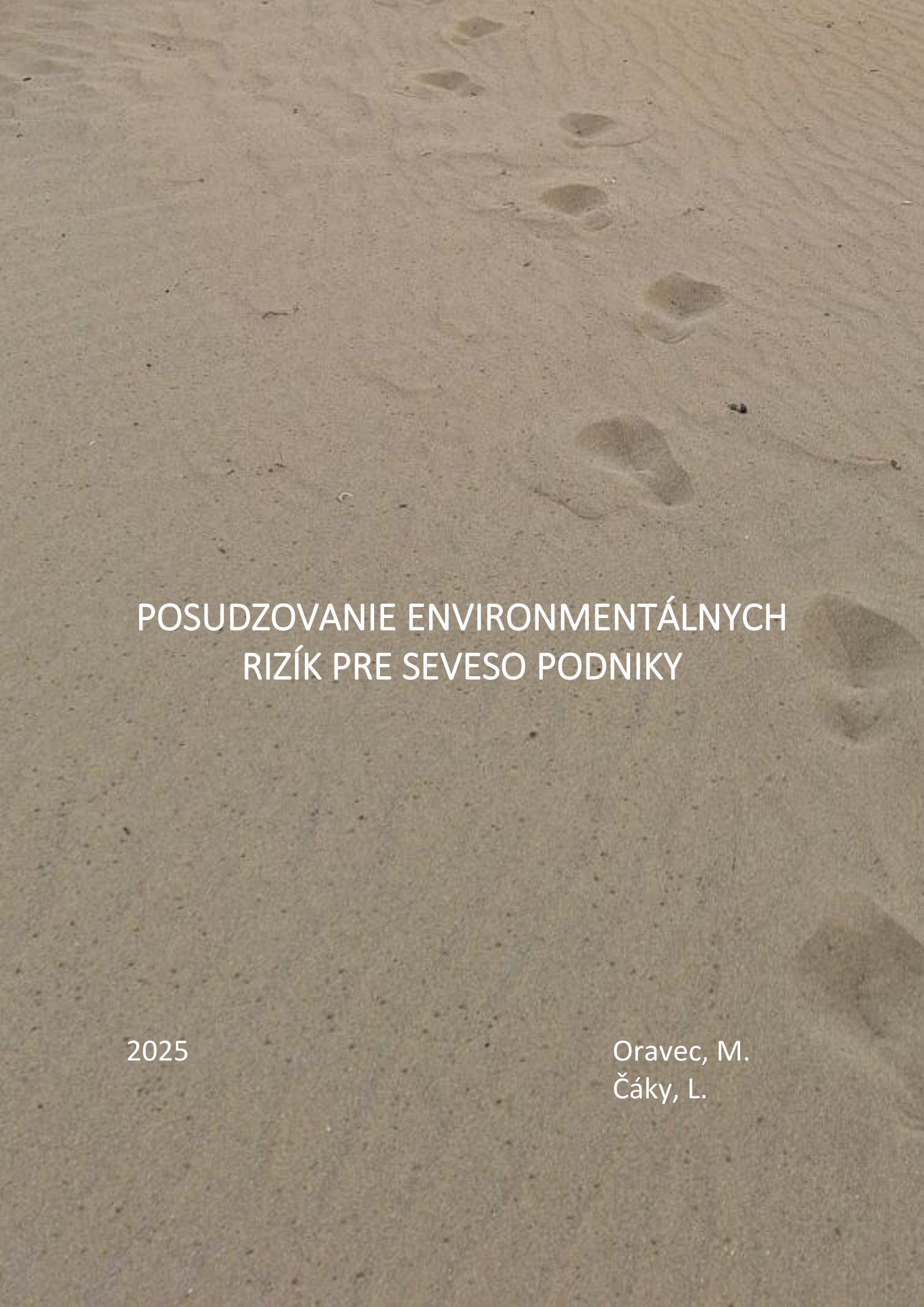


The background of the entire page is a photograph of a sandy beach. Several footprints are visible, receding into the distance towards the top right. The sand is a light tan color with some darker specks and small debris.

POSUDZOVANIE ENVIRONMENTÁLNYCH RIZÍK PRE SEVESO PODNIKY

2025

Oravec, M.
Čáky, L.

POSUDZOVANIE ENVIRONMENTÁLNYCH RIZÍK PRE SEVESO PODNIKY

2025

Oravec, M.
Čáky, L.

Názov: Posudzovanie environmentálnych rizík pre Seveso podniky

Autori: prof. Ing. Milan Oravec, PhD.
Ing. Ladislav Čáky

© Oravec, M., Čáky, L.

Na predkladanú prácu sa vzťahuje Autorský zákon. Všetky práva vyhradené. Toto dielo, ani jeho žiadnu časť, nemožno reprodukovať, ukladať do informačných systémov alebo inak rozširovať bez súhlasu majiteľov práv. Autor nepreberá zodpovednosť za tlač materiálu. Nároky na odškodnenie na základe zmien sú vylúčené.

Recenzenti:

prof. RNDr. Iveta Marková, PhD.
doc. Ing. Vilém Adamec, Ph.D.

Vydal: KKBaE SJF TUKE
ISBN: 978-80-553-4840-7
Prvé vydanie, 2025

*Dum spiro, spero,
M. T. Cicero.*

*Urobili sme to čo sme vedeli a mohli,
ak vie niekto viac,
nech pokračuje v započatej práci.*

Samostatné poďakovanie patrí oponentom.

Obsah

Predslov	6
Úvod	8
Skratky a označenia	9
Pojmy a definície	11
Štruktúra postupu ERA	14
1 POSUDZOVANIE ENVIRONMENTÁLNYCH RIZÍK PRE ÚČEL PREVENCIE V SEVESO PODNIKOV	15
1.1 Identifikácia prevádzkovateľa – krok I	18
1.2 Zoznam zdrojov s potenciálom environmentálnych rizík – krok II	19
1.3 Výpočet EAI – krok III	21
1.4 Šírenie sa NL vodným prostredím – krok IV	27
1.5 Určenie plochy zasiahnutia pre šírenie sa NL mimo výpočtu QRA – krok V	30
1.6 Stanovenie frekvencie poruchy zdroja – krok VI	44
1.7 Výpočet dôsledkov – krok VII	46
1.8 Sumárna tabuľka vypočítaných parametrov ER – krok VIII	50
2 NÁVRH OPATRENÍ – KROK IX	51
3 VYBRANÉ ÚVAHY K VÝPOČTU VÝŠKY POISTNÉHO	52
3.1 Stanovenie cien zasiahnutého územia	53
3.2 Výpočet výšky poistného	54
3.3 Hodnotenie efektivity nákladov	56
4 VYBRANÉ ÚVAHY K MIERAM RIZIKA PRE ERA	57
4.1 Kauzalita ako nástroj opisu reality	57
4.2 Bezpečnosť a riziko ako atribúty kauzality	57
4.2.1 Riziko a jeho vyjadrenie pre proces posudzovania rizík	58
4.2.2 Bezpečnosť a jej metriky	60
4.3 Metriky pre oblasť Seveso podnikov	60
4.3.1 Metriky pre environmentálnu bezpečnosť pre Seveso podniky	61
5 ZÁVER	63
Literatúra	
Prílohy	
Príklad 1 Výpočet ER pre NL horľavé a škodlivé pre ŽP	A/15
Príklad 2 Výpočet ER pre NL toxické, horľavé a škodlivé NL pre ŽP	B/16

Predslov

ERA (Environmental Risk Assessment) je sled krokov pre posúdenie environmentálnych rizík. Jedná sa o posúdenie vplyvu technologického prostredia na všetky zložky životného prostredia (ŽP). Nutné je posúdiť vplyv na pôdu, vodu, flóru a faunu. Z tohoto pohľadu nie je možné použiť jednu metódu univerzálnu, ale následnosť viacerých špecifických metód. Metódy je vhodné voliť tak, aby dávali celostný obraz o pôsobení technického prostredia na ŽP.

Cieľom akéhokoľvek posúdenia rizika je realizovať predikčné prístupy ante factum nie post factum. Princíp prevencie musí byť založený na návrhoch už vo fáze konštrukcie zariadenia, technologického celku, nie hľadania riešení po jeho zlyhaní. Takýto postup umožňuje vytvoriť nástroje už v projekčnej fáze, kde je možné mnoho vecí riešiť ešte vo fáze návrhu.

Absencia rizikárskeho konceptu v konštrukčnej fáze prináša dodatočné náklady, čo vytvára predraženie projektu.

Poznanie kauzality pôsobenia technického prostredia na ŽP sa preukazuje identifikovaním kauzality a jej kvantifikácie, ak je to možné. Preto je vhodné voliť kvantitatívne postupy. Metódy musia v časti kvalitatívneho opisu identifikovať zdroj, opísať vektor šírenia sa a určiť dopad na prijímateľa. Vektorom sa rozumie spôsob šírenia sa nebezpečnej látky (NL) v prostredí. S ohľadom na vlastnosti NL, predovšetkým fyzikálno – chemické vlastnosti, je nutné opísať šírenie sa vodným prostredím a vzduchom. Vodné prostredie je tvorené vodou v pôde, povrchovou a podzemnou vodou. Voda môže byť stojatou a tečúcou. Nutné je poznať kauzalitu a v prípade nevhodného pôsobenia na ŽP realizovať opatrenia.

Pre návrh opatrení je nutné poznať nielen kauzalitu, ale aj vlastnosti prijímateľa. Medzi základné vlastnosti, ktoré je nutné poznať sa radia odolnosť (prirodzená a získaná), schopnosť obnovy a možnosti diverzifikácie ekosystému (ES). V prípade závažných priemyselných havárií (ZPH) zdrojom sú NL, prijímateľom sú zložky ŽP.

S ohľadom na rozsah problematiky sa tento učebný materiál venuje posudzovaniu z pohľadu environmentálnych rizík pre účel Seveso podnikov a nezachádza podrobne do riešenia zmien v ŽP, ako je to pre NATURA 2000 v príručke Manažment environmentálnych škôd na chránených druhoch a chránených biotopoch európskeho významu v sieti i mimo siete NATURA 2000 (ISBN 978-80-8213-064-8). Táto príručka je zameraná na riešenie problematiky predovšetkým v sieti NATURA 2000 a spôsobené EŠ.

Výber metód pre posúdenie environmentálneho rizika (ER) pre Seveso podniky je v zmysle účelu. Môžu byť kvalitatívne alebo kvantitatívne. Vhodné je voliť kvantitatívne, nakoľko v procese návrhu opatrení dávajú lepšie možnosti pre vytvorenie si názoru o efektivite opatrení. Každé opatrenie je závislé od množstva financií. Pokiaľ sa urobí pomer kvalitatívneho parametra a vložených financií je zrejmé, aké opatrenia je vhodné s ohľadom na ekosystém realizovať.

Voľba metódy pre výpočet ER vopred určuje možnosť kvantifikácie škody, t. j. kvantifikovania rozsahu škody na ES. V súčasnosti je dostatok podkladov pre určenie frekvencie poruchy s únikom NL v oblasti ZPH.

Pre výpočet ER, tak ako je to aj pri iných postupoch, platí niekoľko pravidiel:

- Nutné je identifikovať zdroje s potenciálom ER. V oblasti ZPH sú to zdroje s NL s charakteristickými vlastnosťami. Určené sú zákonom č. 128/2015 Z. z. jedná sa o NL pomenované a NL s vybranými vlastnosťami v zmysle prílohy č. 1 zákona č. 128/2015 Z. z.

- Nutné je vykonať selekciu zdrojov s potenciálom dôsledku ZPH mimo teritórium podniku. Platí zásada, že každý je pánom na svojom, t. j. riešia sa problémy presiahnutia hraníc podniku pri zvolenom vektore šírenia sa NL.
- Vektorom sú definované kvantitatívne parametre šírenia sa vodným prostredím, alebo vzduchom.
- Nie je vhodná duplicita. Ak je v právnych normatívoch pre podnik jasne požadovaný záchyt, retencia ap. je to nutné zohľadniť v procese ERA a neriešiť to opätovne pre účel ER. Je to povinnosť, ktorú si má prevádzkovateľ splniť už pri konkrétnej požiadavke s ohľadom na ŽP.
- Zohľadnenie časového horizontu riešenia problematiky ERA. Ideálne je riešenie problému na ZELENOM stole a nie na ZELENEJ lúke už pri začatí výstavby podniku. V prípade existujúcich prevádzok, podnikov je možné identifikovať reálny stav, pochopiť filozofiu pôvodnej environmentálnej bezpečnosti a na základe toho navrhnúť opatrenia. Ak existuje ERA už vo fáze projektu, nie sú nutné dodatočné opatrenia. Dodatočné opatrenia predražujú oblasť environmentálnej bezpečnosti.
- Navrhnuté opatrenia môžu byť dovnútra a navonok. Riešia sa primárne opatrenia dovnútra, tak aby sa okolie podniku nemuselo meniť. Pokiaľ nie je možné riešiť opatrenia dovnútra je nutné riešiť opatrenia navonok. Tieto sú násobne finančne náročnejšie ako riešenie primárnych problémov na teritóriu podniku.
- Vnútorná kontrola v podniku, ale aj kontrola zo strany príslušných orgánov štátnej správy dostáva nástroj, ktorý je jednotný, konzistentný a preukázateľný.

Tak ako je požiadavka pri Seveso podnikoch na BAT technológie, je nutné zohľadnenie filozofie environmentálnej bezpečnosti už vo fáze konštrukcie. Pri posudzovaní ZPH sa každý posudzovateľ stretol minimálne s troma filozofickými prístupmi v podniku. Výpočet Fire Explosion Index (FEI) to podrobne oddelil a kvalitatívne opísal v koncepte chemickej bezpečnosti (faktor riadenia procesu, faktor oddeliteľnosti materiálu) a koncepte požiarnej bezpečnosti. Každá prevádzka aj s ohľadom na ne/existenciu filozofie environmentálnej bezpečnosti má filozofiu, ktorú je nutné najskôr poznať a potom navrhnúť opatrenia. Nepochopenie filozofie environmentálnej bezpečnosti vytvára nežiaduce opatrenia.

Pre aplikovanie metód je nutné mať základné vedomosti z teórie posudzovania rizík, environmentálnej bezpečnosti a priemyselnej toxikológie, geoinformatiky. Tieto znalosti sú zhrnuté v úvodných kapitolách predmetu ZPH. Učebný materiál je možné v plnom rozsahu aplikovať v Seveso podnikoch.

Predkladaný učebný materiál dopĺňa učebné materiály pre predmet ZPH, časť posudzovanie ER. Pre tento účel sú vybrané európske štandardy pre posúdenie vplyvu NL na vodu, pôdu, flóru a faunu. Postupnosť krokov a výber metód pre účel ERA je možné aplikovať aj nad rámec Seveso podnikov v učebných materiáloch pre iné predmety súvisiace s ERA.

Predkladaný učebný materiál poskytuje návod na kvantifikovaný výpočet ERA, dopĺňa učebné materiály pre predmet ZPH, Krízové manažérstvo. Po osvojení si postupov umožňuje výpočet ER pre Seveso podniky. V rámci ISO štandardov radu 14 xxx dáva nástroj pre monitorovanie environmentálnej bezpečnosti a jej kvantitatívnych parametrov, na základe ktorých je možné preukázať trendy. Je vhodným nástrojom pre návrh opatrení zohľadňujúcich ekonomický rozmer opatrení. Poistovanie environmentálnych rizík je priamou požiadavkou zákona č. 128/2015 Z. z.

Vybrané odporúčané heslá pre ChatBoty, hľadanie na internete a kombinácie pojmov:

- Seveso podniky,
- závažné priemyselné havárie,
- posudzovanie environmentálnych rizík,
- environmentálne riziko,
- environmentálna bezpečnosť,
- geoinformatika,
- zložky životného prostredia,
- poistenie environmentálnych rizík.

Úvod

Zákon č. 128/2015 Z. z. a zákon č. 359/2007 Z. z. sú dostatočným podnetom k spresneniu niektorých pôvodných prístupov v oblasti ERA od roku 2014.

Rozdiel medzi pojmom EŠ a ER je v tom, že kvantifikovaná EŠ je násobená frekvenciou vzniku EŠ.

Kvantifikovaná znamená, že je vyjadrená v merateľných jednotkách, napr. plocha, finančné jednotky a pod. Zrozumiteľnou rečou pre manažérsky svet je výška zisku, alebo výška straty v konkrétnom časovom horizonte, čo vyjadruje pojem ER. Pojem a obsah pojmu EŠ nie je viazaný na frekvenciu, alebo pravdepodobnosť škody. Z tohto dôvodu je nutné pre potreby technickej ale aj poisťovacej praxe poznať aspoň orientačne veľkosť straty, v našom prípade EŠ, frekvenciu vzniku tejto škody a následne hodnotu ER.

Tam, kde je potrebné čokoľvek riadiť, musí byť evidovaný predmet riadenia. Ak sa riadenie dotýka veľkosti strát v akejkoľvek podobe, vrátane finančných strát zapríčinených nevhodným konaním je nutné poznať počiatočný stav. Prekrývajúca sa agenda ochrany ŽP v zákone č. 128/2015 Z. z. a zákone č. 359/2007 Z. z. ukladá povinnosť finančného krytia zodpovednosti za škodu a environmentálnu škodu.

Poistenie je prenesenie zodpovednosti na poisťovacu spoločnosť. Z tohto pohľadu je vhodné poznať čo sa poisťuje a je nutné finančné vyčíslenie straty a pravdepodobnosti danej udalosti. Aj v tomto prípade je potrebný výpočet ER.

V priebehu ostatných 10-tich rokov sa zmenil ako právny rámec, tak aj poznanie a digitálne prostriedky (mapové podklady v SR, ale aj podklady máp z EÚ napr. NATURA 2000, vtáčie územia ap. napr. <https://natura2000.eea.europa.eu/> pre identifikovanie prvkov NATURA 2000, ale aj iných oblastí ekosystému. Tieto podklady sa postupne budú dopĺňať a využívať pri ERA.

Snahou autorov bolo vytvoriť postup založený na tabuľkách, kde sú jasné postupy a nie je vhodné vytvárať ľudovú tvorbu. Forma tabuľkového spracovania ERA a výpočet ER, EŠ je základom pre možnosť spracovania v tabuľkovom procesore typu Excel. Táto forma umožňuje odkontrolovanie stavu a zmien ako prevádzkovateľovi, tak aj príslušným orgánom štátnej správy. Dáva prehľadnú formu pre manažment podniku pre rozhodovanie v oblasti environmentálnej agendy.

Jednotlivé formuláre k vyplneniu sú priamo dostupné v elektronickej podobe v podobe krokov I až IX, pre výpočet ER a EŠ.

Polemika, okolo preukazovania zlepšovania sa v oblasti environmentálnych programov v podnikoch je bezpredmetná, pokiaľ neexistuje akýkoľvek kvantifikovaný nástroj výpočtu ER. O to viac je potrebné poznať kvantifikovanú ER a EŠ, ak sa požaduje poznať pomer strát a nákladov na opatrenie.

Jednou z otázok minulosti je problém stanovenia limitnej hodnoty ER. ER nemajú doposiaľ zákonom stanovenú limitnú hodnotu ER. Toto je bezpredmetné ak sme sa zaviazali, že podnik sa bude trvalo zlepšovať v environmentálnej oblasti. Limitná hodnota je nepriamo daná záväzkom trvalého zlepšovania a poznaním východiskového stavu. Merateľnosť parametrov je v tomto prípade nutnosťou. Výpočet ER je kvantifikátorom týchto problémov.

Skratky a označenia

Skratky

CBA	Analyza nákladov (Cost Benefit Analyse)
CHVÚ	Chránené vtáčie územie
ČOV	Čistiareň odpadových vôd
EAI	Index environmentálnej nehody (Environmental Accident Index)
ERA	Posúdenie environmentálnych rizík (Environmental Risk Assessment)
ER	Environmentálne riziko
ES	Európska smernica
EŠ	Environmentálna škoda
EHI	Index zraniteľnosti vodného prostredia
ETA	Strom udalostí (Event Tree Analysis)
EÚ	Európska únia
EUR	Euro
FTA	Strom porúch (Failure Tree Analysis)
FEI	Fire Explosion Index
GIS	Geografický informačný systém
GPS	Globálny družicový systém (Global Positioning System)
HA	Analyza ohrození (Hazard Analysis)
H-veta	Veta označujúca nebezpečnosť látky v zmysle Nariadenia ES 1272/2008
IAEA	Medzinárodná agentúra pre atómovú energiu (International Atomic Energy Agency)
IPKZ	Integrovaná prevencia a kontrola znečistenia
KBÚ	Karta bezpečnostných údajov
KPI	Kľúčový ukazovateľ výkonnosti (Key Performance Indicator)
LC	Letálna koncentrácia
LOC	Strata obsahu (Loss of Containment)
MARPLOT	Mapping Application for Response, Planning, and Local Operational Tasks
MCHÚ	Maloplošné chránené územie
QRA	Kvantitatívne posúdenie rizík (Quantitative Risk Assessment)
SAŽP	Slovenská agentúra životného prostredia
SR	Slovenská republika
ŠOP SR	Štátna ochrana prírody Slovenskej republiky
ÚEV	Územie európskeho významu
VCHÚ	Veľkoplošné chránené územie
Z. z.	Zbierka zákonov
ZBGIS	Základná báza údajov pre geografický informačný systém
ZPH	Závažné priemyselné havárie
ŽP	Životné prostredie
ha	Hektár

Označenia

A_m	Skladovaná / prepravovaná hmotnosť	[t]
Con	Kinematická viskozita látky	[cSt]
F_{ws}	Korekčný faktor (korekcia podľa koncového vodného systému)	[-]
Sol	Rozpustnosť látky	[hmot. %]
Sur	Vyjadruje vlastnosti prostredia (vzdialenosť k najbližšiemu vodnému toku, hĺbka podzemnej vody, spád podzemných vôd, hrúbka zeminy nad podzemnou vodou)	[-]
S_m	Plocha mláky vytvorenej NL	[m ²]
S_z	Plocha záchytu NL pre kvapalné NL	[m ²]
Tox	Akútna toxicita pre vodné organizmy	[mg.l ⁻¹]
V	Objem	[m ³]
V_{ow}	Objem kontaminovanej povrchovej vody	[m ³]
V_{ref}	Referenčný objem	[m ³]
h_{min}	Hrúbka mláky	[m]
L	Vzdialenosť okraja zdroja s NL a vodného toku	[m]
r	Polomer mláky	[m]
t	Čas	[sek.]
R_i	Riziko kvantifikujúce príslušnú udalosť	[-]
d_i	Dôsledok i-tej udalosti	[-]
p_i	Pravdepodobnosť i-tej udalosti	[-]
EC_{50}	Efektívna 50% koncentrácia	[mg.m ⁻³]
LC_{50}	Letálna 50% koncentrácia	[mg.m ⁻³]
$M(t_i)$	Označenie konkrétnej udalosti (scenáru) v čase t_i	[-]
$A(t_i)$	Aktéri, prvky systému v čase t_i	[-]
$O(t_i)$	Vzájomné väzby v konkrétnom prostredí a čase t_i	[-]
$E(t_i)$	Stavový priestor v čase t_i	[-]

Pojmy a definície

Environmentálna škoda [2]	škoda na: - chránených druhoch a chránených biotopoch, ktorá má závažné nepriaznivé účinky na dosahovanie alebo udržiavanie priaznivého stavu ochrany chránených druhov a chránených biotopov s výnimkou už skôr identifikovaných nepriaznivých účinkov vzniknutých následkom konania prevádzkovateľa, na ktoré bol výslovne oprávnený v súlade s osobitným predpisom¹, - vode, ktorá má závažné nepriaznivé účinky na ekologický, chemický alebo kvantitatívny stav vôd² alebo na ekologický potenciál vôd s výnimkou nepriaznivých účinkov ustanovených v osobitnom predpise³, - pôde, spočívajúca v znečistení pôdy predstavujúcom závažné riziko nepriaznivých účinkov na zdravie⁴ v dôsledku priameho, alebo nepriameho zavedenia látok, prípravkov, organizmov, alebo mikroorganizmov na pôdu, do pôdy alebo pod jej povrch.
Bezprostredná hrozba environmentálnej škody [2]	dostatočná pravdepodobnosť, že v blízkej budúcnosti môže dôjsť k environmentálnej škode.
Strata	akákoľvek vecná alebo finančná ujma v dôsledku škody.
Škoda	merateľná nepriaznivá zmena prírodného zdroja, alebo merateľné zhoršenie funkcií prírodného zdroja, ku ktorým môže dôjsť priamo alebo nepriamo.
Pracovná činnosť	je činnosť vykonávaná v rámci hospodárskej činnosti, obchodu, alebo podnikania bez ohľadu na jej súkromnú, alebo verejnú povahu, alebo jej ziskový či neziskový charakter.
Prírodný zdroj [2]	chránené druhy a chránené biotopy európskeho významu, voda a pôda.
Funkcia prírodného zdroja [2]	funkcia, ktorú plní prírodný zdroj v prospech iného prírodného zdroja, alebo verejnosti.
Chránené druhy a chránené biotopy [2]	- chránené druhy európskeho významu⁵ uvedené v osobitnom predpise⁶, - druhy európskeho významu a sťahovavé vtáky⁷ na ktorých ochranu sa vyhlasujú chránené územia uvedené v osobitnom predpise⁸ a ich chránené biotopy⁹, - miesta na rozmnožovanie, alebo na oddych chránených druhov európskeho významu uvedených v osobitnom predpise¹⁰, - chránené biotopy európskeho významu¹¹ uvedené v osobitnom predpise¹².
Voda [2]	všetky vody podľa osobitného predpisu ¹³ .
Pôda [2]	poľnohospodárska pôda ¹⁴ , lesné pozemky ¹⁵ , zastavané plochy a nádvorcia ¹⁶ a ostatné plochy ¹⁷ .

¹ § 12 písm. g), § 13 ods. 2 písm. a), § 14 ods. 2 písm. a), § 15 ods. 2 písm. a) a c), § 16 ods. 2, § 28, 28a, 40 a § 67 písm. i) zákona č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny v znení neskorších predpisov.

² § 4 zákona č. 364/2004 Z. z. v znení zákona č. 230/2005 Z. z.

³ § 16 ods. 5 zákona č. 364/2004 Z. z.

⁴ § 2 písm. b) zákona č. 355/2007 Z. z. o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia a o zmene a doplnení niektorých zákonov

⁵ § 2 ods. 2 písm. x) zákona č. 543/2002 Z. z.

⁶ Príloha č. 5 a 6 časť A vyhlášky Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č. 24/2003 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny v znení vyhlášky č. 492/2006 Z. z.

⁷ § 2 ods. 2 písm. p) zákona č. 543/2002 Z. z.

⁸ § 2 ods. 2 písm. x) zákona č. 543/2002 Z. z., príloha č. 4 časť A a B vyhlášky č. 24/2003 Z. z. v znení vyhlášky č. 492/2006 Z. z.

⁹ § 2 ods. 2 písm. w) zákona č. 543/2002 Z. z.

¹⁰ Príloha č. 6 vyhlášky č. 24/2003 Z. z. v znení vyhlášky č. 492/2006 Z. z.

¹¹ § 2 ods. 2 písm. s) zákona č. 543/2002 Z. z.

¹² Príloha č. 1 časť B vyhlášky č. 24/2003 Z. z. v znení vyhlášky č. 492/2006 Z. z.

¹³ § 3 zákona č. 364/2004 Z. z.

Obnova [2]	vrátane prirodzenej obnovy, ak ide o environmentálnu škodu na chránených druhoch a chránených biotopoch a na vode, návrat poškodených prírodných zdrojov, alebo ich zhoršených funkcií do základného stavu, environmentálnu škodu na pôde, odstránenie akéhokoľvek závažného rizika nepriaznivých účinkov na zdravie.
Preventívne opatrenie [2]	opatrenie, ktoré sa prijme ako reakcia na udalosť, konanie, alebo opomenutie spôsobujúce bezprostrednú hrozbu environmentálnej škody a ktorého účelom je takejto škode predísť, alebo ju minimalizovať.
Nápravné opatrenie [2]	akcia, alebo kombinácia akcií, vrátane opatrení na zmiernenie následkov, alebo dočasných opatrení, ktorých účelom je obnova, regenerácia, alebo nahradenie poškodených prírodných zdrojov, alebo ich zhoršených funkcií, alebo zabezpečenie rovnocennej náhrady za tieto zdroje, alebo funkcie.
Náklady [2]	náklady potrebné na zabezpečenie náležitej a účinnej prevencie a nápravy environmentálnej škody, vrátane nákladov na posúdenie environmentálnej škody, bezprostrednej hrozby environmentálnej škody a alternatívnych opatrení, nákladov na súvisiacu administratívu, právne služby a na vymáhanie náhrady nákladov, nákladov na zber údajov a ďalších všeobecných nákladov, ako aj nákladov na monitorovanie a kontrolu environmentálnou škodou dotknutého, alebo ohrozeného miesta.
Dôsledok	kvantitatívne, alebo kvalitatívne vyjadrenie škody, ktorou môže byť poškodenie zdravia, životného prostredia, alebo materiálna a finančná strata.
Hodnotenie	priradovanie hodnôt v procese ohodnocovania. Proces priradenia kvantitatívnych, alebo kvalitatívnych hodnôt posudzovanému objektu.
Nebezpečenstvo	skrytá vlastnosť objektu. Pojem nebezpečenstvo zahŕňa možný potenciál, ktorý sa v príslušnom priestore a čase môže iniciovať.
Obnoviteľnosť	schopnosť systému vytvoriť pôvodnú funkcionálnu.
Odolnosť	schopnosť systému absorbovať a využiť odchýlky a zmeny tak, že sa zachová pôvodná funkčnosť a nedochádza ku kvantitatívnym zmenám.
Ohrozenie	prejav nebezpečenstva v konkrétnom čase a priestore. Vyjadruje spôsob prejavu nebezpečenstva.
Poškodenie	spôsob akým sa dospelo ku škode. Interakcia medzi zdrojom a poškodeným subjektom.
Riziko	kombinácia pravdepodobnosti a dôsledku príslušného javu. Pojem riziko je nutné spájať minimálne s dvoma veličinami, pravdepodobnosťou (frekvenciou) a dôsledkom príslušného javu.
Environmentálne riziko	kombinácia pravdepodobnosti výskytu a intenzity negatívneho javu (dôsledku) vo forme poškodenia zložiek a ekosystémových služieb životného prostredia.
Systém	súbor prvkov so vzájomnými väzbami plniacimi cieľovú funkciu na ktorú bol systém vytvorený.
Toxicita	schopnosť chemickej látky spôsobiť poškodenie organizmu. Charakterizuje sa dávkou (množstvo za čas).
Zraniteľnosť	schopnosť systému reagovať na výskyt nežiaducej udalosti.
Zdroj [1]	zariadenie, technológia, alebo objekt, v ktorom sa skladuje, alebo manipuluje s látkou, ktorá môže spôsobiť environmentálnu škodu.

¹⁴ Napríklad § 2 písm. b) zákona č. 220/2004 Z. z. o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy a o zmene zákona č. 245/2003 Z. z. o integrovanej prevencii a kontrole znečisťovania životného prostredia a o zmene a doplnení niektorých zákonov, § 9 písm. a) až f) zákona Národnej rady Slovenskej republiky č. 162/1995 Z. z. o katastri nehnuteľností a o zápise vlastníckych a iných práv k nehnuteľnostiam (katastrálny zákon).

¹⁵ Napríklad § 3 zákona č. 326/2005 Z. z. o lesoch, § 9 písm. g) zákona Národnej rady Slovenskej republiky č. 162/1995 Z. z.

¹⁶ § 9 písm. i) zákona Národnej rady Slovenskej republiky č. 162/1995 Z. z.

¹⁷ § 9 písm. j) zákona Národnej rady Slovenskej republiky č. 162/1995 Z. z.

Ekosystém	každý systém, ktorý obsahuje aspoň jeden živý prvok. Ide o základnú funkčnú časopriestorovú jednotku tvorenú biotickým aj abiotickým svetom, v ktorej dochádza k obehu látok a toku energie a ktorá je, ako celok v neustálom styku so svojím okolím.
Závažnosť [2]	miera dôsledku. Podľa §2 ods.3 závažnosť nepriaznivých účinkov na chránených druhoch a chránených biotopoch podľa odseku 1 písm. a) prvého bodu sa určuje a posudzuje na základe základného stavu a kritérií uvedených v prílohe č. 1 Zákona č. 359/2007 Z. z. Závažnosť nepriaznivých účinkov na vode podľa odseku 1 písm. a) druhého bodu sa určuje a posudzuje podľa Zákona č. 364/2004 Z. z.
Prevádzkovateľ [1]	právnická osoba alebo fyzická osoba, podnikateľ, ktorá prevádzkuje alebo riadi podnik, alebo osoba, na ktorú boli podľa osobitného predpisu prevedené ekonomické a rozhodovacie právomoci nad technickým fungovaním podniku.
Prevenia závažných priemyselných havárií [1]	súbor organizačných, riadiacich, personálnych, výchovných, technických, technologických a materiálnych opatrení na zabránenie vzniku závažných priemyselných havárií.
Závažná priemyselná havária [1]	udalosť, akou je závažný únik nebezpečnej látky, požiar alebo výbuch v dôsledku nekontrolovateľného vývoja počas prevádzky podniku vedúci k vážnemu bezprostrednému alebo následnému ohrozeniu zdravia ľudí, životného prostredia alebo majetku s prítomnosťou jednej alebo viacerých nebezpečných látok.
Zariadenie [1]	nadzemná technická jednotka alebo podzemná technická jednotka, alebo technologická jednotka v rámci podniku, v ktorej sa vyrábajú, spracúvajú, používajú alebo uskladňujú nebezpečné látky; zahŕňa vybavenie, štruktúry, potrubia, stroje, nástroje, podnikové koľajové systémy, železničné vlečky, doky, vykladacie rampy a nakladacie rampy a plošiny slúžiace zariadeniu, hadice, sklady alebo podobné pohyblivé objekty aj nepohyblivé objekty potrebné na prevádzku zariadenia.
Nebezpečná látka [1]	látka alebo zmes uvedená v prvej časti prílohy č.1 alebo v druhej časti prílohy č.1, a to vo forme suroviny, výrobku, vedľajšieho produktu, rezídua alebo medziproduktu.
Podnik [1]	priestor alebo súbor priestorov riadený prevádzkovateľom, kde sú nebezpečné látky prítomné v jednom alebo viacerých zariadeniach, vrátane spoločných alebo súvisiacich infraštruktúr alebo činností a je zaradený do kategórie A alebo kategórie B.

[1] Zákon č. 128/2015 Z. z. o prevencii závažných priemyselných havárií a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov

[2] Zákon č. 359/2007 Z. z. o prevencii a náprave environmentálnych škôd a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov

Štruktúra postupu ERA

Materiál si kladie za cieľ vytvoriť kvantifikovaný celostný postup pre ERA a výpočet ER ako podkladu pre rozhodnutie sa o *spôsobe riadenia v oblasti environmentálnych programov podniku*. Druhým cieľom je poskytnúť kvantifikovaný výpočet pre odhad poistenia, alebo inej formy zábezpeky potrebnej nielen v zmysle zákona č. 128/2015 Z. z. ale aj zákona č. 359/2007 Z. z.

Predkladaný učebný materiál je tvorený takým spôsobom, aby sa s ním dalo ľahko pracovať v bežne využívaných podnikových databázových (tabuľkových) procesoroch.

Zákon č. 128/2015 Z. z. ako aj ďalšie zákony napr. zákon č. 359/2007 Z. z. požadujú posúdenie environmentálnych strát. Predkladaná metodika je tvorená tak, aby bola využiteľná aj pri riešení týchto úloh. Doposiaľ neexistujú limitné hodnoty pre konkrétne KPI v oblasti ERA. Preukazovanie zmien je jediným nástrojom preukazovania zlepšovania sa v oblasti environmentálnych prístupov.

Tento učebný materiál je prioritne určený pre výpočet ER pre Seveso podniky, ako aj prevádzkovateľom Seveso podnikov v reálnej praxi. Zavedenie povinnosti finančného krytia zodpovednosti za škodu v Seveso podnikoch kategórie B, ako aj povinnosti zodpovednosti za akúkoľvek činnosť, požaduje mať nástroj pre rozhodnutie sa. Tam kde nie je merateľný nástroj, tam je rozhodovanie ponechané na pocit. Technická prax nie je o pocitoch, ale o kvantifikovaných merateľných, preukázateľných parametroch.

Seveso podniky kategórie A v zmysle zákona č. 128/2015 Z. z. nemusia byť poistené, ale môžu spadať do povinnosti poistenia EŠ v zmysle zákona č. 359/2007 Z. z. Aj z tohto dôvodu je potrebný nástroj pre ERA.

Počet podnikov v Seveso registri v SR je približne 79, z toho cca 45 podnikov musí byť poistených. Výraznejšie sú čísla pre podniky v zmysle zákona č. 359/2007 Z. z. Mnoho podnikov má povinnosť ako z jedného, tak aj z druhého zákona. Povinnosti plynúce z agendy IPKZ sa taktiež kryjú s povinnosťami ERA. Z tohto dôvodu je metodika vhodným nástrojom pre posudzovanie ERA.

Učebný materiál je spracovaný ako sprievodca pre kroky ERA vrátane rozhodnutia sa o finančnom krytí, resp. spôsobe finančného krytia.

Materiál je rozdelený do jednotlivých krokov I až IX, ktoré umožňujú spracovateľovi:

- A identifikovať:
 - existujúci stav v prevádzke, podniku s ohľadom na ER,
 - vytvoriť nástroj pre kontrolu ako podnikom, tak aj štátnej správe na úseku prevencie ZPH.
- B preukázať, či dôsledky s potenciálom ER:
 - sú lokalizovateľné len v priestoroch prevádzky, podniku,
 - majú potenciál šírenia sa vodou, vzduchom aj mimo priestor podniku.
- C vypočítať a určiť:
 - frekvencie ER pre jednotlivé zdroje,
 - charakteristické dôsledky s potenciálom EŠ a ER.
- D - rozhodnúť sa o forme opatrení, vrátane poistenia v oblasti ER a EŠ.

Pre užívateľov sú v prílohách uvedené príklady, ktoré uľahčia pochopiť filozofiu a spôsob výpočtu v nej popísaný.

Prílohy sú tvorené takým spôsobom, aby boli návodom pre vyplňanie jednotlivých tabuliek uvedených v krokoch výpočtu.

1 POSUDZOVANIE ENVIRONMENTÁLNYCH RIZÍK PRE ÚČEL PREVENČIE V SEVESO PODNIKOKCH

Súčasnú smernicu EÚ s cieľom ochrániť ŽP požadujú ERA, čo je premietnuté do právnych noratívov SR, či už v oblasti ZPH, alebo v oblasti posudzovania EŠ.

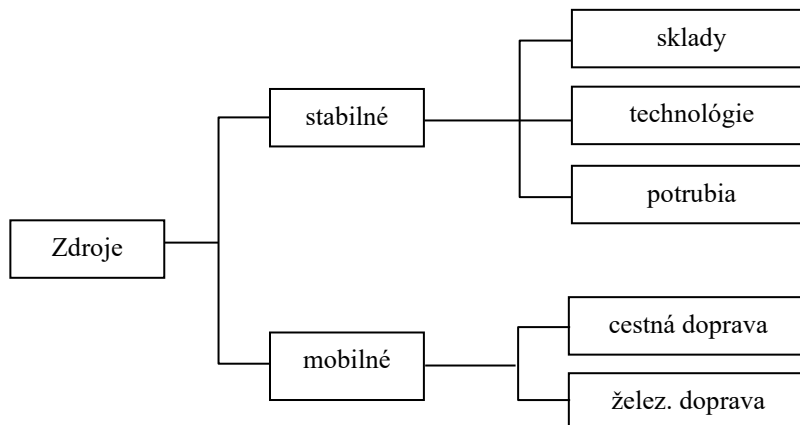
Posudzovanie rizík v Seveso podnikoch prešlo od havárie v talianskom Sevese v roku 1976 rozsiahlymi zmenami. Bola to prvá výzva pre výber metód pre posudzovanie rizík z neprimeranej činnosti podnikov smerom k okoliu a ŽP. Vhodné je uvedomiť si, že neexistuje univerzálna metóda posúdenia rizík, ale existujú univerzálne princípy pre posudzovanie rizík. Platí to aj pre ERA v oblasti Seveso podnikov. Jednotný konzistentný postup, od selekcie zdrojov s neželanými dôsledkami pri havárii, až po výpočet individuálneho a spoločenského rizika si našiel miesto v CPR 18E (PGS 3) v roku 1999 [3].

Vo vykonávacej vyhláške č. 198/2015 Z. z., ktorou sa vykonávajú niektoré ustanovenia zákona č. 128/2015 Z. z. o prevencii závažných priemyselných havárií a o zmene a doplnení niektorých zákonov v § 2 ods. 3 písm. e) až g), je určený dôvod a účel výpočtu ER. Jedná sa o kvantifikovaný výpočet v zmysle písm. e).

Tieto posúdenia ER sa realizujú pre všetky podniky, ktoré spadajú pod legislatívu Seveso. Seveso podniky spĺňajú podmienku objektívnej zodpovednosti za EŠ, a zároveň musia posúdiť ER za účelom preukázania trvalého zlepšovania v zmysle požiadaviek pre Seveso podnik.

ERA v porovnaní s inými posúdeniami rizika, nemá limitom definovanú mieru, akou je napr. hodnota pre individuálne riziko (IR), alebo spoločenské riziko určené F/N krivkou. Má však zakotvené pravidlo preukazovania existujúceho stavu a trvalého zlepšovania formou prijímania opatrení. Hodnota ER v podniku je sumou príspevkov od jednotlivých zdrojov. Dôležité je to pre prioritizáciu rizík v procese návrhu opatrení.

Charakteristické skupiny zdrojov v Seveso podnikoch pre ERA sú uvedené na obr.1.



Obr.1. Charakteristické zdroje pre ERA v Seveso podniku

Kauzalita je dynamický vzťah medzi zdrojom spôsobujúcim znečistenie a zasiahnutým objektom.

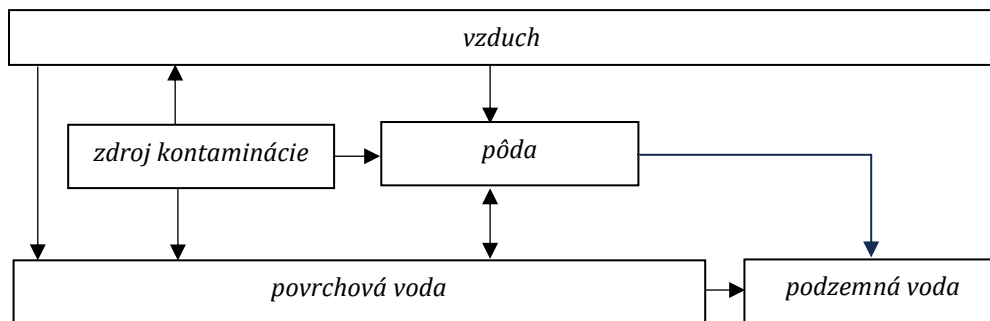
Z pohľadu popisu jednotlivých premenných kauzálnej závislosti je nutné odpovedať na otázky:

- čo je príčinou problému,
- ako sa menia parametre sledovaného prostredia v čase,
- kde a na čom sa spôsobí škoda, čo je poškodené.

Na otázky čo - hľadáme odpovede, ktorý fyzikálny, chemický parameter je zdrojom problému. Otázka ako rieši problematiku transportu kontaminantu. Najčastejšie sú to voda a vzduch, ktoré tvoria transportné cesty ku príjemcovi. Otázky kde charakterizujú prírodný zdroj, ktorý mení svoj pôvodný stav a svoju pôvodnú funkčnosť.

Z pohľadu ERA je nutné preukázať kvantifikáciu položiek príjemcu, ale pre prevenciu je potrebné poznať zdroje a cesty transportu.

Základné transportné cesty NL v prostredí slúžiace k identifikácii možných scenárov pre ERA v konkrétnom prostredí sú na obr.2.



Obr.2 Identifikácia transportu a príjemcu NL pre potreby ERA

Štruktúra učebného materiálu je tvorená troma kapitolami a IX krokmi výpočtu ER.

Modrou farbou podfarbené tabuľky krokov I až IX sú medzivýsledky, z ktorých je zostavená výsledná tab.31, ktorá dáva celostný pohľad o stave environmentálnej prevencie v podniku. Tieto tabuľky sú základom pre tvorbu výpočtu v Exceli, alebo inom tabuľkovom procesore. Zelenou farbou v rámečku sú zvýraznené upozornenie, ktoré sú príznačné pre príslušný krok postupu.

Na schéme 1 je postupnosť krokov pre výpočet ER pre účel zákona č. 128/2015 Z. z.

Navrhovaný postup ERA je súborom existujúcich overených európskych parciálnych postupov doplnených o výpočet ER. Metódy sa dajú využiť aj pre riešenie dielčích úloh v iných oblastiach ako je problematika ZPH.

Selekcia zdrojov s príslušnými H-vetami v kroku II bola vybraná pre účel prevencie ZPH. Dotýka sa NL definovaných zákonom č. 128/2015 Z. z.

EAI, krok III, ako KPI je smerovaný k podchyteniu únikov v kvapalnej forme a šírenie sa NL podzemnou vodou v priestore podniku a mimo neho.

V kroku IV je podchytenie kvapalných únikov do vodného prostredia po teréne.

Krok V je stanovenie zón pre NL, ktoré neboli zaradené do QRA a majú potenciál ER a EŠ. Kroky VII - VIII sú typické kapitoly z posúdenia rizík pre závažné priemyselné havárie, kde sa stanovujú pre účel QRA charakteristické parametre pri výpočte FTA, ETA a plošné parametre dôsledku.

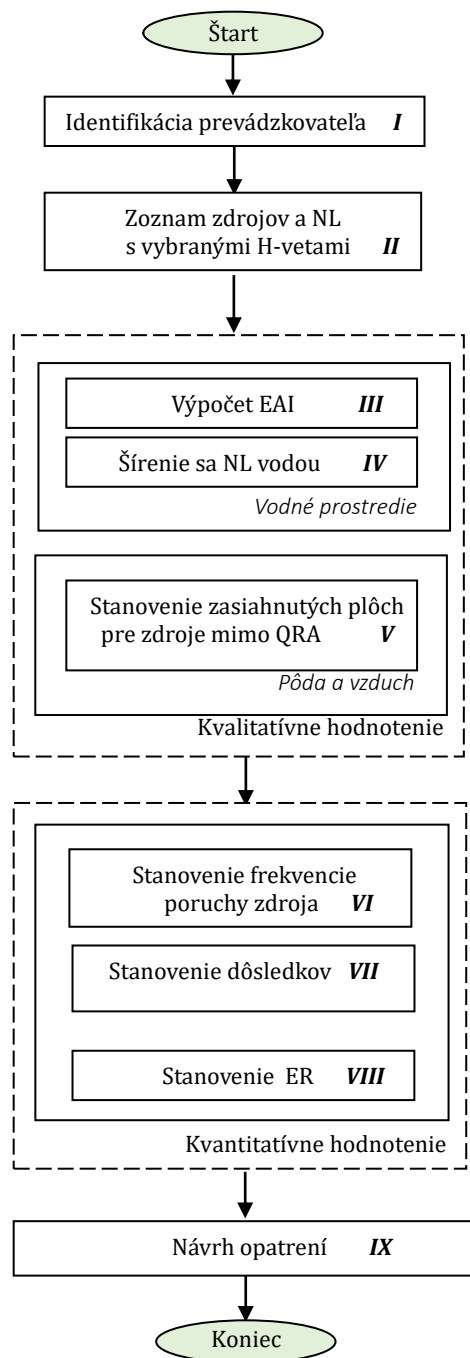


Schéma 1 Postup výpočtu ER pre účel zákona č. 128/2015 Z. z.

Pri výpočte ER sa predpokladá mať primerané znalosti z posudzovania rizík pre oblasť prevencie ZPH, nakoľko sa využívajú nástroje používané pri ERA.
Odkazy na adresy niektorých webových stránok v texte sú platné ku dňu zverejnenia učebného materiálu.

1.1 Identifikácia prevádzkovateľa – krok I

Identifikačné údaje o prevádzkovateľovi slúžia pre presnú identifikáciu podniku, prevádzkovateľa a jeho činnosti. Posúdenie rizík v zmysle zákona o prevencii ZPH má vo vykonávacej Vyhláške č. 198/2015 Z. z. priamo zakotvenú povinnosť. Nižšie uvedená tab.1 je len ilustratívna, nakoľko vyhláška stanovuje minimálne údaje pre identifikáciu subjektu.

Tab.1 Identifikačné údaje prevádzkovateľa

Identifikačný údaj	Popis
Obchodné meno	
Právna forma	
Štatutárny orgán	
Zodpovedná osoba	
Číslo telefónu	
Číslo faxu	
E-mail	
IČO	
Predmet činnosti ^{*)}	

^{*)} Uviesť činnosť, resp. odkaz na Obchodný register SR, resp. Živnostenský register SR a pod..

1.2 Zoznam zdrojov s potenciálom environmentálnych rizík – krok II

Pre ERA pre prevenciu ZPH sú identifikované len NL v zmysle zákona č. 128/2015 Z. z.

Pre účel ERA sa seletovali len NL s H-vetami uvedenými v tab.2. Nie všetky vlastnosti NL majú potenciál spôsobiť ER. Z tohto dôvodu sú vybrané do zoznamu NL len tie, ktoré majú príslušnú H-vetu v zmysle zákona č. 128/2015 Z. z.

Tab.2 NL s H-vetami pre účel ERA

H1 Akútna toxicita kategória 1 všetky spôsoby expozície.	H300	Smrteľný po požití.
	H310	Smrteľný pri kontakte s pokožkou.
	H330	Smrteľný pri vdýchnutí.
H2 Akútna toxicita kategória 2 všetky spôsoby expozície.	H300	Smrteľný po požití.
	H310	Smrteľný pri kontakte s pokožkou.
	H330	Smrteľný pri vdýchnutí.
Akútna toxicita kategória 3.	H331	Toxický pri vdýchnutí.
H3 Toxicita pre špecifický cieľový orgán STOT SE kategória 1.	H370	Spôsobuje poškodenie orgánov.
E1 Nebezpečné pre vodné prostredie v akútnej kategórii 1 alebo chronickej kategórii 1.	H400	Veľmi toxický pre vodné organizmy.
	H410	Veľmi toxický pre vodné organizmy, s dlhodobými účinkami.
E2 Nebezpečné pre vodné prostredie v chronickej kategórii 2.	H411	Toxický pre vodné organizmy, s dlhodobými účinkami.
O1 Látky alebo zmesi s výstražným upozornením EUH 014.	EUH 014	Prudko reaguje s vodou.
O3 Látky alebo zmesi s výstražným upozornením EUH 029.	EUH 029	Pri styku s vodou uvoľňuje toxický plyn.

Súpis zdrojov s NL v podniku sa vykonáva na základe prevádzkových predpisov a obhliadky prevádzky. Vlastnosti NL a príslušná H-veta sú uvedené v KBÚ.

Potrebné je uviesť si, že možnosť šírenia sa NL je vodou a vzduchom. Tomu odpovedá výber H-viet. Druhou skutočnosťou je, že nie všetky H-vety majú dôsledok, ktorý je neprijateľný s ohľadom na krátkodobý účinok. Treťou skutočnosťou pre výber H-viet je previazanosť s ERA pre účel ER v zmysle zákona č. 128/2015 Z. z.

Pre číslovanie zdrojov sa odporúča zaviesť jednotnú štruktúru, ktorá sa bude používať aj v následných krokoch, alebo je už použitá pri iných evidenčných databázach v podniku pre iné účely ako je ERA v rámci ZPH.

Ideálne je, ak sa preberie identifikácia zdrojov pre selekciu QRA pre účel prevencie ZPH. Toto umožňuje spojiť existujúce kroky s výpočtom ER.

V prípade viacerých prevádzok, zdrojov aplikovať číslovanie po 100-vkách a podskupiny po 10-tkach. Napr. prevádzka 100 má úseky 001, 002 a pod.

Obdobne, ak v rámci jednej činnosti existuje viacero krokov danej činnosti, je to vhodné rozdeliť s ohľadom na používané NL v príslušnej prevádzke.

Pre účel následných krokov je nutné identifikovať jednotlivé zdroje a činnosti s potenciálom ER. Pre tento účel sa vyplňa tab.3.

Pre jasné určenie polohy zdrojov vo väčších prevádzkach je možné využiť nástroj GIS. V prípade jednoduchých prevádzok v jednom objekte je to bezpredmetné. Pre identifikáciu polohy zdrojov v podnikoch je možné využiť MARPLOT, tak ako sa to využíva v Seveso podnikoch. Mapový podklad v mierke umožňuje identifikovať vzdialenosti a objekty v bližšom a širšom okolí podniku.

Vhodné je využiť voľne dostupné mapové podklady. Možné prevzatie do iných GISov, resp. podobných geoinformačných platforiem.

Tento materiál nerieši problematiku dlhodobých dôsledkov a problematiku EŠ, napriek tomu, že mechanizmus výpočtu EŠ a ER je identický. Poukazuje však na súvislosti s problematikou EŠ.

Požiarne nádrže a ČOV nie je potrebné pojať do hodnotenia ER. Výnimkou z ERA pre účel prevencie ZPH sú aj kontrolné vrtý v podniku a jeho okolí.

Všetky tieto vodné stavby podliehajú minimálne dvom zákonom mimo oblasť ZPH a z týchto zákonov sú kontrolované, prevádzkované a monitorované.

V tab.3 sú len skopírované vybrané dáta z identifikácie zdrojov pre účel posúdenia rizík ZPH. Sú to len zdroje s požadovanou H-vetou.

Tab.3 Zoznam zdrojov pre ERA

Prevádzka				Objekt		
Zdroj ^{*)}	Jednotka	Nebezpečná látka	H-veta	Hmotnosť [kg]	Skupenstvo	Poznámka

^{*)} Počet riadkov podľa potreby.

Prevádzka – názov, číslo prevádzky.

Objekt – názov, číslo konkrétneho objektu príslušnej prevádzky.

Zdroj – určuje identifikovaný zdroj s NL. Je určený identifikačným číslom, ktoré je prevzaté z číslovania zdrojov pri posúdení rizík v zmysle Zákona č. 128/2015 Z. z.

Jednotka – identifikácia objektu, zariadenia alebo technológie, kde sa daná NL v prevádzke vyskytuje (napr. zásobník, sklad, cisterna, a pod.).

H-veta – popis nebezpečnej vlastnosti látky (vypísať všetky vety s potenciálom environmentálnej škody). Pre účel stanovenia zóny sa bude uvažovať s najhorším prípadom z KBÚ.

Nebezpečná látka – NL s potenciálom ER v príslušnom zdroji v zmysle zákona č. 128/2015 Z. z.

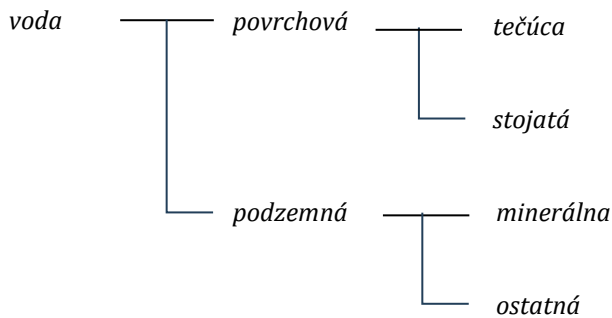
Hmotnosť – hmotnosť NL v tonách podľa kolaudačného rozhodnutia, resp. rozhodnutia/súhlasu orgánu štátnej správy o umiestnení zariadenia, ak nie je určené iným prevádzkovým predpisom.

Skupenstvo – tuhé, kvapalné, plynné pri 20°C. Určené z KBÚ.

Poznámka – presnejšie určenie parametrov, polohy zdroja s NL.

1.3 Výpočet EAI – krok III

Z pohľadu ZPH je nutné identifikovať, či únikom kvapalnej NL môže byť poškodený vodný zdroj. Pre tento účel sa pre ERA v kroku III použil EAI. EAI umožňuje na základe veľkosti hodnoty EAI vytvoriť si prvotný obraz o rizikovitosti jednotlivých zdrojov s NL pre vodné prostredie. EAI patrí do skupiny indexových KPI v oblasti ERA. Podrobne je uvedená v [1]. Krok III a krok IV výpočtu slúžia pre určenie identifikovania rozsahu poškodenia vodného prostredia NL. Analyzované vodné prostredie pre účel ERA má formy uvedené na obr.3.



Obr.3 Voda ako zasiahnutý prvok ŽP

EAI je aplikovateľný pre šírenie sa kontaminantu vo vodnom prostredí, vrátane pôdnych foriem vodného prostredia (podzemná voda). EAI nie je použiteľný pre aplikáciu typových scenárov, pri ktorých je výron v plynnom skupenstve.

EAI sa nepoužíva pre zdroje so záchytnom kvapalnej NL do vane, do systému pre záchyt NL.

V prípade, že záchytná plocha nie je schopná pojať celý uniknutý objem NL, je nutné určiť uniknuté množstvo NL na voľný terén.

EAI sa neaplikuje pre umelo vytvorené požiarne nádrže a ČOV.

Jednotlivé parametre pre výpočet EAI poskytujú informácie pre návrh opatrení predovšetkým na teritóriu podniku. Poukazujú na rozsah opatrení v škále do EAI = 100, 100 - 500 a nad 500.

EAI je vhodný indikátor o možnostiach šírenia sa kvapalných toxických NL podzemnou vodou. EAI v rámci parametra Sur (vyjadruje vlastnosti prostredia), definuje hĺbku a smer toku spodnej vody a vzdialenosť k vodnému zdroju.

ER vznikajúce na pôde sa hodnotia v rámci jednotlivých zložiek pôdy, podľa spôsobu šírenia sa v jednotlivých pôdnych zložkách. Pre takéto prostredie sú toxikologické limity vzťahované na jednoduché organizmy. Tento parameter je obsiahnutý vo výpočte EAI v parametri Tox.

Pokiaľ zmizne potrava pre vyššie organizmy, bude narušený celý potravinový reťazec. V prípade, že KBÚ neobsahuje túto informáciu v podobe EC₅₀, je vhodné zobrať príslušný vyšší organizmus a akútnu toxickú hodnotu.

EAI sa vypočíta nasledovne:

$$EAI = Tox \times Am \times (Con + Sol + Sur) \quad [-] \quad (1)$$

kde:

- Tox* - akútna toxicita pre vodné organizmy [mg.l⁻¹] – údaj z tab.4,
Am - skladovaná/prepravovaná hmotnosť [t] – údaj z tab.5,
Con - kinematická viskozita látky [cSt] – údaj z tab.6,
 (podľa KBÚ, alebo <http://www.converter.cz/tabulky/kinematicka-viskozita.htm>)
Sol - rozpustnosť látky [hmot. %] – údaj z tab.7,
Sur - vyjadruje vlastnosti prostredia (vzdialenosť k najbližšiemu vodnému toku, hĺbka podzemnej vody, spád podzemných vôd, hrúbka zeminy nad podzemnou vodou) – údaj z tab.8.

Tab.4 Body parametra *Tox*

Akútna toxicita ¹⁾ (<i>EC</i> ₅₀ alebo <i>LC</i> ₅₀)	Body (<i>Tox</i>)
<1mg/l ²⁾	10
1-6	8
6-30	6
30-200	4
200-1 000	2
>1 000	1

Poznámka:

¹⁾ Použite najnižšiu možnú hodnotu *EC*₅₀ alebo *LC*₅₀, *Daphnia*, alebo vodné riasy alebo pre ryby.

²⁾ Zaobchádzanie s extrémne toxickými chemikáliami by malo byť vyšetrované, aj keď je vypočítaná hodnota EAI nízka.

³⁾ *LC*₅₀ - predstavuje usmrtenie 50 % testovaných organizmov za stanovenú dobu pôsobenia testovanej toxikkej látky (hodnota z KBÚ).

⁴⁾ *EC*₅₀ – imobilizuje 50% exponovaných organizmov za stanovenú dobu pôsobenia testovanej toxikkej látky (z KBÚ).

Pri určovaní *EC*₅₀ sa odporúča jednoznačne identifikovať KBÚ, z ktorej sa prebrali údaje.

Tab.5 Body parametra *Am*

Uložená alebo prenesená hmotnosť NL (tony) ¹⁾	Body (<i>Am</i>)
>500 ²⁾	10
50-500	7
5-49	5
0,5-4,9	3
<0,5	1

Poznámka:

¹⁾ Maximálna hmotnosť NL.

²⁾ Extrémne veľké množstvá by mali byť vyšetrované aj keď je vypočítaná hodnota EAI nízka.

Pre jednotky so zachytnou plochou nemá zmysel rátať EAI. Pre tento účel je stĺpec triediaci znak, kde sa uvedie, či jednotka má zachytnú plochu, alebo nie, resp. aká časť NL bude zachytená na ploche a aká bude rozliata na voľný terén. Podrobne v časti IV pri výpočte zasiahnutých plôch.

Hodnoty do tab.6 sa určujú z KBÚ pre konkrétnu NL.

Tab.6 Body parametra Con

Viskozita ¹⁾ (cSt ²⁾)	Body (Con)
<0,5	5
0,5-4,4	4
4,4-47	3
47-300	2
>300	1
Pevná látka	0
Neznáma viskozita ¹⁾	4

Poznámka:

¹⁾ Ak dáta o viskozite chýbajú, je vhodné použiť 4 body, ktoré zodpovedajú intervalu viskozity pre väčšinu tekutých chemikálií.

²⁾ Ak je viskozita vyjadrená iba ako cp (centipois), táto hodnota je predelená hustotou chemikálie v g.cm⁻³.

Hodnoty do tab.7 sa určujú z KBÚ pre konkrétnu NL.

Tab.7 Body parametra Sol

Rozpustnosť vo vode (hmot %)	Body (Sol)
>90%	5
25-90	4
5-25	3
1-5	2
<1	1
Rozpustená vo vode	5
Rozpustená v organickom rozpúšťadle	a

Poznámka: a - bod rozpustnosti pre rozpúšťadlo.

Tab.8 určuje sumárnu hodnotu parametrov prostredia, podložia.

Tab.8 Body parametra Sur

Súčet bodov z tabuliek 9 až 12	Body (Sur)
>25	10
20-25	7
15-20	5
10-15	3
<10	1

Hodnoty do tab.9 je možné získať z mapového podkladu z prostredia ZBGIS odmeraním vzdialenosti <https://zbgis.skgeodesy.sk/mkzbgis/sk>.

Tab.9 Vzdialenosť k najbližšej studni, jazeru, alebo vodnému toku (vode)

Body	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Metre	0-10	10-20	20-35	35-50	50-75	75-150	150-300	300-1000	1 000-2 000	>2 000

Pokiaľ má podnik kontrolné vrty, resp. iné vrty, je možné z nich určiť hladinu podzemnej vody, ktoré sa zoberú do výpočtu. Obdobne to platí aj pre tab.10 ak sa porovnávajú hladiny v podzemných vrtoch.

Tab.10 Hĺbka k zdroju podzemnej vody

Body	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Metre	0-0,2	0,2-1	1-3	3-5	5-7	7-12	12-20	20-30	30-60	>60

Tab.11 Sklon hladiny podzemnej vody a smer toku

Body		
5	1	0
Hladina podzemnej vody sa nakláňa ku studni, jazeru, alebo vodnej ploche.	Hladina podzemnej vody je horizontálna.	Vo vzdialenosti 1 km v smere toku podzemnej vody sa nenachádza žiadna studňa, jazero, alebo vodná plocha.

Opis hydrogeologických pomerov je štandardne uvedený v havarijnom pláne minimálne podľa zákona č. 364/2004 Z. z. a zákona č. 128/2015 Z. z. Pokiaľ takáto informácia neexistuje v podnikovom prostredí, je to možné získať z externých zdrojov napr. z povodia, správ EAI a pod.

Tab.12 Priepustnosť pôdy

Hrúbka zeme	Body					
	Štrk	Piesok	Moréna	Kal	Hlina	Zamrznutá zem
>30 m	9	8	6	4	0	0
25-30	9	7-8	5-6	3-5	0-1	0
20-25	9	7-8	5-6	3-5	0-2	0
15-20	9	7-8	5-7	3-6	0-3	0
10-15	9	7-9	5-8	3-7	0-4	0
3-10	9	7-9	6-8	4-8	1-6	0
<3	9	7-9	6-9	4-8	2-8	0

Poznámka:

Ak je pod povrchom štrk, vyberte najvyšší bod v intervale. Ak je pod povrchom súvislý kameň, vyberte najnižší bod v intervale.

Jednotlivé parametre pre výpočet indexu EAI z tab.4 až tab.8 je potrebné vpísať do tab.13 a vypočítať hodnotu EAI.

Tab.13 Parametre pre výpočet EAI

Zdroj ^{*)}	Jednotka	Názov látky	Hmotnosť [t]	Tox	Am	Con	Sol	Sur	EAI	Triediaci znak	Poznámka

^{*)} Počet riadkov podľa potreby.

Zdroj – určuje číselné označenie zdroja s NL.

Jednotka – určuje konkrétnu technologickú jednotku.

Názov látky – nebezpečná látka alebo zmes s potenciálom ER.

Hmotnosť – konkrétna hmotnosť v technologickej jednotke.

Tox – akútna toxicita pre vodné organizmy (body z tab.4).

Am – skladované/prepravované množstvo (body z tab.5).

Con – kinetická viskozita látky (body z tab.6).

Sol – rozpustnosť (body z tab.7).

Sur – vyjadruje vlastnosti prostredia s potenciálom šírenia sa vodou (body z tab.8).

EAI – hodnota indexu vypočítaná podľa vzorca č. 1.

Triediaci znak – určuje či jednotka má záchytnú plochu, alebo systém so zachytením NL.

Poznámka – Bližšia špecifikácia parametrov výpočtu vrátane určenia rozmerov záchytnéj plochy.

Ostatné hodnoty pre výpočet EAI, dotýkajúce sa konkrétneho miesta, sú získané na základe obhliadky umiestnenia konkrétnej jednotky na konkrétnom mieste v podniku. Odporúča sa zvoliť letný čas, keď nemrzne a pôda nie je zamrznutá, čo je horší stav, nakoľko je väčšia priepustnosť pôdy.

Každá metóda má odporúčania, tab.14, z ktorých je potrebné vychádzať, napr. pre EAI platia odporúčania:

Tab.14 Odporúčania metodiky pre výpočet EAI

Hodnota EAI	Navrhovaný postup	Poznámka
1 – 100	Vstupná analýza nebezpečnosti (HA)	Štúdia zahŕňa vlastnosti látok týkajúcich sa mobility, degradácie, toxicity, klasifikácie, atď.
100 – 500	Vstupná analýza nebezpečnosti (HA) + úvodné hodnotenie environmentálnych rizík (ERA)	Štúdia zahŕňa rozšírenú formu HA (dáta vzťahujúce sa k danej lokalite, kde sa nakladá s chemickou látkou) a stanovenie afinity k určitej zložke životného prostredia.
> 500	Rozšírené hodnotenie environmentálnych rizík (ERA)	Štúdia zahŕňa porovnanie predpokladanej koncentrácie vo vodnom toku (PEC) s koncentráciou bez negatívneho efektu na vodný tok (PNEC), stanovenie havarijných scenárov a modelovanie zasiahnutia vodného toku. Do tejto časti hodnotenia spadá i hodnotenie vplyvu nebezpečnej látky na spodné vody.

Na základe týchto hodnôt EAI sa prevádzkovateľ môže rozhodnúť pre nasledovné odporúčané kroky. Výpočet EAI, je uvedený na stránke

<https://www.sazp.sk/zivotne-prostredie/environmentalne-sluzby/environmentalne-skody>.

VÝPOČET UNIKNUTÉHO OBJEMU PRE KOMBINOVANÉ PLOCHY

V prípade, že záchytná plocha, záchytný systém, je schopný pojať len čiastočne uniknuté množstvo NL, je nutné určiť množstvo, ktoré sa dostane mimo záchytnú plochu, záchytný systém.

Pri tomto výpočte sa vychádza z konkrétnych miestnych podmienok, kde je umiestnený zdroj.

Pre výpočet plochy s kvapalinou sa využije postup uvedený v [4]. Podľa tohto postupu sa v závislosti na podloží určuje na základe rovnosti plôch polomer alebo zasiahnutá plocha podľa vzťahu 2.

$$S = \pi r^2 = V/h_{\min} \quad [\text{m}^2] \quad (2)$$

kde:

r	polomer mláky	[m],
V	objem	[m ³],
h _{min}	hrúbka mláky	[m].

V tab.15 sú uvedené hodnoty h_{min} pre rôzne druhy pôdy [4].

Tab.15 Hrúbka h_{min} v závislosti od podložia

Charakteristika pôdy	h_{min} [m]
Betón	0,01
Suchá piesková pôda, štrk	0,2
Humus - piesková pôda	0,15
Ťažká pôda	0,05

Pokiaľ sa kvapalina rozleje na betónovú, asfaltovú plochu, môžu nastať tri prípady medzi objemom výronu a objemom zachyteným na ploche:

- a) Záchytný objem > uniknutý objem. NL neunikne na okolitý terén.
- b) Záchytný objem = uniknutý objem. NL neunikne na okolitý terén.
- c) Záchytný objem < uniknutý objem. NL unikne na okolitý terén.

Na základe rovnosti plôch a h_{min} je možné vypočítať, aký objem sa uvoľní mimo záchytnú plochu.

Pokiaľ je zdroj úniku umiestnený v bezodtokovej havarijnej / záchytnej vane, tak hrúbka mláky je určená výškou bezodtokovej havarijnej / záchytnej vane. Zachytený objem zo zdroja sa nedostane do okolia / podložia.

1.4 Šírenie sa NL vodným prostredím – krok IV

Pokiaľ bol EAI použitý ako KPI pre identifikovanie ERA s potenciálom šírenia sa NL v kvapalnom skupenstve pôdnym prostredím, tak nižšie uvedený postup určuje zasiahnutie tečúcich vôd a bodových zdrojov vody kvapalnými NL pri zlyhaní technologického zariadenia v podniku.

Výpočtové modely pre šírenie sa vodným prostredím sú náročné a zložité. Z tohto pohľadu sa vychádzalo z chránených pásiem pre všetky zdroje vodného prostredia a dôsledkov ZPH, predovšetkým z:

- Zákona č. 538/2005 Z. z. o prírodných liečivých vodách, prírodných liečebných kúpeľoch, kúpeľných miestach a prírodných minerálnych vodách.
- Vyhlášky č. 326/2023 Z. z. o podrobnostiach manažmentu rizík v súvislosti s plochami povodia pre miesta odberu vody určenej na ľudskú spotrebu.
- Vyhlášky č. 29/2005 Z. z. o určovaní ochranných pásiem vodárenských zdrojov, o opatreniach na ochranu vôd a o technických úpravách v ochranných pásmach vodárenských zdrojov.
- Zákona č. 128/2015 Z. z. o prevencii závažných priemyselných havárií a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov.

Pri šírení sa NL vodným prostredím sa sleduje vektor šírenia sa NL od zdroja s NL k vodnému prostrediu, počnúc rozliatím sa NL na terén v podniku a preniknutím do vodného zdroja či už v priestoroch podniku, alebo mimo areál podniku.

Nutné je uvedomiť si rozdiel medzi pôdou a vodou ako cieľovými zasiahnutými prvkami. Pôda vždy ostáva na konkrétnom mieste, čo sa nedá tvrdiť o vode, ktorá sa dynamicky pohybuje v závislosti na viacerých parametroch.

Pre tento postup sa odporúča fyzicky prejsť areál podniku, kde sa identifikujú plochy, po ktorých je reálne tečenie kvapaliny. Jedná sa predovšetkým o identifikovanie miest:

- zaústenia spevnených plôch (cesta, rigol a pod.) do kanalizácie a otvorených kanálov,
- sklon spevnených plôch vo vzťahu voči vodnému zdroju,
- sklon voči vodným tokom v okolí podniku,
- v prípade potrubí s NL v kvapalnom skupenstve, umiestnenie súbežne, alebo kolmo na spevnené plochy,
- určenie porastu na plochách k vodnému zdroju.

Tieto parametre určujú vektor šírenia sa vodou.

Na mapovom podklade je nutné identifikovať:

- účel vodného zdroja,
- ochranné pásmo vodárenských zdrojov, resp. minerálnych prameňov,
- chránené územia a/alebo chránené vodohospodárske oblasti v okolí podniku,
- umiestnenie a vzdialenosť jednotlivých zdrojov s NL voči vodnému zdroju.

Tieto parametre určujú cieľ poškodenia. Je ich možné získať z mapových podkladov na stránkach <https://zbgis.skgeodesy.sk/mkzbgis/sk> a <https://data.sopsr.sk/chrane-objekty>.

Prostredie ZBGIS umožňuje aj štátnej správe jednoduchú kontrolu nielen vzdialenosti, sklonu terénu ale aj ďalších parametrov na mapovom podklade v priestore podniku a jeho okolí.

Vodné zdroje je nutné identifikovať systematicky od tečúcich a stojatých vôd až po bodové zdroje akými sú pramene a vrty. Samostatnú skupinu tvoria kontrolné vrty v podniku slúžiace na trvalý monitoring podzemnej vody.

Nižšie uvedený postup sleduje rozhranie (bariéru) zdroja úniku/voda, t. j. či existuje potenciál šírenia sa NL v kvapalnej forme do vodného prostredia.

V tab.16 je určená závislosť medzi vzdialenosťou zdroja s NL a zasiahnutým vodným prostredím. Keďže pre výpočet ER sa vyžaduje poznať zasiahnutú plochu, v tab.16 sú pre jednotlivé druhy zasiahnutých vodných zdrojov určené plochy. Plocha môže mať tvar kruhu alebo obdĺžnika. Vzdialenosti okraja zdroja s NL od vodných tokov, resp. polomery od bodových zdrojov (L), boli určené na základe ochranného pásma podľa vyššie uvedených právnych noriem.

Pre tečenie sa predpokladá minimálny sklon terénu 3 %.

Tab.16 Definovanie zóny zasiahnutia v závislosti od vzdialenosti zdroja s NL a vodného zdroja

P.č.	Popis zasiahnutého zdroja vody	Podmienka vzdialenosti	Zasiahnutá plocha (dôsledok)
1	Najbližší vodný tok (rieka, potok). Zaradený ako vodárenský zdroj.	$L < 150 \text{ m}$	10 km rieky alebo potoka*. Max. hodnota plochy 30 ha.
2	Najbližší vodný tok (rieka, potok). Nezaradený ako vodárenský zdroj.	$L < 100 \text{ m}$	10 km rieky alebo potoka*. Max. hodnota plochy 30 ha.
3	Povrchové vody (kanál, rigol) vhodné pre život a reprodukciu pôvodných druhov rýb a ďalších vodných živočíchov.	$L < 100 \text{ m}$	10 km kanálu aj v prípade, že kanál je zaústený do rieky*.
4	Jazero, vodná nádrž, alebo vodárenská nádrž.	$L < 100 \text{ m}$	Plocha 3 ha v prípade súvislých stanovišť (habitatov), alebo chránených území. Plocha 10 ha v prípade rozptýlených stanovišť (habitatov), vrátane poľnohospodárskej pôdy.
5	Prírodné liečivé zdroje a zdroje prírodnej minerálnej vody s určeným ochranným pásmom a ich vzdialenosti od miesta prevádzkovej činnosti.	$L < 100 \text{ m}$	Plocha 3 ha odpovedá polomeru 100 m.
6	Chránená oblasť prirodzenej akumulácie podzemných vôd a jej vzdialenosť k miestu prevádzkovej činnosti.	$L < 100 \text{ m}$	
7	Miesto odberu podzemných vôd.	$L < 150 \text{ m}$	Plocha 3 ha.

*pre výpočet zasiahnutej plochy v prípade tečúcich vôd sa uvažuje s maximálnou šírkou 30 m. V prípade, že rieka nemá tak široké koryto uvažuje sa šírka koryta rieky, rigolu v mieste vliatia do vodného toku.

Referenčným bodom sa rozumie súradnica stredu geometrického tvaru zdroja.

V prípade potrubí je referenčným bodom os potrubia.

V SR neexistuje na internete jednotný mapový podklad s ochrannými pásmami vodných tokov, chránených vodárenských zdrojov a pod., ktorý by sa dal využiť. Ochranné pásma tečúcich vôd (vodných tokov) sú evidované príslušnými povodiami. Ochranné pásma prameňov pre zásobovanie pitnou vodou sú evidované príslušným vodárenským podnikom. Ochranné pásma minerálnych a termálnych vôd, vrtov sú na stránke Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra <https://www.geology.sk/>.

Na úrovni obcí existujú v schválených územných plánoch regulatívy, z ktorých je pre konkrétnu oblasť možné určiť odstupové pásmo pre vodné zdroje.

Ak zdroj v podniku s NL má potenciál zasiahnuť ochranné pásmo, je predpoklad šírenia sa vodným prostredím. Pre konkrétne zdroje sú určené vzdialenosti od vodných zdrojov uvedené v tab. 17.

Stanovené plochy je potrebné vpísať do tab.17. Plochy sú potrebné pre výpočet ER.

Tab.17 Určenie vzdialenosti od vodných tokov

Zdroj ^{*)}	Jednotka	Vzdialenosť L [m]	Poznámka (identifikovaný vodný zdroj a opis parametrov vzdialenosti)

^{*)} Počet riadkov podľa potreby.

Zdroj – určuje identifikovaný zdroj s NL.

Jednotka – určuje konkrétnu technologickú jednotku.

Vzdialenosť L [m] - Vzdialenosti okraja zdroja s NL od vodných tokov, resp. polomer od bodového zdroja (L)

Poznámka – zdôvodnenie údajov, ak je to potrebné. Opis sa týka predovšetkým opisu výškopisu za účelom preukázania sklonu k rieke.

Zobrazenie zdrojov s NL a vzdialeností k vodným zdrojom na mapovom podklade je pre účel preukázania zasiahnutia chránených území. Štandardný mapový podklad, v ktorom je možné pracovať s jednotlivými prvkami ŽP, je na webovej stránke <https://maps.sopsr.sk/> alebo <https://data.sopsr.sk/chrane-objekty>. Podrobnejšie je to opísané v kroku VII postupu výpočtu ER (výpočet zasiahnutých plôch).

V prípade, že jeden zdroj má potenciál viacerých dôsledkov, vynesie sa najvzdialenejší polomer. Zóny sa vynášajú za účelom preukázania ne/zasiahnutia prvkov s dôsledkom potenciálu ER a v prípade zasiahnutia chránených území výpočtu EŠ. Pre prehľadnosť sa odporúča vyniesť tieto polomery a zasiahnuté prírodné zdroje do primeraného mapového podkladu (voľba vhodnej mierky).

1.5 Určenie plochy zasiahnutia pre šírenie sa NL mimo výpočtu QRA – krok V

Pre výpočet ER je nutné poznať zasiahnutú plochu. Zasiahnutá plocha môže byť v kvapalnom alebo plynnom skupenstve.

Pri výpočte kvantitatívneho posúdenia rizík (QRA) pre zdroje, ktoré neprešli selekciou do QRA, je nutné určiť veľkosť zasiahnutej plochy. Pre tento účel bola zvolená kombinácia určenia plôch podľa schémy 2. Pri výronu NL do prostredia sa pre účel ERA uvažuje s únikom v kvapalnom a plynnom skupenstve. Na schéme 2 je uvedený postup výpočtu pre výron kvapalného a plynného skupenstva. V prípade dvojfázového úniku sa berie fáza, ktorá je rizikovejšia. Vychádza sa z definície kvapaliny pri normálnom tlaku a teplote 20° C.

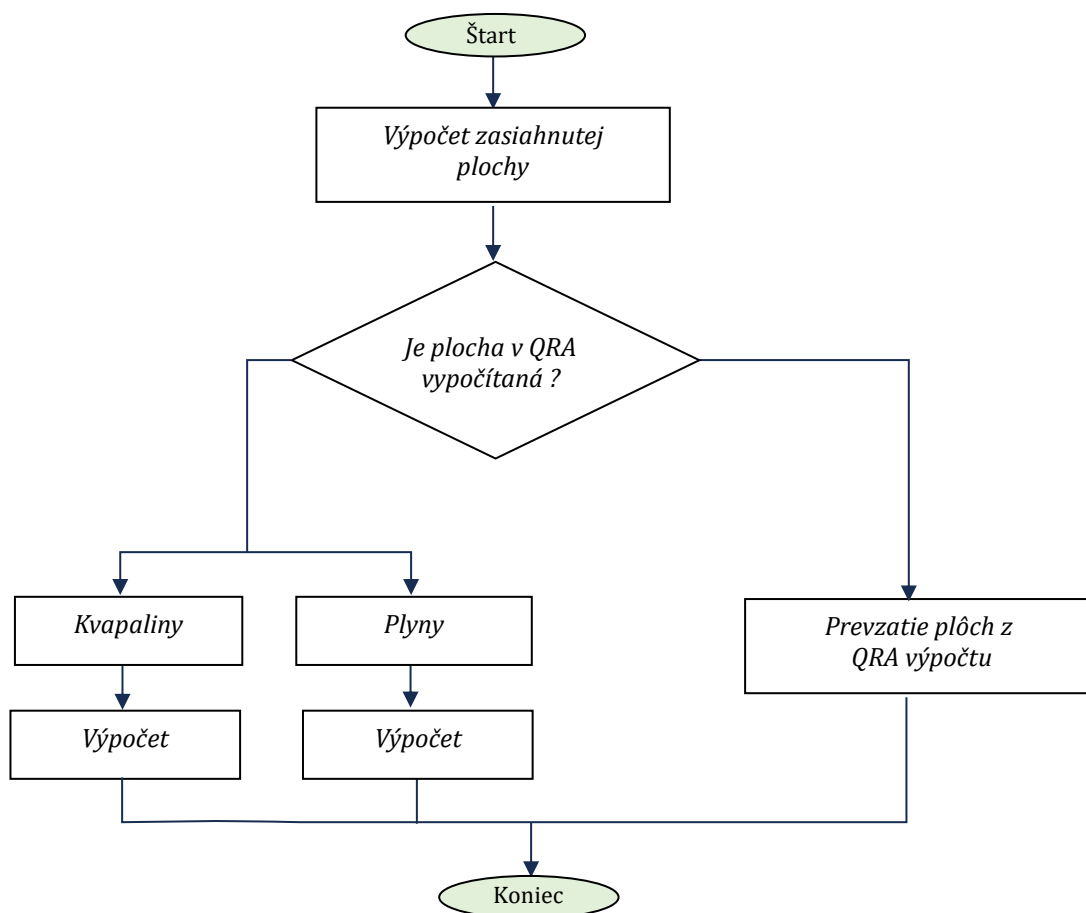


Schéma 2 Výpočet plôch

VÝPOČET ZASIAHNUTEJ PLOCHY PRE KVAPALINY

Pre výpočet plochy s kvapalinou sa využije postup uvedený v kroku III, rovnica 2.

Pokiaľ sa kvapalina rozleje na betónovú, asfaltovú plochu, môžu nastať prípady, kde:

- plocha mláky je menšia ako plocha záchytného priestoru ($S_m < S_z$). Dôjde k zachyteniu NL na ploche a nedôjde k prieniku NL do podlažia ani úniku do okolitého prostredia,
- plocha mláky je rovná ploche záchytného priestoru ($S_m = S_z$). Dôjde k zachyteniu NL na ploche a nedôjde k prieniku NL do podlažia ani úniku do okolitého prostredia,
- plocha mláky je väčšia ako plocha zachytu ($S_m > S_z$). Dôjde k úniku NL do podlažia a okolitého prostredia.

Pokiaľ sa kvapalina rozleje do záchytnej vane a nedôjde k úniku kvapaliny mimo vaňu, tak sa uvažuje s plochou 0 m² pre výpočet ER. Obdobne to platí aj pre zachyt do jednotiek určených k zachytu kvapaliny mimo ostatnú plochu.

Pokiaľ sa kvapalina zachytí na betónovej ploche a nedôjde k úniku kvapaliny mimo plochu, tak sa uvažuje len s plochou 0 m² pre výpočet ER.

Maximálne ohraničenie plochy mláky

Ruptúra potrubia, technologického zariadenia, môže v prípade úniku kvapalín vytvoriť mláku. Tento problém nie je doposiaľ riešený ani v Bevi manuáli [5] pre veľké úniky NL v kvapalnej fáze. Z tohto pohľadu je to podrobne analyzované v nasledujúcej časti.

Vo výpočtoch podľa CPR 18E [3] je použitý model predpokladajúci voľné šírenie sa mláky na spevnenej rovnej ploche až do doby dosiahnutia minimálnej hrúbky mláky 10 mm. Výsledná plocha mláky počítaná takouto úvahou je veľká (viac ako 50 000 m² pri výtokoch 500 m³·h⁻¹). Maximálna mláka, ktorá je uvažovaná pri reprezentatívnych scenároch podľa Bevi manuálu [5] je 3 000 m². Z tohto dôvodu sa analyzovali skutočné havárie a ich dôsledky s ohľadom na vytvorenú plochu mláky. Dospelo k záveru, že veľkosť mláky je obmedzená z dôvodu morfológie plochy, prítomnosti nerovnosti terénu.

Dospelo sa k poznaniu:

- Podľa časti 2 CPR 18E je maximálna veľkosť mláky po pretrhnutí potrubia 3 000 m². Táto hodnota sa vzťahuje na ruptúru podzemných a nadzemných potrubí.
- V štúdií o produktovodoch v Spojenom kráľovstve, sa tvrdí, že teoreticky sa mláka šíri mnoho hodín. Existencia nerovnosti terénu, preliačení, drenáže spôsobuje, že tento predpoklad je správny. Tvorba rozsiahlych mlák je preto nepravdepodobná a veľkosti reálnych mlák boli obmedzené na mláky s priemerom 100 metrov. Plocha povrchu zodpovedajúca priemeru 100 m je 7 850 m².
- Záver zo Správy, ktorú predložila konferencia CONCAWE, následky 379 incidentov s ropovodmi od roku 1971 do roku 2000. V zozname je zahrnutých 8 únikov z nadzemných potrubí. Maximálna zasiahnutá plocha bola 10 000 m².

VÝPOČET ZASIAHNUTEJ PLOCHY PRE PLYNY

Výpočet zasiahnutých plôch pri šírení sa NL vzduchom sa realizuje pre úroveň 50% mortality P_{50} . Maximálne časové ohraničenie pre výpočet dávky je 30 min. Minimálny v závislosti na druhu úniku. Pre tento výpočet je možné použiť rôzne výpočtové postupy.

Jedným z nich je kombinácia SW ALOHA a použitie probitovej funkcie s P_{50} pre príslušnú NL. Charakteristický tvar probitovej funkcie podľa CPR 18E je:

$$Pr = a + b \cdot \ln(C^n \cdot t) \quad [-] \quad (3)$$

kde:

Pr	<i>hodnota probitu zodpovedajúca pravdepodobnosti úmrtia (-)</i>
a, b, n	<i>konštanty charakterizujúce toxicitu látky (-)</i>
C	<i>koncentrácia ($mg \cdot m^{-3}$)</i>
t	<i>expozičný čas (minúta).</i>

Koncentráciu pre konkrétnu vzdialenosť je možné zrátať aj v SW ALOHA ako aj čas expozície. Je to čas, kedy koncentrácia stúpa a klesá. Z tohto času je možné určiť pre konkrétne miesto dávku.

Za zmienku stojí fakt, že staršie verzie SW ALOHA (ver.5.4.x) mali možnosť rátať koncentráciu a dávku pre príslušné zvolené miesto, ale bolo to máťúce a preto sa upustilo od takéhoto postupu a v dnešných verziách je zóna stanovená na základe definovanej koncentrácie.

Druhou možnosťou je použitie časti metodiky IAEA TEC DOC 727 pre NL s potenciálom šírenia sa vzduchom. Táto metóda vychádza zo zjednodušených podmienok (rýchlosť vetra $5ms^{-1}$, ap.), ale stanovuje priamo zónu P_{50} . Z pohľadu jednoduchosti je výhodnejšia, nakoľko na základe konkrétnej NL a jej použitia je tejto NL priradené referenčné číslo a na základe kombinácie množstva NL v zdroji a referenčného čísla je priamo stanovená tabelárne zóna P_{50} .

Táto metóda pre svoju jednoduchosť a rýchlosť je využiteľná aj dnes. Vhodné je uviesť si ako vznikala táto metodika a pre aký účel bola tvorená. Pre prioritizáciu rizík pre ERA je vhodnou a dáva prvotný pohľad na poradie problémov pre jednotlivé zdroje s NL, typy únikov ap.. Na základe toho je možné realizovať následné kroky.

Existujú aj ďalšie postupy, ktoré stanovujú zónu P_{50} na základe výpočtu koncentrácie, dávky a mortality. Všetky sú však náročnejšie na čas a poznanie ako vlastností NL, tak aj vlastností zasiahnutého prostredia.

Ak v podniku existuje viacero NL s potenciálom šírenia sa vzduchom je nutné, s ohľadom na efekt, čas a možnosti, zvážiť prístup. Existencia toxických NL ľahších ako vzduch bude mať iný dôsledok ako NL ťažšie ako vzduch, ktoré budú kopírovať tvar terénu.

Typizácia scenárov je jednou z možností ako sa vysporiadať s týmto problémom. Vytvorenie skupín, napr. stredne toxické NL a výber konzervatívneho prístupu v rámci jednej skupiny zúži výpočet a zachová možnosť porovnania medzi jednotlivými skupinami za účelom porovnania a následnej prioritizácie opatrení.

Tab.26 podľa metodiky TEC DOC 727 vznikla ako súbor scenárov pre šírenie sa NL pre oblasť chemických havárií. Vytvorila ho IAEA ako štandard TEC DOC 727 [6] pre prioritizáciu rizík.

Každá NL má priradené R.č. tab.18 až tab.24 v závislosti na použití vo výrobnom procese. TEC DOC 727 klasifikoval rozsah zón, tab.26, v kategóriách A až F t. j. vo vzdialenostiach od 25 m do 10 000 m. Na obr.4,5,6 je tvar zasiahnutej zóny v závislosti od typu úniku. Pre šírenie sa plyných NL je nutné použiť len obr.6.

V tab.26 je na základe veľkosti zasiahnutej zóny vypočítaná zasiahnutá plocha.

Tab.18 Klasifikácia typov aktivít a skladovania

Aktivita		Látka	Refer. číslo
špecifické zákl. produkty	kožiarstvo	kyselina. akroleinová	18,21
	drevárstvo	formaldehyd	32
	papiernictvo	etylénoxid	30
		epichlorhydrín	16, 17
	gumárenstvo	styrén	4,6
		akrylonitril	18,21
	textilné pomôcky	etylénoxid	30
		formaldehyd, alkylfenol	32
metalurgia a elektro	pecné plyny	oxid uhoľnatý	31
		čpavok	31
	povrchové úpravy	arzén	34
špecifické chemikálie	priemyselné hnojivá	čpavok	31,36
		produkty horenia	43
	kys. sírová	oxidy síry	45
	syntetické živice	etylénoxidy	30
		chlór	32
		fosgén	33
		formaldehyd	32
	plasty/syntetiká	vinylchlorid	7,9
		akrylonitril	18,21
		chlór	32
		produkty horenia	46
	farby/ farbivá	fosfén	33
		rozpúšťadlá	4,6
		produkty horenia	46
	chlóro-fluoro	chlorovodík	40,42
	karbóny	chlór	32
		fluórovodík	31
	chlór	chlór	32,37
	vinylchlorid	chlór	32
		vinylchlorid	7,9
		chlórovodík	40,42
	čpavok	čpavok	31,36
	chlórovodík	chlórovodík	40,42
		chlór	32
	vlákna	sírouhlík	18
		sulfán (sírovodík)	32
	lieky / farmaceutiká	chlór	32
		rozpúšťadlá	4,6
	polyméry	butylén	7,9
		etylén	12
		propylén	7,9
		vinylacetát	1,3
	syntetické vlákna	metanol	1,3
	chlóralkalín	chlór	32
		vodík	12
zásoby palív	zásobovacie stanice	benzín	6
	automobilové stanice	benzín a tekuté plyny	7
	medzisklady	benzín	6
		tekuté plyny	7,9
	hlavné sklady	nafta	1,3
		benzín	4,6
		tekuté plyny	7,9,10,11

Aktivity		Látka	Refer. číslo
	sklady plyn. nádob	zemný plyn rôzne plyny	10,11 13
spracovanie a skladovanie palív	rafinéria alkylačné procesy krakovanie ťažkého benzínu	tekutý propán fluórovodík butylén etylén ethylénoxid vinylchlorid propylén	7,9 31 7,9 12 30 7,9 7,9
doprava paliva	potrubná vodná (vnútrozemská)	tekuté plyny, propán zemný plyn benzín nafta tekuté plyny stlačené tekuté plyny chladené benzín nafta	8 12 5 2 9 11 6 3
doprava paliva	železničná	tekuté plyny benzín nafta	7 6 4
rozsiahle chladiace zariadenia	bitúanky, mliekárne, sladovne výr. margarínu, zmrzliny, čokolády, sklady mäsa, rýb, ovocia, kvetov, klziská	čpavok	31
potraviny	cukrovary mlyny lisovanie oleja, výr. tukov výr. kvasiniek a liehu kakaový priemysel	oxid siričitý metylbromid hexán horľavé tekutiny hexán	31 32 1,3 4,6 1,3
pesticídy	výr. surovín skladovanie a distribúcia	fosgén izokyanid chlór produkty horenia produkty horenia metylbromid	33 26,29 32 43 43 32
výbušniny	výroba, skladovanie skladovanie munície	rozličné rozličné	14 14,15
zariad. pre verejnosť prístavy	vodné diela sklady pesticídov kontajnery cisterny, nádrže	chlór produkty spaľovania rozličné rozličné	32 43 * *
doprava	potrubia cesty a železnice	chlór čpavok etylénoxid chlórovodík horľavé plyny 23, 236, 239 horľavé tekutiny 33, 336, 338, 339, 333, x33,	41 40 40 41,42 7
doprava	cesty a železnice, vodná	x338, x323, x423, 446, 539 vysokotoxické plyny 26, 265, 266 stredne toxické plyny 236, 268, 286 toxické kvapaliny 336, 66, 663 výbušniny 1.1, 1.5	6 32 31 19 14

Aktivity		Látka	Refer. číslo
		horľavé plyny 23, 236, 239, horľavé tekutiny 33, 336, 338, 339, 333	9,11
		x338, x323, x423, x446, 539	6
		vysokotoxické plyny 26, 265, 266	32,37
		stredne toxické plyny 236, 268, 286	31,36
		toxické kvapaliny 336, 66, 663	20

* číselné kódy uvedené v stĺpci látka pri jednotlivých látkach sú dané medzinárodnou klasifikáciou R.č. pre dopravu.

Tab.19 Klasifikácia vybraných NL podľa referenčného čísla

Referenčné číslo	Typ látky	Látky (príklady)
1-3	horľavé kvapaliny tlak pár menej ako 0,3 baru pri 20 °C (bod vzplanutia viac ako 20 °C) horľavé kvapaliny tlak pár menej ako 0,3 baru pri 20°C (bod vzplanutia menej ako 20°C)	allyl alkohol, anilín, benzaldehyd, benzylchlorid, butanol, butyldiglykol, dichlórobenzén, dichlórpropén, motorová nafta, dietyl karbonát, dimetylformamid, etanolamín, etylformiát, etylglykol acetát, etylsilikát; etylchlórohydrín, etylénglykol, vykurovací olej, furfural (furyl karbinol), izoamylalkohol, izobutanol, izopropanol, metylbutylketón, metylglykol, metylglykol acetát naftalén, nitrobenzén, ropa, fenol, starne, trioxán, xylén acetál, acetaldehyd, acetón, acetónnytryl, benzén, benzylchlorid, butándion, butanol, butanon, butylchlorid, butylformiát, cyklohexán, dichlóretán, dichlórpropán, dietylamin, dietylketón, dimetyl ketón, dymetylcyklohexán, dioxán, etanol, etylacetát, etylakrylát, tylbenzén, etylformát, heptán, hexán, izobutylacetát, izopropyléter, metanol, metylacetát, metylcyklohexán, metylizobutyl ketón, metylmetakrylát, metylpropionát, metylvynylketón, oktán, piperidín, propylacetát, pyridín, toluén, trietylanín, vinylacetát
4 - 6	horľavé kvapaliny tlak pár nad 0,3 bar pri 20 °C	sírouhlík, cyklopentán, dietyléter, etylbromid, izopropén, izopropylalkohol, metylformiát, skondenzovaný zem. plyn, pentán, motorový benzín, propanol, propilénoxid, ťažký benzín
7 -9	horľavé plyny skvapalnené tlakom	1,3butadién, bután, butén, cyklopropán, difluoroetán, dimetyléter, etán, etylchlorid izobután, izobutylén, tekuté uhlíkovodíkové plyny, metyléter, propadién, propán, propylén
10,11	horľavé plyny skvapalnené chladom	etén, metán, metylacetylén, kvap. zemný plyn
12	horľavé plyny pod tlakom	etylén, hydrogén, metán, metylacetylén, kvap. zemný plyn
13	horľavé plyny v zásobníkoch	acetylén, bután, vodík, zem. plyn, propán
14	výbušniny	dusičnan amónny, TNT, nitroglycerín, munícia
16,17	nízko toxické kvapaliny	acetylchlorid, allylamín, allylbromid, allylchlorid, chlórropikrín, dichlórdietyléter, dimethyldrazín, dimetylsulfid, epichlórohydrín, etánetiol, etylizokyanát, etyltrichlórosilan, pentakarbronylželezo, izopropylamin, metakroleín, metylhydrazín, oxid osmičelý, perchlórometyltion, oxidchlorid fosforečný,

Referenčné číslo	Typ látky	Látky (príklady)
		chlorid fosforečný, sulfuryl chlorid tetraetylo- lova, tetrametylolova, trichlórsilan, vinylid chlorid
18-21	stredne toxické tekutiny	akroleín, akrylonitril, bróm, sírouhlík, chlóracetaldehyd, chlóróetyléter, brómkyán, dimetyldichlórosilan, etylchlóroformiát, etylénamín, izobuthylamín, metylchorín zmes, metyldichlórosilan, metyljodid, metyltrichlóro- silan, kyselina dusičná, oleum, pentaboran, propylénimín, propylénoxid, chlorid ciničitý
22,25	vysokotoxické kvapaliny	kyanovodík, oxid dusičitý, oxid sírový, tetrabutylamín,
26,29	veľmi vysoko toxické kvapaliny	metyl izokyanát, tetrakarbonylnikel
30,35	nízko toxické plyny	etylamin, etylénoxid, vinylchlorid
31,36,40	stredne toxické plyny	čpavok, fluorid boritý, oxid uhoľnatý, fluórovodík, dimetylamín, vodík nitrogén trifluorid, perchlorid fluórid, silan, oxid siričitý, trimetylamín, vinylbromid
32,37,41,42	vysoko toxické plyny	chlorid boritý, karbonyl sulfid, chlór, oxid chlóričitý, dichlóracetylén, formaldehyd, hexafluóracetón, brómovodík, chlóróvodík, sulfád, metylbromid metylchlorid, onoxid dusnatý, fluorid kremičitý, sulfuryl fluorid, cín statnán
33,38	veľmi vysoko toxické plyny	boroetán, karbonyl chlorid, karbonyl fluorid, kyanovodík, dimetyléter, fluór, ketón, fluorid kyslíka, fosgén, fosfín, stibín, fluorid siričitý, fluorid telúrový
34,39	extrémne toxické plyny	arzín, selán, ozón, fluorid selénový

Pre látky, ktoré nie sú definované v tab.19, je trieda toxicity stanoviteľná použitím nasledujúcich všeobecných pravidiel podľa tab.20 až tab.22:

- považovať za kvapalinu, ak tlak pár je pod 1 bar pri 20 °C,
- považovať za plyn, ak tlak pár je nad 1bar pri 20 °C,
- spočítať hodnoty čísiel *a*, *b* získané z LC₅₀ a z tabuľky fyzikálnych vlastností a porovnať s nasledujúcou tabuľkou.

Tab.20 Trieda toxicity

Trieda toxicity	Súčet a + b
nízka	6
stredná	7
vysoká	8
veľmi vysoká	9
extrémna	10

Tab.21 Hodnoty a

LC ₅₀ za 4 hod.v ppm	a
0,01 - 0,1	8
0,1 - 1,0	7
1,0 - 10,0	6
10 - 100	5
100 - 1 000	4
1 000 - 10 000	3
10 000 - 100 000	2

Tab.22 Hodnoty b

Fyzikálne vlastnosti		b
tekutiny tlak pri 20°C	pod 0,05 bar	1
	0,05 - 0,3 bar	2
	0,3 - 1,0 bar	3
skvapalnené stlačené plyny, bod varu	nad 265 K	3
	pod 265 K	4
skvapalnené, schladené plyny, bod varu	nad 245 K	3
	pod 245 K	4

Tab.23 Klasifikácia látok podľa účinku

Refer. číslo	Typ látky	Popis látky	Aktivita
1 2* 3 4 5* 6	horľavá kvapalina	tlak pár menej ako 0,3 bar. pri 20°C tlak pár viac ako 0,3 bar. pri 20°C	skladovanie v zásobníkoch potrubia iné skladovanie v zásobníkoch potrubia iné
7 8* 9 10 11 12* 13	horľavé plyny	skvapalnené tlakom skvapalnené schladením plyny pod tlakom	železnica, cesta, nadzemné sklady potrubia iné sklady cisternové iné potrubia sklad. vo fľašiach 25-100kg
14 15	výbušniny	sypké balené	
16 17	toxické kvapaliny	nízka toxicita	skladovanie v cisternách iné

18		stredne toxické	skladovanie v cisternách
19			cestná, železničná doprava,
20			vodná doprava
21			iné
22		vysoke toxické	skladovanie v cisternách
23			cestná, železničná doprava,
24			vodná doprava
25			iné
26		veľmi vysoke toxické	skladovanie v cisternách
27			cestná, železničná doprava,
28			vodná doprava
29			iné
30	toxické plyny	skvapalnené tlakom: nízka toxicita	
31		stredná toxicita	
32		vysoke toxicita	
33		veľmi vysoke toxicita	
34		extrémne vysoke toxicita	
35		skvapalnené chladičom: nízka toxicita	
36		stredná toxicita	
37		vysoke toxicita	
38		veľmi vysoke toxicita	
39		extrémne vysoke toxicita	
40*		v potrubíach: stredne toxické	
41*		vysoke toxické	
42*		pod tlakom viac ako 25 bar: vysoke toxické	
43	toxické produkty		z pesticídov
44			z umelých hnojív
45			z kyseliny sírovej
46			z plastov

*pozri nasledujúcu tabuľku – potrubia.

Tab.24 Klasifikácia podľa kategórií zasiahnutia látkami v potrubiach

Refer. číslo	Typ látky	Popis látky	Max. priemer potrubia (m)	Kategória
2	horľavé tekutiny	tlak pár pod 0,3 bar pri 20 °C	nad 0,2	AI
5	horľavé plyny	tlak pár nad 0,3 bar pri 20 °C	0,2 až 0,4 nad 0,4	AI BII
8		skvapalnené tlakom	pod 0,1 0,1 až 0,2	CI DI
			nad 0,2	EI
12		pretlakové	0,2 až 1,0 nad 1,0	AI BI
40		stredne toxické	pod 0,1 0,1 až 0,2	EIII FIII
41	toxické plyny	vysoko toxické	pod 0,1 0,1 až 0,2	FIII GIII
42		vysoko toxické, tlak nad 25 bar	pod 0,02 0,02 až 0,04	DIII EIII
			0,04 až 0,1	FIII

Tab.25 Určenie zóny pre únik látky v závislosti na množstve a vlastnostiach látky

Refer. číslo	Hmotnosť (tony)								
	0,2-1	1-5	5-10	10-50	50 - 200	200 -1000	1000 - 5000	5000 -10000	nad 10 000
1	-	-	-	-	-	AI	BI	BI	CI
2*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	AI	BI	CI	DII	X	X
4	-	-	-	-	-	BI	CII	CII	DII
5*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	BII	CII	DII	EII	X	X
7	-	AI	BI	CI	DI	EI	X	X	X
8*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	BII	CIII	CIII	DIII	EIII	X	X	X
10	-	-	-	-	-	BI	CII	CII	DII
11	-	-	-	BII	CII	DII	EII	X	X
12*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	-	-	CIII	CII	CI	CI	X	X	X
14	AI	BI	BI	CI	CI	DI	X	X	X
15	BIII	BIII	CIII	CI	CI	DI	X	X	X
16	-	-	-	-	-	AII	AII	BII	CIII
17	-	-	-	AIII	AII	BII	CII	CII	CII
18	-	-	-	AIII	BIII	DIII	EIII	FIII	FIII
19	-	AII	CIII	DIII	X	X	X	X	X
20	-	BII	DIII	EIII	FIII	GIII	X	X	X
21	-	BII	CIII	DIII	EIII	FIII	FIII	X	X
22	-	-	AII	BIII	CIII	EIII	FIII	GIII	GIII
23	BII	CII	DIII	EIII	X	X	X	X	X
24	CII	DII	EIII	FIII	GIII	HIII	X	X	X
25	BII	CII	DIII	EIII	FIII	GIII	GIII	X	X
26	AII	BII	CIII	EIII	FIII	GIII	GIII	HIII	HIII
27	CII	DIII	EIII	FIII	X	X	X	X	X
28	DIII	EIII	FIII	GIII	HIII	HIII	X	X	X
29	CIII	DIII	EIII	FIII	GIII	HIII	HIII	X	X
30	-	-	AII	AI	BII	BI	CIII	CII	X
31	-	-	BII	CII	DIII	EIII	FIII	FIII	X
32	CII	DIII	EIII	EIII	FIII	FIII	GIII	X	X
33	DIII	EIII	FIII	GIII	GIII	GIII	X	X	X
34	EIII	FIII	GIII	HIII	HIII	X	X	X	X
35	-	-	-	AII	AII	BII	BII	BII	CII
36	-	AII	BII	CII	DIII	DIII	DIII	EIII	FIII
37	BII	CII	DIII	EIII	EIII	EIII	FIII	GIII	X
38	DIII	EIII	FIII	FIII	GIII	GIII	X	X	X
39	EIII	FIII	GIII	HIII	HIII	X	X	X	X
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42	-	-	-	-	-	-	-	-	-
43	-	-	-	BII	DIII	EIII	EIII	X	X
44	-	AII	AII	CIII	EIII	FIII	FIII	X	X

45	-	-	BII	AII	CIII	DIII	DIII	X	X
46	-	-	-	AII	CIII	DIII	DIII	X	X

znak X znamená takú kombináciu látok a množstva, ktorá sa v praxi bežne nevyskytuje, t.j. ide o zanedbateľný účinok, znak - znamená zanedbateľný účinok.

Nakoľko TEC DOC 727 vznikol v roku 1996 sú niektoré scenáre prekonané. Tieto sú s ohľadom na množstvo riešené ako samostatné prípady v rámci výpočtov pre ZPH. Väčšina týchto scenárov je zahrnutá v QRA s ohľadom na hmotnosť a typ zariadenia.

Príkladom môžu byť chladom skvapalnené médiá s tonážou nad 15 000 ton., napr. čpavok, alebo energetické médiá.

Tab.26 Polomer zasiahnutej oblasti a plocha zasiahnutej oblasti

Kategória	Polomer zasiahnutia [m]	Kategória zasiahnutej oblasti [ha]		
		I	II	III
A	0 - 25	0,2	0,1	0,02
B	25 - 50	0,8	0,4	0,1
C	50 - 100	3,0	1,5	0,3
D	100 - 200	12,0	6,0	1,0
E	200 - 500	80,0	40,0	8,0
F	500 - 1 000	-	-	30,0
G	1 000 - 3 000	-	-	300,0
H	3 000 - 10 000	-	-	1 000,0

1 hektár = 10⁴ m².

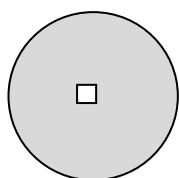
Na obr.4,5,6 sú uvedené typy únikov I až III.

Vo všeobecnosti TEC DOC 727 uvažuje s tromi druhmi kategórií zasiahnutia:

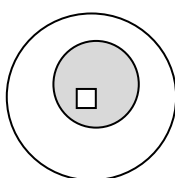
Obr.4 - kruhová oblasť zasiahnutia okolo zdroja. Pri požiari intenzita tepelného toku je rovnomerná na všetky strany, ako aj pri výbuchu sa pretlak šíri na všetky strany rovnomerne pokiaľ nenarazí na prekážku.

Obr.5 - reprezentuje scenáre s potenciálom horľavého plynného mraku, alebo mraku výparov, ktoré sa rozšíria do spomínanej polkruhovej oblasti.

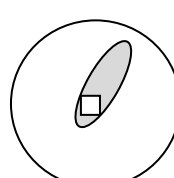
Obr.6 - reprezentuje rozptyl veľkého množstva toxického plynu v pozdĺžnom mraku, jedná sa o zasiahnutie približne 1/10 plochy okolo zdroja.



Obr.4



Obr.5



Obr.6

Obr.4,5,6 Typ únikov a zasiahnutá zóna

Tab.27 sa doplní aj o zdroje z výpočtu plôch pre účel QRA.

Tab.27 Parametre pre výpočet zasiahnutej plochy

Zdroj ^{*)}	Jednotka	R.č.	Hmotnosť [ton]	Typ dôsledku	Plocha [m ²]	Poznámka

^{*)} Počet riadkov podľa potreby.

Zdroj – určuje číselné označenie zdroja s NL.

Jednotka – určuje konkrétnu technologickú jednotku.

R.č. – referenčné číslo sa určuje z tab.18 až tab.24 podľa NL a jej použitia v priemysle.

Hmotnosť - konkrétna hmotnosť v technologickej jednotke.

Typ dôsledku – určuje spôsob šírenia sa a polomer zón. Určuje sa z tab.26.

Plocha – na základe typu dôsledku sa určí plocha, tab.26.

Poznámka – bližšie určenie dôvodu výpočtu.

1.6 Stanovenie frekvencie poruchy zdroja – krok VI

Pre výpočet rizika je nutné poznať frekvenciu udalosti (úniku). To platí aj pre ER. Únik môže byť z rôznych technologických zariadení, alebo spôsobený rôznymi činnosťami.

Pre účel ER má zmysel vychádzať len z frekvencie straty obsahu zariadení (LOC), nie z frekvencie udalostí. Pre stanovenie frekvencie poruchy pre jednotlivé typizované úniky a zdroje sa použil dlhoročne overený normatív CPR 18E (Guidelines for Quantitative Risk Assessment - CPR 18E (Purple Book). First edition. Den Haag: Sdu Uitgevers, 1999) [3]. Reference Manual Bevi Risk Assessments version 3.2 – Module C (Bevi manuál) ako následná verzia CPR štandardu je voľne dostupná na internete na stránkach RIVN. Posledná verzia 4.3 z roku 2021 je vo flámsktine. Verzie do roku 2015 [5] sú aj v anglickej mutácii <https://www.rivm.nl/documenten/reference-manual-bevi-risk-assessments-version-32>.

Sumárny výber charakteristických frekvencií porúch typizovaných zariadení podľa [5] je v tab.28.

Tab.28 Charakteristické frekvencie LOC podľa [5] modul C

Popis zlyhania	Tlak	Atm.	Jednotka
Okamžitý únik celého obsahu tlakového zásobníka, AC	5.10^{-7}	-	rok ⁻¹
Kontinuálny únik celého obsahu tlakového zásobníka v priebehu 10 min.	5.10^{-7}	-	rok ⁻¹
Kontinuálny únik z tlakového zásobníka otvorom s priemerom 10 mm	1.10^{-5}	-	rok ⁻¹
Okamžitý únik celého obsahu atmosférického zásobníka	-	5.10^{-6}	rok ⁻¹
Kontinuálny únik celého obsahu atmosférického zásobníka v priebehu 10 min.	-	5.10^{-6}	rok ⁻¹
Kontinuálny únik z atmosférického zásobníka otvorom s priemerom 10 mm	-	1.10^{-4}	rok ⁻¹
Okamžitý únik celého obsahu PJ*	5.10^{-7}	1.10^{-5}	rok ⁻¹
Kontinuálny únik z PJ otvorom s priemerom najväčšieho pripojenia	5.10^{-7}	5.10^{-7}	rok ⁻¹
Úplná ruptúra stáčeacej/plniacej hadice	4.10^{-6}	4.10^{-6}	h ⁻¹
Netesnosť stáčeacej hadice (otvor s priemerom 10 % z DN, max. 50 mm)	4.10^{-5}	4.10^{-5}	h ⁻¹
Úplné zlyhanie (ruptúra) plniaceho ramena	3.10^{-8}	3.10^{-8}	h ⁻¹
Netesnosť plniaceho ramena (otvor s priemerom 10 % z DN, max. 50 mm)	3.10^{-7}	3.10^{-7}	h ⁻¹
Požiar pod PJ v dôsledku netesností spojov s výsledkom okamžitého úniku	1.10^{-6}	1.10^{-5}	rok ⁻¹
Požiar v blízkosti PJ	$3,1.10^{-7}$	$3,1.10^{-7}$	rok ⁻¹
Úplná ruptúra potrubia s DN < 75 mm	1.10^{-6}		m ⁻¹ .rok ⁻¹
Netesnosť potrubia s DN < 75 mm (otvor s priemerom 10 % z DN)	5.10^{-6}		m ⁻¹ .rok ⁻¹
Úplná ruptúra potrubia s DN: 75 mm ≤ DN ≤ 150 mm	3.10^{-7}		m ⁻¹ .rok ⁻¹
Netesnosť potrubia s 75 mm ≤ DN ≤ 150 mm (otvor s priemerom 10 % z DN)	2.10^{-6}		m ⁻¹ .rok ⁻¹
Úplná ruptúra potrubia s DN > 150 mm	1.10^{-7}		m ⁻¹ .rok ⁻¹
Netesnosť potrubia s DN > 150 mm (otvor s priemerom 10 % z DN, max. 50 mm)	5.10^{-7}		m ⁻¹ .rok ⁻¹
Okamžité uvoľnenie celého obsahu nádoby reaktora/procesnej nádoby	5.10^{-6}		rok ⁻¹
Uvoľnenie celého obsahu nádoby reaktora/procesnej nádoby v priebehu 10 min.	5.10^{-6}		rok ⁻¹
Kontinuálny únik z nádoby reaktora/procesnej nádoby otvorom s priemerom 10 mm	1.10^{-4}		rok ⁻¹
Okamžitý únik z destilačnej kolóny	5.10^{-6}		rok ⁻¹
Únik celého obsahu destilačnej kolóny v priebehu 10 min.	5.10^{-6}		rok ⁻¹
Kontinuálny únik z destilačnej kolóny otvorom s priemerom 10 mm	1.10^{-4}		rok ⁻¹
Rúrkový výmenník, NL v rúrkach, ruptúra 10 rúrok súčasne	1.10^{-5}		rok ⁻¹
Rúrkový výmenník, NL v rúrkach, ruptúra 1 rúrky	1.10^{-3}		rok ⁻¹
Netesnosť s účinným priemerom 10% menovitého priemeru jednej rúrky, maximálne do 50 mm	1.10^{-2}		rok ⁻¹
Ruptúra odstredivého kompresora a čerpadla bezupchávkové	1.10^{-5}		rok ⁻¹
Netesnosť odstredivého bezupchávkového kompresora a čerpadla (otvor s priemerom 10 % z DN, max. 50 mm) pre bezupchávkové	5.10^{-5}		rok ⁻¹
Ruptúra piestového kompresora	1.10^{-4}		rok ⁻¹
Netesnosť piestového kompresora (otvor s priemerom 10 % z DN)	$4,4.10^{-3}$		rok ⁻¹

Pravdepodobnosť zlyhania blokovacích zariadení - plne automatická detekcia a reakcia systému bez zásahu človeka; reakčný čas 2 min.	0,001	udalosť ⁻¹
Pravdepodobnosť zlyhania blokovacích zariadení - plne automatická detekcia a reakcia človeka prostredníctvom diaľkového ovládania z kontrolnej miestnosti; reakčný čas 10 min.	0,01	udalosť ⁻¹
Pravdepodobnosť zlyhania blokovacích zariadení - plne automatická detekcia a reakcia človeka prostredníctvom miestneho ovládania (mimo kontrolnej miestnosti; reakčný čas 30 min.)	0,01	udalosť ⁻¹

* PJ - prepravná jednotka (ŽC, AC, kontajner a pod.).

Pokiaľ v tab.28 nie sú uvedené frekvencie pre porušenie zariadenia, sú v Bevi manuáli [5]. Ak nie sú uvedené frekvencie porúch v odporúčanej literatúre, je možné použiť aj iné databázy, za predpokladu uvedenia zdroja informácií.

V prípadoch, keď je potrebné riešiť úlohy spojené so zlyhaním človeka (HRA), sú frekvencie pre HRA uvedené v [7,8].

Pre mobilné zdroje na železnici umiestnené na príchodzie a odchodzie koľajiská z podnikov sú stanovené pravidlá výpočtu v samostatnej kapitole v [3]. Tieto frekvencie, ak je potrebné, je možné prebrať z výpočtov pre oblasť ZPH.

Údaje o frekvencii poruchy technologického zariadenia pre jednotlivé scenáre je potrebné uviesť do tab.29.

Tab.29 Zhodnotenie frekvencie poruchy

Zdroj ^{*)}	Jednotka	Frekvencia poruchy [rok ⁻¹]	Typ úniku	Poznámka

^{*)} Počet riadkov podľa potreby.

Zdroj – určuje identifikovaný zdroj s NL.

Jednotka – určuje konkrétnu technologickú jednotku.

Frekvencia poruchy – hodnota frekvencie scenára (napr. z CPR18E, dostupné na <https://www.rivm.nl/documenten/reference-manual-bevi-risk-assessments-version-32>).

Typ úniku – typizácia únikov podľa CPR 18E a Bevi manuálu.

Poznámka – zdôvodnenie priradenia frekvencie poruchy.

Väčšinu frekvencií porúch je možné prebrať priamo z výpočtu typových scenárov pre ZPH. Existujú zdroje, ktoré neboli selektované pre QRA. Aj pre takéto zdroje je nutný výpočet ER. Pre tieto zdroje sa použije pre výpočet porúch Bevi manuál [5] a typizovaný najhorší únik, akým je G1 pre zásobníky, technologické zariadenia, resp. L1 pre hadice a pod.

Charakteristické úniky podľa CPR 18E a Bevi manuálu [3,5] je možné pre procesy stáčania, plnenia a skladovania NL typizovať:

1. Okamžitý únik celého obsahu zariadenia, ktorý je zvyčajne dôsledkom úplného, katastrofického zlyhania zariadenia:
 - katastrofické zlyhanie, resp. deštrukcia skladovej nádrže (G1)
 - katastrofické zlyhanie, resp. deštrukcia procesnej nádoby/zariadenia (G1),

- katastrofické zlyhanie, resp. deštrukcia prepravnej jednotky (G1).
- 2. Veľký (významný) kontinuálny únik, ktorý nastáva po vážnom poškodení zariadenia:
 - veľký otvor v stene skladovej nádrže (G2),
 - veľký otvor v stene procesnej nádoby/zariadenia (G2),
 - otvor s priemerom 3" (76,4 mm) v stene ŽC na vlečke (G2),
 - otvor s priemerom najväčšieho pripojenia na ŽC na pozícii stáčania/plnenia (G2),
 - úplná ruptúra potrubia (G1),
 - ruptúra stáčacej/plniacej hadice/ramena (L1)
 - ruptúra čerpadla/kompresora (G1).
- 3. Malý kontinuálny únik pri menej závažnom poškodení zariadenia:
 - malý otvor v stene skladovej nádrže (1 cm) (G3),
 - malý otvor v stene procesnej nádoby/zariadenia (G3),
 - malý otvor v potrubí (G2),
 - netesnosť stáčacej/plniacej hadice/ramena (L2),
 - netesnosť čerpadla/kompresora (G2).

1.7 Výpočet dôsledkov – krok VII

Pre potreby ERA a výpočet ER nie je jednoznačne určená limitná hodnota v zákone č. 128/2015 Z. z., ale pre oblasť prevencie ZPH je platný princíp trvalého zlepšovania. Je zakotvený ako v Programe prevencie, aj v Bezpečnostnom riadiacom systéme v zmysle zákona č. 128/2015 Z. z.

Preukazovanie zlepšovania je nutné preukázať výpočtom.

Pre kvantifikáciu ER je prvým východiskom poznanie veľkosti zasiahnutej plochy. Následne je možné kvantifikovať environmentálne straty na tejto ploche, ak je to požadované. Účelom tejto kapitoly nie je kvantifikácia pre účel výšky poistného, ale pre účel prioritizácie ER a návrhu opatrení, t. j. vytvorenie nástroja pre trvalé zlepšovanie na báze kvantifikovaného výpočtu ER.

Dôsledkami ZPH v podniku môžu byť zasiahnuté plochy v rámci areálu podniku, alebo mimo areál podniku. Plochy v podniku môžu byť s bariérou proti pretečeniu do podlažia, alebo bez bariéry, kde je potenciál vsiaknutia do zeme v prípade úniku kvapalín.

Vhodné je uvedomiť si rozdiel medzi únikom v kvapalnom a plynnom skupenstve, ktoré je určené vlastnosťami NL a prevádzkovými podmienkami v príslušnej prevádzkovej jednotke, konkrétnom zdroji. Šírenie sa vzduchom nemá bariéry. Polomer zasiahnutej zóny je funkciou množstva uniknutej NL a meteorologickými podmienkami.

Predpokladá sa, že všetky zádržné plochy sú trvalo kontrolované orgánmi štátneho dozoru a spĺňajú zákonné podmienky ako v oblasti ŽP, tak aj v ostatných oblastiach, ako je napr. oblasť protipožiarnej bezpečnosti a pod.

Pre zdroje, ktoré neprešli výpočtom QRA, nakoľko boli vyradené pri selekcii pre účel prevencie ZPH, je uvedený krok IV a krok V, v ktorom sa počíta zasiahnutá plocha. Tieto plochy sa taktiež prevezmú do výslednej tabuľky 30.

Pre všetky zdroje podrobené ERA sa plocha zapíše do výslednej tab.30 pre určenie plôch.

Pre identifikovanie plôch so záchytným bol v tab.13 uvedený triediaci znak určujúci, či jednotka je umiestnená v záchytnej vani, alebo nie. Pre jednotky so záchytnou vaňou je plocha určená rozmermi vane, resp. spevnenej plochy s ohraničením.

Pokiaľ dôsledok presiahne hranice podniku, je nutné poznať čo bude postihnuté. Pre tento účel je nutné preukázať na mapovom podklade zasiahnuté územie a preukázať, či nebude naplnená podmienka pre EŠ v zmysle zákona č. 359/2007 Z. z.

Dôsledok pri EŠ je daný typom a rozsahom zasiahnutých biotopov a druhov. Pre špecifické prípady podmienok zasiahnutia chránených biotopov a druhov bola v roku 2022 vytvorená príručka *Manažment environmentálnych škôd na chránených druhoch a chránených biotopoch európskeho významu v sieti i mimo siete Natura 2000*, (ISBN 978-80-8213-064-8) pre výpočet EŠ.

V ostatných prípadoch pre výpočet ER a EŠ je možné použiť odkaz mapové podklady na Pôdnom portáli SR <http://www.podnemapy.sk/default.aspx>, kde je možné nastavením vrstvy vidieť či dôsledok ZPH zasiahol chránené územie. Obdobne je to možné vidieť aj na portáli ŠOP SR, resp. stránkach SAŽP napr. <https://www.sopsr.sk/natura/>, alebo <http://webgis.biomonitring.sk/>.

Chránené druhy a biotopy v SR v zmysle zákona č. 359/2007 Z. z. sú:

- chránené druhy európskeho významu¹, uvedené v osobitnom predpise²,
- druhy európskeho významu a sťahovavé vtáky³, na ktorých ochranu sa vyhlasujú chránené územia uvedené v osobitnom predpise⁴ a ich chránené biotopy⁵,
- miesta na rozmnožovanie alebo na oddych chránených druhov európskeho významu uvedených v osobitnom predpise⁶,
- chránené biotopy európskeho významu⁷ uvedené v osobitnom predpise⁸

Poznámka:

- 1 § 2 ods. 2 písm. x) zákona NR SR č. 543/2002 Z. z.
- 2 Príloha č. 5 a 6 časť A vyhlášky MŽP SR č. 24/2003 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon NR SR č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny v znení vyhlášky MŽP SR č. 492/2006 Z. z.
- 3 § 2 ods. 2 písm. p) zákona NR SR č. 543/2002 Z. z.
- 4 § 2 ods. 2 písm. x) zákona č. 543/2002 Z. z., príloha č. 4 časť A a B vyhlášky MŽP SR č. 24/2003 Z. z. v znení vyhlášky MŽP SR č. 492/2006 Z. z.
- 5 § 2 ods. 2 písm. w) zákona NR SR č. 543/2002 Z. z.
- 6 Príloha č. 6 vyhlášky MŽP SR č. 24/2003 Z. z. v znení vyhlášky MŽP SR č. 492/2006 Z. z.
- 7 § 2 ods. 2 písm. s) zákona NR SR č. 543/2002 Z. z.
- 8 Príloha č.1 časť B vyhlášky MŽP SR č. 24/2003 Z. z. v znení vyhlášky MŽP SR č. 492/2006 Z. z.

Vhodným riešením je zakreslenie zón presahujúcich teritórium podniku do mapového podkladu. Odporúča sa použiť podklad <https://natura2000.eea.europa.eu/>, do ktorého je možné priamo kresliť zóny mimo areál podniku vo zvolenej mierke. Možné je využiť aj národné mapové prostredie <https://data.sopsr.sk/chrane-objekty>.

V prípade zasiahnutia vodných tokov, krok IV, je určená zasiahnutá plocha (dôsledok) v tab.16. Aj v tomto prípade je potrebné na mapovom podklade zvýrazniť postihnuté vodné prostredie.

V SR neexistuje na internete jednotný mapový podklad (vrstva geoúdajov) s ochrannými pásmami vodných tokov, chránených vodárenských zdrojov a pod., ktorý by sa dal využiť. Ochranné pásma tečúcich vôd (vodných tokov) sú evidované príslušnými povodiami. Ochranné pásma prameňov pre zásobovanie pitnou vodou sú evidované príslušným vodárenským podnikom. Ochranné pásma minerálnych a termálnych vôd, vrtov sú na stránke Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra <https://www.geology.sk/>.

Výsledné hodnoty sa vpíšu do tab.30.

Tab.30 Parametre pre výpočet zasiahutej plochy

Zdroj ^{*)}	Jednotka	Plocha [m ²]	Poznámka

^{*)} Počet riadkov podľa potreby.

Zdroj – určuje číselné označenie zdroja s NL.

Jednotka – určuje konkrétnu technologickú jednotku.

Plocha – plocha dôsledku.

Poznámka – spôsob určenia, výpočtu.

1.8 Sumárna tabuľka vypočítaných parametrov ER - krok VIII

Pre výpočet ER v Seveso podnikoch je nutné určiť hodnotu kombinácie frekvencie poruchy a zasiahnutej plochy. Z tohto dôvodu je vytvorená tab.31.

V prípade, že pri výpočte nebolo potrebné vypočítať konkrétnu hodnotu uvedenú v tab.31, uvedie sa pomlčka.

Pre výpočet ER sa berie väčšia z plôch uvedených v stĺpcoch pre plochy, tab.27, resp. tab.30.

V záhlaví stĺpcov sú uvedené tabuľky, kde sú vypočítané čiastkové hodnoty pre ERA.

Tab.31 Sumárne hodnoty ERA

Zdroj	Jednotka	Názov látky	EAI Tab.13	Plocha [m ²] Tab.27	Plocha [m ²] Tab.27	Plocha [m ²] Tab.30	Frekvencia [rok ⁻¹] Tab.29	Environmentálne riziko [plocha, rok ⁻¹]	Poradie opatrení
			Voda		Vzduch				

^{*)} Počet riadkov podľa potreby.

Zdroj – určuje identifikovaný zdroj s NL.

Jednotka – určuje konkrétnu technologickú jednotku.

Názov látky – nebezpečná látka alebo zmes s potenciálom ER.

EAI – vypočítaná hodnota EAI uvedená v tab.13.

Plocha – určená zasiahnutá plocha v m² z tab.27.

Frekvencia – uvedie sa frekvencia poruchy pre konkrétnu jednotku z tab.29.

Poradie opatrení – číselné poradie podľa veľkosti ER.

Hodnoty uvedené v tab.31 poukazujú na veľkosť ER bez ohľadu na zasiahnutie chránených prvkov ŽP. Pre účel Seveso podnikov sú podstatné len vybrané územia, ktoré sú špecifikované v prílohe č.3 zákona č. 128/2015 Z. z., sú uvedené v tab.32.

Tab.32 Sumárne zdôvodnenie potenciálneho vzniku environmentálneho dôsledku podľa Seveso smernice

Zdroj ^{*)}	Prvok ŽP	Špecifikácia podľa Seveso	Zasiahne	Poznámka
	Suchozemský biotop	trvalo alebo dlho trvajúco poškodený prírodný biotop (suchozemský) s rozlohou najmenej		
		0,5 ha, ak ide o prírodný biotop európskeho významu a prírodný biotop národného významu		
		10 ha, ak ide o rozptýlený prírodný biotop vrátane poľnohospodárskej pôdy		
	Vodný biotop	závažné alebo dlhotrvajúce poškodenie prírodného biotopu (vodného) s rozlohou najmenej		
		10 km rieky alebo kanálu		
		1 ha jazera, rybníka alebo vodnej nádrže		
	Voda podzemná	závažné poškodenie alebo znečistenie vodonosnej vrstvy (kolektora) alebo podzemnej vody		
		s rozlohou najmenej 1ha.		

^{*)} Počet riadkov podľa potreby.

Zdroj – určuje identifikovaný zdroj.

Prvok ŽP – identifikácia kategórie biotopu podľa Seveso smernice.

Špecifikácia biotopu – špecifikovaný biotop podľa Seveso smernice.

Zasiahne – vpisuje sa áno/nie ak je prekrytie polomeru dôsledku a konkrétneho biotopu.

Poznámka – uvedie sa názov zasiahnutého prvku ŽP, poprípade jeho číselné označenie v SR.

V zmysle tejto prílohy je možné tvrdiť, že sa jedná o priestor chránených území spadajúci pod NATURA 2000 a národné chránené územia. Pre územie NATURA 2000 sú postačujúce mapové podklady, napr. <https://natura2000.eea.europa.eu/expertviewer/>. Pre chránené územia SR je to potrebné špecifikovať.

Chránené územie v SR:

Chránená krajinná oblasť – CHKO

- územie s rozlohou nad 1000 ha, platí 2. stupeň ochrany, má charakteristický vzhľad krajiny alebo špecifické formy historického osídlenia

Národný park – NP

- územie s rozmerom nad 1000 ha, ekosystémy nezmenené ľudskou činnosťou, prírodné dedičstvo, nadregionálne biocentrá, 3. stupeň ochrany

Chránený areál

- územie s rozlohou do 1000 ha, ktoré zahŕňa biotopy európskeho alebo národného významu, 3., 4. alebo 5. stupeň ochrany

Prírodná rezervácia

- územie s rozlohou do 1000 ha, pôvodné alebo málo pozmenené biotopy európskeho alebo národného významu, 4. alebo 5. stupeň ochrany

Prírodné pamiatky

- územie s rozlohou do 50 ha, maloplošné ekosystémy s vedeckým, kultúrnym, estetickým významom, 4. alebo 5. stupeň ochrany

Endemit

- rastlinný alebo živočíšny druh, ktorý je rozšírený len na určitom malom území a nikde inde

Glaciálny relikt

Tieto chránené prvky je možné identifikovať napr. na stránke <https://www.sopsr.sk/web/?cl=114>.

2 NÁVRH OPATRENÍ – KROK IX

Návrh opatrení sa realizuje na základe vypočítanej hodnoty ER a v zmysle tab.31. Návrh opatrení sa realizuje zvlášť pre areál podniku a zvlášť pre zasiahnuté plochy s dôsledkom mimo podnik. Dôvodom je viacero, počnúc platnosťou interných prevádzkových predpisov ako aj pôsobnosťou štátnej správy.

Môže nastať prípad, že budú zasiahnuté plochy mimo podnik, kde platí iný zákon, V takom prípade je nutné zohľadniť túto skutočnosť a postupovať v zmysle príslušného zákona.

Ak sú zasiahnuté chránené prírodné zdroje, tak EŠ je finančne o 2 až 4 rády vyššia ako v prípade zasiahnutia bežného prostredia. Pre porovnanie je vhodné pri Seveso podnikoch ostať pri vyčíslení ER, tak ako bolo navrhnuté v tomto postupe pre účel porovnania v celej SR a preukazovania trvalého zlepšovania.

Hodnota ER je vhodným základom pre následné vyčíslenie strát z produkcie poľnohospodárskej činnosti, ak sa realizuje v okolí podniku pre účel EŠ. To závisí od mnohých ďalších okolností, ktoré sú špecifické pre každý podnik.

Pre realizáciu opatrení je nutné vychádzať z tab.31, tab.32, kde sú sumarizované jednotlivé parametre výpočtu ER. Opatrenia je nutné zhmotniť do podoby konkrétnych opatrení s časovými horizontmi, tab.33.

Tab.33 Navrhnuté opatrenia na teritóriu podniku

Zdroj ^{*)}	Jednotka	NL	Opatrenie	Termín

^{*)} Počet riadkov podľa potreby.

Zdroj – určuje identifikovaný zdroj.

Jednotka – identifikácia objektu, zariadenia alebo technológie, kde sa daná NL v prevádzke vyskytuje (napr. zásobník, sklad, cisterna, a pod.).

NL – nebezpečná látka s potenciálom ER.

Opatrenie – odporúčanie pre následné kroky.

Termín – termín navrhovaného opatrenia.

V prípade zasiahnutia okolia mimo areál podniku dôsledkom havárie, je nutné komunikovať s príslušnými orgánmi štátnej správy a plniť oznamovacie povinnosti podľa platnej legislatívy. Podnik zároveň nemusí poznať všetky skutočnosti dotýkajúce sa okolia podniku.

Pokiaľ dôsledky presiahnu areál podniku, odporúča sa pracovať s geopriestorovými údajmi na mapovom podklade, napr. <http://www.sopsr.sk/natura/>, alebo podkladoch spomenutých v kroku VII.

Pre návrh opatrení sa vychádza z výsledkov jednotlivých krokov III až VII, prihliadnuc na parametre, ktoré vytvárali najväčšie hodnoty pre výpočet v príslušnom kroku pri výpočte ER.

Pre účel ERA v Seveso podnikoch je tento krok posledným. V prípade, že je nutná podrobnejšia analýza je možné aplikovať následné úvahy. Týka sa to výšky poistného, resp. vyjadrenia rizika v iných jednotkách ako sú financie.

3 VYBRANÉ ÚVAHY K VÝPOČTU VÝŠKY POISTNÉHO

Metodika pre výpočet indexu požiaru a explózie (FEI) [8] umožňuje výpočet finančných strát ako pre zničenú technológiu, tak aj pre straty z ne/výroby. Dôsledok, ktorý presiahne vonkajšie hranice podniku a pôsobí negatívne na ŽP je nutné kvantifikovať v podobe finančných strát.

Pokiaľ v oblasti ERA pre účel ZPH nie je jasne definovaná limitná hodnota, tak musí manažér v podniku zodpovedný za oblasť ŽP prijímať opatrenia na základe kritérií. Opatrenia majú technický a ekonomický rozmer.

Pokiaľ sa opatrenia prijímajú len za účelom preukázania trvalého zlepšovania je postačujúca matica rizík vytvorená z údajov v tab.31. Podrobne je to opísané pre konkrétne príklady v prílohe A a prílohe B. Akékoľvek opatrenia sú riešené v dvoch rovinách, v technickej a ekonomickej. Hľadá sa prijateľné riešenie s minimálnymi nákladmi.

Otázka efektivity vložených financií je rozhodujúca.

V prípade, že manažment sa rozhodne ísť cestou presunutia rizika na poisťovňu formou poistky je to jedno z riešení, ale aj v tomto prípade je nutné poznať veľkosť ER. Poisťovňa poisťuje aj neštandardné udalosti, ale výška poistného je vysoká.

Seveso podniky kategórie B majú priamo povinnosť poistenia sa, ale táto poistka nezahŕňa dôsledky na ŽP. Toto je riešené v rámci poistenia v zmysle zákona č. 359/2007 Z. z.

Vhodné je uviesť si, že ZPH rieši len vybrané dôsledky na pôde, vode a flóre a faune, nie všetky. Podrobne je to možné vidieť v registri dôsledkov v databáze eMARS

<https://emars.jrc.ec.europa.eu/en/emars/accident/search>. Databáza ARIA

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/the-barpi/the-aria-database/?lang=en> zahŕňa viaceré udalosti, ale nie je orientovaná len na problematiku Seveso podnikov. Dáva však vhodný obraz o kauzalite javov v Seveso podnikoch aj mimo EÚ. Z tohto pohľadu je nutné vyčíslieť aj ceny zasiahnutého prostredia.

V tab.33 sú explicitne vymenované postihnuté územia za účelom výpočtu EŠ.

Zákon o ZPH používa pojem bezprostredné poškodenie ŽP, čo nedáva presné vymedzenie. Zákon o ZPH je predovšetkým o prevencii a v tomto kontexte by malo byť jasné vymedzenie pojmu ER. Zákon č. 359/2007 Z. z. resp. všetky zákony o ochrane ŽP nepoznajú pojem ER. Jedine oblasť geológie má právne vymedzenie pojmu ER ale len pre túto oblasť. Z tohto dôvodu je možné pre účel poistenia využiť len vymedzenie poškodenia priestoru NATURA 2000 a národné chránené územia, kde sa kvantifikuje rozsah škody. Pre tieto územia existuje v rámci geoinformatiky jasná rajonizácia, ale neexistuje cenová mapa, ktorá by posudzovateľovi dávala možnosti vyčíslenia škody s ohľadom na časové horizonty obnovy priestoru.

Príručka *Manažment environmentálnych škôd na chránených druhoch a chránených biotopoch európskeho významu v sieti i mimo siete NATURA 2000 (ISBN 978-80-8213-064-8)* rieši problematiku post faktum, nie anti faktum. Pre poistenie je to nevyhovujúce.

Nutné je uviesť si aj to, že podnikateľ, prevádzkovateľ, vlastník, volí formu poistenia, finančnej zábezpeky s ohľadom na podnikateľský zámer. Zákon o ZPH mu umožňuje rôzne formy v zmysle § 18 zákona o ZPH, kde sa konštatuje, že výška finančného krytia zodpovednosti za škodu musí zodpovedať jej predpokladanému rozsahu následkov ZPH, pričom sa zohľadní výsledok posúdenia rizika.

Ak zámerom bude jednorázové podnikanie, akékoľvek náklady sú príťažou.

Vymáhateľnosť práva v oblasti environmentálnej oblasti je doposiaľ minimálna. Tvrdenie sa zakladá na počte právne ukončených rozhodnutí v SR pre túto oblasť.

3.1 Stanovenie cien zasiahnutého územia

Cena pôdy

V zmysle definície pre ZPH je to zmena funkcionality produkcie potravín pôdou so zameraním na zdravie ľudí. Pokiaľ je táto funkcionality neporušená, nejedná sa o dôsledok s negatívnym vplyvom. Nižšie je uvedená širšia diskusia, nielen k tejto problematike.

V SR sa stanovuje cena pôdy podľa jej kvality a účelu využitia. Pre účel vyčíslenia je možné vychádzať zo zákona NR SR č. 465/2008 Z. z. Pre účel poľnohospodárskeho využitia a zámeny pôdy sa využíva vyhláška MP SR č. 38/2005 Z. z. Pôdu pre účely zákona č. 359/2007 Z. z. je vhodné vnímať, ako prírodný zdroj ovplyvňujúci zdravie ľudí.

Vhodné je vychádzať z cenovej mapy pôdy <https://www.cena-pody.sk/>, alebo z máp pre poľnohospodárov <https://www.vasapoda.sk/info-servis.html>.

V prípade trvalého poškodenia pôdy a jej funkcie je nutné cenu pôdy násobiť koeficientom 20 až 30. Vyplýva to z jedného cyklu biologickej revitalizácie pôdy. Táto skutočnosť neplatí pre kontamináciu rádioaktívnym odpadom, ťažkými kovmi a pod.

Cena vody

V zmysle definície pre oblasť ZPH je to zmena so zameraním na kvantitu, kvalitu vody a jej vlastností pre ekosystém. Táto funkcionality musí byť zachovaná. Jedná sa o všetky formy a skupenstvá vody. Nižšie je uvedená širšia diskusia, nielen k tejto problematike.

Napriek tomu, že voda sa považuje za prírodný zdroj, jej hodnota nie je stanovená jednotne v SR. Cena vody sa stanovuje len ako tovar, ktorý sa spotrebúva, alebo využíva. Táto cenotvorba je závislá od miesta kde sa nachádza zdroj a ako ďaleko je potrebné vodu viesť k spotrebiteľovi. Druhou položkou sú náklady na jej vyčistenie. Túto cenu stanovujú príslušné vodárne a kanalizácie v podobe vodného a stočného.

V prípade zasiahnutia vodných zdrojov je vhodné vychádzať z ceny surovej vody v konkrétnom prostredí. Je to jednotná porovnateľná hodnota v celej SR v závislosti na hydrogeologických podmienkach konkrétneho regiónu.

Pre vyčíslenie ekologickej škody spôsobenej na flóre a faune je vhodná príloha 1 z príručky *Manažment environmentálnych škôd na chránených druhoch a chránených biotopoch európskeho významu v sieti i mimo siete NATURA 2000*

<https://www.enviroportal.sk/dokument/f/manazment-environmentalnych-skod-na-chranenych-druhoch.pdf>.

Pre stanovenie hodnoty výšky škody na vode je možné využiť EHI Index, ktorý určuje zraniteľnosť vodného prostredia zasiahnutého kontaminantom. Hodnota EHI sa počíta z troch premenných:

$$EHI = \frac{V_{ow}}{V_{ref}} \times F_{ws}, \quad [-] \quad (4)$$

kde:

V_{ow}	-	objem kontaminovanej povrchovej vody [m ³],
V_{ref}	-	referenčný objem [m ³],
F_{ws}	-	korekčný faktor (korekcia podľa koncového vodného systému) [-].

Referenčný objem je odvodený od objemu kontaminovanej povrchovej vody pri havárii Sandoz. Táto havária (resp. tento objem) slúži ako etalón pre stanovenie prijateľnosti, t. j. hodnota EHI tejto havárie je rovná 1. Podmienkou prijateľnosti výskytu takejto jednotkovej havárie je frekvencia vyššia, ako raz za milión rokov.

Hodnota nákladov havárie Sandoz je známa, takže je možné využiť koeficient indexu EHI na prepočet predpokladaných nákladov na nápravu environmentálnej škody na vode.

Ekosystémové služby

Už v príručke *Systém hodnotenia rizík pre posúdenie environmentálnej škody* z roku 2014 <https://enviskody.enviroportal.sk/files/mr.pdf> boli naznačené výpočty pre ekosystémové služby. V súčasnosti je na internete viacero výpočtov pre ekosystémové služby <https://www.vupop.sk/kalkulacka-ekosystemovych-sluzieb/>. Táto oblasť je doposiaľ podceňovaná a v oblasti poisťovníctva neexistuje produkt, ktorý by túto skutočnosť zohľadňoval. Z tohto dôvodu je možné niektoré výpočty použiť len orientačne a priradiť ich k najbližšiemu produktu poskytovanému poisťovňou.

3.2 Výpočet výšky poistného

Výška finančného krytia musí zodpovedať výške predpokladaných nákladov, ktoré predstavuje súhrn nákladov na:

- okamžité zvládnutie environmentálnej škody,
- monitoring stavu znečistenia,
- odborné, znalecké a súdnoznalecké posudky,
- analýzy rizika v prípade environmentálnej škody na pôde,
- vypracovanie projektu sanácie,
- realizácia sanácie,
- posanačný monitoring,
- súdne trovy,
- iné súvisiace náklady.

Pokiaľ je podnik podpoistený, tak rozdiel doplatí zo svojich financií.

Javy z oblasti ZPH sa pohybujú v oblasti ± 6 sigma. Z tohto pohľadu pre túto oblasť existuje len málo poisťovacích produktov.

Priamy výpočet poistného

Hodnota poistného sa ráta na jeden rok. EŠ však nemusí vzniknúť každý rok. To je rozdiel medzi ER a EŠ.

V zásade môže dôjsť k trom stavom, kedy:

1. výška poistného < ako EŠ, (podpoistenie),
2. výška poistného = EŠ,
3. výška poistného > ako EŠ, (prepoistenie).

Pokiaľ nie je správne odhadnutá, vypočítaná hodnota ER, tak výška poistného nemusí postačovať na sanáciu a uvedenie do pôvodného stavu.

Každý zasiahnutý priestor EŠ je jedinečný a preto sa nedá vytvoriť jednotný postup pre výpočet EŠ. Na tento výpočet a tým aj výšku poistného vplýva viacero okolností, akými sú napr.:

- Ročné obdobie. Meteorologické podmienky sú určujúce pre šírenie sa toxických plynov s potenciálom zasiahnutia prírodného zdroja. Obdobne to platí aj pre kvapaliny a šírenie sa na ne/zamrzutej pôde.
Rozdielne sú podmienky v zime a lete a pod. Chránené územia sú pomerne dostatočne zmapované a preto je možné pomerne presne určiť EŠ aj vopred, ak sa pozná NL, alebo narušenie fyzikálnymi ohrozeniami.
- Samostatná koncentrácia NL, vlastnosti NL, ktoré predikujú trvalé resp. dočasné poškodenie ŽP.
- Systém odozvy prevádzky na EŠ. Či má pripravené postupy na zabránenie, resp. zabránenie rozvoja EŠ, alebo sa len spolieha, že výška poistného pokryje všetky náklady na uvedenie do pôvodného stavu, ak sa to dá.

Napriek vyššie uvedeným skutočnostiam sú nižšie uvedené ceny vybraných prírodných zdrojov, aby mal prevádzkovateľ predstavu o finančnom rozsahu EŠ.

Nepriamy výpočet výšky poistného

Poistovne uprednostňujú aj iný spôsob platby, kde sa pýtajú poistenca na akú veľkú sumu sa chce poistiť. Aj v tomto prípade je vhodné poznať hodnotu ER na jeden rok, nakoľko môže nastať vyššie uvedený stav 1. Pre poistenca je vhodný stav 2, alebo 3.

Každému prevádzkovateľovi na základe vykonávanej činnosti je zrejmé, ktoré časti podniku a činnosti je vhodné ne/poistiť. Výšku poistného je možné zahrnúť do výsledného produktu.

V prípade dopravy, či už cestnej, železničnej, alebo prepravy produktovodmi, je nutné ozrejmiť si, či uzatvorená poistka pokrýva aj poistenie EŠ a v akom rozsahu. Týka sa to aj štátnych podnikov, ktoré naplnia podstatu definovania EŠ.

Uzatvorenie poistky v zmysle zákona o ZPH nemusí pokryť všetky sanačné práce, nakoľko každý poistovací produkt je tvorený pre konkrétny prípad. Existencia združeného poistovacieho produktu pre ZPH a EŠ môže byť pre podnikateľa len splnením povinnosti poistiť sa, ale nie uhradenia finančnej výšky sanačných prác.

3.3 Hodnotenie efektivity nákladov

Z analýz hodnotenia efektívnosti environmentálnych nákladov vyplýva, že:

- plánovanie investícií v súčasnosti, alebo v blízkej budúcnosti v oblasti environmentálnych projektov, manažment firiem zaujíma jednoznačne negatívne, resp. odmietavé stanovisko; spoločensky zodpovedné podnikanie (najmä v malých a stredných podnikoch) jednoznačne nenachádza ten priestor, ktorý je vo všeobecnosti požadovaný smernicami, alebo normami pre trvale udržateľný rozvoj,
- ako kritériá efektívneho hodnotenia ekonomickej únosnosti projektov sa používajú jednoduché štandardné ukazovatele,
- používanie metodiky CBA, ako relevantného nástroja posudzovania projektu, minimálne cca pätina podnikov má s touto metodikou pozitívne skúsenosti,
- takmer polovica podnikov má záujem o voľne dostupný program CBA, vyhodnocujúci ekonomickú efektívnosť podnikania v oblasti spoločenskej, zahŕňajúcej projekty v oblasti tvorby a ochrany životného prostredia a v oblasti ergonomickej,
- miera pozitívneho postoja sa pravdepodobne zvýši informáciou o bezplatnosti programu a jeho voľnej dostupnosti na internete.

4 VYBRANÉ ÚVAHY K MIERAM RIZIKA PRE ERA

4.1 Kauzalita ako nástroj opisu reality

Pojem príčinnej (kauzálnej) závislosti je tak starý, ako ľudstvo samo [9]. Latinčina bola jedným z formulujúcich jazykov v oblasti písaného dedičstva aj v oblasti bezpečnosti. V oblasti popisu kauzality sú zachované učenia *Tálesa*, *Pytagora* (geometria), *Leukippa*, *Demokrita* (filozofia), ktorí kauzalitu formulovali vyjadrením *každý účinok má svoju príčinu*. Zákony XII tabúl, ako najstaršia kodifikácia rímskeho práva, obsahujú prísne kazuistickú úpravu.

V 18. a 19. storočí boli vytvorené matematické nástroje pre klasifikáciu kauzálit, predovšetkým teória grúp.

V oblasti aplikovaných prístupov vedecké princípy v 30-tych rokoch minulého storočia vniesol do problematiky nehôd *H. W. Heinrich*, ktorý je autorom Domino modelu, 1931. *W. Shewart* zistil, že 85 % chýb prináleží systému a zvyšných 15 % má pôvod mimo neho. Nakoľko systém riadi manažment, stáva sa zodpovedným za 85 % chýb a ostatných 15 % pripadá na pracovníkov.

V 50-tych a 60-tych rokoch minulého storočia došlo ku rozvoju viacerých významných vedných disciplín, ktoré majú súvislosť so systémovým prístupom. Je to napr. kybernetika, synergetika, teória systémov a ďalšie. Popis a formalizovanie kauzálnej závislosti v týchto vedných disciplínach je popisovaný kvalitatívnym, nie kvantitatívnym spôsobom. Všetky postupy posudzovania bezpečnosti a rizík, či už deduktívne alebo induktívne, pracujú s príčinnou (kauzálnou) závislosťou.

V procese skúmania kauzality existuje induktívny (od príčiny ku následku), resp. deduktívny prístup (od následku ku príčine). Pre obidva prístupy je nutné dôsledne opísať sled udalostí, kauzalitu, formou príslušných pojmov.

4.2 Bezpečnosť a riziko ako atribúty kauzality

Mnohé definície dotýkajúce sa bezpečnosti v konkrétnych oblastiach od politológie, sociálnych vied až po technické vedy sú definované v súčasnosti príslušnými definíciami. V podstate existujú len dve skupiny prístupov ku skúmaniu bezpečnosti. Tento pohľad je podstatný pri súčasnom hľadaní rozdielov *security/safety*. Prvá skupina skúma predovšetkým individuálnu bezpečnosť. Uprednostňujú psychoanalytický, sociálno psychologický prístup. Druhá skupina skúma hrozby ako objektívny fenomén. Hľadajú sa riešenia problému bezpečnosti ľudí v objektívne existujúcom priestore a čase.

Vo všeobecnosti definície bezpečnosti vyjadrujú *schopnosť systému v konkrétnom čase a priestore zaručiť príslušné parametre s ohľadom na príslušnú metriku bezpečnosti*. Metrikou sa rozumie *charakteristické parametre stavového priestoru, voči ktorým sa porovnávajú príslušné parametre bezpečnosti v čase a je možné určiť mieru bezpečnosti príslušného stavu*.

Bezpečnosť je možné definovať ako *stav systému vystaveného vnútorným/vonkajším vplyvom s ohľadom na definovanú metriku a jej parametre*. Táto definícia zjednocuje jednotlivé definície, v ktorých je sústredená pozornosť na konkrétnu oblasť bezpečnosti (bezpečnosť štátu, bankového systému, priemyselná bezpečnosť, ale aj bezpečnosť človeka ap.).

Pojem riziko [9] pochádza z arabského slova *al - rizg*, *skutočnosť, ktorá nečakane prináša úžitok, prípadne osudný zvrát deja*. Pôvodne toto slovo označovalo tak priaznivú, ako aj nepriaznivú udalosť

v živote človeka. V Grécku *rhiza* znamenalo *neistotu, úzke miesto, možnosť straty*. V krajinách, kde sa v minulosti používal latinský jazyk sa používali identické pojmy pre riziko a nebezpečenstvo. Z týchto dôb ostalo v hovorovej reči zamieňanie si týchto pojmov. Talianske obchodníctvo v stredoveku prebralo pojmy z Maorskej španielčiny *arisco*. Možnosť straty a škody a postupne sa transformovalo na *riesgo*. V nemeckom jazyku sa pojem transformoval postupne, ako v latinskom jazyku a nadobúdalo tvary *Risigio, Risiko*. História tohto pojmu od 16. storočia v germanofónnej časti Európy je spojená už len s potenciálnou stratou. V súčasnosti má podoby *Risk, risico, risque, riziko*. Súčasná definícia rizika je *kombináciou pravdepodobnosti a dôsledku*. Tieto teórie, ktoré sa používali hlavne pre potreby poisťovníctva, sa hlbšie nezaoberali kauzalitou, používali len štatistický prístup a pohybovali sa iba v numerickej oblasti vyjadrenia hodnoty rizika, a to v podobe konkrétneho čísla v podobe finančnej straty.

Neexistuje univerzálna metóda na posudzovanie rizík, ale existujú princípy platné pre všetky oblasti posudzovania rizík. Jedná sa o sled krokov od identifikácie nebezpečenstva až po určenie dôsledkov a následný návrh opatrení za účelom trvalého zlepšovania.

Bezpečnosť a riziko sú antagonistické pojmy pre opis kauzality. Bez konkrétneho predmetu skúmanej kauzality nie je možné uvažovať o bezpečnosti, resp. riziku.

Problematika Seveso podnikov je len jedna oblasť bezpečnosti, ktorou sa skúma a preukazuje príslušná miera rizika. V tejto oblasti existujú zákonné hodnoty pre mieru rizika v podobe individuálneho rizika a spoločenského rizika. Individuálne riziko vychádza z prístupu skúmania safety a spoločenské riziko z oblasti security.

4.2.1 Riziko a jeho vyjadrenie pre proces posudzovania rizík

Pojem riziko je nutné spájať minimálne s dvoma veličinami, pravdepodobnosťou, resp. frekvenciou a dôsledkom príslušného javu. V rozšírených definíciách sa objavujú ďalšie parametre, ako je expozícia, možnosť zabránenia, atď., ktoré sú ale stále funkciou pravdepodobnosti, alebo dôsledku.

Akceptovateľné riziko je riziko, ktoré sme ochotní akceptovať v príslušnom stavovom priestore a zvolenej metrike. Hranice akceptovateľnosti majú ne/písanú formu. Sú charakteristické pre konkrétny čas a priestor.

V procese minimalizovania rizík sa vykonávajú opatrenia. Môžu byť systémové, konštrukčné, organizačné, ap.. Aplikovaním príslušných opatrení sa môže dospieť ku stavu, keď sa dosiahne hranica akceptovateľnosti. Snahou aplikovania opatrení je posunúť **stav charakterizujúci rizikom** minimálne na akceptovateľnú hranicu.

Pre konkrétny priestor a metriku sú definované príslušné riziká individuálne riziko, spoločenské riziko, akceptovateľné riziko, ako aj nepriame ukazovatele rizika so zohľadnením pravdepodobnosti výskytu priemerná úmrtnosť, index ekvivalentnej spoločenskej hodnoty, miera smrteľných následkov ap..

Teória rizík je založená na kauzalite, ktorú je nutné kvantifikovať a vyjadriť matematicky, aby bola zrozumiteľná manažérom.

Možné je dokázať, že v konkrétnom čase a priestore sa realizujú len niektoré ohrozenia a ich počet je konečný. Potom možno písať pre *i*-te riziko a pojať veci v hraniciach rizika

$$R_i = f(d_i, p_i, t) \quad [-] \quad (5)$$

kde:

R_i riziko kvantifikujúce príslušnú udalosť,
 d_i dôsledok i-tej udalosti,
 p_i pravdepodobnosť i-tej udalosti,
 t konkrétny čas.

Tento postup sa dá riešiť v praktických aplikáciách nasledovne [9]:

nech $i = 1, 2, \dots, n$ je počet ohrození v analyzovanom systéme. Za predpokladu, že každé ohrozenie je produktom väzby prvkov systému $s_{i,j}$, platí:

$s_{i,j}$ je i -tý element s j -tou väzbou, t.j. $j = 1, 2, \dots, s_i$

nech $n_{i,j}$ je počet následkov, produkovaných väzbou elementu $s_{i,j}$,

nech $n_{i,j,k}$ je k -tý následok v j -tej väzbe i -teho elementu a požiadavky k_i , t.j. $k = 1, 2, \dots, n_{i,j}$.

Na základe odhadu miery citlivosti konkrétnych prvkov a väzieb pri konkrétnych následkoch sa určí riziko v konkrétnom čase vzťahom:

$$R_{i,j} = d_{i,j} \cdot p_{i,j} \quad [-] \quad (6)$$

kde:

$d_{i,j,k}$ dôsledok príslušného javu,
 $p_{i,j,k}$ pravdepodobnosť výskytu javu.

V reálnej praxi je nutné určiť normované hodnoty váh pre príslušné $d_{i,j,k}$. Pre Seveso podniky to znamená určiť frekvencie porúch, v konkrétnom priestore určiť dôsledky a na základe vzťahu 6, resp. 7 určiť hodnotu rizika.

Bankový sektor vyjadruje riziko ako skalárny súčin, v oblasti Seveso podnikov je zvykom používať vektorový súčin. Forma výpočtu je len kvantifikovanie javov v konkrétnom priestore, ktoré sa snažíme navrhnutými opatreniami minimalizovať.

Univerzálna formulácia pre akýkoľvek dej popisovaná kauzalitou je [9]:

$$M(t_i) = (A(t_i) \cap O(t_i)) \cap E(t_i) \quad [-] \quad (7),$$

kde:

$M(t_i)$ označenie konkrétnej udalosti (scenáru) v čase t_i ,
 $A(t_i)$ aktéri, prvky systému v čase t_i ,
 $O(t_i)$ vzájomné väzby v konkrétnom prostredí a čase t_i ,
 $E(t_i)$ stavový priestor v čase t_i .

Vzájomným pôsobením prvkov, väzieb v konkrétnom priestore a čase je tvorená konkrétna kauzalita v konkrétny oblasti. Možno je potom hovoriť o technickej, chemickej, ap. bezpečnosti.

Súčasná definícia v normách radu ISO 31 000 definuje riziko ako *účinok neistoty*. Dôsledok je v tomto kontexte normy chápaný ako ohrozenie a príležitosť. Ohrozenie ako nepriaznivý a príležitosť ako priaznivý dôsledok.

4.2.2 Bezpečnosť a jej metriky

Metriky bezpečnosti sa môžu z vyššie uvedených pohľadov formulovať v zmysle oblasti, predmetu, postupu, ktorý je podrobený analýze bezpečnosti. Metriky, ktoré sa používajú v bežnej praxi sú aplikované formou dôsledkov. Paradoxom je, že aj armádne normy, napr. MIL-STD-882E integrujú metriky <https://www.nde-ed.org/NDEEngineering/SafeDesign/MIL-STD-882E.pdf> v oblasti bezpečnosti človeka, technologických zariadení ale aj environmentálnych strát. Ako príklad je uvedená kategória katastrofických dôsledkov z MIL-STD-882E, kde je to *smrť, trvalá úplná invalidita, nezvratný významný vplyv na životné prostredie, alebo finančnú stratu vo výške 10 miliónov dolárov alebo viac*.

Každá oblasť bezpečnosti na určenie konkrétneho stavu bezpečnosti používa vlastnú metriku. Jednotiacim (ekvivalentným) parametrom v súčasných systémoch je finančný etalón. Vhodný je aj parameter energia, pomocou ktorého je možné vyjadriť zmenu stavu systému. Obdobný je aj vodný ekvivalent. Napriek etalónu, na ktorý je vzťahovaná bezpečnosť je možné tvrdiť, že existuje jednotná teória bezpečnosti a jej kvantifikovanie prostredníctvom rizík.

Merateľnosť procesov, zmien sa uskutočňuje prostredníctvom času. Preto všetky metriky bezpečnosti priamo, alebo nepriamo súvisia s časom. Vychádzajúc z pojmu *bezpečnosť (stav, ...)*, musia mať aj tieto parametre rozmer stavu v konkrétnom čase a priestore.

Najstarším ukazovateľom efektívnosti v ekonómii sú straty vyjadrené vo finančnom ekvivalente, čo neznamená, že dôsledkom nemôže byť aj iný parameter, napr. rozsah zasiahnutej plochy, rôzne pomerové parametre ap..

4.3 Metriky pre oblasť Seveso podnikov

V oblasti ZPH sú vyhláškou č. 198/2015 Z. z. definované limitné hodnoty akceptovateľnosti pre dopad na ľudí. Táto miera rizika v oblasti ZPH je kvantifikovaná pre individuálne (IR) a spoločenské riziko (F/N krivka). Výpočtom hodnôt individuálneho a spoločenského rizika v podniku sa preukazuje kde sa nachádza podnik s ohľadom na prijateľnosť, realizované opatrenia a potenciál zvládnutia ZPH. Výpočet individuálneho a spoločenského rizika je základom aj pre iné druhy rozhodovania, napr. územnoplánovacie rozhodnutia, environmentálne zhodnotenie opatrení a procesy ochrany obyvateľstva v blízkosti podniku.

Ako individuálne, tak aj spoločenské riziko sa nevyjadruje vo finančných jednotkách, ale počtom usmrtených osôb. V závislosti na jave s charakteristickým dôsledkom (hustota tepelného toku, pretlak, koncentrácia toxikkej látky) je to hodnota 100% mortality. Mortalita sa ráta z probitovej funkcie pre príslušný jav.

Hodnota ľudského života má konečnú hodnotu aj vo finančných jednotkách, ale pre účel ZPH sa to neráta. Tieto výpočty sa realizujú za účelom právnych úkonov.

4.3.1 Metriky pre environmentálnu bezpečnosť pre Seveso podniky

Už v roku 2009 v práci V. Fichbauera *Hodnocení environmentálních rizik* [1] sa poukázalo na možnosť identifikovania miery rizika aj pre oblasť ER. V tejto práci sú podrobne analyzované nástroje pre ER do roku 2009. V podstate existovali dva prístupy reprezentované rozdielnym názorom na kvantifikáciu ER. Brnenská škola prezentovala kvantitatívny prístup a ostravská škola semikvantitatívny prístup až kvalitatívny.

Na KBaKP SJF TUKE sa preferovalo prevažne kvantitatívne hodnotenie a to nielen v oblasti BOZP, ale aj v Seveso podnikoch. Príkladom je príručka pre environmentálne škody z roku 2014 <http://www.slpk.sk/eldo/2020/sazp/9788089503360.pdf>.

V súčasnosti je napriek kapitole 7 v CPR 18E z roku 1999 [3] stav pôvodný ako v roku 2014 a nepokračuje sa v tejto oblasti posudzovania rizík ako by bolo potrebné.

Holandský prístup, ktorý sa preferuje dnes v EU a SR, pre svoju konzistentnosť a trvalý vývoj po zavedení SW produktu Safeti-nl <https://www.rivm.nl/omgevingsveiligheid/rekeninstrumenten/> skončil len s SW produktom Proteus, ktorý je zameraný na šírenie sa vodným prostredím. Pre tento vektor šírenia sa NL (kvapalná forma) je stanovená miera rizika. Táto skutočnosť je podmienená dostatkom hodnôt EC₅₀, resp. podobných hodnôt pre vodné prostredie a v ňom žijúcich živočíchov.

Švédsky prístup je aj dnes založený na výpočte EAI s ohľadom na preventívne plánovanie [1]. EAI využíva podobne ako holandský prístup hodnôt EC₅₀, resp., LC₅₀ pre výpočet EAI. Primárne je EAI určený pre vodné prostredie, nie šírenie sa NL vzduchom.

Ako SW Proteus, tak aj EAI nevyužívajú nové nástroje geoinformatiky.

Španielsky prístup je robustný a využíva mnoho nástrojov včítane geoinformácií. Sústredí sa podobne ako súčasné nástroje v Holandsku na špecifikovanie národných špecifik a uľahčenie práce pri výpočtoch ER. Z tohto pohľadu pre naše územie nie je aplikovateľný pri súčasnom stave IT v sektore ŽP.

Možností pre výber miery ER založených už na existujúcich výpočtoch je viacero:

- I. Pokiaľ pre človeka, ako jednotlivca je limitnou hodnotou frekvencia IR, je možné aj pre ostatné biologické organizmy uvažovať o tejto hodnote ako miere rizika. Pokiaľ je izolínia hodnoty IR = 10⁻⁵ na území podniku, nie je predpoklad skúmania ERA, aj keď by plochy s dôsledkami boli mimo podnik. Tento princíp je konzervatívny, ale vychádza z už existujúceho výpočtu a je ho možné priamo prevziať a identifikovať hranicu izolínie s IR = 10⁻⁵ na mapovom podklade. Táto miera rizika sa dnes využíva v územnoplánovacej dokumentácii, predovšetkým v urbánnom prostredí.
- II. Seveso smernica stanovuje aj druhú mieru rizika pre ľudí, pre N>1, ktorou je spoločenské riziko. Táto miera rizika je založená nielen na frekvencii ale aj na dôsledku pre N>1. Nutné je určiť koncentráciu, ktorá by definovala hranicu zasiahnutej plochy. Hodnota 50% mortality pre prioritizáciu rizík sa využívala už v minulosti, napr. v IAEA TEC DOC 727. Podobne bola použitá už v roku 1993 v MIL-STD-882C v podobe kvalitatívneho prístupu pre prvky ŽP aj vo vojenstve. S ohľadom na rôzne typy únikov od G1 až po L2 je vhodné využiť probit pre 50 % úmrtnosť. Vhodnou limitnou hodnotou pri **vektore vzduch** je LC₅₀, nakoľko sa používa pri výpočtoch QRA v Seveso podnikoch a pri územnoplánovanom povoľovaní v blízkosti Seveso podnikov. Takúto hodnotu je možné zobrazit' preukazne na mapovom podklade s chránenými územiami, prvkami ŽP v zmysle zákona o ZPH.

Táto miera rizika sa využíva s ohľadom na okolie podniku, ktoré presahuje širší rámec územnoplánovacej dokumentácie. Využitelná je pre širšie okolie podniku s modifikáciou pre ERA nahradením človeka chránenými biologickými prvkami v zmysle Seveso smernice. Sú to vybrané prvky ŽP, tab.32. Tento prístup je pre prvky NATURA 2000 už aplikovaný samostatne v zmysle zákona č. 359/2007 Z. z. Chybou tohoto postupu je že nerieši problém preventívne, ale až v čase, keď sa už niečo stalo.

Nesporne je to, že existuje dostatok zdrojov s NL v plynnom skupenstve, ktorých dôsledok je rádovo cez 1 km pri koncentrácii LC_{50} . Jedná sa napr. o stredne toxické plyny, akým je NH_3 pri stáčaní / plnení ŽC.

- III. Popri týchto ostrých mierach rizika je možná aj neostrá (kvalitatívna) miera v podobe slovného áno/nie (ne/zasiahne) chránený prvok ŽP tak ako je to pre upresnenie prvku ŽP uvedené v tab.32. Toto je východiskom pre ďalšie možné, či už finančné alebo iné analýzy.

Všetky postupy dávajú základ pre preukazovanie trvalého zlepšovania. Nutné je v každom podniku vychádzať z existujúcich nástrojov založených na procesných postupoch. V prípade, že podnik nemá zavedené žiadne štandardy založené na procesných prístupoch je vhodné prevziať tieto postupy z podnikov s podobnou výrobou.

Odporúčaným riešením pre účel vzájomného porovnania v priebehu piatich rokov sú hodnoty 50% mortality. V prípade vektora vzduch sa pre výpočet rozptylov berú priemerné ročné hodnoty meteorologických podmienok a okamžitý únik (G1). Tieto hodnoty je možné prevziať z výpočtu dôsledkov pre účel preukázania hodnoty spoločenského rizika. Nejedná sa o dodatočný výpočet pre ERA.

5 ZÁVER

Problematika ERA pre ER a EŠ je podobná. Obidva problémy sa dotýkajú zložiek ŽP a ekosystémových služieb. Z tohto pohľadu bol vytvorený mechanizmus výpočtu, ktorý je možné využiť v obidvoch prípadoch. Rozdielnosť je v šírke riešeného problému. V oblasti prevencie ZPH sa jedná o NL, ktorých diapazón vlastností (H-vety) je užší ako v oblasti EŠ.

Druhým rozdielom je samotná definícia environmentálnej škody, kde v problematike EŠ sú zákonom č. 359/2007 Z. z. definované konkrétne dôsledky, ktoré sa líšia od dôsledkov pri Seveso podnikoch.

Navrhnutý postup pre oblasť prevencie ZPH dáva dobrý základ nielen pre oblasť ZPH, ale aj pre vyčíslenie EŠ a riešenie úloh spojených s vyčíslením finančných strát v zasiahnutom území.

Posúdenie ER odhalí v podnikoch slabé miesta, ktoré je možné jednoduchými opatreniami riešiť. Doposiaľ ERA bolo podcenené, napriek tomu že existuje systém prevencie a trvalého zlepšovania zakotvený nielen v ISO rady 14xxx. Program prevencie a Bezpečnostný riadiaci systém musí mať kvantitatívne postupy pre ER za účelom trvalého zlepšovania.

Naplnenie požiadaviek environmentálnych noriem, či už zákonných, alebo interných, neumožňuje porovnať kvantitatívne stav zlepšovania, a preto je potrebné mať nástroj pre ER v oblasti prevencie ZPH. Tento nástroj, ak má byť použiteľný pre trvalé zlepšovanie, musí byť založený na kvantifikácii a nie len na KPI. Navrhnutý postup tieto možnosti poskytuje. Ak sa majú realizovať opatrenia, tak je nutné spätne sa vrátiť ku konkrétnym ukazovateľom výpočtu, ktoré reprezentujú konkrétne zariadenie a procesy.

Doposiaľ je slabou stránkou digitálne mapové prostredie. Geoinformácia je základom pre ERA. Súčasťou tejto slabiny je nedostatočná koordinácia medzi jednotlivými ministerstvami, ktoré si na príslušnej mapovej vrstve zobrazujú len svoje údaje, a potom je nutné vytvárať samostatné mapové podklady pre pôdu, vodu a chránené územia a biotopy a pod., čo pri ERA vytvára duplicitné mapové podklady a neprehľadnosť.

Mechanizmus výpočtu ER bol navrhnutý pre všetky Seveso podniky v SR. Existujú miestne upresnenia, z ktorých je možné v konkrétnom prípade vychádzať. Jedná sa predovšetkým o lokálne podmienky zohľadňujúce vodné pomery v krajine, chod zrážok a pod. Tieto upresnenia je možné použiť vo výpočte ERA preukazným spôsobom pre lokálne podmienky.

Pokiaľ v podniku existuje mapový podklad v elektronickej podobe poskytujúci presnejšie geometrické a výškopisné informácie, je vhodnejší ako ZBGIS. Ešte vypuklejšie sú podklady zo Štátnej ochrany prírody SR, kde sa zobrazujú chránené územia na rastrovom mapovom podklade.

Pokiaľ ZBGIS pracuje s presnosťou do $\pm 1,5$ m, tak to neplatí o mapových podkladoch ŠOP SR.

Literatúra

- [1] Fichbauer, V.: Hodnocení environmentálních rizik, KDP FSI Brno, 2009.
- [2] Blažková, K., Danihelka, P.: Metodika pro hodnocení dopadů havárií s účastí nebezpečné látky na životní prostředí, MŽP ČR 2012.
- [3] CPR 18E (1999) <https://www.yumpu.com/en/document/read/8198468/guidelines-for-quantitative-risk-assessment-purple-book>.
- [4] MŽP ČR, Metodický pokyn k identifikaci a vyhodnocení domino efektů podle zákona č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií, [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/metodicke_pokyny_odboru_enviro_rizik/\\$FILE/OERS-domino_efekt-20230208.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/metodicke_pokyny_odboru_enviro_rizik/$FILE/OERS-domino_efekt-20230208.pdf)
- [5] Reference Manual Bevi Risk Assessments version 3.2, <https://www.rivm.nl/documenten/reference-manual-bevi-risk-assessments-version-32>.
- [6] Manual for the Classification and Prioritization of Risks due to Major Accidents in Process and Related Industries, <https://www.iaea.org/publications/5391/manual-for-the-classification-and-prioritization-of-risks-due-to-major-accidents-in-process-and-related-industries>
- [7] Skřehot, P. A.: Spolehlivost lidského činitele v prevenci závažných havárií, KDP 2012, FBI Ostrava.
- [8] Oravec, M., Vargová, S., Glatz, J.: Závažné priemyselné havárie - metódy pre posúdenie rizík, TUKE, 2014, ISBN: 978-80-553-1932-2.
- [9] Oravec, M., Kotianová, Z., Majlingová, A., Adamec, V.: Úvod do krízového manažérstva, TUKE 2021, ISBN 978-80-553-3733-3

Príloha A

Výpočet environmentálnych rizík pre NL s charakteristickými skupinami E1 (H400, H410), E2 (H411).

V nasledovnom príklade je výpočet ER pre NL pre ŽP. NL boli náhodne vybrané pre tento účel, rovnako ako aj umiestnenie fiktívneho podniku.

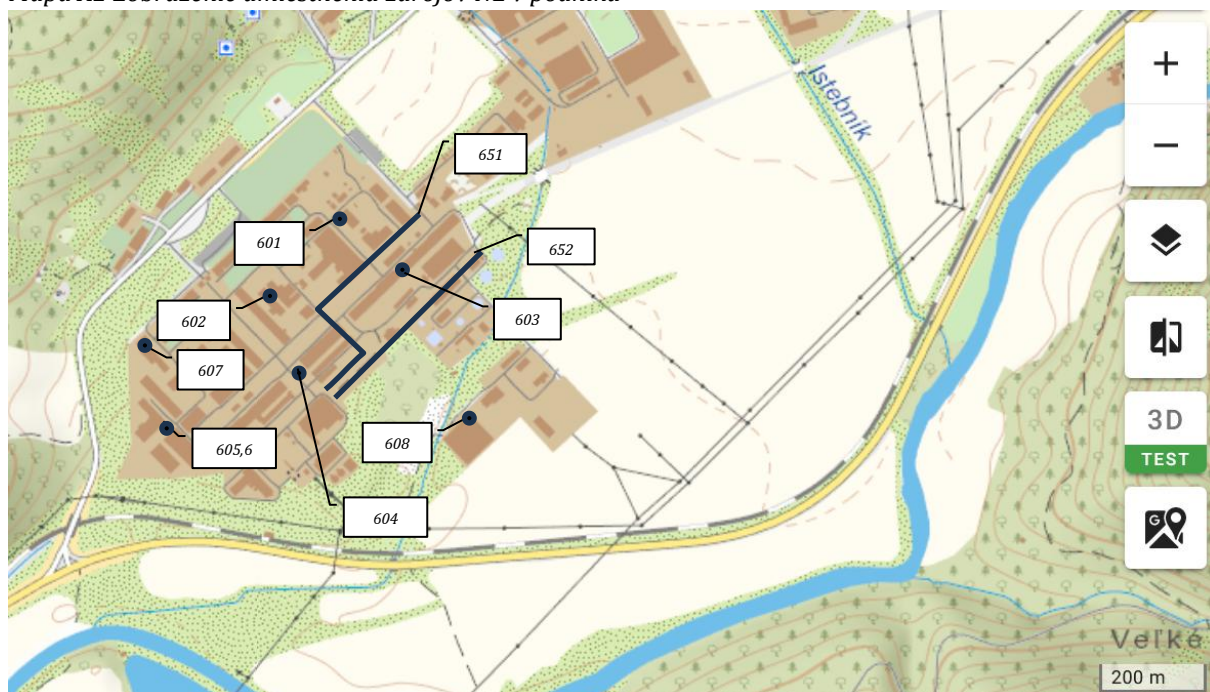
Modrou farbou podfarbené tabuľky sú sumárne tabuľky uvedené v metodike výpočtu pre jednotlivé kroky postupu výpočtu. Oranžové sú tabuľky s výpočtami pre príslušný krok výpočtu.

Na mapovom podklade mapa A1 je zobrazenie podniku a jeho širšieho okolia. Na mapovom podklade mapa A2 je zobrazenie umiestnenia zdrojov s NL v podniku.

Mapa A1 Zobrazenie umiestnenia podniku a jeho širšieho okolia



Mapa A2 Zobrazenie umiestnenia zdrojov NL v podniku



Hneďm podfarbením je určený areál podniku

Číslovanie tabuliek je v zmysle číslovania v jednotlivých krokoch I až IX postupu výpočtu ER. Ostatné pomocné tabuľky sú číslované v poradí od A1.

Prvým krokom

Je identifikácia prevádzkovateľa. Tento krok je zrejmý a nie je potrebné ho riešiť v tomto príklade. Každé posúdenie rizika ZPH, ako aj bezpečnostná správa, obsahujú túto kapitolu s príslušnými informáciami.

Druhým krokom

Je výber NL na ERA. Tento krok je prvotnou selekciou, nakoľko nie všetky NL majú vlastnosti spôsobenia ER a EŠ. Podrobnosti je možné nájsť v kroku II postupu výpočtu ER. Na účel ERA nie je požadované posudzovať zdroje s inými H-vetami ako je uvedené v kroku II postupu výpočtu ER. V tab.4 sú uvedené zdroje s NL a potenciálom ER a EŠ v zmysle kroku II postupu výpočtu ER.

Pokiaľ je vhodne volená štruktúra identifikácie zdrojov v podniku na posúdenie rizík ZPH, tak je to možné celé prevziať do tab.3 a pridať stĺpec pre H-vety. Do stĺpca H-vety sa vypíšu H-vety z príslušnej KBÚ. V prípade, že NL má viacero vlastností uvedených H-vetami, vpíšu sa H-vety s najrizikovejšími vlastnosťami ako pre H tak aj E skupinu.

Pri potrubíach sa ráta s 10 min. únikom v zmysle výpočtov pre selekciu zdrojov podľa Bevi manuálu [1]. Číslovanie od 6xx je pre konkrétnu prevádzku (uzol). Číslovanie je dodržané podľa identifikácie zdrojov na účel výpočtu posúdenia rizík a QRA.

Vhodné je oddeliť potrubné systémy od stabilných skladových zásobníkov a technologických zariadení. Z tohto dôvodu sú potrubia číslované od 651. V budúcnosti to umožňuje použiť tento dokument s číslovaním, ktoré má rezervu pre ďalšie zariadenia a potrubia.

Tab.3 Súpis identifikovaných zdrojov vo vybranom podniku s NL pre ERA

Zdroj	Jednotka	NL	H-veta	Hmotnosť [ton]	Skupenstvo	Poznámka
Sklady a prepravné jednotky						
601	Sklad	ropa	H411	8 000	L	Skladová nádrž U 800.
602	Zberná nádrž	ropa	H411	80	L	Zberná podzemná nádrž, atmosférická.
603	AC plnenie	nafta	H411	8	L	Plnenie AC.
604	Transformátory	olej	H412	15	L	Transformátorový olej Mogul trafo CZ-A.
605	Plynová kotolňa	metán	-	0,015	G	Vyradené z posúdenia, nakoľko ide o plyn a zanedbateľné množstvo.
606	Sklad PHM	benzín	H411	3	L	Sklad PHM, vydané kolaudačné rozhodnutie na 3 tony benzínu. Sklad so spevnenou plochou.
607	IBC kontajner	benzín	H411	0,78	L	Manipulácia s IBC kontajnerom s PHM v sklade, stáčanie. IBC kontajner umiestnený nad záchytnou vaňou pre IBC kontajner.
608	Dielňa údržby	acetylén	-	0,01	G	Vyradené z posúdenia, nakoľko ide o plyn a zanedbateľné množstvo .
		kyslík	-	0,013	G	
Potrubia						
651	Potrubie podzemné	ropa	H411	120	L	Vetva A.
652	Potrubie nadzemné	ropa	H411	400	L	Vetva C.

Tretím krokom je výpočet EAI

Nutné je postupovať podľa kroku III výpočtu ER. V sumárnej tab.13 sú pre identifikované zdroje v rámci ERA vypočítané hodnoty EAI.

Fyzikálno-chemické vlastnosti na výpočet parametrov EAI boli prebrané z príslušnej KBÚ konkrétnych NL.

Ostatné hodnoty na výpočet EAI, dotýkajúce sa konkrétneho miesta, sú získané spravidla na základe obhliadky umiestnenia konkrétnej jednotky na konkrétnom mieste v podniku. Na výpočet EAI sa odporúča zvoliť letný čas, keď nemrzne a pôda nie je zamrznutá, čo je horší stav (konzervatívny prípad).

Hodnoty zariadení so záchytnou vaňou boli uvedené len formálne, a to z dôvodu, že v procese zlepšovania je možné poukázať na prioritu jednotlivých opatrení aj napriek tomu, že nemôže dôjsť k pretečeniu na voľný povrch a šíreniu sa NL do okolia.

Tab.13 Výpočet hodnôt pre EAI

Zdroj	Jednotka	NL	Hmotnosť [t]	Tox	Am	Con	Sol	Sur	EAI	Triediaci znak	Poznámka
<i>Sklady a prepravné jednotky</i>											
601	Sklad	ropa	8 000	Samostatné posúdenie v zmysle metodiky						-	Odd. ŽP, Zákon 359/2007 Z. z.
602	Zberná nádrž	ropa	80	8	7	3	1	1	-	A	Záchytná vaňa.
603	AC plnenie	nafta	8	4	5	3	1	1	-	A	
604	Transformátory	olej	15 (13,75)	6	5	3	1	1	150	P	Spevnená betónová plocha 150 m ² .
606	Sklad PHM	benzín	3 (2)	2	3	3	1	1	30	P	Spevnená betónová plocha 100 m ² .
607	IBC kontajner	benzín	0,78 (0)	2	3	3	1	1	30	P	Spevnená betónová plocha 100 m ² .
<i>Potrubia</i>											
651	Potrubie podzemné	ropa	120	8	7	3	1	1	280	T	Trávnatý terén.
652	Potrubie nadzemné	ropa	400	8	7	3	1	1	280	T	Trávnatý terén.

Triediaci znak: A – záchytná vaňa, P – záchytná plocha, T – trávnatý terén.

Parametre pre ropu boli prebrané z [2].

Hodnoty uvedené v zátvorkách v stĺpci *hmotnosť* sú hodnoty pre prípady, keď dôjde k rozliatiu mimo betónovej plochy. Výpočet je uvedený nižšie pri výpočte plôch.

V prípade záchytnej vane nie je možnosť úniku NL do okolia a podlažia. Tieto skutočnosti je nutné verifikovať na mieste. Obdobne je to aj v uzatvorených budovách. Tu je nutné poznať systém kanalizácie a parametre a umiestnenie podnikovej ČOV.

V prípade betónových plôch pod technologickými jednotkami je nutné uvažovať, či celá plocha zachytí uniknuté množstvo a nedôjde k rozliatiu na voľný terén. Podrobne je to analyzované v kroku IV postupu výpočtu ER. V prípade, že dôjde k rozliatiu na terén, je nutné túto hmotnosť zohľadniť vo výpočte EAI.

Iný je prípad potrubných systémov, ktoré sú spravidla umiestnené nad trávnatými plochami ako v podniku, tak aj mimo neho. Všetky identifikované potrubia sa nachádzajú v areáli podniku, od oplotenia sú vzdialené 10 m.

Štvrtým krokom

Je preukázanie, či dôjde k šíreniu sa NL do vodných tokov. Pre tento krok je vhodné pracovať s mapovým podkladom. Na mapovom podklade mapa A1 a mapa A2 je umiestnenie podniku v konkrétnom priestore. Grafická informácia a geoinformácia je vhodnejšia ako textový opis. Na riešenie užšieho okolia je vhodné použiť stránku

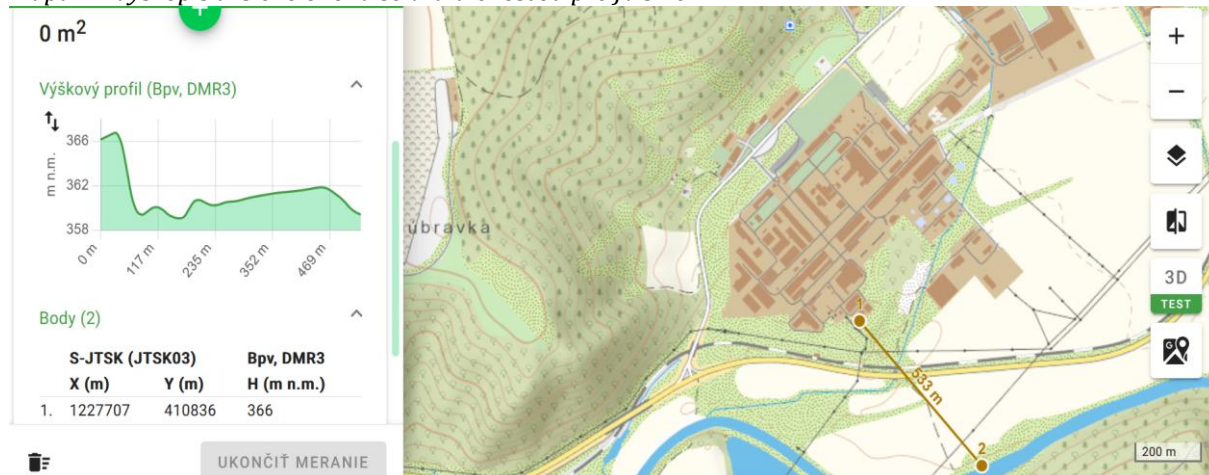
<https://zbgis.skgeodesy.sk/mkzbgis/sk/zakladna-mapa>. ZBGIS je vrstvou na identifikáciu chránených území aj v Zozname osobitne chránených častí prírody SR

<https://data.sopsr.sk/chranene-objekty>. Druhou možnosťou je pracovať na podklade NATURA 2000, kde však nemusia byť zanesené národné vrstvy chránených území SR <https://natura2000.eea.europa.eu/>.

Na preukázanie dôsledkov zatečenia NL do vodného toku vo vybranom okolí podniku je mapový podklad mapa A4. Na mapovom podklade je nutné mať mierku, aby bola preukázateľná vzdialenosť k najbližšiemu vodnému toku porovnateľná so vzdialenosťou podľa tab.16 postupu výpočtu ER.

Podrobnejšia analýza ukázala, že najbližšia rieka je vzdialená JV smerom vo vzdialenosti 533 m od hranice podniku. Výškopis zobrazenej vzdialenosti je na ľavej strane mapy A3.

Mapa A3 Výškopis užšieho okolia so vzdialenosťou pre JV smer



Obdobne na mape A4 je určená vzdialenosť k najbližšiemu vodnému toku v JZ smere. Výškopis je na mape A4.

Mapa A4 Výškopis užšieho okolia so vzdialenosťou pre JZ smer



Na mape A5 je vzdialenosť potrubia, zdroj 652, k rigolu v priestore pri hranici podniku.

Z mapy A5 je zrejmé, že v SV časti podniku je vzdialenosť k rigolu menšia ako 100 m. Sklon terénu je väčší ako 3% a dôjde k tečeniu.

Táto skutočnosť umožňuje šírenie sa NL rigolom do rieky.

Všetky vrty na území podniku sú registrované ako podnikové za účelom poznania stavu podložia. Sú trvalo monitorované a ošetrované na základe podnikových predpisov na úseku ŽP a nepatria do posúdenia ER.

V tab.17 sú uvedené vzdialenosti zdrojov s NL k najbližším vodným tokom a zdrojom na základe meraní na mapovom podklade mapa A3,A4,A5.

Tab.17 Určenie vzdialenosti od vodných zdrojov

Zdroj	Jednotka	Vzdialenosť L [m]	Poznámka (identifikovaný vodný zdroj)
<i>Sklady a prepravné jednotky</i>			
601	Sklad	> 150	Nedosiahne rieku ani rigol.
602	Zberná nádrž	> 150	Nedosiahne rieku ani rigol.
603	AC plnenie	> 150	Nedosiahne rieku ani rigol.
604	Transformátory	> 150	Nedosiahne rieku ani rigol.
606	Sklad PHM	> 150	Nedosiahne rieku ani rigol.
607	IBC kontajner	> 150	Nedosiahne rieku ani rigol.
<i>Potrubia</i>			
651	Potrubie podzemné	< 150	Možné šírenie sa rigolom do priľahlej rieky z priestoru SV. Šírka rigolu je 1 m. Zistené obhliadkou terénu.
652	Potrubie nadzemné	> 150	Veľkosť mláky, uniknutý objem aj pri sklone terénu nedosiahne vodný tok ani žiaden bodový zdroj v okolí podniku.

Piatym krokom

Je výpočet veľkosti plôch vytvorených únikom NL v kvapalnom a plynnom skupenstve. Postupuje sa v zmysle kroku V postupu výpočtu ER.

Samostatný výpočet platí pre veľké úniky.

Ruptúra potrubia, technologického zariadenia v blízkosti hranice podniku môže v prípade kvapalín vytvoriť mláku. Tento problém nie je doposiaľ riešený v Bevi manuáli [1] pre veľké úniky NL v kvapalnej fáze. Z tohto pohľadu je to podrobne analyzované nižšie.

Vo výpočtoch podľa CPR 18E [3] je použitý model predpokladajúci voľné šírenie sa mláky na spevnenej rovnej ploche až do doby dosiahnutia minimálnej hrúbky mláky 10 mm. Výsledná plocha mláky počítaná takouto úvahou je veľká (viac ako 50 000 m² pri výtokoch 500 m³·h⁻¹). Maximálna mláka, ktorá je uvažovaná pri reprezentatívnych scenároch podľa Bevi manuálu [1] je 3 000 m². Z tohto dôvodu sa analyzovali skutočné havárie a ich dôsledky s ohľadom na vytvorenú plochu mláky. V [4] sa dospelo k záveru, že veľkosť mláky je obmedzená z dôvodu morfológie plochy, prítomnosti nerovnosti terénu.

Dospelo sa k poznaniu [4] :

- Podľa časti 2 CPR 18E je maximálna veľkosť mláky po pretrhnutí potrubia 3 000 m². Táto hodnota sa vzťahuje na ruptúru podzemných a nadzemných potrubí.
- V štúdií o produktovodoch v Spojenom kráľovstve [4], sa tvrdí, že teoreticky sa mláka šíri mnoho hodín. Existencia nerovnosti terénu, preliačení, drenáže spôsobuje, že tento predpoklad je správny. Tvorba rozsiahlych mlák je preto nepravdepodobná a veľkosť reálnych mlák bola obmedzená na mláky s priemerom 100 metrov. Plocha povrchu zodpovedajúca priemeru 100 m je 7 850 m².

- Záver zo správy, ktorú predložila konferencia CONCAWE [4], uvádza následky 379 incidentov s ropovodmi od roku 1971 do roku 2000. V zozname je zahrnutých 8 únikov z nadzemných potrubí. Maximálna zasiahnutá plocha bola 10 000 m².

U skladového zásobníka U 800 je v zmysle [4] zvolená plocha 10 000 m² (konzervatívny odhad). V prípade všetkých identifikovaných potrubných systémov v zmysle [3] je zvolená maximálna veľkosť mláky 3 000 m² (konzervatívny odhad).

Roztrhnutím potrubia, zdroj 651, je naplnená podmienka postupu výpočtu ER uvedená v tab.17, nakoľko vzdialenosť zdroja s ropou je menšia ako 100 m od rigolu. Rigol tvorí transportnú cestu pre zatečenie do rieky. Šírka rigolu 1 meter bola zistená obhliadkou v teréne. Potom celková plocha bude rovná súčinu $10\,000 \times 1 = 10\,000\text{ m}^2$.

V tab.27 sú určené plochy podľa kroku V postupu výpočtu ER.

Tab.27 Parametre pre výpočet plochy

Zdroj	Jednotka	Hmotnosť [ton]	R. č.	Typ dôsledku	Plocha [m ²]	Poznámka
<i>Sklady a prepravné jednotky</i>						
601	Sklad	8 000	QRA	X	10 000	Sklad.
602	Zberná nádrž	80	QRA	ZP	140	Zberná nádrž.
603	AC plnenie	8	-	ZP	78,5	AC, záchytná vaňa.
604	Transformátory	15 (18m ³)	-	ZP	232,5 ¹⁾ (150 + 82,5)	Spevnená betónová plocha 150 m ² .
606	Sklad PHM	3 (4 m ³)	-	ZP	120 ²⁾ (100 + 20,0)	Spevnená betónová plocha 100 m ² .
607	IBC kontajner	0,735 (1m ³)	-	ZP	100 ³⁾ (100 + 0)	Spevnená betónová plocha 100 m ² .
<i>Potrubia</i>						
651	Potrubie podzemné	120	QRA	X	10 000	Vetva A, zasiahnutie vodného toku.
652	Potrubie nadzemné	400	QRA	X	3 000	Vetva C.

QRA – zdroje, pre ktoré boli zasiahnuté plochy rátané v QRA.

ZP – záchytná plocha. Pri zdrojoch so záchytnou plochou sa neurčuje R. č.

X – samostatný výpočet plochy v rámci QRA.

Hodnoty hrubo zvýraznené v zátvorkách v tab.27 v stĺpci plocha sú hodnoty plochy, kde nedôjde k zachyteniu NL a je možnosť vniknutia NL do pôdy. V zmysle uvedeného výpočtu sa dá vypočítať spätne skutočne zachytený objem a rozliaty objem na voľný terén, čo je vhodné spätne zohľadniť pri výpočte EAI.

Pre kvapalnú NL je nutné vypočítať zasiahnutú plochu, ktorá bude mimo betónu.

Zdroj 604

232,5¹⁾: Pri rozliatí na betónovú plochu je $h_{min} = 0,01\text{ cm}$, čomu zodpovedá objem $150 \cdot 0,01 = 1,5\text{ m}^3$. Spevnená plocha nemá okraje, nie je to vaňa a transformátorový olej vytečie na suchú štrkovú plochu v okolí transformátora. Pre suchú štrkovú plochu je $h_{min} = 0,2\text{ cm}$. Rozdiel objemov je $18,0 - 1,5 = 16,5\text{ m}^3$. Pri $h_{min} = 0,2\text{ cm}$ sa daný objem rozleje na plochu $16,5/0,2 = 82,5\text{ m}^2$. Potom celková plocha je $150 + 82,5 = 232,5\text{ m}^2$.

Zdroj 606

120³): Pri rozliatí na betónovú plochu je $h_{min} = 0,01$ cm, čomu odpovedá objem $100 \cdot 0,01 = 1,0$ m³. V okolí skladu je humus s trávnatou plochou. Spevnená plocha nemá okraje, nie je to vaňa a benzín vytečie na trávnatú plochu. Pre trávnatú plochu je $h_{min} = 0,15$ cm. Rozdiel objemov je $4,0 - 1,0 = 3,0$ m³. Pri $h_{min} = 0,15$ cm sa daný objem rozleje na plochu $3,0/0,15 = 20,0$ m². Potom celková plocha je $100 + 20,0 = 120,0$ m².

Zdroj 607

100³): Pri rozliatí na betónovú plochu je $h_{min} = 0,01$ cm, čomu odpovedá objem $100 \cdot 0,01 = 1,0$ m³. Celkový rozliaty objem je 1,0 m³. Nedôjde k rozliatiu mimo spevnenej plochy.

Je evidentné, že pokiaľ by mali spevnené plochy vyvýšenie potrebné na zachytenie, nedošlo by k rozliatiu na voľný terén v okolí záchytnej plochy.

Mláka s plochou 10 000 m² má polomer 56,43 m a s plochou 3 000 m² má polomer 30,9 m. Pokiaľ ide o potrubný systém je možné pretrhnutie v ľubovoľnom mieste potrubia, a preto je hranica zóny tvorená rovnobežne s osou potrubia vo vzdialenosti polomeru od osi potrubia.

Šiestym krokom

Je určenie frekvencií poruchy, ktoré sa vpíšu do tab.29.

Frekvencie, ktoré boli vypočítané v rámci QRA je možné priamo prevziať z výpočtov udalostí. Ostatné je možné prevziať z Bevi manuálu [1] pre najhoršie typové udalosti, čo sú G1, resp. L1. Frekvencia porušenia potrubia je pre typ úniku G1 v zmysle výpočtov uvedených v časti výpočet frekvencií udalostí pre QRA.

Tab.29 Zhodnotenie frekvencie poruchy zariadenia

Zdroj	Jednotka	Frekvencia [rok ⁻¹]	Typ úniku	Poznámka
Sklady a prepravné jednotky				
601	Sklad	1,25E-08	G1	Prevzaté z QRA.
602	Zberná nádrž	5,00E-06	G1	Prevzaté z QRA.
603	AC plnenie	5,00E-05	G1	Odčítané z Bevi manuálu.
604	Transformátory	1,00E-05	G1	Odčítané z Bevi manuálu.
606	Sklad PHM	1,00E-05	G1	Odčítané z Bevi manuálu.
607	IBC kontajner	1,00E-06	G1	IBC so záchytnom.
Potrubia				
651	Potrubie podzemné	5,60E-07	G1	Prevzaté z QRA.
652	Potrubie nadzemné	7,10E-06	G1	Prevzaté z QRA.

QRA - podrobné posúdenie rizík pre účel ZPH

Siedmym krokom

Je určenie výsledných rozmerov zasiahnutých plôch. Plochy sú uvedené v tab.30.

Tab.30 Určenie zasiahnutej plochy pre výpočet ER

Zdroj	Názov látky	Plocha [m ²]	Poznámka
<i>Sklady a prepravné jednotky</i>			
601	Sklad	10 000	Výpočet - mláka, maximálna.
602	Zberná nádrž	140	Určené na základe QRA.
603	AC plnenie	78,5	Určené na základe QRA.
604	Transformátory	82,5	Určené na základe výpočtu plôch.
606	Sklad PHM	20,0	Určené na základe výpočtu plôch.
607	IBC kontajner	0	Určené na základe výpočtu plôch.
<i>Potrubia</i>			
651	Potrubie podzemné	10 000	Výpočet - zasiahnutie vodného toku.
652	Potrubie nadzemné	3 000	Výpočet - mláka podľa Bevi manuálu.

QRA - podrobné posúdenie rizík pre účel ZPH.

Táto tabuľka je podkladom pre zobrazenie na mapovom podklade mapa A7.

Pre preukázanie, že ne/došlo k zasiahnutiu chránených území, resp. naplneniu podmienok pre EŠ je nutné zakreslenie do mapového podkladu, mapa A7.

V prípade, že sa v okolí nachádzajú chránené územia alebo vyskytujú chránené druhy a biotopy, je to možné dohľadať na stránke ŠOP SR <https://data.sopsr.sk/chrane-objekty>. V prípade, že by bolo zasiahnuté chránené územie, je možné na stránke ŠOP SR <http://www.sopsr.sk/> dohľadať aj podrobnejšie informácie.

Na mapovom podklade mapa A7 <https://data.sopsr.sk/chrane-objekty> je zobrazenie chránených území v okolí podniku a červeným sú vyznačené územia s rozliatymi NL na území podniku. Z podkladov, ako tabuľkových, tak aj mapa A7 je zrejmé, že nedôjde k zasiahnutiu žiadnych chránených území mimo teritória podniku.

Všetky vyššie uvedené výsledky boli zhotovené za účelom preukázania hodnoty ER a preukázania, či dôsledky ZPH sú aj mimo areál podniku. Preukazuje sa to na mapovom podklade s vrstvami chránených území. V prípade, že dôsledky zasiahnu chránené územia je nutné mať v podniku aj výpočet výšky EŠ v zmysle zákona o EŠ.

Ôsmym krokom

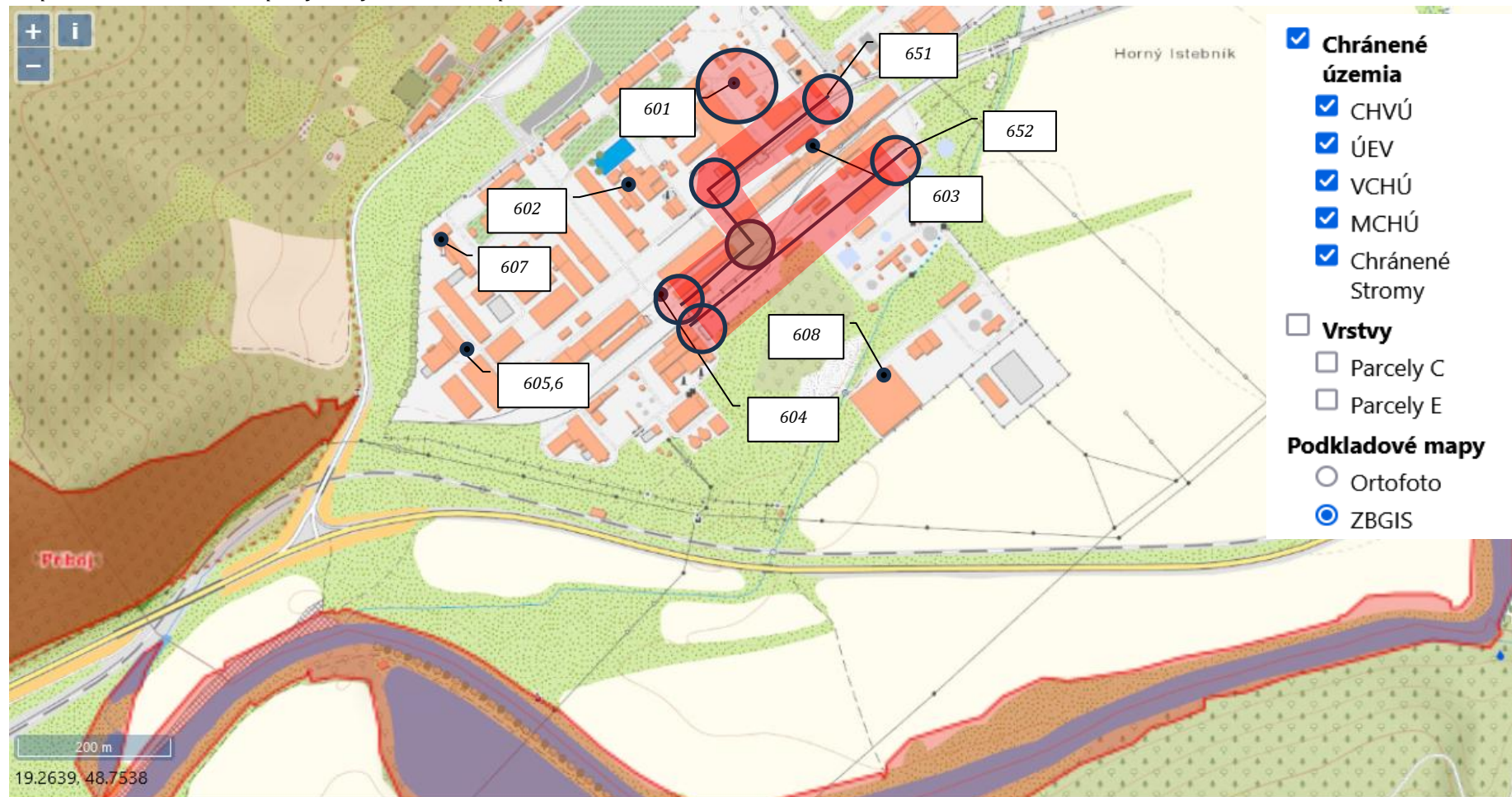
Je sumarizovanie výsledkov ERA v jednej tab.31, ktorá poskytuje celostný náhľad na existujúci stav v podniku, čo umožňuje prijať opatrenia.

Tab.31 Sumárne hodnoty ERA

Zdroj	Jednotka	Názov látky	EAI Tab.13	Plocha [m ²] Tab.27	Plocha [m ²] Tab.27	Plocha [m ²] Tab.30	Frekvencia [rok ⁻¹] Tab. 29	Environmentálne riziko [plocha; rok ⁻¹]	Poradie opatrení
			Voda		Vzduch				
Sklady a prepravné jednotky									
601	Sklad	ropa	-	X	-	10 000	1,25E-08	[10 000; 1,25E-08]	2
602	Zberná nádrž	ropa	-	-	-	140	5,00E-06	[140; 5,00E-06]	6
603	AC plnenie	nafta	-	-	-	78,5	5,00E-05	[78,5; 5,00E-05]	4
604	Transformátory	olej	150	82,5	-	82,5	1,00E-05	[82,5; 1,00E-05]	5
606	Sklad PHM	benzín	30	20	-	20	1,00E-05	[20; 1,00E-05]	7
607	IBC kontajner	benzín	30	0	-	0	1,00E-06	[0; 1,00E-06]	8
Potrubia									
651	Potrubie podzemné	ropa	280	X	-	10 000	5,60E-07	[10 000; 5,60E-07]	1
652	Potrubie nadzemné	ropa	280	X	-	3 000	7,10E-06	[3 000; 7,10E-06]	3

X požaduje sa samostatné posúdenie, nakoľko tonáž je väčšia ako 500 ton.

Mapa A7 Chránené územia, prvky ekosystému v okolí podniku



Zobrazené sú len zóny, červeno vyznačené plochy, v odpovedajúcej mierke (zdroje 601, 651, 652).

Sumárne parametre v rámci ERA:

- V poslednom stĺpci tab.31 je poradie opatrení na základe hodnoty ER. V procese návrhu opatrení je vhodné, aby manažment vybral primerané technické, organizačné a iné opatrenia s dátumom realizácie a zodpovednosťou príslušného oddelenia.
- Vhodné je riešiť bariéru v transportnej ceste rigolom do rieky, nakoľko tento problém nie je len problémom ZPH. Rieka je prvkom sústavy NATURA 2000.
- V prípade, že by boli zasiahnuté chránené druhy a biotopy, chránené územie, cena EŠ vo finančných jednotkách sa pohybuje cca o 4 rády vyššie. Podrobne je to uvedené napr. v príručke pre výpočet výšky EŠ.

Pri ERA je kľúčový sled krokov podľa schémy *Postup výpočtu ER pre účel zákona č. 128/2015 Z. z. na str.16* v učebnom materiáli. Niektoré kroky je možné vynechať, doplniť geoúdajmi z konkrétneho prostredia.

V tab.32 je sumarizovanie prekrytia zasiahnutých plôch a prvkov prírodného zdroja v zmysle mapového podkladu A7. Ako je spomenuté v kap.3, učebného materiálu riešenie sa prijíma len pre vybrané prvky ŽP.

Tab.32 Sumárne zdôvodnenie potenciálneho vzniku environmentálneho dôsledku podľa Seveso smernice

Zdroj	Prvok ŽP	Špecifikácia podľa Seveso	Zasiahne	Poznámka
Všetky zdroje okrem 651	Suchozemský biotop	trvalo alebo dlho trvajúco poškodený prírodný biotop (suchozemský) s rozlohou najmenej		
		0,5 ha, ak ide o prírodný biotop európskeho významu a prírodný biotop národného významu	nie	-
		10 ha, ak ide o rozptýlený prírodný biotop vrátane poľnohospodárskej pôdy	nie	-
	Vodný biotop	závažné alebo dlhotrvajúce poškodenie prírodného biotopu (vodného) s rozlohou najmenej		
		10 km rieky alebo kanálu	nie	-
		1 ha jazera, rybníka alebo vodnej nádrže	nie	-
	Voda podzemná	závažné poškodenie alebo znečistenie vodonosnej vrstvy (kolektora) alebo podzemnej vody		
		s rozlohou najmenej 1ha.	nie	-
651	Suchozemský biotop	trvalo alebo dlho trvajúco poškodený prírodný biotop (suchozemský) s rozlohou najmenej		
		0,5 ha, ak ide o prírodný biotop európskeho významu a prírodný biotop národného významu	nie	-
		10 ha, ak ide o rozptýlený prírodný biotop vrátane poľnohospodárskej pôdy	nie	-

	Vodný biotop	závažné alebo dlhotrvajúce poškodenie prírodného biotopu (vodného) s rozlohou najmenej		
		10 km rieky alebo kanálu	áno	-
		1 ha jazera, rybníka alebo vodnej nádrže	nie	-
	Voda podzemná	závažné poškodenie alebo znečistenie vodonosnej vrstvy (kolektora) alebo podzemnej vody		
		s rozlohou najmenej 1ha.	nie	-

Poistenie ER je nutné. Nakoľko sa jedná o prvok ŽP spadajúci pod NATURA 2000, existuje v príručke priamo výpočet EŠ <https://www.enviroportal.sk/dokument/f/manazment-environmentalnych-skod-na-chranenych-druhoch.pdf>. EŠ je potrebné rátať na úhyn chránených vodných živočíchov chránených sústavou NATURA 2000.

Vyplnenie tab.31 je podkladom návrhu opatrení.

Ako príklad sú uvedené opatrenia v tab.33.

Tab.33 Navrhnuté opatrenia na teritóriu podniku

Zdroj	Jednotka	NL	Opatrenie	Termín
Sklady a prepravné jednotky				
601	Sklad	ropa	Trvalé kontroly stavu zásobníka a sekundárneho plášťa.	xx.xx.xx
602	Zberná nádrž	ropa	Opakované kontroly tesnosti vane podľa interného predpisu.	xx.xx.xx
603	AC plnenie	nafta	Vizuálna kontrola vane raz za štvrtrok.	xx.xx.xx
604	Transformátory	olej	Vytvorenie vyvýšenia vane, ktorá pojme celý objem uniknutej kvapaliny.	xx.xx.xx
606	Sklad PHM	benzín	Vytvorenie vyvýšenia vane, ktorá pojme celý objem uniknutej kvapaliny.	xx.xx.xx
607	IBC kontajner	benzín	Kontrola plastového záchyty pri každom čerpaní.	xx.xx.xx
Potrubia				
651	Potrubie podzemné	ropa	Zavedenie diferenčného merania medzi prevádzkami so zápisom do zmenového denníka. Kontrola kvality vody vo vrtoch. Pri zemných prácach v priestore potrubia mať povolenie od oddelenia ŽP v podniku.	xx.xx.xx
652	Potrubie nadzemné	ropa	Vizuálna kontrola úkapov pochôdzkou raz za týždeň so zápisom do zmenového denníka.	xx.xx.xx

Literatúra

- [1] Reference Manual Bevi Risk Assessment, verzia 3.2, dostupné na http://infonorma.gencat.cat/pdf/AG_AQR_2_Bevi_V3_2_01-07-2009.pdf
- [2] Tabuľky fyzikálnych vlastností ropy, <http://www.converter.cz/tabulky/kinematicka-viskozita.htm>
- [3] Guidelines for Quantitative Risk Assessment - CPR 18E (Purple Book). First edition. Den Haag: Sdu Uitgevers, 1999.
- [4] Rapport 295001006/2009, A. E. Boekholt, A.M. Later, A.B. Hofmann, A.N. Kennis, Evaluation of the Dutch QRA directives for storage and transportation of flammable liquids, RIVM Report 620550001/2010.

Príloha B

Výpočet environmentálnych rizík pre NL s charakteristickými skupinami E1 (H400, H410), H1 (H330), H3 (H370).

V nasledovnom príklade je výpočet ER pre *NL toxické a nebezpečné pre ŽP*. NL boli vybrané náhodne pre tento účel, rovnako ako aj umiestnenie fiktívneho podniku.

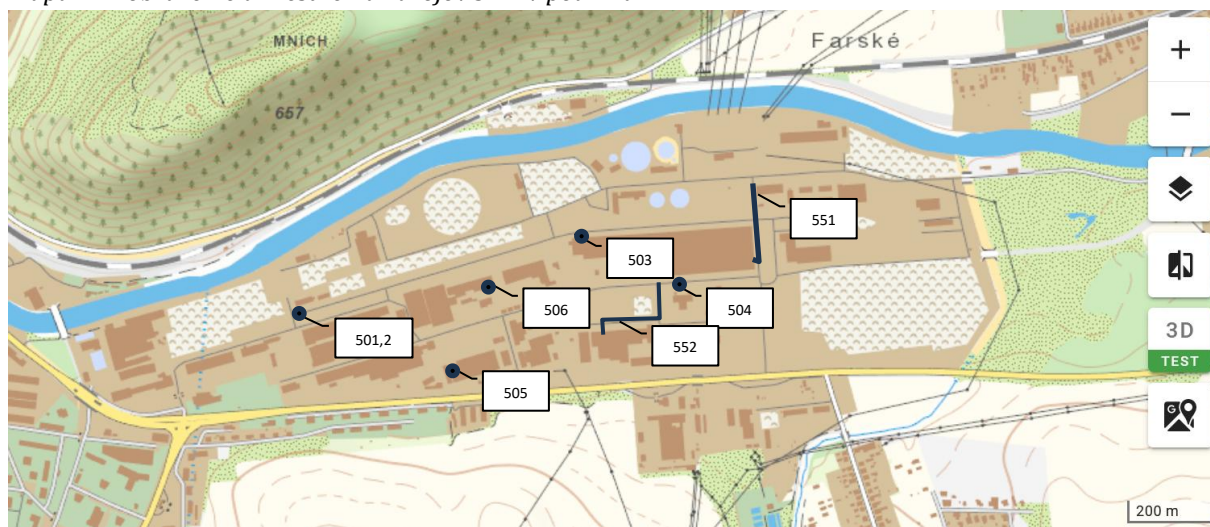
Modrou farbou podfarbené tabuľky sú sumárne tabuľky uvedené v metodike výpočtu pre jednotlivé kroky postupu výpočtu. Oranžové sú tabuľky s výpočtami pre príslušný krok výpočtu.

Na mapovom podklade na mapa B1 je zobrazenie podniku a jeho okolia. Na mapovom podklade mapa B2 je zobrazenie areálu podniku so zdrojmi NL.

Mapa B1 Zobrazenie umiestnenia podniku a jeho širšieho okolia



Mapa B2 Zobrazenie umiestnenia zdrojov s NL v podniku



Číslovanie tabuliek je v zmysle číslovania v jednotlivých krokoch I až IX postupu výpočtu ER. Ostatné pomocné tabuľky sú číslované v poradí od B1.

Kvôli presnejšiemu určeniu zdrojov je možné pracovať aj na podkladoch generelov v podniku, ak sú k dispozícii.

Prvým krokom

Je identifikácia prevádzkovateľa. Tento krok je zrejмый a nie je potrebné ho riešiť v tomto príklade. Každé posúdenie rizika, ako aj bezpečnostná správa, obsahuje túto kapitolu s príslušnými informáciami.

Druhým krokom

Je výber NL pre ERA. Tento krok je prvotnou selekciou, nakoľko nie všetky NL majú vlastnosti spôsobenia ER a EŠ. Podrobnosti je možné nájsť v kroku II postupu výpočtu ER. V rámci ERA nie je požadované posudzovať zdroje s inými H-vetami ako je uvedené v kroku II postupu výpočtu ER. V tab.3 sú uvedené zdroje s NL a potenciálom ER a EŠ.

Údaje je možné zobrať okrem H-viet priamo z podkladu na identifikáciu zdrojov pre účel ZPH. Do stĺpca H-vety sa vpíšu H-vety z KBÚ príslušných NL. V prípade, že NL má viacero vlastností uvedených H-vetami, vpíšu sa H-vety s najrizikovejšími vlastnosťami ako skupiny H, tak aj E skupiny NL. Táto skutočnosť umožňuje už v tejto fáze rozpoznať spôsob šírenia sa NL v prostredí.

Tab.3 Súpis identifikovaných zdrojov vo vybranom podniku pre ERA

Zdroj	Jednotka	NL	H-veta	Hmotnosť [ton]	Skupenst vo	Poznámka
<i>Sklady a prepravné jednotky</i>						
501	ŽC na vlečke	chlorečnan sodný	H411	55	L	ŽC na príchodzích koľajniciach.
502	ŽC na vlečke	amoniak	H400	30	G	ŽC na príchodzích koľajniciach.
503	AC stáčanie	čpavková voda	H400	15	L	Stáčanie AC. Roztok 26 % na spevnenej ploche 60 m ² .
504	ŽC plnenie	chlór	H330 H400	55	G	Plnenie ŽC chlórrom na plniacej jednotke so záchytnou vaňou 60 m ² .
505	IBC kontajner	herbicíd	H400	0,7	L	Napojenie IBC kontajnera na techn. jednotku v priestoroch výrobnnej haly. Liata podlaha 100 m ² .
506	Sklad	kyslík	-	120	G	Vyradené z ERA
<i>Potrubia</i>						
551	Potrubie nadzemné	metanol	H370	10	L	Vetva A.
552	Potrubie nadzemné +5m	chlór	H330 H400	8	G	Vetva B.

Pre NL s viacerými účinkami sa zoberie horší účinok (konzervatívny prístup).

Pri potrubíach sa ráta s 10 min. únikom v zmysle výpočtov selekcie zdrojov podľa Bevi manuálu [1]. Číslovanie pre konkrétnu prevádzku (uzol) je od 5xx. Číslovanie je dodržané podľa identifikácie zdrojov na účel výpočtu posúdenia rizík a QRA.

Je vhodné oddeliť potrubné systémy od stabilných skladových zásobníkov a technologických zariadení. Z tohto dôvodu sú potrubia číslované od 551. Umožňuje to v budúcnosti použiť tento dokument s číslovaním, ktoré má rezervu, pre ďalšie zariadenia a potrubia.

Tretím krokom je výpočet EAI

Je postupovať podľa kroku III postupu výpočtu ER. V sumárnej tab.13 sú pre identifikované zdroje na účel ERA, vypočítané hodnoty EAI.

Fyzikálno-chemické vlastnosti NL na výpočet parametrov EAI boli zobrazené z príslušnej KBÚ konkrétnej NL.

Ostatné hodnoty na výpočet EAI, dotýkajúce sa konkrétneho miesta, sú získané spravidla na základe obhliadky umiestnenia konkrétnej jednotky na konkrétnom mieste v podniku. Odporúča sa zvoliť letný čas, keď nemrzne a pôda nie je zamrznutá., čo je horší stav (konzervatívny prípad). Hodnoty zariadení so spevnenou plochou boli uvedené len formálne, a to z dôvodu, že v procese zlepšovania je možné poukázať na prioritu jednotlivých opatrení aj napriek tomu, že nemôže dôjsť k vytečeniu na povrch a šíreniu sa NL do okolia.

Tab.13 Výpočet hodnôt pre EAI

Zdroj	Jednotka	NL	Hmotnosť [t]	Tox	Am	Con	Sol	Sur	EAI	Triediaci znak	Poznámka
Sklady a prepravné jednotky											
501	ŽC na vlečke	chlorečnan sodný	55 (55 m ³)	1	7	4	5	1	70	N	Roztok NaClO ₃ .
502	ŽC na vlečke	amoniak	30	-	-	-	-	-	-	-	Plyn.
503	AC stáčanie	čpavková voda	15 (15 m ³)	8	5	4	5	1	400	A	Roztok 26 %.
504	ŽC plnenie	chlór	55	-	-	-	-	-	-	-	Plyn.
505	IBC kontajner	herbicíd	0,7 (1 m ³)	6	3	4	5	1	140	S	Spectrum v IBC kontajneri na ploche 100 m ² .
Potrubia											
551	Potrubie nadzemné	metanol	10 (12,7 m ³)	1	5	4	5	1	50	A	-
552	Potrubie nadzemné +5m	chlór	8	-	-	-	-	-	-	-	Plyn.

N - nie je zachytná vaňa, A - je zachytná vaňa, S - liata podlaha v hale.

V prípade spevnených plôch so zachytom nie je možnosť úniku NL do podlažia. Tieto skutočnosti je nutné verifikovať na mieste. Obdobne je to aj v uzatvorených budovách. Tu je nutné poznať systém kanalizácie a parametre a umiestnenie podnikovej ČOV.

Iný je prípad potrubných systémov, ktoré sú spravidla umiestnené nad trávnatými plochami v podniku aj mimo neho, napr. zdroje 551.

Štvrtým krokom

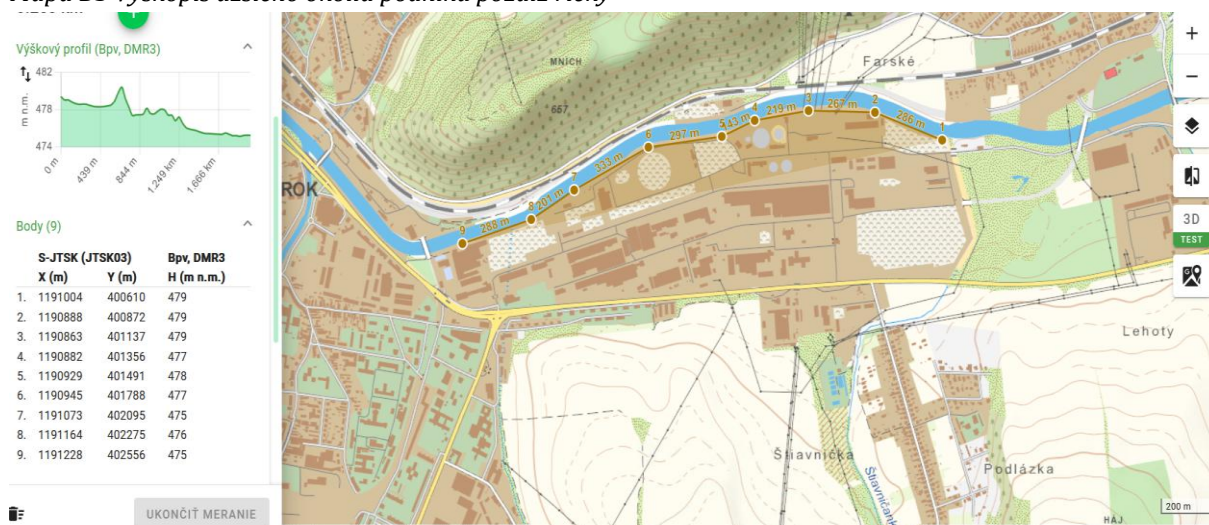
Je preukázanie, či dôjde k šíreniu sa NL do vodných tokov. Pre tento krok je vhodné pracovať s mapovým podkladom. Na mapovom podklade mapa B1 a mapa B2 je umiestnenie podniku a zdrojov v konkrétnom priestore. Grafická informácia v podobe mapového podkladu je vhodnejšia ako textový opis. Pri riešení užšieho okolia je vhodné použiť stránku <https://zbgis.skgeodesy.sk/mkzbgis/sk/zakladna-mapa>. ZBGIS je vrstvou aj v Zozname osobitne chránených častí prírody SR <https://data.sopsr.sk/chrane-objekty> na identifikáciu chránených území. Druhou možnosťou je pracovať na podklade pre sústavu NATURA 2000

<https://natura2000.eea.europa.eu/>, kde však nemusia byť zanesené národné vrstvy chránených území SR.

Na preukázanie dôsledkov zatečenia NL do vodného toku vo vybranom okolí slúži mapový podklad mapa B3. Na mapovom podklade je nutné mať mierku, aby bola preukázateľná vzdialenosť k najbližšiemu vodnému toku porovnateľná s vypočítanou zasiahnutou plochou.

Merania sa vykonávajú na mapovom podklade v prostredí ZBGISu, mapa B3 poukazuje na sklon terénu brehu rieky. Na pravej strane zobrazenia sú jednotlivé body a ich výškopis na úrovni brehu rieky. Mapa B3 je uvedená ako príklad, je možné zmenšiť mierku a podrobnejšie zistiť sklony terénu a vzdialenosti.

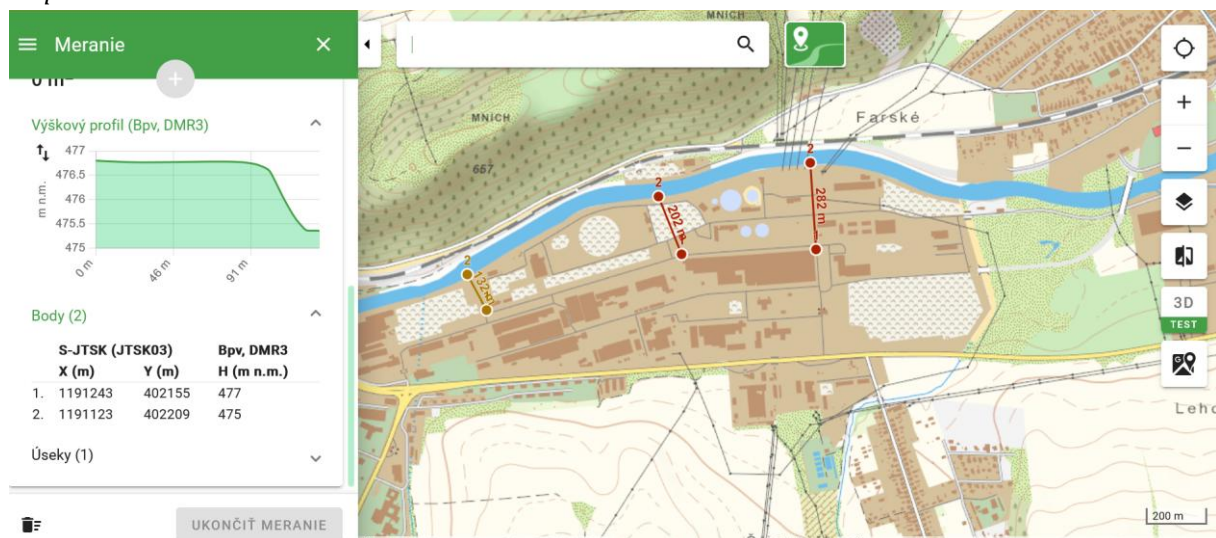
Mapa B3 Výškopis užšieho okolia podniku pozdĺž rieky



Na mapovom podklade mapa B4 je meranie sklonu k rieke. Obdobne je možné zmerať sklon ľubovoľného miesta. ZBGIS pri meraní vzdialeností určuje aj výškopis v ľubovoľnom mieste, ktorý je znázornený na obrázku červeným krížikom a na výškopise označený bodom a popisom.

Najbližšie zdroje k vodnému toku sú 501, 502, 503 a potrubie 551. Na mapovom podklade mapa B4 sú odmerané vzdialenosti uvedených zdrojov. Sklon je meraný pre zdroj 501, 502, nakoľko sú na jednom mieste.

Mapa B4 Meranie vzdialenosti a sklonu k rieke

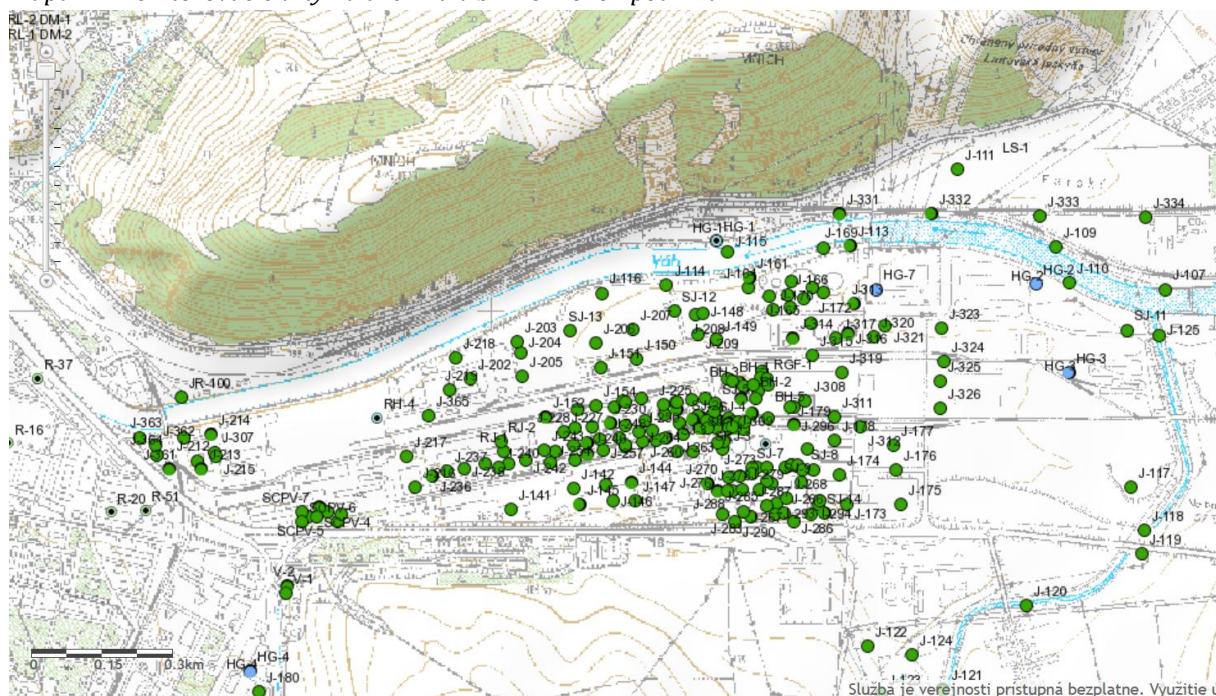


Vzdialenosť zdroja 501, 502 od rieky je menšia ako 150 m. Nebolo splnené kritérium pre tečenie, nakoľko $(477 - 475)/132 < (3\%)$.

Pokiaľ boli identifikované všetky vzdialenosti k tečúcej vode, je nutné identifikovať bodové zdroje vody. Na mapovom podklade Mapa B5 sú identifikované monitorovacie vrty v podniku a jeho okolí.

Miestnym šetrením sa zistilo, že na severnej strane podniku je násyp vo výške 0,75 m po celej dĺžke brehu rieky.

Mapa B5 Monitorovacie vrty na území a v blízkom okolí podniku



<https://www.geology.sk/geoinfoportal/mapovy-portal/registre-geofondu/vrty/> k 4/2024

Na základe evidencie podnikových kontrolných vrtov a vrtov uvedených na mapovom podklade mapa B5 sa konštatuje, že všetky vrty sú trvalo monitorované a ošetrované na základe podnikových predpisov na úseku ŽP a nepatria do posúdenia ER.

V tab.17 sú uvedené vzdialenosti zdrojov s NL k najbližším vodným tokom a zdrojom na základe meraní na mapovom podklade mapa B3 a B4.

Tab.17 Určenie vzdialenosti od vodných zdrojov

Zdroj	Jednotka	Vzdialenosť L [m]	Poznámka (identifikovaný vodný zdroj)
<i>Sklady a prepravné jednotky</i>			
501	ŽC na vlečke	< 150	L = 132m, ale nesplnené kritérium pre tečenie do rieky (sklon terénu je menší ako 3 %).
502	ŽC na vlečke	-	-
503	AC stáčanie	> 150	-
504	ŽC plnenie	-	-
505	IBC kontajner	> 150	-
<i>Potrubia</i>			
551	Potrubie nadzemné	> 150	-
552	Potrubie nadzemné +5 m	-	-

Pre plyné skupenstvo sa neurčuje vzdialenosť.

Piatym krokom

Je výpočet veľkosti plôch vytvorených únikom NL v kvapalnom a plynnom skupenstve. Postupuje sa v zmysle kroku V postupu výpočtu ER.

Samostatný výpočet platí pre veľké úniky, podrobne to bolo uvedené v príklade A.

Na výpočet zasiahnutých plôch NL sa použila rovnica 2 uvedená v kroku III postupu výpočtu ER.

V tab.27 sú určené plochy podľa kroku V výpočtu ER.

Tab.27 Parametre výpočtu zasiahnutej plochy

Zdroj	Jednotka	Hmotnosť [ton]	R.č.	Typ dôsledku	Plocha [m²]	Poznámka
<i>Sklady a prepravné jednotky</i>						
501	ŽC na vlečke	55	-	-	275	ŽC na voľnej ploche - koľajisko
502	ŽC na vlečke	30	31	CII	12 000	Šírenie sa vzduchom.
503	AC stáčanie	15 (15 m³)	QRA	ZP	132 ¹⁾ (60+72)	AC stáčanie na spevnenej ploche 60 m².
504	ŽC plnenie	55	QRA*	ZP	543 803	Plniaca jednotka so záchytnou vaňou 60 m².
505	IBC kontajner	0,7 (1 m³)	-	ZP	100 ²⁾ (100+0)	Liata podlaha 100 m².
<i>Potrubia</i>						
551	Potrubie nadzemné	10 (12,7 m³)	-	-	85 ³⁾	Vetva A, DN > 150, L=240 m.
552	Potrubie nadzemné +5m	8	41	FIII	300 000	Vetva C, DN < 0,1, L= 320 m.

QRA – zdroje, pre ktoré boli zasiahnuté plochy rátané v QRA.

ZP – záchytná plocha určená na mieste stáčania. Pri zdrojoch so záchytnou plochou sa neurčuje R.č.
QRA* - výpočet je uvedený nižšie ako príklad. Je zobrazený z výpočtu rizík ŽC s 55 tonami chlóru.

Pre kvapalnú NL je nutné vypočítať zasiahnutú plochu, ktorá bude mimo betón. Vypočíta sa z rovnice 2, uvedenej v kroku III postupu výpočtu ER.

Zdroj 501

ŽC stojí na príchodných koľajniciach na podnikovej vlečke. Podložie tvorí štrk a pieskový podklad s $h_{min} = 0,2$ m. Objem ŽC je 55 m³. Potom zasiahnutá plocha bude $55/0,2 = 275$ m², čomu odpovedá polomer 9,35 m.

Zdroj 503

132¹⁾: Pri rozliatí na betónovú plochu je $h_{min} = 0,01$ cm, čomu odpovedá objem $60 \cdot 0,01 = 0,6$ m³. Spevnená plocha nemá okraje, nie je to vaňa a čpavková voda vytečie na suchú štrkovú plochu v okolí miesta stáčania. Suchá štrková plocha má $h_{min} = 0,2$ cm. Rozdiel objemov je $15,0 - 0,6 = 14,4$ m³. Pri $h_{min} = 0,2$ cm sa daný objem rozleje na plochu $14,4/0,2 = 72$ m². Potom celková plocha je $60+72 = 132$ m².

Zdroj 505

100²⁾: Pri rozliatí na betónovú plochu je $h_{min} = 0,01$ cm, čomu odpovedá objem $100 \cdot 0,01 = 1,0$ m³. Celkový rozliaty objem je 1,0 m³. Nedôjde k rozliatiu mimo spevnenú plochu.

Zdroj 551

85³⁾: Metanol z potrubia sa rozleje na trávnatý terén pod potrubím. Piesková plocha má $h_{min} = 0,15$ cm. Potom celková zasiahnutá plocha je $12,7/0,15 = 85$ m². Polomer zasiahnutej plochy je potom 5,2 m.

Je evidentné, že pokiaľ by mali spevnené plochy vyvýšenie potrebné na zachytenie, v okolí záchytnej plochy by nedošlo k rozliatiu na voľný terén.

Zdroj 504

V tab.B1 sú prevzaté hodnoty z výpočtu QRA pre ŽC s chlórrom. Modelovaný bol scenár G1, (úplná ruptúra ŽC) na koľajišti. ŽC je tlakovou nádobou. Zvýraznená je hodnota LC₅₀, s ktorou sa uvažovalo pri výpočte plochy. Na utvorenie si obrazu o toxickej ploche a jej koncentrácii sú dopočítané aj koncentrácie do LC₉₀.

Tab.B1 Určenie vzdialenosti LC₅₀ pre ŽC (55t Cl₂)

LC _x		D	Plocha
	[mg/m ³]	[m]	[m ²]
LC ₉₀	2 832	1 430	160 525
LC ₈₀	2 056	1 723	23 3045
LC ₇₀	1 629	1 921	289 684
LC ₆₀	1 339	2 221	387 228
LC ₅₀	1 116	2 632	543 803

D – priemer zasiahnutej plochy.

Šiestym krokom

Je určenie frekvencií poruchy, ktoré sa vpíšu do tab.29.

Frekvencie, ktoré boli vypočítané v rámci QRA, je možné priamo prevziať z výpočtov udalostí. Ostatné je možné prevziať z Bevi manuálu [1] pre najhoršie typové udalosti, čo sú G1, resp. L1. Frekvencia porušenia potrubia je pri type úniku G1 v zmysle výpočtov uvedených v časti výpočet frekvencií udalostí pre QRA.

Tab.29 Zhodnotenie frekvencie poruchy zariadenia

Zdroj	Jednotka	Frekvencia [rok ⁻¹]	Typ úniku	Poznámka
<i>Sklady a prepravné jednotky</i>				
501	ŽC na vlečke	1,0E-05	G1	Prevzaté z QRA, ŽC atmosférická.
502	ŽC na vlečke	5,0E-07	G1	Prevzaté z QRA, ŽC tlaková.
503	AC stáčanie	1,0E-05	G1	Odčítané z Bevi manuálu, AC atmosférická.
504	ŽC plnenie	5,0E-07	G1	Odčítané z Bevi manuálu, ŽC tlaková.
505	IBC kontajner	1,0E-03	G1	Odčítané z Bevi manuálu, IBC kontajner bez záchytu.
<i>Potrubia</i>				
551	Potrubie nadzemné	2,4E-05	G1	Prevzaté z QRA, DN > 150, L = 240 m.
552	Potrubie nadzemné +5 m	7,2E-05	G1	Prevzaté z QRA, DN = 90, L = 320 m.

QRA - podrobné posúdenie rizík pre účel ZPH.

Siedmym krokom

Je určenie výsledných zasiahnutých plôch. Plochy sú uvedené v tab.30.

Tab.30 Určenie zasiahnutej plochy pre výpočet ER

Zdroj	Jednotka	Plocha [m ²]	Poznámka
<i>Sklady a prepravné jednotky</i>			
501	ŽC na vlečke	275	Výpočet mláky do kol'ajiska pri ŽC.
502	ŽC na vlečke	12 000	Určené z TEC DOC 727 pre šírenie sa vzduchom.
503	AC stáčanie	72	Výpočet mláky mimo záchytnú plochu.
504	ŽC plnenie	543 803	Vypočítané v QRA, prevzaté.
505	IBC kontajner	1	Určené na základe výpočtu plôch. Úplný záchyt na ploche.
<i>Potrubia</i>			
551	Potrubie nadzemné	85	Výpočet mláky pri roztrhnutí potrubia a rozliatie na terén.
552	Potrubie nadzemné +5 m	300 000	Určené z TEC DOC 727 pre šírenie sa vzduchom nad terénom.

QRA - kvantitatívne posúdenie rizík pre účel ZPH.

Táto tabuľka je podkladom zobrazenia na mapovom podklade mapa B6.

Pre preukázanie, či došlo alebo nedošlo k zasiahnutiu chránených území, resp. naplneniu podmienok pre EŠ, je nutné zakreslenie do mapového podkladu mapa B6.

V prípade, že sa v okolí vyskytujú chránené územia, druhy a biotopy, chránené vtáčie územia apod. je to možné dohľadať na stránke ŠOP SR <https://data.sopsr.sk/chrane-objekty>. V prípade, že by bolo zasiahnuté chránené územie je možné na stránke ŠOP SR <http://www.sopsr.sk/> dohľadať aj podrobnejšie informácie.

Na mapovom podklade mapa B6 <https://data.sopsr.sk/chrane-objekty> je zobrazenie chránených území v okolí podniku a červeným sú vyznačené zasiahnuté územia na jeho území.

Ôsmym krokom

Je sumarizovanie výsledkov ERA v jednej tab.31, ktorá poskytuje celostný náhľad na existujúci stav v podniku, čo umožňuje prijať opatrenia.

Tab.31 Sumárne hodnoty ERA

Zdroj	Jednotka	NL	EAI Tab.13	Plocha [m ²] Tab. 27	Plocha [m ²] Tab.27	Plocha [m ²] Tab.30	Frekvencia [rok ⁻¹] Tab. 29	Environmentálne riziko [plocha; rok ⁻¹]	Poradie opatrení
			Voda		Vzduch				
Sklady a prepravné jednotky									
501	ŽC na vlečke	chlorečnan sodný	70	275	-	275	1,0E-05	[275; 1,0E-05]	4
502	ŽC na vlečke	amoniak	-	-	12 000	12 000 (R = 100 m)	5,0E-07	[12 000; 5,0E-07]	7
503	AC stáčanie	čpavková voda	400	72	-	72	1,0E-05	[72; 1,0E-05]	6
504	ŽC plnenie	chlór	-	-	543 803	543 803 (R = 416 m)	5,0E-07	[543 803; 5,0E-07]	1
505	IBC kontajner	herbicíd	140	1		1	1,0E-03	[1; 1,0E-03]	3
Potrubia									
551	Potrubie nadzemné	metanol	50	85	-	85	2,4E-05	[85; 2,4E-05]	5
552	Potrubie nadzemné +5 m	chlór	-	-	300 000	300 000 (R = 1 000 m)	7,2E-05	[300 000; 7,2E-05]	2

Hodnoty vzdialenosti sú rátané a určené pre koncentráciu LC₅₀.

Na základe poradia uvedeného v poslednom stĺpci je možné prijať opatrenia.

[illegible]

Sumárne parametre pre ERA:

- V poslednom stĺpci tab.31 je poradie opatrení na základe hodnoty ER. V procese návrhu opatrení je vhodné, aby manažment vybral primerané technické, organizačné a iné opatrenia s dátumom realizácie a zodpovednosťou príslušného oddelenia.
- Plochy zasiahnuté mimo areálu podniku sú zasiahnuté plynými NL. Polomer zóny na južnej strane zasiahne chránené vtáčie územie, na severnej strane územie európskeho významu. Tieto skutočnosti zakladajú povinnosť riešenia existujúceho stavu prioritne. Existuje viacero riešení od znižovania tonáže s častejšou obrátkovosťou až po náhradu chlóru. Obdobne je to aj pri amoniaku.
- V prípade, že by boli zasiahnuté chránené druhy a biotopy, chránené územie, cena EŠ vo finančných jednotkách sa pohybuje cca o 4 rády vyššie. Podrobne je to uvedené napr. v príručke na výpočet EŠ.

Pre ERA je kľúčový sled vyššie uvedených krokov. Niektoré kroky je možné vynechať, doplniť geodajmi z konkrétneho prostredia.

V tab.32 je sumarizovanie prekrytia zasiahnutých plôch a prvkov prírodného zdroja v zmysle mapového podkladu B6. Ako je spomenuté v kap. 3, učebného materiálu riešenie sa prijíma len pre vybrané prvky ŽP.

Z mapového podkladu B6 je zrejmé, že zdroje 504 a 552 svojim dôsledkom presiahnu hranice podniku. Jedná sa o výron chlóru v plynnej podobe. Koncentrácia na úrovni hranice zóny je LC₅₀. V prípade, že v zasiahnutej ploche by sa vyskytovali chránené vtáčie územia, resp. ináč chránené biotopy je nutné tento problém riešiť. Jedným z riešení je poistenie sa. Ako príklad bude riešený následne tento problém.

Tab.32 Sumárne zdôvodnenie potenciálneho vzniku environmentálneho dôsledku podľa Seveso smernice

Zdroj	Prvok ŽP	Špecifikácia podľa Seveso	Zasiahne	Poznámka
504	Suchozemský biotop	trvalo alebo dlho trvajúco poškodený prírodný biotop (suchozemský) s rozlohou najmenej		
		0,5 ha, ak ide o prírodný biotop európskeho významu a prírodný biotop národného významu	áno	biotop na brehoch rieky
		10 ha, ak ide o rozptýlený prírodný biotop vrátane poľnohospodárskej pôdy	nie	-
	Vodný biotop	závažné alebo dlhotrvajúce poškodenie prírodného biotopu (vodného) s rozlohou najmenej		
		10 km rieky alebo kanálu	nie	-
		1 ha jazera, rybníka alebo vodnej nádrže	nie	-
	Voda podzemná	závažné poškodenie alebo znečistenie vodonosnej vrstvy (kolektora) alebo podzemnej vody		
		s rozlohou najmenej 1ha.	nie	-

552	Suchozemský biotop	trvalo alebo dlho trvajúco poškodený prírodný biotop (suchozemský) s rozlohou najmenej		
		0,5 ha, ak ide o prírodný biotop európskeho významu a prírodný biotop národného významu	áno	biotop na brehoch rieky
		10 ha, ak ide o rozptýlený prírodný biotop vrátane poľnohospodárskej pôdy	nie	-
	Vodný biotop	závažné alebo dlhotrvajúce poškodenie prírodného biotopu (vodného) s rozlohou najmenej		
		10 km rieky alebo kanálu	áno	koncentrácia je väčšia ako LC_{50} . Plyn je ťažší ako vzduch
		1 ha jazera, rybníka alebo vodnej nádrže	nie	-
	Voda podzemná	závažné poškodenie alebo znečistenie vodonosnej vrstvy (kolektora) alebo podzemnej vody		
		s rozlohou najmenej 1ha.	nie	-

Ako plynie z tab.33 je nutné poistenie aj s ohľadom na ER.

Nakoľko sa jedná len o priestor NATURA 2000 je možné zrátať hodnotu EŠ z Príručky *Manažment environmentálnych škôd na chránených druhoch a chránených biotopoch európskeho významu v sieti i mimo siete NATURA 2000* (ISBN 978-80-8213-064-8).

Hodnotu EŠ je nutné prenásobiť frekvenciou udalosti, aby sme dostali výšku ročného poistenia. Uvedené hodnoty v tab.31 pre zdroj 504 je hodnota frekvencie $5,0E-07 \text{ rok}^{-1}$ a pre zdroj 552 je hodnota frekvencie $7,2E-05 \text{ rok}^{-1}$. S ohľadom na rozdiel hodnôt frekvencií a zasiahnutej plochy je postačujúce rátať len so zdrojom 552.

Ak EŠ bude 1 000 000, tak potom výška ročného poistenia bude:

$$\text{Poistenie} = 1,0E-06 \cdot 7,2E-05 = 72 \text{ Eur/rok}^{-1}$$

Pre rýchly odhad je možné použiť jednotkovú cenu na všetky činnosti potrebné na uvedenie do pôvodného stavu, nie len zničenie biotopu.

Z tohto pohľadu bude hodnota poistenia vyššia.

Poist'ovňa pracuje v obrátenom režime a pýta sa poistenca na akú sumu sa chce poistiť a na základe toho určuje výšku poistného.

Ak EŠ bude na úrovni $1,0 E06 \text{ Eur/rok}^{-1}$ s ohľadom na typ poistky si vypýta hodnotu.

$$\text{Poistenie} = 1,0E-06 \cdot 0,002 = 2000 \text{ Eur/rok}^{-1}$$

V tejto sume sú zahrnuté aj režijné náklady poisťovne a rezervný fond.

Rozdiel je v prístupe výpočtu ostrého rizika a rizika určeného štatistickými metódami. Javy ZPH sú v oblasti za úzkych fúzov (pojem z matematiky pre javy v oblasti ± 6 sigma), čomu v bežnej matematike odpovedá stredná hodnota 3,5 ppm pri zohľadnení ďalších matematických

parametrov. Z tohto pohľadu hodnota 2 ppm je prijateľnou, môže sa však hýbať aj na úrovni 1,5 ppm.

Vyplnenie tab.31 je základom pre návrh opatrení.

Ako príklad sú uvedené možné opatrenia v tab.33.

Tab.33 Navrhnuté opatrenia na teritóriu podniku

Zdroj	Jednotka	NL	Opatrenie	Termín
<i>Sklady a prepravné jednotky</i>				
501	ŽC na vlečke	chlorečnan sodný	Doprava v menších PJ, dopravovaných ŽC a na ťahačoch.	xx.xx.xx
502	ŽC na vlečke	amoniak	Náhrada menšími PJ.	xx.xx.xx
503	AC stáčanie	čpavková voda	Riešiť záchytnú vaňu, alebo trvalá prítomnosť obsluhy AC a prevádzky.	xx.xx.xx
504	ŽC plnenie	chlór	Plnenie menších ŽC, prejsť na nižšiu tonáž.	xx.xx.xx
505	IBC kontajner	herbicíd	Riešiť záchyt.	xx.xx.xx
<i>Potrubia</i>				
551	Potrubie nadzemné	metanol	Diferenčné meranie prietoku.	xx.xx.xx
552	Potrubie nadzemné +5 m	chlór	Diferenčné meranie prietoku.	xx.xx.xx

Literatúra

- [1] Reference Manual Bevi Risk Assessment, verzia 3.2, dostupné na http://infonorma.gencat.cat/pdf/AG_AQR_2_Bevi_V3_2_01-07-2009.pdf
- [2] Tabuľky fyzikálnych vlastností ropy, <http://www.converter.cz/tabulky/kinematicka-viskozita.htm>
- [3] Guidelines for Quantitative Risk Assessment - CPR 18E (Purple Book). First edition. Den Haag: Sdu Uitgevers, 1999.
- [4] Rapport 295001006/2009, A.E. Boekholt, A. M. Later, A. B. Hofmann, A.N. Kennis, Evaluation of the Dutch QRA directives for storage and transportation of flammable liquids, RIVM Report 620550001/2010.

Prof. Ing. Milan Oravec, PhD. (1960) pôsobí na Katedre bezpečnosti kvality a environmentalistiky SJF TU v Košiciach, na oddelení bezpečnosti technických zariadení. Problematikou posudzovania rizík sa zaoberá od vzniku tohto odboru na TU v Košiciach (1990). V roku 1995 sa habilitoval v odbore Kvalita produkcie a bezpečnosť technických systémov.

V roku 2009 obhájil profesúru v odbore Bezpečnosť a požiarňa ochrana na VŠB - TU Ostrava. Je členom pracovnej skupiny pre Seveso podniky pri MŽP SR. V ostatných rokoch rieši problematiku vývoja metód a postupov pre identifikovanie rizík aj v oblastiach závažných priemyselných havárií.

Ing. Ladislav Čáky (1966) je absolventom Chemicko-technologickej fakulty SVŠT Bratislava v odbore chémia a technológia vody s rozšírením na problematiku odpadového hospodárstva v jadrovej energetike. Po absolvovaní vysokej školy pracoval v Ústave hygieny a epidemiológie vo Vranove nad Topľou v chemickom laboratóriu so zameraním na analýzu vody a pracovného prostredia a neskôr v Chemko, a.s. Strážske na Odbore ochrany životného prostredia. Od r. 2003 pôsobí samostatne ako špecialista prevencie závažných priemyselných havárií. Problematike závažných priemyselných havárií sa venuje od r. 2000. Od r. 2015 je členom Zboru expertov pre závažné priemyselné havárií pri MŽP SR a je spoluautorom usmernení v tejto oblasti pre priemysel