

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ



**Sledování množství ^{137}Cs v půdě a vegetaci a plošné měření
dávkového příkonu na vybraných lokalitách – Stvolínky
(k. ú. 758655)**

Bakalářská práce

Autor práce: Michaela Voříšková

Vedoucí práce: RNDr. Emilie Pecharová, CSc.

Praha, 2020

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Michaela Voříšková

Krajinářství

Územní technická a správní služba

Název práce

Sledování množství ^{137}Cs v půdě a vegetaci a plošné měření dávkového příkonu na vybraných lokalitách – Stvolínky (758655)

Název anglicky

Monitoring the amount of ^{137}Cs in soil and vegetation and the blanket measurement of batch power at selected locations – Stvolínky (758655)

Cíle práce

Cílem práce je odebrat reálné vzorky půdy a vegetace v oblasti Stvolínky. Projekt je řešen ve spolupráci se Státním ústavem radiační ochrany jako pilotní projekt pro hodnocení rezidua ^{137}Cs po havarii v Černobylu. Predikce vývoje radiační situace je možné založit na extenzivním průzkumu půd a následně vyhodnotit případné přestupy ^{137}Cs z půd do rostlin. Současně bude provedeno měření dávkového příkonu na sledovaných lokalitách.

Metodika

Na vybraných plochách s rozdílným využíváním (LU/LC) budou odebrány:

1) vzorky půdy z plochy 20 x 20 cm do hloubky 20 cm (3 náhodně vybrané vzorky pro analýzu tzv. směšného vzorku). Množství odebrané půdy je určeno rozměrem vzorku x tři opakování.

2) Odběr biomasy bude proveden v době sklizně popř. v době odhadnutelné nejvyšší biomasy vegetace. Odebírat se budou obiloviny, okopaniny, zeleniny, popř. trvalé travní porosty. Odběry biomasy časově spadají do období červenec – říjen. Jeden vzorek bude vždy tvořit ta část rostliny, která je určena ke konzumaci, druhý vzorek bude tvořen zbytkem rostlinného těla. Množství biomasy je určeno možnostmi na jednotlivých pozemcích, optimální množství je suchý homogenizovaný vzorek o objemu cca 3000 ml.

Získané vzorky půdy budou sušeny při „pokojové teplotě“ v laboratoři FZP (1 – 2 týdny). Po vysušení budou přesátý přes pedologické síto s okem 2 mm. Výsledný vzorek o objemu minimálně 600 ml bude v plastových nádobách předán k dalšímu zpracování na oddělení radioekologie SURO. U půd bude zaznamenána hmotnost po odebrání a hmotnost po vysušení.

U každého vzorku (půd i biomasy) bude pořízena fotografická dokumentace, GPS souřadnice a zakres do katastrální mapy.

Na sledovaných lokalitách včetně navazujícího okolí bude při každém odběru změřen dávkový příkon v micro-Sv/h ($\mu\text{Sv/h}$) detektorem Safecast bGeigie Nano.

Doporučený rozsah práce

35 stran

Klíčová slova

biomasa, cesium, transferový koeficient, zemědělské plodiny

Doporučené zdroje informací

1. Databáze SÚRO – Kontaminace půdy ČR ¹³⁷Cs ČR po havárii JE Černobyl (v excelu) (poskytnutá SURO)
2. Rulík, P., Helebrant, J.: Mapa kontaminace půdy České republiky ¹³⁷Cs po havárii JE Černobyl. Zpráva SÚRO č. 22 / 2011 Státní ústav radiační ochrany, v.v.i. 2011
3. Zpráva o Radiační situaci na území ČSSR po havárii JE Černobyl, Institut hygieny a epidemiologie, Centrum hygieny záření, Praha 10, Šrobárova 48, 1987
4. De Medici, D., Komínková, D., Race, M., Fabbricino, M., Součková, L., 2019: Evaluation of the potential for caesium transfer from contaminated soil to the food chain as a consequence of uptake by edible vegetables. *Ecotoxicology and environmental safety* 171: 558-563.

Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FŽP

Vedoucí práce

doc. RNDr. Emilie Pecharová, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra aplikované ekologie

Elektronicky schváleno dne 13. 3. 2020

prof. Ing. Jan Vymazal, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 15. 3. 2020

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 20. 03. 2020

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci na téma „Sledování množství ^{137}Cs v půdě a vegetaci a plošné měření dávkového příkonu na vybraných lokalitách – Stvolínky (k. ú. 758655)“ vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů. Jsem si vědoma, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla. Jsem si vědoma, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze, dne 29. 03. 2020

.....

Poděkování

Velice ráda bych poděkovala paní doc. RNDr. Emilii Pecharové CSc. vedoucí bakalářské práce, za odborné vedení, za pomoc a rady při zpracování této práce. Mé poděkování patří také pracovníkům Státního ústavu radiační ochrany v Praze, kteří se podíleli na zpracování a vyhodnocení vzorků pro moji práci. Zároveň děkuji své rodině za podporu při mém studiu.

Abstrakt

Bakalářská práce byla zpracována na téma hodnocení obsahu radionuklidu ^{137}Cs ve vzorcích půdy a vegetace s následným vyhodnocením transferových koeficientů. Navazuje na měření výskytu radionuklidů na našem území provedená v roce 1986 po havárii ukrajinské jaderné elektrárny Černobyl. V zájmovém území, obec Stvolínky na Českolipsku, byly ze tří lokalit (pole, louka, les) odebrány půdní vzorky a vzorky pěstované biomasy. Zároveň pomocí přístroje Safecast bGeigie Nano bylo provedeno měření dávkového příkonu. Odebrané vzorky půd, biomasy a data z přístroje Safecast bGeigie Nano byly odevzdány do Státního ústavu radiační ochrany v Praze, oddělení spektrometrie. V laboratorních podmínkách byla provedena vyhodnocení hmotnostní a plošné aktivity radionuklidu ^{137}Cs v odevzdaných vzorcích. Součástí vyhodnocení byly i mapy s výsledky měření dávkového příkonu zpracované v programu QGIS. Výsledky byly použity v této práci pro srovnání hodnot naměřených v roce 1986 a v současnosti.

Klíčová slova: biomasa, cesium, transferový koeficient, zemědělské plodiny

Abstract

The bachelor thesis was elaborated on the topic of evaluation of the content of radionuclide ^{137}Cs in soil and vegetation samples with subsequent evaluation of transfer coefficients. It continues the measurements of the radionuclides abundance in our territory carried out in 1986 after the accident of the Ukrainian nuclear power plant Chernobyl. In the area of interest, the municipality of Stvolínky, in the Česká Lípa district, was collected soil samples and samples of cultivated biomass from three locations (field, meadow, forest). At the same time there was made a dose rate measurement using the device Safecast bGeigie Nano. The samples of soil, biomass and data from the device Safecast bGeigie Nano were handed over to the State Institute of Radiation Protection in Prague, Spectrometry Department. Under laboratory conditions, the mass and area activity of radionuclide ^{137}Cs were evaluated, in the submitted samples. The evaluation also includes maps with the results of dose rate measurements, processed in the application QGIS. The results were used in this work to compare the values measured in 1986 and on the present.

Key words: biomass, cesium, transfer coefficient, agricultural plants

Obsah

1. Úvod	9
2. Cíle práce	10
3. Literární rešerše	11
3.1.1. Definice půdy	11
3.1.2. Vznik půdy.....	11
3.1.3. Kontaminace půd	12
3.1.4. Radioaktivita a radionuklidy v přírodě	12
3.1.5. Vliv jaderných havárií na životní prostředí.....	13
3.1.6. Výskyt radionuklidu ^{137}Cs v půdách	14
3.1.7. Transfer radionuklidu ^{137}Cs z půdy do rostlin a živočichů.....	15
4. Zájmové území	16
4.1.1. Umístění zájmového území v rámci ČR – Liberecký kraj	16
4.1.2. Umístění zájmového území v rámci Libereckého kraje - Českolipsko	18
4.1.3. Zájmové území – obec Stvolínky	19
5. Metodika sběru	23
5.1.1. Popis jednotlivých lokalit.....	24
5.1.2. Odběr a úprava půdních vzorků	27
5.1.3. Odběr a úprava vzorků biomasy	29
5.1.4. Měření dávkového příkonu detektorem SAFECAST bGeigie Nano	31
6. Výsledky měření	33
6.1.1. Výsledné hodnoty ^{137}Cs v půdě	33
6.1.2. Výsledné hodnoty ^{137}Cs v biomase.....	37
6.1.3. Výsledky měření dávkového příkonu	38
6.1.4. Transferový koeficient	42
7. Diskuze	44
7.1.1. Porovnání výsledných hodnot hmotnostní aktivity ^{137}Cs v půdě.....	44
7.1.2. Porovnání výsledných hodnot hmotnostní aktivity ^{137}Cs v biomase	45
7.1.3. Porovnání výsledných hodnot plošné aktivity ^{137}Cs v půdě.....	47
8. Závěr	48
9. Přehled použitých zdrojů	49
10. Přílohy	53

1. Úvod

Práce je zaměřena na zjištění obsahu radionuklidu ^{137}Cs a možného transferu z kontaminované půdy do rostlin a tím do potravního řetězce. Jedná se o pilotní projekt hodnocení rezidua ^{137}Cs po havárii v Černobylu, který probíhal na Fakultě životního prostředí ČZU ve spolupráci se Státním ústavem radiační ochrany (SÚRO) a pod záštitou bezpečnostního výzkumu ministerstva vnitra, projekt VI20192022153 „Optimalizace postupů pro realizaci rostlinné výroby na území zasaženém jadernou havárií“.

Radionuklidy se na planetě Zemi vyskytují již od jejího vzniku. Primární radionuklidy vznikaly zároveň se vznikem Země, patří tedy mezi přirozené radionuklidy. Další podskupkou přirozených radionuklidů jsou kosmogenní radionuklidy. Ty vznikají na základě jaderných reakcí při průchodu kosmického záření zemskou atmosférou. Přirozené radionuklidy nejsou hrozbou pro život člověka a nemají negativní dopad na životní prostředí. Postupným vývojem lidstva začaly vznikat radionuklidy umělé, které by se bez antropogenní činnosti v přírodě nevyskytovaly. První objevy umělého záření byly pozorovány již na konci 19. století. Následně se jejich výskyt zvyšoval díky průmyslu, zdravotnictví a výzkumu, kdy vzniká radioaktivní odpad. Bez rozdílu druhu, ať přirozené nebo umělé radionuklidy, vymizí na základě přeměny či rozpadu. Obecně je poločas rozpadu (případně poločas přeměny) různý, pohybuje se od zlomků sekund do tisíců let. Například poločas rozpadu kosmogenního radionuklidu uhlíku (^{14}C) je 5 740 let.

Jedním z nejvýznamnějších radionuklidů je ^{137}Cs a to z hlediska pomalého poklesu radioaktivity a tím dlouhodobé kontaminace okolí. Poločas rozpadu zmíněného ^{137}Cs je 30 let a během celého procesu rozpadu migruje postupně do půdy. V současné době se jeho výskyt odhaduje v hloubce 10 - 30 cm. Do okolního prostředí se dostává zejména díky výzkumu a testování jaderných zbraní a havárií jaderných zařízení. Právě na základě jedné z největších jaderných havárií v Černobylu bylo provedeno v letech 1986 - 1987 měření obsahu ^{137}Cs v půdě na celém území ČR. Jedním z cílů bakalářské práce bylo aktualizovat hodnoty naměřené v roce 1986 v tehdejší Československé socialistické republice.

2. Cíle práce

Cílem práce bylo odebrat reálné vzorky půdy a vegetace v oblasti Stvolínky. Projekt byl řešen ve spolupráci se Státním ústavem radiální ochrany jako pilotní projekt pro hodnocení rezidua ^{137}Cs po havárii v Černobylu. Predikce vývoje radiální situace bylo možné založit na extenzivním průzkumu půd a následně vyhodnotit případné přestupy ^{137}Cs z půd do rostlin. Současně bylo provedeno měření dávkového příkonu na sledovaných lokalitách.



Obrázek 1: Stvolínky, lokalizace odběrných míst Zdroj URL23; detailizace Voříšková

3. Literární rešerše

3.1.1. Definice půdy

Zakladatel vědecké genetické pedologie V. V. Dokučajev je autorem definice: „Půda je samostatný přírodně-historický útvar, který vzniká a vyvíjí se zákonitým procesem, jenž probíhá působením několika půdotvorných činitelů.“ Autorem obdobné definice půdy je jeden ze zakladatelů českého půdoznalství V. Novák: „Půda je přírodní útvar, který se vyvíjí z povrchových zvětralin kůry zemské a ze zbytků ústrojenců a jehož stavba a složení jsou výsledkem podnebí a jiných faktorů půdotvorných“ (Tomášek, 2007; Vašků, 2004).

Definice půdy dle Ministerstva životního prostředí: „Půdu lze definovat jako samostatný přírodní útvar vzniklý z povrchových zvětralin zemské kůry a z organických zbytků za působení půdotvorných faktorů. Je životním prostředím půdních organismů, stanovištěm planě rostoucí vegetace, slouží k pěstování kulturních rostlin. Je regulátorem koloběhu látek, může fungovat jako úložiště, ale i zdroj potenciálně rizikových látek.“ (URL12).

Ze všech definic vyplývá, že půda je samostatný dynamický přírodní útvar vznikající ze zvětralin zemské kůry a z organických zbytků při působení půdotvorných faktorů. Je životním prostředím organismů žijících v půdě a stanovištěm nejen planě rostoucí vegetace, ale i člověkem cíleně pěstovaných rostlin. Půda je dynamický, stále se vyvíjející živý systém (Tomášek, 2007).

3.1.2. Vznik půdy

Půda je nemladší a nejsvrchnější vrstvou naší země vznikající působením půdotvorných činitelů. Je to dynamický, neustále se vyvíjející živý systém. Jsou popsány dvě hlavní skupiny půdotvorných činitelů a to půdotvorné faktory a půdotvorné procesy. Mezi půdotvorné faktory patří v první řadě půdotvorný substrát, dále jsou to fyzikální faktory (klíma, teplo, voda, vzduch) a biologické faktory (vlivy rostlin, mikroorganismů, živočichů a člověka). Půdotvorný substrát je mateční hornina, ze které půda vzniká. Vlastnosti mateční horniny jsou ovlivněny zejména rychlostí zvětrávání, což je první stupeň vzniku půd. Proces zvětrávání je ovlivněn fyzikálními a chemickými procesy, které vedou k rozpadu horniny. Trvá i stovky let, než z matečné horniny vznikne tenká vrstva půdy (Tomášek, 2007).

3.1.3. Kontaminace půd

Kontaminace půd je jednou z hlavních příčin degradace půd, která se negativně podílí na ekologické funkci půdy a její produkční schopnosti. Kontaminace půdy způsobuje i po letech obtíže s obnovou porostů a zároveň je také příčinou úbytku dříve běžných rostlinných a živočišných druhů. Do půdy vstupují organické i anorganické látky přirozenými procesy nebo se do půdy dostávají antropogenní činností (Bunzl et al. 2000; Němeček et al., 2010).

Antropogenní činností se do půdy dostávají organické polutanty, těžké kovy a radioaktivní látky. V Malé československé encyklopedie ČSAV, vydané v roce 1986, je radioaktivní kontaminace popsána jako „nežádoucí znečištění prostředí, tj. půdy, ovzduší, budov aj., látkami, které obsahují radionuklidy, tedy látkami, emitujícími ionizující záření“. Radioaktivní kontaminace je vždy zapříčiněná antropogenní činností. Příčinou mohou být jaderné výbuchy, havárie jaderných zařízení a testy jaderných zbraní. (Štěpánek, 1986).

3.1.4. Radioaktivita a radionuklidy v přírodě

Kolem nás je neustále určité množství radioaktivity způsobené především přírodními radioaktivními prvky. Mimo přírodních radioaktivních prvků nás obklopují i námi uměle vytvořené za účelem využití ve vědě a technice, průmyslu a zdravotnictví. Radioaktivitu způsobují oba druhy radioaktivních prvků – přírodní i ty umělé. Radioaktivita je podmíněna schopností některých atomů (radionuklidů) se samovolně přeměnit na jiné atomy (nuklidy/radionuklidy). Radionuklidy se dostávají do půdy, vody a ovzduší a následně do rostlin a v potravním řetězci do těl živočichů a člověka (Mechlová, Košťál, 2001; Ulmann, 2002).

Radionuklid je nuklid s nestabilním jádrem podléhající samovolné přeměně. Rychlost, jakou se radionuklid přeměňuje, se vyjadřuje poločasem rozpadu ($T_{1/2}$), což je čas za který se stihne rozpadnout polovina jader. Samotná přeměna se označuje jako aktivita, která vyjadřuje počet přeměn za určitý časový interval. Jednotkou aktivity je 1 Becquerel (Bq). 1 Bq udává aktivitu rovnající se jedné přeměně za sekundu (Mechlová, Košťál, 2001; URL13)

- Přírodní zdroje záření
 - kosmické záření
 - přírodní radionuklidy obsažené v zemské kůře

- Umělé zdroje záření
 - jaderná energetika využívající štěpné reakce uranu k výrobě elektrické energie
 - lékařská zařízení využívající ionizujícího záření pro diagnostiku (radiodiagnostika) a následnou léčbu (radioterapie)
 - průmyslové zařízení vyskytující se v běžném životě - technické a spotřební předměty (Švec, 2005; Choppin et al., 2002)

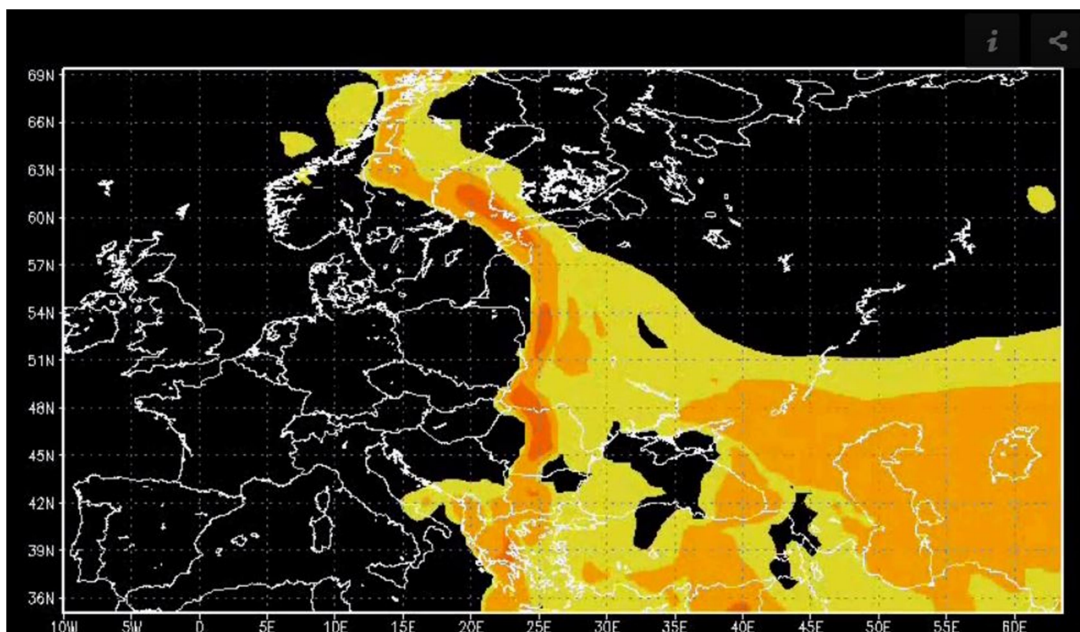
3.1.5. Vliv jaderných havárií na životní prostředí

V případě jaderné havárie je životní prostředí a vše živé ohroženo expozicí radionuklidů. Kontaminace životního prostředí a přenos na rostliny, živočichy a člověka je možný těmito způsoby:

- přechodem radioaktivního mraku nad územím
- deštěm obsahujícím radionuklidy
- vdechnutím radionuklidů
- požitím radionuklidů (Barnaby, 1986)

Za největší jaderné havárie s nejvyšším vlivem na životní prostředí jsou dnes označovány havárie v jaderných elektrárnách Černobyl a Fukušima (Steinhauser et al., 2014).

Černobyl – havárie označovaná dle stupnice INES nejvyšším stupněm ohrožení č. 7. K havárii došlo 26. 4. 1986. Na stránkách veřejného francouzského institutu pro ochranu před radiací a nukleární bezpečnost (IRSN) je zobrazena modelace uvolnění radioaktivního mraku do atmosféry. Je zde zřejmé, že byla zasažena západní část Sovětského svazu, východní Evropa a Skandinávie (Kiss, 1986; URL24).



Obrázek 2: Šíření radioaktivního mraku po havárii JE Černobyl Zdroj URL24

Evakuováno bylo široké okolí elektrárny, které se následně stalo uzavřenou zónou. Ještě v roce 1986 byl poškozený reaktor obestavěn železobetonovým sarkofágem, který omezil další kontaminaci okolního prostředí. V současné době obklopuje původní železobetonový sarkofág nový kryt, který byl postaven v letech 2010 (Gray, 2002).

Fukušima – druhá největší havárie označena dle stupnice INES nejvyšším stupněm ohrožení životního prostředí, st. č. 7. K havárii došlo 11. 3. 2011. Příčinou havárie bylo zemětřesení v oblasti a následné zatopení elektrárny vlnou tsunami (Park et al., 2016). To vše vedlo k několika výbuchům, které poškodili jaderné bloky v elektrárně. V důsledku toho uniklo do atmosféry, oceánu, půdy a podzemní vody velké množství umělých radionuklidů (Morino et al., 2011). Největší problém způsobila kontaminovaná voda, která se po zatopení elektrárny vracela zpět do Tichého oceánu (Kim et al., 2016).

3.1.6. Výskyt radionuklidu ^{137}Cs v půdách

Jedním z prvků vyskytujícím se v atmosférickém radioaktivním spadu je cesium ^{137}Cs . Patří mezi alkalické kovy s chemickými vlastnostmi podobnými draslíku a rubidiu. Díky svému poměrně dlouhému poločasu rozpadu má tento radionuklid velký vliv na životní prostředí a zdraví člověka. Pro stanovení rozsahu radioaktivní kontaminace je důležité zjištění náhodně uvolněného ^{137}Cs bezprostředně po havárii. (Sarkar, 2002).

Po dopadu ^{137}Cs na zemský povrch je tento prvek schopen zůstat po dlouhou dobu v půdě a jeho přenos v půdním profilu závisí na typu ekosystému a půdních vlastnostech (Shcheglov et al., 2014). Zejména zvýšený obsah draslíku v půdě ovlivňuje schopnost příjmu ^{137}Cs . Hnojením zemědělských půd můžeme omezit transport ^{137}CS do biomasy a následně do těl živočichů (Pöschl, Nollet, 2006).

Nejvyšší koncentrace ^{137}Cs zůstává v horních 5 - 10 cm. Vertikální distribuce ^{137}Cs v půdě je velmi pomalá, pohybuje se v řádech mm za rok (Zygmunt et al, 1998). Díky agrotechnickým zásahům na zemědělských půdách, především hluboké orbě, dochází k přesunu radiocesia do různých hloubek, kde se obvykle nevyskytuje (Matisoff et al, 2010). Je to jeden ze způsobů jak odstranit radiocesium z místa kořenového systému pěstovaných rostlin (Pöschl, 2006).

3.1.7. Transfer radionuklidu ^{137}Cs z půdy do rostlin a živočichů

Rostliny přijímají radionuklidy přímou a nepřímou cestou. Za přímou cestu je označována kontaminace nadzemních částí rostlin. Nepřímá cesta je příjem radioaktivních látek kořenovým systémem. Radionuklid ^{137}Cs prostupuje celou částí rostliny, kdy jeho nejvyšší koncentrace je v nadzemních částech rostliny. Konzumací těchto rostlin dochází k následné kontaminaci živočichů, včetně člověka (Sarkar, 2002).

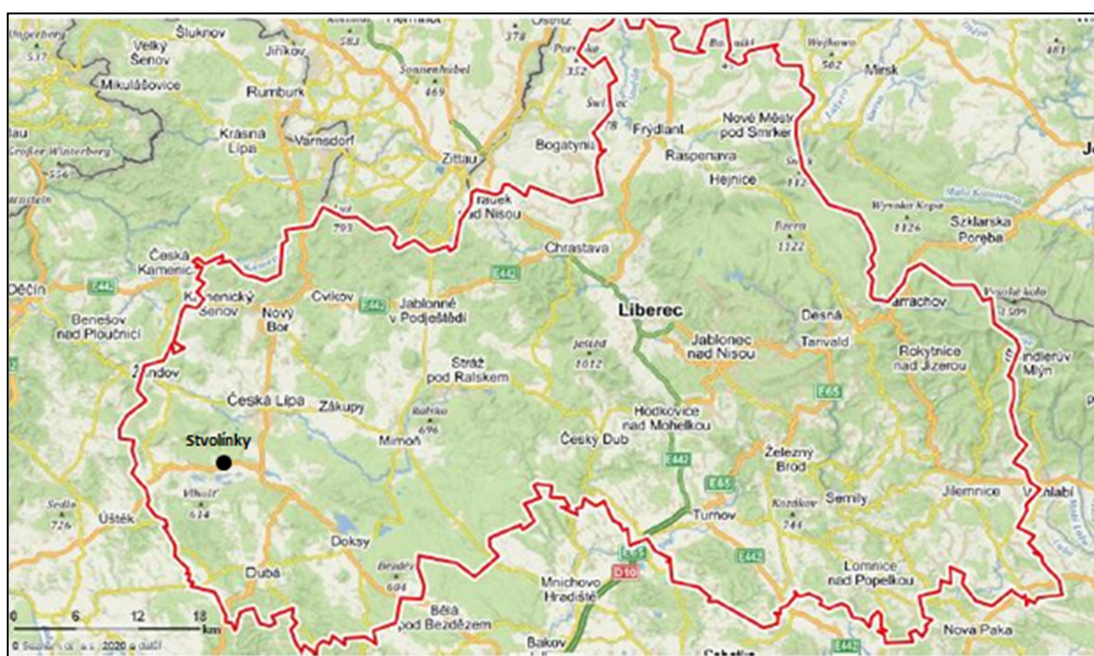
Do organismu se mohou radioaktivní látky dostat požitím, vdechnutím, proniknutím kůží nebo sliznicemi. Radioaktivní záření není vnímáno lidskými smysly a do organismu proniká nepozorovaně a proto je tak nebezpečné (Sarkar, 2002). K absorpci ^{137}CS do organismu dochází primárně trávicím traktem, do těl živočichů je vstřebáváno střevy. Následně se kumuluje ve svalech (Ojovan, Lee, 2014).

4. Zájmové území

4.1.1. Umístění zájmového území v rámci ČR – Liberecký kraj

Vybrané zájmové území, obec Stvolínky, se nachází pod samosprávou Libereckého kraje, v severní části České republiky. Na rozhraní tří geomorfologických soustav - Krkonošsko-jesenická soustava, Česká tabule a Krušnohorská soustava. Rozhraní Krkonošské soustavy a České tabule tvoří tektonická linie - lužická porucha (Chlupáč et al., 2002).

Liberecký kraj je nejmenším územním správním celkem České republiky (4 % z celkového území ČR). Jeho rozloha je 3 163 km². Kraj je tvořen 4 okresy: Česká Lípa, Jablonec nad Nisou, Liberec a Semily (URL5).



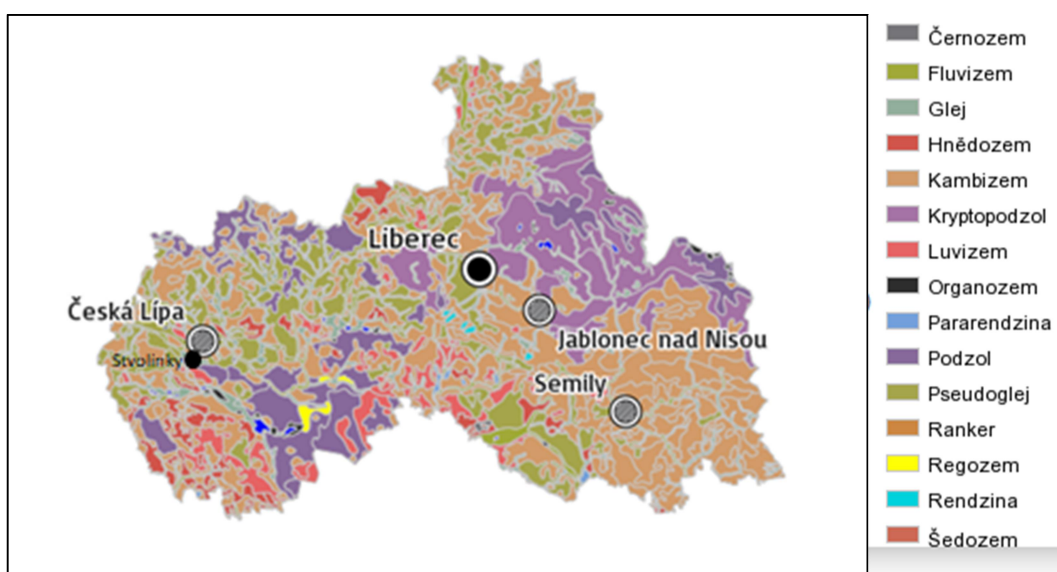
Obrázek 3: Liberecký kraj Zdroj URL3; detailizace Voříšková

Reliéf kraje je poměrně rozmanitý. Výšková členitost odpovídá reliéfu pahorkatin až hornatin. Do okresů Liberec a Jablonec nad Nisou zasahují Jizerské hory a Krkonoše, hranice mezi Libereckým a Ústeckým krajem, v okrese Česká Lípa, tvoří Lužické hory. Celým krajem prochází Ještědsko-Kozákovský hřbet, který kraj opticky dělí na hornatou a nížinatou část. V okrese Česká Lípa je terén mírně zvlňněný a okolí Frydlantského výběžku je rovinaté. Nejvyšším bodem je hora Kotel s nadmořskou výškou 1 435 m. n. m., nacházející se v okrese Semily. Ne nejvyšším, ale rozhodně nejznámějším vrcholem je Ještěd s nadmořskou výškou 1 012 m. n. m., který je dominantou krajského města Liberec. Nejnižším bodem je místo s nadmořskou výškou 208 m. n. m., kde říčka Smědá opouští území České

republiky. Pramení pod Černým Vrchem a protéká okresem Liberec (URL19).

V kraji se nachází 5 chráněných krajinných oblastí: České středohoří, Jizerské hory, Lužické hory, Český Ráj, Kokořínsko, dále 8 národních přírodních rezervací, 9 národních přírodních památek, 36 přírodních rezervací a 73 přírodních památek (URL20).

V Libereckém kraji jsou definovány různé druhy půd. Největší zastoupení mají hnědé půdy, především kambizem a ve vyšších polohách jsou to zejména půdy podzolové. V okolí menších vodních toků, díky stálému zamokření, jsou půdy glejové (Kozák et al., 2009; URL9).



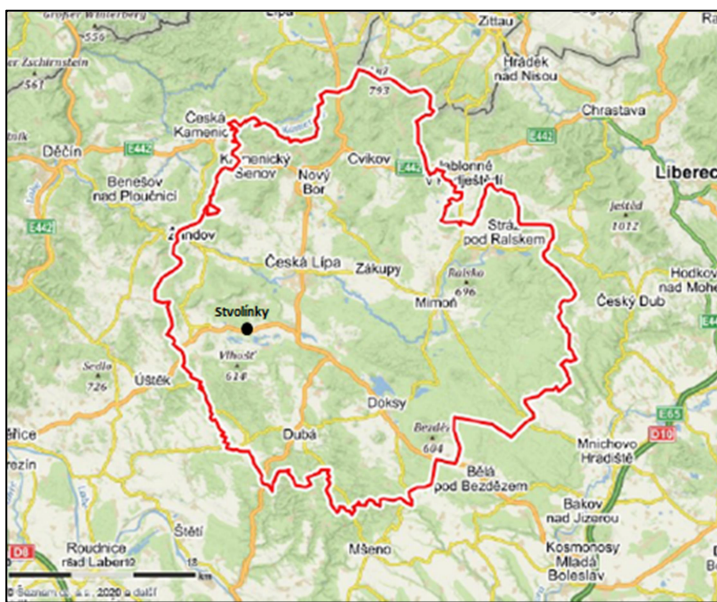
Obrázek 4: Půdní typy Libereckého kraje Zdroj: URL9; detailizace Voříšková

Je zde vysoký podíl lesních půd (44,6 % z celkové rozlohy kraje) i zemědělské půdy (44,1 % z celkové rozlohy kraje), ale podíl orné půdy je pod celostátním průměrem (20,3 % z celkové rozlohy kraje) (URL5).

Z celého území kraje jsou vody odváděny do tří řek. Na západě je to povodí řeky Ploučnice, na východě povodí horního Labe a sever je v povodí řeky Odry. Při jižní hranici kraje se nacházejí zásoby podzemních vod. V severovýchodní části je chráněná oblast přirozené akumulace povrchových vod (Statistická ročenka Libereckého kraje, 2005).

4.1.2. Umístění zájmového území v rámci Libereckého kraje - Českolipsko

Českolipsko je oblast v okolí České Lípy, procházející územím Ralské pahorkatiny, kolem Máchova jezera až do Lužických hor. Ve východní části je okres ohraničen Ještědským hřebenem, v západní části Českým středohořím. Na severu tvoří hranice okresu Lužické hory a na jihu je lesy pokrytá Kokořínská pahorkatina.



Obrázek 5: Českolipsko Zdroj: URL3; detailizace Voříšková

Okres Česká Lípa je největším okresem Libereckého kraje, nicméně hustota osídlení je ze všech okresů nejmenší. Dle dostupných údajů Českého statistického úřadu zde žilo k 1. 1. 2019 více než 76 tisíc obyvatel. Rozloha okresu je 1 073 km². Podíl zemědělské půdy na celkové rozloze okresu činí 39,8 %, podíl lesní půdy dosahuje 46,9 % (URL4). Celé Českolipsko pokrývají lesy – jehličnaté na horách, smíšené a bory v podhůří a dolinách, na vyvělinách bučiny (URL1).

Českolipsko patří do Verneřického bioregionu, který je součástí CHKO České středohoří (Culek et al., 2013). Na území se nachází na 2 500 ha vodních ploch. Hlavním vodním tokem je řeka Ploučnice a nesmíme zapomenout na největší Máchovo jezero, které slouží jak k rekreaci, tak k chovu a lovu ryb. V okrese Česká Lípa se vyskytují tři geografická pásma. Nížinné pásmo do 300 m n. m. se rozkládá na jihu okresu (Doksko, Dubsko), podhorské pásmo 300 – 500 m. n. m. zaujímá střední část okresu a horské pásmo nad 500 m n. m. zabírá severní část okresu v okolí Kamenického Šenova – Práchně a Krompachu. Nejnižší položené místo v okrese má nadmořskou výšku 233 m a naopak nejvyšším bodem je v 793 m n. m. vrch Luž (URL4).

Vyskytují se zde rozsáhlé plochy rybníků, ale i skalní masivy, či hradní zříceniny. Příkladem může být hrad Bezděz, skalní hrad Sloup, zámek Lemberk a Zákupy. Nachází se zde tři chráněné krajinné oblasti: České středohoří, Kokořínsko, Lužické hory a několik národních přírodních rezervací. Příkladem národní přírodní památky je území skalních stěn Peklo nebo čedičový vrch Panská skála, který je nejstarší geologickou rezervací v České republice (URL10).

4.1.3. Zájmové území – obec Stvolínky

Základní informace

Obec Stvolínky se nachází v severní části České republiky, v Libereckém kraji, přibližně 15 km jihozápadně od okresního města Česká Lípa.

GPS souřadnice: 50.632277N,
14.428606E

Nadmořská výška: 274 m. n. m.

Katastrální výměra: 1 265 ha

Kraj: Liberecký

Okres: Česká Lípa

Části obce: Kolné, Novina,
Stvolínecké Petrovice, Taneček

První písemná zmínka: rok 1197
(823 let)

Počet obyvatel: 330 (1. 1. 2019)
(URL2)



Obrázek 6: Stvolínky Zdroj: URL14; detailizace Voříšková

Charakteristika

Stvolínky patří z geologického hlediska do České křídové pánve, která pokrývá značnou část severní poloviny Českého masivu. Území je tvořeno sedimenty svrchní křídý, která je zde zastoupena jizerským a březenským souvrstvím. Jizerské souvrství tvoří převážně křemenné středně zrnité kvádrové pískovce. Případně mohou obsahovat i vložky písčitych prachovců a jílovců. Tmel je kaolinický i jílovitý. Březenské souvrství tvoří vápnité jílovce a v menší míře slínovce. Jílovce jsou šedé, slabě zpevněné a při povrchu zcela až silně zvětralé. Rozpadají se na jílovité zeminy s málo pevnými úlomky. Dále do hloubky jsou pak mírně zvětralé a mohou obsahovat krystalky a výkvěty sádrovců (Chlupáč et al, 2002).

V geologických mapách je v oblasti definován nivní sediment, písčito-hlinitý až hlinitopísčité sediment a spraš a sprašová hlína (URL6). Tyto půdní typy patří do nejmladší geologické éry nazývané kenozoikum, do nejmladšího období kvartér (čtvrtohory). Jedná se o nezpevněný sediment tvořený z hornin: hlína, písek, štěr. Sedimenty mají různou barvu a mohou být tvořeny bloky (Chlupáč et al., 2002).

Z hornin jsou zde zastoupeny: vápnitý jílovec, slínovec, vápnitý prachovec a křemenné pískovce patřící do období mezozoikum, což je období druhohor. Z hlediska geologické minulosti má největší význam mladší část tohoto období tzv. křída. Křída je zároveň charakteristickou horninou tohoto období. Celé období trvalo cca 80 milionů let a dělí se na spodní a svrchní část (Chlupáč et al., 2002).

Na základě dat z webové aplikace, která se zabývá bonitovanými půdně ekologickými jednotkami (BPEJ) se v zájmovém území vyskytují 4 typy hlavních půdních jednotek: typ 13; 30; 31 a 49. Pedologická různorodost je ovlivněna geologickou stavbou území (URL11).

13	Hnědozemě a illimerizované půdy maximálně se slabým oglejením na spraších, sprašových a svahových hlínách o mocnosti 0,4 - 0,5 m, uložených na velmi lehké spodině; závislé na dešťových srážkách
30	Hnědé půdy, hnědé půdy kyselé a jejich slabě oglejené formy na permokarbonských horninách a pískovcích; lehčí až středně těžké, většinou s dobrými vláhovými poměry
31	Hnědé půdy a rendziny na pískovcích a písčité větřajících permokarbonských horninách, bez štěrku až středně štěrkovité, vláhové poměry nepříznivé, velmi závislé na vodních srážkách
49	Hnědé půdy oglejené a rendziny oglejené na břidlicích a usazeninách karpatského flyše; těžké až velmi těžké, bez štěrku až slabě štěrkovité, náchylné k dočasnému zamokření

Tabulka 1: Charakteristika jednotlivých HPJ v oblasti katastrálního území Stvolínky Zdroj: Vyhláška č. 327/1998 Sb.

Podle atlasu klimatických oblastí území patří do oblasti MT2, což je pátý klimatický region. Jedná se tedy o mírně teplý, mírně vlhký region se střední vláhovou jistotou. Tento region v Čechách zahrnuje západní, jižní a východní část Plzeňské pahorkatiny, severní a východní část České křídové tabule, poměrně velkou část Středočeské pahorkatiny, Chebskou, Sokolovskou a Budějovickou pánev, na Moravě pak jihovýchodní část Českomoravské vrchoviny, vyšší polohy Boskovické brázdy a pahorkatiny Opavsko-Hlučínské. Průměrná roční teplota v oblasti je v rozmezí 7 – 8 °C, úhrn srážek 550 – 650 mm a suchá vegetační období jsou v mezích 15 – 30 %. Klasifikace klimatických území vychází z hodnot, které byly na našem území naměřeny v letech 1901 - 1950 (Quitt, 1971).

V roce 2007 byla vydána aktuální publikace o klimatu České republiky, která vychází z dat naměřených v letech 1961 – 2000. Oproti naměřeným hodnotám z let 1901 – 1950 došlo v České republice ke zvýšení průměrné roční teploty, prodlužuje se vegetační období, výskyt srážek je proměnlivější a dochází k nárůstu četnosti bouřek s přivalovými dešti. I podle publikace z roku 2007 patří zkoumané zájmové území do mírně teplé klimatické oblasti (Tolasz et al. 2007).

V obci je několik vodotečí, např. Bobří potok či soustava rybníků, patřící do povodí Ploučnice (Simon, 2005). Potoky spolu se soustavou rybníků, spojených mezi sebou náhony, území přirozeně odvodňují. V jejich okolí vznikla spousta nivních luk.

Historie

V období raného středověku Českolipsko pokrýval rozsáhlý prales a krajinu prostupovala bažinatá půda. Doklady pravěkého a středověkého osídlení Českolipska jsou značně omezené. K osídlení a využívání půdy došlo, ve srovnání s ostatními částmi Česka, relativně pozdě. Mezi nejstarší sídelní území na Českolipsku řadíme Stranné, Stvolínky, Jezvé a Kravaře. První doložená písemná zmínka o obci Stvolínky pochází z roku 1197 (Bienert, 1937; Smejkal, 2008).

Na základě studií historiků, historických map a žijících pamětníků z obce Stvolínky sloužily vytipované pozemky vždy k zemědělským účelům, ať již byly v majetku šlechty, církve či soukromých vlastníků. Za vlády komunistů docházelo k postupnému zrušení soukromého vlastnictví a pozemky přešly pod správu státního podniku s názvem Státní statek Kravaře. Po roce 1989 byly vyvlastněné pozemky vráceny původním majitelům, případně jejich rodinným příslušníkům. Z katastrálních zápisů vyplývá, že místní pozemky určené k plnění funkcí lesa jsou převážně ve vlastnictví ČR a pod správou Lesů ČR, případně v majetku Biskupství litoměřického a pod správou společnosti Diecézní lesy Litoměřice s.r.o.. Pozemky aktivně zemědělsky využívané jsou ve vlastnictví firmy Statek Kravaře a. s. (původně AVENA s. r. o., k přejmenování došlo 1. 1. 2020). Samozřejmě část pozemků je ve vlastnictví fyzických osob, většina z nich pozemky pronajímá k zemědělským účelům.

Podle statistiky Státní správy zeměměřictví a katastru ze dne 16. 02. 2020 je v katastrálním území 758655 evidováno 201,636 ha orné půdy, 253,160 ha lesů a 264,320 ha zatravněných pozemků (URL15).

Na internetových stránkách obce Stvolínky je možné shlédnout aktuální územní plán, kde je jasně vidět, že zastupitelé obce neuvažují o změně (URL22).



Obrázek 7: Skalní vyhlídka Smrtka Zdroj: URL17



Obrázek 8: Kostel ve Stvolínkách Zdroj: URL7

5. Metodika sběru

Mým úkolem bylo vybrat vhodné lokality v okrese Česká Lípa. Podle výsledkové tabulky odběrů půd z června roku 1986 jsem si vybrala oblast v katastrálním území obce Stvolínky. Naměřená plošná aktivita ^{137}Cs v oblasti Stvolínek, v roce 1986, byla $3,51 \text{ [kBq/m}^2\text{]} = 3\,510 \text{ [Bq/m}^2\text{]}$.

Okres	Obec	^{137}Cs [kBq/m ²]	^{134}Cs [kBq/m ²]	^{103}Ru [kBq/m ²]	GPS	
Česká Lípa	Stvolínky	3,510	1,980	3,520	N 50°37'56''	E 14°25'51''

Tabulka 2: Plošná aktivita ^{137}Cs , ^{134}Cs a ^{103}Ru , zjištěná ve vzorcích odebraných půd při celostátním průzkumu dne 17.06.1986 Zdroj: Databáze SÚRO – Kontaminace půdy ČR ^{137}Cs ČR po havárii JE Černobyl.

Cílem bylo porovnat výsledky z výše uvedeného měření, měření po havárii JE Černobyl, s výsledky aktuálních měření prováděných od roku 2017. Samotné měření obsahu ^{137}Cs ve vzorcích půdy a biomasy bylo provedeno ve Státním ústavu radiační ochrany (SÚRO).

Všechny, mnou vybrané, pozemky se nacházejí na okraji obce, za hranicí zastavěného území. V jejich okolí se nachází pouze pozemky spadající do zemědělského půdního fondu. Les a, v mém případě, louka jsou půdy neobdělávané od havárie v JE Černobyl. Pole je stále zemědělsky obhospodařované a využívávané pro pěstování různých druhů plodin – obiloviny, řepka, kukuřice. Na každém pozemku jsem provedla odběr ze tří odběrných sond, rozmístěných po pozemku dle mého uvážení. Každá sonda byla o velikosti 20 x 20 cm, do hloubky 60 cm, případně do hloubky limitované kamenitým podložím. Z odkrytých půdních horizontů jsem odebrala vzorky půdy. Ze stejných pozemků jsem o několik měsíců později odebrala biomasu – nadzemní části rostlin vyskytujících se ve vybraných lokalitách. V mezičase jsem za pomoci přístroje Safecast bGeigie Nano, který je používán k terénnímu měření ionizujícího záření alfa, beta a gama v jednotkách $\mu\text{Sv/h}$ (mikrosievertů za hodinu), provedla měření dávkového příkonu. Následují postupy popisující odbírání vzorků půdy, biomasy a popis měření dávkového příkonu. Vše provedeno za účelem vyhodnocení množství ^{137}Cs v půdě a porovnání transferu ^{137}Cs z půdy do biomasy. Uvedené informace o jednotlivých pozemcích byly zjištěny v katastru nemovitostí a webové aplikaci eKatalogu BPEJ.

5.1.1. Popis jednotlivých lokalit

Lokalita „Pole“

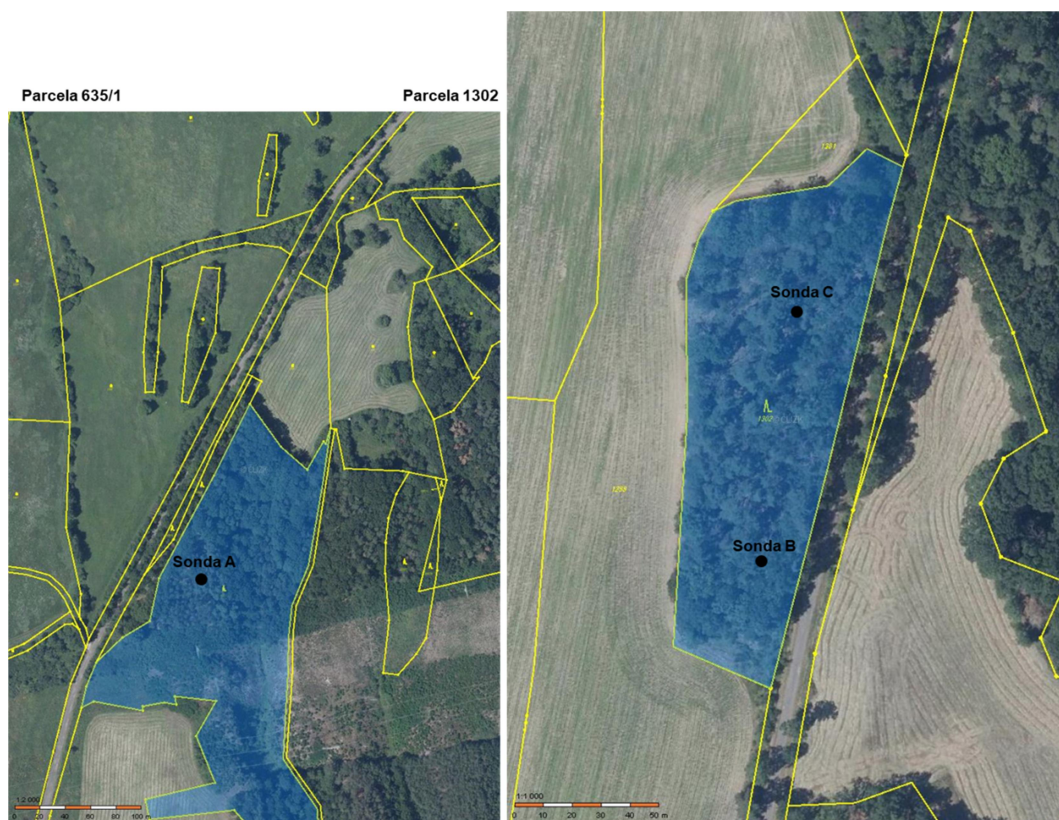
- katastrální území Stvolínky (758655)
- parcelní číslo 1299
- velikost pozemku: 22 787 ha.
- vlastník pozemku: obchodní družstvo AVENA.
- souřadnice odběru: sonda (vzorek) A N 50°38.45354' E 14°25.08947'; sonda (vzorek) B N 50°38.54154' E 14°25.10927'; sonda (vzorek) C N 50°38.65792' E 14°25.08837'
- sklonitost: sklon 3 - 7 ° (mírný sklon)
- půdotvorný substrát: jíly a slíny
- datum odběru půdních vzorků: 15. 09. 2018 v čase 11:08 – 12:50
- počasí v den odběru půdních vzorků: 18 – 21 °C, jasno, bezvětří, sucho
- sběr biomasy: kukuřice klas, kukuřice květ, kukuřice listy a stonky
- datum odběru biomasy: 4. 8. 2019 13:00 – 13:45
- počasí v den odběru biomasy: 21 – 24 °C, skoro jasno, mírný proměnlivý vítr, sucho
- datum měření přístrojem Safecast bGeigie Nano: 20. 04. 2019 v čase 10:57 – 12:15



Obrázek 9: Lokalita „Pole“ Zdroj: URL18; detailizace Voříšková

Lokalita „Les“

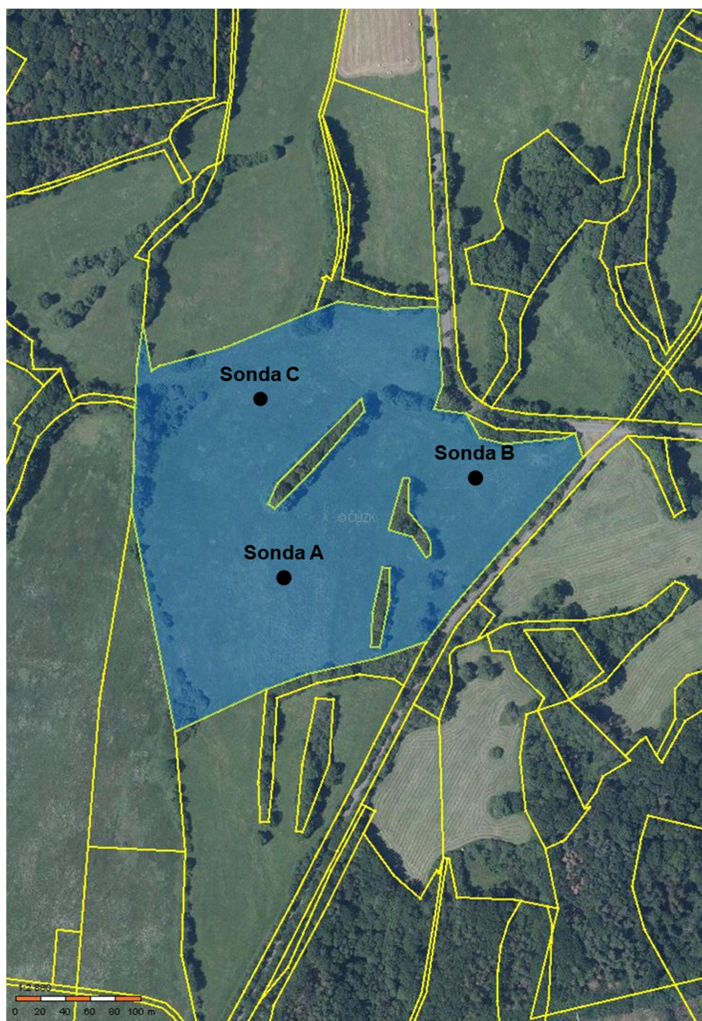
- katastrální území: Stvolínky (758655)
- parcelní číslo: 635/1 a 1302
- velikost pozemků: 122 897 ha a 8 777 ha
- vlastník parcely č. 635/1: Lesy ČR
vlastník parcely č. 1302: soukromá osoba
- souřadnice odběru: sonda (vzorek) A N 50°38.82867' E 14°25.24624';
sonda (vzorek) B N 50°38.54929' E 14°25.13812'; sonda (vzorek) C
N 50°38.59241' E 14°25.12280'
- datum odběru na pozemku 635/1 (vzorek A): 26. 08. 2018 v čase 11:00 –
11:25 datum odběru na pozemku 1302 (vzorek B, C): 16. 09. 2018 v čase
10:55 – 12:15
- počasí v den odběru půdních vzorků (vzorek A): 27 °C, jasno, bezvětří,
sucho
počasí v den odběru půdních vzorků (vzorek B, C): 18 °C, zataženo, slabý
déšť
- sběr biomasy: směs spadaného listí a listí ze stromů, směs mechu, kapradí
a rostlin v lese rostoucích
- datum odběru biomasy: 4. 8. 2019 11:00 – 11:35
- počasí v den odběru biomasy: 21 – 24 °C, skoro jasno, mírný proměnlivý vítr,
sucho
- datum měření přístrojem Safecast bGeigie Nano: 20. 04. 2019 v čase 12:43
– 13:10 p. č. 1302; 15:29 – 15:40 p. č. 635/1



Obrázek 10: Lokalita „Les“ Zdroj: URL18; detailizace Voříšková

Lokalita „Louka“

- katastrální území: Stvolínky (758655)
- parcelní číslo: 1390
- velikost pozemku: 73 896 ha.
- vlastník pozemku: Zelená farma s.r.o.
- souřadnice odběru: sonda (vzorek) A N 50°39.00670' E 14°25.20743'; sonda (vzorek) B N 50°39.06712' E 14°25.31560'; sonda (vzorek) C N 50°39.08997' E 14°25.18172'
- sklonitost: sklon 3 - 7 ° (mírný sklon)
- půdotvorný substrát: pískovce a opuka
- datum odběru půdních vzorků: 15. 09. 2018 13:05 - 17:26
- počasí v den odběru půdních vzorků: 18 – 21 °C, jasno, bezvětří, sucho
- sběr biomasy: směs lučních travin
- datum odběru biomasy: 4. 8. 2019 11:50 – 12:30
- počasí v den odběru biomasy: 21 – 24 °C, skoro jasno, mírný proměnlivý vítr, sucho
- datum měření přístrojem Safecast bGeigie Nano: 20. 04. 2019 v čase 10:57 – 12:15



Obrázek 11: Lokalita „Louka“ Zdroj: URL18; detailizace Voříšková

5.1.2. Odběr a úprava půdních vzorků

Odběr půdních vzorků byl ve všech případech stejný. Na každém pozemku jsem dle svého uvážení, vyhloubila tři sondy. Každá sonda byla o velikosti 20 x 20 cm, do hloubky max. 60 cm, případně do hloubky limitované kamenitým podložím. Vzorky půdy jsem označila písmeny A, B, C a v jednom případě i D. Písmenem A jsem označila první vrstvu odkrytou těsně pod travním povrchem, zbavenou organického materiálu. Další písmena představují postupně odkryté vrstvy půdních horizontů. Odběr ze stejných půdních horizontů jedné lokality jsem uložila do barevně označeného plastového pytle. K vyhloubení a odběru vzorků jsem použila rýč, motyku, lopatku, svinovací metr, plastový kelímek o objemu 0,5 l a plastové pytle různých barev o objemu 120 l. Odběrné místo jsem zdokumentovala – foto daného místa, zapsání data, času, teploty vzduchu a GPS souřadnic. Také jsem změřila a zapsala mocnost jednotlivých půdních profilů. Všechny tyto údaje jsou potřebné pro vyplnění dokumentu s názvem „Protokolární záznam o odběru vzorku“.

- Lokalita „Orná půda“ – odběr jsme provedla 15. 9. 2018 v čase 11:08 – 12:50. hodinou. Bylo jasno, bezvětrí a teplota vzduchu se pohybovala v rozmezí 18 – 21 °C. K odběru půdních vzorků jsem si přizvala manžela, z důvodu pomoci s hloubením sond. Nejprve jsem pozemek prošla a vybrala si místa pro tři sondy, ze kterých jsem chtěla vzorky odebrat. Před začátkem výkopu každé odběrné sondy jsem zaznamenala GPS souřadnice do Protokolárního záznamu o odběru vzorku. V době odběru půdních vzorků bylo pole zoráno, nemusela jsem tedy odstranit žádný vegetační pokryv. Po vyhloubení sondy jsem odkryla vrstvy půdních horizontů. Snažila jsem se očistit stěnu vzniklé sondy tak, aby bylo možné jednotlivé půdní horizonty rozeznat a změřit mocnost každého z nich. Měření jsem vyfotografovala. Poté jsem z každého půdního horizontu odebrala, pomocí lopatky a plastového kelímku, dostatečné množství vzorku. První vrstvu, nacházející se těsně pod povrchem jsem označila písmenem A. Následovala vrstva B a C, v jednom případě jsem odkryla i vrstvu D. Odebrané množství z každé sondy a jednotlivé vrstvy odpovídalo přibližně jednomu litru, což byla velikost kelímku. Vzorek z každé sondy, odebraný ve stejné vrstvě, jsem nasypala do plastových pytlů označených písmeny A – D.

- Lokalita „Louka“ - odběr jsme provedla 15. 9. 2018 v čase 13:05 – 17:26. Bylo jasno, bezvětří a teplota vzduchu se pohybovala v rozmezí 18 – 21 °C. Postup byl stejný jako u odběru půdních vzorků orné půdy. Pouze s tím rozdílem, že bylo nutné nejprve odstranit vegetační pokryv. Na rozdíl od orné půdy, která byla, díky provedené orbě, zkeypřená, byla půdy na louce jílovitá. Odvážela jsem pytle plné mazlavých jílovitých hrud.
- Lokalita „Les“ – v tomto případě jsem vybrala 2 zájmové lokality. Důvodem je, že p. č. 635/1 je umístěn v rokli a nad roklí. Přístup do rokly je značně omezen. Proto jsem rozšířila zájmovou oblast ještě o pozemek s p. č. 1299. Odběr vzorků z těchto pozemků jsem provedla v rozmezí několika týdnů. Odběr z p. č. 635/1 jsem provedla 26. 8. 2018, odběr z p. č. 1299 16. 9. 2018. Pokaždé v dopoledních hodinách.



Ukázka odběru v lokalitě „Orná půda“



Ukázka odběru v lokalitě „Louka“



Ukázka odběru v lokalitě „Les“

Obrázek 12: Odkrytí půdních horizontů Zdroj: Voříšková

V domácím prostředí jsem jednotlivé vzorky vysypala do připravených krabic, vyložených čistým bílým papírem. Každou krabici jsem označila lokalitou a písmenem vrstvy, ve které se vzorek nacházel. Půdní vzorky jsem očistila od větších kamenů a organického materiálu a nechala sušit při pokojové teplotě po dobu 4 - 5 týdnů, dokud nebyly všechny vzorky suché. Po usušení jsem vzorky z lokality „Louka“ musela nejprve rozdrtit a k tomu jsem použila hmoždíř. Následně jsem vše přesla přes pedologické síto o velikosti ok 2 x 2 mm. Tím jsem vzorky zbavila kamení, zbytků kořínků a dalších nežádoucích příměsí. Takto připravené vzorky jsem nasypala do plastových kelímků o objemu 1 l, zavíčkovala a z důvodu správné identifikace označila zmenšeným protokolem o odběru. Zároveň jsem ještě

permanentním fixem označila víko kelímku svým jménem, místem odběru a písmenem půdní vrstvy. 17. ledna 2019 jsem vzorky odevzdala na fakultě FŽP své vedoucí práce, paní doc. RNDr. Emilii Pecharové CSc. Ta následně mé vzorky, předala do Státního ústavu radiální ochrany k jejich vyhodnocení. Společně se vzorky byly předány i vyplněné dokumenty „Plán vzorkování“ a „Protokolární záznam o odběru vzorku“.



Sušení půdních vzorků.



Vzorky připraveny k odevzdání.

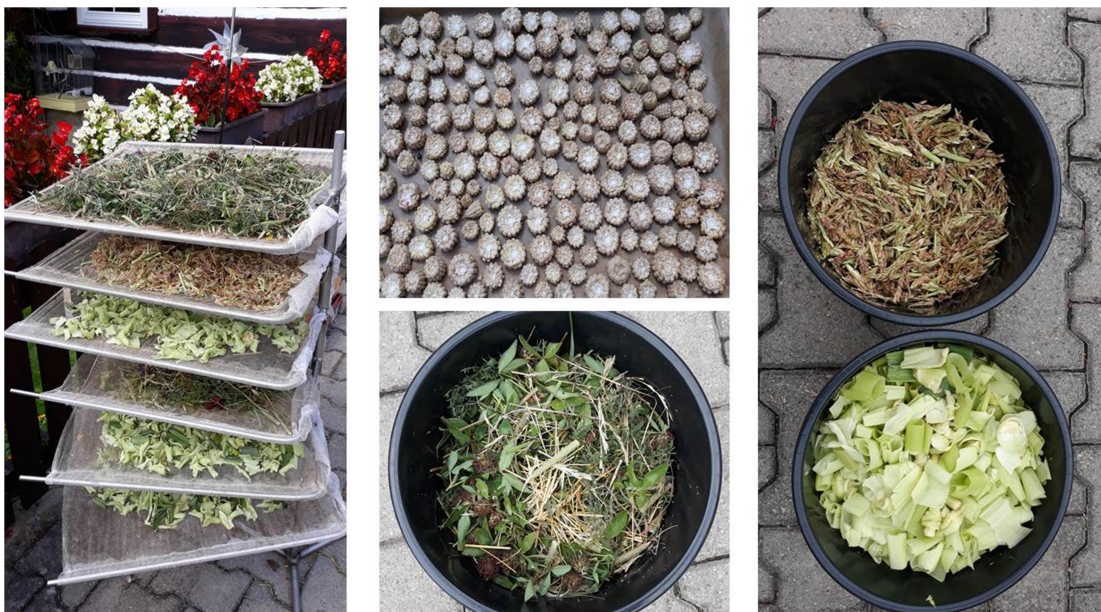
Obrázek 13: Příprava půdních vzorků Zdroj: Voříšková

5.1.3. Odběr a úprava vzorků biomasy

Odběr vzorků biomasy byl proveden na stejných pozemcích, ze kterých jsem odebírala půdní vzorky. Než jsem přistoupila k odběru biomasy, zájmové území jsem několikrát zkontrolovala. Zejména bylo nutné zjistit, jaká plodina je pěstována na polním pozemku a následně, zda je možné přistoupit k její sklizni. Ve všech případech se jednalo o směsný vzorek biomasy z okolí sond pro odběr půdních vzorků, zjištěno pomocí GPS souřadnic. Vzorky jsem odvezla z místa odběru v předem připravených plastových kbelících o objemu 10 litrů (traviny, listy), případně volně ložené v zavazadlovém prostoru auta (kukuřice – stonky a listy, klasy).

- Lokalita „Orná půda“ – na pozemku byla v srpnu 2019 pěstována kukuřice. Jednotlivé rostliny jsem pomocí zahradní pilky uřízla a přímo na místě rozdělila na kategorie: kukuřice – klas, kukuřice – květ, kukuřice – stonk a listy.
- Lokalita „Louka“ – směs lučních travin byla vzrostlá do výšky cca 40 cm, v podstatě se jednalo o květnatou louku. Za pomoci zahradních nůžek jsem odebrala vzorky, které jsem přímo na místě rozstříhala na cca 3 - 5 cm dlouhé části. Zástupci lučních travin, bylin: jetel luční, kostřava luční, psárka luční, bojínka, svízel syřišťový, chrpa, kopretina bílá.
- Lokalita „Les“ – většina stromů byly zástupci listnatých, jednalo se tedy převážně o listnatý les, proto jsem se rozhodla odebrat dva druhy vzorků a to směsný vzorek listů a směsný vzorek lesních rostlin. Sbírala jsem popadané listy a trhala listy přímo z dubových a březových stromů. Zároveň jsem pomocí zahradních nůžek odebrala vzorky borůvčí, maliní, kapradí a jiných lesních rostlin. Také jsem k tomuto vzorku přidala roustoucí mech a několik zástupců nejedlých hub.

Doma jsem vzorky z louky a lesa rozprostřela do bedýnek. Kukuřici jsem rozebrala na jednotlivé části. Listy a stonky jsem zahradnickými nůžkami rozstříhala na 3 – 5 cm dlouhé části a dala sušit samostatně. To samé jsem udělala i s květenstvím kukuřice. Klasy jsem očistila od vláken a pro snadnější sušení nakrájela na 0,5 - 1 cm široká kolečka. Vzhledem k vysokým letním teplotám bylo možné vše sušit na přímém slunci, přes noc jsem vzorky přenesla do místnosti.

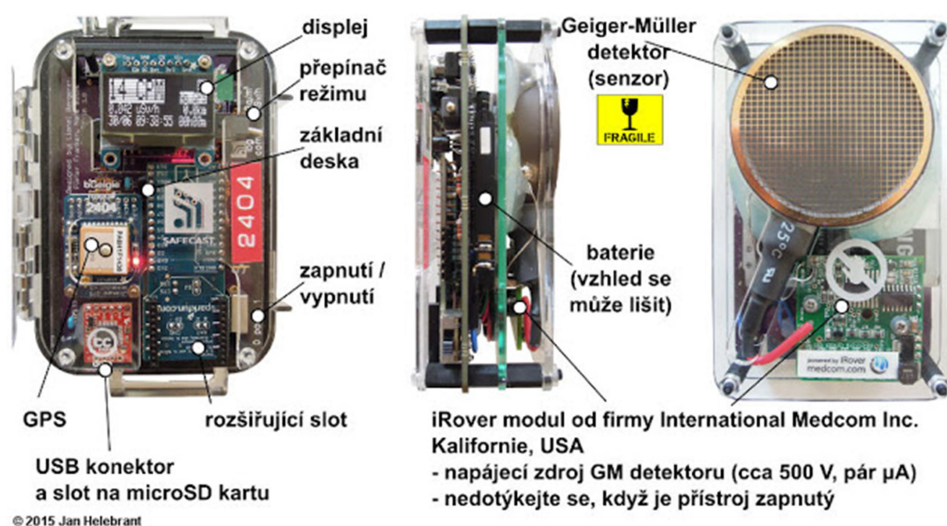


Obrázek 14: Příprava a sušení vzorků biomasy Zdroj: Voříšková

Tímto způsobem jsem sušila vzorky 4 dny, poté jsem je, již částečně usušené, přendala na podomácku vyrobený sušák k dosušení. Celý proces sušení netrval déle než 2 týdny. Usušené vzorky jsem přendala do připravených plastových kbelíků a shora překryla potravinovou fólií namísto víka. Vše jsem opět označila Protokolárním záznamem o odběru vzorku a odevzdala 9. září 2019 na FŽP paní doc. RNDr. Emilii Pecharové CSc.

5.1.4. Měření dávkového příkonu detektorem SAFECAST bGeigie Nano

SAFECAST bGeigie Nano je detektor záření gama na bázi GM (Geiger-Müllerova) detektoru určený k radiacnímu mapování v terénu. Uvnitř přístroje je vestavěný GPS přijímač, který spolu s daty automaticky ukládá polohu a čas na paměťovou kartu.



Obrázek 15: Detektor SAFECAST bGeigie Nano Zdroj: URL8

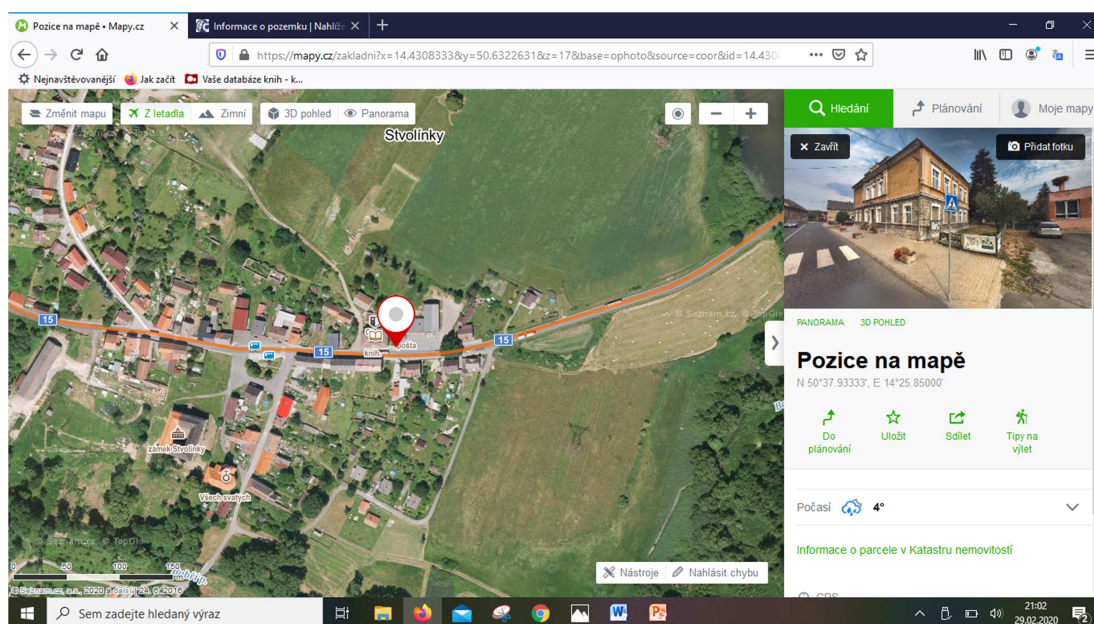
Před samotným měřením jsem doma přečetla instrukce pro správné měření a zkontrolovala, že je přístroj nabitý a uvnitř je správně vložená paměťová karta. Dávkový příkon jsem měřila na všech pozemcích v jeden den a to 20. 4. 2019. Provádět měření v zimním období není příliš vhodné, protože zejména dlouhodobý mráz či vysoká sněhová pokrývka by mohly ovlivnit výsledná měření. Zároveň v jarních měsících nebyly na pozemcích vzrostlé rostliny a tak nedošlo k jejich poškození. V 10:57 jsem zahájila měření na poli a ukončila v 15:16 na louce. Během přechodu mezi jednotlivými pozemky jsem přístroj vypnula a zapisovala časy jednotlivých měření. Obsluha přístroje je poměrně jednoduchá. Nejdůležitější je zkontrolovat, že je přístroj zapnutý a přepínač pro záznam je také v poloze „zapnuto“. Optimální výška přístroje je 1 m nad zemí a čidlo musí směřovat směrem dolů. Měřit je možné za chůze, za jízdy na kole či během jízdy dopravním prostředkem. Měření jsem prováděla chůzí po pozemcích v pruzích vzdálených 1 - 2

metry od sebe. Po příjezdu domů jsem vyndala kartu a data jsem zálohovala na svém počítači. Opět jsem vypsala protokol o měření a 7.5. 2019 a e-mailem odeslala k vyhodnocení na SÚRO.

6. Výsledky měření

Výsledné naměřené hodnoty odebraných půdních vzorků a vzorků biomasy jsem obdržela 27. 01. 2020, souhrnně zpracované v excelové tabulce z oddělení spektrometrie SÚRO. Byly zde nejen výsledky mnou vybraného zájmového území, ale všechny výsledné hodnoty, které SÚRO od roku 2017 shromáždilo. Na základě těchto podkladů jsem zpracovala tabulky a grafy v programu Microsoft office 2010.

Plošná aktivita v roce 1986 byla naměřena v podstatě v centru obce. Podle zadaných souřadnic N 50°37'56''; E 14°25'51'' se v místě nyní nachází pošta.



Obrázek 16: Označení místa měření v roce 1986 Zdroj: URL21

6.1.1. Výsledné hodnoty ^{137}Cs v půdě

Měření hmotnostní aktivity ^{137}Cs v půdě bylo provedeno ve válcovitých měřicích nádobách v poloze na a okolo detektoru. Jednotlivé půdní vrstvy byly měřeny na aktivitu ^{137}Cs . Aktivita = množství radioaktivní látky vztahované na jednotku hmotnosti. Měření probíhala před provedením korekcí na sušinu a po provedení korekcí na sušinu. Sušina je procentuálně vyjádřené množství vzorku po odpaření odpařitelných částic při 105°C.

Ze získaných dat jsem vytvořila tabulky s uvedením hmotnostní a plošné aktivity pro každou lokalitu zvlášť.

$$\text{Hmotnostní aktivita } ^{137}\text{Cs} = A_m [\text{Bq/kg}]$$

$$\text{Plošná aktivita } ^{137}\text{Cs} = A_p [\text{Bq/m}^2]$$

Lokalita „Pole“ – Stvolínky, p. č. 1299

Vrstva	Hmotnost celého vzorku [kg]	Hmotnost měřeného vzorku [kg]	$A_m^{137}\text{Cs}$ [Bq/kg]	$A_p^{137}\text{Cs}$ [Bq/m ²]
Vrstva A	1,489	0,957	6,000	
Vrstva B	1,529	0,918	3,600	380,273
Vrstva C	1,549	0,933	0,370	
Vrstva D	1,525	0,938	0,200	

Tabulka č. 3: Výsledky měření v lokalitě „Pole“ Zdroj: Voříšková

Lokalita „Les“ – Stvolínky, p. č. 635/1 a p. č. 1302

Vrstva	Hmotnost celého vzorku [kg]	Hmotnost měřeného vzorku [kg]	$A_m^{137}\text{Cs}$ [Bq/kg]	$A_p^{137}\text{Cs}$ [Bq/m ²]
Vrstva A	1,392	0,861	11,000	
Vrstva B	1,488	0,855	3,000	531,809
Vrstva C	1,484	0,901	1,100	

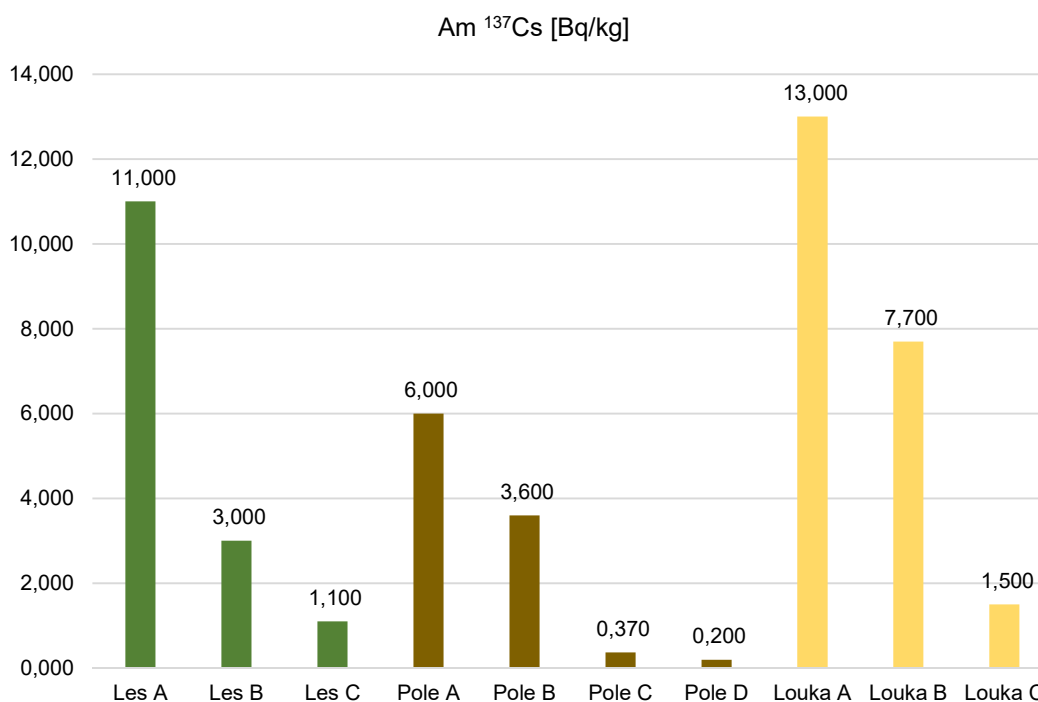
Tabulka č. 4: Výsledky měření v lokalitě „Les“ Zdroj: Voříšková

Lokalita „Louka“ – Stvolínky, p. č. 1390

Vrstva	Hmotnost celého vzorku [kg]	Hmotnost měřeného vzorku [kg]	$A_m^{137}\text{Cs}$ [Bq/kg]	$A_p^{137}\text{Cs}$ [Bq/m ²]
Vrstva A	1,160	0,679	13,000	
Vrstva B	1,107	0,688	7,700	605,585
Vrstva C	1,121	0,753	1,500	

Tabulka č. 5: Výsledky měření v lokalitě „Louka“ Zdroj: Voříšková

Porovnání hmotnostní aktivity ^{137}Cs v půdních vzorcích [Bq/kg]

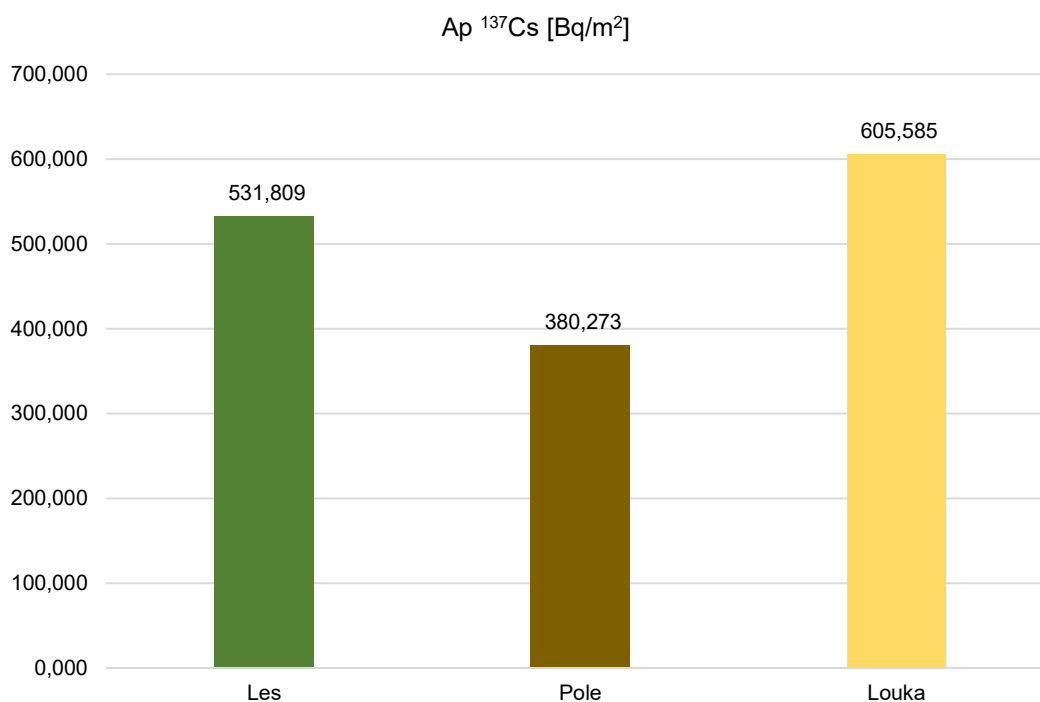


Graf č. 1: Porovnání hmotnostní aktivity ^{137}Cs v půdních vzorcích Zdroj: Voříšková

Z grafu porovnávacím hmotnostní aktivitu ^{137}CS je patrné:

- nejvyšší hodnoty na všech sledovaných lokalitách jsou ve vrstvě A, odkud se radionuklid ^{137}CS během svého poločasu rozpadu vstřebává hlouběji do půdy.
- nejvyšší naměřené hodnoty vykazují půdní vzorky odebrané na louce, která se využívá jako zdroj sena pro krmení zvířat v zimním období, případně pro pěstování různých druhů trav, jetelovin a bylin. V minulosti byla využívána i jako pastvina pro hospodářská zvířata. Jedná se o těžkou jílovitou půdu.
- nejnižší naměřené hodnoty vykazují vzorky odebrané orné půdy, což je zapříčiněno zemědělskou činností, kdy je půda nepřetržitě obdělávána. Zejména orba rozrušuje a provzdušňuje povrch zeminy do hloubky, v případě hluboké orby se jedná o cca 30 cm.

Porovnání plošné aktivity ^{137}Cs v půdních vzorcích [Bq/m^2]



Graf č. 2: Porovnání plošné aktivity ^{137}Cs v půdních vzorcích. Zdroj: Voříšková

Z grafu porovnávaným plošnou aktivitu ^{137}CS je patrné:

- potvrzení naměřených hodnot v půdních vzorcích, kdy nejvyšší plošná aktivita ^{137}Cs je vzorcem vypočtena na lokalitě „Louka“, následuje „Les“.
- lokalita „Pole“ vykazuje o cca 40% nižší hodnoty než „Louka“. Příčina je opět v prováděných zemědělských aktivitách na pozemku.

Na základě odebraných půdních vzorků jsem zjistila:

- lokality „Pole“ a „Les“ jsou spíše písčité a hlinitopísčité půdy, které mají nízký obsah jílu.
- lokalita „Louka“ obsahuje více než 50% jílovitých částic. Jílovité půdy jsou těžké a soudržné a jílovité částice snižují migraci ^{137}Cs do nižších vrstev.

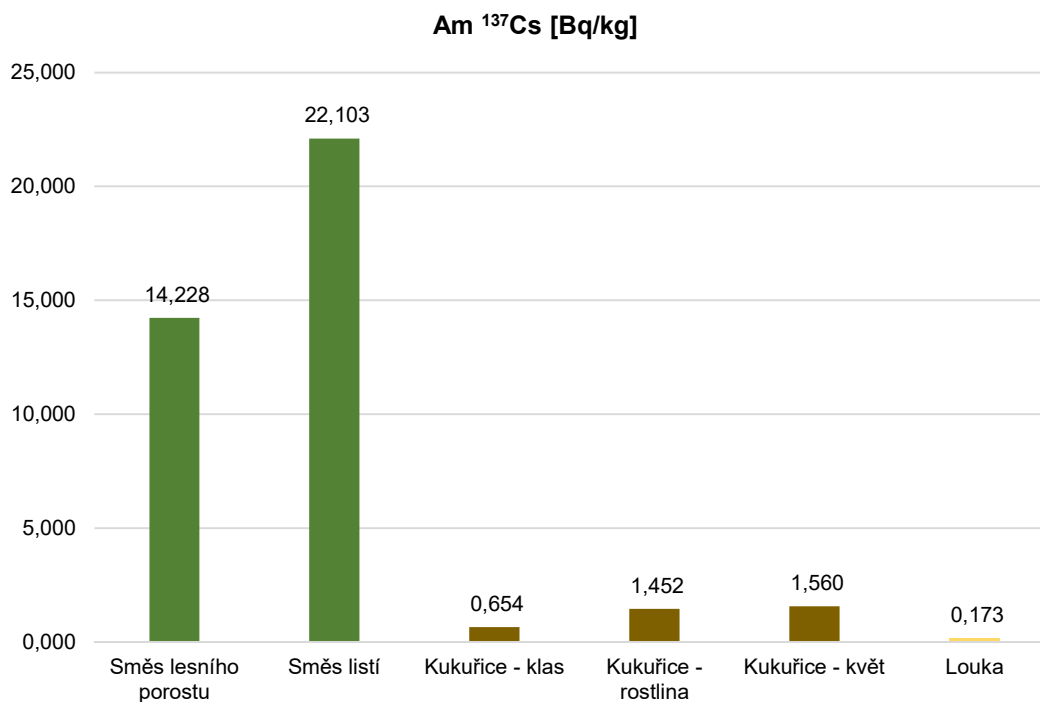
Hmotnostní aktivita ^{137}Cs [Bq/kg] vykazuje vždy hodnoty pro jednotlivou půdní vrstvu. Z důvodu relevantnosti výsledků je nezbytné, v případě půdních vzorků, zohlednit i hodnoty plošné aktivity [Bq/m^2] v dané lokalitě. Hmotnostní aktivita je naopak správný ukazatel pro vyhodnocení radionuklidu ^{137}Cs obsaženého v biomase.

6.1.2. Výsledné hodnoty ^{137}Cs v biomase

Výsledné hodnoty radionuklidu ^{137}Cs obsaženého v biomase byly získány stejným způsobem, jako hodnoty z půdních vzorků. Z dat poskytnutých SÚRO jsem vytvořila přehledovou tabulku a graf.

Druh biomasy	Hmotnost celého vzorku [kg]	Hmotnost měřeného vzorku [kg]	$A_m^{137}\text{Cs}$ [Bq/kg]
Kukuřice - klas	0,787	0,167	0,654
Kukuřice - rostlina	0,464	0,188	1,452
Kukuřice - květ	0,319	0,168	1,560
Směs lesního porostu	0,288	0,104	14,228
Směs listí	0,264	0,115	22,103
Směs lučních travin	0,383	0,202	0,173

Tabulka č. 6: Hmotnostní aktivita ^{137}Cs v biomase Zdroj: Voříšková



Graf č. 3: Porovnání hmotnostní aktivity ^{137}Cs v biomase Zdroj: Voříšková

Z grafu porovnávacím hmotnostní aktivitu v biomase je patrné:

- nejvíce se ^{137}Cs vyskytuje v lesních vzorcích a to několikanásobně v porovnání s ostatními plodinami. Příčinou je, že lesní pozemky nejsou žádným způsobem zemědělsky obhospodařované a radionuklid v půdě pouze postupně migruje do hloubky.
- dalším důvodem je podstatně vyšší akumulční schopnost stromů, což potvrzuje i fakt, že listí obsahuje ^{137}Cs ještě daleko více než směs v půdě rostoucích rostlin a mechů.

6.1.3. Výsledky měření dávkového příkonu

Potvrzení o správnosti uložení dat a výsledky měření jsem obdržela 10. 06. 2019, společně s odkazem na veřejnou mapu Safecast Tile Map. Safecast bGeigie Nano měří dávkový příkon na základě impulzů způsobených průletem částic záření gama detekční trubicí. Každá částice gama, která detektorem proletí, znamená jeden impulz. Tento přístroj nedokáže určit zda zdrojem gama částice je ^{137}Cs , nebo některý z přírodních radionuklidů.

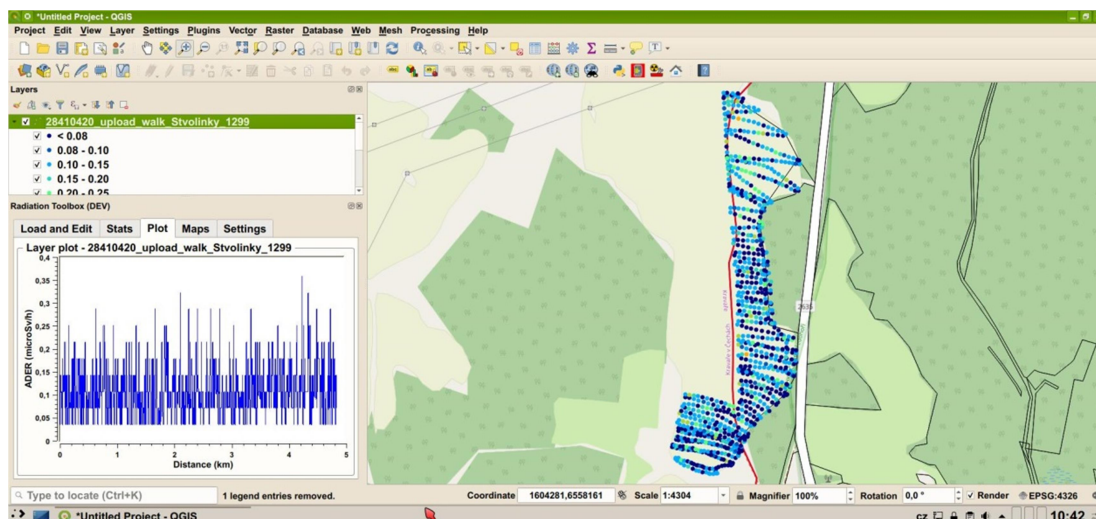
V mapě jsou výsledky měření označené jako body a intenzita dávkového příkonu je přiřazena k určité barvě. Nejnižší hodnota dávkového příkonu je označena tmavou barvou, čím je barva světlejší, tím se intenzita gama záření zvyšuje. Pro vyjádření dávkového příkonu se využívá jednotka $1 \mu\text{Sv/h}$. Na stránkách SÚRO jsou volně ke stažení limity dávkového příkonu.



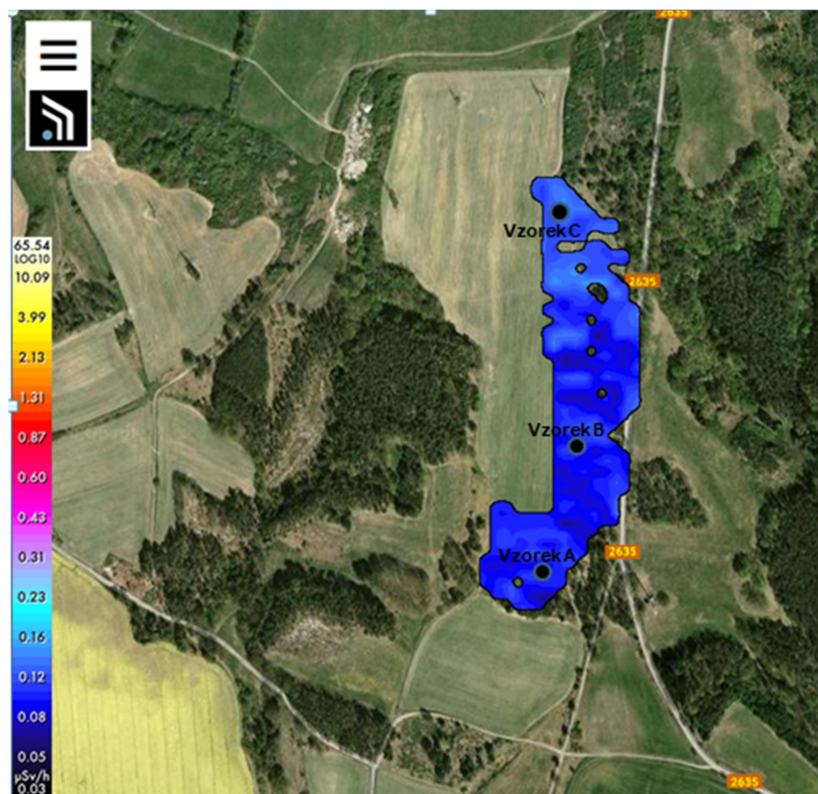
Obrázek 17: Dávkový příkon Zdroj: URL 8

Veřejná mapa Safecast Tile Map je zpracována obdobně jako veřejnosti známé Google Mapy. V mapovém výstupu je zaznamenán pohyb v dané lokalitě během měření a barevné rozlišení dle spektra gama záření. Je možné zvolit si mapový podklad, pohybovat se v mapě dle souřadnic a například pomocí symbolu zaměřovače zjistit hodnotu dávkového příkonu z naměřených dat, které jsou pod symbolem.

Výsledná mapa měření dávkového příkonu – lokalita „Pole“

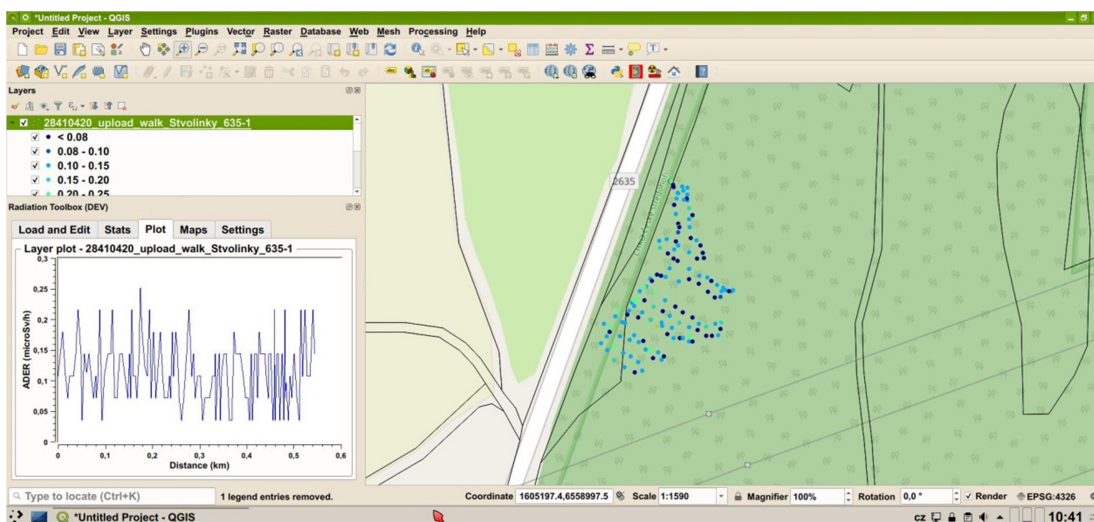


Obrázek 18: Výsledky měření zpracované v programu QGIS, lokalita „Pole“ Zdroj: SÚRO

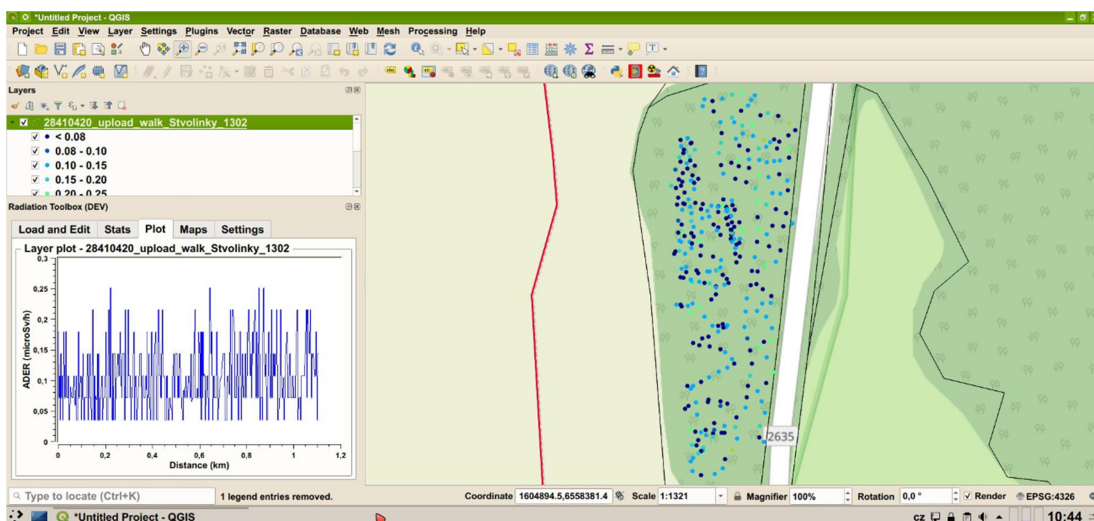


Obrázek 19: Veřejná mapa Safecast, lokalita „Pole“ Detailizace: Voříšková

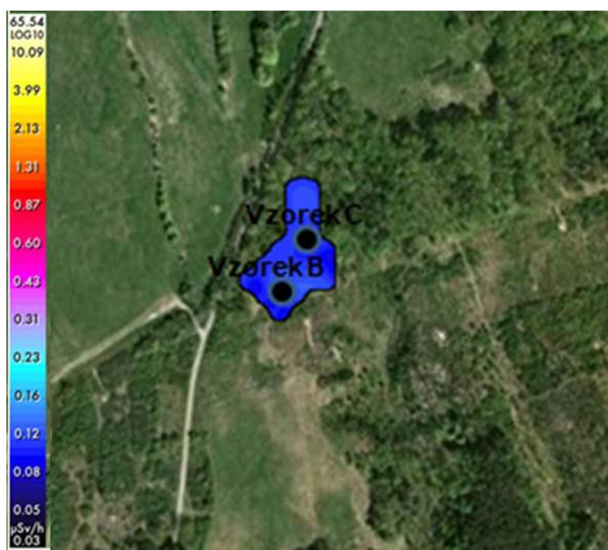
Výsledná mapa měření dávkového příkonu – lokalita „Les“



Obrázek 20: Výsledky měření zpracované v programu QGIS, lokalita „Les“ Zdroj: SÚRO

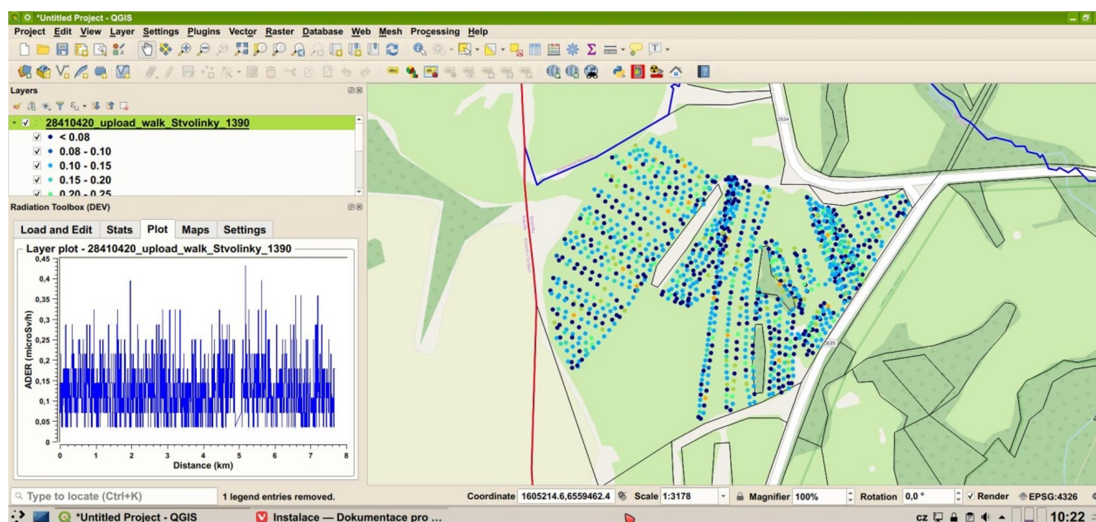


Obrázek 21: Výsledky měření zpracované v programu QGIS, lokalita „Les“ Zdroj: SÚRO

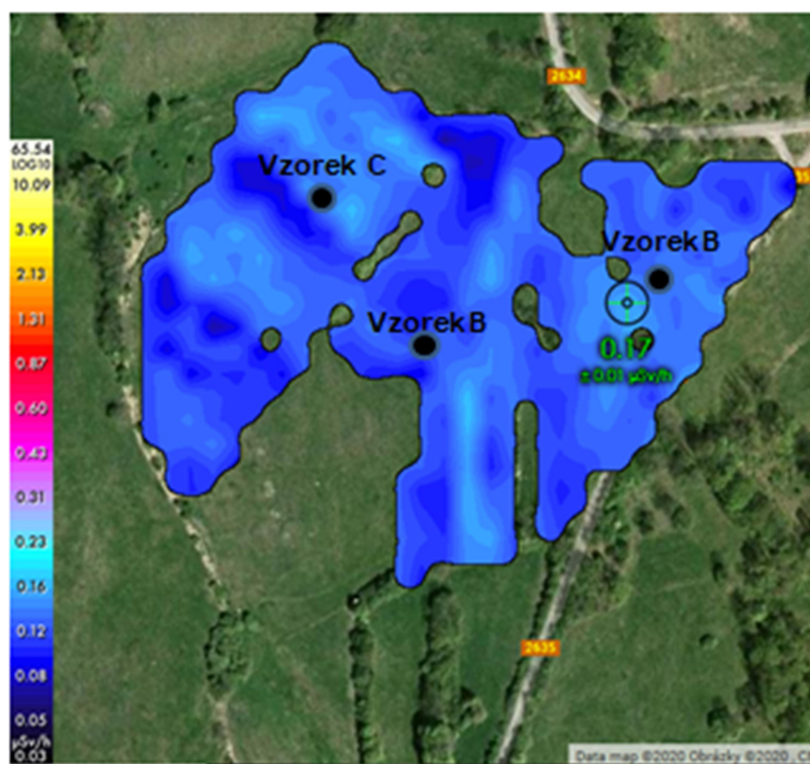


Obrázek 22: Veřejná mapa Safecast, lokalita „Les“ Detailizace: Voříšková

Výsledná mapa měření dávkového příkonu – lokalita „Louka“



Obrázek 23: Výsledky měření zpracované v programu QGIS, lokalita „Louka“ Zdroj: SÚRO



Obrázek 24: Veřejná mapa Safecast, lokalita „Louka“ Detailizace: Voříšková

Výsledné hodnoty dávkového příkonu na všech lokalitách potvrzují, že radioaktivita v zájmovém území není žádným způsobem zdraví, nebo život ohrožující. Naměřené hodnoty se pohybovaly v rozmezí 0,08 – 0,17 $\mu\text{Sv/h}$, což jsou hodnoty dávkového příkonu z přírodního pozadí pro Českou republiku.

6.1.4. Transferový koeficient

Je ukazatelem přenosu radionuklidu ^{137}Cs z půdy do rostliny. Využívá se pro předpověď budoucí kontaminace plodin pěstovaných v kontaminované půdě. Výsledná hodnota ovlivňuje rozhodování o využití půdy. Vyjadřuje se jako podíl hmotnostní aktivity ^{137}CS rostliny (sušiny) [Bq/kg] a hmotnostní aktivity ^{137}Cs půdy (sušiny) [Bq/kg]. Výsledkem je bezrozměrné číslo.

Definice uvedená v metodice výpočtu transferového koeficientu: „Transferový koeficient (TK) přestupu izotopů cesia z půdy do rostliny je definován jako poměr hmotnostní aktivity radionuklidu v rostlině sušené 48 hod při 60 °C a hmotnostní aktivity suché půdy (půda sušena na vzduchu a poté stanoven obsah zbytkové vody)“ Metodika popisuje postup výpočtu v laboratorních podmínkách, při výpočtu bychom měli zohlednit kombinovanou standardní nejistotu stanovení aktivity radioaktivní látky ve vzorcích půdy a biomasy. Kombinovaná standardní nejistota se stanoví jako vážený průměr hmotnostních aktivit vzorků půdy a biomasy (Ježková, Rulík, 2015).

Pro výpočet jsem použila zjednodušený vzorec. Vstupující hodnoty byly naměřeny v laboratoři SÚRO, nezohledňuji žádné vedlejší vlivy a parametry, které se sledují v laboratorních podmínkách.

Transferový koeficient (Ježková, Rulík, 2015):

- podíl mezi hmotnostní aktivitou biomasy [Bq/kg] hmotnostní aktivitou suché půdy v [Bq/kg]. Výsledek je bezrozměrné číslo.

$$\text{TK} = \frac{A_m \text{ vysušené rostliny [Bq/kg]}}{A_m \text{ vysušené půdy [Bq/kg]}}$$

Agregovaný transferový koeficient:

- podíl mezi hmotnostní aktivitou biomasy [Bq/kg] a plošnou aktivitou v [Bq/m²]. Výsledek je [kg/m²].

$$\text{TAG} = \frac{A_m \text{ vysušené rostliny [Bq/kg]}}{A_p \text{ vysušené půdy [Bq/m}^2\text{]}}$$

- A_m vysušené rostliny = hmotnostní aktivita naměřená v jednotlivých vzorcích biomasy
- A_m vysušené půdy = průměr hmotnostní aktivity naměřené v jednotlivých vrstvách jednoho typu půdního vzorku.
- A_p vysušené půdy = plošná aktivita naměřená v jednotlivých vzorcích půdy

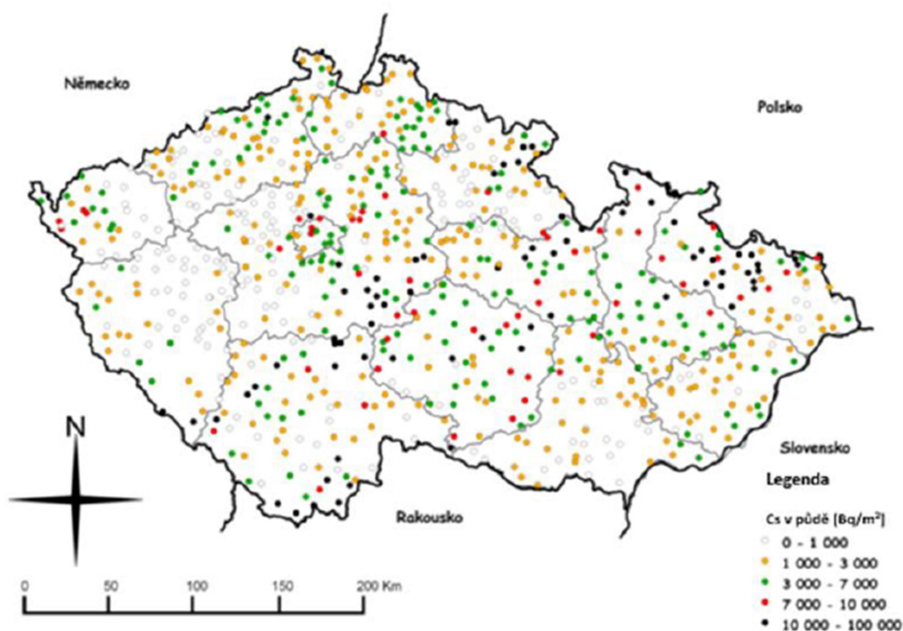
Lokalita	Druh biomasy	Am ¹³⁷ Cs [Bq/kg] Půda	Ap ¹³⁷ Cs [Bq/m ²] Půda	Am ¹³⁷ Cs [Bq/kg] Biomasa	Transferový koeficient	TAG [kg/m ²]
Pole	Kukuřice - klas	2,543	380,273	0,654	0,257	0,001720
Pole	Kukuřice - rostlina	2,543	380,273	1,452	0,571	0,003818
Pole	Kukuřice - květ	2,543	380,273	1,560	0,614	0,004103
Les	Směs lesního porostu	5,033	531,809	14,228	2,827	0,026754
Les	Směs listí	5,033	531,809	22,103	4,392	0,041561
Louka	Směs lučních travin	7,400	605,585	0,173	0,023	0,000286

Tabulka č.7: Transferový koeficient Zdroj: Voříšková

7. Diskuze

V roce 1986 začali pracovníci Krajských hygienických stanic a Ústavu hygieny práce v uranovém průmyslu monitorovat radiační situaci na našem území. Bezprostředně po havárii bylo na našem území zjištěno 27 druhů radionuklidů. Po 4 měsících od havárie bylo více než 90% dávek zjištěných radionuklidů ve formě ^{137}Cs a ^{134}Cs . Zároveň byla stanovena povrchová aktivita radionuklidů uložených v půdě pro celé území (Kunz, 1987).

Pro porovnání výsledných hodnot jsem využila naměřené hodnoty plošné aktivity z roku 1986 a aktuálně naměřené hodnoty hmotnostní a plošné aktivity v půdních vzorcích a biomasy (měření v letech 2017-2019).

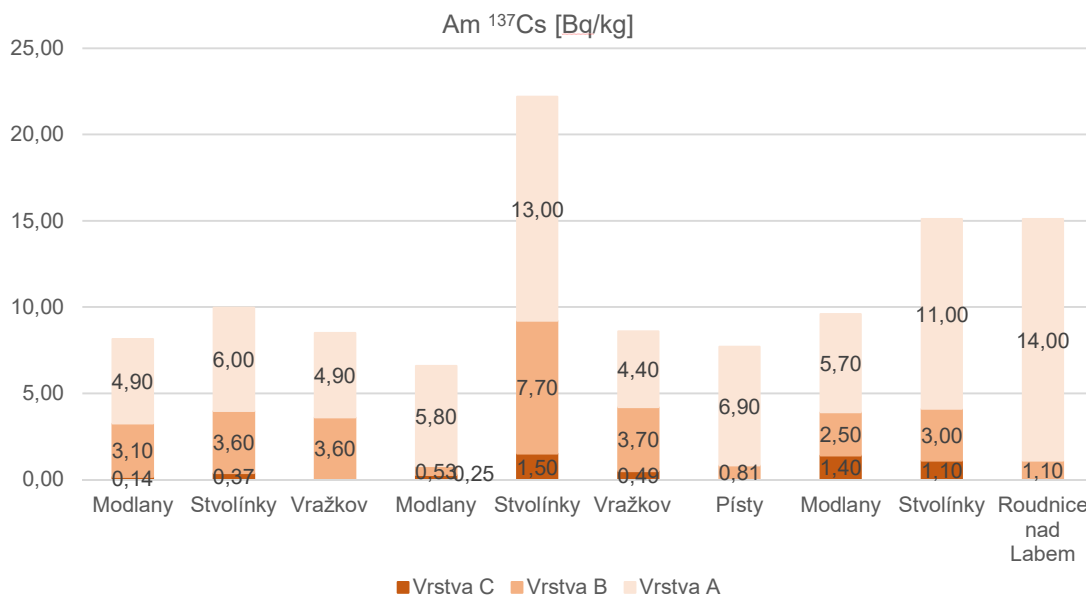


Obrázek 25: Mapa kontaminace půdy České republiky ^{137}Cs po havárii JE Černobyl Zdroj: (Rulík, Helebrant, 2011)

7.1.1. Porovnání výsledných hodnot hmotnostní aktivity ^{137}Cs v půdě

Porovnávala jsem naměřené hodnoty na severu a severozápadě České republiky, v části ústeckého a libereckého kraje. Zájmová území Roudnice nad Labem, Vražkov a Písty jsou vzdálená do 40 km od Stvolínek. Modlany jsou vzdálené necelých 70 km. Vzorky v zájmovém území Modlany byly odebrány v roce 2019 (Šváb, 2020), ostatní porovnávané vzorky byly odebrány v roce 2017 (Kautská Hofmanová, 2019).

Naměřené hodnoty shodně potvrzují pomalou migraci ^{137}Cs do nižších vrstev půdních profilů. I po více než 30 letech od jaderné havárie je největší výskyt ^{137}Cs zjištěn ve vrchní vrstvě. Rychlost migrace závisí především na půdním typu a struktuře. Chování radionuklidů úzce souvisí s obsahem a kvalitou jílových minerálů v půdě a na půdní zrnitosti.



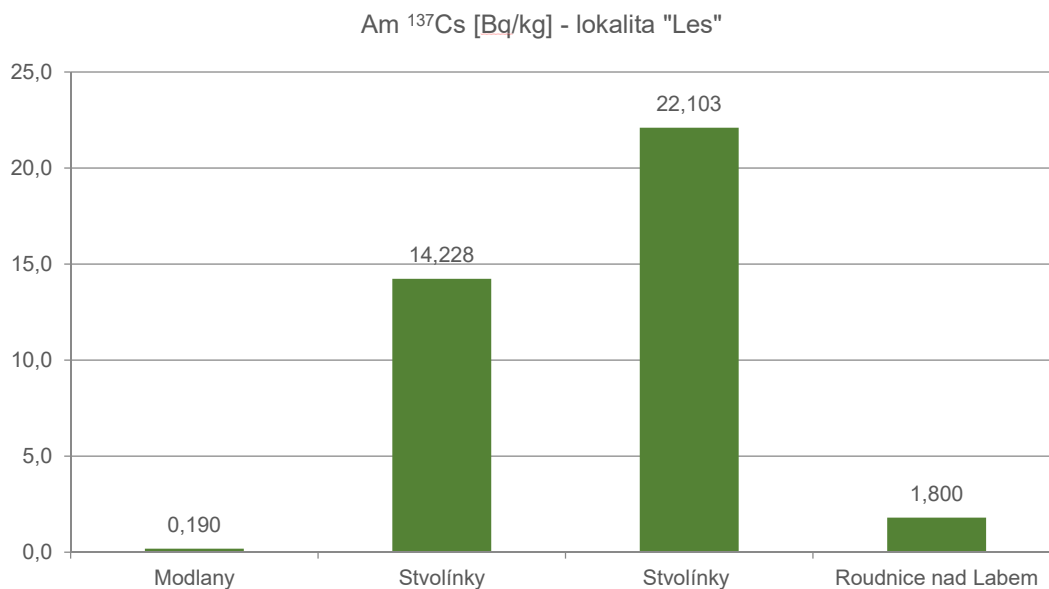
Graf č. 4: Porovnání hmotnostní aktivity ^{137}Cs v půdě Zdroj: Voříšková

7.1.2. Porovnání výsledných hodnot hmotnostní aktivity ^{137}Cs v biomase

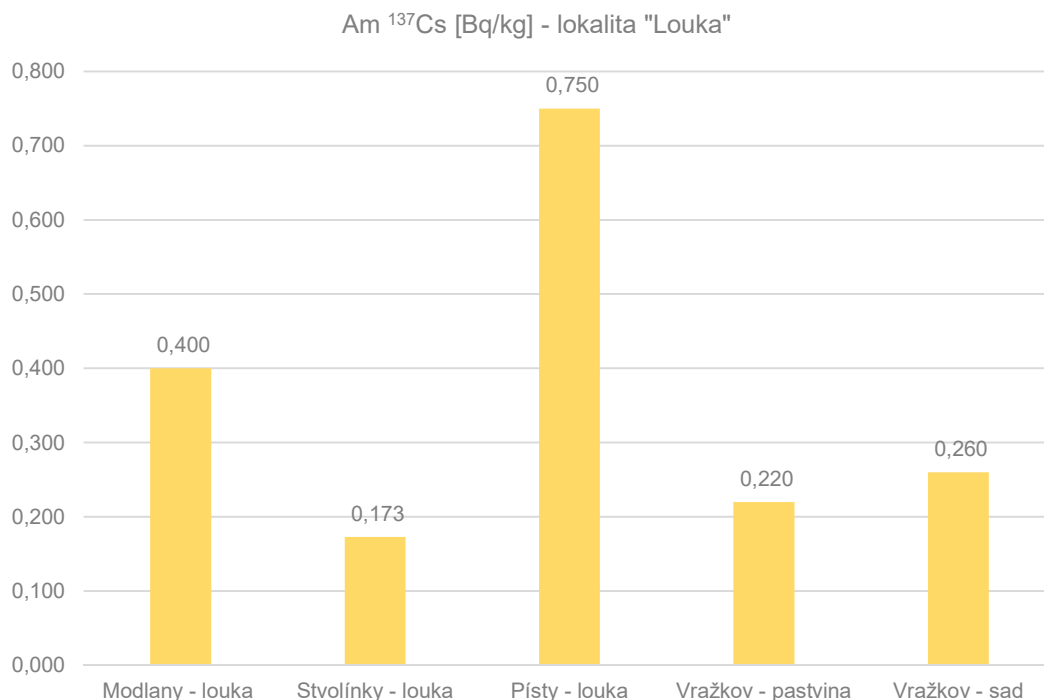
Porovnáním výsledných hodnot hmotnostní aktivity v biomase jsem došla k závěru, že pro relevantnost vyhodnocení je důležité porovnávat stejný druh biomasy. Některé rostliny absorbují lépe kontaminované látky z půdy a proto se cíleně vysazují v kontaminovaných oblastech. Transfer z půd do rostlin probíhá kořeny, popisuje se jako aktivní nebo pasivní proces. Aktivní proces je výsledkem fyzikálně-chemických reakcí mezi půdní maticí, půdním roztokem a kořenovým systémem rostliny. Pasivním příjmem je označována iontová výměna na povrchu kořenů (Dufey et al., 1999).

Nejvíce obsahu ^{137}Cs bylo ze všech hodnocených zájmových oblastech naměřeno v lokalitě „Les“. Obecně mají stromy schopnost absorbovat znečišťující látky z okolí, dalším důvodem je i fakt, že lesy zde jsou dlouhodobě a v těchto lokalitách nebyla žádná aktivní zemědělská činnost. Což se potvrdilo i ve výsledku odebraného listí z lesa ve Stvolínkách. Bohužel v ostatních lokalitách k odběru vzorku listí nedošlo. Následují hodnoty směsného vzorku ze Stvolínek, který obsahoval nejen rostliny (maliní, ostružiní, borůvčí), ale i mech. Mech je také zástupce rostlin s vyšší schopností absorpce kontaminovaných látek.

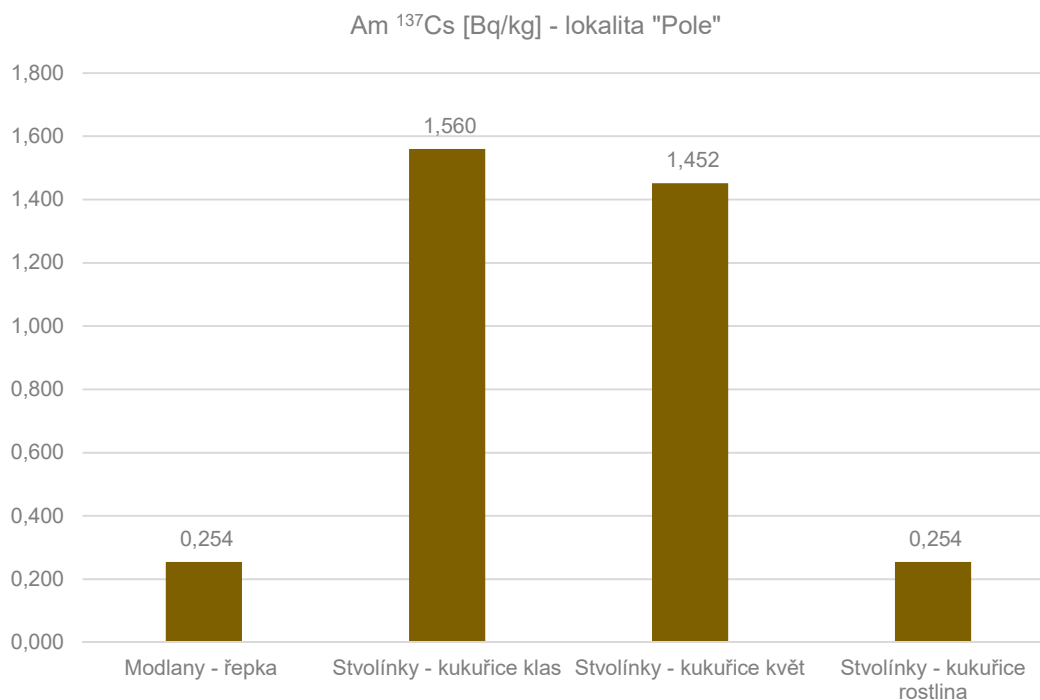
Naměřené hodnoty ^{137}Cs ve vzorcích biomasy odebrané na zemědělsky využívaných pozemcích s trvalým travním porostem a na polích nevykazovaly mezi sebou velké rozdíly. Je zajímavé, že nejméně obsahu ^{137}Cs vykazovaly vzorky odebrané na louce ve Stvolínkách, přitom obsah ^{137}Cs v půdě byl jedním z nejvyšších. Zřejmě je přenos radionuklidu ^{137}Cs ovlivněn hutností jílovité půdy.



Graf č. 5: Porovnání hmotnostní aktivity ^{137}Cs v biomase, lokalita „Les“ Zdroj: Voříšková



Graf č. 6: Porovnání hmotnostní aktivity ^{137}Cs v biomase, lokalita „Louka“ Zdroj: Voříšková



Graf č. 7: Porovnání hmotnostní aktivity ¹³⁷Cs v biomase, lokalita „Pole“ Zdroj: Voříšková

7.1.3. Porovnání výsledných hodnot plošné aktivity ¹³⁷Cs v půdě

V této části bakalářské práce jsem porovnala měření plošné aktivity z června roku 1986 oproti hodnotám naměřených v letech 2017 – 2019. Celkově došlo k výraznému poklesu plošné aktivity na území České republiky z kBq/m² na Bq/m². Tento výsledek jsem předpokládala, nicméně srovnání přesto považuji za zajímavé.

V roce 1986 byla naměřena extrémně vysoká hodnota plošné aktivity v Hoříčkách (okres Náchod) a to 80,8 kBq/m². V Divišově (okres Benešov), Horních Stropnicích (okres České Budějovice) a v Lísku (okres Žďár nad Sázavou) byly hodnoty nad hranicí 30 kBq/m² (Databáze SÚRO, 1986). Ostatní měřená místa ve většině případů nepřekročila hranici 10 kBq/m². Bohužel aktualizace měření plošné aktivity na těchto místech prozatím neproběhla.

Současná měření vykazují hodnotu plošné aktivity v rozmezí 3 527 - 37 Bq/m². Nejvyšší naměřená hodnota 3 527 Bq/m² byla zjištěna v okolí Slezské Ostravy, místo v tabulce označené názvem lokality Zárubek. Je zajímavé, že během měření v okolí Ostravy v roce 1986 se žádné vysoké hodnoty nezjistily, průměrná naměřená hodnota byla 7,8 kBq/m². Zřejmě současné vysoké hodnoty souvisí i s důlní činností na Ostravsku. Nejnižší naměřená hodnota 37 Bq/m² je z lokality Březinka u Bělé pod Bezdězem. V roce 1986 byla v okolí Bělé pod Bezdězem naměřena hodnota 2,46 kBq/m² (Databáze SÚRO, 2020).

8. Závěr

Při havárii jaderné elektrárny Černobyl v roce 1986 došlo k uvolnění radioaktivních látek do ovzduší. Do atmosféry pronikl radioaktivní mrak, který zasáhl nejen okolí elektrárny a území bývalého Sovětského svazu, ale rozšířil se po celé severní polokouli. Zasaženo a kontaminováno bylo více než 200 tis. km² v Evropě, včetně tehdejší Československé socialistické republiky. Největší vliv na usazování radionuklidů měly kontaminované dešťové srážky, které spadly na našem území. Jednalo se o přímou úměru – místa s větším úhrnem srážek byla více zasažena kontaminovaným spadem (Shcheglov et al., 2014; IAEA, 2005).

Cílem této práce bylo ověřit hodnoty radionuklidu ¹³⁷Cs v půdách a biomase. Radionuklid ¹³⁷Cs se stále nejvíce vyskytuje ve vrchní půdní vrstvě, což znamená, že se ¹³⁷Cs stále nachází v dosahu kořenového systému rostlin. Obsah radionuklidů v půdě ovlivňuje zemědělská činnost. Pozemky na kterých je prováděna orba vykazují nejnižší hodnoty a to z důvodu rozrušení a provdušnění povrchu zeminy do hloubky. Louky a pastviny byly dle zadání pozemky bez aktivní zemědělské činnosti, orba na nich v posledních 30 letech neprobíhala. Z většiny výsledků vyplynulo že nejvíce ¹³⁷Cs vykazují lesní pozemky a to zejména v případě, kdy se jedná o vzrostlý les. Obsah radionuklidů v biomase je ovlivněn výskytem radionuklidů v půdě, zároveň záleží na druhu pěstovaných rostlin v dané lokalitě.

Provedená měření v letech 2017 – 2019 potvrzují, že v celé České republice jsou hodnoty dávkového příkonu v mezích dávkového příkonu z přírodních zdrojů. Došlo ke snížení plošné aktivity naměřené po jaderné havárii v roce 1986.

9. Přehled použitých zdrojů

- Literatura

Barnaby, F., 1986: Chernobyl: The Consequences in Europe. *Ambio*. Vol. 15, 332-334.

Bienert, K. J., 1937: *Böhmisch Leipa 1337-1937*. [s.n.], Böhmisch Leipa.

Bunzl, K., Albers, B. P., Schimmack, W., Belli, M., Ciuffo, L., Menegon, S., 2000: Examination of a relationship between ¹³⁷Cs concentrations in soils and plants from alpine pastures. *Journal of Environmental Radioactivity*. Vol. 48, 145-158.

Culek, M., Grulich, V., Laštůvka, Z., Divíšek, J., 2013: Biogeografické regiony České republiky. Masarykova univerzita, Brno.

Databáze SÚRO, 1986: Kontaminace půdy ČR ¹³⁷Cs ČR po havárii JE Černobyl (excel)

Databáze SÚRO, 2020: Vzorčky půd a biomasy ČZU (excel)

De Medici, D., Komínková, D., Race, M., Fabbricino, M., Součková, L., 2019: Evaluation of the potential for caesium transfer from contaminated soil to the food chain as a consequence of uptake by edible vegetables. *Ecotoxicology and environmental safety* 171: 558-563.

Holoubek, I. et al., 2001: Persistentní organické polutanty. *Edice Planeta 2001*. Roč. 2001, 1-12.

Chlupáč, I., Brzobohatý, R., Kovanda, J., Stráník, Z., 2002: Geologická minulost České republiky. Akademie věd České republiky, Praha.

International Atomic Energy Agency (IAEA), 2005: The legacy of Chernobyl: Health, environmental and socio-economic impacts and Recommendations to the Governments of Belarus, the Russian Federation and Ukraine. IAEA, Vienna

Kautská-Hofmanová, V., 2019: Průzkum transferových koeficientů ¹³⁷Cs z půdy do zemědělských plodin v k.ú. Roudnice nad Labem (741647), Písty (721042). ČZU Praha. Praha.

Kiss, A., 1986: L'accident de Tchernobyl: ses conséquences au point de vue du Droit international. *Annuaire français de droit international* 1986, 32(1), 139-152.

Kozák, J., Němeček, J., 2009: Atlas půd České republiky. Česká zemědělská univerzita, 2. upravené vydání, Praha.

Kunz, E., 1987: Zpráva o Radiační situaci na území ČSSR po havárii JE Černobyl, Institut hygieny a epidemiologie, Centrum hygieny záření, Praha 10, Šrobárova 48.

Matisoff, G., Ketterer, M. E., Mietelski, J. W., Vitko, L. F., Lokas, E., 2010: Downward migration of Chernobyl-derived radionuclides in soils in Poland and Sweden. *Applied geochemistry*. Roč. 26, 105-115.

Mechlová, E., Košťál K., 2001: Výkladový slovník fyziky pro základní vysokoškolský kurz. Prometheus, Praha.

Morino, Y., Ohara, T., Nishizawa, M., 2011: Atmospheric behavior, deposition, and budget of radioactive materials from the Fukushima Daiichi nuclear power plant in March 2011. *Geophys. Res. Lett.*, 38.

Němeček, J., Vácha, R., Podlešáková, E., 2010: Hodnocení kontaminace půd v ČR. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha.

- Ojovan, M. I., Lee, W., 2014: An Introduction to Nuclear Waste Immobilisation. [s.n.], [S.I.].
- Park, K. S. et al., 2016: Analysis of Fukushima unit 2 accident considering the operating conditions of RCIC systém. Nuclear Engineering and Design, 183-191
- Pöschl, M., 2006: Základy radioekologie. Mendelova lesnická a zemědělská univerzita, 1. vydání, Brno.
- Pöschl, M., Nollet, L. M. L., 2007: Radionuclide concentrations in food and the environment. [s.n.], [S.I.]
- Rulík, P., Helebrant, J.: Mapa kontaminace půdy České republiky ¹³⁷Cs po havárii JE Černobyl. Zpráva SÚRO č. 22 / 2011 Státní ústav radiační ochrany, v.v.i. 2011
- Quitt, E., 1971: Klimatické oblasti Československa. Geografický ústav ČSAV, Brno.
- Shcheglov, A. I., Tsvetnova, O. B., Klyashtorin, A., 2014: The fate of Cs-137 in forest soils of Russian Federation and Ukraine contaminated due to the Chernobyl accident. Journal of Geochemical Exploration. Roč. 142, 75-81.
- Simon, M., 2005: Labe a jeho povodí. [s.n.], [S.I.].
- Smejkal, L., 2008: Máchův kraj - Českolipsko. REGIA, Praha.
- Statistická ročenka Libereckého kraje, 2005. Český statistický úřad. Integrovaný operační program.
- Steinhauser, G., Brandl, A., Johnson, T. E., 2014: Comparison of the Chernobyl and Fukushima nuclear accidents: A review of the environmental impacts. Science of The Total Environment. Vol. 470-471, 800-817.
- Sarkar, B., 2002: Heavy Metals in the Environment. Marcel Dekker, Inc., United States of America.
- Štěpánek, M. et al., 1986: Malá československá encyklopedie ČSAV, V. svazek, Academia, Praha.
- Šváb, M., 2020: Sledování množství ¹³⁷Cs v půdě a vegetaci a plošné měření dávkového příkonu na vybraných lokalitách – Modlany. ČZU Praha. Praha.
- Švec, J., 2005: Radioaktivita a ionizující záření. Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, Ostrava.
- Tolasz, R. et al., 2007: Atlas podnebi Česka. 1. vyd. Praha ;Olomouc: Český hydrometeorologický ústav.
- Ullmann, V., 2002: Jaderná fyzika a fyzika ionizujícího záření. elektronická podoba <http://astronuklfyzika.sweb.cz/>, Ostrava.
- Vašků, Z., 2004: Půda je naším největším bohatstvím. Vesmír. Roč. 83, 662-712.
- Vyhláška 327/1998 charakteristika bonitovaných půdně ekologických jednotek a postup pro jejich vedení a aktualizaci v platném znění.
- Zygmunt, J., Chibowski, S., Klimovicz, Z., 1998: The effect of sorption properties of soil minerals on the vertical migration rate of cesium in soil. Journal of radioanalytical and nuclear chemistry. Roč. 231, 57-62.

- **Internetové zdroje**

URL1: [cit.2019.10.02] dostupné z

<https://www.mucl.cz/region%2Dceskolipsko/ds-1072/p1=1195>

URL2: [cit.2019.10.02] dostupné z

<https://www.obec-stvolinky.cz/obec/historie>

URL3: [cit.2019.10.15] dostupné z

<https://mapy.cz/zakladni?x=14.6300615&y=50.6857164&z=9&source=dist&id=18>

URL4: [cit.2019.10.15] dostupné z

https://www.czso.cz/csu/xl/charakteristika_okresu_ci

URL5: [cit.2019.10.15] dostupné z

<https://www.czso.cz/csu/czso/pocet-obyvatel-v-obcich-za0wri436p>

URL6: [cit.2019.11.05] dostupné z

http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/index.php?start_y=670000&start_x=1070000

URL7: [cit.2019.10.15] dostupné z

[https://cs.wikipedia.org/wiki/Kostel_V%C5%A1ech_svat%C3%BDch_\(Stvol%C3%ADnky\)#/media/Soubor:Kostel_Stvol%C3%ADnky.jpg](https://cs.wikipedia.org/wiki/Kostel_V%C5%A1ech_svat%C3%BDch_(Stvol%C3%ADnky)#/media/Soubor:Kostel_Stvol%C3%ADnky.jpg)

URL8: [cit.2019.12.01] dostupné z

<https://www.suro.cz/cz/faq/detektor-safecast-bgeigie-nano-technicke-parametry>

URL9: [cit.2019.10.15] dostupné z

<http://geoportal.kraj-lbc.cz/cgi-bin/mapserv?map=/data/gis/MapServer/projects/wms/atlas/pudy.map&SERVICE=WMS&REQUEST=GetCapabilities>

URL10: [cit.2019.10.15] dostupné z

<http://www.ceskolipsko.info>

URL11: [cit.2019.10.15] dostupné z

<https://bpej.vumop.cz/>

URL12: [cit.2019.10.10] dostupné z

https://www.mzp.cz/cz/definice_pudy

URL13: [cit.2019.10.10] dostupné z

<https://www.suro.cz/cz/radiacni-ochrana/zakladni-pojmy>

URL14: [cit.2019.10.10] dostupné z

<https://www.google.com/maps/place/Stvol%C3%ADnky,+%C4%8Cesko/@50.6420279,14.4264317,3825m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x47096fa529e3c19b:0x400af0f6615f230!8m2!3d50.6322791!4d14.4286173?hl=cs-CZ>

URL15: [cit.2019.10.10] dostupné z

https://www.cuzk.cz/Dokument.aspx?AKCE=META:SESTAVA:MDR002_XSLT:WEBCUZZK_ID:758655

URL16: [cit.2019.10.10] dostupné z

<https://cs.wikipedia.org/wiki/Stvol%C3%ADnky>

URL17: [cit.2020.01.24] dostupné z

<https://www.kudyznudy.cz/aktivity/skalni-vyhliodka-smrtka-na-ceskolipsku>

URL18: [cit.2020.01.24] dostupné z

<http://sgi-nahlizenidokn.cuzk.cz/marushka/default.aspx?themeid=3&&MarQueryId=2EDA9E08&MarQParam0=49022867010&MarQParamCount=1&MarWindowName=Marushka>

URL19: [cit.2020.03.01] dostupné z

<https://poradenstvi.kraj-lbc.cz/o-kraji>

URL20: [cit.2020.03.01] dostupné z

<https://prvk.kraj-lbc.cz/ekologie>

URL21: [cit.2020.03.09] dostupné z

<https://mapy.cz/letecka?x=14.4308333&y=50.6322631&z=17&source=coor&id=14.43083333333332%2C50.63222222222225>

URL22: [cit.2020.03.09] dostupné z

https://www.obec-stvolinky.cz/e_download.php?file=data/editor/79cs_4.pdf&original=B_2%20Hlavn%C3%AD%20v%C3%BDkres.pdf

URL23: [cit.2020.03.20] dostupné z

<http://sgi-nahlizenidokn.cuzk.cz/marushka/default.aspx?themeid=3&&MarQueryId=6D2BCEB5&MarQParam0=758655&MarQParamCount=1&MarWindowName=Marushka>

URL24: [cit.2020.03.20] dostupné z

https://www.irsn.fr/FR/popup/Pages/tchernobyl_video_nuage.aspx

10. Přílohy

Protokolární záznam o odběru vzorku

Průvodní list odběru vzorků

Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt	Michaela Voříšková 17. listopadu 1379, Mladá Boleslav 293 01; tel.: 605 415 003
Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků	Lesy ČR (p.č. 635/1) Grznárová Zdeňka (p.č. 1302)

Kultura	Lesní porost
Katastrální území	Stvolínky (758655)
Správní obec	Stvolínky (562114)
Půdní blok č.	
Velikost v ha	122897 ha; 8777 ha
Parcelní číslo	635/1; 1302

Místní měření		
Ukazatel	Hodnota	Jednotka
Teplota vzduchu	Vzorek A 27; Vzorek B, C 18	°C
Počasí	26.08. jasno, bezvětří, 16.9. slabý déšť	

Datum odběru:	26.08.2018	Čas odběru:	11:00 – 11:25
Souřadnice odběru:	N 50°38.82867' E 14°25.24624'		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
A 1.1	10 cm		
Datum odběru:	16.09.2018	Čas odběru:	10:55 – 11:12
Souřadnice odběru:	N 50°38.54929' E 14°25.13812'		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
B 1.1	7 cm		
Datum odběru:	16.09.2018	Čas odběru:	11:40 – 12:15
Souřadnice odběru:	N 50°38.59241' E 14°25.12280'		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
C 1.1	7 cm		

Použité vzorkovací pomůcky: Rýč, motyka, lopatka a odpadové LDPE sáčky pro odběr vzorků, metr

Protokolární záznam o odběru vzorku

Průvodní list odběru vzorků

Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt	Michaela Voříšková 17. listopadu 1379, Mladá Boleslav 293 01; tel.: 605 415 003
Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků	Lesy ČR (p.č. 635/1) Grznárová Zdeňka (p.č. 1302)

Kultura	Lesní porost
Katastrální území	Stvolínky (758655)
Správní obec	Stvolínky (562114)
Půdní blok č.	
Velikost v ha	122897 ha; 8777 ha
Parcelní číslo	635/1; 1302

Místní měření	Hodnota	Jednotka
Ukazatel		
Teplota vzduchu	Vzorek A 27; Vzorek B, C 18	°C
Počasi	26.08. jasno, bezvětří, 16.9. slabý déšť	

Datum odběru:	26.08.2018	Čas odběru:	11:00 – 11:25
Souřadnice odběru:	N 50°38.82867' E 14°25.24624'		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
A 1.2	20cm		
Datum odběru:	16.09.2018	Čas odběru:	10:55 – 11:12
Souřadnice odběru:	N 50°38.54929' E 14°25.13812'		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
B 1.2	26 cm		
Datum odběru:	16.09.2018	Čas odběru:	11:40 – 12:15
Souřadnice odběru:	N 50°38.59241' E 14°25.12280'		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
C 1.2	19 cm		

Použité vzorkovací pomůcky: Rýč, motyka, lopatka a odpadové LDPE sáčky pro odběr vzorků, metr

Protokolární záznam o odběru vzorku

Průvodní list odběru vzorků

Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt	Michaela Voříšková 17. listopadu 1379, Mladá Boleslav 293 01; tel.: 605 415 003
Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků	Lesy ČR (p.č. 635/1) Grznárová Zdeňka (p.č. 1302)

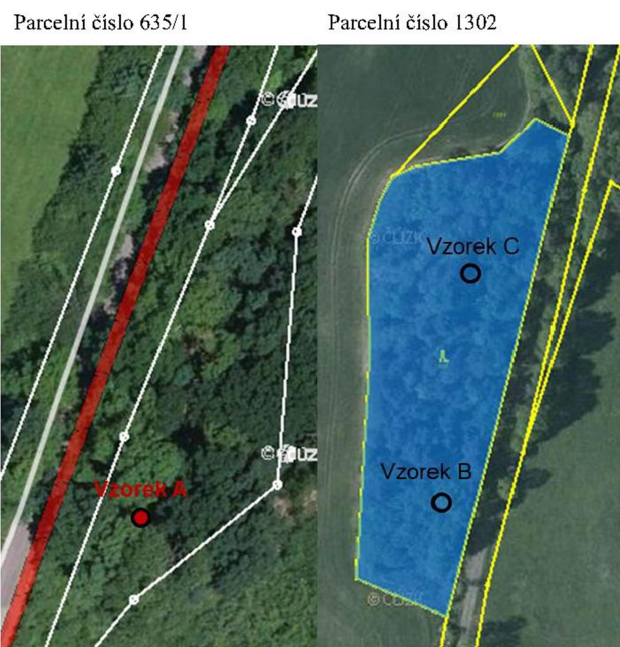
Kultura	Lesní porost
Katastrální území	Stvolínky (758655)
Správní obec	Stvolínky (562114)
Půdní blok č.	
Velikost v ha	122897 ha; 8777 ha
Parcelní číslo	635/1; 1302

Místní měření	Hodnota	Jednotka
Ukazatel		
Teplota vzduchu	Vzorek A 27; Vzorek B, C 18	°C
Počasí	26.08. jasno, bezvětří, 16.9. slabý déšť	

Datum odběru:	26.08.2018	Čas odběru:	11:00 – 11:25
Souřadnice odběru:	N 50°38.82867' E 14°25.24624'		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
A 1.3	20 cm		
Datum odběru:	16.09.2018	Čas odběru:	10:55 – 11:12
Souřadnice odběru:	N 50°38.54929' E 14°25.13812'		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
B 1.3	20cm		
Datum odběru:	16.09.2018	Čas odběru:	11:40 – 12:15
Souřadnice odběru:	N 50°38.59241' E 14°25.12280'		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
C 1.3	23 cm		

Použité vzorkovací pomůcky: Rýč, motyka, lopatka a odpadové LDPE sáčky pro odběr vzorků, metr

Schéma odběrového místa s vyznačením odběrových míst



Poznámka k odběru:
Směsný vzorek z vyznačených míst je označen: Stvolínky – les, 3. vrstva.

Podpis osoby, která provedla odběry: _____

Protokolární záznam o odběru vzorku

Průvodní list odběru vzorků

Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt	Michaela Voříšková 17. listopadu 1379, Mladá Boleslav 293 01; tel.: 605 415 003
Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků	Zelená farma s.r.o.

Kultura	Trvalý travní porost
Katastrální území	Stvolínky (758655)
Správní obec	Stvolínky (562114)
Půdní blok č.	Bonitovaná půdně ekologická jednotka 5.54.11
Velikost v ha	73896 ha
Parcelní číslo	1390

Místní měření	Hodnota	Jednotka
Ukazatel	18 - 21	°C
Teplota vzduchu		
Počasí	Jasno, bezvětří, sucho	

Datum odběru:	15.09.2018	Čas odběru:	13:05 – 14:27
Souřadnice odběru:	N 50°39.00670' E 14°25.20743'		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
A 1.1	8 cm	Jílovitá, kamenitá půda	
Datum odběru:	15.09.2018	Čas odběru:	15:10 – 16:15
Souřadnice odběru:	N 50°39.06712' E 14°25.31560'		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
B 1.1	6 cm	Jílovitá, kamenitá půda	
Datum odběru:	15.09.2018	Čas odběru:	16:40 -17:26
Souřadnice odběru:	N 50°39.08997' E 14°25.18172'		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
C 1.1	9 cm	Jílovitá, kamenitá půda	

Použité vzorkovací pomůcky: Rýč, motyka, lopatka a odpadové LDPE sáčky pro odběr vzorků, metr

Protokolární záznam o odběru vzorku

Průvodní list odběru vzorků

Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt	Michaela Voříšková 17. listopadu 1379, Mladá Boleslav 293 01; tel.: 605 415 003
Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků	Zelená farma s.r.o.

Kultura	Trvalý travní porost
Katastrální území	Stvolínky (758655)
Správní obec	Stvolínky (562114)
Půdní blok č.	Bonitovaná půdně ekologická jednotka 5.54.11
Velikost v ha	73896 ha
Parcelní číslo	1390

Místní měření	Hodnota	Jednotka
Ukazatel	18 - 21	°C
Teplota vzduchu		
Počasí	Jasno, bezvětří, sucho	

Datum odběru:	15.09.2018	Čas odběru:	13:05 – 14:27
Souřadnice odběru:	N 50°39.00670' E 14°25.20743'		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
A 1.2	10 cm	Jílovitá, kamenitá půda	
Datum odběru:	15.09.2018	Čas odběru:	15:10 – 16:15
Souřadnice odběru:	N 50°39.06712' E 14°25.31560'		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
B 1.2	8 cm	Jílovitá, kamenitá půda	
Datum odběru:	15.09.2018	Čas odběru:	16:40 -17:26
Souřadnice odběru:	N 50°39.08997' E 14°25.18172'		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
C 1.2	21 cm	Jílovitá, kamenitá půda	

Použité vzorkovací pomůcky: Rýč, motyka, lopatka a odpadové LDPE sáčky pro odběr vzorků, metr

Protokolární záznam o odběru vzorku

Průvodní list odběru vzorků

Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt	Michaela Voříšková 17. listopadu 1379, Mladá Boleslav 293 01; tel.: 605 415 003
Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků	Zelená farma s.r.o.

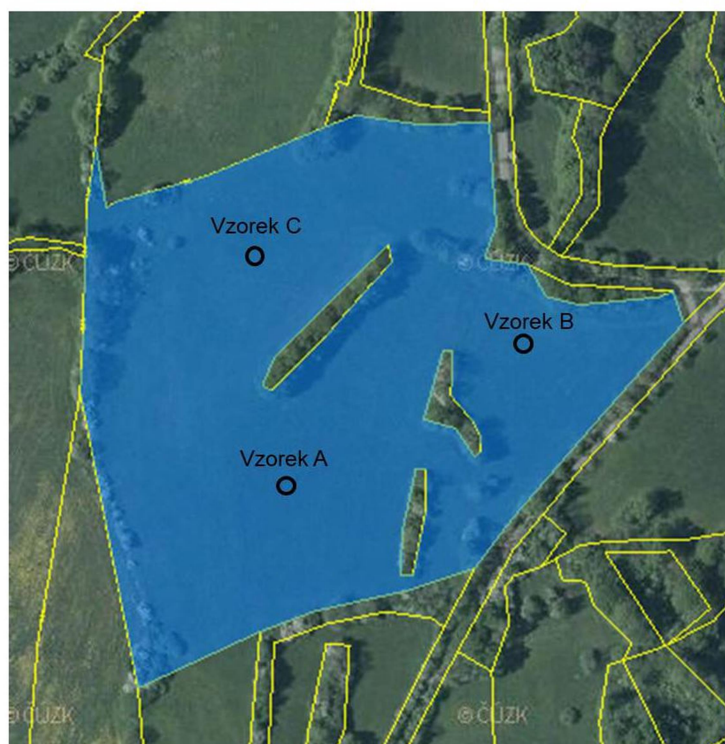
Kultura	Trvalý travní porost
Katastrální území	Stvolínky (758655)
Správní obec	Stvolínky (562114)
Půdní blok č.	Bonitovaná půdně ekologická jednotka 5.54.11
Velikost v ha	73896 ha
Parcelní číslo	1390

Místní měření	Hodnota	Jednotka
Ukazatel	18 - 21	°C
Teplota vzduchu		
Počasí	Jasno, bezvětří, sucho	

Datum odběru:	15.09.2018	Čas odběru:	13:05 – 14:27
Souřadnice odběru:	N 50°39.00670' E 14°25.20743'		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
A 1.3	12 cm	Jílovitá, kamenitá půda	
Datum odběru:	15.09.2018	Čas odběru:	15:10 – 16:15
Souřadnice odběru:	N 50°39.06712' E 14°25.31560'		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
B 1.3	12 cm	Jílovitá, kamenitá půda	
Datum odběru:	15.09.2018	Čas odběru:	16:40 -17:26
Souřadnice odběru:	N 50°39.08997' E 14°25.18172'		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
C 1.3	22 cm	Jílovitá, kamenitá půda	

Použité vzorkovací pomůcky: Rýč, motyka, lopatka a odpadové LDPE sáčky pro odběr vzorků, metr

Schéma odběrového místa s vyznačením odběrových míst



Poznámka k odběru:
Směsný vzorek z vyznačených míst je označen: Stvolínky – trvalý travní porost, 1. vrstva.

Podpis osoby, která provedla odběry: _____

Protokolární záznam o odběru vzorku

Průvodní list odběru vzorků

Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt	Michaela Voříšková 17. listopadu 1379, Mladá Boleslav 293 01; tel.: 605 415 003
Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků	AVENA výrobně obchodní družstvo

Kultura	Orná půda
Katastrální území	Stvolínky (758655)
Správní obec	Stvolínky (562114)
Půdní blok č.	1299
Velikost v ha	22787 ha
Parcelní číslo	1299

Místní měření	Hodnota	Jednotka
Ukazatel	18 - 21	°C
Teplota vzduchu		
Počasí	Jasno, bezvětří, sucho	

Datum odběru:	15.09.2018	Čas odběru:	11:08 – 11:32
Souřadnice odběru:	N 50°38.45354' E 14°25.08947'		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
A 1.1	17 cm		
Datum odběru:	15.09.2018	Čas odběru:	11:45 – 12:05
Souřadnice odběru:	N 50°38.54154' E 14°25.10927'		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
B 1.1	17 cm		
Datum odběru:	15.09.2018	Čas odběru:	12:15 – 12:50
Souřadnice odběru:	N 50°38.65792' E 14°25.08837'		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
C 1.1	12 cm		

Použité vzorkovací pomůcky: Rýč, motyka, lopatka a odpadové LDPE sáčky pro odběr vzorků, metr

Protokolární záznam o odběru vzorku

Průvodní list odběru vzorků

Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt	Michaela Voříšková 17. listopadu 1379, Mladá Boleslav 293 01; tel.: 605 415 003
Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků	AVENA výrobně obchodní družstvo

Kultura	Orná půda
Katastrální území	Stvolínky (758655)
Správní obec	Stvolínky (562114)
Půdní blok č.	
Velikost v ha	22787 ha
Parcelní číslo	1299

Místní měření	Hodnota	Jednotka
Ukazatel	18 - 21	°C
Teplota vzduchu		
Počasí	Jasno, bezvětří, sucho	

Datum odběru:	15.09.2018	Čas odběru:	11:08 – 11:32
Souřadnice odběru:	N 50°38.45354' E 14°25.08947'		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
A 1.2	17 cm		
Datum odběru:	15.09.2018	Čas odběru:	11:45 – 12:05
Souřadnice odběru:	N 50°38.54154' E 14°25.10927'		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
B 1.2	13 cm		
Datum odběru:	15.09.2018	Čas odběru:	12:15 – 12:50
Souřadnice odběru:	N 50°38.65792' E 14°25.08837'		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
C 1.2	18 cm		

Použité vzorkovací pomůcky: Rýč, motyka, lopatka a odpadové LDPE sáčky pro odběr vzorků, metr

Protokolární záznam o odběru vzorku

Průvodní list odběru vzorků

Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt	Michaela Voříšková 17. listopadu 1379, Mladá Boleslav 293 01; tel.: 605 415 003
Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků	AVENA výrobně obchodní družstvo

Kultura	Orná půda
Katastrální území	Stvolínky (758655)
Správní obec	Stvolínky (562114)
Půdní blok č.	1299
Velikost v ha	22787 ha
Parcelní číslo	1299

Místní měření	Hodnota	Jednotka
Ukazatel	18 - 21	°C
Teplota vzduchu		
Počasí	Jasno, bezvětří, sucho	

Datum odběru:	15.09.2018	Čas odběru:	11:08 – 11:32
Souřadnice odběru:	N 50°38.45354' E 14°25.08947'		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
A 1.3	15 cm	Bez možnosti prohloubení, odkryta pískovcová skála	
Datum odběru:	15.09.2018	Čas odběru:	11:45 – 12:05
Souřadnice odběru:	N 50°38.54154' E 14°25.10927'		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
B 1.3	11 cm	Bez možnosti prohloubení, odkryta pískovcová skála	
Datum odběru:	15.09.2018	Čas odběru:	12:15 – 12:50
Souřadnice odběru:	N 50°38.65792' E 14°25.08837'		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
C 1.3	12 cm		

Použité vzorkovací pomůcky: Rýč, motyka, lopatka a odpadové LDPE sáčky pro odběr vzorků, metr

Protokolární záznam o odběru vzorku

Průvodní list odběru vzorků

Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt	Michaela Voříšková 17. listopadu 1379, Mladá Boleslav 293 01; tel.: 605 415 003
Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků	AVENA výrobně obchodní družstvo

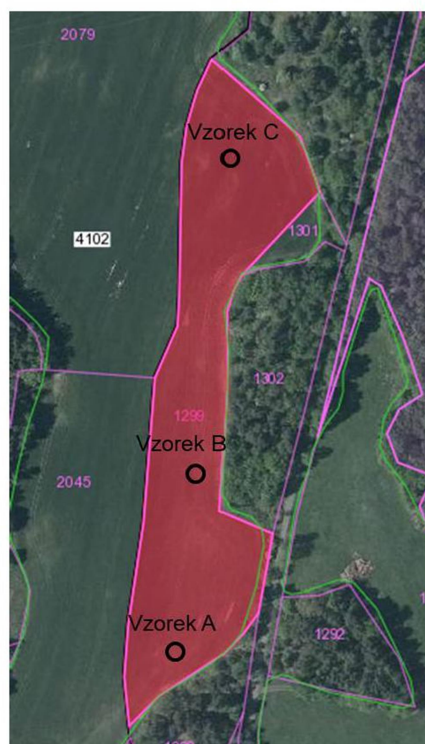
Kultura	Orná půda
Katastrální území	Stvolínky (758655)
Správní obec	Stvolínky (562114)
Půdní blok č.	
Velikost v ha	22787 ha
Parcelní číslo	1299

Místní měření	Hodnota	Jednotka
Ukazatel	18 - 21	°C
Teplota vzduchu		
Počasí	Jasno, bezvětří, sucho	

Datum odběru:	15.09.2018	Čas odběru:	11:08 – 11:32
Souřadnice odběru:	N 50°38.45354' E 14°25.08947'		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
Datum odběru:	15.09.2018	Čas odběru:	11:45 – 12:05
Souřadnice odběru:	N 50°38.54154' E 14°25.10927'		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
Datum odběru:	15.09.2018	Čas odběru:	12:15 – 12:50
Souřadnice odběru:	N 50°38.65792' E 14°25.08837'		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
C 1.4	18 cm	Odkryto písčité podloží	

Použité vzorkovací pomůcky: Rýč, motyka, lopatka a odpadové LDPE sáčky pro odběr vzorků, metr

Schéma odběrového místa s vyznačením odběrových míst



Poznámka k odběru:

Směsný vzorek z vyznačených míst je označen: Stvolínky – orná půda, 4. vrstva.
V sondě č. 3 odkryta 4 vrstva, v sondách č. 1 a 2 byla pod 3. vrstvou odkryta pískovcová skála.

Podpis osoby, která provedla odběry: _____

Protokolární záznam o odběru vzorku

Průvodní list odběru vzorků

Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt	Michaela Voříšková 17. listopadu 1379, Mladá Boleslav 293 01; tel.: 605 415 003
Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků	AVENA výrobně obchodní družstvo

Kultura	Orná půda
Katastrální území	Stvolínky (758655)
Správní obec	Stvolínky (562114)
Půdní blok č.	1299
Velikost v ha	22787 ha
Parcelní číslo	1299

Místní měření		
Ukazatel	Hodnota	Jednotka
Teplota vzduchu	21 - 24	°C
Počasí	04. 08. 2019 skorojasno, mírný proměnlivý vítr	

Datum odběru:	04.08.2019	Čas odběru:	13:00 – 13:45
Souřadnice odběru:	Parcelní číslo 1299		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
Kukuřice rostlina		Směs nadzemní části kukuřice z pozemku p.č. 1299	

Podpis osoby, která provedla odběry:



Protokolární záznam o odběru vzorku

Průvodní list odběru vzorků

Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt	Michaela Voříšková 17. listopadu 1379, Mladá Boleslav 293 01; tel.: 605 415 003
Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků	AVENA výrobně obchodní družstvo

Kultura	Orná půda
Katastrální území	Stvolínky (758655)
Správní obec	Stvolínky (562114)
Půdní blok č.	1299
Velikost v ha	22787 ha
Parcelní číslo	1299

Místní měření	Hodnota	Jednotka
Ukazatel	21 - 24	°C
Teplota vzduchu		
Počasí	04. 08. 2019 skorojasno, mírný proměnlivý vítr	

Datum odběru:	04.08.2019	Čas odběru:	13:00 – 13:45
Souřadnice odběru:	Parcelní číslo 1299		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
Kukuřice klas		Směs kukuřičných klasů z pozemku p.č. 1299	

Podpis osoby, která provedla odběry: _____



Protokolární záznam o odběru vzorku

Průvodní list odběru vzorků

Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt	Michaela Voříšková 17. listopadu 1379, Mladá Boleslav 293 01; tel.: 605 415 003
Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků	AVENA výrobně obchodní družstvo

Kultura	Orná půda
Katastrální území	Stvolínky (758655)
Správní obec	Stvolínky (562114)
Půdní blok č.	1299
Velikost v ha	22787 ha
Parcelní číslo	1299

Místní měření	Hodnota	Jednotka
Ukazatel		
Teplota vzduchu	21 - 24	°C
Počasí	04. 08. 2019 skorojasno, mírný proměnlivý vítr	

Datum odběru:	04.08.2019	Čas odběru:	13:00 – 13:45
Souřadnice odběru:	Parcelní číslo 1299		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
Kukuřice květ		Směs kukuřičného květenství z pozemku p.č. 1299	

Podpis osoby, která provedla odběry:



Protokolární záznam o odběru vzorku

Průvodní list odběru vzorků

Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt	Michaela Voříšková 17. listopadu 1379, Mladá Boleslav 293 01; tel.: 605 415 003
Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků	Zelená farma s.r.o.

Kultura	Trvalý travní porost
Katastrální území	Stvolínky (758655)
Správní obec	Stvolínky (562114)
Půdní blok č.	Bonitovaná půdně ekologická jednotka 5.54.11
Velikost v ha	73896 ha
Parcelní číslo	1390

Místní měření		
Ukazatel	Hodnota	Jednotka
Teplota vzduchu	21 - 24	°C
Počasí	04. 08. 2019 skorojasno, mírný proměnlivý vítr	

Datum odběru:	04.08.2019	Čas odběru:	11:50 – 12:30
Souřadnice odběru:	Parcelní číslo 1390		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
Směs lučních travin		Směsný vzorek	

Podpis osoby, která provedla odběry: _____



Protokolární záznam o odběru vzorku

Průvodní list odběru vzorků

Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt	Michaela Voříšková 17. listopadu 1379, Mladá Boleslav 293 01; tel.: 605 415 003
Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků	Lesy ČR (p.č. 635/1) Grznárová Zdeňka (p.č. 1302)

Kultura	Lesní porost
Katastrální území	Stvolínky (758655)
Správní obec	Stvolínky (562114)
Půdní blok č.	
Velikost v ha	122897 ha; 8777 ha
Parcelní číslo	635/1; 1302

Místní měření	Hodnota	Jednotka
Ukazatel	21 - 24	°C
Teplota vzduchu		
Počasí	04. 08. 2019 skorojasno, mírný proměnlivý vítr	

Datum odběru:	04.08.2019	Čas odběru:	11:00 – 11:35
Souřadnice odběru:	Parcelní číslo 635/1; 1302		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
Směs lesního porostu		Směsný vzorek lesního porostu – mech, borůvčí, maliní, kapradí aj.	

Podpis osoby, která provedla odběry:



Protokolární záznam o odběru vzorku

Průvodní list odběru vzorků

Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt	Michaela Voříšková 17. listopadu 1379, Mladá Boleslav 293 01; tel.: 605 415 003
Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků	Lesy ČR (p.č. 635/1) Grznárová Zdeňka (p.č. 1302)

Kultura	Lesní porost
Katastrální území	Stvolínky (758655)
Správní obec	Stvolínky (562114)
Půdní blok č.	
Velikost v ha	122897 ha; 8777 ha
Parcelní číslo	635/1; 1302

Místní měření		
Ukazatel	Hodnota	Jednotka
Teplota vzduchu	21 - 24	°C
Počasí	04. 08. 2019 skorojasno, mírný proměnlivý vítr	

Datum odběru:	04.08.2019	Čas odběru:	11:00 – 11:35
Souřadnice odběru:	Parcelní číslo 635/1; 1302		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
Směs listí		Směsný vzorek listí odebraný ze stromů i na zem spadlých	

Podpis osoby, která provedla odběry: _____





SAFECAST bGeigie Nano - záznam z měření

Stručné info (podrobněji v návodu):

- pro ukládání dat musí být horní páčka přepnutá na polohu log/CPM, jinak je jen zobrazuje
- pokud je potřeba detektor nabít, nesmí být zapnutý!!!

měření ze dne: 20.4. 2019

měřil/a: Michaela Voršková

SAFECAST číslo

(např. 2354, je to uvnitř vlevo pod displejem)

2841

výška nad zemí (m)

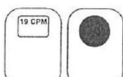
(přibližná výška detektoru nad zemí, v metrech)



1m

orientace detektoru vůči směru jízdy/chůze - zaškrtni 1 možnost:

(orientace dolní strany pouzdra s kruhovou mřížkou)

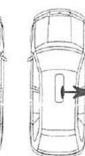
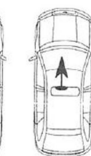


vřšek s displejem detektorem

spodek s displejem detektorem

- kvůli standardizovanému vyhodnocování je potřeba umístit detektor jedním ze 5 způsobů - směrem:
- 1) dolů, 2) dopředu, 3) nahoru
 - 4) do strany - nalevo
 - 5) do strany - napravo

- detektor může být např. v kufru auta, na sedadle apod., jen by se během jízdy neměla měnit jeho orientace vůči zemi, kvůli GPS nedávat např. do kovového kufru



časy měření:

(pokud se měření vypínalo a zapínalo opakovaně, tak vypsát vše)

Zapnuto

Vypnuto

Místo (město poblíž apod.)

10:57

12:15

STVOŘILKY (katastr. území 758655)

Popis trasy: Orna'půda v osci Stvořilky, parcela č. 1299

(stačí větší města, přes která se jelo)

Vezlo se s sebou něco radioaktivního?

(zářiče, vzorky smolince atd.)

ANO

NE

NESOUHLASÍM se zveřejněním svého jména jako autora dat
(bude uveden jen název instituce, nebo jen SÚRO)





SAFECAST bGeigie Nano - záznam z měření

Stručné info (podrobněji v návodu):

- pro ukládání dat musí být horní páčka přepnutá na polohu log/CPM, jinak je jen zobrazuje
- pokud je potřeba detektor nabít, nesmí být zapnutý!!!

měření ze dne: ...20.4... 20.19

měřil/a: *Micharla Voňšková*

SAFECAST číslo

(např. 2354, je to uvnitř vlevo pod displejem)

2841

výška nad zemí (m)

(přibližná výška detektoru nad zemí, v metrech)



1 m

orientace detektoru vůči směru jízdy/chůze - zaškrtni 1 možnost:

(orientace dolní strany pouzdra s kruhovou mřížkou)

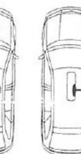
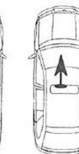


vršek s displejem detektorem

spodek s displejem detektorem

- kvůli standardizovanému vyhodnocování je potřeba umístit detektor jedním ze 5 způsobů - směrem:
1) dolů, 2) dopředu, 3) nahoru
4) do strany - nalevo
5) do strany - napravo

- detektor může být např. v kufru auta, na sedadle apod., jen by se během jízdy neměla měnit jeho orientace vůči zemi, kvůli GPS nedávat např. do kovového kufru



časy měření:

(pokud se měření vypínalo a zapínalo opakovaně, tak vypsát vše)

Zapnuto

Vypnuto

Místo (město poblíž apod.)

12:43

13:10

STVOŘÍNKY (katastr. území 758655)

Popis trasy: *Lesní porost v obci Stvořínky, parcela č. 1302*
(stačí větší města, přes která se jelo)

Vezlo se s sebou něco radioaktivního?

(zářiče, vzorky smolince atd.)

ANO

NE

NESOUHLASÍM se zveřejněním svého jména jako autora dat
(bude uveden jen název instituce, nebo jen SÚRO)





SAFECAS**T** bGeigie Nano - záznam z měření

Stručné info (podrobněji v návodu):

- pro ukládání dat musí být horní páčka přepnutá na polohu log/CPM, jinak je jen zobrazuje
- pokud je potřeba detektor nabít, nesmí být zapnutý!!!

měření ze dne: *20.4.2019*

měřil/a: *Michala Voříšková*

SAFECAS**T** číslo

(např 2354, je to uvnitř vlevo pod displejem)

2841

výška nad zemí (m)

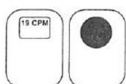
(přibližná výška detektoru nad zemí, v metrech)



1m

orientace detektoru vůči směru jízdy/chůze - zaškrtni 1 možnost:

(orientace dolní strany pouzdra s kruhovou mřížkou)

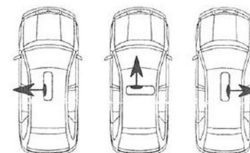
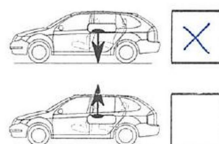


vršek s displejem detektorem

spodek s displejem detektorem

- kvůli standardizovanému vyhodnocování je potřeba umístit detektor jedním ze 5 způsobů - směrem:
- 1) dolů, 2) dopředu, 3) nahoru
 - 4) do strany - nalevo
 - 5) do strany - napravo

- detektor může být např. v kufru auta, na sedadle apod., jen by se během jízdy neměla měnit jeho orientace vůči zemi, kvůli GPS nedávat např. do kovového kufru



časy měření:

(pokud se měření vypínalo a zapínalo opakovaně, tak vypsát vše)

Zapnuto

Vypnuto

Místo (město poblíž apod.)

15:29

15:40

STVOŘÍNKY (katastr. území 758655)

Popis trasy:

(stačí větší města, přes která se jelo)

Lesní porost v obci Stvořínky, parcela č. 635/1

Vezlo se s sebou něco radioaktivního?

(zářiče, vzorky smolince atd.)

ANO

NE

NESOUHLASÍM se zveřejněním svého jména jako autora dat (bude uveden jen název instituce, nebo jen SÚRO)





SAFECAS**T** bGeigie Nano - záznam z měření

Stručné info (podrobněji v návodu):

- pro ukládání dat musí být horní páčka přepnutá na polohu log/CPM, jinak je jen zobrazuje
- pokud je potřeba detektor nabít, nesmí být zapnutý!!!

měření ze dne: *20.4*..... 20..*19*

měřil/a: *Mechala Vojtěchová*

SAFECAS**T** číslo

(např 2354, je to uvnitř vlevo pod displejem)

2841

výška nad zemí (m)

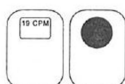
(přibližná výška detektoru nad zemí, v metrech)



1m

orientace detektoru vůči směru jízdy/chůze - zaškrtni 1 možnost:

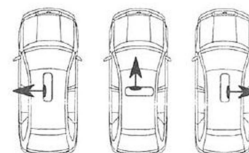
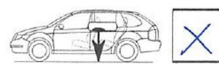
(orientace dolní strany pouzdra s kruhovou mřížkou)



vršek s displejem detektorem

spodek s displejem detektorem

- kvůli standardizovanému vyhodnocování je potřeba umístit detektor jedním ze 5 způsobů - směrem:
- 1) dolů, 2) dopředu, 3) nahoru
 - 4) do strany - nalevo
 - 5) do strany - napravo



- detektor může být např. v kufru auta, na sedadle apod., jen by se během jízdy neměla měnit jeho orientace vůči zemi, kvůli GPS nedávat např. do kovového kufru

časy měření:

(pokud se měření vypínalo a zapínalo opakovaně, tak vypsát vše)

Zapnuto

Vypnuto

Místo (město poblíž apod.)

13:28

14:36

STVOŘÍTKY (katastr. území 758655)

14:47

15:16

Popis trasy: *Travní porost v obci Stvořítky, parcela č. 1390*

(stačí větší města, přes která se jelo)

Vezlo se s sebou něco radioaktivního?

(zářiče, vzorky smolince atd.)

ANO

NE

NESOUHLAŠÍM se zveřejněním svého jména jako autora dat
(bude uveden jen název instituce, nebo jen SÚRO)

