: <http://www.desmogblog.com/2014/05/26/should-ceos-get-jail-time-oil-rail-accidents-lac-megantic>

- MISHRA, S. K., 2000. Valuation of Environmental Goods and Services: an Institutionalistic Assessment. Michigan State University [online]. [cit. 2015-06-05]. Dostupné z: <https://msu.edu/user/schmid/mishra.htm>
- MITÁČEK, I. 2008. Z cisterny unikla kyselina dusičná. *Požáry* [online]. [cit. 2016-06-03]. Dostupné z: <http://www.pozary.cz/clanek/9531-z-cisterny-unikla-kyselina-dusicna/>
- MOLDAN, B., 2011. Bohatství přírody nelze vystihnout jen ekonomickou hodnotou. *Ochrana přírody*. 5(1). ISSN 1210-258X.
- MOUDRÝ, J., 2006. Multifunkční zemědělství – Environmentální funkce zemědělství. *Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta* [online]. [cit. 2015-10-10]. Dostupné z: http://home.zf.jcu.cz/~moudry/multif_zemedelstvi/frvs_pdf/13_MZ.pdf
- MULLAI, A., 2006. Risk management systém – risk assessment frameworks and techniques. *DaGoB Publication Series 5:200*. 158 s. ISBN 951-564-393-7.
- MŽP, 2000. Oceňování životního prostředí a mimoprodukčních funkcí jeho složek ŽP v České republice. *Ministerstvo ŽP ČR* [online]. [cit. 2016-02-04]. Dostupné z: <http://www-1.sysnet.cz/projects/env.ais/ais-i04-tisk.nsf/e3c0bda367baa82bc125696f002a7bd1/60d60c2801bebe19c125692200369caa!OpenDocument>
- MŽP, 2007. Metodický pokyn ke stanovení ekotoxicity odpadů. *Věstník MŽP 4/2007*. Dostupné z: http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/puda/legislativa_odpady/MP_ekotoxicita_odpadu.pdf
- MŽP, 2015. Mapy půdních typů v jednotlivých krajích ČR. Česká republika. *Ministerstvo ŽP* [online]. [cit. 2015-10-10]. Dostupné z: http://www.mzp.cz/cz/pudni_mapy
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL COMMITTEE, 2009. Identifying the Needs of the Forensic Science Community, Strengthening Forensic Science in the United States: A Path Forward. *National Academy of Scientific Report*. Washington DC: National Academy Press. 350 s. ISBN: -13: 978-0-309-13135-3.
- NBS, 2011. Measuring and Valuing Environmental Impacts: A Systematic Review of Existing Methodologies. In: *Network for Business Sustainability* [online]. [cit. 2014-01-10]. Dostupné z: <http://nbs.net/knowledge>
- NWT, 2015. Fatal oil tank explosion. *The New York Times* [online]. [cit. 2016-02-04]. Dostupné z: <http://query.nytimes.com/gst/abstract.html?res=9F05EFDB1239E033A25750C2A9679D94619ED7CF&legacy=true>
- NĚMEČEK, J. et al., 2008. Klasifikační systém půd České republiky. 2. vyd. Praha: ČZU. 95 s.
- NILSSON, J., 2003. Introduktion till riskanalysmetoder. *LUTVDG/TVBB--3124--SE*. Fire Safety Engineering and Systems Safety, University of Lund. ISSN 1402-3504.
- NYSTEDT, F., 2000. *Riskanalysmetoder*. Lund: Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola.
- O'NEILL, J., 2007. *Markets, Deliberation and Environment*. London: Routledge. s. 234. ISBN 041539712X.

- OLIVER, T. H. et al., 2015. Biodiversity and Resilience of Ecosystem Functions. *Trends in Ecology and Evolution*, **30**(11), s. 673-684. DOI: 10.1016/j.tree.2015.08.009.
- PALEČEK, M., 2007. *Identifikace a hodnocení rizik (2007)*, 2. vyd. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v.v.i. ISBN 978-80-86973-30-2
- PALEČEK, M., J. BUMBA, L. KELNAR a V. SLUKA, 2005. *Postupy a metodiky analýz a hodnocení rizik pro účely zákona o prevenci závažných havárií*. Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v.v.i. s. 211.
- PALMQUIST, R. B., 1999. Hedonic models. In: *Handbook of Environmental and Resource Economics*. Cheltenham: Edward Elgar. s. 765-776.
- PATHY, M. a J. ŘEPÍK, 2016. *02.05.2011: Kvůli nehodě nákladního automobilu před tunelem Valík byla doprava na D5 zastavena dva dny. Požáry* [online]. [cit. 2016-06-08]. Dostupné z: <http://www.pozary.cz/clanek/41955-02-05-2011-kvuli-nehode-nakladniho-automobilu-pred-tunelem-valik-byla-doprava-na-d5-zastavena-dva-dny/>
- PASCUAL, U, R. MURANDIAN et al. 2010. The economics of valuing ecosystem services and biodiversity. TEEB D0 [online]. [cit. 2016-05-02]. Dostupné z: <http://www.teebweb.org/wp-content/uploads/2013/04/D0-Chapter-5-The-economics-of-valuing-ecosystem-services-and-biodiversity.pdf>
- PEARCE, D. 2002. An Intellectual History of Environmental Economics. *Annual Review of Energy and the Environment*. 57-81 s. DOI 10.1146/annurev.energy.27.122001.083429
- PENTA, 2015. Bezpečnostní list – kyselina chlorovodíková 35%. PENTA s.r.o. [online]. [cit. 2016-06-05]. Dostupné z: http://www.pentachemicals.eu/bezp_listy/a/bezplist_666.pdf
- Pěstování lesa, doplňkový učební text – Charakteristika funkcí lesů. *Lesnická a dřevařská fakulta, Mendelova univerzita v Brně*. 2001 [online]. [cit. 2015-03-05]. Dostupné z: http://ldf.mendelu.cz/uzpl/pestovani_v_heslech/pestsyst/ucpestov/ucel_char_fce_lesu.html
- PETERSON, C. H. a R. N. LIPCIUS, 2003. Conceptual progress towards predicting quantitative ecosystem benefits of ecological restoration. *Marine Ecology Progress Series*. 264, s. 297-307. DOI: 10.3354/meps264297.
- PLANAS, E., J. ARNALDS et al. 2014. Historical evolution of process safety and major-accident hazards prevention in Spain. Contribution of the pioneer Joaquim Casal. In *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 28 (109). DOI:10.1016/j.jlp.2013.04.005
- Plataforma SINC, 2014, Study reviews Spain's most serious chemical accidents. ScienceDaily [online]. [cit. 2016-06-04]. Dostupné z: <https://www.sciencedaily.com/releases/2014/05/140520093438.htm>
- PLÍHAL, L., 2014. Těžká technika. Z místa ekologické havárie, kterou mají na svědomí zloději nafty, bude odtěžena dvoumetrová vrstva zeminy z asi jednoho hektaru půdy. *Deník* [online]. [cit. 2016-02-04]. Dostupné z: <http://www.denik.cz/kraj-vysocina/stovky-tun-kontaminovane-zeminy-jsou-uz-na-skladce-20140108-k0yi.html>

- PROCHÁZKOVÁ, D., 2004. Seznam – Přehled metodik pro analýzu rizik. *Ministerstvo Vnitřní Generální Ředitelství HZS ČR*. [online]. 15 s. [cit. 2014-09-08]. Dostupné z: <http://krizport.firebrno.cz/file/122>
- PROCHÁZKOVÁ, D., 2012. *Metody rizikového inženýrství*, 1.vyd. Ostrava: SPBI. 147 s. ISBN: 978-80-7385-111-8.
- PROCHÁZKOVÁ, D., J. PROCHÁZKA, et al., 2014. *Kritické vyhodnocení přepravy nebezpečných látek po pozemních komunikacích ČR*. Praha, ČVUT-FD, Ústav bezpečnostních technologií a inženýrství. s. 139. ISBN: 978-80-01-05599-1.
- PSUTKA, J., 2011. *Odpovědnost za ekologické škody v občanském právu*. Praha: Wolters Kluwer ČR, a. s. 436 s., ISBN: 978-80-7357-872-5.
- RAIS, K., 2007. *Risk management: studijní text pro kombinovanou formu studia*, vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 152 s. ISBN: 978-80-214-3510-0.
- RIETBERGEN-MCCRACKEN, J. a H. ABAZA, 2000. *Environmental valuation: a worldwide compendium of case studies*. Editor Jennifer Rietbergen-McCracken, Hussein Abaza. London: Earthscan Publications, vi, 232 s. ISBN: 18-538-3695-8
- RMP, 2014. Risk Management Plan Rule. *United States Environmental Protection Agency (US EPA)* [online]. 2014, 2014-08-07 [cit. 2014-10-02]. Dostupné z: <http://www2.epa.gov/rmp/rmpcomp>
- ROBINSON, J., 2001. A review of techniques to value environmental resources in coastal zones – *Milestone report*. University of Queensland, CEC for Coastal Zone Estuary and Waterway Management [online]. [cit. 2016-02-01]. Dostupné z: http://www.ozcoasts.gov.au/pdf/CRC/economic_valuation2.pdf
- ROOSBERG, J. a D. THORSTEINSSON, 2002. *Environmental and health risk management for road transport of hazardous material*. Lund, Sweden: University of Lund, 2002. 5114. ISBN: 1402-3504.
- ŘÍHA, J. et al., 1998. Vypracování soustavy hodnocení a oceňování užitků a aktiv přírodních statků v ekonomii ŽP. *Program výzkumu a vývoje MŽP ČR – BIOSFÉRA, projekt č. VaV/620/1/97*.
- SAWE, N. a B. KNUSTON, 2015. Neural valuation of environmental resources. *NeuroImage*, 122, s. 87-95. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2015.08.010.
- SEJÁK, J. a I. DEJMAL et al., 2003. *Hodnocení a oceňování biotopů České republiky*. Praha: Český ekologický ústav. ISBN: 80-85087-54-5.
- SEJÁK, J., 2010. *Hodnocení funkcí a služeb ekosystémů České republiky. Ústí nad Labem: FŽP ÚJEP*. ISBN: 978-80-7414235. Dostupné z: <http://fzp.ujep.cz/projekty/HodnoceniFunkciASluzebEkosystemuCR.pdf>
- SEJÁK, J., I. DEJMAL et al., 2003. *Hodnocení a oceňování biotopů České republiky. Český ekologický ústav* [online]. [cit. 2014-09-25]. 428 s. Dostupné z: <http://fzp.ujep.cz/Projekty/VAV-610-5-01/HodnoceniBiotopuCR.pdf>

- SIDOROV, E., 2010. *Makroekonomické souvislosti ochrany životního prostředí. 1. vyd.* Praha: C.H. Beck. 224 s. ISBN: 978-80-7400-308-0.
- SILVANITA, M., K. FARIS a J. KURIAN. 2011. Critical review of a risk assessment method nad its applications. In *2011 International Conference on Financial Management and Economics, IPEDR (11)*. Singapore: IACSIT Press. s. 83 – 87.
- SKŘEHOT, P. et al., 2009. *Prevence nehod a havárií; 2. díl: Mimořádné události a prevence nežádoucích následků*. Praha: VÚBP a T-SOFT. 595 s. ISBN: 978-80-86973-73-9.
- Směrnice Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 2004/35/ES o odpovědnosti za životní prostředí v souvislosti s prevencí a nápravou škod na životním prostředí. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/ris/ais-risdb-ec-table.nsf/9EA0253629D4DDE8C1256E910048CF8D/\\$file/32004L0035Fin.pdf](http://www.mzp.cz/ris/ais-risdb-ec-table.nsf/9EA0253629D4DDE8C1256E910048CF8D/$file/32004L0035Fin.pdf)
- SPASH, C. L., 2009. The valuation problem and non-market valuation theories. In: GOWDY, J. M. *Economic interactions with other disciplines*. s. 74-93. ISBN: 1848260385.
- STATISTIC AUSTRIA, 2009. Strassenverkehrsunfälle 2009 . Wien: STATISTIC AUSTRIA [online]. 2010 [cit. 2014-03-15]. Dostupné z: http://p2.iemar.tuwien.ac.at/p2_10_krems/sites/default/files/strassenverkehrsunfaelle_2009.pdf
- STUHLÁK, K., 2005. Hodnocení dopadů havárií na životní prostředí. Fórum mladých odborníků protipožiarnej ochrany. *6. medzinárodný odborný seminár, 17. - 28. 10. 2005.* s. 7. ISBN: 80-228-1514-4. Dostupné z: http://www.hzsmk.cz/sklad/kraoo/publikace/016hodnoceni_dopady_ZP.pdf
- SUH, S., 2004. Functions, commodities and environmental impacts in an ecological-economic model. *Ecological Economics*. 4(48). S. 451-467. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2003.10.013>
- SZU. 2014. Strojírenský zkušební ústav. *SZUTEST* [online]. [cit. 2014-10-03]. Dostupné z: <http://www.szutest.cz/>
- ŠAUER P. a A. DVOŘÁK et al., 1997. *Úvod do ekonomiky životního prostředí*, Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze. ISBN: 80-7079-548-4.
- ŠAUER P., 2008. *Základy ekonomiky životního prostředí I*. Praha: Nakladatelství a vydavatelství litomyšlského semináře, ISBN: 978-80-86709-13-0.
- ŠIMEK, P., 2014. Po dopravní nehodě kamionu na D5 uniklo téměř 1000 litrů nafty do půdy. *HZS ČR* [online]. 2014 [cit. 2014-10-03]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/po-dopravni-nehode-kamionu-na-d5-uniklo-temer-1000-litru-nafty-do-pudy.aspx>
- ŠULC, V., 2014. *Nejčastější příčiny dopravních nehod vozidel ADR*. [online]. 20. října 2014, 12:53. [cit. 2014-10-20]. Osobní komunikace.
- ŠUSTÁČEK, Z., 2011. 02.05.2011.: Kvůli nehodě nákladního automobilu před tunelem Valík byla doprava na D5 zastavena na dva dny. Letecké snímky. *Požáry* [online]. [cit. 2016-06-04]
- ŠVEJDOVÁ, H., E. CUDLÍNOVÁ, 2013. Ekonomická hodnota kulturní krajiny, neprodukcí služeb území a netržní metody oceňování – Jaké funkce krajiny se nejčastěji hodnotí a které metody se k tomu používají. *Acta Oeconomica Pragensia*. 21(5), s. 64-81. ISSN 0572-3043.

- TICHÝ, M., 2006. *Ovládání rizika: analýza a management*, 1. vyd. Praha: C.H. Beck, xxvi, 396 s. ISBN: 80-717-9415-5.
- TOŠOVSKÁ, E., 1999. Přístup členských zemí EU k pojetí a rozsahu škod na životním prostředí a jejich kvantifikaci. *EKO VIS MŽP: Informační zpravodaj*. **09(03)**. Dostupné z: <http://www.mzp.cz/ris/vis-edice.nsf/5262baa1b2012f9cc125723b003a63ed/7ef51ea5f201cc11c1257419002c26f2>
- TRAFI, 2013. Finnish Annual Road Safety Review. *Finnish Transport Safety Agency* [online]. [cit. 2015-07-24]. Dostupné z: http://www.trafi.fi/filebank/a/1385544081/aacede60b181fe7444e0cd3d57ddfc51/13667-Trafi_Tieliikenteen_turvallisuuskatsaus_2013_eng.pdf
- TURNER, R. K., D. W. PEARCE a I. BATEMAN, 1994. *Environmental Economics*. New York: Harvester Wheatsheaf. ISBN: 0-7450-1083-0.
- U. S. EPA ECOTOX, 2016. ECOTOXicology knowledge base. *U. S. EPA* [online]. [cit. 2016-06-08]. Dostupné z: <https://cfpub.epa.gov/ecotox/>
- U. S. EPA, 2015. Environmental Sensitivity Index (ESI). *U. S. EPA – NOAA* [online]. [cit. 2015-01-15]. Dostupné z: <http://response.restoration.noaa.gov/maps-and-spatial-data/environmental-sensitivity-index-esi-maps.html>
- U.S. EPA. 2016. ALOHA [počítačový program]. Ver. 5.4.4. USA, 2013 [cit. 2016 – 02-10]. Volně dostupný program pro Windows. Dostupný z internetu: <<http://www2.epa.gov/comeo/comeo-downloading-installing-and-running-aloha>>.
- U.S. EPA, 1980. Summary of the Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act (Superfund), 42 U.S.C. § 9601 et seq. (1980). *U.S. EPA* [online]. [cit. 2015-05-04]. Dostupné z: <https://www.epa.gov/laws-regulations/summary-comprehensive-environmental-response-compensation-and-liability-act>
- UNECE, 2008. General Guideline for the Calculation of Risks in the Transport of Dangerous Goods by Road: An introduction to the basic principles of risk assessment for chapter 1.9 ADR. *UNECE* [online]. 2008 [cit. 2014-10-02]. Dostupné z: http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/adr/Calculation%20of%20risks_e.pdf
- UNECE, 2015. *Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS) – Part 4, Environmental Hazards*, 6 vyd. United Nations. s. 217-242.
- VÁČKÁŘ, D., 2010. Ekosystémové služby: globální pohledy, indikátory a příklady. *Životní prostředí*. **44(2)**, s. 65-69. Dostupné z: http://147.213.211.222/sites/default/files/2010_2_065_069_vackar.pdf
- VEJCHODOVÁ, E., 2007. *Ekonomie a politika městského životního prostředí*, Praha: Oeconomica, ISBN: 978-80-245-1241-9.
- VENKATACHALAM, L., 2004. The contingent valuation method: a review. *Environmental Impact Assessment Review*. **24(1)**, s. 89-124. DOI: 10.1016/S0195-9255(03)00138-0.

VOMÁČKA, P., 2014. Deset nejčastějších příčin dopravních nehod. *ÚAMK* [online]. 2014, 2014-3-12 [cit. 2014-11-01]. Dostupné z: <http://www.uamk.cz/item/1974-deset-nej%C4%8Dast%C4%9Bj%C5%A1%C3%ADch-p%C5%99%C3%AD%C4%8Din-nehod>

WARD, S.L., 2015. Ecotoxicity – toxicity endpoints. *AltTox* [online]. [cit. 2015-12-12]. Dostupné z: <http://alttox.org/mapp/toxicity-endpoints-tests/ecotoxicity/>

WATSON, L., 2013. At least 19 people killed after petrol tanker explodes in a huge fireball on a busy highway in Mexico City: Emergency services working next to destroyed homes and vehicles after a gas tanker truck exploded on a highway in the Mexico City suburb of Ecatepec. *Daily Mail, United Kingdom* [online]. [cit. 2016-02-06]. Dostupné z: <http://www.dailymail.co.uk/news/article-2320906/Mexico-truck-explosion-At-19-people-killed-petrol-tanker-explodes.html>

WOODRUFF, S. C. a T. K. BENDOR, 2016. Ecosystem services in urban planning: Comparative paradigms and guidelines for high quality plans. *Landscape and Urban Planning*. 152, s. 90-100. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2016.04.003.

ZEDLER, J. B., 1996. Ecological issues in wetland mitigation: an introduction to the forum. *Ecological Applications*. 6, s. 33-37. DOI: 10.2307/2269550.

9 PŘEHLED PUBLIKAČNÍ ČINNOSTI AUTORKY

Príspevek v časopisech a sbornících uvedených v databázi Scopus nebo Web of Science

ADAMEC, V.; SCHÜLLEROVÁ, B.; ADAM, V. Issues of Hazardous Materials Transport and Possibilities of Safety Measures in the Concept of Smart Cities. In Smart City 360° - LNICS, Social Informatics and Telecommunications Engineering - First EAI International Summit, SmartCity 360, Bratislava, Slovakia and Toronto, Canada, October 13-16, 2015. Revised Selected Papers. Springer International Publishing, 2016. s. 790-799. ISBN: 978-3-319-33680- 0.

PANÁČEK, V.; SEMELA, M.; ADAMEC, V.; SCHÜLLEROVÁ, B. Impact of Usable Coefficient of Adhesion between Tyre and Road Surface by Modern Vehicle on its Dynamics while Driving and Braking in the Curve. TRANSPORT, 2016, roč. 31, č. 2, s. 142-146. ISSN: 1648-3480.

ADAMEC, V.; SCHÜLLEROVÁ, B.; ADAM, V.; SEMELA, M. Issues of Hazardous Materials Transport and Possibilities of Safety Measures in the Concept of Smart Cities. In EAI Endorsed Transactions on Smart Cities. Italy: EAI, ICST. org. Extended version.

SCHÜLLEROVÁ, B.; ADAMEC, V.; BALOG, K. The Risk of Transport and Possibility of their Assessment. In ICTTE Belgrade 2014 - Second International Conference on Traffic and Transport Engineering. Belgrade, Serbia: 2014. s. 384-391. ISBN: 978-86-916153-2- 1.

Zahraniční konference

ADAMEC, V.; SCHÜLLEROVÁ, B.; HOLÁ, L.; BALOG, K.; MARTINKA, J. Zdravotní a environmentální rizika vybraných zpomalovačů hoření. In Zborník príspevkov z IV. medzinárodnej vedeckej konferencie Advances in Fire & Safety Engineering 2015, recenzovaný zborník príspevkov. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2015. s. 295-304. ISBN: 978-80-228-2823- 9.

SCHÜLLEROVÁ, B.; ADAMEC, V.; BALOG, K. Stanovení výše škod na životním prostředí v důsledku úniku nebezpečných látek při jejich přepravě. In Advances in Fire and Safety Engineering 2014. Slovenská technická univerzita v Bratislavě, Materiálovotechnologická fakulta so sídlom v Trnavě: 2014. s. 171-176. ISBN: 978-80-8096-202- 9.

Tuzemské konference

SCHÜLLEROVÁ, B.; ADAMEC, V.; TRAGAN, T. Systémový přístup k hodnocení rozsahu škod na životním prostředí z pohledu rizikového inženýrství. In ExFoS 2015 (Expert Forensic Science), XXIV. mezinárodní vědecká konference soudního inženýrství, sborník příspěvků. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2015. s. 307-315. ISBN: 978-80-214-5100- 1.

ADAMEC, V.; SCHÜLLEROVÁ, B.; KONEČNÝ, J. Můžeme zkrotit černé labutě?. In Sborník příspěvků z konference Krizové řízení a řešení krizových situací 2015. 2015. s. 6-12. ISBN: 978-80-7454-573- 3.

PROCHÁZKOVÁ, M.; SCHÜLLEROVÁ, B.; ADAMEC, V. A proposal of risk assessment and identification including the risk unpredictable, in corporate sphere. In Selected Risks of Business Praha 2015. ČVUT v Praze, Fakulta dopravní - Ústav bezpečnostních technologií a inženýrství: ČVUT v Praze, Fakulta dopravní - Ústav bezpečnostních technologií a inženýrství, 2015. s. 126-135. ISBN: 978-80-01-05831- 2.

AL KHADDOUR, S.; SCHÜLLEROVÁ, B.; ADAMEC, V. Career possibilities for Syrian and Czech Women in Buiness. In Znalosti pro tržní praxi 2015: Ženy podnikatelky v minulosti a současnosti. Sborník z mezinárodní vědecké konference. Katedra aplikované ekonomie, Filozofická fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc: Societas Scientiarum Olomucensis II., 2015. s. 10-19. ISBN: 978-80-87533-12- 3.

DIVIŠ, P.; SOLNÝ, T.; PTÁČEK, P.; ADAMEC, V.; BILÍK, M.; BRADÁČ, A.; SCHÜLLEROVÁ, B. Analysis of tire composition for further detection of tire marks on the road. Czech Chemical Society Symposium Series, 2015, roč. 13, č. 2, s. 137-138. ISSN: 2336-7210.

SCHÜLLEROVÁ, B. Dopravní havárie a zranitelnost životního prostředí. In Sborník anotací konference Junior Forensic Science Brno 2015. Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, Údolní 244/53, 602 00 Brno: LITERA BRNO, Tábor 2813/43a, 612 00 Brno, 2015. s. 61-61. ISBN: 978-80-214-5145- 2.

ADAMEC, V.; SCHÜLLEROVÁ, B.; FIDRICOVÁ, I.; LUNEROVÁ, K.; KRÁLÍK, L. Problematika odběru vzorků nebezpečných látek pro forenzní účely s využitím metod inženýrství rizik. In ExFoS 2014 (Expert Forensic Science), XXIII. mezinárodní vědecká konference soudního inženýrství. 2014. s. 311-317. ISBN: 978-80-214-4852- 0.

ADAMEC, V.; SCHÜLLEROVÁ, B.; URBAN, Z. Forenzní environmentalistika jako součást forenzních věd. In Sborník mezinárodní konference Bezpečnostní management a společnost. Univerzita obrany, 2013. s. 16-22. ISBN: 978-80-7231-928- 2.

ADAMEC, V.; SCHÜLLEROVÁ, B. Forenzní environmentalistika a její postavení v soudním inženýrství. In ExFos 2013 (Expert Forensic Science) XXII. mezinárodní konference soudního inženýrství. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2013. s. 60-67. ISBN: 978-80-214-4675- 5.

SCHÜLLEROVÁ, B.; ADAMEC, V. Současný stav preventivních opatření v ochraně osob před dopady závažných chemických havárií v České republice. In Metody a postupy ke zkvalitnění výuky krizového řízení a přípravy obyvatelstva na řešení krizových situací, Sborník příspěvků mezinárodní konference. 2013. s. 324-329. ISBN: 978-80-7545-283- 1.

SCHÜLLEROVÁ, B. Screening skrytých transportních rizik s potenciálně velkým společenským významem a možnosti využití metod forenzní environmentalistiky. In Sborník anotací konference Junior Forensic Science Brno 2013. Brno: 2013. s. 94-94. ISBN: 978-80-214-4704- 2.

Článek v recenzovaném periodiku

ADAMEC, V.; SCHÜLLEROVÁ, B. Úvod do problematiky forenzních (soudních) věd. Soudní inženýrství, 2016, č. 27, s. 4-10. ISSN: 1211-443X.

ADAMEC, V.; SCHÜLLEROVÁ, B. Nezapomínejme na černé labutě. Soudní inženýrství, 2015, č. 26, s. 94-97. ISSN: 1211- 443X.

SCHÜLLEROVÁ, B.; MIKA, O.; ADAMEC, V. Threat of Chemical Terrorism in the Underground. Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské-Technické univerzity Ostrava. Řada bezpečnostního inženýrství. Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava AQ DN, 2015, č. 2, s. 46-53. ISSN: 1801- 1764.

SCHÜLLEROVÁ, B.; MIKA, O.; ADAMEC, V. Současný stav ochrany osob před dopady závažných chemických havárií a návrhy ke zlepšení současné situace v oblasti prevence. Spektrum, 2013, roč. 13, č. 1/ 2013, s. 51-54. ISSN: 1211- 6920.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Subsystémy ŽP a vzájemné vazby mezi nimi (Loreau, 2009)	13
Obr. 2 Hodnocení vztahů mezi ekosystémovými službami a životní úrovní (Vačkář, 2010).....	14
Obr. 3 Rámec oceňování (Matějček, 2012).....	17
Obr. 4 Poptávková křivka (King a Mazzota, 2000)	23
Obr. 5 Znázornění konceptu celkové ekonomické hodnoty (Dixon, 2008)	25
Obr. 6 Znalectví jako soustavy a jeho okolí (Janíček, 2007)	27
Obr. 7 Likvidační a sanační práce na území poškozeném po úniku motorové nafty z produktovodu u obce Knyk v roce 2014 (Plíhal, 2014).....	30
Obr. 8 Dopravní nehoda při přepravě černouhelné tekuté smoly s únikem do vodního prostředí (HZS MSK, 2005)	31
Obr. 9 Výbuch cisterny přepravující benzín na D1 u Kozlova (Flaška, 2011)	42
Obr. 10 Únik 70% kyseliny dusičné po havárii vozidla (Mitáček, 2008).....	43
Obr. 11 Výbuch železničních cisteren (Adamec et al., 2011).....	43
Obr. 12 Hodnocení ERA (US EPA, 1997).....	45
Obr. 13 Výbuch cisterny s naftou v Jižním Sudánu 2015 (New York Times, 2015).....	48
Obr. 14 Výbuch nákladního vlaku s motorovou naftou, Lac Megnatic 2014 (Chiason, 2014) ..	48
Obr. 15 Havárie lodi přepravující 2 400 l kyseliny sírové, Mohuč nad Rýnem 2011 (Lidovky, 2011)	49
Obr. 16 Havárie vozidla s cisternou a cisternovým návěsem přepravující směsnou naftu u Bystřice pod Hostýnem (HZS Zk, 2013)	55
Obr. 17 Havárie cisterny s topnými oleji na zemědělsky obhospodařovaném území (HZS MSK, 2013)	56
Obr. 18 Výbuch návěsu s cisternou pro přepravu propylenu v Los Alfaques (Plataforma SINC, 2014)	60
Obr. 19 Výbuch tlakových lahví před tunelem Valík (Šust'áček, 2011).....	60
Obr. 20 Rozdělení atributů systémového přístupu (Janíček, 2007)	64
Obr. 21 Logická hradla aplikovaná v metodě FTA dle ČSN EN 61025 (010676).....	66
Obr. 22 Schéma metody ETA dle ČSN EN 62502 (010676).....	67
Obr. 23 Příklad identifikace prvků okolí zasaženého území po havárii (Google Earth, 2016)...	74
Obr. 24 Základní schéma struktury	74
Obr. 25 Objekt v blízkosti místa havárie, který je může být zdrojem kontaminace prostředí (Google Earth, 2016)	76

Obr. 26 Vymezení časové posloupnosti řešení oblasti zájmu	77
Obr. 27 Postup (algoritmizace) činností při aplikaci systémového přístupu.....	79
Obr. 28 Ukázka zajištění kontroly vyplnění kroků navrhovaného jednotného přístupu.....	81
Obrázek 29 Princip aplikace metody ETA zpracován dle zásad ČSN 62502 (010676)	86
Obr. 30 Příklad aplikace analýzy ETA a identifikace škod na složkách ŽP	87
Obr. 31 Příklad aplikace analýzy ETA a identifikace škod pro konkrétní složku ŽP.....	88
Obr. 32 Příklad aplikace analýzy FTA pro vyšetření souvislostí havárie s únikem NCHL a vzniklou škodou na ŽP	90
Obr. 33 Základní osnova metodologie stanovení výše škod na ŽP v souvislosti s transportem NCHL	100
Obrázek 34 Algoritmus volby metod pro komplexní stanovení výše škod na ŽP	102
Obrázek 35 Grafické zpracování systémového přístupu pro stanovení výše škod na ŽP	104
Obr. 36 Ukázka označení správných, chybějících nebo špatně vyplněných kroků s nápovědou.....	106
Obr. 37 Příklad aplikace analýzy ETA a identifikace škod na složkách ŽP	110
Obr. 38 Příklad aplikace analýzy ETA a identifikace škod pro konkrétní složku ŽP.....	111
Obr. 39 Výstup doplnění údajů do části B softwarového nástroje	113
Obr. 40 Výstup doplnění údajů do části C softwarového nástroje	114
Obr. 41 Výstup doplnění údajů do části D softwarového nástroje.....	115
Obr. 42 Výstup doplnění údajů do části E a F softwarového nástroje	116
Obr. 43 Výstup doplnění údajů do kontrolní části G	116
Obr. 44 Výsledky pro škody na vodách - doplnění modelového nástroje pro konkrétní příklad	117
Obr. 45 Výsledky pro škody na půdním pokryvu - doplnění modelového nástroje pro konkrétní příklad	117
Obr. 45 Výsledky pro škody na biotických složkách - doplnění modelového nástroje pro konkrétní příklad.....	117
Obr. 45 Výstup modelování úniku motorové nafty při havárii na pozemní komunikaci.....	120
Obr. 46 Okolí místa havárie s četným počtem zranitelných prvků (U. S. EPA ALOHA 5.4, 2016; Google Earth, 2016)	120
Obr. 47 Model úniku motorové nafty po havárii se zobrazením potenciálních směrů úniku (U. S. EPA Aloha 5.4, 2016, Google Earth, 2016).....	121
Obr. 48 Model havárie s únikem přepravované motorové nafty a vyznačením zranitelných prvků v zasažené zóně (U. S. EPA, 2016, Google Earth, 2016) ...	122

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Příklad metod oceňování ŽP (McCracken-Rietbergen a Abaza, 2000).....	20
Tab. 2 Základní pojmy související se škodou a majetkovou újmou	32
Tab. 3 Základní pojmy v oblasti inženýrství rizika.....	41
Tab. 4 Následky dopravních nehod s účastí vozidel v režimu ADR (Bukovský, 2015).....	53
Tab. 5 Ekotoxicita vybraných NCHL s nejvyšším podílem nehodovosti v letech 2003 – 2014 (Bocán, 2015).....	57
Tab. 6 Klasifikační kódy vedlejších nebezpečných vlastností toxických látek (ADR, 2015)	59
Tab. 7 Vybrané závažné havárie s únikem NCHL a jejich projevy	59
Tab. 8 Základní kategorie pro formulaci problémů	73
Tab. 9 Tabulka pro analýzu metodou „Co se stane když...“ s uvedením příkladů.....	83
Tab. 10 Hodnocení odpovědí dle závažnosti výsledků ve vztahu ke vzniku škod na ŽP	85
Tab.11 Příklad hodnocení koncových událostí analýzy ETA	87
Tab. 12 Příklad hodnocení koncových událostí analýzy ETA pro vodní prostředí	89
Tab. 13 Míra zranitelnosti složek ŽP	91
Tab. 14 Zranitelná funkce ŽP, kde je předpokládáno poškození	92
Tab. 15 Rozsah nápravných opatření	92
Tab. 16 Klasifikace havárie dle fáze transportu	94
Tab. 17 Charakteristika NCHL dle jejich ekotoxicity dle statistiky nehod vozidel v režimu ADR 2009 – 2015.....	95
Tab. 18 Kategorizace kapalných (l) NCHL dle jejich nebezpečných vlastností.....	97
Tab. 19 Kategorizace plyných (g) NCHL dle jejich nebezpečných vlastností	97
Tab. 20 Kategorizace pevných (s) NCHL dle jejich nebezpečných vlastností	98
Tab. 21 Klasifikace dle významu uniklého množství NCHL	98
Tab. 22 Klasifikace hodnocení významu škod ve vodním prostředí po úniku NCHL	99
Tab. 23 Klasifikace hodnocení významu škod na/v půdním prostředí po úniku NCHL	99
Tab. 24 Klasifikace hodnocení významu škod pro biotickou složku po úniku NCHL.....	99
Tab.25 Rozdělení jednotlivých částí softwarového nástroje.....	105
Tab. 26 Analýza „Co se stane když“ a její aplikace na modelový příklad.....	109
Tab. 27 Charakteristika koncových prvků havárie modelové situace.....	111
Tab. 28 Příklad hodnocení koncových událostí analýzy ETA pro vodní prostředí	112
Tab. 29 Parametry modelové havárie a její výsledky (U. S. EPA Aloha 5.4, 2016)	119

Tab. 30 Návrh preventivního opatření pro přepravu nebezpečných látek v režimu ADR..... 124

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Přehled přepravování nebezpečného zboží dle typu v roce 2014 [tkm] dle Eurostat (2016).....	51
Graf 2 Celkový počet dopravních nehod s účastí vozidel ADR (Bukovský, 2015).....	52
Graf 3 Počty dopravních nehod s únikem převážené látky (Bukovský, 2015).....	53

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1- Systémový přístup pro stanovení výše škod na ŽP _softwarový nástroj.xlsx (odkaz ke stažení - https://www.vutbr.cz/www_base/vutdisk.php?i=61992a965), samostatná příloha

Příloha 2 – Systémový přístup stanovení výše škod na ŽP _modelový příklad.xlsx – samostatná příloha