

SS02030008

**CENTRUM ENVIRONMENTÁLNÍHO VÝZKUMU  
ODPADOVÉ A OBĚHOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ A  
ENVIRONMENTÁLNÍ BEZPEČNOST**

**Odborná zpráva o řešení projektu 2021 – 2022  
Výstup 3.A.1.10 Softwarové nástroje**



cenia

MUNI  
ECON



ÚSTAV CHEMICKÝCH  
PROCESŮ AV ČR  
INSTITUTE OF CHEMICAL  
PROCESS FUNDAMENTALS  
OF THE ASCR



VŠB TECHNICKÁ  
UNIVERZITA  
OSTRAVA

VYSOKÁ ŠKOLA  
CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ  
V PRAZE

T VYSOKÉ UČENÍ  
TECHNICKÉ  
V BRNĚ

VÚV  
TGM

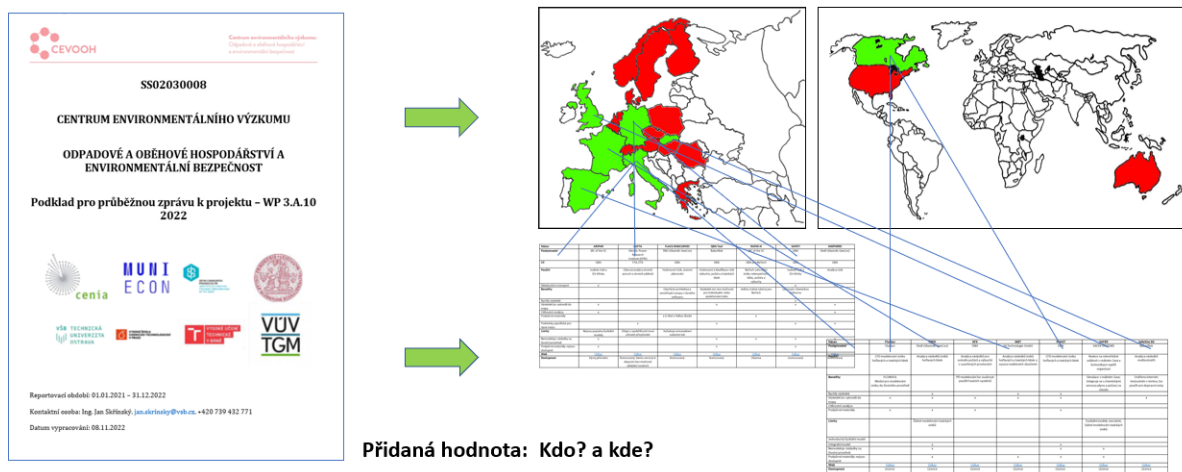
Reportovací období: 01.01.2021 – 31.12.2022

Kontaktní osoba: Ing. Jan Skřínský, [jan.skrinsky@vsb.cz](mailto:jan.skrinsky@vsb.cz), +420 739 432 771

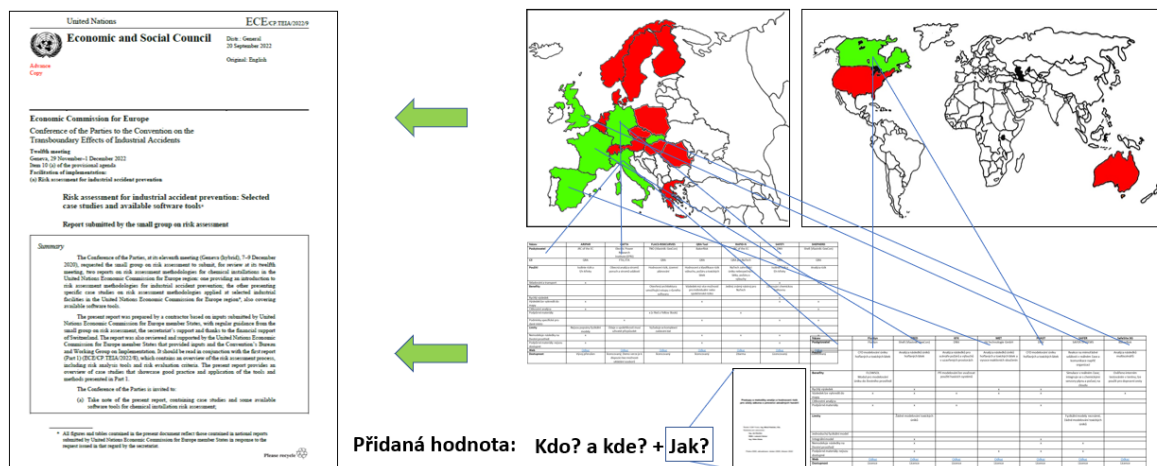
Datum vypracování: 08.11.2022

## Úvod

Tento materiál „Podklad pro průběžnou zprávu k projektu – WP 3.A.10“ je v roce 2022 prvním odborným materiálem shrnujícím softwarové produkty pro oblast prevence závažných havárií v rámci implementace směrnice Seveso III (2012/18/EU) do českého právního řádu zákonem č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií. Vývoj v oblasti procesní bezpečnosti a prevence závažných havárií během posledních 10 let s rozvojem počítačových technologií pokračuje velice rychle. Z tohoto důvodu jsou v dokumentu uvedené nástroje i produkty pokračováním „ručních“ výpočtů. Není účelem tento dokument zcela vyčerpat možnosti počítačových technologií z pohledu současného vývoje. Dokument jako takový v zásadě poskytuje ucelený všeobecný pohled na problematiku z pohledu PZH. Podklad se soustředil hlavně na uvedení aktuálních softwarových produktů tak, aby byly v souladu se současným stavem poznání světa, které je představen třemi dokumenty na konci zprávy.



**Obrázek 1** Přidaná hodnota výzkumné zprávy obecně.



**Obrázek 2** Přidaná hodnota výzkumné zprávy pro Evropskou úroveň.

## 1. Seznam aktuálně dostupných softwarových nástrojů

Tento dokument identifikuje softwarové nástroje pro aplikaci v hodnocení rizik. Dělení uvedených programů vychází z informací výrobců.

### 1.1 Softwarové nástroje pro analýzu nebezpečí

Tyto programy poskytují rámec pro provádění a dokumentaci analýzy rizik procesů, včetně možnosti stavět na předchozích studiích.

**Tabulka 1** Počítačové programy pro analýzu nebezpečí

Název	PHA Pro	PHA-Tool	PHAWorks
Poskytovatel	sphera	BakerRisk	Primatech
Cíl	Analýza rizik procesů		
Použití	Dokumentování a řízení procesních rizik		
Benefity	Podpora HAZOP, What-If; registr předpokladů, protokol změn. Přizpůsobitelná interaktivní matice rizik; možnost seskupovat doporučení.		
Limity	Další moduly potřebné pro pokročilou analýzu		
Web	<a href="#">Odkaz</a>	<a href="#">Odkaz</a>	<a href="#">Odkaz</a>
Dostupnost	Licence		

## **1.2 Počítačové programy pro hodnocení pravděpodobností**

### **1.2.1 ARIPAR**

ARIPAR je nástroj QRA používaný k hodnocení rizik vyplývajících ze závažných havárií v průmyslových oblastech, kde jsou skladovány, zpracovávány a přepravovány nebezpečné látky. ARIPAR slouží k vytváření rizikových iso-křivek. Je propojen s platformou geografického informačního systému (GIS). Tento nástroj byl použit ke kvantitativnímu hodnocení rizika v různých průmyslových odvětvích.

### **1.2.2 CAFTA**

CAFTA (Computer Aided Fault Tree Analysis System) poskytuje obecný rámec pro výpočty spolehlivosti, včetně vytváření, aktualizace a tisku modelů stromu chyb, modelů stromu událostí, s databází spolehlivosti pro ukládání základních informací o událostech, poruchovosti.

### **1.2.3 FLACS-RISKCURVES**

FLACS-RISKCURVES kvantifikuje rizika skladování a přepravy nebezpečných látek pro okolní obyvatelstvo a struktury jak v městském prostředí, tak v chemických provozech. Dokáže identifikovat scénáře s nejvyšším rizikem a lze jej použít pro hodnocení vysoce rizikových činností a územní plánování měst.

### **1.2.4 QRATool**

QRATool vyhodnocuje pravděpodobnost spojenou s nebezpečím výbuchu, požáru a toxicity a usnadňuje vyhodnocování volitelných strategií pro zmírňování rizik. Výsledky rizik lze sestavit do tabulky pro individuální riziko (pracovní skupina, maximum, umístění, geografické) nebo společenské riziko (příspěvek zdroje, umístění). Následky překročení mohou být vyneseny do grafu pro frekvenci v kombinaci s kritérii pro úmrtí, tlak, impuls, tepelné záření nebo toxicitu.

### **1.2.5 RAPID-N**

RAPID-N (Rapid NaTech Risk Assessment Tool) se zaměřuje na NaTech zahrnující úniky nebezpečných látek, požáry a výbuchy v kritických chemických infrastrukturách, které jsou považovány za vznikající riziko. K překlenutí této mezery byla zahájena studie k posouzení vzájemného vztahu přírodních a technologických rizik v průmyslových závodech pro vytváření scénářů NaTech a zejména k vytvoření jednotné metodiky pro mapování rizik NaTech pro vybraná přírodní nebezpečí.

### **1.2.6 SAFETI**

SAFETI je softwarový nástroj QRA pro provádění kvantitativní analýzy rizik procesů, chemických a petrochemických zařízení nebo analýzy rizik chemické dopravy. SAFETI analyzuje komplexní důsledky scénářů nehod, přičemž bere v úvahu místní obyvatelstvo a povětrnostní podmínky, aby kvantifikovala rizika spojená s únikem nebezpečných chemikálií.

### **1.2.7 SHELL SHEPHERD**

SHELL SHEPHERD je softwarový nástroj pro řízení rizik, přizpůsobený k provádění analýzy rizik pro zařízení a operace na pevnině.

**Tabulka 2** Počítačové programy pro hodnocení pravděpodobností

<b>Název</b>	<b>ARIPAR</b>	<b>CAFTA</b>	<b>FLACS-RISKCURVES</b>
<b>Poskytovatel</b>	JRC of the EC	Electric Power Research Institute (EPRI)	TNO (Vlastník: GexCon)
<b>Cíl</b>	QRA	FTA, ETA	QRA
<b>Použití</b>	Isolinie rizik a f/n křivky	Obecná analýza stromů poruch a stromů událostí	Hodnocení rizik, územní plánování
Skladování a transport	x		
<b>Benefity</b>			Otevřená architektura umožňující vstupy z různého softwaru
Rychlý výsledek			
Výsledek lze vykreslit do mapy	x		
Citlivostní analýza	x		
Podpůrné materiály			x (v Red a Yellow Book)
Podmínky specifické pro dané místo		x	
<b>Limity</b>	Nejsou popsány fyzikální modely	Údaje o spolehlivosti musí uživatel přizpůsobit	Vyžaduje se komplexní zadávání dat
Nemodeluje následky na životní prostředí	x		
Podpůrné materiály nejsou dostupné	x		
<b>Web</b>	<a href="#">Odkaz</a>	<a href="#">Odkaz</a>	<a href="#">Odkaz</a>
<b>Dostupnost</b>	Vývoj přerušen	licencovaný; Demo verze je k dispozici bez možnosti ukládání souborů	licencovaný

**Tabulka 2 (pokračování) Počítačové programy pro hodnocení pravděpodobností**

<b>Název</b>	<b>QRA Tool</b>	<b>RAPID-N</b>	<b>SAFETI</b>	<b>SHEPHERD</b>
<b>Poskytovatel</b>	BakerRisk	JRC of the EC	DNV	Shell (Vlastník: GexCon)
<b>Cíl</b>	QRA	QRA pro NaTech	QRA	QRA
<b>Použití</b>	Hodnocení a klasifikace rizik výbuchu, požáru a toxických látek	NaTech zahrnující úniky nebezpečných látky, požáry a výbuchy	Isolinie rizik a f/n křivky	Analýza rizik
Skladování a transport			x	x
<b>Benefity</b>	Výsledek má více možností pro individuální nebo společenské riziko	Jediný známý nástroj pro NaTech	Zahrnuje i chemickou knihovnu	
Rychlý výsledek			x	
Výsledek lze vykreslit do mapy	x		x	x
Citlivostní analýza				x
Podpůrné materiály		x		
Podmínky specifické pro dané místo	x		x	x
<b>Limity</b>				
Nemodeluje následky na životní prostředí	x	x	x	x
Podpůrné materiály nejsou dostupné	x		x	x
<b>Web</b>	<a href="#">Odkaz</a>	<a href="#">Odkaz</a>	<a href="#">Odkaz</a>	<a href="#">Odkaz</a>
<b>Dostupnost</b>	licencovaný	Zdarma	Licencovaný	Licencovaný

## 1.3 Počítačové programy pro hodnocení následků

### 1.3.1 ADAM

ADAM (Accident Damage Analysis Module) je software ke stanovení fyzikálních účinků a souvisejících následků průmyslových havárií v důsledku neúmyslného úniku nebezpečné látky. ADAM počítá fyzikální účinky průmyslových havárií z hlediska tepelného záření, přetlaku nebo toxické koncentrace vyplývající z havarijního úniku nebezpečné látky, požárů, účinků výbuchu typu VCE a účinku toxických par.

### 1.3.2 ALOHA

ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) je navržena tak, aby modelovala úniky nebezpečných chemických látek primárně pro havarijní plánování. Lze jí odhadnout rozptyl toxických oblaků po úniku chemické látky, tepelný tok z požáru a velikost tlakové vlny z výbuchu. ALOHA je navržena tak, aby přinášela dostatečně přesné výsledky dostatečně rychle na to, aby byly užitečné pro zasahující osoby během skutečné nouzové situace, což představuje kompromis mezi přesností a rychlostí.

### 1.3.3 BREEZE

BREEZE je vícemodulová platforma pro modelování rozptylu s možností modelovat požár, výbuch, únik toxické látky ve vzduchu. Také lze stanovit dopad na lidské zdraví a dopady na životní prostředí. Primárně je založen na softwaru AERMOD vyvinutém US EPA, který byl rozšířen nástroji pro vizualizaci a export dat.

### 1.3.4 CANARY

CANARY je nástroj pro modelování následků úniků nebezpečných chemických látek. Poskytuje termodynamické výpočty pro časově proměnlivé úniky tekutin, modely nebezpečí pro rozptyl par kapalin, tepelného toku z požáru nebo VCE. Lze jím hodnotit následky koncových bodů koncentrace plynu, tepelného toku nebo přetlaku.

### 1.3.5 DEGADIS

DEGADIS (Dense Gas Dispersion Model) lze použít k modelování úniků toxických látek do atmosféry. Rozsah jeho použitelnosti zahrnuje kontinuální, okamžité, časově omezené a časově proměnné úniky. Dále vznášející se a neutrálně vznášející se úniky, přízemní úniky v oblasti s nízkou hybností, přízemní nebo zvýšené, vzhůru směřující výrony plynů nebo aerosolů.

### 1.3.6 exploCFD

exploCFD je softwarový balíček pro modelování následků, specificky pro následky výbuchu. V rámci tohoto software jsou k dispozici podrobné modely pro BLEVE, výbušniny a oblaky prachových disperzí.

### 1.3.7 FLACS-CFD

FLACS-CFD je průmyslový standard pro CFD modelování a dobře ověřený nástroj pro modelování hořlavých a toxických úniků v kontextu průmyslové bezpečnosti. Modelováním pomocí FLACS-CFD ve 3D je možné přesněji předvídat následky a zahrnout účinky všech přispívajících a zmírňujících efektů, jakými jsou omezení způsobená skutečnou geometrií zařízení v podniku, větrání a ventilace.

### 1.3.8 FLACS-EFFECTS

FLACS-EFFECTS umožňuje modelování chování toxických nebo hořlavých plynů, zkapalněných plynů a kapalin. Je možné jím nebezpečnou látku modelovat od okamžiku úniku až po výsledné fyzikální efekty. FLACS-EFFECTS počítá tepelné záření z požárů, přetlaky z výbuchů, toxické koncentrace a dávky způsobené rozptylem, následky na lidské zdraví a majetek (např. poškození konstrukcí). FLACS-EFFECTS vyžaduje značné zkušenosti pro ověření modelů a výsledků.

### 1.3.9 Fluidyn

Fluidyn je CFD modelovací platforma s moduly PANFIRE, PANACHE, VENTIL a FLOWSOL pro specifické scénáře. PANFIRE vyhodnocuje modelování tepelného záření s ohledem na různé systémy aktivní a pasivní ochrany. PANACHE modeluje rozptyl plynů/částic včetně toxických látek. VENTIL se zaměřuje na účinky požáru a výbuchu v uzavřených prostorách a budovách. FLOWSOL se zabývá účinky na životní prostředí jmenovitě na kontaminaci podzemních vod v důsledku havárie s nebezpečnými chemickými látkami.

### 1.3.10 FRED

FRED (Fire, Release, Explosion, and Dispersion) je nástroj pro modelování následků havarijních událostí. FRED byl vyvinut a ověřen prostřednictvím rozsáhlého programu experimentů, průmyslových projektů a publikované vědecké literatury. Software FRED obsahuje pokročilý termodynamický model, který umožňuje použití vícesložkového paliva.

### 1.3.11 KFX

KFX (Kameleon FireEx) je CFD nástroj pro simulaci rozptylů, požárů a výbuchů. KFX dokáže simulovat tryskové požáry a požáry kaluží, vícefázové požáry, dobře odvětrané a neodvětrané požáry, úniky a šíření LNG včetně kapalných fází, rozptyly plynu, požáry na vodě v komplexních systémech. Pomocí KFX lze optimalizovat pasivní požární ochranu, analyzovat vzplanutí, turbulentní proudění, rozptyl plynů a analyzovat kouř v oblastech s překážkami a také zohlednit povětrnostní vlivy.

### 1.3.12 MET

Software MET (Models for Effects with Toxic and flammable gases) je nástroj pro hodnocení následků chemických havárií. Lze jím odhadnout následky úniku toxické látky, výbuchu a požáru. Velmi cenné je možnost modelování úniku pevných částic.



### 1.3.13 PHAST

PHAST je softwarový systém pro analýzu rizik procesů a pro řízení bezpečnosti procesů ve všech fázích jeho návrhu a provozu. Software PHAST modeluje postup potenciální havárie od počátečního úniku, až po analýzu rozptylu, včetně modelování šíření a vypařování hořlavých a toxických látek.

### 1.3.14 SAFER

SAFER je cloudové řešení software pro havarijní odezvu v reálném čase. Jeho předností je integrace s plynovými a povětrnostními senzory v místě úniku. SAFER umožňuje modelovat únik chemických látek nebo požár v reálném čase a usnadnit taktiku odezvy na havarijní událost. Uspořádání a mapa podniku je překryta mapou s integrovanými meteorologickými informacemi, které poskytují situační snímek zařízení v reálném čase.

### 1.3.15 SafeSite 3G

SafeSite 3G je software pro analýzu následků a pro simulaci chemického úniku, rozptylu, disperze a vypařování z kaluže, tryskových požárů a požárů kaluže, VCE a zranitelnosti během požárů, úniku toxických látek a výbuchů. SafeSite 3G využívá techniky modelování úniku, rozptylu a výbuchu ověřené historickými údaji.

Informace k počítačovým programům pro hodnocení následků úniků nebezpečných chemických látek z hlediska jejich možného použití, výhod, omezení a dostupnosti lze nalézt v tabulce 3. Podrobnější informace k jednotlivým softwarovým produktům lze nalézt na v tabulce 3 uvedených internetových odkazech.

**Tabulka 3** Počítačové programy pro hodnocení následků

Název	<b>ADAM</b>	<b>ALOHA</b>	<b>BREEZE</b>
<b>Poskytovatel</b>	JRC of the EC	US EPA	Trinity Consultants
<b>Použití</b>	Hodnocení následků úniku hořlavých a toxických látek	Hodnocení následků úniku hořlavých a toxických látek	Modelování různých scénářů následků
<b>Benefity</b>			Možnost modelování nestacionárních úniků (CALPUFF)
Rychlý výsledek	x	x	x
Výsledek lze vykreslit do mapy		x	x (MetView)
Citlivostní analýza			
Podpůrné materiály	x	x	x
<b>Limity</b>			ExDAM není vhodný pro časově-proměnné profily tlakových účinků ani pro uzavřené prostory
Jednoduchý fyzikální model	x	x	
Integrální model			
Nemodeluje následky na životní prostředí	x	x	
Podpůrné materiály nejsou dostupné			
<b>Web</b>	<a href="#">Odkaz</a>	<a href="#">Odkaz</a>	<a href="#">Odkaz</a>
<b>Dostupnost</b>	EU autority	Volný	Licence

**T A**  
**Č R**

 Projekt SS02030008 **Centrum environmentálního výzkumu: Odpadové a oběhové hospodářství a environmentální bezpečnost (CEVOOH)** je spolufinancován se státní podporou Technologické agentury ČR v rámci **Programu Prostředí pro život**.

**Tabulka 3 (pokračování)** Počítačové programy pro hodnocení následků

Název	CANARY	DEGADIS	exploCFD
<b>Poskytovatel</b>	Quest Consultants	US EPA	Advanced Analysis Australia
<b>Použití</b>	Hodnocení následků úniku hořlavých a toxických látek	Atmosférická disperze toxických úniků	Modelování exploze včetně BLEVE, výbuchů výbušnin a prachu
<b>Benefity</b>			
Rychlý výsledek	x	x	x
Výsledek lze vykreslit do mapy	x (CANARY+)		x
Citlivostní analýza			
Podpůrné materiály	Základní modely odvozené od volně dostupných modelů	x	x
<b>Limity</b>		Lze simulovat pouze jeden soubor meteorologických podmínek	
Jednoduchý fyzikální model			
Integrální model			
Nemodeluje následky na životní prostředí	x		x
Podpůrné materiály nejsou dostupné		x	
<b>Web</b>	<a href="#">Odkaz</a>	<a href="#">Odkaz</a>	<a href="#">Odkaz</a>
<b>Dostupnost</b>	Licence	Free	Licence

**Tabulka 3 (pokračování) Počítačové programy pro hodnocení následků**

Název	FLACS-CFD	FLACS-EFFECTS	Fluidyn
Poskytovatel	GexCon	TNO (Vlastník: GexCon)	Fluidyn
Použití	Analýza následků detailních CFD modelů	Hodnocení následků úniku hořlavých a toxických látek	CFD modelování úniku hořlavých a toxických látek
Benefity	Geometrie pro požár, výbuch a únik toxické látky.		FLAWSOL Modul pro modelování úniku do životního prostředí
Rychlý výsledek		x	
Výsledek lze vykreslit do mapy	x	x	x
Citlivostní analýza			
Podpurné materiály		x (v Yellow Book)	x
<b>Limity</b>			
Jednoduchý fyzikální model			
Integrovaný model		x	
Nemodeluje následky na životní prostředí	x	x	
Podpurné materiály nejsou dostupné	x	x	
Web	<a href="#">Odkaz</a>	<a href="#">Odkaz</a>	<a href="#">Odkaz</a>
Dostupnost	Licence	Licence	Licence

**T A**  
**Č R**

Projekt SS02030008 Centrum environmentálního výzkumu: Odpadové a oběhové hospodářství a environmentální bezpečnost (CEVOOH) je spolufinancován se státní podporou Technologické agentury ČR v rámci Programu Prostředí pro život.

**Tabulka 3 (pokračování) Počítačové programy pro hodnocení následků**

Název	PHAST	SAFER	SafeSite 3G
Poskytovatel	DNV	SAFER SYSTEMS	BakerRisk
Použití	CFD modelování úniku hořlavých a toxických látek	Reakce na mimořádné události v reálném čase a komunikace napříč organizací	Analýza následků multiscénářů
Benefity		Simulace v reálném čase; integruje se s chemickými senzory plynu a počasí; na cloudu	Ověřeno interním testováním v terénu; lze použít pro dopravní cesty
Rychlý výsledek	x		
Výsledek lze vykreslit do mapy	x		x
Citlivostní analýza			
Podpůrné materiály	x		
Limity		Fyzikální modely neznámé, žádné modelování toxických úniků	
Jednoduchý fyzikální model			
Integrální model	x		
Nemodeluje následky na životní prostředí	x	x	
Podpůrné materiály nejsou dostupné	x	x	
Web	<a href="#">Odkaz</a>	<a href="#">Odkaz</a>	<a href="#">Odkaz</a>
Dostupnost	Licence	Licence	Licence

**T A**  
**Č R**

Projekt SS02030008 Centrum environmentálního výzkumu: Odpadové a oběhové hospodářství a environmentální bezpečnost (CEVOOH) je spolufinancován se státní podporou Technologické agentury ČR v rámci Programu Prostředí pro život.

**Tabulka 3 (pokračování) Počítačové programy pro hodnocení následků**

Název	FRED	KFX	MET
<b>Poskytovatel</b>	Shell (Vlastník: GexCon)	DNV	ISi Technologie GmbH
<b>Použití</b>	Analýza následků úniků hořlavých látek	Analýza následků pro scénáře požárů a výbuchů v uzavřených prostorech	Analýza následků úniků hořlavých a toxických látek a vysoce reaktivních sloučenin
<b>Benefity</b>		Při modelování lze uvažovat použití hasících systémů	
Rychlý výsledek	x		x
Výsledek lze vykreslit do mapy	x	x	x
Citlivostní analýza			
Podpůrné materiály	x	x	
<b>Limity</b>	Žádné modelování toxických úniků		
Jednoduchý fyzikální model			
Integrovaný model	x		
Nemodeluje následky na životní prostředí	x		
Podpůrné materiály nejsou dostupné	x		x
<b>Web</b>	<a href="#">Odkaz</a>	<a href="#">Odkaz</a>	<a href="#">Odkaz</a>
<b>Dostupnost</b>	Licence	Licence	Licence

**T A**  
**Č R**

 Projekt SS02030008 **Centrum environmentálního výzkumu: Odpadové a oběhové hospodářství a environmentální bezpečnost (CEVOOH)** je spolufinancován se státní podporou Technologické agentury ČR v rámci **Programu Prostředí pro život**.

## Závěr

Hodnocení následků je společně s určováním pravděpodobností a nebezpečí významný krok při kvantifikaci rizika. V této zprávě jsou shrnuty softwarové nástroje používané pro jejich modelování a hodnocení. Nejsou popsány kroky a struktura procedury hodnocení následků: různé modely pro definici zdrojového členu úniku, modely pro rozptyl, požár a explozi, modely pro dávkové účinky (zranitelnost), které jsou předmětem jiných dokumentů jako je EC for Europe (2022), CPQRA (2000) nebo Paleček et al. (2000), pro které je tato zpráva aktualizací a doplněním v předmětné oblasti studia viz. obrázek 3.

Podíváme-li se na v současnosti publikovanou literaturu na úrovni světa, Evropy a České republiky je možné dohledat, na jakém principu jednotlivé modely fungují. Jsou popsány kroky a struktura procedury hodnocení následků: různé modely pro definici zdrojového členu úniku, modely pro rozptyl, požár a explozi, modely pro dávkové účinky (zranitelnost). Představení modelů je zaměřeno na popis fyzikálních jevů, dostupné principy matematického modelování, vstupní a výstupní proměnné a vztahy k dalším modelům. Jsou diskutovány kombinace různých modelů a získány významné míry rizika integrací jednotlivých výsledků. Nakonec jsou popsány povaha a původ neurčitostí v proceduře hodnocení následků a zmíněny možné způsoby, jak s nimi naložit. Chybí však představení jednotlivých SW nástrojů, ve kterých jsou výše uvedené matematicko-fyzikální modely implementovány.

Představení softwarových nástrojů v této zprávě si kladlo za cíl a je zaměřeno na popis jejich použití, jejich výhody a omezení. Nakonec jsou popsány odkazy a dostupnost, kde je možné uvedené informace transparentně ověřit a detailněji prostudovat. Kromě uvedeného výzkumná zpráva jasně definuje, kdo a kde aktuálně tyto SW nástroje používá.



**Obrázek 2** Počítačové programy pro hodnocení nebezpečnosti, následků a pravděpodobností

**Tyto softwarové nástroje mohou být Ministerstva životního prostředí doporučeny analýzu následků, pravděpodobnosti a nebezpečnosti.**

**T A**  
**Č R**

Projekt SS02030008 **Centrum environmentálního výzkumu: Odpadové a oběhové hospodářství a environmentální bezpečnost (CEVOOH)** je spolufinancován se státní podporou Technologické agentury ČR v rámci **Programu Prostředí pro život**.

## Zdroje

Economic Commission for Europe, *Risk assessment for industrial accident prevention: Selected case studies and available software tools*. Conference of the Parties to the Convention on the Transboundary Effects of Industrial Accidents, Twelfth meeting, Geneva, 29 November–1 December **2022**.

CCPS: Centre for Chemical Process Safety. *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis*. New York: The American Institute of Chemical Engineering, **2000**.

Paleček, M., Bumba, J., Kelnar, L., Sluka, V. *Postupy a metodiky analýz a hodnocení rizik pro účely zákona o prevenci závažných havárií*. Praha: VÚBP, 2005.