



Projekt MV - VI20192022153

Optimalizace postupů pro realizaci rostlinné výroby na území zasaženém jadernou havárií

9/2019 – 12/2022



Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice



- SÚRO:** P. Ručík, J. Škrkal, V. Záhorová, J. Helebrant, H. Pilátová, E. Schlesingerová, J. Burianová
ČZU: E. Pecharová, D. Komínková, J. Vacula, I. Kašparová
JU ČB: J. Procházka, J. Brom, V. Nedbal, M. Musil, K. Křováková
ENKI: J. Pokorný, L. Kröpfelová, P. Hesslerová, Z. Benedová, J. Šulcová
+ IRB: S. Isachenko, G. Sedukova

Zaměření projektu - Vývoj a ověření SW pro předpověď úrovně kontaminace rostlin v závislosti na obsahu RN v půdě a na půdních charakteristikách.

Hlavní výsledky projektu

- **Software RadBio - RadBio-JE a RadBio-CR**

SW a dokumentace jsou dostupné na <https://github.com/juhele/RadBio>

- **Metodika - Optimalizace postupů pro realizaci rostlinné výroby na území zasaženém jadernou havárií**

Metodika byla schválena SÚJB

Tištěná verze - ISBN 978-80-7458-138-0

Vedlejší výsledky projektu

Informativní video (<https://youtu.be/vM-sRPEXvow>) a **články**

+ vzorkování v okolí JE + experimenty v HK

SW RadBio - predikce kontaminace rostlin kořenovým systémem

3 RN - ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{240}Pu

70 druhů rostlin - 8 skupin a 20 podskupin

Skupiny: Obiloviny Okopaniny Luskoviny Olejníky Pícniny Zelenina Chmel Ovoce

Typy půd

Značení	Popis
1 PT01	Černozemě
2 PT02	Hnědozemě
3 PT03	Luvizemě
4 PT04	Rendziny a pararendziny
5 PT05	Regozemě
6 PT06	Kambizemě
7 PT07	Kambizemě dystrické, podzoly
8 PT08	Rankery, litozemě
9 PT09	Silně svažitá půdy
10 PT10	Pseudogleje
11 PT11	Fluvizemě
12 PT12	Černice
13 PT13	Gleje
14 PT14	Ostatní
15 PT15	Všechny

Druhy půd

Značení	Druh půdy
A	Písčité (písky, štěrky) až hlinitopísčité
B	Písčitohlinité až hlinité
C	Jílovitohlinité až jílovité
D	Jíly
E	Všechny (A až D)

Agrochemické charakteristiky půdy - pH, obsah K, Cox, Ca, Mg, P

Hodnoty AGRCH (prům., min. a max.) jsou publikovány pro kombinaci dvojic „typ kultury x druh půdy“

Typy kultur

1	Orná půda	4	Ovocný sad
2	Chmelnice	5	TTP (trvalý travní porost)
3	Vinice		

Tvorba SW a naplnění databáze pozemků daty pro okolí JE

Přestup RN z půdy do rostlin – komplexní děj

- 1) fyzikálně-chemických vlastnostech RN
- 2) formě spadu
- 3) době od spadu
- 4) druhu rostliny
- 5) charakteristikách půdy
- 6) postupech hospodaření
- 7) klimatických podmínkách

Transferový koeficient (TK) - podíl aktivity RN v rostlině a aktivity RN v půdě.

Různé jednotky – v SW $(\text{Bq/kg nativ})/(\text{Bq/m}^2)$ (půda do hl. 20 cm)

Databáze LPIS (Land Parcel Information System), která slouží pro evidenci využití zemědělské půdy hospodařícími subjekty (<https://eagri.cz/public/web/mze/farmar/LPIS>).

RÚIAN (Registr územní identifikace, adres a nemovitostí) (<https://www.cuzk.cz/ruian>).

Katalog BPEJ (Bonitované půdně ekologické jednotky), který slouží k hodnocení produkční schopnosti zemědělských půd (<http://bpej.vumop.cz/>).

Zpráva ÚKZÚZ (Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský) – hodnoty AGRCH (druh půdy x typ kultury).

Česká geologická služba – zakoupena část dat.

SW RadBio

$$A_{Rostlina} = TK_{Time} \cdot TK_{AGRCH} \cdot C_{P\u00fata} \cdot C_{Klima} \cdot C_{Ostatn\u00ed} \cdot A_{P\u00fata} \cdot C_{P\u0159em\u011bna} \cdot NF$$

↙ IRB ↘

$$A_{Rostlina} = TK^{Agr} \cdot A_{P\u00fata} \cdot C_{P\u0159em\u011bna} \cdot NF$$

$A_{Rostlina}$ - aktivita RN v rostlin\u011b v (Bq/kg nativn\u00ed hm.)

TK^{AGR} - z\u00e1vislost TK na dob\u011b\u011b od depozice (hav\u00e1rie) „agregovan\u011b“ s dal\u0161\u00edmi prom\u011benn\u00fdmi v (Bq/kg)/(Bq/m²)

TK_{Time} - z\u00e1vislost TK na dob\u011b\u011b od depozice (hav\u00e1rie) v (Bq/kg)/(Bq/m²)

TK_{AGRCH} - z\u00e1vislost TK na hodnot\u00e1ch AGRCH (Cs - K; Sr a Pu - pH)

$C_{P\u00fata}$ - korekce na agrochemick\u00e9 z\u00farodn\u011bn\u00ed p\u00fady

C_{Klima} - korekce na klimatick\u00e9 podm\u00ednky (teplota, sr\u00e1\u017dky)

$C_{Ostatn\u00ed}$ - korekce na ostatn\u00ed vlivy

$A_{P\u00fata}$ - plo\u0161n\u00e1 aktivita RN v (Bq/m²)

$C_{P\u0159em\u011bna}$ - korekce aktivity RN v p\u00fcd\u011b na radioaktivn\u00ed p\u0159em\u011bu

NF - n\u00e1sob\u00edc\u00ed faktor

Koeficienty (budou) z\u00edsk\u00e1ny z empirick\u00fdch dat

SW RadBio

$$A_{Rostlina} = TK_{Time} \cdot TK_{AGRCH} \cdot C_{P\ddot{u}da} \cdot C_{Klima} \cdot C_{Ostatn\acute{i}} \cdot A_{P\ddot{u}da} \cdot C_{P\ddot{r}em\acute{e}na} \cdot NF$$

$$TK_{Time} = a_{Time} \cdot e^{b_{Time} \cdot T}$$

3 navazující fce, 2 „zlomové“ roky (T – doba od havárie)

$$TK_{AGRCH-Cs} = a_{Cs} \cdot e^{b_{Cs} \cdot K}$$

$$TK_{AGRCH-Sr} = a_{Sr} \cdot e^{b_{Sr} \cdot pH} \quad (\text{podobně Pu})$$

$$TK_{AGRCH} = (0,5; 1)$$

Charakter fcí převzat z IRB

Korekce na AGRCH zúrodnění

$$C_{P\ddot{u}da} = a \cdot I_{z\ddot{u}rodn\acute{e}n\acute{i}} + b$$

$$I_{z\ddot{u}rodn\acute{e}n\acute{i}} = f(AGRCH)$$

Menší vliv (v rozsahu 0,5 – 1,0)

$$C_{Ostatn\acute{i}} = a_{RN} \cdot e^{b_{RN} \cdot T_P}$$

Malý vliv (jednotky % ročně)

(T_P – doba od stanovení aktivity v půdě)

$$C_{P\ddot{r}em\acute{e}na} = e^{\frac{-\ln(2) \cdot T_P}{T_{1/2}}}$$

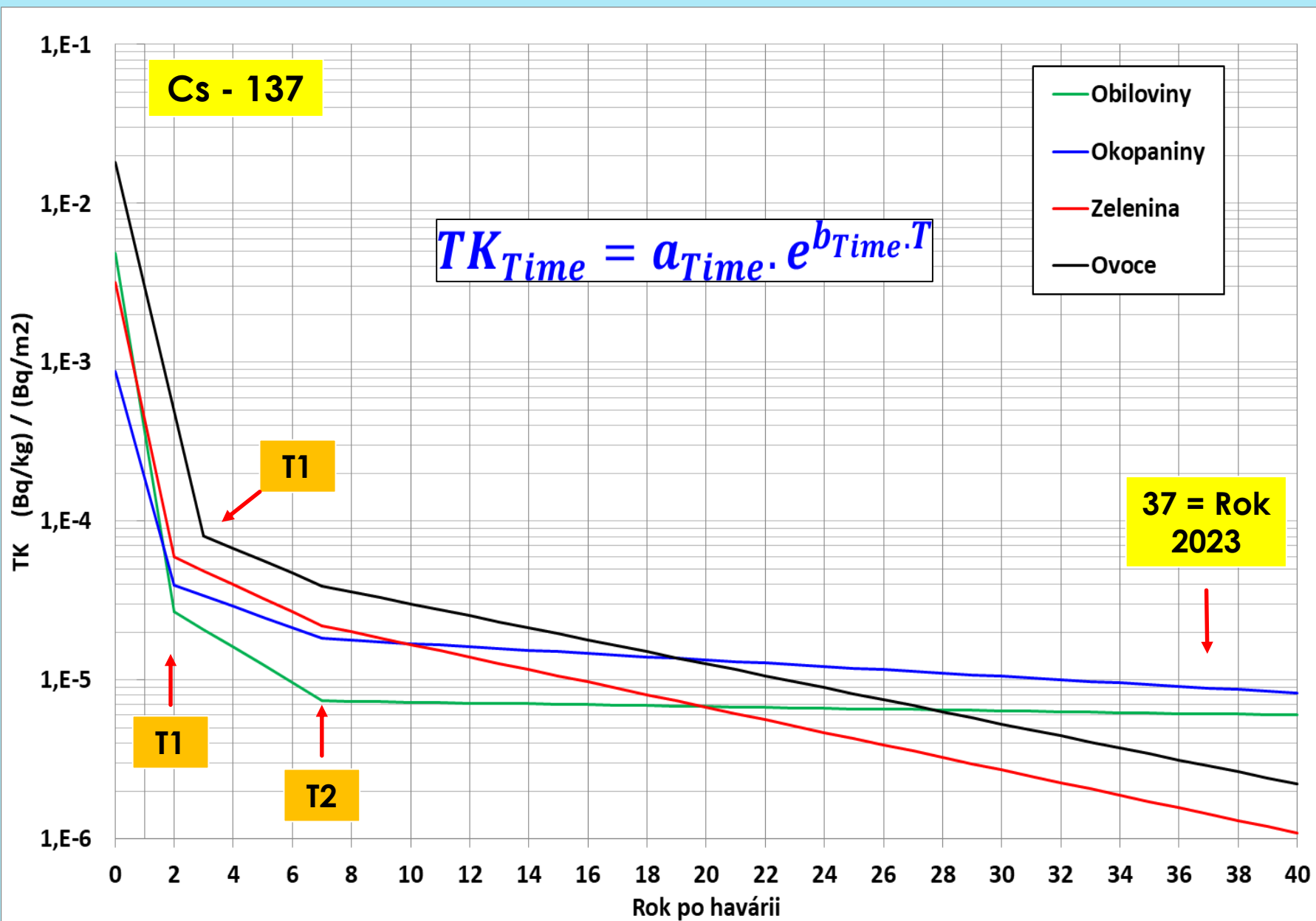
Malý vliv. Přeměnou se meziročně sníží v půdě aktivita

^{137}Cs o 2,3% ^{90}Sr o 2,4% ^{240}Pu o 0,01%.

C_{Klima} , NF - libovolné

$TK_{Time} (TK^{Agr})$

$$A_{Rostlina} = TK_{Time} \cdot TK_{AGRCH} \cdot C_{P\ddot{u}da} \cdot C_{Klima} \cdot C_{Ostatn\acute{i}} \cdot A_{P\ddot{u}da} \cdot C_{P\ddot{r}em\acute{e}na} \cdot NF$$



Konstrukce TK_{Time} pro Cs

- Využita empirická data akt. v rostlině 1986-2014 vztažená k GP akt. v půdě ČR v 1986 GP = 2 160 Bq/m² s 1 dělicím bodem (1. a 3. část fce).
- 2. část funkce dodefinována dle IRB
- Jednotka: (Bq/kg) / (Bq/m²) (nativní hmotnost rostliny)
- Ostatní skupiny – jako zelenina

Konstrukce TK_{Time} Sr a Pu

TK Sr – koef. a 5x vyšší, koef. b stejný jako u Cs

TK Pu – koef. a 100x nižší, koef. b stejný jako u Cs

TK jsou zadány pro každou dvojici *typ půdy x rostlina* a *druh půdy x rostlina*.

SW RadBio

RadBio-JE - plugin v prostředí GIS (Python) - vstupem je databáze „pozemků“ okolí JE s atributy

	Reálná DB	Fiktivní DB - plná verze	Fiktivní DB - malá verze
Okolí EDU (R = 24 km, 2 153 km ²)	43 000	10 000	520
Okolí ETE (R = 18 km, 1 251 km ²)	79 000	22 000	360

Každý pozemek – 60 atributů

Identifikátor pozemku, kód katastru, okresu, **Název obce**, okresu, kraje

Typ a druh půdy, typ kultury, hodnoty AGRCH – závislé na kombinaci druh půdy x typ kultury

Aktivita v půdě – ze spadu k roku havárie (B-spline) nebo **konkrétní měření na pozemku v zadaném roce**, defaultně použita upravená data z databáze aktivity ¹³⁷Cs v půdě po havárii JE Černobyl (Cs x1 000, Sr x100, Pu x10)

Výstup - mapa okolí JE a tabulka se všemi vstupními a predikovanými hodnotami aktivity ve vybrané rostlině pro zadaný rok pro všechny pozemky včetně predikce roku poklesu aktivity pod zadanou mez.

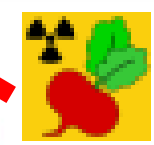
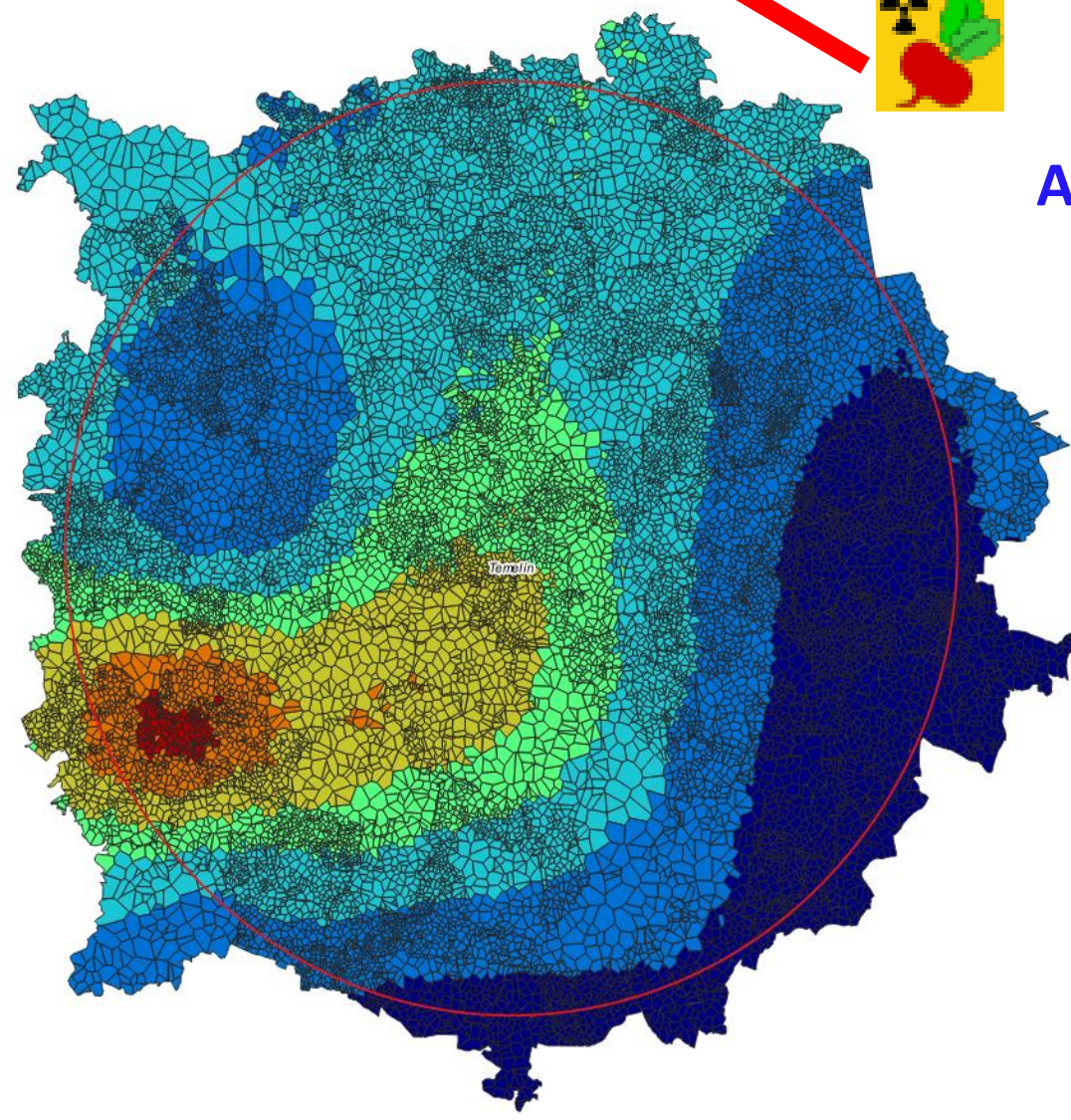
RadBio-CR - desktopová aplikace (Python) - ručně zadaný vstup

Výstup - graf časového vývoje aktivity v rostlinách a tabulka

Vrstvy

- ☑ ETE circle_18km_UTM33N_v3_red
- ☑ DEMO1-1_ETE_fields_18km_UTM33N_v3
- ☑ < 1000000
- ☑ 1000000 - 2000000
- ☑ 2000000 - 3000000
- ☑ 3000000 - 4000000
- ☑ 4000000 - 5000000
- ☑ 5000000 - 6000000
- ☑ > 6000000
- ☑ 00_EDU_ETE_points_UTM33N_EDU_ETE

RadBio-JE



Okolí ETE

Aktivita ¹³⁷Cs v půdě

Vrstva s atributy dílů půdních bloků

00_EDU_ETE_points_UTM33N EDU_ETE_points

Rok havárie

2020

Volba funkce TK

Druh pudy

C-Půda

Cs-137

Sr-90

Pu-240

a -0,50 -0,50 -0,50

b 1,00 1,00 1,00

C-Ostatní

Cs-137

Sr-90

Pu-240

a 1,00 1,00 1,00

b -0,02 -0,02 -0,02

C-Klima

1,00

NF

1,00

 Použít agregovaný TK Použít aktivity ve spadu (B-Spline)

Výběr rostliny

Skupina

Podskupina

Druh rostliny

Luskoviny

Všechny

Všechny

Popis:

Luskoviny všechny

Část rostliny:

zrno

Rok predikce aktivity v rostlinách

2021

Mezní aktivity

Cs-137

Sr-90

Pu-240

10 10 10

Mezní aktivity v jednotkách [Bq/kg] v rostlinách pro predikci roku.

Výpočet aktivit radionuklidů se provádí na základě výše zvolených parametrů. Výsledky vypočtů jsou přidány do vybrané vektorové vrstvy s přidáním dalších sloupců s odpovídajícími názvy.

Provést výpočet

Vrstva s atributy dílů půdních bloků

00_EDU_ETE_points_UTM33N_EDU_ETE_points

Rok havárie

2020

Volba funkce TK

Druh pudy

C-Půda

Cs-137

Sr-90

Pu-240

a -0,50 -0,50 -0,50

b 1,00 1,00 1,00

C-Ostatní

Cs-137

Sr-90

Pu-240

a 1,00 1,00 1,00

b -0,02 -0,02 -0,02

C-Klima 1,00

NF 1,00

 Použít agregovaný TK Použít aktivity ve spadu (B-Spline)

Výběr rostliny

Skupina

Podskupina

Druh rostliny

Obiloviny

obiloviny jarní

pšenice jarní

Popis:

Pšenice jarní

Část rostliny:

zrno

Rok predikce aktivity v rostlinách

2025

Mezní aktivity

Cs-137

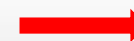
Sr-90

Pu-240

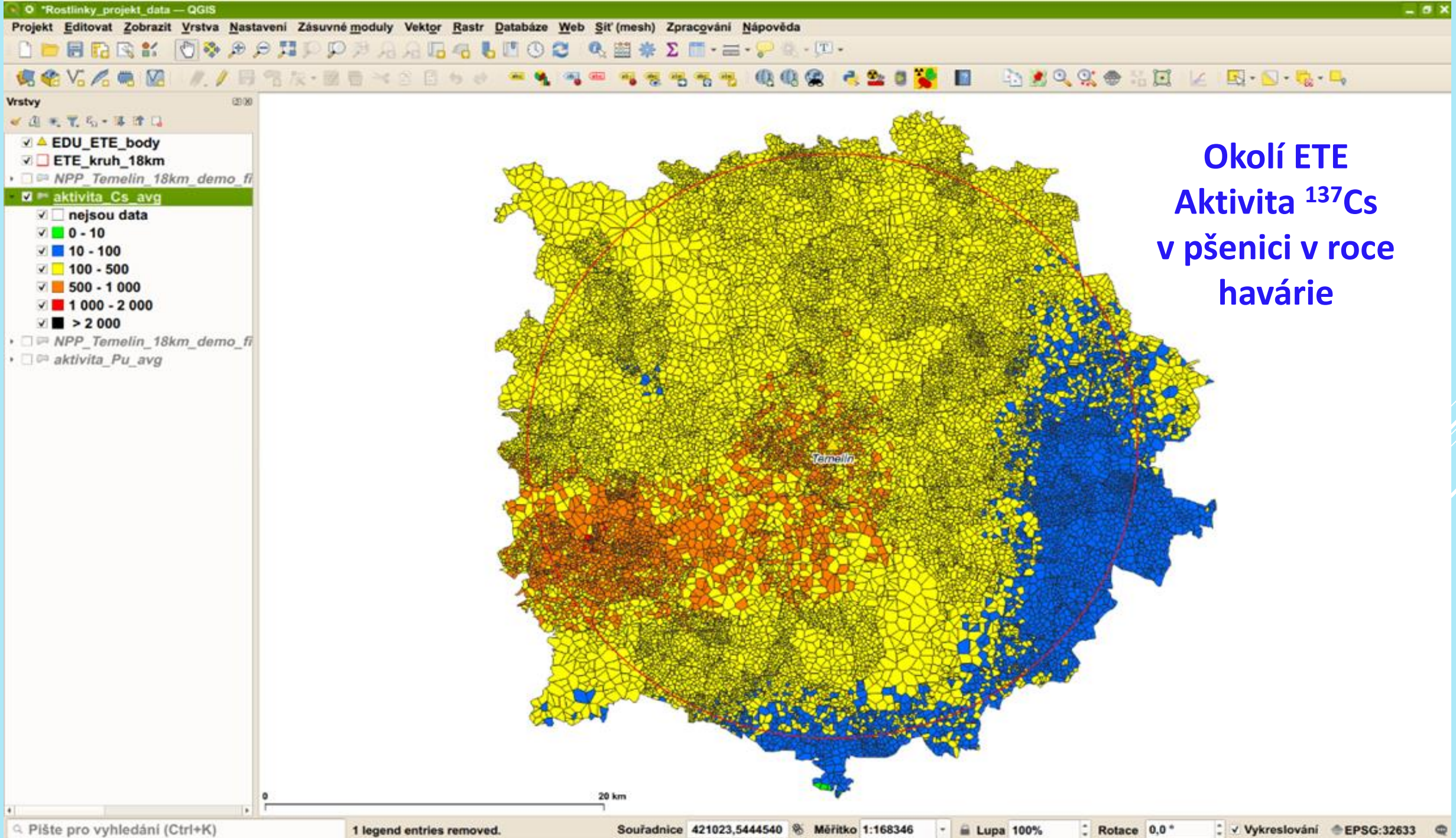
1000 100 100

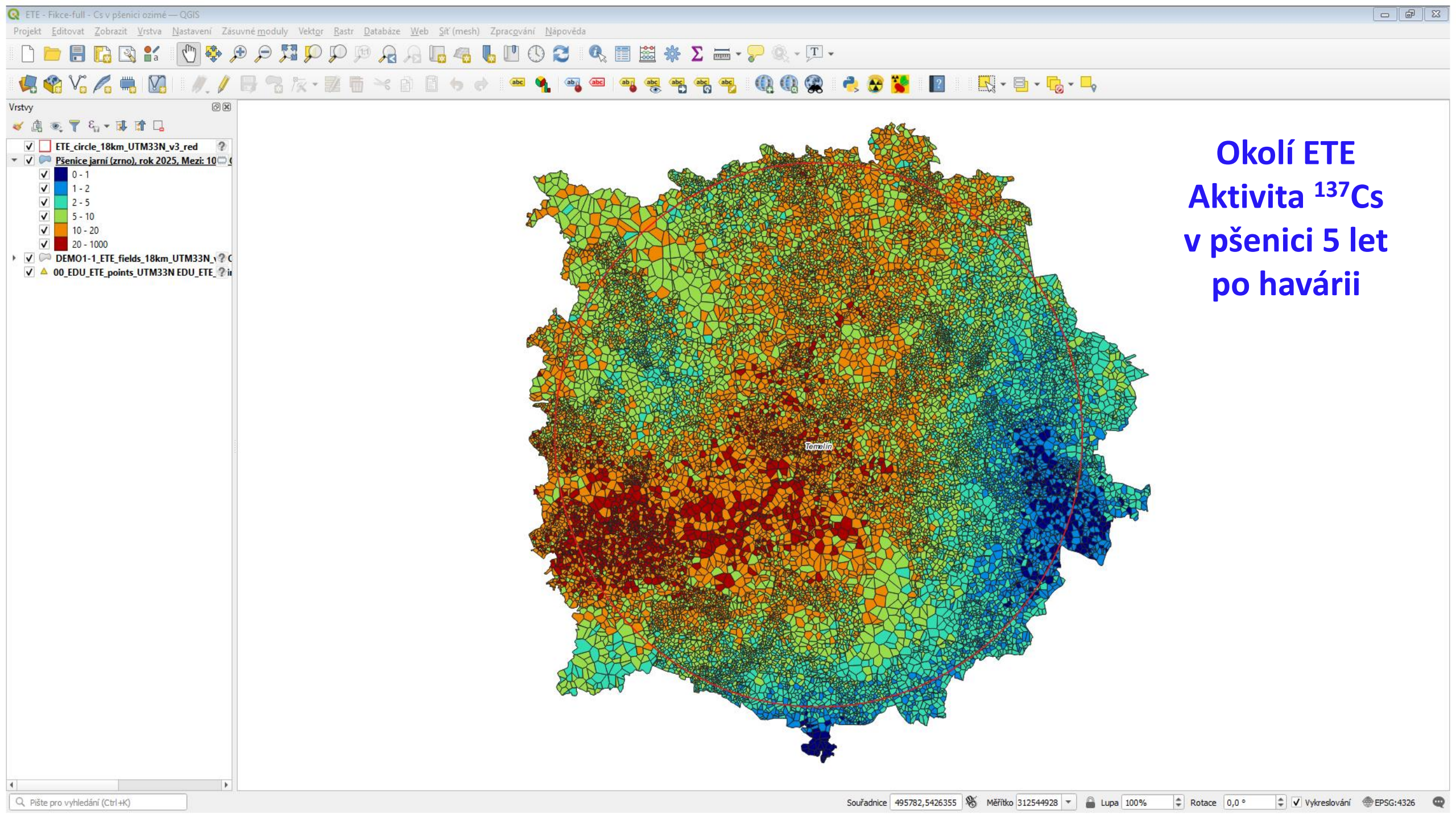
Mezní aktivita v jednotkách [Bq/kg] v rostlinách pro predikci roku.

Výpočet aktivit radionuklidů se provádí na základě výše zvolených parametrů. Výsledky vypočtů jsou přidány do vybrané vektorové vrstvy s přidáním dalších sloupců s odpovídajícími názvy.



Provést výpočet





Okolí ETE
Aktivita ^{137}Cs
v pšenici 5 let
po havárii

Vstupní data

Roky po havárii:

Volba funkce TK

Druh půdy:

Typ půdy:

Druh půdy:

Použít agregovaný TK

Volba AGRCH

Kultura:

Druh půdy:

pH:

Cox, mg/kg:

Ca, mg/kg:

K, mg/kg:

Mg, mg/kg:

P, mg/kg:

Aktivita v půdě, Bq/m2

Cs-137:


Sr-90:

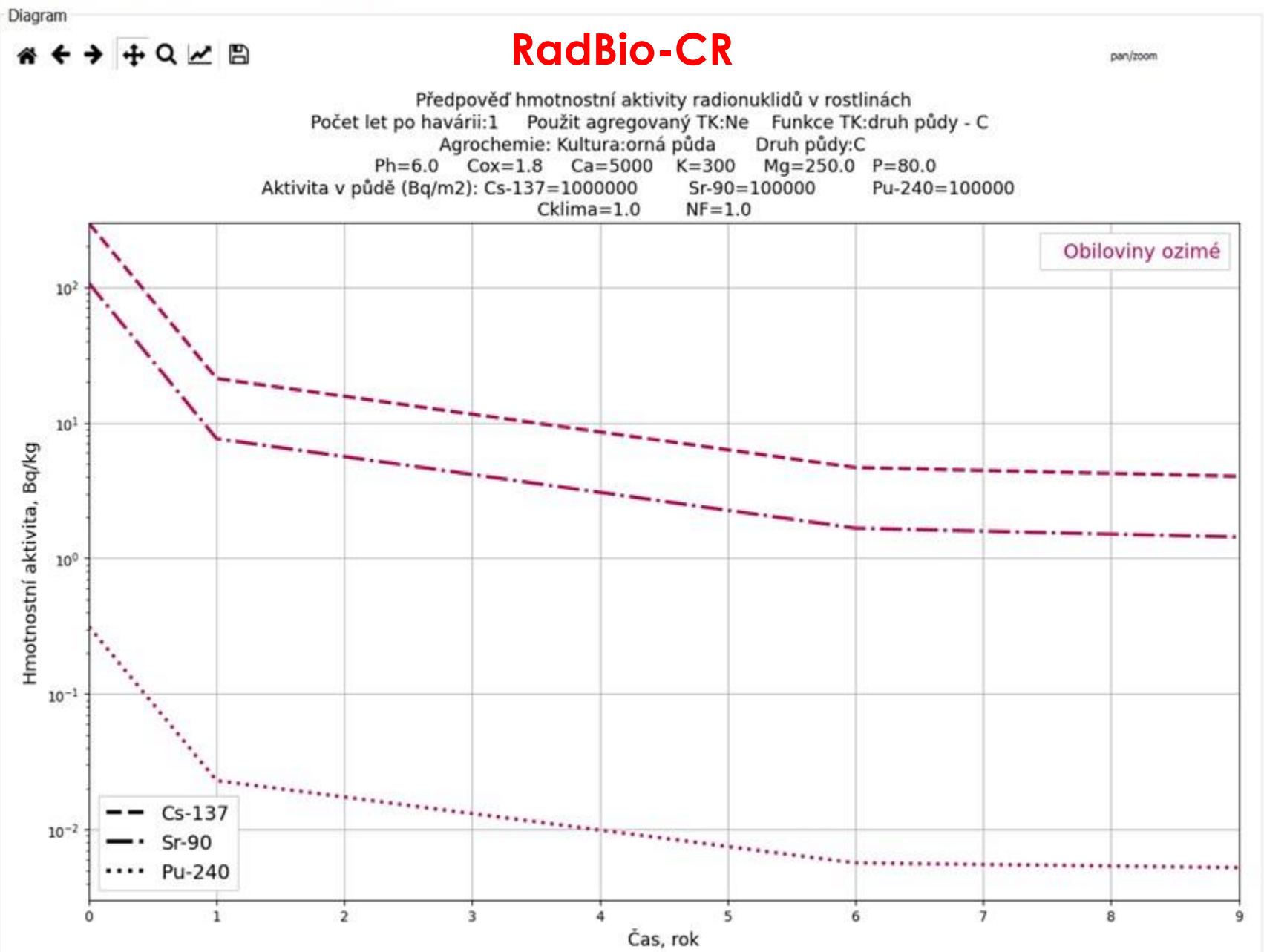
Pu-240:

Clima:

NF:

Výběr rostlin

- Obiloviny
 - Obiloviny ozimé 
 - Obiloviny jarní
 - Pšenice
 - Ječmen
- Okopaniny
- Luskoviny
- Olejníky
- Pícniny
- Zelenina
- Chmel
- Ovoce



Vstupní data

Roky po havárii: 1

Volba funkce TK: Druh půdy, Typ půdy (PT03), Druh půdy (C), Použít agregovaný TK

Volba AGRCH: Kultura (orná půda), Druh půdy (C), pH (6,00), Cox (1,80), Ca (5000), K (300), Mg (250,0), P (80,0)

Aktivita v půdě, Bq/m2: Cs-137 (1000000,00), Sr-90 (100000,00), Pu-240 (100000,00)

Klima (1,00), NF (1,00)

Export do Excelu

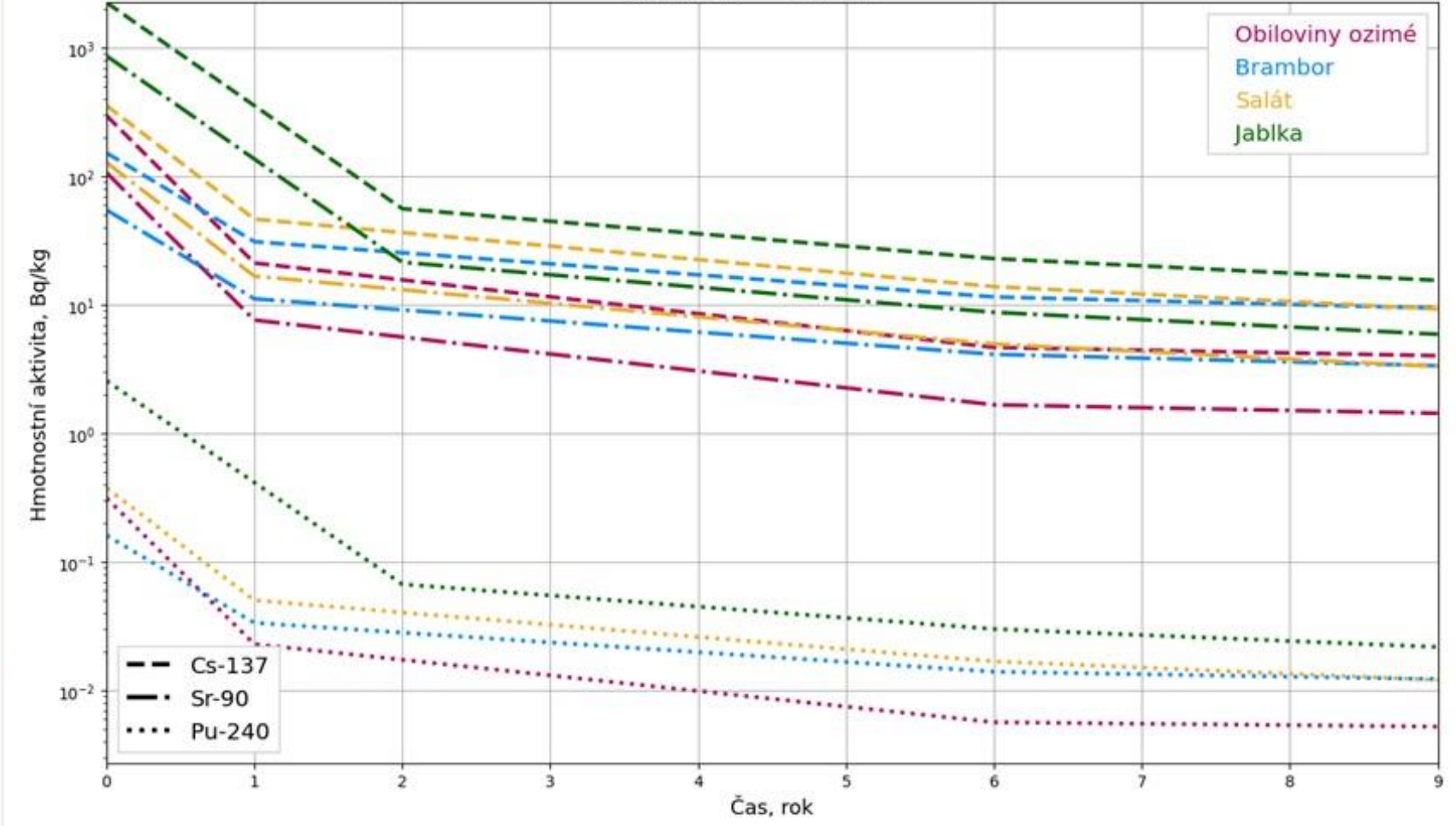
Výběr rostlin

- Obiloviny
 - Obiloviny ozimé
 - Obiloviny jarní
 - Pšenice
 - Ječmen
- Okopaniny
 - Okopaniny hlíznaté
 - Brambor
 - Topinambur
 - Okopaniny tykvovité
 - Okopaniny bulevnaté
- Luskoviny
- Olejníny
- Pícniny
- Zelenina
 - Zelenina listová
 - Salát
 - Špenát
 - Kapusta kadeřavá
 - Zelenina košťálová
 - Zelenina kořenová
 - Zelenina plodová
 - Zelenina cibulová
- Chmel
- Ovoce
 - Vínice
 - Ovoce - malvice
 - Jablka
 - Hrušky
 - Jeřabiny
 - Ovoce - peckovice
 - Ovoce - bobule
 - Suché plody

Diagram



Předpověď hmotnostní aktivity radionuklidů v rostlinách
 Počet let po havárii:1 Použit agregovaný TK:Ne Funkce TK:druh půdy - C
 Agrochemie: Kultura:orná půda Druh půdy:C
 Ph=6.0 Cox=1.8 Ca=5000 K=300 Mg=250.0 P=80.0
 Aktivita v půdě (Bq/m2): Cs-137=1000000 Sr-90=100000 Pu-240=100000
 Cklima=1.0 NF=1.0



Vstupní data

Roky po havárii: 1

Volba funkce TK

Druh půdy: [vypádnutí]
 Typ půdy: PT03
 Druh půdy: C
 Použít agregovaný TK:

Volba AGRCH

Kultura: orná půda
 Druh půdy: C
 pH: 6,00
 Cox, mg/kg: 1,80
 Ca, mg/kg: 5000
 K, mg/kg: 300
 Mg, mg/kg: 250,0
 P, mg/kg: 80,0

Aktivita v půdě, Bq/m²

Cs-137: 1000000,00 Vymazat
 Sr-90: 0,00 Vymazat
 Pu-240: 0,00 Vymazat

Klima: 1,00
 NF: 1,00

Export do Excelu

Výběr rostlin

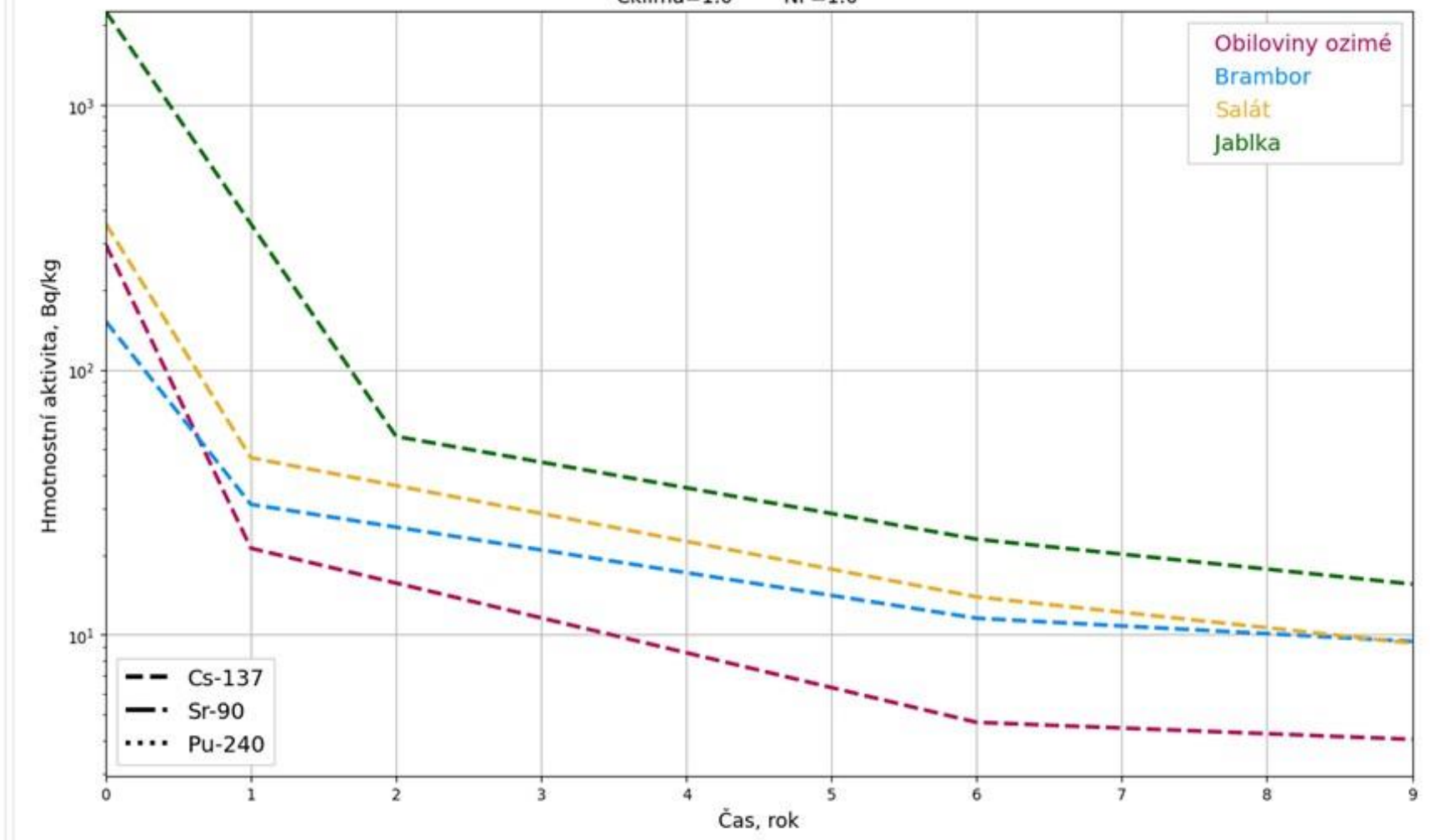
- Obiloviny
 - Obiloviny ozimé
 - Obiloviny jarní
 - Pšenice
 - Ječmen
- Okopaniny
 - Okopaniny hlíznaté
 - Brambor
 - Topinambur
 - Okopaniny tykvovité
 - Okopaniny bulevnaté
- Luskoviny
- Olejníny
- Pícniny
- Zelenina
 - Zelenina listová
 - Salát
 - Špenát
 - Kapusta kadeřavá
 - Zelenina košťálová
 - Zelenina kořenová
 - Zelenina plodová
 - Zelenina cibulová
- Chmel
- Ovoce
 - Vínice
 - Ovoce - malvice
 - Jablka
 - Hrušky
 - Jeřabiny
 - Ovoce - peckovice
 - Ovoce - bobule
 - Suché plody

Diagram



pan/zoom

Předpověď hmotnostní aktivity radionuklidů v rostlinách
 Počet let po havárii: 1 Použit agregovaný TK: Ne Funkce TK: druh půdy - C
 Agrochemie: Kultura: orná půda Druh půdy: C
 Ph=6.0 Cox=1.8 Ca=5000 K=300 Mg=250.0 P=80.0
 Aktivita v půdě (Bq/m²): Cs-137=1000000 Sr-90=0 Pu-240=0
 Cklima=1.0 NF=1.0



Nastavení hodnot koeficientů

Poločas rozpadu (roky)			
Cs-137	Sr-90	Pu-240	
<input type="text" value="30,167"/>	<input type="text" value="28,797"/>	<input type="text" value="6561,000"/>	
<input type="button" value="Resetovat hodnoty"/>			
C-Půda			
	Cs-137	Sr-90	Pu-240
a	<input type="text" value="-0,50"/>	<input type="text" value="-0,50"/>	<input type="text" value="-0,50"/>
b	<input type="text" value="1,00"/>	<input type="text" value="1,00"/>	<input type="text" value="1,00"/>
<input type="button" value="Resetovat hodnoty"/>			
C-Ostatní			
	Cs-137	Sr-90	Pu-240
a	<input type="text" value="1,000"/>	<input type="text" value="1,000"/>	<input type="text" value="1,000"/>
b	<input type="text" value="-0,020"/>	<input type="text" value="-0,020"/>	<input type="text" value="-0,020"/>
<input type="button" value="Resetovat hodnoty"/>			
Mezní hodnoty AGRCH			
	Dolní mez	Horní mez	
pH	<input type="text" value="2,50"/>	<input type="text" value="9,00"/>	
Cox, %	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="6,60"/>	
Ca, mg/kg	<input type="text" value="30"/>	<input type="text" value="120 000"/>	
K, mg/kg	<input type="text" value="20"/>	<input type="text" value="8 500"/>	
Mg, mg/kg	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="7 200"/>	
P, mg/kg	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="10 000"/>	
<input type="button" value="Resetovat hodnoty"/>			
Počet let pro zobrazení předpovědi	<input type="text" value="10"/>		
<input type="button" value="Uplatnit změny"/>			

Referenční informace

Typy půd

- PT01 - Černozemě
- PT02 - Hnědozemě
- PT03 - Luvizemě
- PT04 - Rendziny a pararendziny
- PT05 - Regozemě
- PT06 - Kambizemě
- PT07 - Kambizemě dystrické, podzoly, ...
- PT08 - Rankery, litozemě
- PT09 - Silně svažitě půdy
- PT10 - Pseudogleje
- PT11 - Fluvizemě
- PT12 - Černice
- PT13 - Gleje
- PT14 - Ostatní
- PT15 - Všechny

Druhy půd

- A - Písčité až hlinitopísčité
- B - Písčitohlinité až hlinité
- C - Jílovitohlinité až jílovité
- D - Jíly
- E - Všechny

Scénáře havárií

Jako ukázkové byly zvoleny 2 scénáře těžké havárie JE a 2 soubory meteo-podmínek.

Meteorologické podmínky

- a) téměř bezvětří - 0,1-0,2 m/s (0,36-0,72 km/h), silný déšť;
- b) vítr 4 m/s (14,4 km/h) směrem na Prahu, bez srážek.

Parametr	ETE
Doba úniku	38 h
Aktivita Cs (Bq)	2×10^{17}
Doba od začátku úniku bez srážek	23 h

← Meteo a)

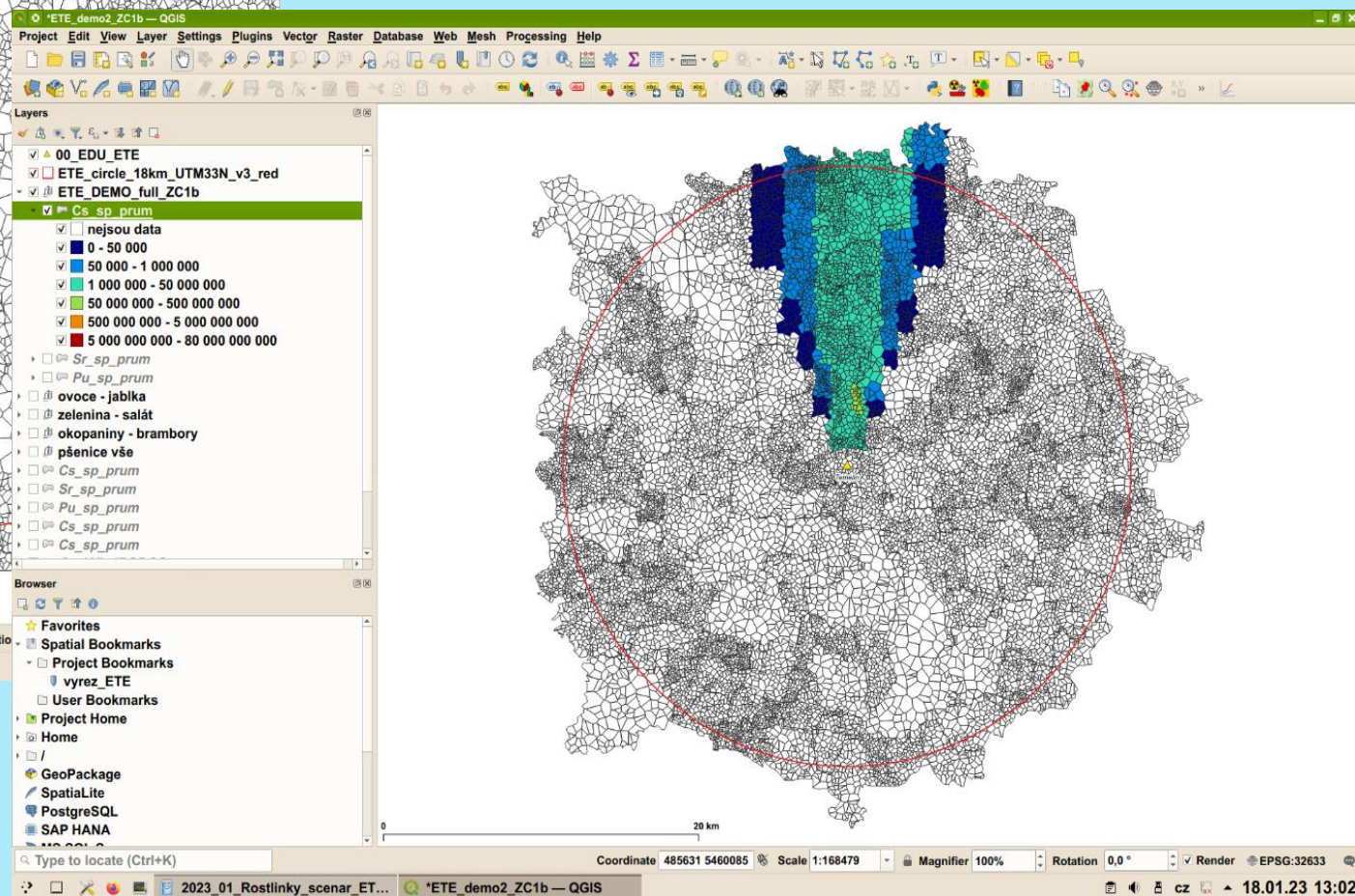
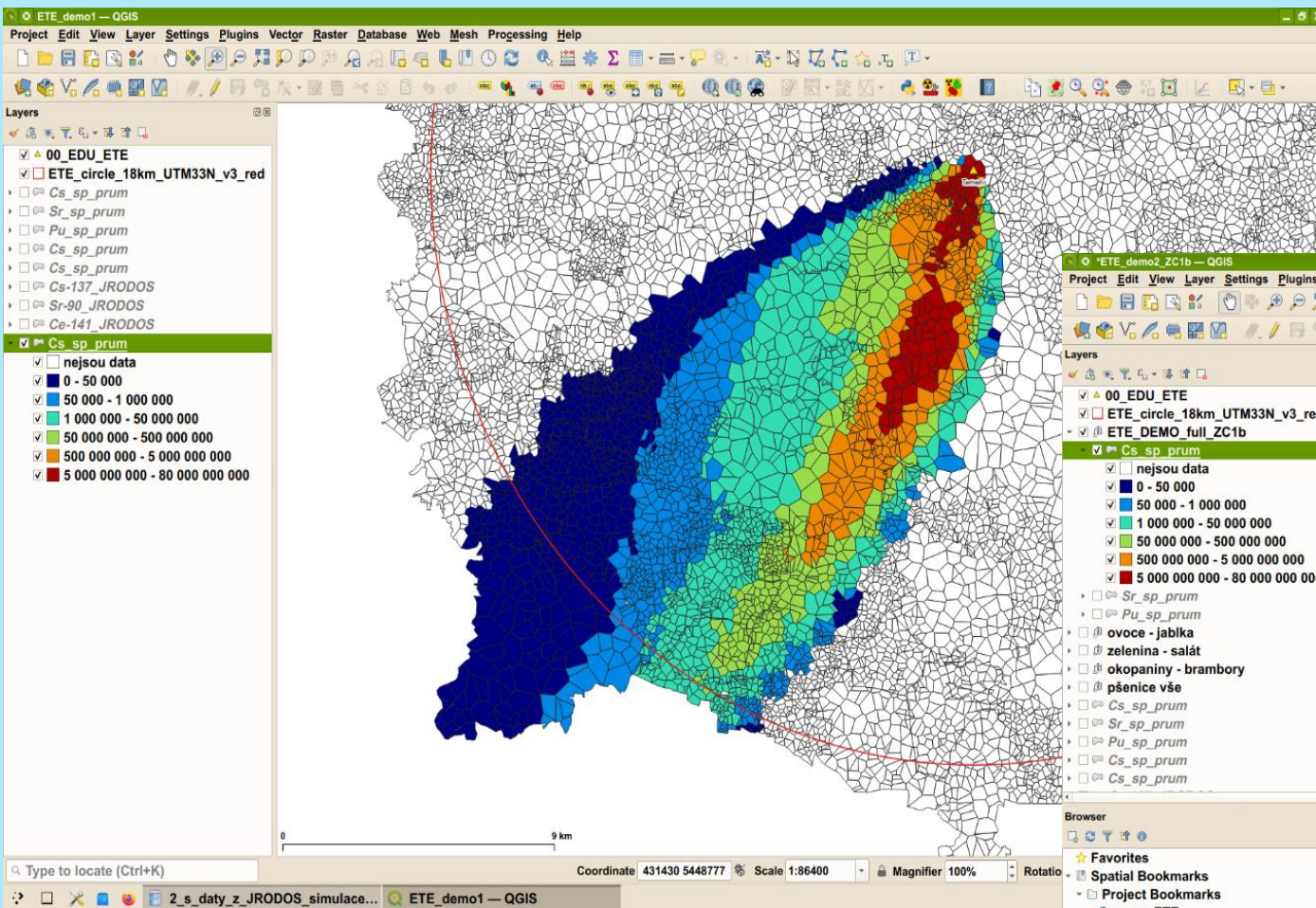
J-Rodos - předpověď distribuce aktivity RN ve spadu v okolí JE

Metoda B-spline - přepočítání aktivity RN z J-Rodos pro jednotlivé pozemky

ETE - Aktivita ^{137}Cs (v Bq/m^2) ve spadu (z B-spline)

Meteo-podmínky a) vyšší srážky, téměř bezvětrí

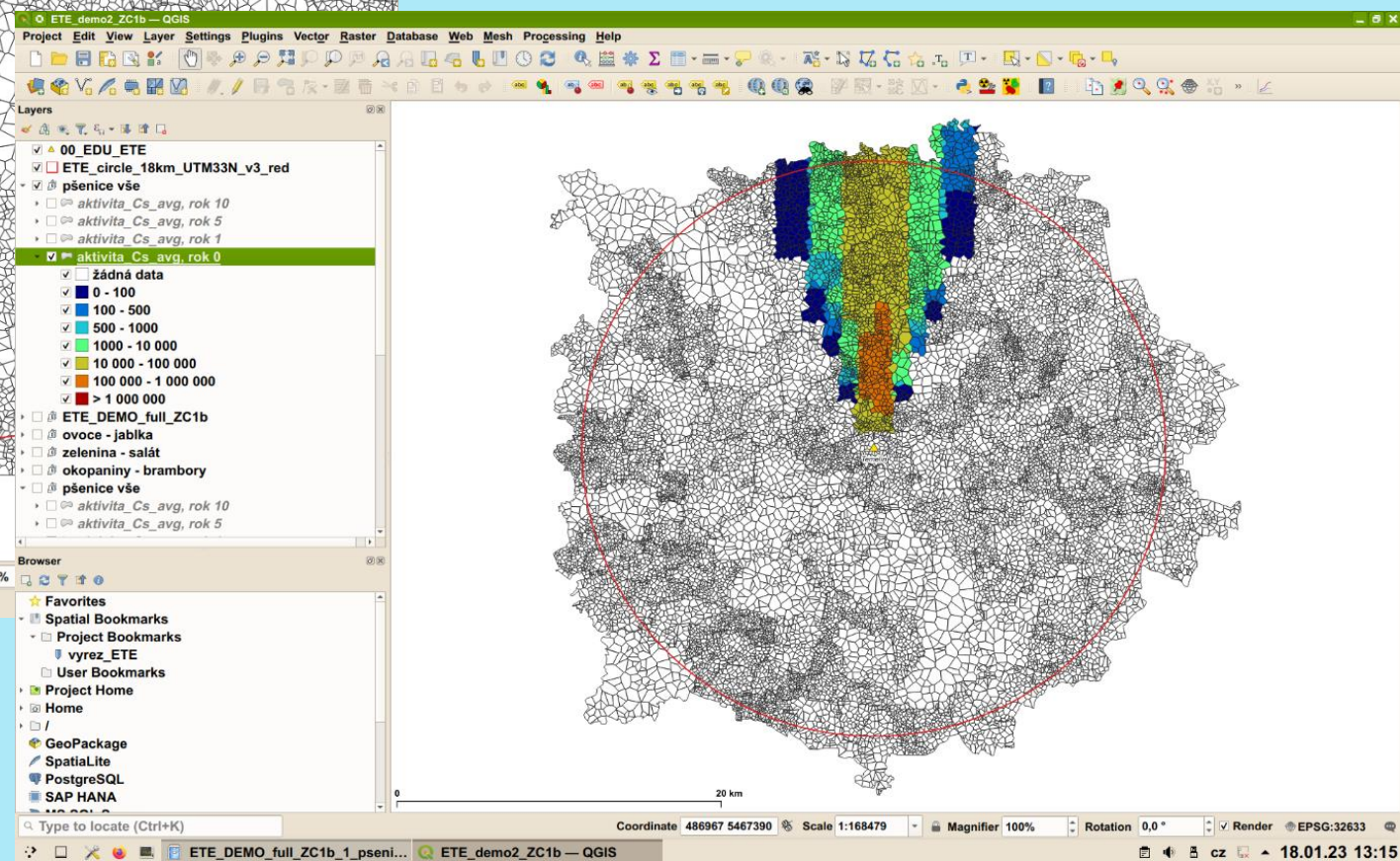
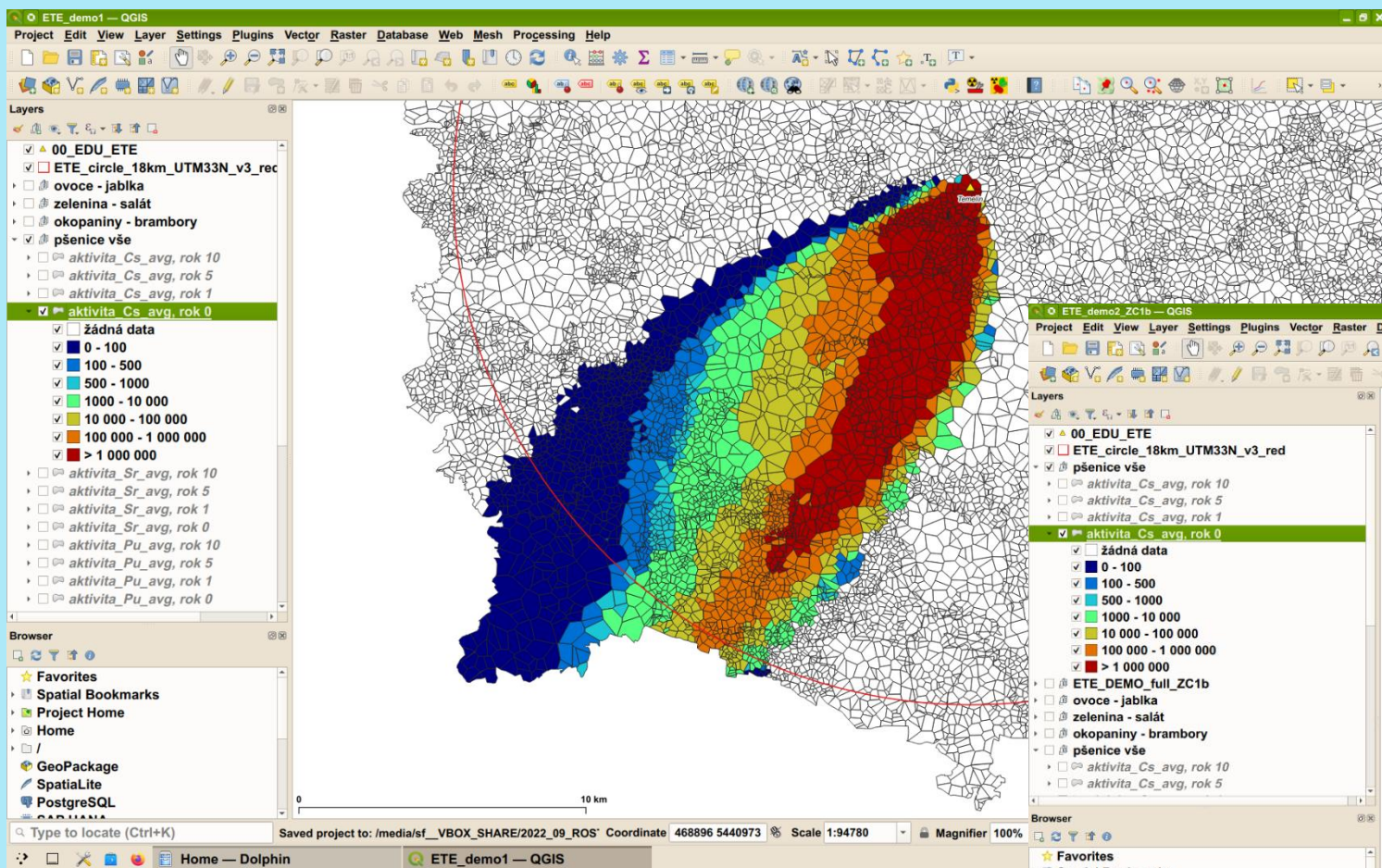
Meteo-podmínky b) bez srážek, vítr 4 m/s



ETE - Aktivita ^{137}Cs (v Bq/kg) v obilí

Meteo-podmínky a) vyšší srážky, téměř bezvětrí

Meteo-podmínky b) bez srážek, vítr 4 m/s



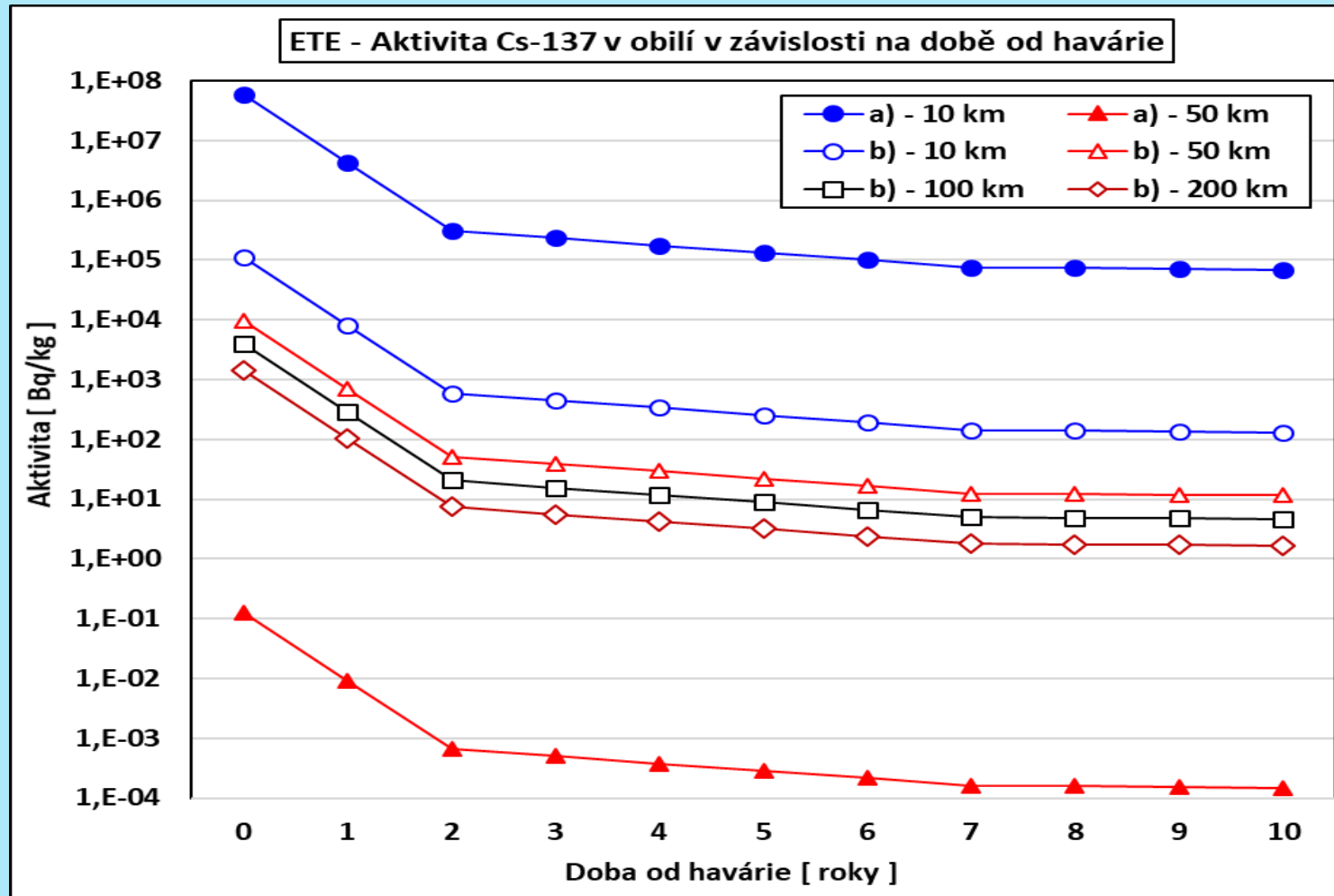
ETE - Predikce aktivity Cs-137 v obilí v závislosti na době od havárie v ose šíření (několik výstupů z SW RadBio-CR)

Meteo-podmínky a) i b)

Vzdálenost od JE - 10 až 200 km

Havárie = 0 roků

ETE



Rozdíl 9
řádů

Vzorkování v okolí JE

87 vzorků půd a 89 vzorků rostlin.

Stanovení ^{137}Cs a ve vybraných ^{90}Sr .



Vzorkování v okolí JE

Aktivita v půdě (do hloubky 20 cm)

Cs 137: GP = 1 050 Bq/m² Rozpětí 40 – 7 300 Bq/m²

Sr 90: GP = 170 Bq/m² Rozpětí 30 – 340 Bq/m²

Aktivita v rostlině (Bq/kg sušiny)

Cs 137: GP = 0,22 Rozpětí 0,03 – 12

Sr 90: GP = 1,4 Rozpětí 0,08 – 5,1

TK (Bq/kg suš)/(Bq/m²)

Cs 137: GP = 1,5x10⁻⁴ Rozpětí: 6,3x10⁻⁶ – 7,9x10⁻³

Sr 90: GP = 1,7x10⁻² Rozpětí: 2,7x10⁻⁴ – 1,3x10⁻¹

Poměr TK Sr/Cs

GP = 94 Rozpětí: 11 – 1 270

Hlubková distribuce „plošné aktivity“

80% do 10 cm > 90% do 20 cm

30% do 10 cm 40 % do 20 cm

TK z SW pro r. 2021 (po přepočtu na sušinu 20%)

8,5x10⁻⁶ – 4,7x10⁻⁵ průnik

4,5x10⁻⁵ – 2,4x10⁻⁴ disjunktní

5,0

Námi stanovené GP TK jsou většinou nižší než GP TK z TRS 472, intervaly hodnot však mají nenulový průnik (reálné odběry i SW).

Poloprovozní experimenty s pěstováním rostlin v kontaminované půdě v HK

Pod stany – 6 typů půd (EDU, ETE) – **79% orné půdy ČR a 54% EU**

EDU: Černozem, Kambizem, Hnědozem

ETE: Kambizem, Glej, Fluvizem

150 květináčů 2020: salát, cibule, ředkvičky

2021: ječmen, řepa

Skleníky – půda Glej – 96 květináčů

2021: ředkvičky, salát, řepa – sledování vlivu vlhkosti

Hmotnost půdy – 16 kg (vlhké)

Plocha povrchu půdy – 530 cm²

Kontaminace půdy – zalití roztokem

⁸⁵Sr A = 6 – 8 kBq 110 – 150 kBq/m²

¹³⁴Cs A = 7 – 15 kBq 130 – 280 kBq/m²

Některé květináče – bez aktivity (kontrolní), s přidávkou K nebo Ca

Zalévání – **pod stany** dle potřeby + pravidelná rotace květináčů, **skleníky** – normální podmínky, sucho, mokro

Po každé sklizni – „okopání“, odstranění plevelů

Další experimenty – mimo rámec projektu

2022: pod stany – brambory skleníky – řepa, ředkvičky (různá zálivka)

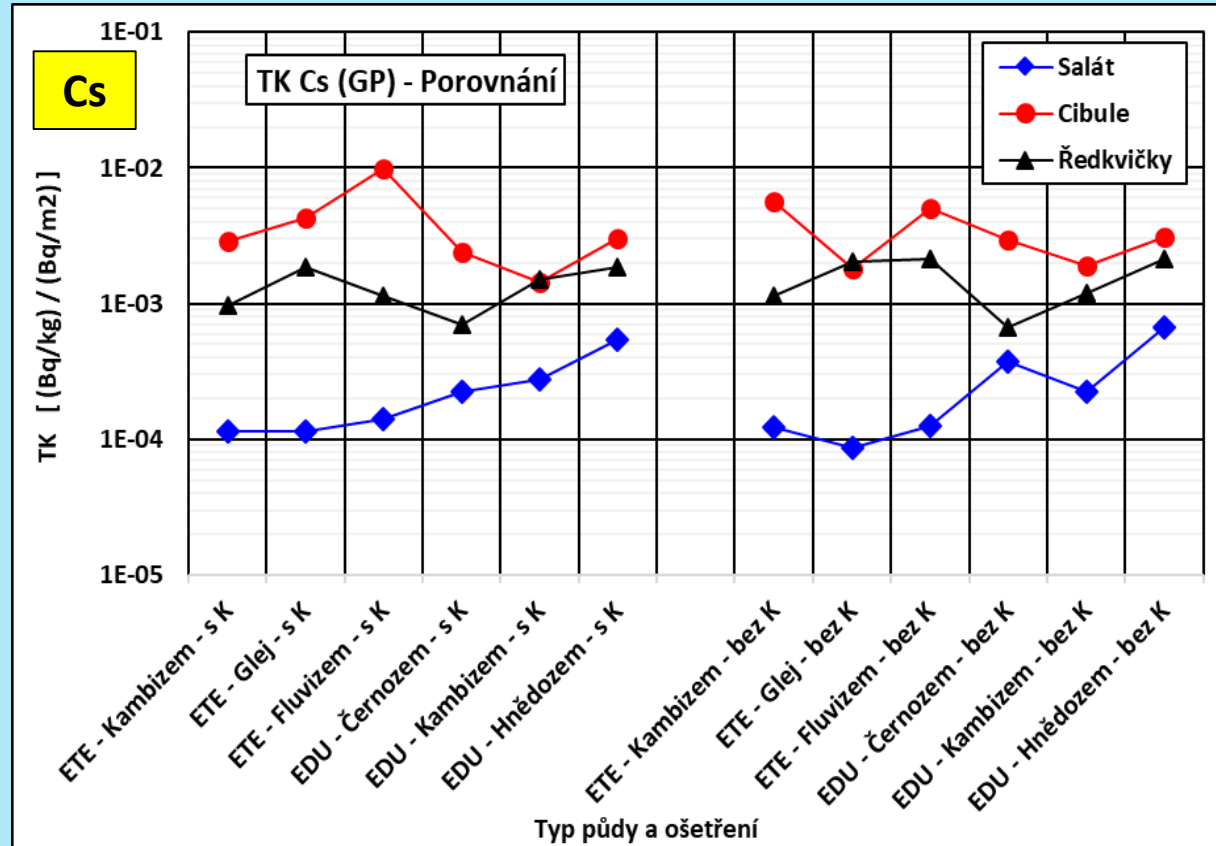
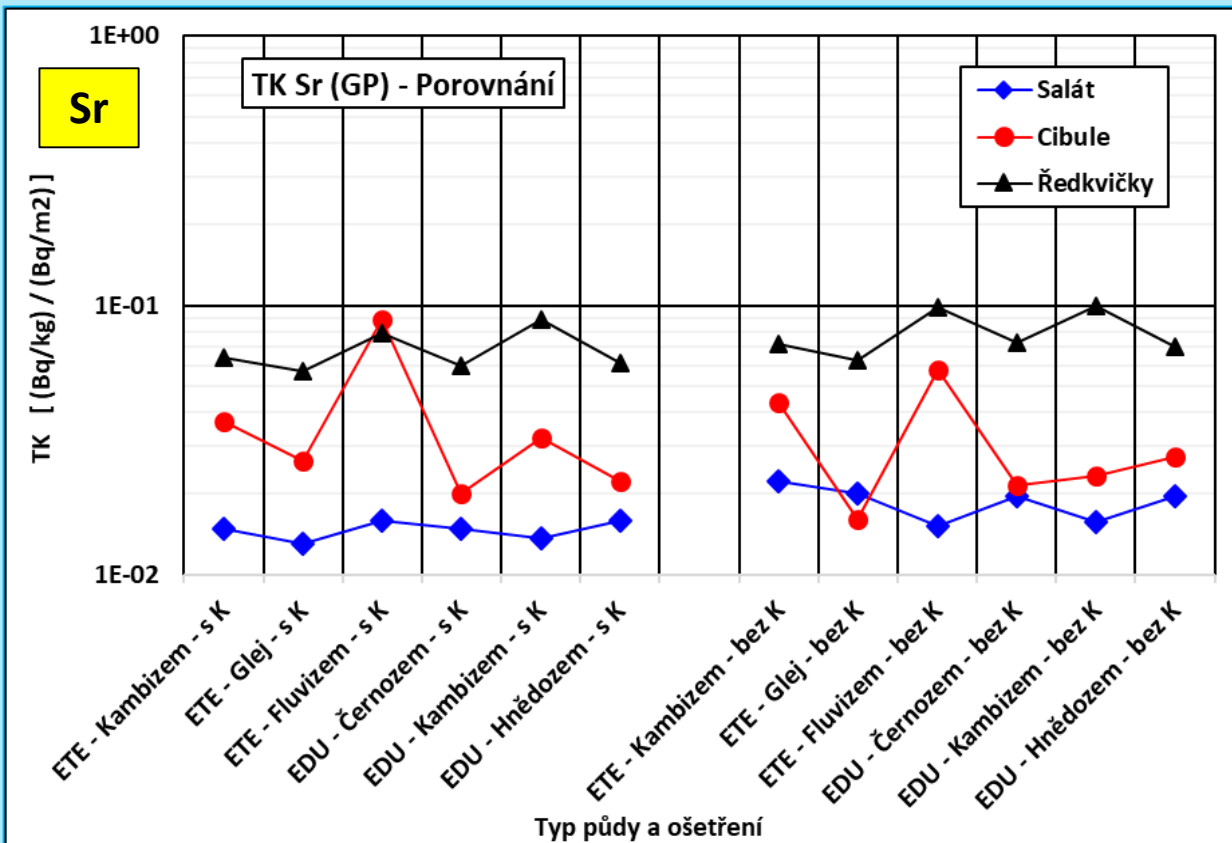
2023: skleníky – řepa, ředkvičky (různá zálivka)





GP TK - Pod stany 2020

Pořadí pěstování – salát, cibule, ředkvičky
(Bq/kg suš.)/(Bq/m²)



Poměr GP TK Cs HK/SW - zelenina (korig. na suš. 20%)

	Rok=0	Rok=1	Rok=2
Salát	0,01	0,09	0,7
Cibule	0,20	1,5	11
Ředkvičky	0,08	0,6	4,5

HK	GP TK Cs	GP TK Sr	Poměr TK HK (Sr/Cs)
Salát	2,0x10 ⁻⁴	1,7x10 ⁻²	GP = 80
Cibule	3,2x10 ⁻³	3,1x10 ⁻²	GP = 10
Ředkvičky	1,3x10 ⁻³	7,3x10 ⁻²	GP = 50

Děkuji za pozornost