

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra aplikované ekologie



**Průzkum transferových koeficientů ^{137}Cs z půdy do
zemědělských plodin v kú: Rasošky (739413), Vlkov
u Jaroměře (784079) a Černožice nad Labem
(620629)**

Bakalářská práce

Autor: Klára Šestáková

Obor: Územní technická a správní služba

Vedoucí práce: doc. RNDr. Emilie Pecharová, CSc.

© 2018-2019 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Klára Šestáková

Územní technická a správní služba

Název práce

Průzkum transferových koeficientů 137Cs z půdy do zemědělských plodin v kú: Rasošky (739413), Vlkov u Jaroměře (784079) a Černožice nad Labem (620629)

Název anglicky

Survey of transfer coefficients 137Cs from soil to crops in Rasošky, Vlkov u Jaroměře, Černožice nad Labem area.

Cíle práce

Cílem práce je odebrat reálné vzorky půdy a zemědělských plodin ev. vegetace v oblasti Rasošky, Vlkov u Jaroměře, Černožice nad Labem pro stanovení transferových koeficientů půda – rostlina. Projekt vznikl ve spolupráci se Státním ústavem radiační ochrany jako pilotní projekt pro hodnocení rezidua 137Cs po havarii v Černobylu. Predikce vývoje radiační situace je možné založit na extenzivním průzkumu půd a následně vyhodnotit přestupy 137Cs z půd do rostlin.

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

radioekologie, transferový koeficient, cesium, zemědělské plodiny, LU/LC, biomasa

Doporučené zdroje informací

Databáze SÚRO – Kontaminace půdy ČR 137Cs ČR po havárii JE Černobyl (v excelu) (poskytnutá SURO)

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

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

Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – FŽP

Vedoucí práce

doc. RNDr. Emilie Pecharová, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra aplikované ekologie

Elektronicky schváleno dne 8. 6. 2018

prof. Ing. Jan Vymazal, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 24. 8. 2018

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 23. 03. 2019

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci " Průzkum transferových koeficientů ^{137}Cs z půdy do zemědělských plodin v kú: Rasošky (739413), Vlkov u Jaroměře (784079) a Černožice nad Labem (620629)" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucí bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 23.4.2019

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala doc. RNDr. Emilii Pecharové, CSc., vedoucí mé práce, za vedení, spolupráci a rady, které mi pomohly tuto práci napsat. Mému manželovi Kamilovi a synům Filipovi a Vítovi za obrovskou podporu a pomoc po dobu mých studií. Mým kolegům, se kterými jsme se podíleli na výzkumu ^{137}Cs a sdíleli společně cenné poznatky a rady. Majitelům pozemků, na kterých jsem prováděla odběry půd a biomasy. A v neposlední řadě i všem zaměstnancům Státního ústavu radiační ochrany, v.v.i. Praha – Nusle, za skvělou spolupráci.

Průzkum transferových koeficientů ^{137}Cs z půdy do zemědělských plodin v kú: Rasošky (739413), Vlkov u Jaroměře (784079) a Černožice nad Labem (620629)

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá kontaminací půd a následným průzkumem transferových koeficientů ^{137}Cs z půdy do rostlin, které byly způsobeny vlivem antropogenních činností lidstva, zejména pak výbuchem jaderné elektrárny Černobyl v roce 1986. Byly provedeny odběry půd a biomasy ve vybraných lokalitách. Odběry se uskutečnily díky dalším řešitelům na více lokalitách ČR, tudíž se podařilo zmapovat rozsáhlejší území. Odběry probíhaly na základě jednotných metodických pokynů. Na základě odběrů půd a biomasy byly provedeny státním ústavem radiální ochrany v Praze (SÚRO) měření plošných aktivit ^{137}Cs v půdách a aktivit ^{137}Cs v biomase. Následně došlo k jejich vzájemnému porovnání a porovnání s výsledky podobných měření z let předcházejících, a to od roku 1986 až do současnosti a byl vyhodnocen transferový koeficient ^{137}Cs .

Výsledky všech stanovených plošných aktivit ^{137}Cs v půdách a aktivit ^{137}Cs v biomase se u různých řešitelů nelišily nijak výrazně, v naměřených hodnotách se projevil vliv atmosférického spadu, způsobený rozdílným atmosférickým prouděním a nerovnoměrnými dešťovými srážkami v období těsně po výbuchu JE Černobyl. Nejvyšší naměřené aktivity byly zjištěny na lesních pozemcích a v biomase odebrané z těchto lokalit. Závěrem je fakt, že plošné aktivity ^{137}Cs i aktivity ^{137}Cs v biomase, se časem snižují.

Klíčová slova: radioekologie, transferový koeficient, cesium, zemědělské plodiny, LU/LC, biomasa

Survey of transfer coefficients ^{137}Cs from soil to crops in Rasošky, Vlkov u Jaroměře, Černožice nad Labem area

Abstract

The bachelor thesis deals with the soil contamination and subsequent exploration of transfer coefficients of ^{137}Cs from soil to plants caused by human anthropogenic activities, especially by the explosion of the Chernobyl nuclear power plant in 1986. Sampling of soil and biomass in selected locations has been carried out. With the contribution of other researchers at several localities in the Czech Republic, samplings have been done. Larger areas have been mapped. Samplings were made on the basis of uniform methodological guidelines. On the basis of soils and biomass sampling, National Radiation Protection Institute in Prague (NRPI) performed measurements of ^{137}Cs area activities in soils and ^{137}Cs activities in biomass. The results were compared. They were also compared with the results of similar measurements from previous years, from 1986 to the present, and the transfer coefficient of ^{137}Cs was evaluated. The results, by different investigators, of all determined areas activities of ^{137}Cs in soils and activities of ^{137}Cs in biomass did not differ significantly. The influence of atmospheric fall, caused by different atmospheric flows and uneven rainfall in the period immediately after the Chernobyl NPP explosion, was shown in the values we received. The highest measured activities were found in forest lands and biomass collected from these locations. The conclusion is that the area activity of ^{137}Cs and ^{137}Cs activity in biomass are decreasing over time.

Keywords: radioecology, transfer coefficient, cesium, crops, LU / LC, biomass

Obsah

1	Úvod	10
2	Cíl práce	11
3	Literární rešerše	12
3.1	Krajina – Královéhradecký kraj	12
3.2	Geomorfologické poměry a horninové prostředí	13
3.3	Podzemní vody	13
3.4	Půdy, pedologické poměry	14
3.5	Využití půdy	14
3.6	Lesy	14
3.7	Specifikace zájmových území	15
3.8	Základní pojmy	17
3.8.1.	Radioaktivita	17
3.8.2.	Izotop	17
3.8.3.	Nuklid	17
3.8.4.	Dávka	18
3.8.5.	Aktivita	18
3.8.6.	Poločas přeměny	18
3.9	Cesium 137	18
3.10	Cs v půdě	20
4	Metodika	23
4.1	Lokalizace zájmových území	23
4.2	Metodika odběru půd	23
4.2.1.	Plán vzorkování pro odběr půd a biomasy	23
4.2.2.	Protokolární záznam o odběru vzorků půd a biomasy	23
4.2.3.	Dílčí vzorek	24
4.2.4.	Reprezentativní vzorek	24
4.2.5.	Metodika odběru půdy	24
4.3	Metodika odběru biomasy	25
5	Odběry půd a biomasy	26
5.1	Odběr půd	26
5.2	Odběr biomasy	27
6	Výsledky	29
6.1	Předání vzorků, průběh měření	29
6.2	Naměřené hodnoty ve vybraných lokalitách	30
6.3	Naměřené hodnoty pomocí detektoru gama záření	33
7	Diskuze	36

7.1	Porovnání plošných aktivit na základě výsledků všech řešitelů.....	36
7.1.1.	Porovnání výsledných naměřených hodnot u zemědělských půd.....	37
7.1.2.	Porovnání výsledných naměřených hodnot u trvalých travních porostů 37	
7.1.3.	Porovnání výsledných naměřených hodnot u lesních pozemků	38
7.1.4.	Porovnání všech výsledných naměřených hodnot	38
7.1.5.	Porovnání všech výsledných naměřených hodnot v biomase	38
7.1.6.	Porovnání všech naměřených hodnot s hodnotami měření v roce 1986 38	
7.1.7.	¹³⁷ Cs v potravinách	39
8	Závěr	41
9	Seznam citací	42
10	Seznam příloh:	46

1 Úvod

Cesium 137 (^{137}Cs) – radioizotop cesia, který se v přírodě vyskytuje vlivem antropogenní činnosti člověka. Kontaminace půd a rostlin ^{137}Cs byla způsobena jadernými pokusy, které probíhaly v Evropě během šedesátých let minulého století, výbuchem jaderné elektrárny Černobyl a do určité míry i výbuchem jaderné elektrárny Fukušima. Vzhledem k poločas rozpadu ^{137}Cs , který je 30,2 let, musíme považovat tuto kontaminaci za závažný problém, který má dopad nejen na ekologický systém, ale zejména ohrožuje lidské zdraví a při vysoké koncentraci i lidské životy (Rulík a Helebrant, 2011)

Spolupráce při zpracování podkladů k pilotnímu projektu pro hodnocení rezidua ^{137}Cs po havárii v Černobylu „Průzkum transferových koeficientů ^{137}Cs z půdy do zemědělských plodin v kú: Rasošky (739413), Vlkov u Jaroměře (784079) a Černožice nad Labem (620629)“ by měla vést k získání podpory pro projekt „Likvidace radiačně kontaminované biomasy po havárii JE – distribuce v krajině, logistika sklizně, využití bioplynovou technologií.“ Na zpracování potřebných podkladů, tedy zejména zajištění odběrů půd a biomasy, které probíhaly na základě jednotné metodiky, se ve vybraných lokalitách podílelo více řešitelů. Což nese nesporné výhody plynoucí z možnosti vzájemné spolupráce jednotlivých řešitelů, zároveň však i možnost porovnat větší plochy území ČR v jednom časovém úseku, protože každý zpracovatel musí řešit své vybrané zájmové území a problematiku dané lokality. Následná spolupráce se Státním ústavem radiační ochrany v Praze, který zajistil potřebná měření a zpracování výsledků, umožnila možnost výsledky porovnávat mezi sebou a zároveň umožnila porovnat aktuální výsledky s výsledky z let minulých.

Na základě všech naměřených aktivit bylo možné vyhodnotit kontaminaci a její vývoj s ohledem na uplynulé období od výbuchu JE Černobyl a následný transfer z půdy na rostliny a z rostlin na konečného konzumenta, což dokazuje i ukazatel a porovnání aktivit ^{137}Cs v potravinách.

2 Cíl práce

Cílem práce je odebrat reálné vzorky půdy a zemědělských plodin ev. vegetace v oblasti Rasošky, Vlkov u Jaroměře, Černožice nad Labem pro stanovení transferových koeficientů půda – rostlina. Projekt vznikl ve spolupráci se Státním ústavem radiační ochrany jako pilotní projekt pro hodnocení rezidua ^{137}Cs po havárii v Černobylu. Predikce vývoje radiační situace je možné založit na extenzivním průzkumu půd a následně vyhodnotit přestupy ^{137}Cs z půd do rostlin.

3 Literární rešerše

3.1 Krajina – Královéhradecký kraj

Královéhradecký kraj disponuje zajímavými přírodní podmínkami, leží v pohraničí s Polskou republikou. V severní části jsou Krkonoše (nejvyšší vrchol Sněžka 1603 m.n.m.), východně leží Orlické hory (nejvyšší vrchol Velká Deštná 1115 m.n.m.). Severozápadně sousedící s Libereckým krajem, na jihozápadě s krajem Středočeským a jižně s Pardubickým krajem. Na území Královéhradeckého kraje se nachází 12 oblastí krajinného rázu, které se navzájem liší specifickými znaky. Tyto oblasti tvoří základní charakteristiku a prostorovou diferenciaci krajiny. Hovoříme zejména o Broumovsku, Krkonoších a s nimi souvisejícím Podkrkonoším, Náchodskem, Českým rájem, Královéhradeckem, krajem Opočenským, Orlickým, Třebechovickým a Vambereckým (Kopečková, 2013). Broumovský výběžek odděluje Královéhradecký kraj od Orlických hor.

Různorodost je doložena značným počtem přírodně zajímavých úkazů. Budeme-li hovořit o úkazech erozního charakteru, jde například o Broumovské stěny, Adršpašsko-teplické skály, nebo Český ráj. Krkonošský národní park, spadající do legislativně chráněných oblastí. Zde se také nachází přeshraniční Biosférická rezervace UNESCO, která je v České republice tvořena sítí biosférických rezervací na šesti územích a to Třeboňsko, Křivoklátsko, Dolní Morava, Šumava, Krkonoše a Bílé Karpaty. Biosférická rezervace Krkonoše se pyšní přírodními fenomény arkoalpínské tundry, ledovcovými kary, klečovými porosty, severskými rašeliništi, květnatými horskými loukami, ze živočichů to jsou například jepice krkonošská, vážka lesklice horská a šídlo horské, ze savců hraboš mokřadní a mnoho dalších (Štursa, 2011). Královéhradecký kraj je bohatý i na další chráněné krajinné oblasti, a to Orlické hory, Český ráj, Broumovsko a řadu dalších území chráněných maloplošně a území systému NATURA 2000.

Největší vodní tok je řeka Labe, která je zároveň i největší českou řekou a evropským veletokem dešťovo-sněhového typu. Jejími největšími přítoky jsou na území kraje Metuje, Úpa (vlévají se v Jaroměři) a Orlice (vlévá se v Hradci Králové) (Punčochář et al., 1994).

3.2 Geomorfologické poměry a horninové prostředí

Královéhradecká oblast je typická dosti členitým georeliéfem, za což může dlouhý geologický vývoj. Nachází se zde největší rozpětí výšek v České republice, a to od Polabských nížin (cca 202 m n.m.) až po nejvyšší bod Sněžku (1603 m n.m.). Geomorfologicky spadá zájmové území do provincie Česká vysočina a je součástí Českého masivu.

Horské oblasti Krkonošsko a Orlicko se vyznačují zejména krystalickými horninami: metamorfíny a vyvřeliny starohorního až prvohorního stáří (Cháb at.al, 2007).

Velká část území se vyznačuje mladšími – mladoprvohorními až čtvrtohorními horninami pokryvných jednotek – zejména usazeninami. Ve čtvrtohorním útvaru se na velkých plochách vyskytují říční štěrkopisky, kdysi tvořící terasové stupně toků Labe, Orlice, Metuje, Úpy, Bystřice a jejich přítoků. Královéhradecký kraj není příliš bohatý na suroviny. Největším surovinovým bohatstvím jsou zejména ložiska písků a štěrkopísků, cihlářské hlíny a sklářských písků (Kopečková, 2013).

3.3 Podzemní vody

Královéhradecký kraj je velmi zajímavý i v oblasti podzemních vod. Tato oblast je bohatým prameništěm nejen pitných vod, ale i pramenů léčivých.

Královéhradecký kraj je velmi cenné území s velmi příznivým geomorfologickým profilem. Vodohospodářsky významný vzhledem k výskytu pramenních oblastí důležitých toků, a to Labe, Metuje a Orlice a jejich početných přítoků. Vzhledem k velké regulaci vodního toku Labe, vzniklo na starých říčních ramenech mnoho významných ekosystémů, které jsou domovem vzácných a chráněných druhů. A také přispívají k velké biodiverzitě a stabilitě krajiny (Chalupová, 2011). Vydatné zdroje se nacházejí v oblasti Podorlické křídly a zasahují do povodí Úpy, Metuje, Dědiny a Divoké Orlice. Zde se nalézá i prameniště Litá, zdroj pitné vody pro Hradec Králové, Jaroměř, Českou Skalici, Náchod a Rychnov nad Kněžnou (Kopečková, 2013).

Významné oblasti zdrojů podzemních vod jsou chráněnými oblastmi přirozené akumulace vod (CHOPAV). Tyto tvoří cca 40 % z rozlohy Královéhradeckého kraje. CHOPAV je celkem na území Královéhradeckého kraje šest: Severočeská křída – oblast Žamberk a Králíky, Polická pánev, Orlické hory, Krkonoše,

Východočeská křída. Královehradecký kraj je také bohatý na přírodní zdroje léčivých vod, a to v Jánských Lázních, Bělovsi, Hronově, Velichovkách a Lázních Běláhrad.

3.4 Půdy, pedologické poměry

Velké území tvoří zejména kvartérní usazeniny (hlíny, spraše, šterky a písky) a to hlavně podél říčních toků, dále se zde vyskytují mezozoické usazeniny (slínovce, jílovce, pískovce). Díky snadnému zvětrávání jsou půdy z nich vzniklé bohaté na uhličitany. Na stráních vznikly půdy těžké jílovité (Samková, 2003). V oblasti podhůří a horských masivů Krkonoš a Orlických hor nalezneme půdy silně kyselé, hnědé a podzoly. Ve vrchovinách se vyskytují půdy hnědé nenasycené, slabě kyselé a místy se vyskytují půdy hydromorfní. Nejúrodnější půdy illimerické, nivní a molické se nacházejí v rovinnaté až mírně pahorkaté oblasti, například Polabí.

3.5 Využití půdy

Mezi charakteristická odvětví hospodářství v Královehradeckém kraji patří tradiční zemědělství, rybářství a lesnictví. Tyto činnosti významně ovlivňují vzhled východočeské krajiny. Zemědělská půda svou plochou zaujímá přibližně 50 % rozlohy kraje, což je přibližně 270 tis. hektarů půdy. V posledních letech byl zaznamenán výrazný úbytek orné půdy a její nahrazení lukami a pastvinami, zejména v oblastech Trutnovska, Rychnovska a Náchodska – což souvisí s nárůstem extenzivního způsobu hospodaření. Podhůří a horské části kraje se vyznačují spíše podprůměrnou zemědělskou produkcí, naopak však střed a jihozápad – Náchodsko, Hradec Králové a Jičínsko, se vyznačují zemědělskou produkcí výrazně nadprůměrnou. V kraji došlo od roku 1990 k úbytku zemědělské půdy o 11 % (Kopečková, 2013).

3.6 Lesy

Přibližně 30% celkové plochy Královehradeckého kraje pokrývají lesní pozemky. Produkční možnosti lesních pozemků se vyznačují oproti půdám zemědělským opačně, tedy v horských a podhorských oblastech je potenciál vysoký. Kdežto v částech urbanizovaných, lesní půdy, ale i půdy zemědělské, ustupují stavbám supermarketů, průmyslových zón, atd.. Z celkové plochy lesů jsou zde nadpoloviční většinou zastoupeny jehličnaté stromy a to cca 70 %, 20 % připadá na listnaté stromy a 10ti % podíl připadá na holinu. Nejvíce zalesněné území připadá okresu Trutnov a nejméně má okres Hradec Králové. Severní a severovýchodní část kraje se potýká

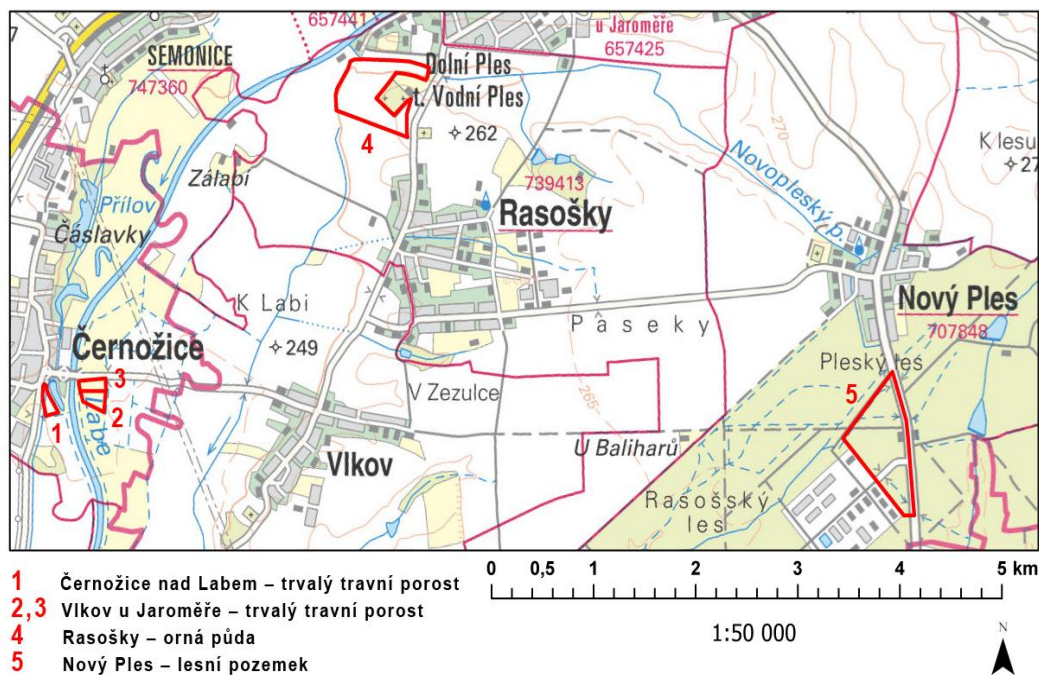
s poměrně vysokým emisním poškozením lesních porostů, v oblasti Trutnovska je momentálně velkým problémem výskyt kůrovce.

3.7 Specifikace zájmových území

Všechna vybraná zájmová území jsou dle dohledaných historických map, např. císařské listy z roku 1840 a map následných, víceméně stále stejně vymezena, a to jako trvalé travní porosty, orná půda a les (tabulka č.1. a obr.č.1). Ani tok Labe nebyl v zájmovém území nijak výrazně regulován. V daných oblastech se nenachází žádné významné geologické lokality. Mapy radonového indexu orientačně naznačují průměrnou míru aktivity radonu v různých jednotkách geologického podloží. Geologické podloží je přitom nejvýznamnějším zdrojem radonu v objektech.

Název zájmového území	půdní típ	okres	obec	katastr	půdní blok číslo	parcelní číslo	eratém	útvár	oddělení	hornina	typ horniny	zrnitost	soustava	geologická jednotka	radonový index podloží	radonové riziko
Vlkov u Jaroměře, Černožice nad Labem	TTP - louka	Náchod	Vlkov, Černožice nad Labem	Černožice nad Labem	6108/16 6108/17	355/7 6114	kenozoikum	kvartér	holocén	hlína písek štěrka	sediment nezpevněný	hlína písek štěrka	Český masiv pokryvné útvary, postvariské magmatity	vápnnité jílovce sliňovce	kvartér, hlubší podloží nízký	přechodné nízké až střední
Rasošky	orná půda	Náchod	Rasošky	Rasošky	4902/9R	4902/3 4902/9	kenozoikum	kvartér	pleistocén	písek štěrka	sediment nezpevněný	písek štěrka	Český masiv pokryvné útvary, postvariské magmatity	-	kvartér, hlubší podloží nízký	přechodné nízké až střední
Nový Ples	les	Náchod	Nový Ples	Nový Ples	vojenské lesy	vojenské lesy	kenozoikum	kvartér	pleistocén	písek štěrka	sediment nezpevněný	písek štěrka	Český masiv pokryvné útvary, postvariské magmatity	-	kvartér, hlubší podloží nízký	přechodné nízké až střední

Tab. 1. Specifikace zájmových území. Zdroj: <http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace>



Obr. 1: Lokalizace zájmových ploch Zdroj: podkladová data URL1, URL2

3.8 Základní pojmy

3.8.1. Radioaktivita

Jev, při němž dochází k vnitřní přeměně složení, nebo energetického stavu atomových jader, přičemž je zpravidla emitováno vysokoenergetické ionizující záření. Radioaktivitu objevil Henri Becquerel v roce 1896 u solí uranu. K dalšímu objasnění dosti zásadně přispěli Pierre a Marie Curie – francouzští fyzikové (URL3).

3.8.2. Izotop

Atomy chemického prvku, se stejným počtem protonů, ale rozdílným počtem neutronů. Mají tedy shodné atomové číslo, ale rozdílné hmotnostní číslo a atomovou hmotnost. Název pochází z řečtiny *iso* – stejno a *topos* – místo, protože v periodické tabulce je najdeme na stejném místě. Některé izotopy jsou nestabilní a podléhají radioaktivnímu rozpadu (URL4).

3.8.3. Nuklid

Soubor atomů téhož prvku se stejným protonovým číslem (počet protonů v jádře), ale i nukleonovým číslem (počet nukleonů v jádře) (URL5).

3.8.4. Dávka

Fyzikální veličina, energie E , která je předána ionizujícím zářením elementu látky s hmotností m . Velikost dávky ovlivňuje rozsah radiačního poškození a dobu přežití organismu po ozáření. Velikost dávky a plocha organismu, která byla postižena může mít výrazný vliv na projevy akutní nemoci z ozáření (Kaňková, 2007).

3.8.5. Aktivita

Podíl počtu radioaktivních přeměn a časového intervalu, kdy došlo k přeměně. Jednotka pro tuto veličinu je Bq – becquerel (Kaňková, 2007).

3.8.6. Poločas přeměny

Můžeme použít i výraz poločas rozpadu, ale ne každá radioaktivní přeměna představuje rozpad. Poločas přeměny je časový úsek, za který se přemění polovina celkového počtu atomárních jader ve vzorku. Má hodnotu od zlomku sekundy až po miliony let (URL6).

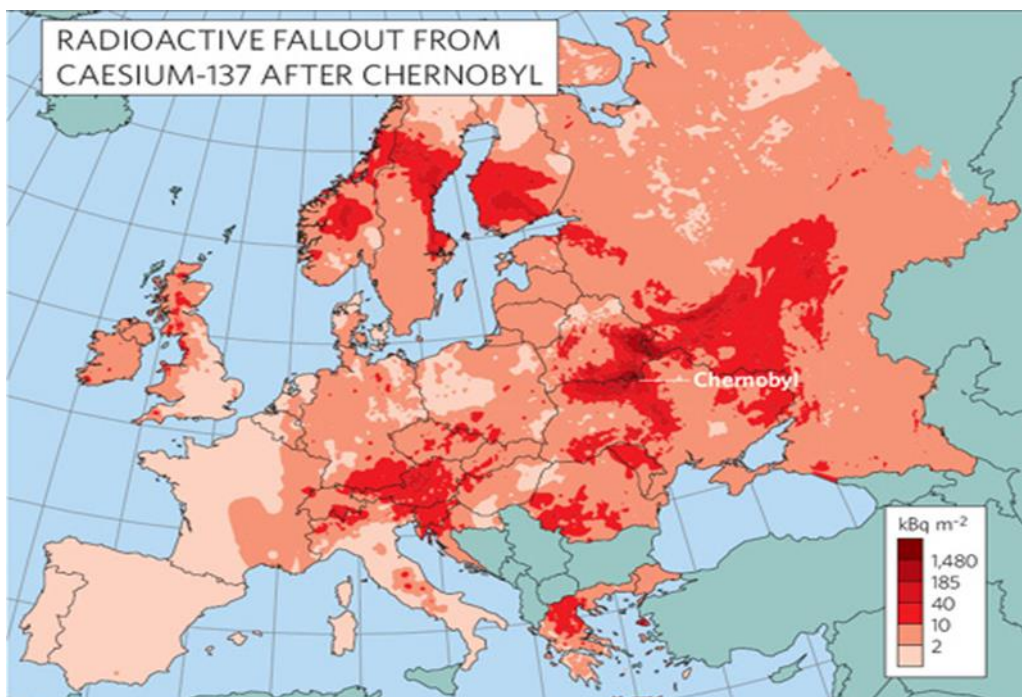
3.9 Cesium 137

Cesium 137 (^{137}Cs) - radioizotop cesia, je jedním z hlavních produktů vznikajících při štěpení jader uranu-235 a ostatních štěpitelných nuklidů v jaderných reaktorech a jaderných zbraních. Což znamená, že se v přírodě nevyskytuje přirozeně, nýbrž vlivem antropogenní činnosti, a to zejména díky jaderným haváriím, pokusům a testům jaderných zbraní. Díky svému vysokému zastoupení ve vyhořelém palivu jaderných reaktorů, jej musíme považovat za největší riziko možné kontaminace životního prostředí. Je nejproblematictější vzhledem ke svému dlouhému poločasu přeměny a těkavosti, a to zejména pro to, že většina jeho solí, je velmi dobře rozpustná ve vodě. Stabilní cesium se vyskytuje v půdě v koncentracích od 0,3 – 25 mg/kg (IAEA, 2009). Nejvýznamnější ostatní izotopy produkované jadernými elektrárnami jsou: ^{134}Cs (2,1 let), ^{135}Cs ($2,3 \times 10^6$ let) a ^{137}Cs (30,2 let). ^{134}Cs je aktivačním produktem, ^{135}Cs a ^{137}Cs jsou štěpné trosky. Pro detekci ^{137}Cs je vhodná polovodičová gamaspektrometrie.

^{137}Cs vyskytující se v životním prostředí, má původ zejména z globálního spadu následkem testů jaderných zbraní, které proběhly v padesátých až sedmdesátých letech 20. století (Ritchie a McHenry, 1990).

Výbuch čtvrtého bloku v jaderné elektrárně Černobyl, který nastal v brzkých ranních hodinách 26.4.1986, se stal dalším zdrojem ^{137}Cs , jehož spad se nachází převážně na

evropském kontinentu. Do životního prostředí uniklo velmi vysoké množství radionuklidů. Radioaktivní spad způsobený touto havárií byl větší než výbuchy v Nagasaki a Hirošimě. Stopová množství se dala měřit na téměř celé severní polokouli (Kaňková, 2007).



Obr.č.2.: Radioaktivní spad ^{137}Cs po havárii jaderné elektrárny Černobyl Zdroj: URL7

Výbuch způsobil únik radioaktivních látek do atmosféry a vlivem vzdušných proudění došlo k jeho následnému transportu. Z poškozeného reaktoru uniklo více než 40 rozličných radionuklidů, z nichž nejzásadnější jsou stroncium ^{90}Sr , jód ^{131}I a cesium ^{137}Cs (Duchová, 2011). Do ovzduší se dle odhadů uvolnilo přibližně $1,9 \times 10^{19}$ Bq radioaktivních látek (Hála, 1998). V obdobích následujících až do doby současné docházelo k depozici spadu na povrch Země.

V roce 1991 byla zavedena Mezinárodní agenturou pro atomovou energii sedmibodová stupnice (obr.č.3), která vyhodnocuje nehody v jaderných zařízeních, kde se zohledňuje jejich vliv na životní prostředí a zařízení, které se nachází uvnitř JE a míru dopadu na systém bezpečnosti. Stupeň 0 - 3 značí poruchy a stupeň 4 – 7 značí havárie. Výbuch čtvrtého reaktoru JE Černobyl byl touto agenturou vyhodnocen stupněm číslo 7 (Duchová, 2011).

Vzhledem k tomu, že ^{137}Cs může způsobit zatížení životního prostředí radiací a ohrozit tak na zdraví i obyvatele, je jeho výskyt stále monitorován. Dle mého názoru je tato problematika i nyní velmi aktuální, vzhledem k poločas rozpadu ^{137}Cs .



Obr.č.3.: Mezinárodní stupnice jaderných událostí Zdroj: URL8

3.10 Cs v půdě

Atmosférická depozice je hlavní příčinou výskytu Cs v půdách, dochází k ní při dešťových srážkách, ale i za sucha. Velká část spadu je zachycena zejména vegetací, z jejichž listů se dále dostává do půdy smyvem při deštích, ale i po úhynu rostliny jako takové. Cesium, jakožto alkalický kov, se v přírodě chová specificky. Má poměrně velkou mobilitu. Dle Mihalíka (2012) je jeho mobilita ovlivněna velikostí pH a počtem sorpčních center. Vlastnosti půdy ovlivní akumulaci ^{137}Cs v rostlinách, díky jílové frakci dochází k retenci Cs hlavně v horních vrstvách půdy (Forsberg et al., 2000). Vyšší mobilita Cs je prokázána v rašeliništích a půdách písčitých.

Dále bylo prokázáno, že organická hmota úzce spojená s minerálními látkami se může vázat na Cs (De Brouwer et al., 1994, Shand et al., 1994) a možná působí jako meziprodukt při přenosu Cs z biologicky dostupných míst na minerální (Shand et al., 1994). Hsu a Chang (1994) ukázali, že v některých případech může kyselina humická blokovat Cs vazebná místa na bentonitech, čímž se stává primárním sorbentem Cs. Vazba Cs v půdách je také výrazně ovlivněna pH a hustotou zakořenění (Nielsen a Strandberg, 1988; Kirk a Staunton, 1989). Dle Heinricha (1992) vede kyselý charakter půd s vysokým obsahem humusů ke zvýšení biologické dostupnosti Cs. Nicméně, Bakken a Olsen (1990) dokázali, že kyselost určitého druhu půdy může být ve

skutečnosti významná velmi málo. Avšak faktory ovlivňující pH půdy jsou také ty, které jsou odpovědné za změny dostupnosti Cs.

U lesních půd budeme hovořit o rovnoměrném rozložení stratosférického spadu, nicméně až třikrát víc Cs oproti volné půdě je nahromaděno v kořenové rizosféře. Cs se zde váže na kořeny a mycelium hub. Houby obecně hromadí 10 až 150x více Cs z půdních stanovišť oproti rostlinám. Bylo vypočteno, že mycelium hub má potenciál imobilizovat mezi 10 % (Bakken and Olsen, 1990) až 100 % (Dighton et. al. 1991) z celkového obsahu Cs v půdě. Nemůžeme opomenout ani skutečnost, že u přírodních ekosystémů je rychlost ubývání Cs mnohem delší, v porovnání s obdělávanými půdami.

V letech 2000 – 2006 byla provedena terénní a laboratorní měření, mimo jiných i pro námi sledovaný radionuklid ^{137}Cs , a to v oblastech Jeseníků, Kralického Sněžníku, Orlických hor a CHKO Moravskoslezských Beskyd. Měření proběhlo pomocí gamaspektrometrie na 699 lokalitách a kopané sondy byly odebrány na 349 lokalitách. Dle Hanáka et. al (2007) byly výsledky následující: celkově nejnižší kontaminace ^{137}Cs byla naměřena v CHKO Moravskoslezské Beskydy, nepatrně vyšší kontaminace ^{137}Cs byla prokázána pro pole, louky a lesní půdy v Kralickém Sněžníku. Naměřené hodnoty pro Jeseníky a Orlické hory ukázaly místa, kde koncentrace ^{137}Cs může představovat určitá zdravotní rizika. Nejvyšší koncentrace se prokázaly ve výše položených loukách a v lesních půdách jehličnatých lesů. Což dle mého názoru odpovídá skutečnosti, že právě oblast Orlických hor, byla v době po výbuchu JE Černobyl v jedné ze tří zón vyšší intenzity spadu, způsobených vlivem atmosférických proudění, zároveň této skutečnosti může odpovídat i nadmořská výška. Nemůžeme ani opomenout ten fakt, že se jedná o lesní půdy, což může souviset s již výše uvedeným, kde se hovoří o vlivech na akumulaci ^{137}Cs v lesních půdách, která může být ovlivněna pH půdy, hlinitopísčítým tipem půdy, vyšší koncentrací ^{137}Cs v kořenové rizosféře stromů a myceliu hub a dále i faktem, že lesní půda není zemědělsky obdělávána.

Významně přispívají k retenci v organických půdách i mikroorganismy. Byla zaznamenána schopnost mikroorganismů hromadit Cs z jejich vnějšího prostředí (Avery et. al., 1992, Avery, 1995). Na základě laboratorních studií, bylo prokázáno, že se Cs akumuluje pomocí aktivních transportních systémů K ve všech hlavních skupinách mikroorganismů (Bossemeyer et al, 1989, Avery et al., 1991, 1993, Perkins and Gadd, 1993). Většina těchto studií byla prováděna ve sterilním prostředí a dle

Sacheze et al. (2000), byla úloha mikroorganismů potvrzena a při porovnání Cs ve sterilní a nesterilní rašelině, byla retence Cs v nesterilní půdě celkem 90 % a ve sterilní celkem 60 %. Bylo také zjištěno, že Cs spojené s mikrobiálními mikroorganismy tvoří až cca 56 % celkového Cs v lesních půdách (Brückmann and Wolters, 1994). Johnson et al. (1991) říká, že neočekávaně velká retence ^{137}Cs v horní patnácticentimetrové vrstvě horských půd, po havárii JE Černobyl může být přičítána aktivitě mikroorganismů, např. *Bacillus* spp., v organicky bohatých vrstvách.

Vyšší koncentrace Cs v rostlinách je zapříčiněna vyšší mobilitou Cs v půdách. Dle Komínkové et al. (2018) draslík v prostředí chrání potravinový řetězec před přijímáním Cs rostlinami, ale snižuje účinnost fytořemediace (využití zelených rostlin k odstranění znečišťujících látek z prostředí).

4 Metodika

4.1 Lokalizace zájmových území

Pro účely tohoto výzkumu jsou jasně specifikovány podmínky. Vybrat takové lokality v blízkosti trvalého bydliště, které dlouhodobě splňují následující: trvalý travní porost (TTP), louka, pastvina, trvale obdělávaná zemědělská půda (ZP) a lesní pozemek (LP), s porostem starším třiceti let. Tato podmínka je zásadní, a to kvůli zachování možnosti porovnat výsledky odběrů půd. Cílem je vyhodnocení množství přítomnosti ^{137}Cs v půdách, v roce 1986 po výbuchu JE Černobyl a porovnání s výsledky odběrů půd v roce 2018 a vyhodnocení následného transferu koeficientů ^{137}Cs z půdy na zemědělské plodiny. Tyto podmínky následně dodrželi i další zpracovatelé tohoto zadání, kteří vybrali území charakterově odpovídající daným podmínkám v různých lokalitách ČR a provedli odběry reprezentativních vzorků jak půd, tak biomasy. Tyto výsledky se následně porovnají a vyhodnotí. Lokalizace daných zájmových území se provedla na základě katastrálních map ČÚZK a evidence půdních bloků LPIS, kterou poskytuje Ministerstvo zemědělství ČR.

4.2 Metodika odběru půd

4.2.1. Plán vzorkování pro odběr půd a biomasy

Jasně stanovuje metodu výběru a odběru vzorku. Na jeho základě osoba provádějící odběr dodrží potřebné postupy a požadavky, aby odebraný vzorek odpovídal všem daným parametrům.

Plán vzorkování obsahuje tyto údaje: autor, kontakt, kdo provede odběry, datum odběrů, účel odběru, přesné určení místa odběru (katastrální území, půdní blok, parcelní číslo, GPS souřadnice), vzorkovací schéma, rozmístění dílčích odběrových míst a jejich vyznačení v celkové situaci, typ odběrového zařízení, způsob odběru, počet dílčích vzorků, způsob značení vzorků, plánovaná úprava, hmotnost směsného vzorku, popis vzorkovnice, skladování, doprava, zkušební laboratoř, rozsah požadovaných analýz.

4.2.2. Protokolární záznam o odběru vzorků půd a biomasy

Protokolární záznam o odběru vzorků půd a biomasy, který můžeme jinak nazvat také průvodní list odběru vzorků, zaznamená průběh provedení odběru.

Protokolární záznam obsahuje tyto údaje: osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt. Vlastník, nebo uživatel dotčených pozemků, kultura, katastrální území, správní obec, půdní blok, velikost v hektarech, parcelní čísla, teplota vzduchu, charakter počasí, datum odběru, čas odběru, GPS souřadnice místa odběru, označení dílčího vzorku, mocnost vrstvy a případné poznámky k odběru, použitá vzorkovací pomůcka, schéma odběrového místa s vyznačením odběrových míst.

4.2.3. Dílčí vzorek

Dílčí vzorek je vzorek odebraný v jednom místě z jedné půdní vrstvy. K vytvoření reprezentativního vzorku je nutné odebrat větší množství dílčích vzorků.

4.2.4. Reprezentativní vzorek

Reprezentativní vzorek je vzorek, z něhož se zjišťují požadované ukazatele. Reprezentativnost je zajištěna dostatečným zastoupením dílčích vzorků z různých míst v dané lokalitě. Dílčí vzorky by měly být zastoupeny stejnou měrou. Čím je vzorek větší, tím je reprezentativnější. S takto připraveným vzorkem je dále nutné pracovat. Sušení, mletí na požadovanou frakci, přesívání, uložení do vhodné nádoby, označení a následný transport do laboratoře.

4.2.5. Metodika odběru půdy

Veškeré odběrové práce se provedou současně s měřením záření gama za pomoci detektoru Safecast bGeigie Nano, který propůjčí SÚRO Praha. Jedná se o jednoduše ovladatelný detektor záření gama na bázi GM (Geiger-Müllerova) detektoru určený k radiačnímu mapování v terénu. Obsahuje vestavěný GPS přijímač a spolu s daty automaticky ukládá polohu a čas na paměťovou kartu (URL 9).

Odběry se provedou dle plánu vzorkování, ve vybrané lokalitě. Foto lokality a přesné GPS souřadnice odběrů, jsou součástí: „Protokolárního záznamu o odběru vzorku“, v části: „Schéma odběrového místa“, s vyznačením odběrových míst. K odběru se použijí vhodné odběrové nástroje, je možno použít: spirálovitou odběrovou tyč, půdní sondýrku, rýč, lopatu. Následně se v daném půdním bloku vyberou minimálně čtyři odběrová místa, na nichž se provede odběr z půdního profilu. Plocha odběrového místa je cca 40x40x50 cm. Dílčí vzorky se odeberou z každé vrstvy půdního profilu zvlášť, následně se uloží do vhodných, uzavíratelných a patřičně označených odběrových nádob. Váha dílčích vzorků musí být tak velká, aby následný reprezentativní vzorek

vážil minimálně 1,5 kg před sušením, mletím a přesíváním. Celý tento postup se průběžně zaznamenává do „Protokolárního záznamu o odběru vzorku.“

Následuje příprava reprezentativního vzorku: ve větší čisté a suché nádobě důkladně promícháme dílčí vzorky z dané vrstvy. Dále sušíme při teplotě 70°C. Po usušení, pokud obsahuje větší částice, nameleme, znovu promícháme a přesíváme přes síto na výslednou frakci <2 mm. Váha reprezentativního vzorku je minimálně 1 kg. Takto připravený reprezentativní vzorek, umístíme do vhodné uzavíratelné a patřičně označené odběrové nádoby. Přiložíme vyplněný „Protokolární záznam o odběru vzorku“ a předáme do Státního ústavu radiační ochrany, v.v.i., Bartoškova 1450/28, 140 00 PRAHA 4 - Nusle.

4.3 Metodika odběru biomasy

Odběry se provedou dle plánu vzorkování, ve vybrané lokalitě, která se shoduje s lokalitou vybranou pro odběry půd. Foto lokality a přesné GPS souřadnice odběrů, jsou součástí: „Protokolárního záznamu o odběru vzorku“, v části: „Schéma odběrového místa“, s vyznačením odběrových míst. K odběru se použijí vhodné odběrové nástroje, je možno použít: kosu, srp, zahradní nůžky, lopatku. Následně se na daném půdním bloku vyberou minimálně čtyři odběrová místa, na nichž se provede odběr dílčích vzorků biomasy. Plocha odběrového místa je cca 50x50 cm. Pokud tomu odpovídá charakter biomasy odebere se zvlášť část ke konzumaci a část určená k lidské spotřebě, a to v takovém množství, aby jejich množství po usušení odpovídalo cca 5ti litrům. Dílčí vzorky jsou ukládány do prodyšných, patřičně označených pytlů. Celý tento postup se průběžně zaznamenává do „Protokolárního záznamu o odběru vzorku.“

Následuje příprava reprezentativního vzorku: ve větší čisté a suché nádobě se důkladně dílčí vzorky promíchají a následně suší. Po usušení je třeba zmenšit na požadovanou frakci cca 5x5 cm. Takto připravené reprezentativní vzorky uložíme do papírových, patřičně označených pytlů o objemu 5 litrů. Přiložíme vyplněný „Protokolární záznam o odběru vzorku“ a předáme do Státního ústavu radiační ochrany, v.v.i., Bartoškova 1450/28, 140 00 PRAHA 4 - Nusle.

5 Odběry půd a biomasy

Odběry dílčích vzorků půd jsem provedla v září 2017. Odběry dílčích vzorků biomasy jsem provedla v rozmezí měsíců červen až srpen 2018. Na základě metodických pokynů jsem nejprve vypracovala „Plány vzorkování“ (viz příloha 1), na jejichž základě a základě metodických pokynů k odběru půd a následně biomasy, jsem provedla odběr dílčích vzorků. Během vzorkování jsem průběžně vyplňovala „Protokolární záznamy o odběru vzorku“ (viz příloha 2).

5.1 Odběr půd

Veškeré odběrové práce půd jsem provedla současně s měřením záření gama za pomoci detektoru Safecast bGeigie Nano, který zapůjčil SÚRO Praha. Měření pomocí Safecastu jsem dle pokynů započala již při výjezdu do vybraných lokalit a ukončila po návratu zpět do bodu výjezdu.

K odběru půd jsem použila odběrový nástroj: spirálovitou odběrovou tyč, která umožňuje okamžité vyhodnocení půdního profilu, mocnost vrstev a jejich počet (viz. obr. č.4). Ve většině případů byly v půdním profilu v dané lokalitě do hloubky 50 cm 2 půdní vrstvy. Z každé z nich jsem odebrala dostatečné množství dílčího vzorku půdy a uložila do označené odběrové nádoby. Na každém půdním bloku jsem odběry dílčích vzorků provedla na celkem čtyřech místech, která jsem lokalizovala pomocí GPS souřadnic a celý tento postup jsem zaznamenala do „Protokolárního záznamu o odběru vzorku“. Dílčí vzorky z dané vrstvy jsem následně důkladně promíchala, uložila do označených uzavíratelných odběrových nádob a odvezla do zkušební laboratoře EKOAKVA č.1468 akreditované ČIA. Zde zaměstnanci laboratoře vzorky dle zadání sušili při teplotě 70 °C a následně prosívali přes síto na frakci <2 mm. Takto zpracované reprezentativní vzorky uložili zaměstnanci laboratoře do řádně označených odběrových nádob, které jsem z laboratoře vyzvedla a s příloženým protokolárním záznamem o odběru vzorku, předala do Státního ústavu radiální ochrany, v.v.i., Bartoškova 1450/28, 140 00 PRAHA 4 - Nusle.



Obr.č.4: foto z odběru půd – spirálovitá odběrová tyč, odběrové místo

Zdroj: fotoarchiv (Šestáková, 2017)

5.2 Odběr biomasy

Biomasu jsem odebrala na stejných zájmových územích, kde jsem odbírala vzorky půd. Jako odběrové nástroje jsem použila dle charakteru odebírané biomasy: srp, zahradnické nůžky, hrábě, lopatku. Vzorky zrní ječmene a slámy, jsem odebrala při probíhajících žních. Pokud bylo možné, oddělovala jsem část rostliny určenou k lidské spotřebě a část, která není určena k lidské spotřebě. Na každém půdním bloku, jsem provedla odběry dílčích vzorků na celkem šesti místech, která jsem lokalizovala pomocí GPS souřadnic a celý tento postup jsem zaznamenala do „Protokolárního záznamu o odběru vzorku“. Dílčí vzorky jsem uložila do řádně označených odběrových nádob. Odebrané dílčí vzorky jsem následně promíchala, sušila v domácím prostředí a pokud bylo třeba došlo ke zmenšení frakce na cca 5x5 cm. Takto zpracované reprezentativní vzorky, jsem uložila do řádně označených odběrových nádob, papírových pytlů o objemu 5 l a s přiloženým „Protokolárním záznamem o odběru vzorku“ předala do Státního ústavu radiační ochrany, v.v.i., Bartoškova 1450/28, 140 00 PRAHA 4 - Nusle.



Obr.č.5: Odběrové místo biomasy při probíhajících žních Zdroj: fotoarchiv (Šestáková, 2018)



Obr.č.6: Odběrové místo biomasy TTP Zdroj: fotoarchiv (Šestáková, 2018)

6 Výsledky

6.1 Předání vzorků, průběh měření

Dne 5.12.2017 jsem předala s kolegy, kteří se podíleli na tomto projektu, do Státního ústavu radiační ochrany, v.v.i., Bartoškova 1450/28, 140 00 PRAHA 4 – Nusle, 66 vzorků půd odebraných z lokalit Líny, Bukovno, Březovice pod Bezdězem, Katusice pod Bezdězem, Březinka pod Bezdězem, Výskytná, Vražkov, Písty, Roudnice nad Labem, Rakovník, Otovice, Rasošky, Nový Ples a Černožice nad Labem. Dne 20.10.2018 jsem předala s kolegy vzorky biomasy, které jsme odebrali ve stejných lokalitách jako vzorky půd. Prováděných měření jsem se já, ani nikdo z mých kolegů aktivně neúčastnil, nicméně jsme absolvovali exkurzi na pracovišti Státního ústavu radiační ochrany v Praze. Zde jsme viděli, jak je se vzorky dále nakládáno a jak probíhají samotná měření. Vzorky zaměstnanci SÚRO převedli do válcovitých měřících nádob (masťovek) a měřili v poloze na a okolo detektoru. Byla provedena měření jednotlivých vrstev půdního profilu na aktivitu ^{40}K a aktivitu ^{137}Cs před provedením korekcí na sušinu a po provedení korekcí na sušinu. Výsledné hodnoty všech těchto měření, zpracovali zaměstnanci SÚRO do tabulky v programu EXCEL a tyto výsledky nám následně poskytli k dalšímu zpracování. V tabulce je vyhodnocena aktivita ^{137}Cs [Bq/kg] vždy pro jednotlivou půdní vrstvu, pro relevantní porovnání však bylo nutné převést na plošnou aktivitu ^{137}Cs v dané lokalitě, která je udávána v [Bq/m²], a to následně:

$$A_p = (a_A \cdot h_A + a_B \cdot h_B) / 0,04$$

A_p = plošná aktivita ^{137}Cs v dané lokalitě [Bq/m²]

a = aktivita ^{137}Cs po provedení korekcí na sušinu [Bq/kg]

h = hmotnost celého vzorku [kg]

A = první vrstva z půdního profilu

B = druhá vrstva z půdního profilu

Pro nás jsou tedy zásadní u výsledků půd hodnoty výše zmíněných plošných aktivit ^{137}Cs [Bq/m²] a u biomasy je výsledným ukazatelem aktivita ^{137}Cs [Bq/kg].

6.2 Naměřené hodnoty ve vybraných lokalitách

Naměřené hodnoty v mnou vybraných lokalitách jsou shrnuty v tabulce č. 2. U lokality Rasošky - orná půda jsem odebrala dvě vrstvy půdního profilu, vrstvu A a vrstvu B. U vrstvy A byla naměřena plošná aktivita ^{137}Cs 260,33 Bq/m² a u vrstvy B 397,87 Bq/m². Je neobvyklé, že druhá vrstva půdního profilu vykazuje vyšší aktivitu než vrstva výše položená. Půdní profil v této polabské oblasti je spíše hlinitopísčítý, což má za následek vyšší propustnost vrstev, což by mohlo být jedním z možných důvodů výsledných hodnot. Druhou z možných příčin bych dle mého názoru přičítala skutečnosti, že v dané lokalitě probíhá zemědělská činnost, při které dochází díky orbě k pravidelnému promíchávání a převracení půdy. Musíme ovšem připustit i variantu, že došlo k selhání lidského faktoru a vzorky byly zaměněny při odběru případně při sušení. Pokud bychom chtěli potvrdit, či vyvrátit jednu z výše nabízených variant, provedla bych v první řadě nové odběry a nová měření a na základě výsledků vše vyhodnotila. Dále jsem v dané lokalitě odebrala vzorky biomasy, v tomto případě se jednalo o zrní a slámu z ječmene. Míra aktivity ^{137}Cs byla tak nízká, že nebyla v daném časovém úseku měřitelná. Měření byla opakována a časový interval byl výrazně prodloužen, naměřená výsledná hodnota byla 0,04 Bq/kg. Ale i tato skutečnost nám ukazuje, že transfer ^{137}Cs z půdy na rostlinu je v daném případě velmi malý. Což bych, ale také přičítala skutečnosti, že rok 2018 byl extrémně horký a suchý. Vegetační doba rostlin byla velmi krátká a žně proběhly již začátkem června.

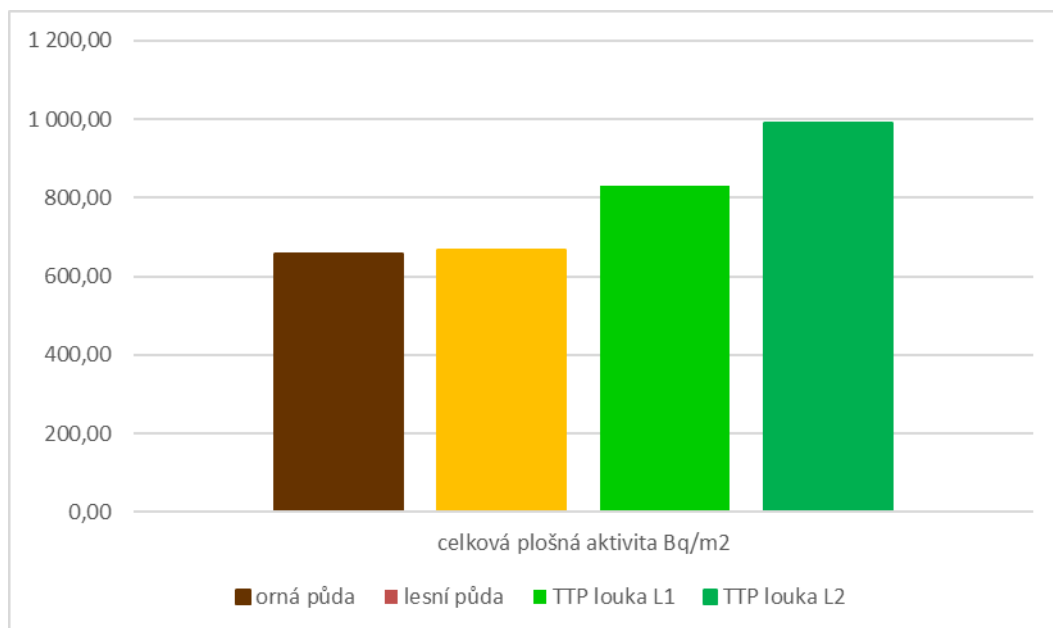
V lokalitě Nový Ples – lesní pozemek jsem odebrala tři vrstvy půdního profilu, tedy A, B, C. Vrstva A vykazovala plošnou aktivitu ^{137}Cs 388,8 Bq/m², vrstva B vykazovala plošnou aktivitu ^{137}Cs 189,75 Bq/m² a vrstva C vykazovala plošnou aktivitu ^{137}Cs 87 Bq/m². V tomto případě se potvrdilo tvrzení, že vrstvy výše položené obvykle vykazují vyšší aktivitu. Horniny v této lokalitě zastoupené jsou písek a štěrk. Dále jsem odebrala v dané lokalitě biomasu, v tomto případě se jednalo o maliník a zde byla naměřena aktivita ^{137}Cs 0,53 Bq/kg sušiny, což je hodnota velmi nízká.

V lokalitě Černožice nad Labem – louka L1 jsem odebrala dvě vrstvy z půdního profilu, vrstvu A, B. U vrstvy A byla naměřena plošná aktivita ^{137}Cs 767,05 Bq/m² a u vrstvy B byla naměřena plošná aktivita ^{137}Cs 224,01 Bq/m². Mocnost vrstev se u všech odebraných vzorků velmi podobala. Tuto lokalitu zastupují horniny hlína, písek a štěrk, proto mě celkem překvapila skutečnost, že rozdíl aktivit ^{137}Cs mezi vrstvami A, B je tak výrazný, a to o cca 543 Bq/m². Tento půdní blok je a byl dle historických map

trvale travní pozemek a nikdy tomu pravděpodobně nebylo jinak, rozkládá se na břehu řeky Labe. Travní porost se zde pravidelně seče a suší pomocí zemědělské techniky, což může vést k zhutnění vrstev půdního profilu, a tudíž i nižší propustnosti, což by mohlo zapříčinit vyšší retenci ^{137}Cs ve vrstvě A a mít za následek právě zmíněný rozdíl. I v této lokalitě jsem provedla odběr biomasy, zde šlo o luční směs, trávy. Nicméně i zde byla míra aktivity ^{137}Cs tak nízká, že nebyla v daném časovém úseku měřitelná. Měření bylo tedy opakováno a časový interval výrazně prodloužen, naměřená hodnota byla 0,73 Bq/kg. Tato skutečnost mě vede k závěru, že transfer ^{137}Cs z půdy na rostlinu je v této lokalitě nízký.

V lokalitě Černožice nad Labem jsem pro porovnání vybrala ještě louku L2. Obě tyto louky leží na břehu řeky Labe, jedna na levém a druhá na pravém břehu. Zajímavé je, že ačkoliv je dělí rozdíl několika metrů, hodnoty jsou celkem rozdílné. I zde jsem odebrala dvě vrstvy z půdního profilu A a B. U vrstvy A byla naměřena plošná aktivita ^{137}Cs 489,5 Bq/m² a u vrstvy B byla naměřena plošná aktivita ^{137}Cs 339,3 Bq/m². Nelze si nevšimnout, že rozdíl plošné aktivity ^{137}Cs mezi vrstvami A, B je v tomto případě cca 150 Bq/m², což je oproti louce L1 výrazně menší rozdíl. I tento půdní blok je a byl dle historických map trvale travní pozemek a nikdy tomu pravděpodobně nebylo jinak, i tento půdní blok se rozkládá na břehu řeky Labe. Travní porost je zde pravidelně sekán a sušen pomocí zemědělské techniky, tudíž podmínky jsou u obou luk téměř totožné, naměřené aktivity ^{137}Cs se však celkem liší. Což může být zapříčiněno rozdílným atmosférickým spadem, způsobeným rozdílnou mírou srážek. Ačkoliv lokality jsou celkem blízko, dělí je od sebe tok řeky Labe. Dalším z možných aspektů, který by na míru aktivity ^{137}Cs mohl mít vliv, je ta skutečnost, že dané pozemky trvale obhospodařují jiní majitelé, a tudíž se může lišit možné přihnojování daných pozemků, což může ovlivnit pH i mikrobiální složení půd.

Celkové naměřené výsledné hodnoty plošné aktivity ^{137}Cs u mnou vybraných zájmových lokalit jsem pro větší přehlednost vložila do grafu č. 1.



Graf č.1: Celková plošná aktivita ^{137}Cs u vybraných lokalit v Královeshradeckém kraji

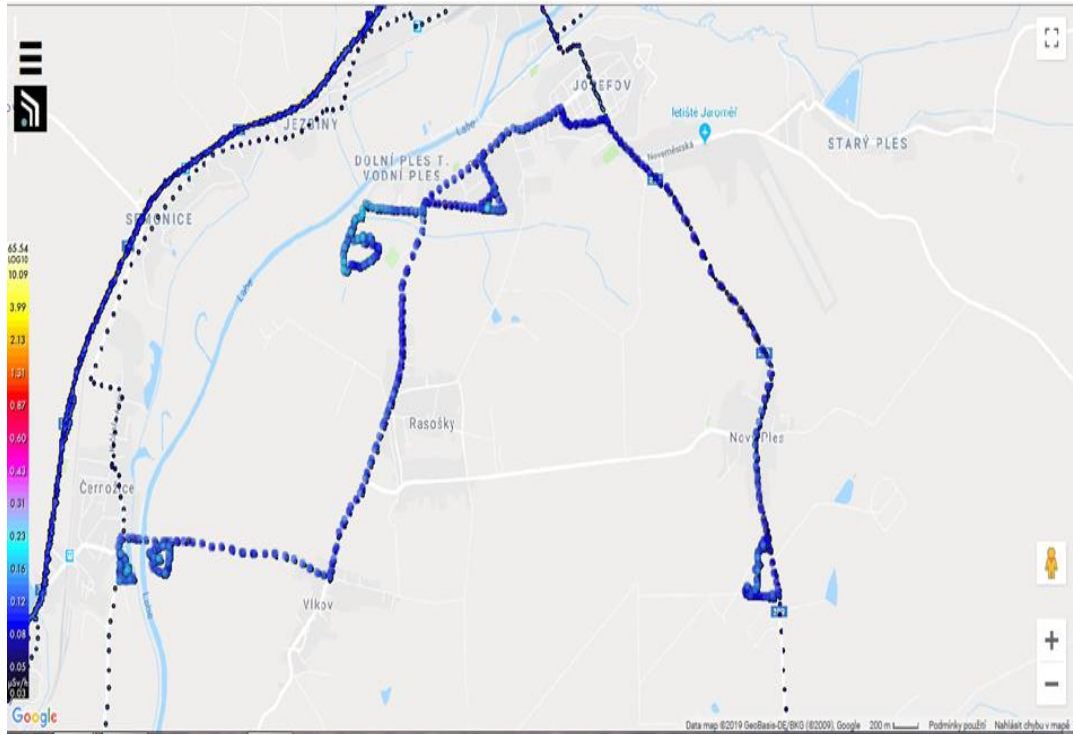
Dle grafického vyjádření míry plošné aktivity ^{137}Cs , musím konstatovat, že bych očekávala jiné pořadí lokalit. Na základě mnou zjištěných skutečností jsem předpokládala, že nejvyšší plošnou aktivitu ^{137}Cs bude mít lesní půda. A to zejména proto, že není trvale obdělávaná. Nelze opomenout ani fakt, že kořenová rizosféra stromů a houbové mycelium, mají tendenci zvyšovat retenci ^{137}Cs v lesních půdách. Naopak orná půda splnila mé předpoklady, vzhledem k horninovému složení i skutečnosti, že se jedná o pravidelně obhospodařovanou půdu a spouště dalších aspektů, které tento fakt potvrzují. Pokud budeme hovořit o aktivitách ^{137}Cs u biomasy, podařilo se po opakovaných měřeních a prodloužení doby zdržení vzorků v detektoru, naměřit aktivitu u všech odebraných vzorků biomasy, nicméně všechny výsledné hodnoty byly velmi nízké a pohybovaly se v rozmezí desetin. K této skutečnosti bych závěrem dodala, že naměřené plošné aktivity ^{137}Cs u všech mnou vybraných lokalit nejsou nijak závažné a ohrožující lidské zdraví. Transfer ^{137}Cs z půdy na rostliny bych vyhodnotila jako velmi nízký, což dokazuje i skutečnost, že u tří vzorků biomasy ze čtyř se aktivita ^{137}Cs podařila stanovit až po prodloužení doby zdržení v detektoru. V tabulce č.2 je uveden přehled se zjednodušeným výpočtem transferového koeficientu u vybraných zájmových lokalit.

$TK = \frac{A_m \text{ vysušené rostliny } [Bq \cdot kg^{-1}]}{A_m \text{ vysušené půdy } [Bq \cdot kg^{-1}]}$	Transérový koeficient TF	Agregovaný transferový koeficient T_{fag}
		[kg/m²]
lokalita Rasošky – orná půda	0,003	0,00006
lokalita Nový Ples – lesní pozemek	0,040	0,00080
lokalita Černožice nad Labem – louka L1 – trvalý travní porost	0,038	0,00074
lokalita Černožice nad Labem – louka L2 – trvalý travní porost	0,029	0,00058

Tab. č.2: Zjednodušený výpočet transferového koeficientu

6.3 Naměřené hodnoty pomocí detektoru gama záření

Dále jsem současně s odběry půd, provedla měření pomocí detektoru gama záření Safecast bGeigie Nano, který je určen k mapování radiace v terénu. Tento detektor byl zapůjčen SÚRO Praha – Nusle. Hodnoty z těchto měření byly následně odečteny zaměstnanci SÚRO Praha – Nusle a převedeny do GIS, což umožnilo vytvořit následný mapový výstup (obr.č.7). V mapovém výstupu je zaznamenán pohyb v dané lokalitě během měření a barevné rozlišení dle spektra gama záření. Výsledky mého měření ukazují hodnoty v rozmezí 0,08 – 0,23 μSv/h. Pro představu uvádím příklad ekvivalentní dávky pro člověka: z přírodního pozadí 10 μSv/den (URL 10). Přepočítáme-li mnou naměřenou hodnotu 0,23 μSv/h x 24 hod, dostaneme se k výsledku 5,52 μSv/ den, což odpovídá jednorázové dávce při rentgenu zubů. Rentgen hrudníku odpovídá dávce 20 μSv a 4000 km dlouhý let letadlem odpovídá dávce 40 μSv. Dávka, po které se projeví nemoc z ozáření je cca 4000 mSv a musí být jednorázová (URL 10). Z toho vyplývá závěr, že výsledky mnou provedených měření jsou odpovídající průměru, pohybují se v nízkých hodnotách a nejsou nijak ohrožující pro lidské zdraví.



Obr. č. 7: print screen se záznamem ze Safecastu Zdroj: URL 11

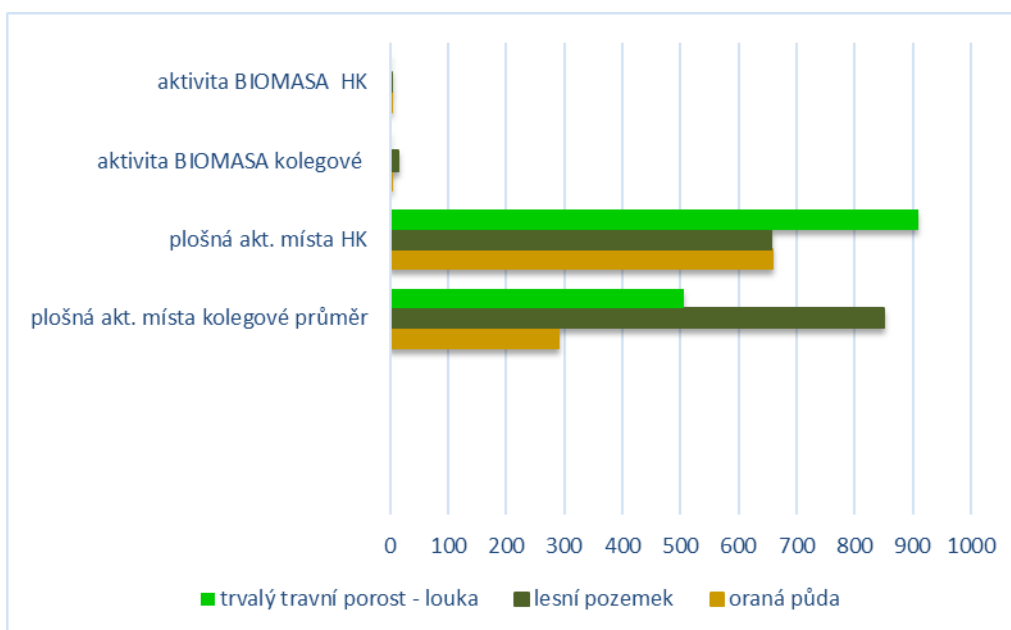
lokalita Rasošky – orná půda				Aktivity po provedení korekcí na sušinu			Ap - plošná akt. místa	BIOMASA	
číslo	označení	č. vzorku	hmotnost celého vzorku [kg]	hmotnost měřeného vzorku [kg]	aktivita ⁴⁰ K [Bq/kg]	aktivita ¹³⁷ Cs [Bq/kg]	aktivita ¹³⁷ Cs [Bq/kg]	Ap [Bq/m ²]	BIOMASA aktivita ¹³⁷ Cs [Bq/kg]
vrstvy									
1	vrstva A	4291/2017	0,801	0,785	490±50	13±1	13,00	658,20	0,04
2	vrstva B	4292/2017	1,061	0,938	630±60	15±2	15,00		
lokalita Nový Ples – lesní pozemek									
číslo	označení	č. vzorku	hmotnost celého vzorku [kg]	hmotnost měřeného vzorku [kg]	aktivita ⁴⁰ K [Bq/kg]	aktivita ¹³⁷ Cs [Bq/kg]	aktivita ¹³⁷ Cs [Bq/kg]	Ap [Bq/m ²]	BIOMASA aktivita ¹³⁷ Cs [Bq/kg]
vrstvy									
1	vrstva A	4293/2017	0,648	0,614	380±40	24±2	24,00	665,55	0,53
2	vrstva B	4294/2017	0,690	0,568	470±50	11±1	11,00		
3	vrstva C	4295/2017	0,725	0,207	480±50	4,8±0,5	4,80		
lokalita Černožice nad Labem – louka L2 – trvalý travní porost									
číslo	označení	č. vzorku	hmotnost celého vzorku [kg]	hmotnost měřeného vzorku [kg]	aktivita ⁴⁰ K [Bq/kg]	aktivita ¹³⁷ Cs [Bq/kg]	aktivita ¹³⁷ Cs [Bq/kg]	Ap [Bq/m ²]	BIOMASA aktivita ¹³⁷ Cs [Bq/kg]
vrstvy									
1	vrstva A	4296/2017	0,979	0,208	710±70	20±2	20,00	828,80	0,48
2	vrstva B	4297/2017	1,044	0,198	710±70	13±1	13,00		
lokalita Černožice nad Labem – louka L1 – trvalý travní porost									
číslo	označení	č. vzorku	hmotnost celého vzorku [kg]	hmotnost měřeného vzorku [kg]	aktivita ⁴⁰ K [Bq/kg]	aktivita ¹³⁷ Cs [Bq/kg]	aktivita ¹³⁷ Cs [Bq/kg]	Ap [Bq/m ²]	BIOMASA aktivita ¹³⁷ Cs [Bq/kg]
vrstvy									
1	vrstva A	4298/2017	1,058	0,201	870±90	29±3	29,00	991,15	0,73
2	vrstva B	4299/2017	0,996	0,206	700±70	9,1±0,9	9,00		

Tab. č. 3: výsledné hodnoty vybraného zájmového území Zdroj: SÚRO Praha - Nusle

7 Diskuze

7.1 Porovnání plošných aktivit na základě výsledků všech řešitelů

Na začátek je nutné uvést, že kontaminace půd radionuklidem ^{137}Cs se v celorepublikovém měřítku liší, tato skutečnost je dána faktem, že průchod kontaminovaného mraku, po výbuchu jaderné elektrárny Černobyl nebyl nad celým územím ČR stejný. Míra srážek byla také rozdílná, dá se říci, že největší srážkový úhrn byl v horských oblastech. Celkově můžeme shrnout, že atmosférický spad nad ČR byl rozdělen do tří pásem, která naše území zasáhla výrazněji (Rulík a Helebrant, 2011). Proto i výsledná měření v různých lokalitách ČR jsou a budou rozdílná. Pro přehlednější porovnání, jsem všechny naměřené plošné aktivity ^{137}Cs a aktivity ^{137}Cs u biomasy vyhodnotila v grafu číslo.3.



Graf č.3: Porovnání plošných aktivit ^{137}Cs na základě všech provedených měření

Všem členům studentského výzkumného týmu FŽP se podařilo ve vybraných zájmových územích odebrat v dané lokalitě 1 až 3 vrstvy půdního profilu. Nejčastěji se však jednalo o vrstvy dvě. Na základě naměřených hodnot jsem zjistila, že téměř ve všech případech byla v odebraných prvních vrstvách naměřena nejvyšší plošná aktivita ^{137}Cs , a naopak u vrstev posledních, byla naměřena nejnižší plošná aktivita ^{137}Cs , což potvrzuje skutečnost, že nejvyšší plošná aktivita ^{137}Cs , je obvykle detekována

v prvních 20ti cm půdy. Dovolila bych si zpochybnit výsledky z lokality Březinka pod Bezdězem - les, kde byla naměřena plošná aktivita ^{137}Cs 37,38 Bq/m² (Finkous, M., 2019). Dle mého názoru je vypovídací hodnota tohoto vzorku zpochybnitelná a neodpovídá očekávaným předpokladům. Výsledná hodnota je nízká a pohybuje se téměř na hranici měřitelnosti, což může zapříčinit zkreslené vypovídací hodnoty následné, pokud například porovnáваме výsledky na základě aritmetických průměrů. Díky doposud získaným poznatkům o specifickém charakteru prostředí lesů se však domnívám, že lesní půdy mají největší předpoklad k retenci ^{137}Cs , a to zde nebylo potvrzeno. Proto bych požádala o zopakování odběrů a provedení nových měření na plošné aktivity ^{137}Cs v této lokalitě, na základě těchto výsledků by byl zvolen další postup.

7.1.1. Porovnání výsledných naměřených hodnot u zemědělských půd

U zemědělských půd byla naměřena plošná aktivita ^{137}Cs od 95,15 do 658,20 Bq/m². Nejvyšší plošná aktivita ^{137}Cs byla naměřena na mnou vybrané lokalitě Rasošky, zemědělská půda a to 658,20 Bq/m², nejnižší aktivita byla naměřená v lokalitě Rakovník 95,15 Bq/m² (Urbanová, V. nepublikované výsledky z roku 2018). Tyto výsledky jsou dle mého názoru jednoznačně odrazem skutečnosti právě výše zmiňované míry atmosférického spadu a srážek, které nebyli nad územím ČR celoplošné. U měřených aktivit ^{137}Cs v biomase se pohybujeme v rozmezí od 0,039 Bq/kg (Finkous, P., 2019) do 0,75 Bq/kg (Finkous, M., 2019).

7.1.2. Porovnání výsledných naměřených hodnot u trvalých travních porostů

U trvalých travních porostů, luk byla plošná aktivita ^{137}Cs naměřena v rozmezí od 184,51 do 991,15 Bq/m². Nejvyšší plošná aktivita ^{137}Cs a to 991,15 Bq/m² byla naměřena opět v mnou vybrané lokalitě Černožice nad Labem a nejnižší plošná aktivita byla naměřena v lokalitě Písty a to 184, 51 Bq/m² (Kautská, 2019). Naměřené hodnoty ^{137}Cs v biomase se pohybují v rozmezí od 0,26 Bq/kg (Stádníková, 2019) do 10,0 Bq/kg (Doskočilová, 2019). Žádná z uvedených hodnot aktivit radionuklidu ^{137}Cs není nijak vysoká a ohrožující lidské zdraví. Transfer ^{137}Cs z půdy na rostliny má i v tomto případě velmi nízké hodnoty.

7.1.3. Porovnání výsledných naměřených hodnot u lesních pozemků

U lesních pozemků byla naměřena plošná aktivita ^{137}Cs v rozmezí 390,78 - 1931,30 Bq/m². Nejvyšší naměřená plošná aktivita byla naměřena v lokalitě Vyskytná – les a to 1931,30 Bq/m² (Doskočilová, 2019) a nejnižší plošná aktivita 390,78 Bq/m² byla změřena v lokalitě Roudnice nad Labem (Kautská, 2019). U aktivit v biomase byly změřeny hodnoty v rozmezí 0,53 - 60,0 Bq/kg (Finkous, P., 2019), což jsou největší změřené hodnoty aktivit ^{137}Cs v biomase.

7.1.4. Porovnání všech výsledných naměřených hodnot

Jak vyplývá z grafu č.3. a po výpočtu celkového aritmetického průměru všech naměřených hodnot, pak jednoznačně nejnižší naměřené hodnoty plošné aktivity ^{137}Cs byly naměřeny na zemědělských půdách, na druhém místě jsou trvalé travní porosty a louky, na místě posledním s nejvyšší plošnou aktivitou ^{137}Cs i s nejvyšší měřenou aktivitou ^{137}Cs v biomase jsou lesní pozemky.

7.1.5. Porovnání všech výsledných naměřených hodnot v biomase

Na základě porovnání výsledků všech provedených měření aktivit v odebrané biomase jsem zjistila, že se nepodařilo u jednoho vzorku aktivitu v daném časovém úseku vůbec stanovit a u více než pěti vzorků byla měření pod hranicí měřitelnosti. Na základě těchto naměřených hodnot lze konstatovat, že transferový koeficient ^{137}Cs z půdy na rostlinu je v daných lokalitách nízký a tyto naměřené hodnoty nemají vliv na lidské zdraví. Tuto skutečnost samozřejmě ovlivňuje velká míra dalších faktorů. Vliv na toto má dozajista i samotná míra kontaminace půdy tímto radionuklidem, ale i rozmanitost z hlediska horninového složení půdy, mikrobiální složení půdy, přítomností hnojiv, ale i pravidelná zemědělská činnost.

7.1.6. Porovnání všech naměřených hodnot s hodnotami měření v roce 1986

Po výbuchu jaderné elektrárny Černobyl byl na území tehdejšího Československa proveden celostátní průzkum půd, a to v období od začátku května 1986 do poloviny června 1986. Hlavním cílem tohoto průzkumu bylo zjistit míru atmosférického spadu a kontaminace půd. Bylo odebráno tisíce vzorků a při jejich odběru se postupovalo dle daných metodických pokynů, které říkaly, že se mají vzorky půd odebírat na místech nezastíněných budovami, keři ani stromy. Nejlépe na zemědělské půdě, na které neprobíhali žádné zemědělské práce od 26.4.1986, se sklonem povrchu menším než

3° a půdním profilem málo propustným pro vodu, tedy rozhodně ne půdy písčité. Plocha odběrového místa byla cca 0,09 m² a hloubka cca 3 cm. Celkem bylo vyhodnoceno 1172 výsledků z těchto měření, u 33 případů byla detekce pod hranicí měřitelnosti, což je 20 Bq/m² a nejvyšší naměřená aktivita byla 80 800 Bq/m² (Rulík, Helebrant, 2011). Všechny střední hodnoty plošné kontaminace ¹³⁷Cs naměřené v roce 1986, jsou shrnuty v tabulce č.4.

Porovnála jsem získané hodnoty plošných aktivit ¹³⁷Cs v půdách, se středními hodnotami plošné kontaminace ¹³⁷Cs v půdách měřených po výbuchu JE Černobyl. Na základě tohoto porovnání mohu konstatovat, že kontaminace půd radionuklidem ¹³⁷Cs má tendenci klesat. Výrazně se však liší retence tohoto radionuklidu vzhledem k půdnímu typu. Lesní prostřední je výrazně náchylnější k retenci ¹³⁷Cs, kořenová rizosféra stromů a houbové mycelium mají velké akumulční schopnosti aktivit ¹³⁷Cs a i následný rozpad tohoto radionuklidu je v lesním prostředí jiný, než na půdách trvale obdělávaných. Otázkou pak také je, do jaké míry může za tuto klesající tendenci samotný poločas rozpadu a kolik ¹³⁷Cs bylo odbouráno díky transferu z půdy na rostlinu.

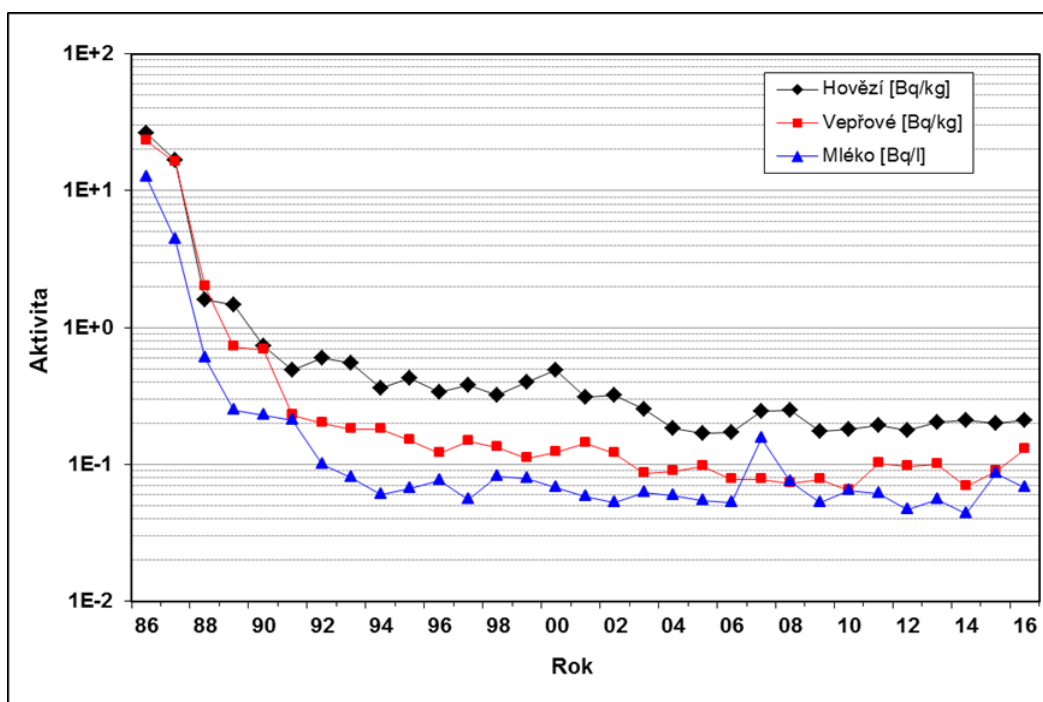
data z období po výbuchu JE Černobyl (odebráno v období od)	počet odebraných vzorků z různých půdních typů	plošná kontaminace ¹³⁷ Cs (aritmetický průměr) v Bq/m ²
1.5.1986	909	4242
16. - 18.6.1986	798	4199
6.5.1986	868	4147
10.5.1986	846	4143

Tab.č.4.: Míra kontaminace ¹³⁷Cs v půdách po výbuchu JE Černobyl Zdroj: SÚRO Praha

7.1.7. ¹³⁷Cs v potravinách

Po výbuchu JE Černobyl byly monitorovány potraviny, které byly považovány z hlediska konzumace obyvatelstvem za nejdůležitější, šlo zejména o hovězí maso, vepřové maso, mléko a dětskou výživu. Na území dnešního Královehradeckého kraje byla sledována mlékárna Opočno a závod pro výrobu dětské výživy, a to vzhledem k faktu, že se zde zpracovávaly produkty z více zasažených oblastí, tedy z Náchodska a

Ústí nad Orlicí (URL12). Již v prvních dnech měsíce května 1986 se projeví zvýšené hodnoty radionuklidů ve sledovaných potravinách, což dokládá i graf č.4.. Nejhůře však v průzkumech trvale vycházejí lesní plody a spárkatá zvěř. Kontaminace jsou stále vysoké, u hub se například doporučuje jejich konzumaci omezit na 200 – 250 g/týden (Hůla, Malátová, 2008).



Graf č.4.: Hmotnostní aktivity ^{137}Cs ve vybraných potravinách od roku 1986
Zdroj: URL 13

8 Závěr

Od roku 1986 je radioaktivita neustále sledována, naměřené hodnoty aktivit ^{137}Cs se pohybují hluboko pod hraničními hodnotami. Nicméně u lesních plodů a spárkaté zvěře dochází k měření zvýšených aktivit celkem často. Pomalý pokles aktivit právě v přirozených lesních ekosystémech je dán charakterem tohoto prostředí. Lesy Orlických hor jsou dle měření jedněmi z nejvíce kontaminovaných. Tato fakta jsou dána spoustou aspektů, od nadmořské výšky, mírou atmosférického spadu v dané oblasti, horninovém složení až po pH půdy a mnoho dalších. Vliv na koncentraci a míru odbourávání má i skutečnost, že lesy jsou přirozenými, nijak hospodářsky neobdělávanými ekosystémy. Koeficient transferu ^{137}Cs z půdy na rostlinu je ovlivněn i tou skutečností, že kořenová rizosféra stromů a houbové mycelium, mají velkou retenční schopnost tohoto radionuklidu, na základě čehož se dá předpokládat, že i koeficient transferu bude vyšší. Následný transfer z rostliny na konečného konzumenta, v tomto případě zejména lesní zvěř, je poté podložen výsledky rozborů svaloviny, které vykazují vyšší koncentrace aktivit ^{137}Cs i dnes.

Na základě všech rozborů z odebraných vzorků půd a biomasy, které probíhaly díky dalším řešitelům na více lokalitách ČR a po následném porovnání výsledných naměřených hodnot plošné aktivity ^{137}Cs a aktivit ^{137}Cs v biomase s aktivitami ^{137}Cs , které byly naměřeny od roku 1986 až do současnosti, mohu konstatovat, že koncentrace radionuklidů v půdách se časem snižuje. Nicméně je důležité uvědomit si skutečnost, že poločas rozpadu ^{137}Cs je 30,2 let, což je po 33 letech od výbuchu JE Černobyl lehce za polovinou poločasu rozpadu tohoto radionuklidu. Je zřejmé, že na obsahu ^{137}Cs v půdách i rostlinách nenese podíl jen výbuch JE Černobyl, ale velkou měrou přispěly i jaderné pokusy z 60tých let, které probíhaly v Evropě a je nutné zmínit i druhou velkou havárii JE Fukušima. Ačkoliv její následky nedosáhly tak fatálních rozměrů, jako po výbuchu JE Černobyl, bude se příroda i lidstvo s následky všech antropogenních činností, které přítomnost ^{137}Cs v půdách i rostlinách způsobily, vyrovnávat ještě desítky let.

9 Seznam citací

- Avery, S.V., 1995: Caesium accumulation by microorganisms: uptake mechanisms, cation competition, compartmentalization and toxicity. *J Ind Microbiol* 14: 76-84.
- Avery, S.V., Codd, G.A., Gadd, G. M., 1992: Interactions of cyanobacteria and microalgae with caesium. In *Impact of Heavy Metals on the Environment*, ed. J.-P. Vernet. Elsevier, Amsterdam.
- Avery, S.V., Codd, G.A., Gadd, G.M., 1991: Caesium accumulation and interactions with other monovalent cations in the cyanobacterium *Synechocystis* PCC 6803. *J. Gen. Microbiol* 137: 405-413.
- Avery, S.V., Codd, G.A., Gadd, G.M., 1993: Transport kinetics, cation inhibition and intracellular location of accumulated caesium in the green microalga *Chlorella salina*. *J Gen Microbiol* 139: 827-834.
- Bakken, L.R., Olsen, R.A., 1990: Accumulation of radiocaesium in fungi. *Canadian Journal of Microbiology* 36: 704-710.
- Bakken, L.R., Olsen, R.A., 1990: Accumulation of radiocaesium in fungi. *Canadian Journal of Microbiology* 36(10): 704-710.
- Bossemeyer, D., Schlösser, A., Bakker, E.P. 1989: Specific cesium transport via the *Escherichia coli* Kup (TrkD) K⁺ uptake system. *J Bacteriol* 171: 2219-2221.
- Brückmann, A., Wolters, V., 1994: Microbial immobilization and recycling of ¹³⁷Cs in the organic layers of forest ecosystems: relationship to environmental conditions, humification and invertebrate activity. *Science of The Total Environment*: 249-256.
- De Brouwer, S., Thiry, Y., Myttenaere, C. 1994: Availability and fixation of radiocaesium in a forest brown acid soil. *Sci. Tot. Environ. Belgium*.
- Dighton, J., Clint, G.M., Poskitt, J., 1991: Uptake and accumulation of ¹³⁷Cs by upland grassland soil fungi: a potential pool of Cs immobilization. *Mycological Research*: 1052-1056.
- Doskočilová, V., 2019: Průzkum transferových koeficientů ¹³⁷Cs z půdy do zemědělských plodin v k.ú. Vyskytná. ČZU Praha. Praha.
- Duchová, I., 2011: Radionuklidy ve včelím medu. Diplomová práce. Brno.
- Finkous, M., 2019: Průzkum transferových koeficientů ¹³⁷Cs z půdy do zemědělských plodin v k.ú. Katusice, Březovice a Březinka. ČZU Praha. Praha
- Finkous, P., 2019: Průzkum transferových koeficientů ¹³⁷Cs z půdy do zemědělských plodin v k.ú. Bukovno, Líny. ČZU Praha. Praha.
- Forsberg, S., Rosén, K., Fernandez, V., Juhan, H., 2000: Migration of ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr in undisturbed soil profiles under controlled and close-to-real conditions. *Journal of Environmental Radioactivity*, 50(3), 235-252.
- Hála, J., 1998: Radioaktivita ionizující záření, jaderná energie. První vydání Brno.
- Hanák, J., Müller, P., Müllerová, H., Kašparec, I., Pecina, V., Abraham, M., Veleba, B., 2007: Kontaminace půd v horských oblastech severní Moravy izotopem ¹³⁷Cs. *Geol. výzk. Mor. Slez.* 2006, Brno 2007.

- Heinrich, G., 1992: Uptake and transfer factors of ^{137}Cs by mushrooms. *Radiat Environ Biophys* 31: 39-49.
- Hofmanová, V., 2019: Průzkum transferových koeficientů ^{137}Cs z půdy do zemědělských plodin v k.ú. Roudnice nad Labem (741647), Písty (721042). ČZU Praha. Praha.
- Hsu, C.N., Chang, K.P., 1994: Sorption and desorption behaviour of cesium on soil components. *Appl Radiat Isotopes* 45: 433-437.
- Hůlka, J., Malátová, I. 2008: Radiační situace v České republice, přehled hlavních výsledků měření a opatření. Státní ústav radiační ochrany Praha. Praha.
- Cháb, J., Stráník, Z., Eliáš, M., 2007: Geologická mapa České republiky 1:5000. 1.vydání. Česká geologická služba. Praha.
- Chalupová, D., 2011: Chemismus vody a sedimentů fluvialních jezer Labe - disertační práce. Praha
- IAEA, 2009: Quantification of Radionuclide Transfer in Terrestrial and Freshwater Environments for Radiological Assessments. Vienna, Austria.
- Johnson, E.E., O'Donnell, A.G., Ineson, P., 1991: An autoradiographic technique for selecting Cs- 137-sorbing microorganisms from soil. *Journal Microbiological Methods*: 293-298.
- Kaňková, J., 2007: Cesium 137 v lesním ekosystému. Diplomová práce. České Budějovice.
- Kirk, G.J.D., Staunton, S., 1989: On predicting the fate of radioactive caesium in soil beneath grassland. *J Soil Sci* 40: 71-84.
- Komínková, D., Berhová-Bímová, K., Součková, L., 2018: Influence of potassium concentration gradient on stable caesium uptake by *Calla palustris*. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 165(2018): 582-588.
- Kopečková, M., 2013: Posouzení vlivů strategie rozvoje Královehradeckého kraje 2014-2020. Integria Consulting s.r.o., Hradec Králové.
- Mihalík, J., 2012: Minimalizace dopadů radiační kontaminace na krajinu v havarijní zóně JE Temelín. Rešerše problematiky krátko i dlouhodobého vývoje stavu radioaktivity (Cs, I) v přirozených retenčních místech v krajině. SÚRO Praha.
- Nielsen, B., Strandberg, M., 1988: in: Nimis, P.L., 1996: Radiocesium in plants of forest ecosystems. *Studia Geobotanica* 1996-15: 3-49.
- Perkins, J., Gadd, G.M., 1993: Caesium toxicity, accumulation and intracellular localization in yeasts. *Mycological Research*: 717-724.
- Punčochář, P. a kol., 1994: Ekologická studie k ochraně a utváření vodních struktur a břehových zón Labe. Mezinárodní komise pro ochranu Labe, Magdeburg.
- Ritchie, J.C., McHenry, J.R., 1990: Application of Radioactive Fallout Cesium-137 for Measuring Soil Erosion and Sediment Accumulation Rates and Patterns: A Review. *Journal of environmental quality*, 19(2): 215-233.
- Rulík, P., Helebrant, J., 2011: Mapa kontaminace půdy České republiky ^{137}Cs po havárii JE Černobyl. [cit.2019.15.03] Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/publikace/cernobyl/plosna-aktivita-radionuklidu-zjistena-ve->

vzorcich-odebranych-pud/Zprava%202011%20-%2022%20-%20Kontaminace%20pudy%20Ceske%20republiky%20137Cs%20-%20Mapa.pdf

- Samková, V., 2003: Xerothermní druhy rostlin ve Východním Polabí. Hradec Králové
- Sanchez, A.L., Parekh, N.R., Dodd, B.A., Ineson, P., 2000: Microbial component of radiocaesium retention in highly organic soils. *Soil Biology and Biochemistry* 32: 2091-2094.
- Shand, C. A., Cheshire, M. V., Smith, S., Vidal, M., Rauret, G. 1994: Distribution of radiocaesium in organic soils. *Journal of Environmental Radioactivity*: 285-302.
- Stádníková, D., 2019: Průzkum transferových koeficientů ¹³⁷CS z půdy do zemědělských plodin v k.ú. Otovice (716987), Trněný Újezd u Zákolan (790451). ČZU Praha. Praha.
- Štursa, J., 2011: Krkonoše přeshraniční biosférická rezervace UNESCO. Správa Krkonošského národního parku.

DATA:

- Tab.č.1: [cit.2018.20.11.] < <http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace>>
- URL1:[cit.2018.20.11.] <<http://sginahlizenidokn.cuzk.cz/marushka/default.aspx?themeid=3&&MarQueryId=6D2BCEB5&MarQParam0=739413&MarQParamCount=1&MarWindowName=Marushka>>
- URL2: [cit.2018.28.11.] < <http://eagri.cz/public/app/lpisext/lpis/verejny2/plpis/>>
- URL3: [cit.2018.29.11.] < <https://www.webchemie.cz/radioaktivita.html>>
- URL4: [cit.2018.19.12.] <<http://www.zschemie.euweb.cz/atomy/atom7.html>>
- URL5:[cit.2019.20.01.] <http://www.gymsusice.cz/images_users/predmety/fyzika/f_texty-jaderna_fyzika.pdf>
- URL6:[cit.2019.20.01.] <<https://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/pokusy/pokus09.html>>
- URL7:[cit.2019.08.02] <https://www.google.cz/search?q=mapa+radioaktivita+nad+%C4%8D+v+roce+1986&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=4bF5lcNpoz75cM%253A%252CPmw0izm1_B_OTM%252C_&usg=AI4_-kS2WpDchJGyexDRZVnyoc10JL3nUg&sa=X&ved=2ahUKEwj1y7nW6dTgAhXHUxUIHeUSDl4Q9QEwAHoECAAQBA#imgdii=8u4k6anlB6F5QM:&imgc=YOJB1FPqeRwKwM:&spf=1551027008373>
- URL8:[cit.2019.10.02.] <<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=14641429>>
- URL 9: [cit.2019.15.02.] <<https://www.suro.cz/cz/vyzkum/vysledky/safecast>>
- URL 10: [cit.2019.16.02.] <<https://safecast.org/tilemap/?y=50.3247&x=15.9242&z=14&l=0&m=0&logids=32440>>

- URL 11: [cit.2019.16.02.] <http://atominfo.cz/2012/05/sievert-becquerel-rentgen-jak-merime-radioaktivitu/>
- URL 12: [cit.2019.16.02.] <<https://www.suro.cz/cz/rms/pitne-vody-a-pozivatiny> >
- URL 13: [cit.2019.20.03.] <<https://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/76515.aspx> >

10 Seznam příloh:

Příloha č. 1: Plány vzorkování

PLAN VZORKOVÁNÍ	
Plán vzorkování vytvořil: Kontakt	Sestáková Klára Rasošská 215, Josefov. Tel: 605 982 562
Vzorkování bude provádět :	Sestáková Klára
Účel odběru vzorků	Odběr reprezentativního směsného vzorku horizontů půdního profilu orné půdy, pro zjištění přítomnosti radionuklidu Cs
Místo odběru:	Katastrální území: Rasošky půdní blok č. 4902/9 R p.č. 4902/3, 4902/9
Vzorkovací schéma	Náhodné vzorkování po vrstvách
Vzorkovací schéma na odběrové lokalitě	viz. celková situace se zákresem rozmístění dílčích odběrových míst pro směsný vzorek
typ odběrového zařízení	Odběrová tyč (sondyřka)
Způsob odběru	manuálně
Počet dílčích vzorků na jeden směsný vzorek:	4
Datum odběru:	16.9.2017
Požadavky na zkoušky v místě odběru vzorku:	Změření mocnosti jednotlivých horizontů půdního profilu Fotodokumentace
Značení vzorků:	Směsný vzorek bude označen Rasošky POLE A Rasošky POLE B
Bezpečnostní opatření:	--
Plánovaná úprava vzorku:	sušení, síťování na < 4 mm (nerezové síto)
Hmotnost směsného vzorku	Do 1 kg
POŽADAVKY NA BALENÍ, KONZERVACI, SKLADOVÁNÍ A DOPRAVU	
Vzorkovnice, plnění:	PVC krabička, po sušení a síťování papírový pytlík
Konzervace:	--
Skladování:	normální prostředí
Doprava:	autem
Zkušební laboratoř	Státní ústav radiální ochrany, v. v. i. Barbošková 1450/28, 140 00 PRAHA 4 - Nusle
rozsah požadovaných analýz:	Zjištění hodnot Cs v zemině
Plán zpracoval: Klára Sestáková	Dne: 14.9.2017

PLAN VZORKOVÁNÍ	
Plán vzorkování vytvořil: Kontakt	Sestáková Klára Rasošská 215, Josefov. Tel.: 605 982 562
Vzorkování bude provádět :	Klára Sestáková
Účel odběru vzorků	Odběr reprezentativního směšného vzorku horizontů půdního profilu louky pro zjištění přítomnosti radionuklidu Cs
Místo odběru:	Katastrální území: Černožice nad Labem půdní blok č. 6114 p.č. 6114
Vzorkovací schéma	Náhodné vzorkování po vrstvách
Vzorkovací schéma na odběrové lokalitě	viz. celková situace se zákresem rozmístění dílčích odběrových míst pro směšný vzorek
typ odběrového zařízení	Odběrová tyč (sondyřka)
Způsob odběru	manuálně
Počet dílčích vzorků na jeden směšný vzorek:	4
Datum odběru:	16.9.2017
Požadavky na zkoušky v místě odběru vzorku:	Změření mocnosti jednotlivých horizontů půdního profilu Fotodokumentace
Značení vzorků:	Směšný vzorek bude označen Černožice nad Labem L1A Černožice nad Labem L1B
Bezpečnostní opatření:	--
Plánovaná úprava vzorku:	sušení, sítování na < 4 mm (nerezové sito)
Hmotnost směšného vzorku	Do 1 kg
POŽADAVKY NA BALENÍ, KONZERVACI, SKLADOVÁNÍ A DOPRAVU	
Vzorkovnice, plnění:	PVC krabička, po usušení a sítování papírový pytlík
Konzervace:	--
Skladování:	normální prostředí
Doprava:	autem
Zkušební laboratoř	Státní ústav radiační ochrany, v. v. i. Bartoškova 1450/28, 140 00 PRAHA 4 - Nusle
rozsah požadovaných analýz:	Zjištění hodnot Cs v zemině
Plán zpracoval: Klára Šestáková	Dne: 14.9.2017

PLÁN VZORKOVÁNÍ	
Plán vzorkování vytvořil:	Sestáková Klára
Kontakt	Rasošská 215, Josefov. Tel: 605 982 562
Vzorkování bude provádět :	Sestáková Klára
Účel odběru vzorků	Odběr reprezentativního směsného vzorku horizontů půdního profilu louky pro zjištění přítomnosti radionuklidu Cs
Místo odběru:	Katastrální území: Černožice nad Labem půdní blok č. 6108/16, 6108/17 p.č. 355/7
Vzorkovací schéma	Náhodné vzorkování po vrstvách
Vzorkovací schéma na odběrové lokalitě	viz. celková situace se zákresem rozmístění dílčích odběrových míst pro směsný vzorek
typ odběrového zařízení	Odběrová tyč (sondyrka)
Způsob odběru	manuálně
Počet dílčích vzorků na jeden směsný vzorek:	4
Datum odběru:	16.9.2017
Požadavky na zkoušky v místě odběru vzorku:	Změření mocnosti jednotlivých horizontů půdního profilu Fotodokumentace
Značení vzorků:	Směsný vzorek bude označen Černožice nad Labem L2A Černožice nad Labem L2B
Bezpečnostní opatření:	--
Plánovaná úprava vzorku:	sušení, síťování na < 4 mm (nerezové síto)
Hmotnost směsného vzorku	Do 1 kg
POŽADAVKY NA BALENÍ, KONZERVACI, SKLADOVÁNÍ A DOPRAVU	
Vzorkovnice, plnění:	PVC krabíčka, po usušení a síťování papírový pytlík
Konzervace:	--
Skladování:	normální prostředí
Doprava:	autem
Zkušební laboratoř	Státní ústav radiační ochrany, v. v. i. Bartoškova 1450/28, 140 00 PRAHA 4 - Nusle
rozsah požadovaných analýz:	Zjištění hodnot Cs v zemině
Plán zpracoval: Klára Sestáková	Dne: 14.9.2017

PLAN VZORKOVANI	
Plán vzorkování vytvořil: Kontakt	Klára Sestáková Rasošská 215, Josefov. Tel:605982 562
Vzorkování bude provádět :	Klára Sestáková
Účel odběru vzorků	Odběr reprezentativního směsného vzorku horizontů půdního profilu lesní půdy pro zjištění přítomnosti radionuklidu Cs
Místo odběru:	Katastrální území: Nový Ples půdní blok č. vojenské lesy ČR bez označení p.č. vojenské lesy ČR bez označení
Vzorkovací schéma	Náhodné vzorkování po vrstvách
Vzorkovací schéma na odběrové lokalitě	viz. celková situace se zákresem rozmístění dílčích odběrových míst pro směsný vzorek
typ odběrového zařízení	Odběrová tyč (sondýrka)
Způsob odběru	manuálně
Počet dílčích vzorků na jeden směsný vzorek:	4
Datum odběru:	17.9.2017
Požadavky na zkoušky v místě odběru vzorku:	Změření mocnosti jednotlivých horizontů půdního profilu Fotodokumentace
Značení vzorků:	Směsný vzorek bude označen Nový Ples LESA Nový Ples LESB Nový Ples LESC
Bezpečnostní opatření:	--
Plánovaná úprava vzorku:	sušení, síťování na < 4 mm (nerezové síto)
Hmotnost směsného vzorku	Do 1 kg
POZADAVKY NA BALENÍ, KONZERVACI, SKLADOVANI A DOPRAVU	
Vzorkovnice, plnění:	PVC krabička, po usušení a síťování papírový pytlík
Konzervace:	--
Skladování:	normální prostředí
Doprava:	autem
Zkušební laboratoř	Státní ústav radiační ochrany, v. v. i. Bartošková 1450/28, 140 00 PRAHA 4 - Nusle
rozsah požadovaných analýz:	Zjištění hodnot Cs v zemině
Plán zpracoval: Klára Sestáková	Dne: 14.9.2017

PLAN VZORKOVÁNÍ I	
Plán vzorkování vytvořil: Kontakt	Klára Šestáková Rasošská 215, 551 02 Josefov, tel: 605 982 562
Vzorkování bude provádět :	Klára Šestáková
Účel odběru vzorků	Odběr reprezentativního směšného vzorku biomasy orné půdy, pro zjištění přítomnosti radionuklidu Cs
Místo odběru:	Katastrální území: Rasošky půdní blok č.4902/9R p.č.4902/3, 4902/9
Vzorkovací schéma	Náhodný odběr biomasy
Vzorkovací schéma na odběrové lokalitě	viz. celková situace se zákresem rozmístění dílčích odběrových míst pro směšný vzorek
typ odběrového zařízení	Kombajn Claas
Způsob odběru	manuálně
Počet dílčích vzorků na jeden směšný vzorek:	6
Datum odběru:	21.6.2018
Požadavky na zkoušky v místě odběru vzorku:	Odběr požadovaného množství biomasy Fotodokumentace
Značení vzorků:	Směšný vzorek bude označen Biomasa ků. Rasošky, orná půda Biomasa ke konzumaci ků. Rasošky, orná půda
Bezpečnostní opatření:	--
Plánovaná úprava vzorku:	sušení
Hmotnost směšného vzorku	3 l
POŽADAVKY NA BALENÍ, KONZERVACI, SKLADOVÁNÍ A DOPRAVU	
Vzorkovnice, plnění:	Papírový pytlík
Konzervace:	--
Skladování:	normální prostředí
Doprava:	autem
Zkušební laboratoř	Státní ústav radiační ochrany, v. v. i. Bartošková 1450/28, 140 00 PRAHA 4 - Nusle
rozsah požadovaných analýz:	Zjištění hodnot Cs v biomase
Plán zpracoval: Klára Šestáková	Dne: 20.06.2018

PLAN VZORKOVÁNÍ 2	
Plán vzorkování vytvořil: Kontakt	Klára Šestáková Rasošská 215, 551 02 Josefov, tel: 605 982 562
Vzorkování bude provádět :	Klára Šestáková
Účel odběru vzorků	Odběr reprezentativního směšného vzorku biomasy louky, pro zjištění přítomnosti radionuklidu Cs
Místo odběru:	Katastrální území: Černožice nad Labem půdní blok č. 6114 p.č. 6114
Vzorkovací schéma	Náhodný odběr biomasy
Vzorkovací schéma na odběrové lokalitě	viz. celková situace se zákresem rozmístění dílčích odběrových míst pro směšný vzorek
typ odběrového zařízení	srp
Způsob odběru	manuálně
Počet dílčích vzorků na jeden směšný vzorek:	6
Datum odběru:	25.8.2018
Požadavky na zkoušky v místě odběru vzorku:	Odběr požadovaného množství biomasy Fotodokumentace
Značení vzorků:	Směšný vzorek bude označen Biomasa kú. Černožice nad Labem 6114, louka
Bezpečnostní opatření:	--
Plánovaná úprava vzorku:	sušení
Hmotnost směšného vzorku	3 l
POŽADAVKY NA BALENÍ, KONZERVACI, SKLADOVÁNÍ A DOPRAVU	
Vzorkovnice, plnění:	Papírový pytlík
Konzervace:	--
Skladování:	normální prostředí
Doprava:	autem
Zkušební laboratoř	Státní ústav radiační ochrany, v. v. i. Bartoškova 1450/28, 140 00 PRAHA 4 - Nusle
rozsah požadovaných analýz:	Zjištění hodnot Cs v biomase
Plán zpracoval: Klára Šestáková	Dne: 20.06.2018

PLAN VZORKOVÁNÍ 3	
Plán vzorkování vytvořil: Kontakt	Klára Šestáková Rasošská 215, 551 02 Josefov, tel: 605 982 562
Vzorkování bude provádět :	Klára Šestáková
Účel odběru vzorků	Odběr reprezentativního směšného vzorku biomasy louky, pro zjištění přítomnosti radionuklidu Cs
Místo odběru:	Katastrální území: Černožice nad Labem půdní blok č. 6108/16, 6108/17 p.č. 355/7
Vzorkovací schéma	Náhodný odběr biomasy
Vzorkovací schéma na odběrové lokalitě	viz. celková situace se zákresem rozmístění dílčích odběrových míst pro směšný vzorek
typ odběrového zařízení	Zací stroj
Způsob odběru	manuálně
Počet dílčích vzorků na jeden směšný vzorek:	6
Datum odběru:	25.8.2018
Požadavky na zkoušky v místě odběru vzorku:	Odběr požadovaného množství biomasy Fotodokumentace
Značení vzorků:	Směšný vzorek bude označen Biomasa kú. Černožice nad Labem 6108, louka
Bezpečnostní opatření:	--
Plánovaná úprava vzorku:	sušení
Hmotnost směšného vzorku	3 l
POŽADAVKY NA BALENÍ, KONZERVACI, SKLADOVÁNÍ A DOPRAVU	
Vzorkovnice, plnění:	Papírový pytlík
Konzervace:	--
Skladování:	normální prostředí
Doprava:	autem
Zkušební laboratoř	Státní ústav radiační ochrany, v. v. i. Bartoškova 1450/28, 140 00 PRAHA 4 - Nusle
rozsah požadovaných analýz:	Zjištění hodnot Cs v biomase
Plán zpracoval: Klára Šestáková	Dne: 20.06.2018

PLÁN VZORKOVÁNÍ 4	
Plán vzorkování vytvořil: Kontakt	Klára Sestáková Rasošská 215, 551 02 Josefov, tel: 605 982 562
Vzorkování bude provádět :	Klára Sestáková
Účel odběru vzorků	Odběr reprezentativního směsného vzorku biomasy lesa, pro zjištění přítomnosti radionuklidu Cs
Místo odběru:	Katastrální území: Nový Ples půdní blok č. vojenské lesy ČR bez označení p.č. vojenské lesy ČR bez označení
Vzorkovací schéma	Náhodný odběr biomasy
Vzorkovací schéma na odběrové lokalitě	viz. celková situace se zákresem rozmístění dílčích odběrových míst pro směsný vzorek
typ odběrového zařízení	Zahradnické nůžky
Způsob odběru	manuálně
Počet dílčích vzorků na jeden směsný vzorek:	6
Datum odběru:	25.8.2018
Požadavky na zkoušky v místě odběru vzorku:	Odběr požadovaného množství biomasy Fotodokumentace
Značení vzorků:	Směsný vzorek bude označen Biomasa ků. Nový Ples, les
Bezpečnostní opatření:	--
Plánovaná úprava vzorku:	sušení
Hmotnost směsného vzorku	3 l
POŽADAVKY NA BALENÍ, KONZERVACI, SKLADOVÁNÍ A DOPRAVU	
Vzorkovnice, plnění:	Papírový pytlík
Konzervace:	--
Skladování:	normální prostředí
Doprava:	autem
Zkušební laboratoř	Státní ústav radiální ochrany, v. v. i. Bartoškova 1450/28, 140 00 PRAHA 4 - Nusle
rozsah požadovaných analýz:	Zjištění hodnot Cs v biomase
Plán zpracoval: Klára Sestáková	Dne: 20.06.2018

Příloha č.2: Protokolární záznamy o odběru vzorku

Protokolární záznam o odběru vzorku

Průvodní list odběru vzorků

Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt	Klára Šestáková, Rasošská 215, 551 02 Josefov, tel.: 605 982 562
Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků	Josef Kupka

Kultura	LOUKA – trvalý travní porost
katastrální území	Cernožice nad Labem
správní obec	Cernožice nad Labem
Půdní blok č.	
Velikost v ha	0,85 ha
Parcelní čísla	6114

	Hodnota	Místní měření Jednotka
Ukazatel		
Teplota vzduchu	15	°C
Počasí:	Slabý déšť	

datum odběru:	16.9.2017	Čas odběru:	15:00
Souřadnice odběru:	50°18'54.712"N 15°52'32.694"E		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
L1A.1	32 cm		
L1B.1	40 cm		

datum odběru:	16.9.2017	Čas odběru:	15:15
Souřadnice odběru:	50°18'52.492"N 15°52'34.394"E		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
L1A.2	30 cm		
L1B.2	40 cm		

datum odběru:	16.9.2017	Čas odběru:	15:30
Souřadnice odběru:	50°18'50.975"N 15°52'32.231"E		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
L1A.3	30 cm		
L1B.3	40 cm		

datum odběru:	16.9.2017	Čas odběru:	15:45
Souřadnice odběru:	50°18'50.112"N 15°52'35.881"E		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
L1A.4	22 cm		
L1B.4	48 cm		

datum odběru:		Čas odběru:	
---------------	--	-------------	--

Schéma odběrového místa s vyznačením odběrových míst



Protokolární záznam o odběru vzorku

Průvodní list odběru vzorků

Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt	Klára Šestáková, Rasošská 215, 551 02 Josefov, tel.: 605 982 562
Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků	ADEKO plus s.r.o.

Kultura	LOUKA – trvalý travní porost
katastrální území	Cernožice nad Labem
správní obec	Cernožice nad Labem
Půdní blok č.	6108/16, 6108/17
Velikost v ha	1,37 ha , 1,08 ha
Parcelní čísla	355/7

Místní měření		
Ukazatel	Hodnota	Jednotka
Teplota vzduchu	15	°C
Počasí:	Slabý déšť	

datum odběru:	16.9.2017	Čas odběru:	16:20
Souřadnice odběru:	50°18'55.421''N 15°52'50.085''E		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
L2A.1	32 cm		
L2B.1	40 cm		
datum odběru:	16.9.2017	Čas odběru:	16:40
Souřadnice odběru:	50°18'55.162''N 15°52'45.430''E		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
L2A.2	20 cm		
L2B.2	50 cm		
datum odběru:	16.9.2017	Čas odběru:	16:50
Souřadnice odběru:	50°18'53.300''N 15°52'46.048''E		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
L2A.3	24 cm		
L2B.3	46 cm		
datum odběru:	16.9.2017	Čas odběru:	17:00
Souřadnice odběru:	50°18'51.906''N 15°52'49.853''E		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
L2A.4	24 cm		
L2B.4	40 cm		

datum odběru:		Čas odběru:	
---------------	--	-------------	--

Schéma odběrového místa s vyznačením odběrových míst



Protokolární záznam o odběru vzorku

Průvodní list odběru vzorků

Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt	Klára Šestáková, Rasošská 215, 551 02 Josefov, tel.: 605 982 562
Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků	Vojenské lesy CR

Kultura	lesní pozemek
katastrální území	Nový Ples
správní obec	Nový Ples
Půdní blok č.	Vojenské lesy bez parcelních čísel
Velikost v ha	
Parcelní čísla	

Místní měření		
Ukazatel	Hodnota	Jednotka
Teplota vzduchu	15	°C
Počasí:	Pod mrakem	

datum odběru:	17.9.2017	Čas odběru:	11:30
Souřadnice odběru:	50°18'53.226"N 15°56'58.841"E		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
LESA1	24 cm		
LESB1	24 cm		
LESC1	24 cm		
datum odběru:	17.9.2017	Čas odběru:	11:45
Souřadnice odběru:	50°18'48.589"N 15°56'53.202"E		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
LESA2	24 cm		
LESB2	24 cm		
LESB2	24 cm		
datum odběru:	17.9.2017	Čas odběru:	12:10
Souřadnice odběru:	50°18'48.441"N 15°57'0 000"E		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
LESA3	24 cm		
LESB3	24 cm		
LESC3	24 cm		
datum odběru:	17.9.2017	Čas odběru:	12:30
Souřadnice odběru:	50°18'50.759"N 15°57'1.313"E		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
LESA4	24 cm		
LESB4	24 cm		
LESC4	24 cm		

datum odběru:		Čas odběru:	
----------------------	--	--------------------	--

Schéma odběrového místa s vyznačením odběrových míst



Protokolární záznam o odběru vzorku

Průvodní list odběru vzorků

Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt	Klára Šestáková, Rasošská 215, 551 02 Josefov, tel.: 605 982 562
Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků	Vladimír Rejchrt

Kultura	ORNA PŮDA
katastrální území	Rasošky
správní obec	Rasošky
Půdní blok č.	4902/9R
Velikost v ha	13,62 ha
Parcelní čísla	4902/3, 4902/9

	Místní měření	
Ukazatel	Hodnota	Jednotka
Teplota vzduchu	15	°C
Počasí:	Slabý déšť	

datum odběru:	16.9.2017	Čas odběru:	13:30
Souřadnice odběru:	50°19'54.776''N 15°54'9.321''E		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
POLEA.1	24 cm		
POLEB.1	40 cm		
datum odběru:	16.9.2017	Čas odběru:	13:45
Souřadnice odběru:	50°19'50.141''N 15°54'5.536''E		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
POLEA.2	24 cm		
POLEB.2	40 cm		
datum odběru:	16.9.2017	Čas odběru:	14:00
Souřadnice odběru:	50°19'48.119''N 15°54'19.595''E		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
POLEA.3	30 cm		
POLEB.3	30 cm		
datum odběru:	16.9.2017	Čas odběru:	14:20
Souřadnice odběru:	50°19'53.050''N 15°54'22.608''E		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
POLEA.4	32 cm		
POLEB.4	30 cm		

datum odběru:		Čas odběru:	
---------------	--	-------------	--

Schéma odběrového místa s vyznačením odběrových míst



Protokolární záznam o odběru vzorku

Průvodní list odběru vzorků

Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt	Klára Sestáková Rasošská 215, 551 02 Josefov tel: 605 982 562
Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků	Vladimír Rejchrt

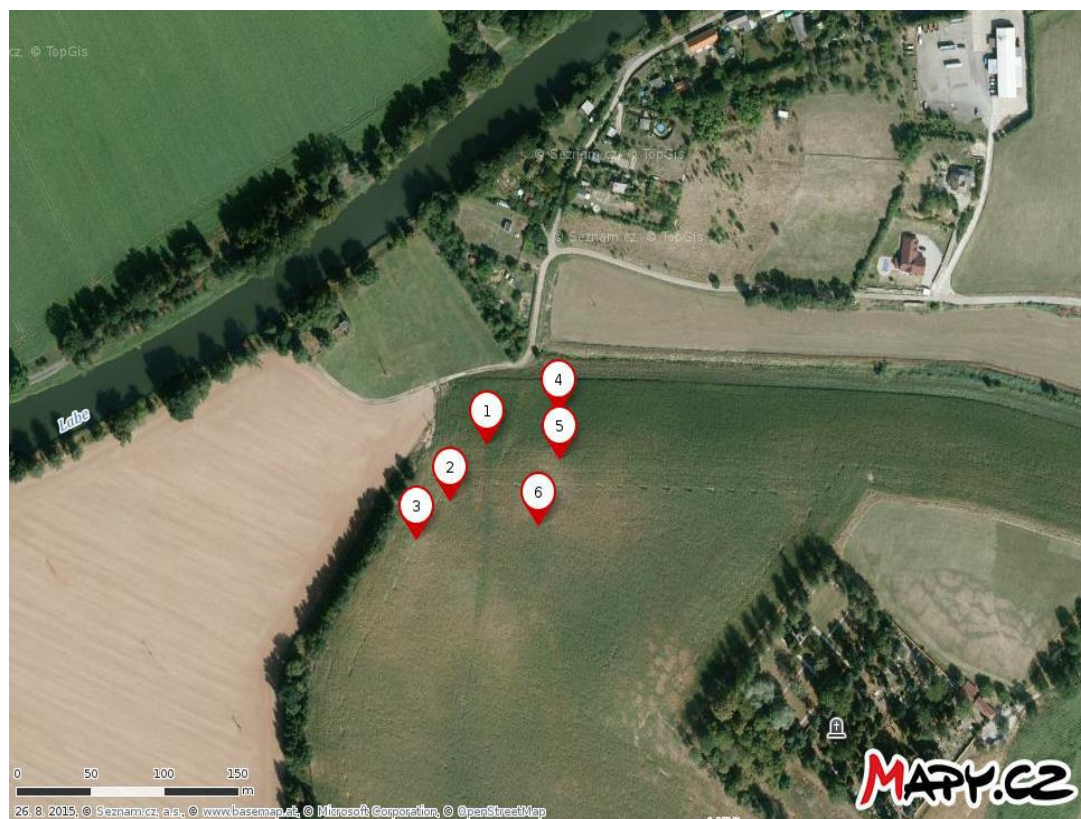
Kultura	orná půda
katastrální území	Rasošky
správní obec	Rasošky
Půdní blok č.	4902/9 R
Velikost v ha	13,62 ha
Parcelní čísla	4902/3, 4902/9

		Místní měření
Ukazatel	Hodnota	Jednotka
Teplota vzduchu	34	°C
Počasí:	Slunečno	

datum odběru:	21.6.2018	Čas odběru:	13:00
Souřadnice odběru:	50°19 54.776 N 15°54 9.321 E		
Označení vzorku	Poznámky		
Biomasa k.ú. Rasošky, orná půda	Odběr proveden při probíhajících žních		
datum odběru:	21.6.2018	Čas odběru:	13:15
Souřadnice odběru:	50°19 54.776 N 15°54 9.321 E		
Označení vzorku	Poznámky	Poznámky	
Biomasa ke konzumaci k.ú. Rasošky, orná půda	Odběr proveden při probíhajících žních		

Použité vzorkovací pomůcky: kombajn Claas, hrábě

Schéma odběrového místa s vyznačením odběrových míst



Protokolární záznam o odběru vzorku

Průvodní list odběru vzorků

Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt	Klára Sestáková Rasošská 215, 551 02 Josefov tel: 605 982 562
Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků	Josef Kupka

Kultura	Louka – trvalý travní porost
katastrální území	Cernožice nad Labem
správní obec	Cernožice nad Labem
Půdní blok č.	6114
Velikost v ha	0,85 ha
Parcelní čísla	6114

		Místní měření
Ukazatel	Hodnota	Jednotka
Teplota vzduchu	31	°C
Počasí:	Slunečno	

datum odběru:	25.8.2018	Čas odběru:	11:00
Souřadnice odběru:	50°18 54.712' N 15°52 32.694' E		
Označení vzorku	Poznámky		
Biomasa k.ú. Cernožice nad Labem, louka 6114	Pole posekáno strojově zemědělcem, vzorky odebrány z usušeného materiálu, dosušeno v domácích podmínkách		
datum odběru:		Čas odběru:	
Souřadnice odběru:			
Označení vzorku	Poznámky	Poznámky	

Použité vzorkovací pomůcky: hrábě

Schéma odběrového místa s vyznačením odběrových míst



Protokolární záznam o odběru vzorku

Průvodní list odběru vzorků

Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt	Klára Sestáková Rasošská 215, 551 02 Josefov tel: 605 982 562
Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků	ADEKO plus s.r.o.

Kultura	Louka – trvalý travní porost
katastrální území	Cernožice nad Labem
správní obec	Cernožice nad Labem
Půdní blok č.	6108/16, 6108/17
Velikost v ha	1,37 ha, 1,08 ha
Parcelní čísla	355/7

		Místní měření
Ukazatel	Hodnota	Jednotka
Teplota vzduchu	31	°C
Počasí:	Slunečno	

datum odběru:	25.8.2018	Čas odběru:	11:45
Souřadnice odběru:	50°18 55.421 N 15°52 50.085 E		
Označení vzorku	Poznámky		
Biomasa k.ú. Cernožice nad Labem, louka 6108			
datum odběru:		Čas odběru:	
Souřadnice odběru:			
Označení vzorku	Poznámky	Poznámky	

Použité vzorkovací pomůcky: srp, hrábě

Schéma odběrového místa s vyznačením odběrových míst



Protokolární záznam o odběru vzorku

Průvodní list odběru vzorků

Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt	Klára Sestáková Rasošská 215, 551 02 Josefov tel: 605 982 562
Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků	Vojenské lesy ČR

Kultura	Lesní pozemek
katastrální území	Nový Ples
správní obec	Nový Ples
Půdní blok č.	
Velikost v ha	
Parcelní čísla	Vojenské lesy ČR bez parcelních čísel

		Místní měření
Ukazatel	Hodnota	Jednotka
Teplota vzduchu	31	°C
Počasí:	Slunečno	

datum odběru:	25.8.2018	Čas odběru:	15:00
Souřadnice odběru:	50°18'53.226 N 15°56'58.841 E		
Označení vzorku	Poznámky		
Biomasa k.ú. Nový Ples, les	les bez známek nižší vegetace vlivem velkého sucha, k odběru vhodný jen maliník a ostružiník		
datum odběru:		Čas odběru:	
Souřadnice odběru:			
Označení vzorku	Poznámky	Poznámky	

Použité vzorkovací pomůcky: zahradnické nůžky

Schéma odběrového místa s vyznačením odběrových míst zdroj:

