

Modelování dopadů hypotetického úniku radionuklidů z jaderného zařízení aplikacemi ESTE a HARP

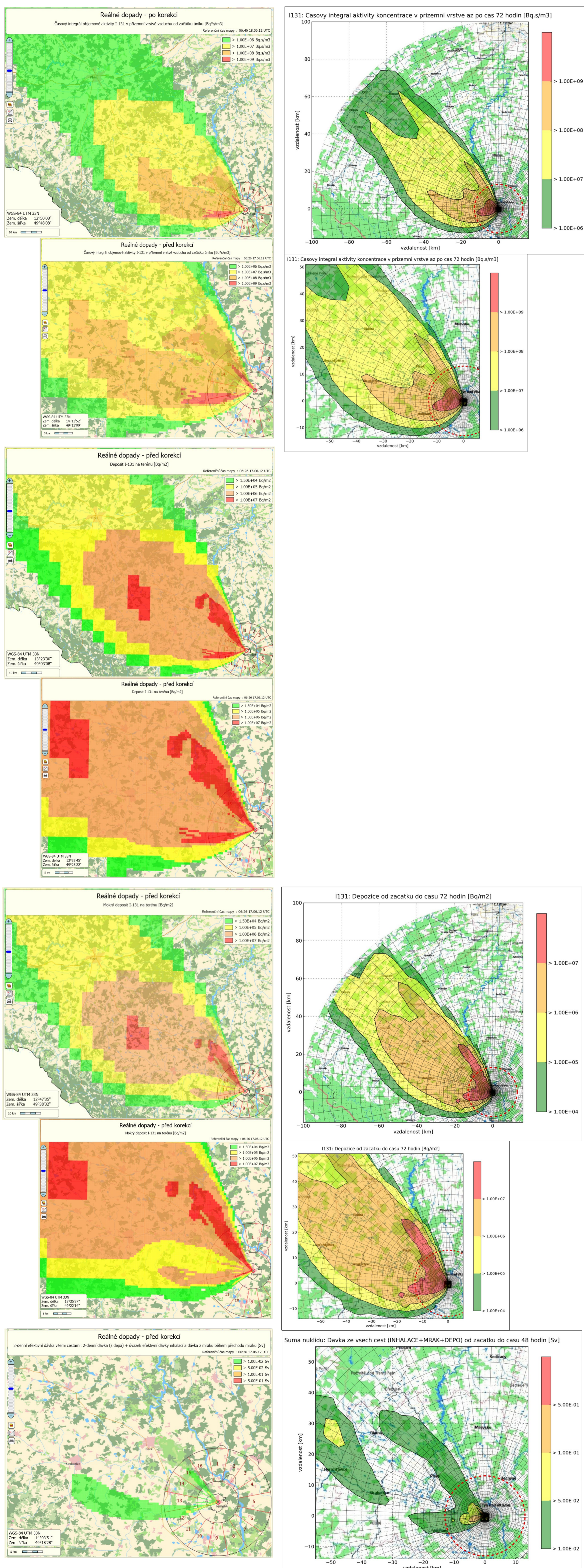
Petr Kuča¹, Zdeněk Prouza¹, Irena Češpírová¹, Barbora Marešová¹, Petr Pecha², Radek Hofman²

Data použitá pro výpočet meteorologické podmínky
Zdrojový člen

¹ Odbor havarijní připravenosti, SÚRO, v.v.i., Bartoškova 28, Praha 4, 140 00, ČR
² Adaptivní systémy, Ústav teorie informace a automatizace AV ČR, v.v.i., Pod Vodárenskou věží 4, Praha 8, 182 08, ČR

Práce prezentuje výsledky modelování dopadů hypotetického úniku radionuklidů z jaderného zařízení do ovzduší aplikacemi ESTE ETE (ABmerit) [1] a HARP (ÚTIA) [2] implementovaných v SÚRO. Práce navazuje na práci [3], se kterou byl použit shodný scénář úniku včetně meteorologických podmínek v době šíření, tj. hypotetický scénář s parametry přizpůsobenými pro účely demonstrace možnosti přístupu ke stanovení OIL pro řízení havarijní odezvy na událost. Na rozdíl od práce [3], zaměřené na dopady úniku v ZHP a jejím blízkém okolí, se tato práce zabývá modelovanými dopady úniku v oblasti do cca 100 km od zdroje.

ESTE ETE I-131 HARP



Základní informace o aplikacích použitých pro modelování

Scénář hypotetického úniku (výška úniku 80m)

Radio nuklid	0-1 h [Bq/h]	1-2 h [Bq/h]	2-3 h [Bq/h]	3-4 h [Bq/h]	4-5 h [Bq/h]	5-6 h [Bq/h]
^{85m} Kr	3,33E+13	4,66E+16	2,68E+15	2,68E+15	2,68E+15	2,68E+15
⁸⁷ Kr	7,03E+15	9,84E+16	5,63E+15	5,63E+15	5,63E+15	5,63E+15
⁸⁸ Kr	1,04E+14	1,45E+16	8,30E+15	8,30E+15	8,30E+15	8,30E+15
¹³³ Xe	3,21E+14	4,49E+17	2,58E+16	2,58E+16	2,58E+16	2,58E+16
¹³⁵ Xe	6,83E+14	9,56E+16	5,45E+15	5,45E+15	5,45E+15	5,45E+15
¹³¹ I	1,57E+14	1,10E+16	3,15E+15	3,15E+15	3,15E+15	3,15E+15
¹³² I	2,28E+14	1,60E+16	4,55E+15	4,55E+15	4,55E+15	4,55E+15
¹³³ I	3,20E+14	2,24E+16	6,40E+15	6,40E+15	6,40E+15	6,40E+15
¹³⁴ I	3,51E+14	2,46E+16	7,00E+15	7,00E+15	7,00E+15	7,00E+15
¹³⁵ I	3,00E+14	2,10E+16	6,00E+15	6,00E+15	6,00E+15	6,00E+15
⁸⁹ Sr	4,49E+12	1,35E+16	5,63E+14	5,63E+14	5,63E+14	5,63E+14
⁹⁰ Sr	4,82E+11	1,45E+15	6,03E+13	6,03E+13	6,03E+13	6,03E+13
¹³⁴ Sr	2,10E+12	2,36E+16	1,31E+15	1,31E+15	1,31E+15	1,31E+15
¹³⁶ Cs	5,04E+11	5,67E+15	3,15E+14	3,15E+14	3,15E+14	3,15E+14
¹³⁷ Cs	1,32E+12	1,48E+16	8,23E+14	8,23E+14	8,23E+14	8,23E+14
¹³² Te	1,80E+13	6,50E+15	1,10E+15	1,10E+15	1,10E+15	1,10E+15
^{131m} Te	2,46E+12	8,95E+14	1,50E+14	1,50E+14	1,50E+14	1,50E+14

Scénář hypotetického úniku meteorologická situace v době úniku a po úniku

	Čas [h]	Kategorie stability dle Pasquilla	Rychlost větru [m/s]	Směr větru [°]	Srážky [mm/h]	
Puff1	0-1.	6	F	1,31	54	0,03
Puff2	2.	6	F	1,48	70	0,03
Puff3	3.	6	F	1,65	87	0,03
Puff4	4.	6	F	1,82	103	0,03
Puff5	5.	6	F	1,99	120	0,03
Puff6	6.	4	D	2,16	136	0,5
-	7.	4	D	2,33	153	2
-	8.	3	C	2,31	145	5
-	9-72.	3	C	2,28	137	1

ESTE ETE		HARP	
Oblast modelování	Do 200 km	Oblast modelování	Do 100 km
Souřadný systém	Kartézský	Souřadný systém	Polární
Velikost výpočtového čtverce	Vzdálenost od zdroje 200 x 200 m 600 x 600 m 5.4 - 5.4 km	Vzdálenost od zdroje 0 - 4 km 4,5 - 11,5 km 13 - 29 km 32,5 - 97,5 km	Počet kružnic 11 8 9 14 80
Použitý model	PTM Puff Trajectory Model	Použitý model	KFK-Júlich pro členitý terén v semiboxovém přiblížení
Krok výpočtu	15 minut	Krok výpočtu	2 minuty

HARP – parametry výpočtu

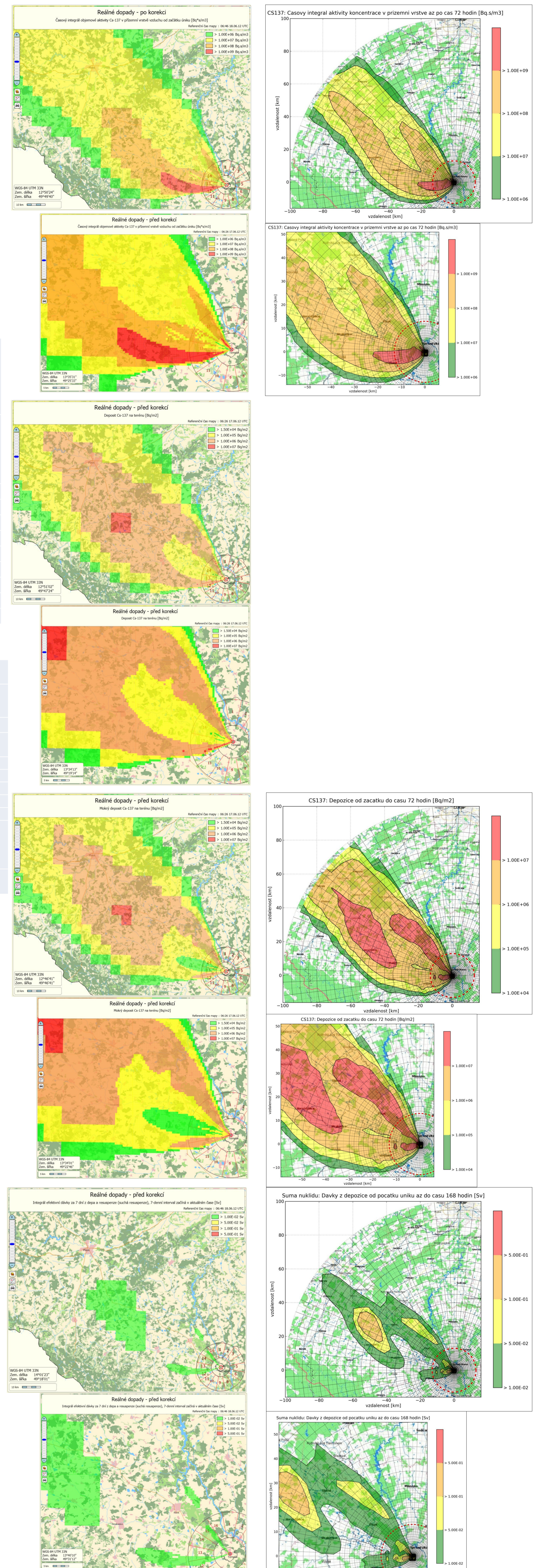
Aplikace umožňuje volbu modelu použitého pro výpočet disperze z možnosti:

- model KFK-Júlich pro členitý terén v semiboxovém přiblížení,
- SCK•CEN pro hladší středoevropský terén,
- Hoskerovy formule pro hladký terén préríjního typu (USA).

Výpočet je možné provádět pro rovný terén (flat) nebo pro terén s reálným výškopisem. Typ zemského povrchu (landuse) lze volit jednotný (např. typ AGRI - zemědělské plodiny) nebo lze použít reálná data pro jednotlivé výpočetní segmenty – toto nastavení bylo použito pro prezentovaný výpočet.

Pro charakterizaci aerosolů lze nastavit velikost AMAD, pro prezentovaný výpočet byl použit AMAD=1 μm, tj. jemné aerosoly.

Pro modelování vymývání aktivity při dešti lze volit alternativně dvě formule - podle ECOSYS a podle RODOS, pro prezentovaný výpočet byla použita mocninná formule, používaná v programech COSYMA a RODOS.



Diskuse

Demonstované výsledky modelování šíření radioaktivních látek v ovzduší ukazují vcelku dobrou, akceptovatelnou shodu jak z hlediska kvalitativního, tj. vymezení oblastí, kde lze očekávat významné dopady úniku, tak i z hlediska kvantitativního, tj. odhadu úrovně dopadů úniku.

Určité rozdíly v prognóze dopadů úniku lze přičíst jednak použití různých modelů šíření a nastavení jejich parametrů, jednak rozdílnému kroku modelování použitému při výpočtu.

Závěr

Výsledky modelování – byť se jednalo o hypotetický scénář – ukazují, že v případě nepříznivého souběhu vývoje úniku a meteorologických podmínek (zejména silného deště) nelze vyloučit možnost výskytu lokálních oblastí s vyšší úrovní dopadů i ve větších vzdálenostech od zdroje úniku.

To ukazuje na potřebu rozsáhlejšího monitorování i ve vzdálenějších oblastech od místa úniku, kde modelové prognózy naznačují možný výskyt vyšších úrovní dopadů - vhodnými postupy a prostředky pro monitorování v takovýchto případech se věnuje práce „Monitorování kontaminovaného území v pozdní fázi nehody – Šumava 2012“ [4].

[1] ESTE ETE Klient/server verzia SÚRO 1.02, Abmerit-Ing. Peter Čarný, Trnava, Slovensko, http://www.abmerit.sk/EN/ESTE_EDU_ETE.aspx
[2] HARP verze xxx, P. Pecha a R. Hofman, ÚTIA AV ČR, Praha, ČR, <http://havarp.uti.cas.cz/harp/index.htm>
[3] Barbora Marešová, Zdeněk Prouza, Petr Kuča, Irena Češpírová: Modelový příklad aplikace OIL, DRO 2012, 5-10.11.2012, Třeboň, ČR
[4] Irena Češpírová, Aleš Froňka, Lubomír Gryc, Jan Helebrant, Kateřina Navrátilová-Rovenská, Zdeněk Prouza, Martina Škáblová: Monitorování kontaminovaného území v pozdní fázi nehody - Šumava 2012, DRO 2012, 5-10.11.2012, Třeboň, ČR