



Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.  
140 00 Praha 4, Bartoškova 28

**Mapy obsahu  $^{137}\text{Cs}$  ve smrkových kůrách lesního ekosystému České republiky v roce 2010**

**Zpráva SÚRO č. 28 / 2011**

<b>Autoři</b>	<b>Helena Pilátová</b>	<b>SÚRO</b>
	<b>Ivan Suchara</b>	<b>VÚKOZ</b>
	<b>Petr Rulík</b>	<b>SÚRO</b>
	<b>Julie Sucharová</b>	<b>VÚKOZ</b>
	<b>Jan Helebrant</b>	<b>SÚRO</b>
	<b>Marie Holá</b>	<b>VÚKOZ</b>

VÚKOZ – Výzkumný ústav Silva Taraoucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v.v.i.

**SÚRO - Vypracováno v rámci projektu Institucionálního výzkumu MV v 2011**

**VÚKOZ - Vypracováno v rámci aktivit VÚKOZ k plnění mezinárodních závazků**

**ČR (úmluva o omezování znečištění ovzduší, program OSN EHK**

**ICP- Vegetace 1995 a 2005) a výzkumného záměru VÚKOZ, úkol II.01**

**MZP0002707301 v r. 2010/2011.**

Vzorky zajistil VÚKOZ.

**Praha 2011**

## Obsah

1	Anotace.....	2
2	Cíl a účel projektu.....	2
3	Úvod.....	2
4	Původ dat, způsob odběru a měření.....	3
5	Vyhodnocení a zobrazení dat v mapách.....	3
6	Doplňující informace o srážkách.....	4
7	Závěr.....	4
8	Literatura.....	4
9	Obrázky.....	5

### 1 Anotace

Ve zprávě jsou uvedeny mapy obsahu  $^{137}\text{Cs}$  ve smrkových kůrách lesního ekosystému pocházejících z testů jaderných zbraní v atmosféře, které vrcholily v 60. letech minulého století, a z havárie JE Černobyl. Mapy jsou doplněny o informace o srážkách v době průchodu kontaminovaných vzdušných hmot nad územím ČR, které zapříčinily nehomogenitu rozložení tohoto spadu.

### 2 Cíl a účel projektu

Vytvoření přehledné mapy kontaminace smrkových kůr České republiky  $^{137}\text{Cs}$  moderními zobrazovacími prostředky v bodové variantě a ve variantě vyhlazené pomocí metody Multilevel B-spline [3]. Mapy slouží SÚJB a případně dalším resortům pro získání přehledu o velikosti kontaminace a jejího rozložení po území ČR a pro odhad možného přestupu  $^{137}\text{Cs}$  do plodin.

### 3 Úvod

Lesní ekosystém je poměrně složitou strukturou, kde dynamika a distribuce různých látek má své specifické charakteristiky. Mnohé látky setrvávají v tomto ekosystému déle než v ekosystémech jiných.

V rámci mezinárodního programu OSH EHK ICP - Vegetace [1] monitorování aktuální úrovně atmosférického spadu vybraných prvků provádí VÚKOZ v pětiletých intervalech odběry a chemické analýzy vhodných bioindikátorů na zhruba 200 lesních monitorovacích plochách rozmístěných po celé ČR. V roce 2010/2011 v rámci úkolu II.01 výzkumného záměru MZP0002707301 pracovníci VÚKOZ provedli odběry vzorků smrkové kůry na ca 250 místech dlouhodobě využívaných jako trvalé monitorovací plochy ČR. Část každého vzorku připravili k chemické analýze (sušení, mletí, přesetí na velikostní frakce) a zbylou část nenamletých vzorků poskytli ke stanovení aktivity  $^{137}\text{Cs}$ . Ve spolupráci s VÚKOZ provedl SÚRO retrospektivní stanovení obsahu  $^{137}\text{Cs}$  v archivovaných vzorcích smrkových kůr odebraných v biomonitorovacím programu z roku 2010.

K současné kontaminaci půdy  $^{137}\text{Cs}$  přispěly 2 zdroje: testy jaderných zbraní v atmosféře, které vrcholily v 60. letech minulého století, a černobylská havárie.

Kontaminace povrchu z testů jaderných zbraní v 60. letech byla na území ČR obdobné velikosti jako po havárii černobylské, samozřejmě díky odstupu obou událostí, příspěvek černobylské kontaminace v současné době může být vyšší. Oba příspěvky nejsou jednoduše rozlišitelné.

Distribuce  $^{137}\text{Cs}$  po havárii JE Černobyl nebyla na území ČR homogenní. Její nehomogenita byla způsobena koincidencí lokálních srážek s průchodem kontaminovaného mraku (několik průchodů v různých směrech). Vyšší hodnoty byly nalezeny v oblasti bývalého Severomoravského kraje a Jihočeského kraje.

#### **4 Původ dat, způsob odběru a měření**

Mapy jsou zpracovány na základě měření vzorků smrkových kůr odebraných VÚKOZ v roce 2010. Odběry proběhly na celém území ČR v síti lokalit asi  $15 \times 15$  km. Na každé lokalitě byla vybrána plocha přibližně  $50 \times 50$  m, z níž byly odebrány vzorky kůry ze vzrostlých smrků (60-80 let). Lehce uvolnitelné kousky vnější smrkové kůry cca 2 mm silné byly z kmenů odlupovány dlátem. Vzorky kůry byly odebírány po celém obvodu kmenů v pásu kolem výčetní výšky  $130 \pm 10$  cm nad zemí. Místa kmenů, kde byla kůra porostlá epifyty, pokrytá pryskyřicí, znečištěna exkrementy ptáků nebo silně poškozená kůrovcem, nebyla pro odběr kůry použita. Kůra byla vysušena na vzduchu v bezprašném prostředí, nebyla mleta.

Veškerá měření aktivity  $^{137}\text{Cs}$  a vyhodnocení naměřených dat byla provedena v SÚRO na Oddělení spektrometrie. Byly použity polovodičové germaniové detektory (HPGe) o účinnostech 10 % až 150%.

#### **5 Vyhodnocení a zobrazení dat v mapách**

Pro mapu aktivit  $^{137}\text{Cs}$  ve smrkových kůrách z roku 2010 byly využity výsledky z měření 255 vzorků.

Hodnoty hmotnostních aktivit  $^{137}\text{Cs}$  v kůrách jsou zobrazeny jednak bodově a jednak ve vybarvených plochách metodou B-spline v programu SAGA GIS [3]. Výsledky zobrazení jsou na obrázcích 1a a 1b.

Rozdělení hmotnostní koncentrace  $^{137}\text{Cs}$  v kůrách odebraných v roce 2010 v kvantilovém grafu pro log-normální rozdělení je uvedeno na obrázku 2. Statistické charakteristiky pro celou ČR a odděleně pro oblast s vyšším počernobylským spadem (bývalý Severomoravský a Jihočeský kraj) získané z dat za předpokladu jejich log-normálního rozdělení jsou uvedeny v tabulce 1. Střední hodnota kontaminace určená ze zobrazení pomocí metody B-Spline je 12,8 Bq/kg. Všechny výsledky a statistická zpracování jsou uloženy v databázi SÚRO [2].

**Tabulka 1** Statistické charakteristiky obsahu  $^{137}\text{Cs}$  v kůrách odebraných v roce 2010 (aktivita vztažena k 8.7.2010)

	Počet dat	GP	GSD	AP
Oblast		[Bq/kg]		[Bq/kg]
Celá ČR	255	9,29	2,2	12,5
JČ a SM	66	12,1	2,2	16,6
ČR bez JČ a SM	189	8,48	2,1	11,1

**Poznámky**

GP - geometrický průměr, GSD - geometrická směrodatná odchylka, AP - aritmetický průměr

JČ - bývalý Jihočeský kraj, SM – bývalý Severomoravský kraj

## 6 Doplnující informace o srážkách

Pro doplnění informací zde uvádíme na obrázku 3 i srážkové mapy pro dobu průchodu hlavních kontaminovaných vzdušných hmot pro jednotlivé dny, kdy srážky byly větší než 0 mm. Srážkové mapy byly vytvořeny tak, že z publikace [1] byly naskenovány obrázky, které byly následně georeferencovány podle hranic ČR v programu v Quantum GIS - tj. obrázky byly posazeny do geografických souřadnic a následně vytvořeny vektorové vrstvy ve formátu shapefile, do kterých byly hranice srážkových kategorií manuálně obkresleny (neboli byla provedena vektorizace vrstvy). K této vrstvě pak byla doplněna i atributová tabulka s hodnotami.

Hlavní depozice aktivity zřejmě proběhla v době srážkových událostí 1 a 2 (30.4. – 5.5.1986); pozdější srážky (8.5.1986) vzhledem k nižším aktivitám v ovzduší přispěly k celkové depozici radionuklidů méně.

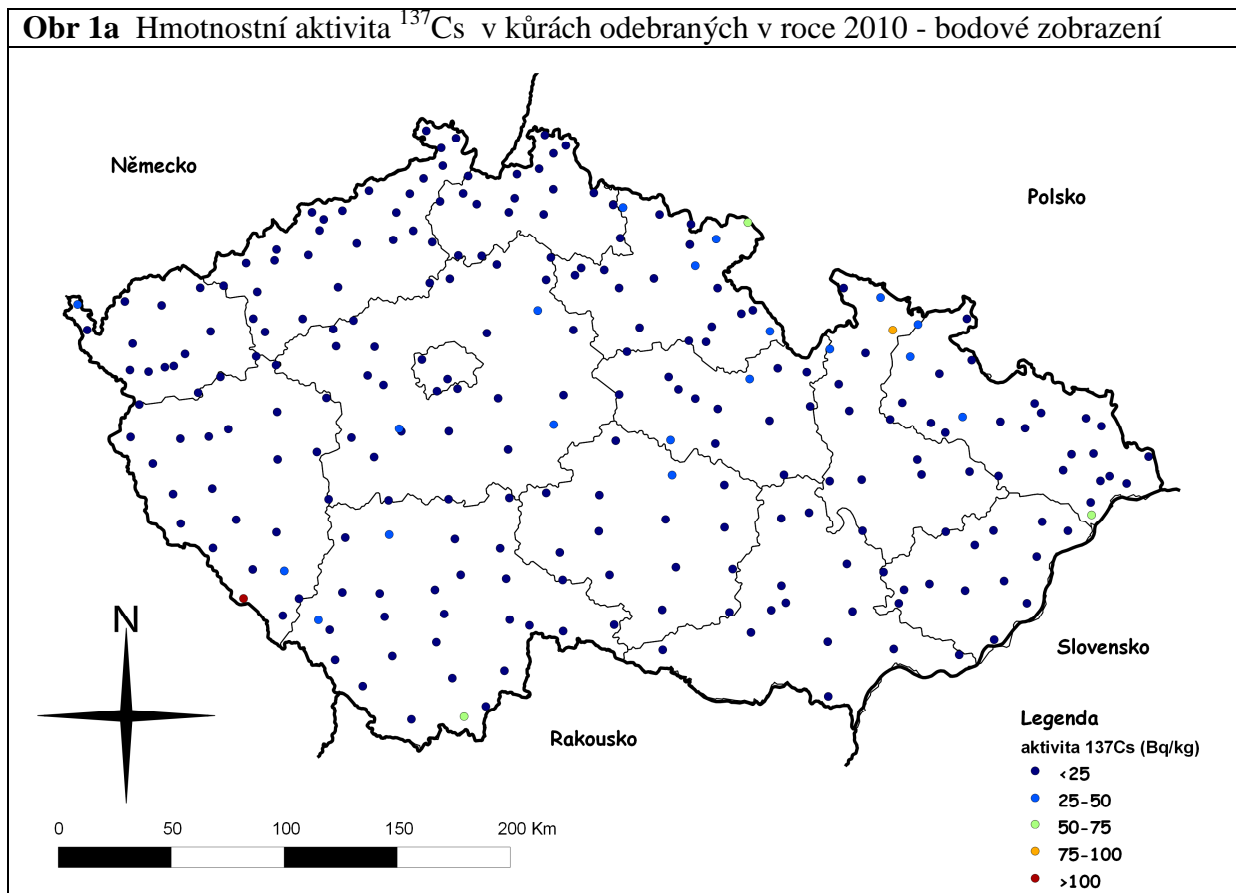
## 7 Závěr

- Rozložení obsahu  $^{137}\text{Cs}$  v kůrách České republiky odpovídá rozložení počernobylských srážek.
- Plošná vyhlazená zobrazení jsou přehlednější než zobrazení bodová.
- Geometrický průměr aktivity  $^{137}\text{Cs}$  v kůrách odebraných v roce 2010 z log-normálního rozdělení je 9,29 Bq/kg, aritmetický průměr z log-normálního rozdělení je 12,5 Bq/kg, aritmetický průměr z prokladu metody B-Spline je 12,8 Bq/kg.

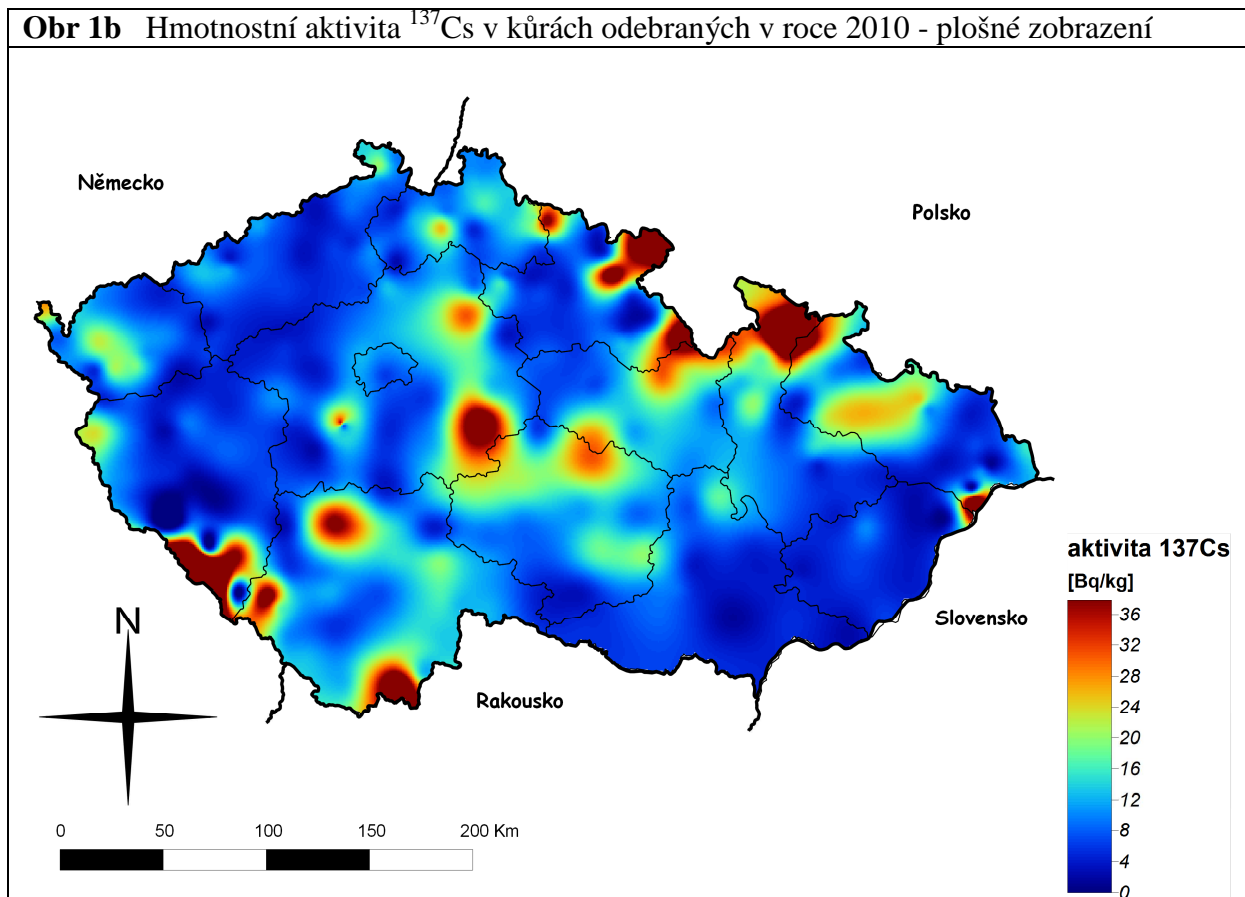
## 8 Literatura

- 1 <http://icpvegetation.ceh.ac.uk/>
- 2 Databáze SÚRO – Obsah  $^{137}\text{Cs}$  v kůrách ČR odebraných v roce 1995 (v excelu)
- 3 SAGA (System for Automated Geoscientific Analyses), [www.saga-gis.org](http://www.saga-gis.org)

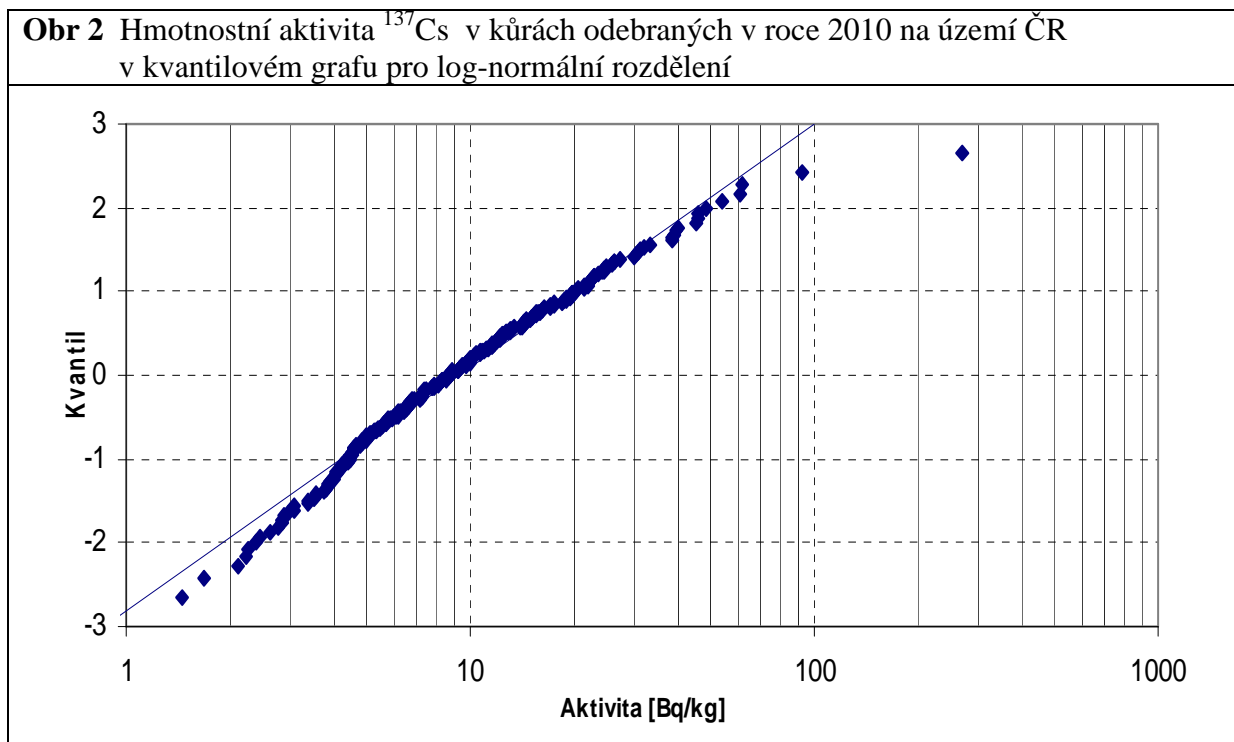
Obr 1a Hmotnostní aktivita  $^{137}\text{Cs}$  v kůrách odebraných v roce 2010 - bodové zobrazení



**Obr 1b** Hmotnostní aktivita  $^{137}\text{Cs}$  v kůrách odebraných v roce 2010 - plošné zobrazení



**Obr 2** Hmotnostní aktivita  $^{137}\text{Cs}$  v kůrách odebraných v roce 2010 na území ČR v kvantilovém grafu pro log-normální rozdělení



**Obr 3** Velikost srážek na území ČR v době průchodů kontaminované vzdušiny po havárii JE Černobyl v období 30.4.-9.5. 1986. Postupně od shora dolů:  
 1) 30.4.-1.5., 2) 4.-5.5., 3) 7.-8.5., 4) 8.-9.5.

