ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Průzkum transferových koeficientů ^{137}Cs z půdy do zemědělských plodin v kú: Katusice, Březovice a Březinka.

Bakalářská práce

Autor práce: Miroslav Finkous

Vedoucí práce: RNDr. Emilie Pecharová, CSc

Praha, 2019

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Miroslav Finkous

Územní technická a správní služba

Název práce

Průzkum transferových koeficientů 137Cs z půdy do zemědělských plodin v kú: Katusice, Březovice a Březinka.

Název anglicky

Survey of transfer coefficients 137Cs from soil to crops in Katusice, Březovice a Březinka.

Cíle práce

Cílem práce je odebrat reálné vzorky půdy a zemědělských plodin ev. vegetace v oblasti Katusice, Březovice a Březinka 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. směsného 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 přesáty 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 zákres do katastrální mapy.

Na sledovaných lokalitách včetně navazujícího okolí bude při každém odběru změřen dávkový příkon v micro-Sv/h (µSv/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

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci na téma „Průzkum transferových koeficientů ^{137}Cs z půdy do zemědělských plodin v k.ú. Katusice, Březovice, Březinka“ vypracoval samostatně pod vedením doc. RNDr. Emilie Pecharové, CSc., a že jsem uvedl všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpal.

V Praze, dne 18. 4. 2019 ………………………………………………

Poděkování

Velice rád bych touto cestou poděkoval paní doc. RNDr. Emílii Pecharové CSc. vedoucí bakalářské práce za odborné vedení, trpělivost, ochotu a poskytnuté rady a konzultace, které mi věnovala v průběhu zpracování bakalářské práce. Mé poděkování patři také pracovníkům Státního ústavu radiační ochrany v Praze, kteří se podíleli na zpracování a vyhodnocení vzorků pro moji práci. Touto cestou bych rád poděkovat kolegům Věře Doskočilové, DiS. Věře Kaudské Hofmanové, Ditě Stádníkové, Kláře Šetákové a Petru Fikousovi se kterými jsem studoval za jejich podporu při studiích. V neposlední řadě bych rád poděkoval své rodině za jejich podporu a trpělivost při mém studiu.

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá průzkumem transferových koeficientů ^{137}Cs z půdy do zemědělských plodin. Práce pojednává o kontaminaci půdy antropogenními radionuklidy po havárii v Černobylu roku 1986. Radionuklidy uvolněné při této havárii kontaminovaly rozsáhlá území v Evropě a také byly zjištěny měřícími stanicemi i u nás. Při následných měřeních, která probíhala na celém našem území byl zkoumán přenos Cesia ^{137}Cs z půdy do rostlin a tím i přenos do potravního řetězce. V mnou vybraných lokalitách Katusice, Březovice, Březinka jsem v roce 2017 odebíral vzorky půdy. Následující rok jsem na stejných místech odebral vzorky biomasy. Ve vybraných lokalitách jsem provedl měření dávkového příkonu pomocí zapůjčeného přístroje Safecast. Změřená data a odebrané vzorky jsem předal na SÚRO, kde v oddělení spektrometrie provedli stanovená měření a následné vyhodnocení. Výsledné hodnoty jsem porovnal s kolegy, kteří prováděli stejná měření v jiných lokalitách na území České republiky. Současná data jsem porovnal s naměřenými hodnotami z období po výbuchu jaderné elektrárny Černobyl v roce 1986.

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

Abstract

The bachelor thesis deals with the exploration of ^{137}Cs transfer coefficients from soil to agricultural crops. The work deals with the soil contamination by anthropogenic radionuclides after the Chernobyl accident in 1986. Radionuclides released during this accident contaminated large areas in Europe and were also detected by measuring stations in our country. During the subsequent measurements, which took place all around the country, there was investigated the transfer of Cesia ^{137}Cs from soil to plants and thus the transfer to the food chain. I took the soil samples in selected locations Katusice, Březovice, Březinka in 2017. In the following year the biomass samples were taken at the same locations. I carried out dose rate measurements in the selected locations with a rented Safecast device. The collected data and samples were then forwarded to the SURO, where they were measured in the spectrometry department. I compared the final results with the data of my colleagues from other parts of the Czech Republic. Finally I compared the present data with the results of measurement after the Chernobyl accident in the year 1986.

Key words: radioecology, transfer coefficient, cesium, agricultural crops, LU / LC, biomass

Obsah

1. Úvod..10

2. Cíle práce 11

3. Literární rešerše...12

3.1. Historie radioaktivity...12

3.2. Radioaktivita 12

3.3. Radionuklidy 12

3.4. Zdroje radionuklidů 13
3.4.1 Primární radionuklidy 13
3.4.2 Sekundární radionuklidy...13
3.4.3 Kosmogenní radionuklidy...14

3.5. Antropogenní radionuklidy 15
3.5.1 Jaderné zbraně..15
3.5.2 Havárie v jaderných elektrárnách..16
3.5.3 Dumping v moři...20

3.6. Fyzikálně-chemické vlastnosti vybraných radionuklidů...................................20

3.7. Kontaminace území v České republice 22

3.8. Půda 23
3.8.1 Co je půda 23
3.8.2 Vznik půdy 24
3.8.3 Chemické zvětrávání 24
3.8.4 Biologické zvětrávání. 25

3.9. Jak půdotvorné faktory a podmínky ovlivňují vývoj půdy a výsledné vlastnosti.25
3.9.1 Klimatický faktor...25
3.9.2 Biologický faktor...25
3.9.3 Podzemní voda 26

3.10. Činnost člověka 26

3.11. Čas...26

3.12. Půdní profil 27

4. Charakteristika zájmového území...28

4.1. Popis k.ú. Katusice 28
4.1.1. Geologické vlastnosti 29
4.1.2. Hydrologické vlastnosti...29

4.2. Popis k.ú. Březovice pod Bezdězem 29
4.2.1. Geologické vlastnosti 30

4.3. Hydrologické vlastnosti 30
4.3.1. Popis k.ú. Březinka pod Bezdězem 30

4.4. Geologie 31

4.5. Hydrologie 31

5. Metodika 32

5.1. Měření dávkového příkonu..32

5.2. Odběr půdních vzorků...32

5.3. Úprava vzorků...33

5.4. Pomůcky k odběru půdních vzorků 34
5.5. Odběr vzorků biomasy 34
5.6. Úprava vzorků biomasy 34
5.7. Pomůcky k odběru biomasy 35
6. Výsledky 36
6.1. Výsledné hodnoty ^{137}Cs v půdě 36
6.2. Výsledné hodnoty ^{137}Cs v biomase 39
6.3. Výsledky měření dávkového příkonu 40
6.4. Transferový koeficient 41
7. Diskuze 43
7.1. Porovnání výsledků aktivity ^{137}Cs v orné půdě 43
7.2. Porovnání výsledků aktivity ^{137}Cs v trvalém travním porostu 44
7.3. Porovnání výsledků aktivity ^{137}Cs v lesní půdě 45
7.4. Porovnání výsledků plošné aktivity ^{137}Cs v orné půdě 46
7.5. Porovnání výsledků plošné aktivity ^{137}Cs v trvalém travním porostu 47
7.6. Porovnání výsledků plošné aktivity ^{137}Cs v lesní půdě 47
7.7. Porovnání výsledků aktivity ^{137}Cs v biomase na orné půdě 48
7.8. Porovnání výsledků aktivity ^{137}Cs v biomase u trvalého travního porostu 48
7.9. Porovnání výsledků aktivity ^{137}Cs v biomase u lesních porostů 49
8. Závěr 50
9. Přehled literatury a použitých zdrojů 51
Literatura 51
Internetové zdroje: 53
10. Přílohy 56

1. Úvod

Prostředí, ve kterém člověk žije, je tvořeno různými druhy nuklidů. Ty mají specifické vlastnosti a během svých přeměn uvolňují záření, které je schopné pronikat různými druhy materiálu a tím jsou vice či méně nebezpečné pro živé organismy. Dnes se nejvíce hovoří o umělých zdrojích kontaminace životního prostředí, ale živé organismy jsou vystaveny i dosti významnému přírodnímu záření. Radionuklidy uvolněné do životního prostředí při antropogenní činnosti mají mnohdy fatální následky na lidské životy, ale i na životní prostředí. Jedním z nejvýznamnějších radionuklidů je ^{137}Cs. To se do prostředí dostává díky výzkumu, testování jaderných zbraní a haváriích jaderných zařízení, zvláště pak při jaderné havárii v ukrajinské elektrárně Černobyl. Po havárii byly uvolněné radionuklidy unášeny větrnými proudy v atmosféře na rozsáhlá území v Evropě. V ČSSR byla kontaminace zaznamenána na měřících zařízeních. Radionuklid ^{137}Cs se ukládal do půdy a následně, pomoci kořenového systému rostlin, vstupoval do potravního řetězce. V bývalém ČSSR došlo k rozsáhlému monitorování půd a také potravin. Tato nasbíraná data sloužila pro vyhodnocení radiační situace na našem území a dále byla určena k rozhodování o opatřeních vedoucích ke snížení nebo odvrácení ozáření i v budoucích případech.

Úkolem mé práce bylo provést odběr vzorků půdy a biomasy na lokalitách k.ú. Katusice, Březovice, Březinka za účelem stanovení aktivity ^{137}Cs a dávkového příkonu. Tento pilotní projekt hodnocení rezidua ^{137}Cs po havárii v Černobylu probíhal ve spolupráci se Státním ústavem radiační ochrany. Vzorky jsem předal na Státní ústav radiační ochrany a z naměřených hodnot je patrné snížení aktivity ^{137}Cs oproti hodnotám naměřeným pří monitorovaní provedeném v roce 1986. V rámci jednotné metodiky jsou výsledky porovnávány i s ostatními kolegy, kteří prováděli odběry v různých lokalitách ČR.

2. Cíle práce

Cílem práce je odebrat reálné vzorky půdy a zemědělských plodin ev. vegetace v oblasti Katusice, Březovice a Březinka 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. Dále ve zmíněných lokalitách bude provedeno měření dávkového příkonu za pomoci přístroje Safecast. Z výsledků bude možné vyhodnotit vývoj radiační situace a následný přestup ^{137}Cs z půdy do biomasy a dále do potravního řetězce.

3. Literární rešerše

3.1. Historie radioaktivity

Lidstvo objevilo a seznámilo se s účinky radioaktivity v 19. a 20. století. V roce 1789 objevil německý chemik a lékárník Martin Heinrich Klaproth novou rudu. Její název se odvíjí od nedávno objevené nové planety Uran. Po více jak 100 letech, dne 20 Ledna 1896, Antonie Henri Becquerel vyslechl přednášku Henriho Pointáziho o Röntgenově objevení paprsku X. Na základě této přednášky začal s pokusy různých krystalů a jejich vyzařování na fotografické desky. Šťastnou shodou okolností došlo k vyvolání fotografických desek uložených v zásuvce stolu s uranovou rudou a tím k objevu záření z uranu. Místo zkoumání paprsku X došlo k objevu nového druhu záření. Bohužel pokusy s tímto novým druhem záření ho později stály život. Stal se tak první objetí radioaktivního záření. V dalším bádání pokračovali manželé Pierr Curie a Marie Curie-Sklodowská. Oni objevili v rudě smolinec nové prvky radium a polonium. Marie Curie-Sklodowská popsala základní vlastnosti radioaktivního záření. V roce 1903 získal Antonie Henri Becquerel spolu s Pierrem Curie a Marii Curie-Sklodowskou Nobelovu cenu za úsilí spojené při objevu a popsání spontánní radioaktivity (Králová 2018) URL 3. V této době učinili důležité objevy i další vědci. Friedrich Dorn objevil radioaktivní plyn, který vycházel z rádia. Dnes je tento plyn znám pod názvem radon. V roce 1899 Ernest Rutherford, při pozorování záření prostupujícího látkami, objevil dva druhy záření. Pro jejich pojmenování zvolil počáteční písmena řecké abecedy α a β. Následně v roce 1900 Paul Ulrich Villard objevil třetí druh záření a pojmenoval ho písmenem ϒ (Králová, 2018) URL 2.

3.2. Radioaktivita

Je schopnost některých atomů (radionuklidů) se samovolně přeměňovat na jiné atomy (nuklidy/radionuklidy). Přeměna je doprovázena emisí radioaktivního záření (alfa, beta, gama), štěpných produktů, protonů nebo záchytem elektronu (Ullmann, 2002).

3.3. Radionuklidy

Radioaktivní izotopy jsou přirozeně obsaženy i v životním prostředí. Radioaktivní kontaminace je jedním z faktorů, který může ovlivňovat naše těla, potraviny a vodu. Radionuklidy jsou nestabilní nuklidy, u kterých dochází k samovolné přeměně jader (Tölgyessy, Harangozó, 2005). Při této změně se mění složení jádra a tím dochází ke změně jednoho nuklidu na druhý např. uran ^{238}U se rozpadá na thorium ^{234}Th. Tento proces je nezávislý na okolních podmínkách a následkem je, že rychlost přeměny

daného radionuklidu nelze ovlivnit, zastavit ani zpomalit. Přeměna je doprovázena až třemi druhy záření, které působí na okolní prostředí. Stabilních nuklidů máme méně než radionuklidů (Freitinger Skalická et al, 2018) URL 1., přitom v dnešní době je známo přibližně okolo 2000 druhů. Každý prvek bývá většinou zastoupen i několika radioizotopy (Králová, 2018) URL 2.

3.4. Zdroje radionuklidů

Přírodní radioaktivita pochází z mimozemských zdrojů a z prvků s nestabilním jádrem obsažených v zemské kůře. V dnešní době naši pozornost nejvíce přitahuje umělá radioaktivita, ale ta přitom není největším zdrojem záření. Naši pozornost bychom měli také soustředit na přírodní radioaktivitu (Freitinger Skalická et al, 2018) URL 1. Přírodní radioaktivita Země zahrnuje tři hlavní kategorie primární radioaktivita, sekundární radioaktivita a kosmogenní radioaktivita (Eisenbud, Gesell, 1997).

3.4.1 Primární radionuklidy

Jedná se o radionuklidy, které vznikly při kosmické nukleogenezi, kdy původní hvězdy zanikly a jejich zbylé prvky přispěly k tvorbě naší sluneční soustavy. Prvky obsažené v naší planetě byly již při formování sluneční soustavy přibližně před 4-5 miliardami let. Do dnešní doby se zachovaly pouze prvky s poločasem rozpadu delším než cca 10^8 roků. Mezi těmito prvky, které mají i geologický význam pro naši zemi, jsou uran $^{235,238}U$, thorium ^{232}Th a draslík ^{40}K (Ullmann, 2002). Prvky při svém rozpadu uvolňují teplo, které se stává důležitým zdrojem pro geotermální energii zahřívající nitro Země (Murthy, Westrenen, Fei, 2003). Nejrozšířenějším prvkem, který obsahuje zemský povrch, je draslík ^{40}K, jeho obsah se odhaduje na asi $3{,}10^{-3}$ % (Ullmann, 2002). Draslík ^{40}K má poločas rozpadu $1{,}27.10^9$ roků. Při jeho rozpadu dochází ke vzniku dvou izotopů argon ^{40}Ar a vápníku ^{40}Ca. Oba jsou stabilní a nedochází k dalšímu rozkladu. Draslík je vázán v půdě, a proto je lehčí jeho přesun přes rostliny do potravního řetězce. Draselné ionty jsou základním iontem v živých organismech a hrají důležitou biologickou roli. Tělo každého člověka obsahuje tento prvek přibližně na úrovni 55 Bq/kg. Přitom mnohem významnější pro člověka z této skupiny radionuklidů jsou ^{238}U, ^{235}U, ^{232}Th (Kónya, Nagy, 2012).

3.4.2 Sekundární radionuklidy

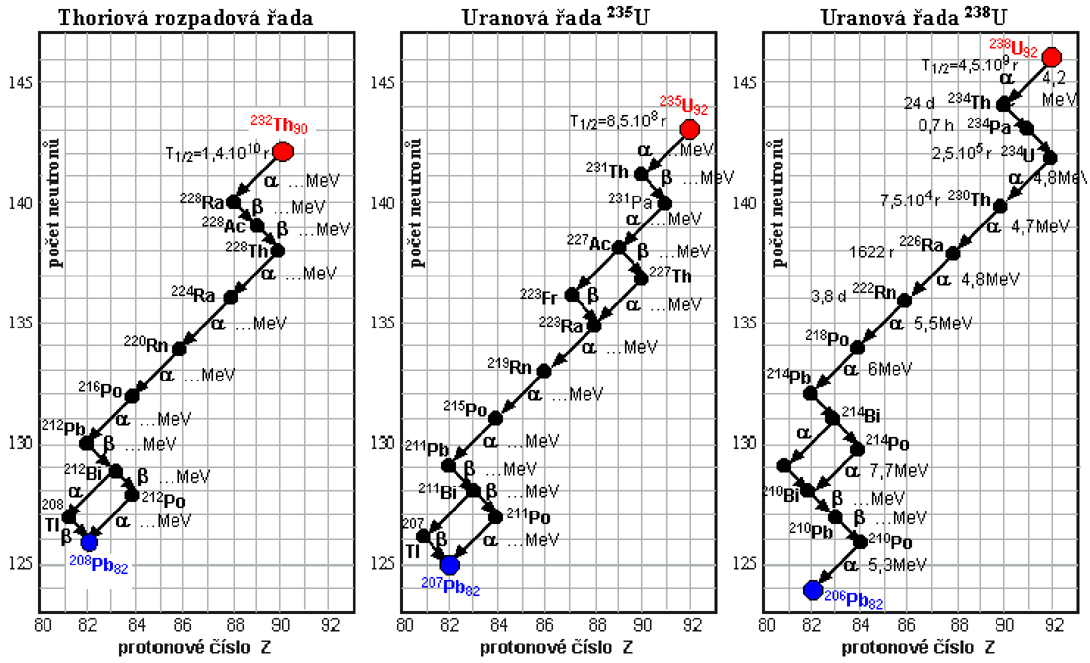
Rozpadem primárních radionuklidů dochází k tvorbě celých řad sekundárních radionuklidů. Mezi tři nejvýznamnější řady, které se nacházejí v přírodě patří:

thoriová řada začíná od thoria ^{232}Th a končí stabilním olovem ^{208}Pb
aktiniová řada začíná od uranu ^{235}U a končí stabilním olovem ^{207}Pb

uran-radiová řada začíná od uran ^{238}U a končí stabilním olovem ^{206}Pb

neptuniová řada začíná od plutonia ^{241}Pu a končí vizmutem ^{209}Bi

Tato poslední rozpadová řada se ve volné přírodě již nenachází z důvodu svého krátkého poločasu rozpadu. V dnešní době ji lze získat pouze uměle (Freitinger Skalická, 2018) URL 1.



Obrázek 1 Přírodní rozpadové řady zdroj: (Freitinger Skalická, 2018) URL 1

3.4.3 Kosmogenní radionuklidy

Radionuklidy vznikají při jaderných reakcích za stálého působení vysokoenergetického kosmického záření na stabilní nuklidy v ochranné atmosféře země (Kónya, Nagy, 2012). Nejvýznamnějšími prvky vznikajícími při reakci jsou uhlík ^{14}C, tritium ^{3}H a v menším množství vznikají i další prvky např. beryllium ^{7}Be, ^{32}P, ^{35}S, ^{36}Cl (Holland, Turekian, 2003).

Uhlík ^{14}C

Je nestabilní a slabě radioaktivní prvek, jeho poločas rozpadu je 5730 let. Stabilními izotopy jsou uhlík ^{12}C a uhlík ^{13}C. Uhlík ^{14}C je neustále vytvářen v horní atmosféře při působení neutronů kosmického záření na atomy dusíku (Freitinger Skalická, 2018) URL 1. Při svém vzniku rychle oxiduje ve vzduchu a tím vzniká oxid uhličitý (Ullmann, 2002). Poté přechází do uhlíkového cyklu, kde je přijímán rostlinami a živočichy po celou dobu života. Tím dochází k ozáření vnitřnímu, ale i vnějšímu. Po ukončení života dochází k přerušení výměny uhlíku s biosférou a v jejich tělech začne docházet ke snižování uhlíku ^{14}C přesně podle zákona o radioaktivním rozkladu. Proces, při

kterém můžeme podle zmíněného zákona zjistit věk, se nazývá radiokarbonové datování (URL 6).

Tritium ^{3}H

Jedná se o radioaktivní prvek s poločasem rozpadu 12,3 let. Tritium objevil v roce 1934 fyzik Ernest Rutheford (URL 11, 2019). Prvek vzniká v atmosféře při reakci atomu dusíku s kosmickým zářením. Váže se na vodu a v podobě deště se dostává na povrch země. Do potravního řetězce se dostává s vodou nebo také pomocí organických látek (URL 12, 2019). I v tomto případě můžeme mluvit o prvku, který způsobuje vnitřní a vnější ozáření. Díky lidské činnosti došlo v šedesátých letech minulého století k velkému zvýšení obsahu tritia v přírodě důsledkem testů jaderných zbraní v atmosféře. Díky tritiu můžeme také určit, kde se testy prováděly (Lyakhova et al., 2013).

Beryllium ^{7}Be

Izotop vznikající působením kosmického záření na jádra dusíku a kyslíku. Jeho poločas rozpadu je 53,3 dnů. Prvek se mění na stabilní izotop Li. Do organizmu se dostává pomocí listové zeleniny. Tímto způsobem je organismus vystaven 1000 Bq ^{7}Be ročně. Beryllium se používá jako sledovací činidlo za běžných polních podmínek (Taylor, 2012).

3.5. Antropogenní radionuklidy

Největším zdrojem umělých radionuklidů v přírodě je lidská činnost. Do této skupiny můžeme zařadit testy jaderných zbraní, zpracování jaderného paliva a nehody v jaderných elektrárnách. Také musíme zmínit i topení fosilními palivy, kdy při jejich spalování dochází k uvolňování radionuklidů do ovzduší. Neměli bychom ani zapomenout na použití různých přístrojů v medicíně (Choppin, Liljenzin, Rydberg, 2002). V těchto případech se do biosféry dostávají různé radionuklidy, mezi které patří např: ^{3}H, ^{14}C, ^{90}Sr, ^{134}Cs, ^{137}Cs, ^{239}Pu a ^{240}Pu (Aoyama, 2018).

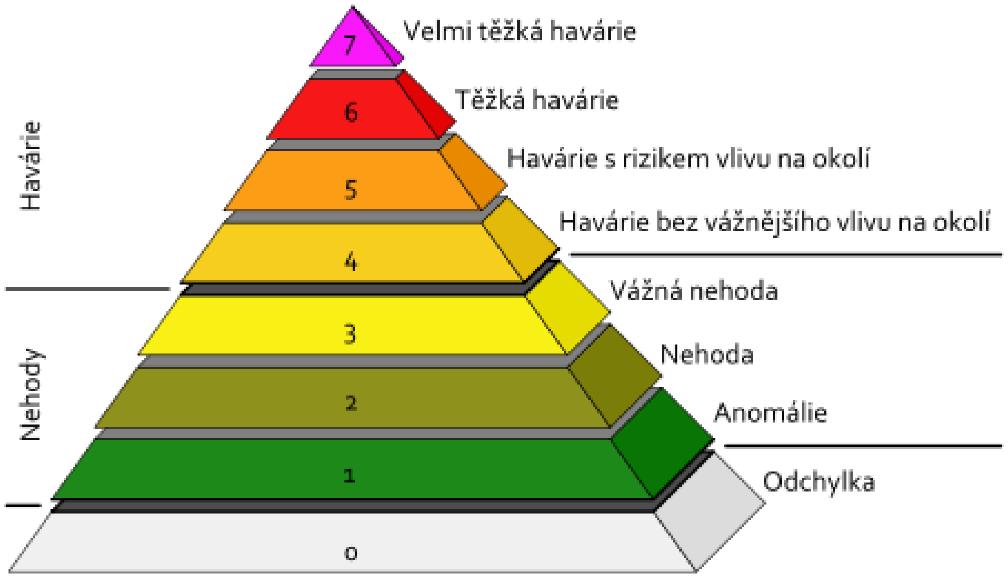
3.5.1 Jaderné zbraně

Dnem, kdy lidé objevili uran, došlo k pomalému začátku vývoje jaderných zbraní. První, kdo začal pracovat na vývoji nukleárních zbraních, bylo v roce 1939 Německo. Jeho program nebyl úspěšný. Dalšími státy byly Velká Británie a USA. Úspěšným vítězem v tomto závodě bylo USA, které pod vedením Roberta Oppenheimera v poušti 16. července 1945 v Alamogordo ve státě Nové Mexiko úspěšně otestovalo první jadernou bombu s názvem Gadget. Zatímco druhá světová válka skončila v Evropě 8.5.1945, tak v Pacifiku probíhaly tvrdé boje mezi Japonci a spojeneckými

vojsky. Proto se Američané rozhodli použít jaderné bomby Little Boy a Fat Man na města Hirošima a Nagasaki. Po této skutečnosti došlo ve světě k rozmachu ve vývoji a testování jaderných zbraní. Testy se prováděly jak na pevnině, tak i v atmosféře. V atmosféře byly jaderné zbraně testovány až do roku 1990 (Králová, 2018). Při těchto testech došlo k uvolnění 2.10^{20} Bq štěpných produktů. V případě, že se tyto látky dostaly do stratosféry, byly větrem unášeny po celé zeměkouli v daném pásmu, kde se z usazených prvků do dnešní doby dochovaly ^{90}Sr, ^{137}Cs, Pu (Choppin, Liljenzin, Rydberg, 2002).

3.5.2 Havárie v jaderných elektrárnách

Když lidé začaly využívat jadernou energii v energetickém průmyslu, došlo k mnoha haváriím různých úrovní a závažnosti. Z těchto důvodů byla vytvořena organizací IAEA (International Atomic Energy Agency) stupnice určující míru závažnosti poruchy. Stupnice byla vydána v roce 1991 pod názvem INES (International Nuclear Event Scale). Podle této mezinárodně uznávané stupnice se hodnotí všechny události v jaderných zařízeních, které se liší od normálního provozu elektráren (Čns, 2006).



Obrázek 2 Mezinárodní stupnice jaderných událostí zdroj Autor: Silver Spoon – Vlastní dílo, CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=14641429)

Jaderná elektrárna Windscale Pile

10.10.1957 došlo v elektrárně ke vznícení chladících plynů a paliva v 1. pilotu. Havárie byla označena na mezinárodní stupnici číslem 5. Vzniklou havárii se nedařilo dva dny uhasit a při havárii dokonce nebyl nikdo z jejího okolí ani evakuován.

V průběhu havárie došlo k úniku radionuklidů ^{131}I, ^{137}Cs, ^{90}Sr a ^{210}Po. Po havárii se v jejím okolí zvýšil počet onemocnění rakoviny štítné žlázy. Úřady havárii dlouhou dobu tajily a jako jediné opatření týkající se havárie byl vydán zákaz konzumace mléka a mléčných produktů po dobu 44 dnů (Garland, Wakeford, 2007).

Tree Mile Island

28.3.1979 došlo v jaderné elektrárně Tree Mile Island v Pensylvánii k havárii. Jednalo se o havárii teplovodního reaktoru o celkové kapacitě 2772 MW, která byla označována jako největší jaderná havárie v USA (Čns, 2006). Při havárii nikdo nezemřel a radioaktivní plyn obsahující ^{133}Xe, ^{85}Kr a ^{131}I, který unikl z elektrárny nezpůsobil vážné zdravotní problémy lidem bydlícím v blízkosti (Han et al, 2011). Zato natolik vyděsil veřejnost, že nemohly být v USA postaveny další elektrárny až do roku 2012 (URL 9).

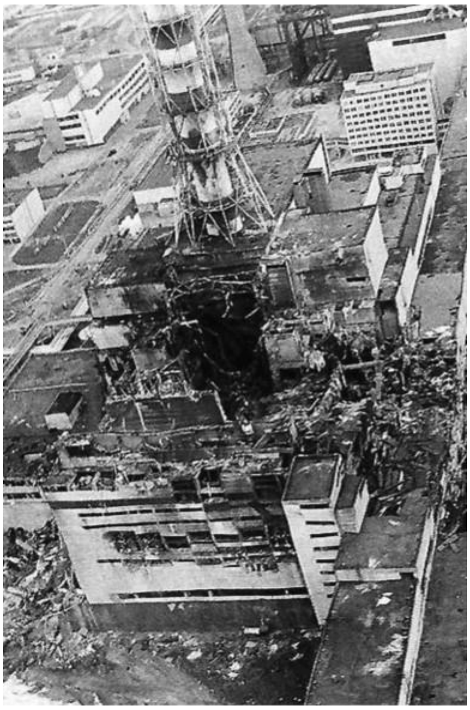
Jaslovské Bohunice

Jedná se o první jadernou elektrárnu na území bývalého ČSSR. Elektrárna byla uvedena do provozu v říjnu 1972, ale její provoz trval pouze 5 let. Za dobu jejího provozu se staly dvě havárie. Ke každé havárii došlo díky lidské chybě. Konstrukční řešení reaktoru umožňovalo vkládání paliva přímo za provozu, jenže tato výhoda se později ukázala jako nepříliš bezpečné řešení. V případě havárie ze dne 22.2.1977 bylo zapotřebí větší opatrnosti. Při zakládání paliva do reaktoru obsluha s palivovým článkem vložila i část ochranného gelového obalu a tím došlo k ucpání chladících kanálů. Následovalo přehřátí paliva a poškození primárního okruhu a následně i sekundárního okruhu, k úniku radiace nedošlo. Nebyla ani hlášena žádná zranění. Událost byla na mezinárodní stupnici označena číslem 4. Po této události byl reaktor odstaven a štěpná reakce v něm skončila v květnu 1979 (ČTK, 2017) URL 10.

Černobyl

Dne 26. dubna 1986 se stala největší havárie v dějinách lidstva a podle mezinárodního měřítka to byla havárie 7. stupně s nedozírnými následky na životní prostředí. Jednalo se o havárii reaktoru ve 4. bloku jaderné elektrárny Černobyl. Elektrárna se nacházela na Ukrajině v blízkosti dnešních hranic s Běloruskem a Ruskem. K havárii došlo z důvodu konstrukčních nedostatků reaktoru a chybám obsluhy reaktoru. V osudný den byl naplánován experiment s napájením a ztrátou chlazení reaktoru. Test byl dokončen a zaměstnanci dostali pokyn k vypnutí reaktoru. Jenže při zasunutí ochranných tyčí do jádra nedošlo k plánovanému vypnutí reaktoru.

Naopak došlo k prudkému nárustu aktivity reaktoru a k jeho následnému přehřátí, poté i k výbuchu, při kterém byla zničena budova, kde byl umístěn reaktor (Obr. 3).



Obrázek 3 Zničený reaktor v jaderné elektrárně Černobyl Zdroj: ČTK.

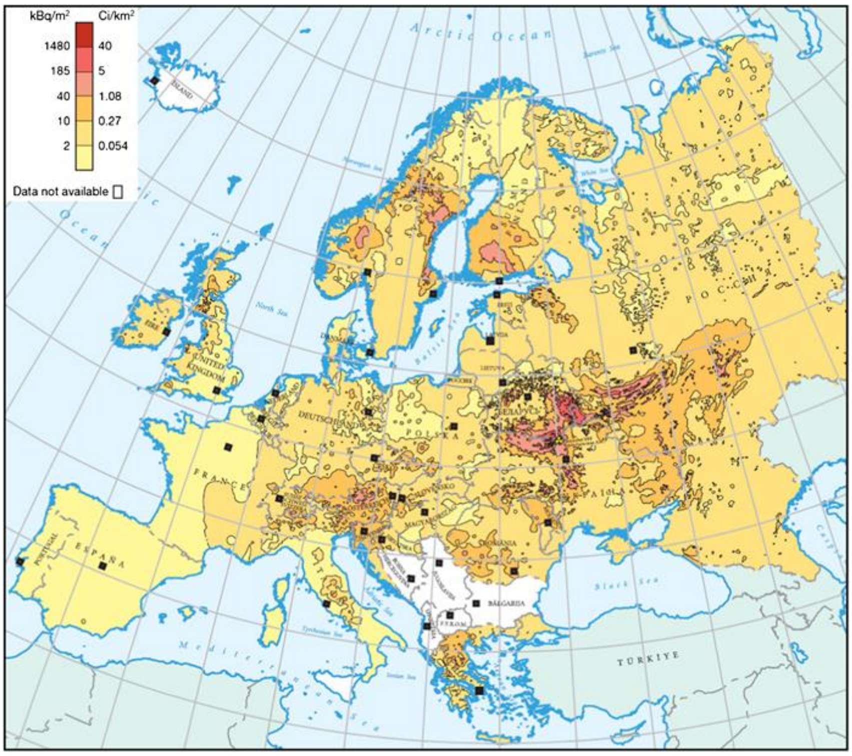
Při výbuchu došlo k uvolnění různých radioaktivních izotopů (Tab. 1), které kontaminovaly blízké okolí (Kortov, Ustyantsev, 2013).

Hlavní radionuklidy uvolněné při havárii v Černobylu		
Radionuklid	Poločas rozpadu	Aktivita byla uvolněna v (PBq)
Vzácné plyny		
^{85}Kr	10,72 let	33
^{133}Xe	5,25 dne	~ 6500
Prchavé prvky		
^{129m}Te	33,6 dnů	240
^{132}Te	3,26 dne	~ 1150
^{131}I	8,04 dnů	~ 1760
^{133}I	20,8 hodin	~ 2500
^{134}Cs	2,06 roky	~ 47
^{136}Cs	13,1 dne	36
^{137}Cs	30 let	~ 85
Prvky s přechodovou volatilitou		
^{89}Sr	50,5 dnů	~ 115
^{90}Sr	29,12 let	~ 10
^{103}Ru	39,3 dnů	>168
^{106}Ru	368 dní	>73
^{140}Ba	12,7 dnů	240

Žáruvzdorné prvky (včetně částic paliva)		
^{95}Zr	64 dnů	84
^{99}Mo	2,75 dne	>72
^{141}Ce	32,5 dne	84
^{144}Ce	284 dnů	~ 50
^{239}Np	2,35 dne	400
^{238}Pu	87,74 let	0,015
^{239}Pu	24065 let	0,013
^{240}Pu	6537 let	0,018
^{241}Pu	14,4 let	~ 2,6
^{242}Pu	376000 let	0,00004
^{242}Cm	18,1 let	~ 0,4

Tabulka 1 Hlavní radionuklidy uvolněné při havárii v Černobylu *Zdroj: SÚRO, 2003*

Dalším negativním faktorem bylo počasí, jeho působením byla kontaminace rozšířena na rozsáhlá území v Evropě (Obr. 4). Havárie byla tak velkého rozsahu, že trvalo 10 dnů, než došlo k zastavení úniku radioaktivních látek (Saenko et al, 2011).



Obrázek 4 Kontaminace Evropy ^{137}Cs *Zdroj: De Cort et al. 1998*

Fukushima-Daiichi

11. března 2011 se stala druhá největší havárie jaderného zařízení, která byla ohodnocena na Mezinárodní stupnici INES stupněm 7. jako Černobylská havárie. Došlo k ní v důsledku rozsáhlého zemětřesení, po kterém následovaly velké přílivové vlny tsunami, co zasáhly pobřeží Japonska. Tyto vlny poškodily již tak poškozenou elektrárnu po zemětřesení. Následkem toho došlo k několika výbuchům, které poškodily bloky 1 až 4 v elektrárně Fukushima – Daiichi. (Song, Kim, 2014). Při následném uniku radioaktivity nedošlo k tak rozsáhlému zamoření území jako v případě Černobylu. Většina zamoření byla indikována v bezprostřední blízkosti elektrárny. Zatopením elektrárny došlo ke kontaminaci vody, která se vracela do oceánu. Nejvíce sledovanými prvky byly ^{129} I, ^{131}I a ^{137}Cs. Vyšší koncentrace prvků byla zjištěna ve vzdálenosti 40 km od pobřeží Fukushimi (Stan-Sion, 2019)

3.5.3 Dumping v moři

Jedním z dalších zdrojů radioaktivního znečištění v přírodě je dumping (skládkování) v moři. Tento způsob likvidace nepotřebného radioaktivního materiálu provozovaly jaderné mocnosti již od roku 1946. V Pacifiku a Atlantiku byl takto ukládán odpad až do roku 1982, v Bárentsově a Karašském moři i později. Celkem je známo 45 lokalit kam bylo uskladněno na 45 PBq odpadu. Podle nedávno zveřejněných informací bývalý SSSR vytvořil skládku jaderného odpadu poblíž Novaya Semlya. Celková aktivita se odhaduje na >60 PBq. Předpokladem je, že v moři dojde k ředění na neškodnou koncentraci (Choppin, Liljenzin, Rydberg, 2002). Tomuhle všemu by měla zabránit Londýnská konvence z roku 1975 (IAEA, 1974).

3.6. Fyzikálně-chemické vlastnosti vybraných radionuklidů

Stroncium (^{90}Sr)

Jedná se o stříbřitý, lehký, měkký kov, který na vzduchu oxiduje do žluta. Při jaderném štěpení vzniká radionuklid ^{90}Sr. Jeho poločas rozpadu je 29 let. Používá se v medicíně a průmyslu. Každý člověk je vystaven účinkům ^{90}Sr. Tato látka byla do životního prostředí rozptýlena již v 50 a 60 letech minulého století, při atmosférických testech. Jeho další významný výskyt byl zaznamenán při havárii jaderné elektrárny v Černobyle a Fukushima Daiichi. Stroncium ^{90}Sr může kontaminovat organismus vdechnutím, ale větším problémem je vstup do těla potravou a vodou. V těle je ukládán jako vápník do zubů a kostí, kde může způsobit zdravotní potíže v podobě vzniku rakoviny. Proto je důležité v případě havárie a následném úniku ^{90}Sr provádět kontrolní odběry mléka z důvodu snížení rizika kontaminace lidí (URL 11).

Jód (I)

Je chemický prvek, který má 37 izotopů jódu, ale pouze ^{127}I není radioaktivní. Radioaktivní izotop jódu ^{131}I vzniká uměle v reaktorech jaderných elektráren nebo následkem zkoušek jaderných zbraní v atmosféře. Jód se také používá v medicíně mezi nejčastěji používané izotopy patří ^{129}I a ^{131}I. Pří uniku má velký vliv na životní prostředí. Jód se snadno slučuje s jinými prvky v životním prostředí. Dobře se rozpouští ve vodě, v půdě se slučuje s organickými látkami. Tímto způsobem se může dostávat do potravního řetězce. ^{131}I se používá v medicíně k léčbě rakoviny štítné žlázy, ale když dojde k zasažení povrchu těla větším množstvím jódu může dojít k popálení kůže a očí. Při vdechnutí dochází k absorpci štítnou žlázou. Pro zmírnění těchto účinku se v případě havárie podává jodid draselný (URL 12).

Plutonium (Pu)

Prvek stříbřitě šedé barvy, který při kontaktu se vzduchem žloutne. Plutonium je radioaktivní prvek vyrobený uměle. Nejrozšířenějšími radionuklidy jsou ^{238}Pu, ^{239}Pu a ^{240}Pu. Většina plutonia v životním prostředí pochází z atmosférických testů jaderných zbraní nebo z havárii jaderných elektráren. Většina radionuklidů plutonia vyzařuje α částice. Ty tolik neškodí z vnější strany těla, ale vdechnutím se ukládají do plic, kde mohou způsobit rakovinu plic. Z plic se dále šíří do krevního oběhu a tím lze napadat i další orgány v těle. Plutonium, které je přijato z kontaminovaných potravin nebo vody není tak nebezpečné. Tělo ho dokáže vyloučit v podobě stolice (URL 13).

Cesium (^{137}Cs)

Jedná se o bílý krystalický prášek, který se snadno váže na chloridy. Při pokojové teplotě dochází k jeho zkapalnění. Poločas rozpadu je 30 ,05 let a mění se na stabilní izotop baryum ^{137}Ba (URL 14). V menších dávkách se ^{137}Cs používá pro kalibraci měřících přístrojů. Cesium ^{137}Cs má také uplatnění v medicíně k léčbě rakoviny. V průmyslu ho využíváme k měření průtoku kapalin potrubím, dále k měření síly materiálu. K jeho vzniku dochází při jaderném štěpení uranu ^{235}U. Životní prostředí obsahuje jen malé množství ^{137}Cs, které se zde vyskytuje po atmosférických testech jaderných zbraní a haváriích jaderných elektráren. Člověk vystavený velké dávce ^{137}Cs může mít na těle popáleniny nebo dokonce i zemřít. Při vdechnutí nebo požití dochází k ukládání do měkkých částí těla a následně ke vzniku rakoviny. Je chemicky podobný draslíku, v půdách jeho mobilitu snižuje přítomnost jílových částic. Díky jeho dobré rozpustnosti ve vodě, je přijímán kořenovým systémem rostlin. Tím dochází ke vstupu do potravního řetězce (URL 15).

3.7. Kontaminace území v České republice

Průchod radioaktivního mraku přes naše území byl zjištěn monitorovacím zařízením instalovaným na jaderných elektrárnách v Československu. Při potvrzení zjištění, že došlo k radiační havárii, která se svými důsledky dotýká i území ČSSR, bylo zpuštěno rozsáhlé monitorování obsahu radionuklidů v životním prostředí, potravních řetězcích a lidech. Během měření došlo ke zjištění, že přes území přešly 3 vlny radioaktivního mraku.

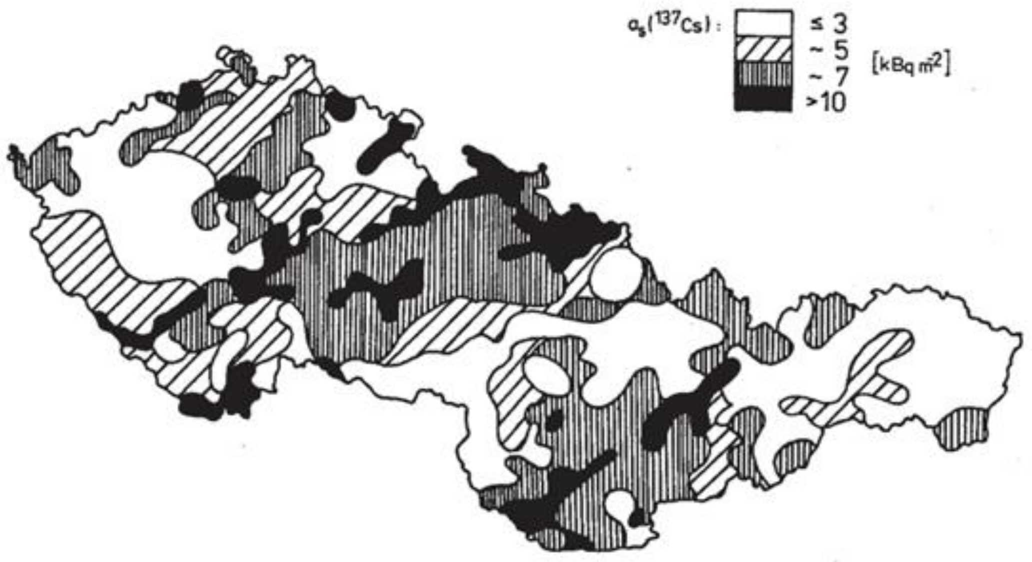
Průchod I - 30.dubna 1986

Průchod II - 3. až 4. dubna 1986

Průchod III - 7. května1986

První vlna obsahovala nejvyšší naměřené hodnoty, druhá vlna obsahovala třetinové hodnoty a třetí vlna byla v desetinových hodnotách (Bučina et al., 1988). Po 10. květnu výrazně poklesly hodnoty radioaktivního spadu. Rozdílná kontaminace území je zapříčiněna v důsledku nerovnoměrných srážek v inkriminovaném období. Zevní ozáření způsobené přechodem radioaktivního mraku se dá považovat za zanedbatelné. Ozáření ze spadu bylo považováno za významnější. Z krátkodobého hlediska došlo k několikanásobnému zvýšení dávkového příkonu proti přírodnímu pozadí. Z krátkodobých radionuklidů se zejména podílely ^{132}I, ^{131}I a ^{103}Ru, v případě dlouhodobých radionuklidů to jsou zejména ^{137}Cs a ^{134}Cs (Hůlka, Malátová, 2006). Průzkumem půdy na celém území ČSSR bylo zjištěno deponování 0,53 PBq ^{137}Cs. To odpovídá střední hodnotě plošné aktivity 4,2 kBq/m² ^{137}Cs. Tuto hodnotu lze srovnat s depozicí zhruba 8 kBq/m² ^{137}Cs, ke které mělo dojít dle odhadů UNSCEAR v našich zeměpisných šířkách během celého období zkoušek jaderných testů v atmosféře. Z těchto důvodů byla věnována značná pozornost kontaminaci potravin, především mléka a mléčných výrobků. Ty tvoří jednu ze základních složek potravy obyvatelstva a také je to díky rychlému přestupu radionuklidů nejvíce ^{131}I v potravním řetězci, vzduch – kráva – mléko – člověk, nebo spad – rostlina – kráva – člověk. Vzhledem ke krátkodobému poločasu rozpadu ^{131}I, který činí 8 dní, můžeme omezit vnitřní kontaminaci obyvatelstva tím, že buď vyloučíme mléko z konzumace a výrobu mléčných výrobků dostatečně prodloužíme. Posledním průzkumem uskutečněným v červenci 1987 bylo zjištěno výrazné snížení objemových aktivit ^{134}Cs a ^{137}Cs v mléce. K tomuto snížení došlo vlivem přechodu na nové krmivo, kde k jeho kontaminaci docházelo přechodem radionuklidů pomocí kořenového systému rostlin. S postupujícím časem bude cesium pronikat do koloběhu potravního řetězce a jednotlivých složek životního prostředí. Jeho původ bude ze živočišných

metabolických produktů a z výluhů aerosolových částic deponovaných původně na půdní povrch. Rychlost a ověření těchto změn v životním prostředí bude těžké odhadnout. Po rozpadu ^{134}Cs nebude možné rozlišit ^{137}Cs, zda pochází z havárie nebo z testů jaderných zbraní v atmosféře (Bučina at al., 1988).



Obrázek 5 Rozdělení plošné aktivity ^{137}Cs na území ČSSR *Zdroj: Bučina et al., 1988*

3.8. Půda

Definice:

Půda je samostatný útvar sypkého materiálu vzniklý ze zvětralých částí zemské kůry a organických zbytků. Její druhová různorodost je výsledkem dlouhodobého působení klimatických faktorů a také nemalého přispění organizmů žijících v půdě a na jejím povrchu. Známe mnoho definic, které o půdě hovoří. Nejvýstižnější definici o půdě vyřkl jeden ze světových zakladatelů pedologie Vasilij Vasiljevič Dokučajev. „Půda je samostatný přírodně-historický útvar, který vzniká a vyvíjí se zákonitým procesem, jenž probíhá působením několika půdotvorných činitelů“ (Tomášek, 2007).

3.8.1 Co je půda

Půda není jenom zvětralá zemská kůra v určitém výškovém profilu, ale také hlavně musíme mluvit o stále se vyvíjejícím prostoru plném organických látek, jako jsou zbytky rostlin a edafonu v půdě. Substrát se mění za stálého působení povětrnostních vlivů, vody, tepla, mrazu a dalších činitelů, jako jsou živočišné organismy, rostliny, podnebí, čas a člověk (Hladký, 2012) URL 17. Vlivem dlouhodobého působení určitých procesů vznikala půda přirozeně, ale asi tak před 10 000 lety se k těmto procesům přidal i člověk. Mnoho starověkých civilizaci vzniklo a rozvíjelo se v údolích

řek a nížinných oblastech, kde byly příznivé podmínky a bylo zde využíváno i pravidelného zaplavování pozemku řekou. Každoroční záplavy sebou přinášely živiny na půdy vyčerpané z předešlého roku. Lidé na takto obdělávaných polích dokázali i dlouhodobě zabezpečit dostatek potravy. Z těchto důvodu bychom si měli uvědomit, že půda je složitý otevřený systém, který je velmi úzce propojen s okolním světem. Lze ho tedy snadno zničit, ale velice těžko se obnovuje. Vývoj půdy je velmi zdlouhavý proces, který trvá stovky let. Proto si musíme uvědomit, že ke zničení muže dojít během několika minut a následky mohou být i nevratné (Vrba, Huleš, 2006) URL 16.

3.8.2 Vznik půdy

Půda se neobjeví ani z ničeho nevzejde. Je to substrát, který vzniká ze zvětrávání mateční horniny. Tento proces může trvat i stovky let, než dojde k vytvoření tenké vrstvy půdy. Můžeme prohlásit, že začátek tohoto procesu je při styku zemské kůry s povětrnostními vlivy atmosféry např. déšť, vítr, mráz, sluneční záření a mnoha dalších vlivů. Dochází tak ke zvětrávání mateční horniny. Zvětrávání rozdělujeme na fyzikální, chemické a biologické. Při zvětrávání dochází k vzájemnému prolínání nebo společnému působení na horninu. Každá oblast má své určité charakteristické kombinace, při kterých dochází k zvětrávání v dané oblasti (Anonymus URL 20).

Fyzikální zvětrávání se nejvíce uplatní v oblastech s častými dešťovými srážkami a teplotami klesajícími pod bod mrazu. Při tomto procesu dochází k rozpadu mateční horniny na menší kusy. Jejich vlastnosti se nijak neliší od vlastností mateční horniny, pouze se zvětšuje jejich plocha, na kterou působí chemické zvětrávání (Hladký, 2012) URL 17.

3.8.3 Chemické zvětrávání

Rychlost chemického zvětrávání je také přímo závislá na chemickém složení mateční horniny a dále je jeho rychlost přímo úměrná podnebí. Nejvíce působí v oblastech, kde se během roku drží vyšší průměrné teploty. V našich zeměpisných šířkách nedochází k tak silnému chemickému zvětrávání. Při tomto zvětrávání dochází ke změnám v chemickém složení substrátu. Toto je zapříčiněno vnikáním vody a vzduchu do pórů ve zvětralině, kde voda reaguje s oxidem uhličitým a vzniká tak kyselý roztok, který rozkládá původní minerály z horniny a mění je na nové minerály. Zde vidíme odlišnost mezi fyzikálním a chemickým zvětráváním. Při chemickém dochází ke změně chemických a mineralogických vlastností substrátu.

Hlavní chemické reakce

Hydrolýza – ionty vody se stávají součástí mřížky nerostů

Rozpouštění – tato schopnost je závislá na teplotě a čistotě vody

Oxidace – způsobuje vzrůst kladného elektrického náboje ve struktuře krystalů

Hydratace – je obohacování minerálů vodou

Karbonatizace – dochází ke slučování s oxidem uhličitým

Při těchto procesech dochází i ke vzniku jílových minerálů (kaolinické zvětrávání).

Jílové minerály mají velký povrch a dokážou na sebe vázat živiny. Ve zvětralém substrátu jsou tedy rozhodující složkou pro růst rostlin (Anonymus) URL 18.

3.8.4 Biologické zvětrávání.

Důležitým faktorem při zvětrávání jsou živé organismy (rostliny a živočichové). Rostliny dokážou svými kořeny rozrušit horniny, ale také je drží pohromadě a tím zpomalují fyzikální rozrušování. Mezi další důležité organismy patří mikroorganismy. Pro vznik půdy je důležité působení půdotvorných procesů na zvětralinu. Tyto procesy probíhají v závislosti na půdotvorných faktorech. Mezi půdotvorné faktory řadíme mateční horninu, klima, biologický faktor, podzemní vodu, čas a činnosti člověka (Hladký, 2012) URL 17.

3.9. Jak půdotvorné faktory a podmínky ovlivňují vývoj půdy a výsledné vlastnosti

Mateční hornina – zemská kůra je základem pro půdotvorné procesy. Při procesu zvětrávání dochází k tvorbě substrátu. Ten se pod vlivem půdotvorných faktorů mění na půdu. Mateční hornina také částečně předurčuje její vlastnosti, jako může být struktura a mineralogické složení budoucí půdy (Hladký, 2012) URL 17.

3.9.1 Klimatický faktor

Jde o faktor, který dlouhodobě přispívá ke změně substrátu. Tvorba půdy je silně ovlivňována vlhkostí, teplem a větrem. Vlhkost půdy ovlivňuje chemické reakce, tato vlhkost není jen z deště, ale je také ovlivňována podzemní vodou, která vzlíná mezi částicemi substrátu a dochází tak k chemickým reakcím, od kterých je závislá biologická aktivita půdy. Na pohyb vody v půdě mají velký vliv také rostliny rostoucí na povrchu. Teplota ovlivňuje průběh chemických reakcí v půdě, čím je teplota vyšší tím dochází k vyšší intenzitě reakcí.

Vítr ovlivňuje srážka a způsobuje erozi půdy (Pokorná, 2018) URL 19.

3.9.2 Biologický faktor

Mluvíme zde o organismech žijících v půdě a na jejím povrchu. Substrát je

přeměňován jak mikroorganismy (baktérie, plísně, řasy), tak i makroorganismy (fauna a flóra). Organismy svojí činností přeměňují substrát na půdu. Dochází zde k rozrušování hornin, k tvorbě nových minerálů a tvorbě humusu, i v případě stejných klimatických podmínek, ale při jiném rostlinném pokryvu půdy dojde k tvorbě jiného druhu půdy (Pokorná, 2018) URL 19.

3.9.3 Podzemní voda

Půda je ovlivňována vzlínáním podzemní vody. To sebou může nést následek transport látek z hlubších vrstev půdy do nižších vrstev (zasolování půdy). Při nadměrném množství vody v půdě dochází k pomalému rozkladu odumřelých těl živočichů a rostlin a může docházet ke vzniku rašeliniště (Hladký, 2012) URL 17.

3.10. Činnost člověka

Člověk začal svojí činností ovlivňovat tvorbu půdy již před asi 10 000 lety. Tehdy se z lovce a sběrače stal zemědělec. Činnost člověka můžeme rozdělit na přímý vliv a nepřímý vliv.

Nepřímý vliv

Při zemědělské činnosti dochází k narušování koloběhu minerálních látek, ke snižování humusu v půdě, k vysoušení půdy díky pěstování vláhově náročných rostlin. Dále dochází ke změně klimatu díky stavbám chladírenských věží nebo stavbě velkých vodních nádrží, v neposlední řadě vypouštěním exhalací do ovzduší (Hillel, 2007).

Přímí vliv

Člověk se svým chováním a snahou o co největší zisky dopouští chyb, které vedou ke ztrátě půdy nebo k jejímu poškození mnohdy i nevratnému. Příkladem činností člověka mohou být meliorace, vápnění, dodávání průmyslových hnojiv, nevhodné používání orby a používání těžké techniky při polních pracích. Tím dochází k zhutňování půdy. Na takto utužených půdách dochází k častějším výskytům vodní eroze (Hillel, 2007).

3.11. Čas

Veličina, která udává stáří půdy a stupeň její kvality. Pozorovat můžeme podle vývoje jednotlivých horizontů půdy. U mladých půd jsou horizonty méně znatelné.

1 cm půdy = 100–200 let vývoje.

20 cm černozemně = 7000 let vývoje (Pokorná, 2018) URL 19.

3.12. Půdní profil

Půdní profil je kolmý řez na povrch země vedený až k mateční hornině. Tento řez odkrývá jednotlivé půdní horizonty.

Přehled půdních horizontů a jejích signatur.

O – Horizont nad horního humusu

- organický materiál na povrchu půdy, různého typu složen - větve, listí, odumřelá tráva atd. Typ tohoto horizontu lze běžně pozorovat na lesních půdách. Na zemědělsky obhospodařovaných půdách nejsou k vidění.

A – Humusový horizont

- jde o povrchový minerální horizont s velkým množstvím humusových látek. Obsahuje i větší podíl nerozložených organických látek. Vlastnosti jsou závislé na typu obdělávání půdy. Jeho morfologie je závislá na níže položených horizontech B a C.

E – Eluviální horizont

- jde o minerální podpovrchový horizont, ochuzený až vybělený v důsledku vertikálního a laterárního vymývání jílových částic, humusových látek a prvků Fe, Al, Mn do nižších vrstev.

B – Iluviální horizont

- mluvíme o minerálním podpovrchovém horizontu. Díky vyluhování vrchních vrstev je obohacen o jílové částice, humusové látky a prvky Fe, Al, Mn, má i specifickou strukturu.

C – Půdotvorný substrát

- tento substrát je velmi málo ovlivněn půdotvornými procesy. Je základem pro vznik dalších horizontů za předpokládaného vlivu půdotvorných procesů.

R – Pevná hornina

- Mateční hornina – ze které při zvětrávání vzniká půdotvorný substrát (pískovec, žula, čedič, vápenec) (Kratina) URL 21.

4. Charakteristika zájmového území

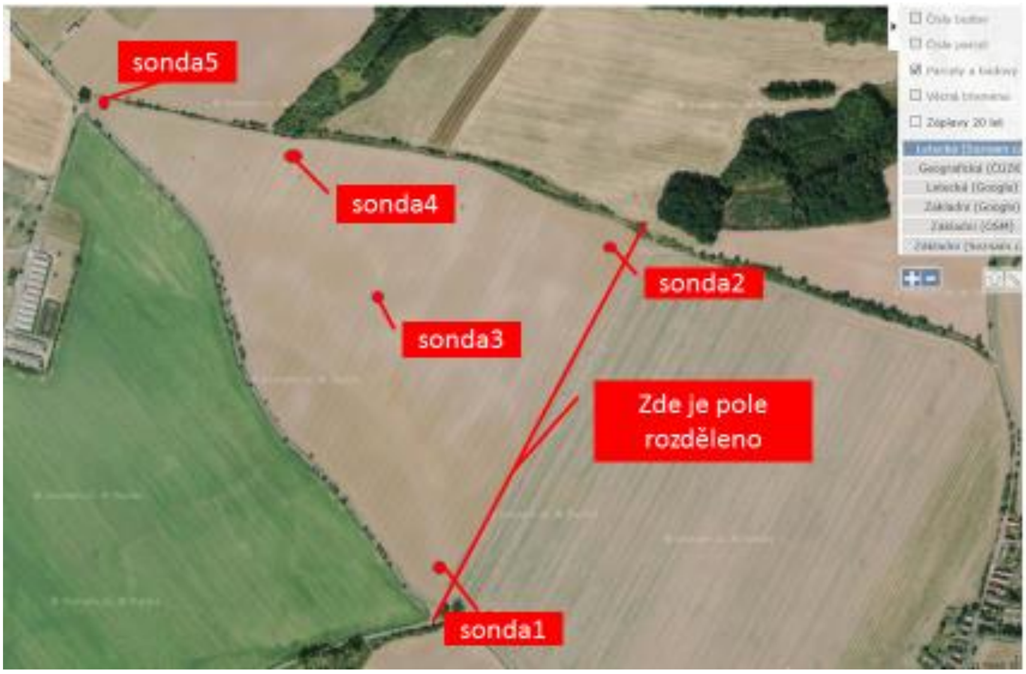
Vybrané zájmové území se nachází ve Středočeském kraji poblíž města Mladá Boleslav. Zkoumaná území se rozkládají ve třech různých katastrálních územích. Jedná se o k.ú. Katusice, jeho rozloha je 14,73 km² (URL 22), území se rozkládá přibližně 11 km od Mladé Boleslavi. Druhým zvoleným územím je k.ú. Březovice pod Bezdězem s rozlohou 13,94 km² (URL 23) a nachází se přibližně 16 km od Mladé Boleslavi. Posledním územím je k.ú. Březinka pod Bezdězem, jeho rozloha činí 9,25 km², nachází se 3,2 km od Bělé pod Bezdězem (URL 24).

4.1. Popis k.ú. Katusice

Katastrální území obce Katusice patří do oblasti mírně teplé, mírně vlhké a s mírnou zimou. Území se rozkládá na Mšenské plošině, severozápadně od Mladé Boleslavi. Terén je rovinného rázu s jen malým zvrásněním. Expozice terénu je převážně jižní. Při severní hranici.se nachází kopec Bezvel s výškou 341,1 m. n. m., je zalesněn smíšeným lesem. Rozloha katastru 14,73 km². Zde jsem vytipoval dvě zájmová území a to Louka 2 a Pole. Na lokalitě Louka 2 jsem zvolil 4 náhodná místa pro odběr smíšených vzorků půdy (Gottfried, 2011)

Obrázek 6 Lokalita louka 2 se zákresem odběrných míst *Zdroj: https://geoportal.cuzk.cz*

U lokality Pole je zvoleno 5 odběrných míst, a to z důvodu velikosti lokality, při odběrech jsem odkryl pouze 2 vrstvy půdního horizontu.



Obrázek 7 Lokalita pole se zákresem odběrných míst *Zdroj: https://geoportal.cuzk.cz*

4.1.1. Geologické vlastnosti

Oblast se rozkládá na České křídové pánvi, ta je největší dochovanou pánví na našem území. Český masiv křídových sedimentů, je překryt na převážné části navátými sprašemi (Chlupáč et al, 2002). Spraše jsou hlinité až písčitohlinité substráty s vysokým minerálním obsahem $CaCo_3$. Kalcit je vlivem dešťových srážek vymýván z půdy. Ve sprašových půdách se zachovává v případě příznivých klimatických podmínek. Během vývoje došlo k tvorbě hnědozemního typu a v jižní části k tvorbě černozemního typu mocnost půdního krytu je zde od 120–190 cm (Tomášek, 2007).

4.1.2. Hydrologické vlastnosti

Katastrální území leží v povodí řeky Jizery, na území se nenachází žádný trvalý vodní tok. Hydrografní sítě jsou pouze svodnice, které odvádějí přebytečnou povrchovou vodu po jarním tání sněhu nebo po deštích, směrem od severu k jihu a k východu. V intravilánu jsou dvě vodní nádrže. Jedna se nachází u silnice Katusice – Líny, druhá se nachází u silnice Katusice – Spikaly. Obě nádrže nemají stálý přívod vody. V místních podmínkách dokáže půda zadržet vodu sama, nedochází zde k zavlhčení půdy díky podloží, které je tvořeno pískovcem (Němeček, Mašát, Kalenda, 1971).

4.2. Popis k.ú. Březovice pod Bezdězem

Katastrální území obce Březovice se nachází západně od Mladé Boleslavi, je součástí klimatické oblasti mírně teplé s mírnou zimou a mírně vlhkým prostředím.

Pozemky leží při západní hranici s Mšenskou a při jižní hranici s Bezdězskou plošinou. Nejnižší místo v území se nachází poblíž silnice z Valovic s místním názvem Nad ohradou ve výšce 298,2 m. n. m. naproti tomu nejvyšším místem je kopec Komošín s výškou 350,9 m. n. m. Průměrná nadmořská výška, ve které se nachází zemědělská půda je 311-350 metrů. Rozloha katastru 13,94 km². V této lokalitě jsem zvolil trvalý travní porost s označením Louka 1, zde jsem vybral 4 odběrná místa, a to vždy při okraji pozemku. V této lokalitě byly odkryty 3 vrstvy půdního horizontu (KA * KA, 2018).

Obrázek 8 Lokalita louka 1 se zákresem odběrných míst *Zdroj: https://geoportal.cuzk.cz*

4.2.1. Geologické vlastnosti

Většina pozemků se nachází v oblasti spraší. Spraše se zde tvořily ve starších čtvrtohorách, během jednotlivých dob glaciálních (Ložek, 2007). Jsou charakteristické značným obsahem prachových částic. Z mineralogického hlediska obsahují hlavně křemen, živec a řadu dalších minerálů (Tomášek, 2007).

4.3. Hydrologické vlastnosti

V katastru není žádná stálá vodoteč. Propustnost vody ve sprašových půdách s křídovým pískovcem jako podloží je velmi dobrá. Vlivem dešťové vody a rovinného terénu došlo k odvápnění hlubších vrstev půdy a tím i k procesu posunu koloidních částic do hlubších vrstev půdy (Němeček, Mašát, Kalenda, 1971).

4.3.1. Popis k.ú. Březinka pod Bezdězem

Katastrální území Březinka pod Bezdězem se nachází 3,2 km jihozápadně od Bělé pod Bezdězem. Území je součástí klimatické oblasti mírně teplé s mírnou zimou a mírně vlhkým prostředím. Pozemky se rozkládají na Bezdězské plošině. Nejvyšší

místo v území se nachází jihozápadně poblíž obce Valovice a nazývá se Na Krbech výška je 320 m. n. m. Na území se nachází i obora s chovem dančí zvěře. V jižní a západní části je zemědělská půda a severní část tvoří lesní pozemky. Zde jsem vybral pro odběr vzorků lesní pozemek, který se nachází v jihozápadní části katastru. Vzorek má název Les a jsou zde vybrána 4 odběrná místa (AF-CITYPLAN, 2017).

Obrázek 9 Lokalita les se zákresem odběrných míst *Zdroj: https://geoportal.cuzk.cz*

4.4. Geologie

Převážná část území leží v oblasti spraší. Spraše zde byly naváty v době starších čtvrtohor v jednotlivých obdobích glaciálních (Ložek, 2007). Z minerálního složení ve spraších převládá křemen a živec. Další důležitou složkou je kalcit. Vlivem dešťových srážek na rovinný terén došlo k odvápnění hlubších vrstev půdního profilu. Tím došlo ke vzniku hnědozemního typu a ojediněle i černozemního typu půd (Tomášek, 2007).

4.5. Hydrologie

Při místních klimatických podmínkách a dešťových srážkách jsou půdy schopny zadržet veškerou vodu. Půdy na spraši mají příznivý vodní režim. V místě nejsou žádné trvalé vodoteče, ale jihovýchodním směrem mimo katastr teče řeka Jizera, ta vytváří širokou terénní depresi (Němeček, Mašát, Kalenda, 1971).

5. Metodika

5.1. Měření dávkového příkonu

Následující postup je určen pro odebírání vzorků půdy a biomasy, které budou sloužit pro porovnání transféru ^{137}Cs z půdy do biomasy. V lokalitách, kde byl proveden odběr je také provedeno měření dávkového příkonu za pomoci přístroje Safecast bGegie Nano.

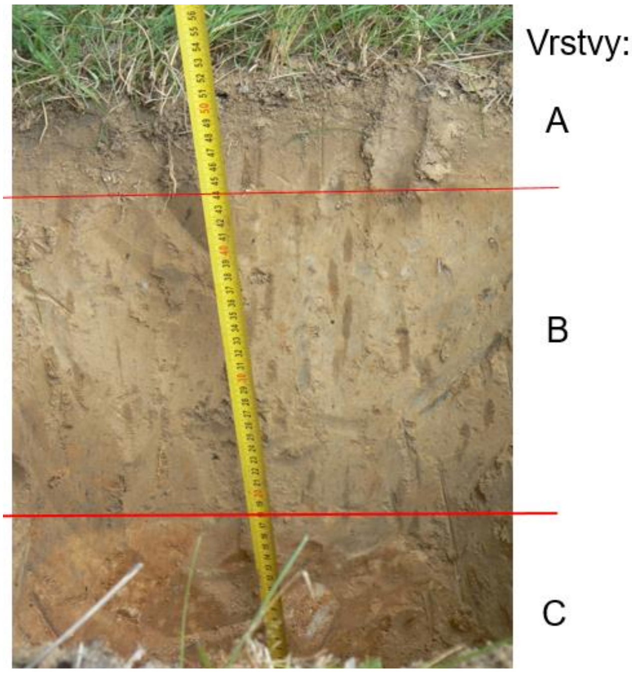
Pro měření dávkového příkonu jsem použil přístroj s označením Safecast bGegie Nano výrobního čísla 2840. Přístroj je používán k terénnímu měření ionizujícího záření alfa, beta a gama v jednotkách μSv/h (mikrosievertů za hodinu). Přístroj během měření zaznamenává datum, čas, GPS souřadnice a dávkový příkon. Jeho nejvhodnější použití je během pěší procházky, při výletu na kole a v autě. Čidlo přístroje (kulatá mřížka) má být orientováno k zemi. Optimální výška přístroje je 1 m nad zemí. Před začátkem měření jsem přístroj doma zkontroloval, zda je dostatečně nabitý. Dalším krokem byla kontrola vložené paměťové karty. Před měřením jsem vyndal kartu a na počítači ji vymazal, poté jsem ji vrátil do přístroje. Přístroj jsem vložil do košíku čidlem směrem dolu a začal jsem chodit po pozemku z jedné strany na druhou. Mezi jednotlivými trasami jsem měl rozestup přibližně 2 m. Po skončení terénního měření jsem vyndat kartu a data, která jsou na ni uložena jsem zálohoval na počítači. Do protokolu jsem zaznamenal údaje z měření. Na tomto projektu, z hlediska hydrobiologického týmu, byly prováděny odběry bentických organismů. Z pozice sběru nebyly preferované jednotlivé druhy, proto výskyt druhů odráží složení celého bentického společenstva.

Obrázek 10 Detektor záření SAFECAST
Zdroj: www.suro.cz

5.2. Odběr půdních vzorků

Vzorky jsem odebíral na předem vytipovaných lokalitách. Ty jsem vybíral tak, aby byly bez intenzivní zemědělské činnosti od havárie v JE Černobyl. Z těchto důvodů jsem si vybral dvakrát louku, jednou les a za jednu lokalitu jsem zvolil pole, na kterém

probíhá intenzivní zemědělská činnost. Pole jsem zvolil z důvodu porovnání s ostatními lokalitami. Na každé lokalitě jsem náhodně vybral místo pro odběr půdních vzorků. V lokalitě Louka 1 jsem zvolil 4 odběrná místa. Takto jsem postupoval i v případě lokality Louka 2 a Les. Pouze na lokalitě Pole jsem zvolil 5 odběrných míst. Na vybraném místě v lokalitě Louka 1 jsem rýčem vyhloubil sondu o velikosti 20x20 cm a hloubce 50 cm. V takto připravené sondě jsem odkryl vrstvy půdního horizontu. Vrstvy byly označeny písmeny A, B a C. Další vrstvy v sondách nebyly nalezeny. První vrstva označená písmenem A se nachází hned pod travním porostem, následuje druhá vrstva označená písmenem B, a poté se nachází třetí vrstva pojmenovaná písmenem C. Z každého půdního horizontu jsem odebral vzorek půdy, pomocí lopatky do plastového kelímku o velikosti 1 l. Odebraný vzorek jsem přesypal do plastového pytle o rozměrech 30x60 cm, který jsem označil podle jednotlivých vrstev a lokalit. Následně jsem provedl fotografickou dokumentaci odběrného místa. V sondě jsem provedl měření mocnosti jednotlivých vrstev. Dalším krokem bylo nutné provést zjištění souřadnic místa. Souřadnice jsem zjistil pomocí přístroje Garmin GPSmap 76 CSx. Tyto souřadnice jsem zapsal do protokolu o odběru vzorků. Tento postup jsem opakoval na každém mnou zvoleném místě v dané lokalitě. V lokalitách Louka 2, Les a Pole jsem odhalil v sondách pouze dvě vrstvy.



Obrázek 11 Půdní horizonty

5.3. Úprava vzorků

Po odebrání vzorků z jednotlivých lokalit jsem je roztřídil a začal zpracovávat. Jednotlivé vzorky jsem vyjmul z plastových pytlů a rozsypal je ve slabé vrstvě na papírové plochy v bedýnkách. Každá bedýnka byla označena, aby nedošlo k promíchání s jiným vzorkem a tím k znehodnocení. Vzorky jsem sušil při pokojové teplotě. Po prosušení jsem začal s dalším zpracováním. Z jednotlivých vzorků jsem odstranil kamení, zbytky kořínků a další větší příměsi. U takto upravených vzorku jsem přistoupil k drcení větších kusů půdních vzorků. Následně probíhalo prosívání

přes pedologické síto, které mělo velikost oka 2x2mm. Vzorky jsem prosíval nad plastovou nádobou o velikosti 50x50x30 cm. Takto homogenizovaný materiál jsem přesypal do plastového kelímku o objemu 1 Litr. Po nasypání materiálu jsem uzavřel kelímek víčkem, tím nemohlo dojít k jeho vysypání. Každý kelímek byl opatřen papírovým samolepícím štítkem, na kterém jsem vyznačil název místa odběru, písmeno označující vrstvu, název a číslo katastrálního území. Dále byl ke každému kelímku přidán protokol o odběru vzorků a plán vzorkování. Takto z komplementované vzorky jsem přivezl na FŽP, kde byly shromážděny se vzorky ostatních mých kolegů a následně předány na Státní Ústav Radiační Ochrany k vyhodnocení.

5.4. Pomůcky k odběru půdních vzorků

Rýč

Svinovací metr

Zahradnická lopatka

Odběrný kelímek v= 0,5l

Plastový pytel 30x60cm

Fotoaparát

GPS lokátor Garmin

5.5. Odběr vzorků biomasy

Odběr biomasy jsem prováděl v lokalitách, kde byly odebírány vzorky půdy. V lokalitě Louka1 jsem pomocí GPS lokátoru identifikoval místa, ze kterých byly v roce 2017 odebírány vzorky půdy. Na těchto místech jsem odebíral vzorky biomasy z plochy o velikosti cca 1 m^2. Na louce jsem odebíral vzorky pomocí srpu. Odebíraná biomasa se skládala z žebříčku lékařského a travin. Na místech Louka 2 byly odebírány vzorky biomasy ve složení traviny a byliny. Jednotlivá místa v lokalitách jsem vždy lokalizoval pomocí GPS lokátoru. Jednotlivé vzorky jsem po odběru ukládal do prodyšných pytlů. V lese jsem odebíral traviny, mech a listí ze stromů, také jsem sbíral žaludy. Všechny tyto vzorky jsem uložil do prodyšných pytlů. Na poli v roce 2018 byla pěstována cukrová řepa tuto plodinu jsem odebíral až těsně před sklizní.

5.6. Úprava vzorků biomasy

Jednotlivé vzorky jsem přivezl domů, kde jsem je vyjmul z pytlů a narovnal do předem připravených bedýnek, které byli vyloženy papírem. V těchto bedýnkách jsem sušil všechny nasbírané vzorky. V případě vzorků cukrové řepy odebrané na poli bylo nutné vzorky nejdříve očistit a oddělit chrastí od bulvy. Chrastí jsem rozprostřel na

papír, který byl na přenosném sušáku zde bylo chrastí sušeno při pokojové teplotě až dosáhlo požadovaného vysušení. Ve vodě jsem z bulvy odstranil zbytky půdy a poté nastrouhal na struhadle do připraveného kbelíku. Takto připravený vzorek jsem po částech rozprostřel na slabé vrstvy do bedýnek, u kterých bylo dno vystláno papírem. Díky tomu mohla být cukrová řepa dobře sušena a nepropadávala otvory v bedýnce ven. Po usušení jsem jednotlivé vzorky uskladnil v papírových pytlících o objemu 5 l. Na každý z pytlíků byl přilepen lístek s označením kultury, katastrální území, půdní blok, parcelní číslo. Takto označené a připravené vzorky jsem odevzdal na FŽP, zde byli shromážděny vzorky i ostatních kolegů. Takto shromážděné vzorky byly předány na SÚRO k měření.

5.7. Pomůcky k odběru biomasy

Srp

Garmin GPSmap 76 CSx

Prodyšné pytle

Zahrádkářské bedýnky

Papírové pytle

6. Výsledky

6.1. Výsledné hodnoty ^{137}Cs v půdě

Výsledky měření mi byly zaslány z oddělení spektrometrie ze SÚRO. Tyto výsledky se týkají vzorků půdy. Pro lepší přehlednost jsou zpracovány v tabulkách a grafech. Sloupec sušina vyjadřuje procentuální množství vzorku, které zbude po odpaření odpařitelných látek při 105°C. Žlutý sloupec v tabulce udává hodnoty aktivity ^{137}Cs v jednotlivých vrstvách zvolené lokality v jednotkách [Bq/kg]. Hnědý sloupec v tabulce udává hodnotu plošné aktivity daného místa v [Bq/m²].

V lokalitě louka 1 se naměřené výsledky jednotlivých vrstev [A], [B] a [C] pohybují v rozmezí od 0,12 až do 7,3 Bq/kg. V jednotlivých vrstvách se naměřené hodnoty liší díky různě propustnosti vrstev půdního horizontu.

Lokalita Březovice pod Bezdězem - louka 1							
číslo vrstvy	označení	č. vzorku	hmotnost celého vzorku [kg]	hmotnost měřeného vzorku [kg]	sušina (105°C) %	aktivita ^{137}Cs [Bq/kg]	Ap [Bq/m²]
1	vrstva A	4212/2017	1,218	1,193	98,1	7,3	
2	vrstva B	4213/2017	1,444	1,409	98,43	4,6	
3	vrstva C	4214/2017	1,501	1,46	99,09	0,12	392,85

Tabulka 2 Výsledné hodnoty z lokality louka1

Na lokalitě Louka 2 (Tabulka 3) jsem měl naměřené výsledky pouze ve dvou vrstvách a to [A] a [B] třetí vrstva nebyla identifikována. Půdní horizonty zde byly obdobného složení jako na lokalitě Louka 1, ale naměřené hodnoty se zde hodně lišily. Vrstva [A] měla hodnotu 6 [Bq/kg] a ve vrstvě [B] bylo naměřeno 0,2 Bq/kg.

Lokalita Katusice - louka 2							
číslo vrstvy	označení	č. vzorku	hmotnost celého vzorku [kg]	hmotnost měřeného vzorku [kg]	sušina (105°C) %	aktivita ^{137}Cs [Bq/kg]	Ap [Bq/m²]
1	vrstva A	4221/2017	1,315	1,194	97,67	6	
2	vrstva B	4222/2017	1,694	1,509	98,82	0,2	205,72

Tabulka 3 Výsledné hodnoty z lokality louka 2

Z polní lokality (Tabulka 4) jsou výsledky také pouze ze dvou vrstev, kde vrstva [A] dosahuje hodnoty 5,1 Bq/kg a vrstva [B] dosahuje hodnoty 0,17 Bq/kg. Je tedy zvláštní, že tyto hodnoty jsou přibližně stejného rozsahu, ale přitom využití jednotlivých lokalit je diametrálně jiné.

Lokalita Katusice - pole							
číslo vrstvy	označení	č. vzorku	hmotnost celého vzorku [kg]	hmotnost měřeného vzorku [kg]	sušina (105°C) %	aktivita ^{137}Cs [Bq/kg]	Ap [Bq/m²]
1	vrstva A	4223/2017	1,314	1,291	97,4	5,1	
2	vrstva B	4224/2017	1,422	1,358	96,56	0,17	173,58

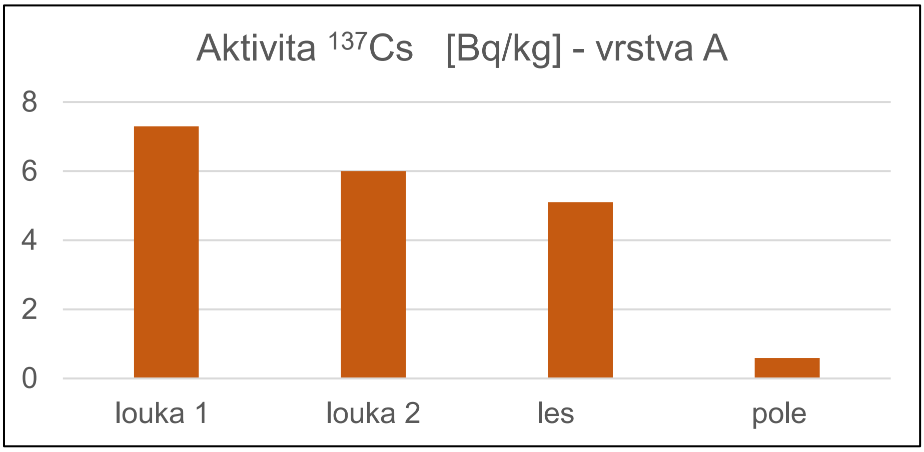
Tabulka 4 Výsledná hodnota z lokality pole

Na lokalitě Les byly také měřeny pouze dvě vrstvy půdního horizontu a to vrstva [A] která obsahovala 0,59 Bq/kg. Vrstva [B] v tomto případě dosahovala hodnoty 0,66 Bq/kg. U těchto výsledků je zřejmé, že pohyb ^{137}Cs směrem dolů je zapříčiněn složením daných vrstev.

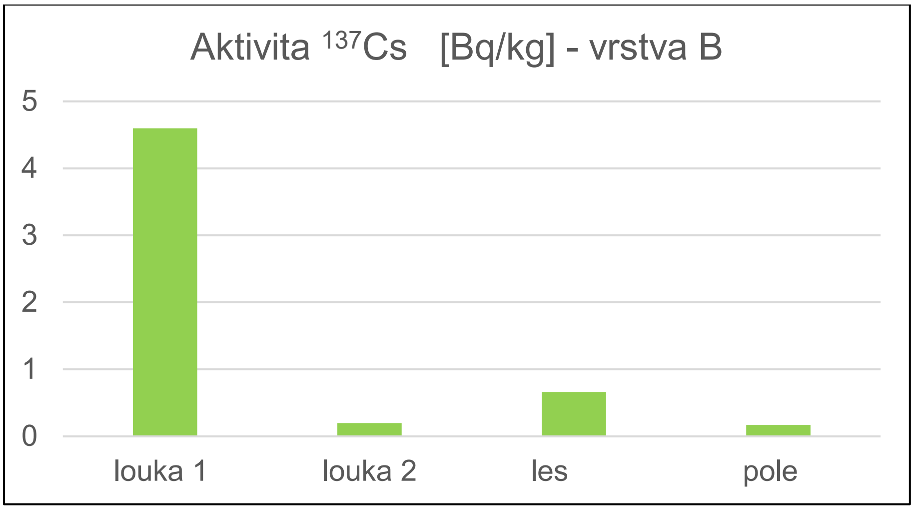
Lokalita Březinka pod Bezdězem - les							
číslo vrstvy	označení	č. vzorku	hmotnost celého vzorku [kg]	hmotnost měřeného vzorku [kg]	sušina (105°C) %	aktivita ^{137}Cs [Bq/kg]	Ap [Bq/m²]
1	vrstva A	4225/2017	0,932	0,925	97,34	0,59	
2	vrstva B	4226/2017	1,432	1,415	99,65	0,66	37,38

Tabulka 5 Výsledná hodnota z lokality les

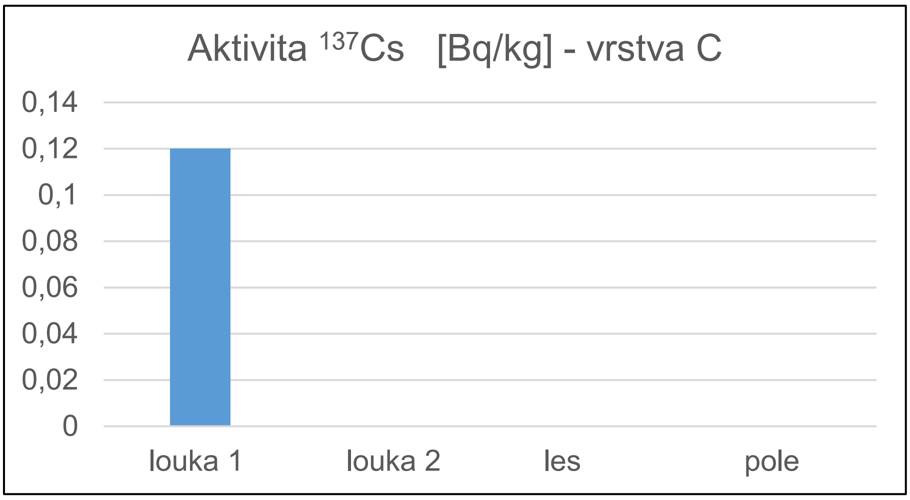
V následujících grafech jsou zobrazeny výsledky jednotlivých vrstev půdního horizontu. Vrstvy jsou označeny písmeny [A], [B] a [C]. Jejich naměřené hodnoty jsou udávány v [Bq/kg]. Vrstva [C] je pouze v lokalitě Louka 1 v ostatních lokalitách nebyla identifikována. Proto je v grafu u lokalit Louka 2, Les a Pole přiřazena nula. Měřené hodnoty v jednotlivých vrstvách se pohybují: vrstva [A] od 0,59 do 7,3 [Bq/kg], vrstva [B] od 0,66 do 4,6 Bq/kg a vrstva [C] půdního horizontu byla jako jediná identifikována v lokalitě Louka1, její hodnota je 0,12 Bq/kg.



Graf č. 1 Zobrazení aktivity ^{137}Cs ve vrstvě [A]

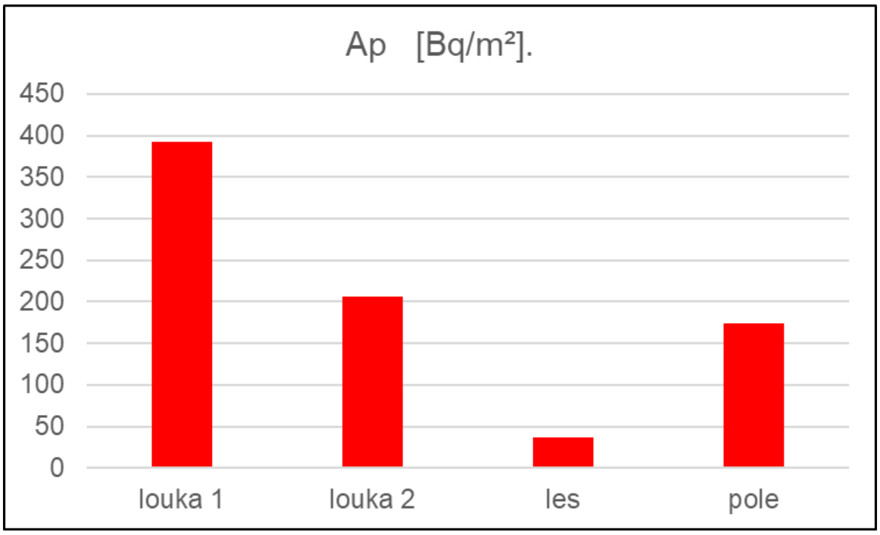


Graf č. 2 Zobrazení aktivity ^{137}Cs ve vrstvě [B]



Graf č. 3 Zobrazení aktivity ^{137}Cs ve vrstvě [C]

V případě měření plošné aktivity [Ap] v lokalitách Louka 1, Louka 2, Pole a Les se aktivita ^{137}Cs pohybovala od 34,87 do 392,85 Bq/m². Znázorněno v grafu č.4.



Graf č. 4 Srovnání plošné aktivity ^{137}Cs na měřených lokalitách

Nejnižší naměřená hodnota plošné aktivity je v lokalitě Les 37,38 Bq/m². Druhou lokalitou s nejnižší měřenou hodnotou je Pole 173,58 Bq/m². Třetí nejnižší hodnotou plošné aktivity ^{137}Cs je Louka 2 s 205,72 Bq/m². Nejvyšší pak je lokalita Louka 1 a to 392,85 Bq/m².

6.2. Výsledné hodnoty ^{137}Cs v biomase

Naměřené výsledné hodnoty mi byly předány z oddělení spektrometrie ze SÚRO v biomase byly zjištěny hodnoty od 0,073 do 1,2 Bq/m² v sušině.

název vzorků	číslo z knihy analýz	číslo z knihy měření	korekce na sušinu	aktivita ^{137}Cs [Bq/kg suš.]
Biomasa Březinka pod Bzdězem Les p.č. 344/1,344/2,343/2 - část plochy	4521	3860	0,9389	1,2
Biomasa Březovice pod Bezdězem Louka půdní blok č. 4402/2	4519	4023	0,9461	0,31
Biomasa Katusice Louka 2 půdní blok č. 2503/1, 2401/6	4520	3922	0,9404	0,42
Biomasa Katusice cukrová řepa-ke konzumaci půdní blok č. 2602/1 - část plochy	4247	4051	0,9429	0,75
Biomasa Katusice cukrová řepa - nať půdní blok č. 2602/1 - část plochy	4249	3955	0,9455	0,073

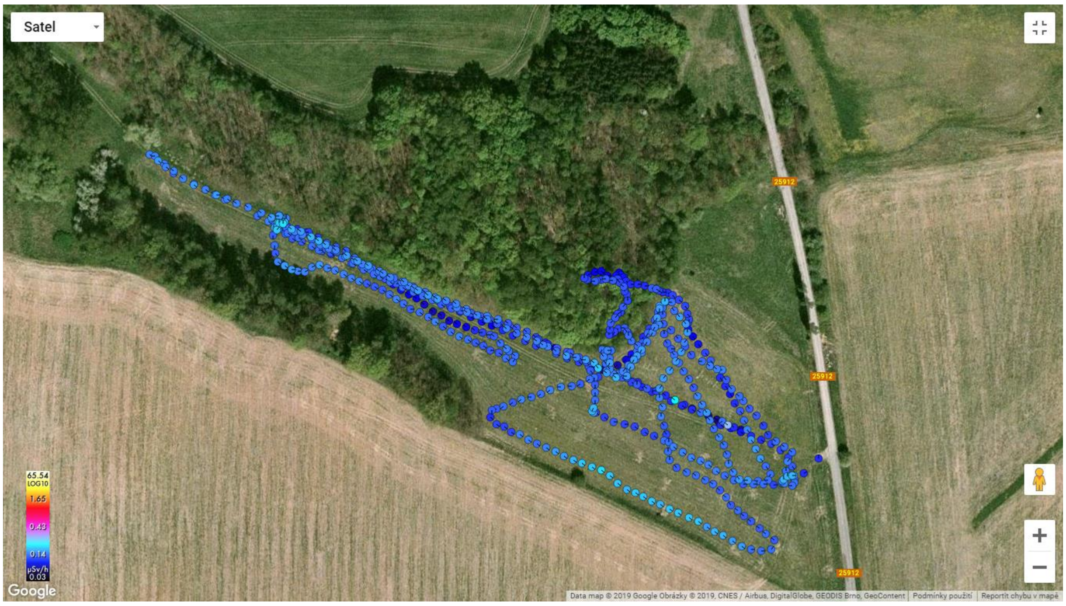
Tabulka 6 Naměřené hodnoty aktivity ^{137}Cs v biomase

6.3. Výsledky měření dávkového příkonu

Dávkový příkon jsem měřil v uvedených lokalitách pomocí přístroje Safecats bGegien Nano. Mnou nashromážděná data byla předána ke zpracování na SÚRO. Zde byla data převedena do map, v mapě jsou jednotlivá místa měření znázorněna jako bod. Tyto barevné body značí intenzitu dávkového příkonu, začíná se tmavou barvou a čím je barva světlejší tak tím je vyšší intenzita dávkového příkonu. V lokalitě Pole se dávkový příkon pohybuje od 0,11µSv/h do 0,29 µSv/h.

Obrázek 12 Grafické znázornění výsledku měření v lokalitě Pole
Zdroj: https://api.safecast.org/en-US/bgeigie_imports/32433

Další měřenou lokalitou je Louka 1, kde se pohybuje dávkový příkon od 0,07 µSv/h do 22 µSv/h



Obrázek 13 Grafické znázornění výsledku měření v lokalitě Louka 1
Zdroj: https://api.safecast.org/en-US/bgeigie_imports/32434

V lokalitě Louka 2 jsem zaznamenal dávkový příkon v rozmezí od 0,04 µSv/h do 0,22 µSv/h a na pozemku nazvaném Les jsem naměřil hodnoty od 0,07 µSv/h do 018 µSv/h.

Obrázek 14 Grafické znázornění výsledku měření v lokalitě Louka 2 a Les Zdroj: https://api.safecast.org/en-US/bgeigie_imports/32436

6.4. Transferový koeficient

Z naměřených výsledků jsem měl pomocí zjednodušeného výpočtu stanovit transferový koeficient, který je mezi půdou a rostlinou pro radionuklid ^{137}Cs. Na tento výpočet jsem použil vzorec z metodiky Stanovení transferového koeficientu půda - rostlina v laboratoři. Tuto metodu je možné použít při mimořádné události, která je spojena s unikem radioaktivní látky a stanovit tak transferový koeficient pro konkrétní půdu a rostlinu, což může ovlivnit budoucí rozhodování o možném využití kontaminované půdy (Ježková, Rulík, 2015). Transferový koeficient jsem počítal jako podíl mezi hmotnostní aktivitou biomasy v (Bq/kg suš.) a hmotnostní aktivitou suché půdy v (Bq/kg). Výsledkem je číslo udávající hodnotu transferového koeficientu, níže v tabulce 7.

Další možností je použití Metodiky pro modelové prognózní stanovení kontaminace plodin (v prvním a dalších letech po havárii). Metodika je určena k odhadu kontaminace plodin po mimořádné události, kdy je známá plošná kontaminace na půdu, plodiny nebo známe hmotnostní aktivitu kontaminované půdy (Procházka et al., 2015). Agregovaný transferový koeficient jsem počítal jako podíl mezi biomasou v (Bq/kg) a plošnou aktivitou v (Bq/m²). Výsledkem je číslo udávané v (kg/m²) níže v tabulce 7.

Název lokalit	**Transferový koeficient Tf**	**Agregovaný transferový koeficient Tf_{ag} [kg/m^2]**
Lokalita Březovice pod Bezdězem – louka 1	0,08	0,00079
Lokalita Březinka pod Bezdězem – les	1,92	0,03210
Lokalita Katusice – louka 2	0,14	0,00204
Lokalita Katusice – pole (cukrová řepa ke konzumaci)	0,28	0,00432
Lokalita Katusice – pole (cukrová řepa nať)	0,03	0,00042

Tabulka 7 Výpočet transferového koeficientu a Agregovaného transferového koeficientu dle lokalit

7. Diskuze

K největší plošné kontaminaci půdy radionuklidem ^{137}Cs v České republice došlo na jaře 1986, a to z důvodu havárie v jaderné elektrárně Černobyl. Radioaktivita byla transportována na velké vzdálenosti vzdušnými hmotami a deponována na rozsáhla území celé Evropy (SÚRO, 1986). Jedním z nejvýznamnějších radionuklidů antropogenního původu je ^{137}Cs. Tento radionuklid byl deponován v půdě a následně transportován přes rostliny do potravního řetězce. V rámci své práce se zabývám porovnáním mnou naměřených hodnot, transferových koeficientů z půdy do rostlin s naměřenými hodnotami svých kolegů a s porovnáním výsledků z let minulých.

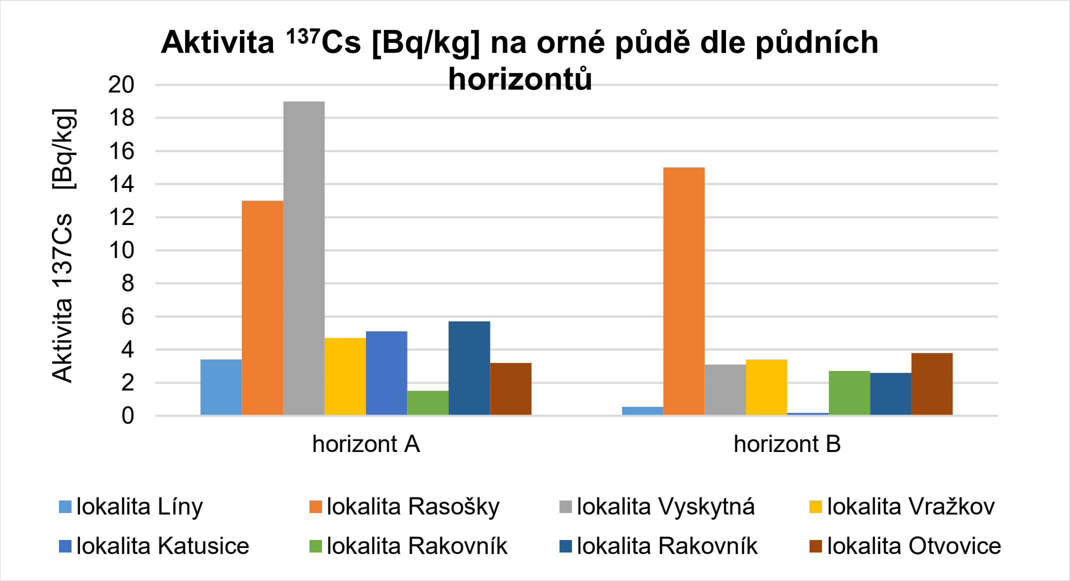
Středočeský kraj	^{137}Cs		^{134}Cs		^{103}Ru	
	ã	ā	ã	ā	ã	ā
Praha	4,31	5,4	2,1	2,64	1,4	1,68
Benešov	12,06	19,02	5,94	9,76	8,17	12,07
Beroun	1,21	1,83	0,53	0,93	0,89	1,3
Kladno	0,17	0,22	0,1	0,13	0,12	0,16
Kolín	1,44	2,23	0,99	1,22	1,31	1,87
Kutná Hora	6,58	8,87	3,08	4,3	4,2	5,89
Mělník	1,89	2,48	0,86	1,19	1,8	2,43
Ml. Boleslav	2,89	3,09	1,3	1,41	2,7	2,91
Nymburk	3,16	4,15	1,44	1,97	2,84	3,47
Praha východ	5,91	6,81	2,86	3,35	4,44	5,01
Praha západ	1,99	2,63	0,95	1,32	1,21	1,54
Příbram	1,84	0,87	0,36	0,39	0,43	0,48
Rakovník	1,89	1,54	0,71	0,75	0,91	1,06
Kraj průměr	2,13	4,76	1,14	2,55	1,59	3,37

Tabulka 8 Plošná aktivita ^{137}Cs, ^{134}Cs a ^{103}Ru, zjištěná ve vzorcích odebraných půd při celostátním průzkumu dne 17.06.1986 pro Středočeský kraj Zdroj: SÚRO URL 25

7.1. Porovnání výsledků aktivity ^{137}Cs v orné půdě

U sond provedených na orné půdě jsem odkryl dva půdní horizonty. Vrchní horizont byl označen písmenem A, u něho byla naměřena hodnota 5,1 Bq/kg. Druhá vrstva označená písmenem B vykazovala hodnotu 0,17 Bq/kg. Moje naměřené hodnoty nejsou nejvyšší, protože kolegyně v lokalitě Vyskytná naměřila hodnotu ve vrstvě A 19,0 Bq/kg (Doskočilová, 2019). Nejnižší naměřená hodnota byla stanovena v lokalitě Rakovník, a to 1,5 Bq/kg (Urbanová, nepublikované výsledky z roku 2018). U vrstvy B byla v odebraných vzorcích aktivita ^{137}Cs v lokalitě Rasošky 15,0 Bq/kg

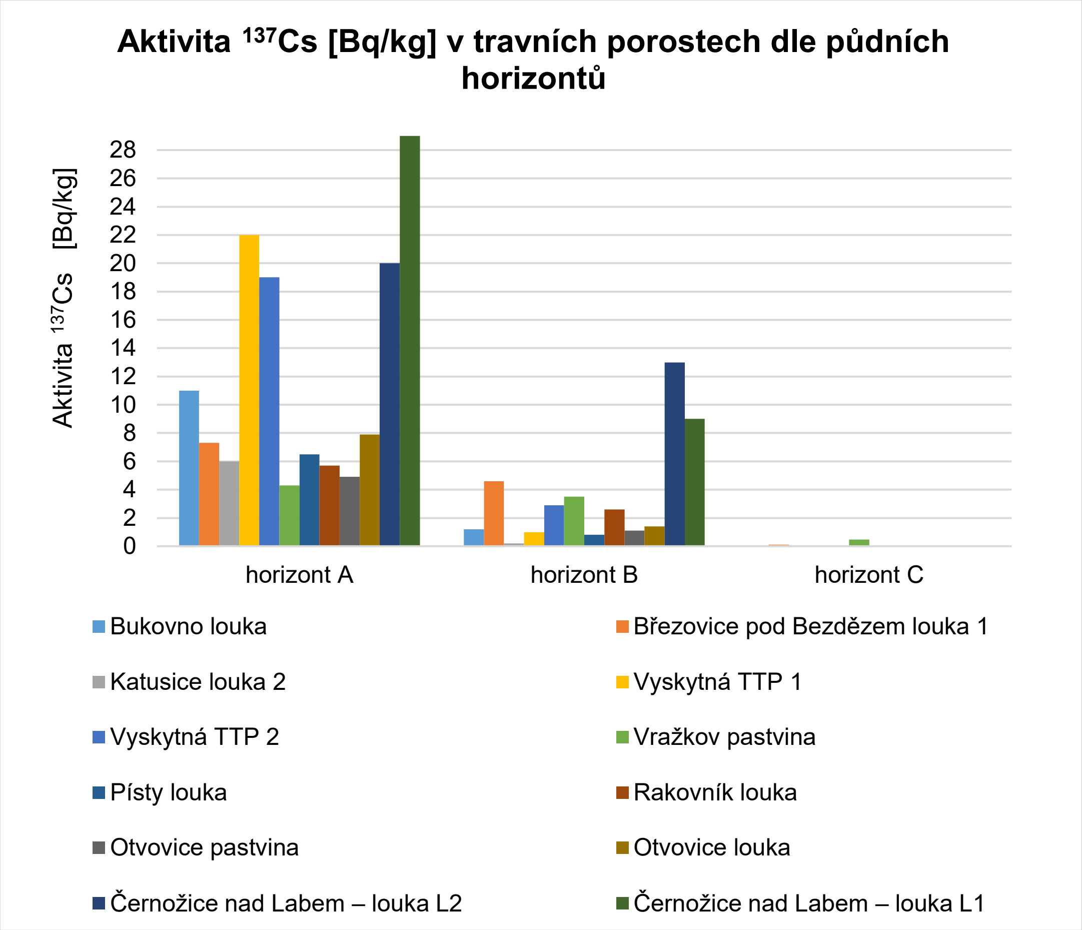
(Šestáková, 2019). Nejnižší hodnota byla zjištěna v lokalitě Katusice 0,17 Bq/kg.



Graf č. 5 Aktivita ^{137}Cs [Bq/kg] na orné půdě dle půdních horizontů

7.2. Porovnání výsledků aktivity ^{137}Cs v trvalém travním porostu

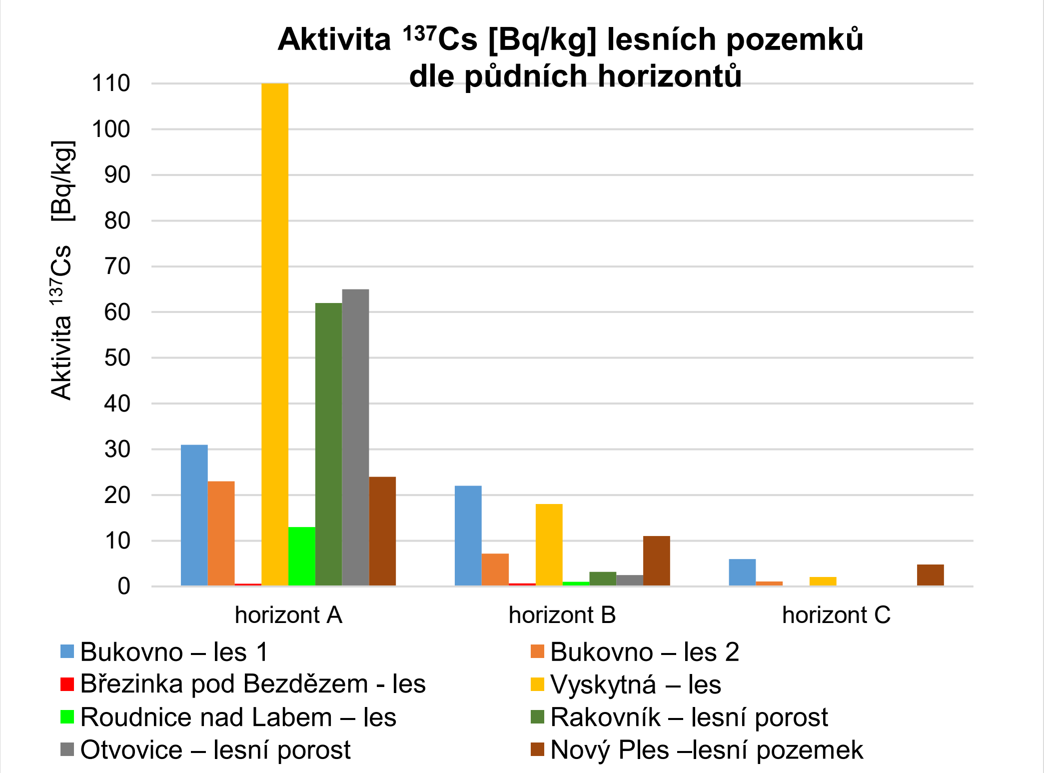
Na trvalém travním porostu jsem odebral vzorky ze dvou lokalit. U louky I jsem odkryl tři půdní horizonty a u louky II jsem odkryl dva půdní horizonty. U louky I jsem vrchní vrstvu označil A, kde byla naměřena hodnota 7,3 Bq/kg. Druhá vrstva označená písmenem B vykazovala hodnotu 4,6 Bq/kg. Třetí vrstva označená písmenem C vykazovala hodnotu 0,12 Bq/kg. U louky II jsem vrchní vrstvu označil A, kde byla naměřena hodnota 6,0 Bq/kg. Druhá vrstva označená písmenem B vykazovala hodnotu 0,2 Bq/kg. Moje naměřené hodnoty ani zde nepatří mezi nejvyšší, protože kolegyně v lokalitě Vyskytná (Doskočilová, 2019) naměřila hodnotu ve vrstvě A 19,0 Bq/kg. Nejnižší naměřená hodnota byla stanovena v lokalitě Rakovník, a to 1,5 Bq/kg (Urbanová, nepublikované výsledky z roku 2018). U vrstvy B v odebraných vzorcích byla aktivita ^{137}Cs v lokalitě Rasošky 15,0 Bq/kg (Šestáková, 2019). Nejnižší hodnota byla zjištěna v lokalitě Katusice 0,17 Bq/kg.



Graf č. 6 Aktivita ^{137}Cs [Bq/kg] v travních porostech dle půdních horizontů

7.3. Porovnání výsledků aktivity ^{137}Cs v lesní půdě

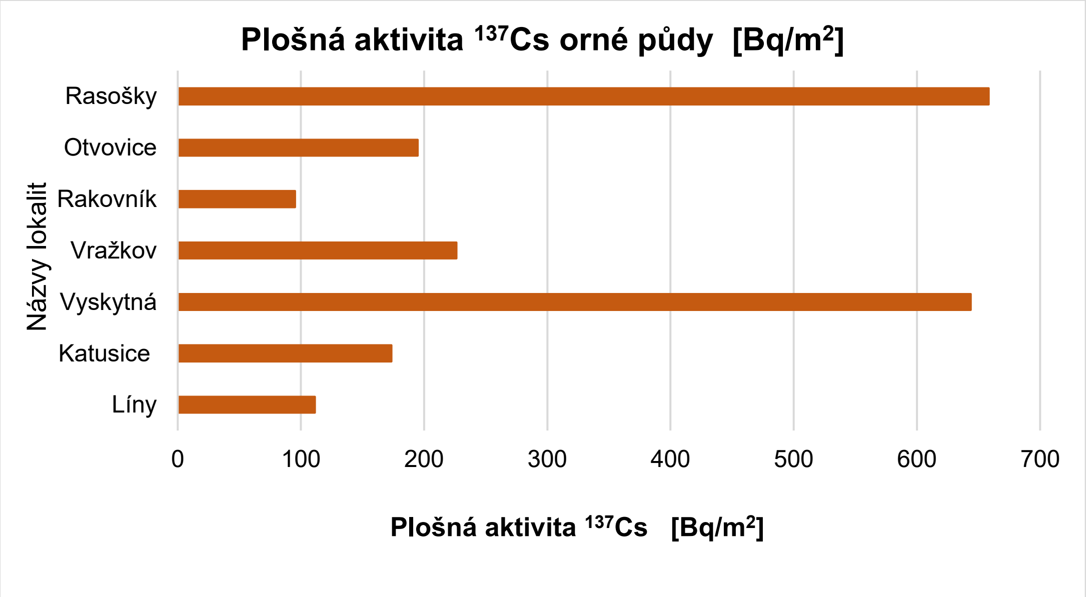
V lesní půdě jsem odebral dva půdní horizonty. Vrchní vrstvu jsem označil A, kde byla naměřena hodnota 0,59 Bq/kg. Druhá vrstva označená písmenem B vykazovala hodnotu 0,66 Bq/kg. Moje naměřené hodnoty nepatří mezi nejvyšší, protože kolegyně v lokalitě Vyskytná (Doskočilová, 2019) naměřila hodnotu ve vrstvě A 19,0 Bq/kg. Nejnižší naměřená hodnota byla stanovena v lokalitě Rakovník, a to 1,5 Bq/kg (Urbanová, nepublikované výsledky z roku 2018). U vrstvy B v odebraných vzorcích byla aktivit ^{137}Cs v lokalitě Rasošky 15,0 Bq/kg (Šestáková, 2019). Nejnižší hodnota byla zjištěna v lokalitě Katusice 0,17 Bq/kg.



Graf č. 7 Aktivita ^{137}Cs [Bq/kg] lesních pozemků dle půdních horizontů

7.4. Porovnání výsledků plošné aktivity ^{137}Cs v orné půdě

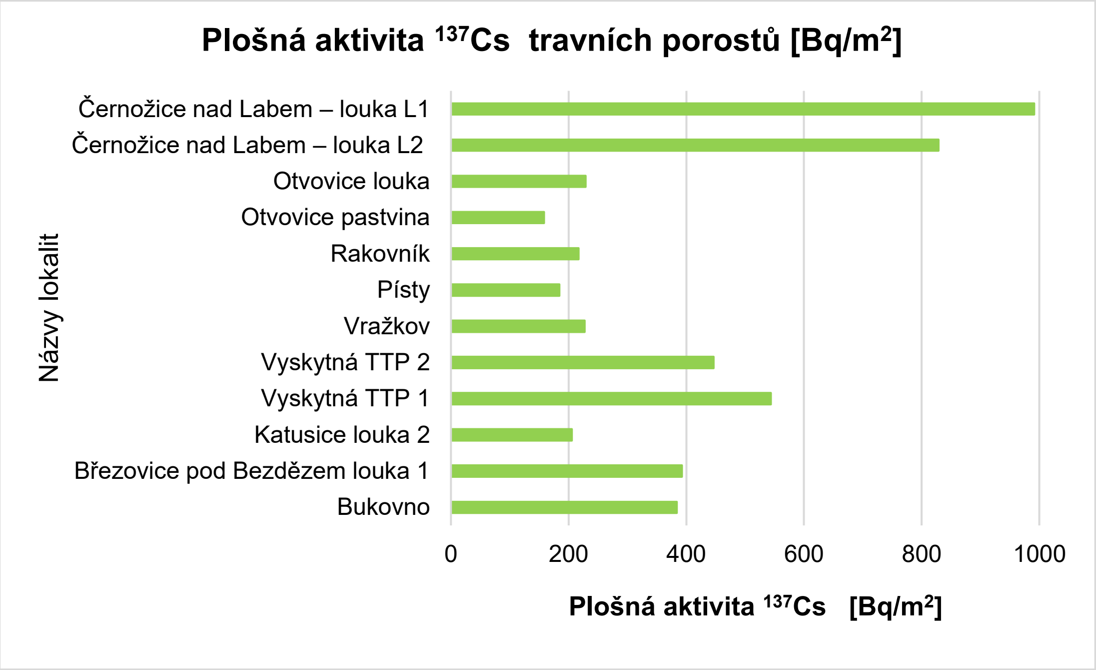
Zjištěná plošná aktivita (AP) orné půdy v lokalitě Katusice je 173,58 Bq/m^2. Nejvyšší naměřená hodnota byla ve Vyskytné 643,83 Bq/m^2 (Doskočilová, 2019). Nejnižší naměřená hodnota byla v Rakovníku, a to 92,15 Bq/m^2 (Urbanová, nepublikované výsledky z roku 2018).



Graf č. 8 Plošná aktivita ^{137}Cs orné půdy [Bq/m^2]

7.5. Porovnání výsledků plošné aktivity ^{137}Cs v trvalém travním porostu

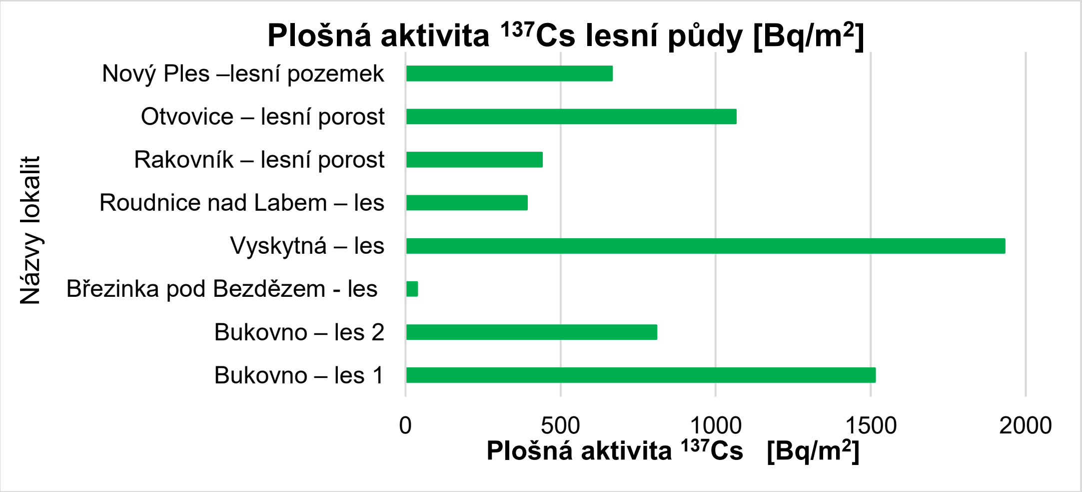
Zjištěná plošná aktivita (AP) u trvalého travního porostu v lokalitě Březovice pod Bezdězem je 392,85 Bq/m^2 a v lokalitě Katusice je 205,72 Bq/m^2. Nejvyšší naměřená hodnota je v Černožicích nad Labem 991,15 Bq/m^2 (Šestáková, 2019). Nejnižší naměřená hodnota je v Otvovicích, a to 157,99 Bq/m^2 (Stádníková, 2019).



Graf č. 9 Plošná aktivita ^{137}Cs travních porostů [Bq/m^2]

7.6. Porovnání výsledků plošné aktivity ^{137}Cs v lesní půdě

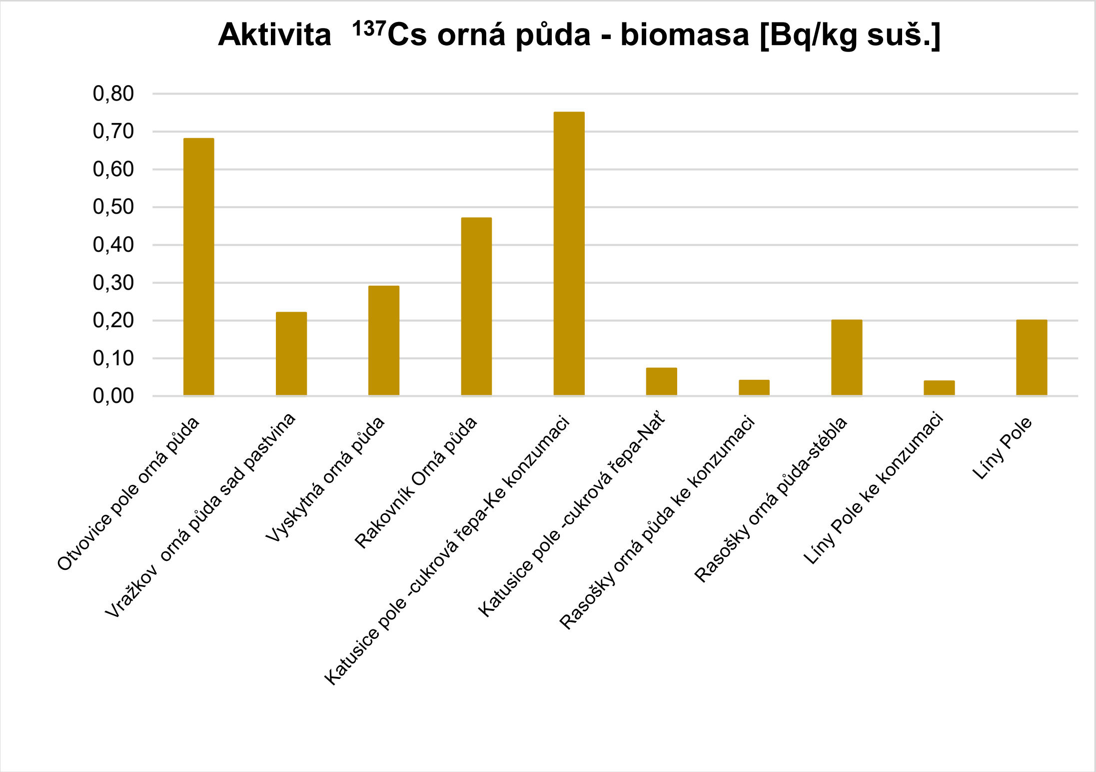
Zjištěná plošná aktivita (AP) v lesní půdě v lokalitě Březinka pod Bezdězem je 37,38 Bq/m^2. Nejvyšší naměřená hodnota je v lokalitě Vyskytná 1931,3 Bq/m^2 (Doskočilová, 2019). Nejnižší naměřená hodnota je v lokalitě Březinka pod Bezdězem, a to 37,38 Bq/m^2.



Graf č. 10 Plošná aktivita ^{137}Cs lesní půdy [Bq/m^2]

7.7. Porovnání výsledků aktivity ^{137}Cs v biomase na orné půdě

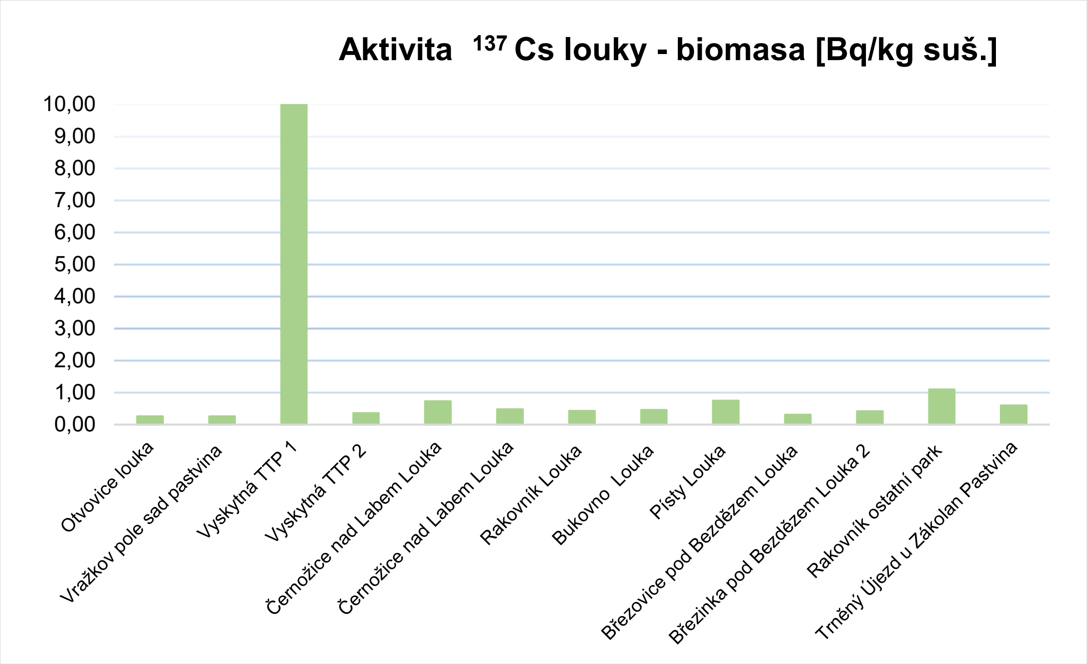
V lokalitě Katusice jsem odebral biomasu cukrovou řepu, kterou jsem rozdělil na dvě části, a to na nadzemní část nať a podzemní část bulvu. U těchto částí byla zjištěna aktivita ^{137}Cs, u bulvy 0,75 Bq/kg v sušině a u natě 0,073 Bq/kg v sušině. Nejvyšší naměřená hodnota byla v lokalitě Katusice 0,75 Bq/kg v sušině. Nejnižší naměřená hodnota byla v lokalitě Rasošky, a to 0,04 Bq/kg v sušině (Šestáková, 2019).



Graf č. 11 Aktivita ^{137} Cs orná půda – biomasa [Bq/kg suš.]

7.8. Porovnání výsledků aktivity ^{137}Cs v biomase u trvalého travního porostu

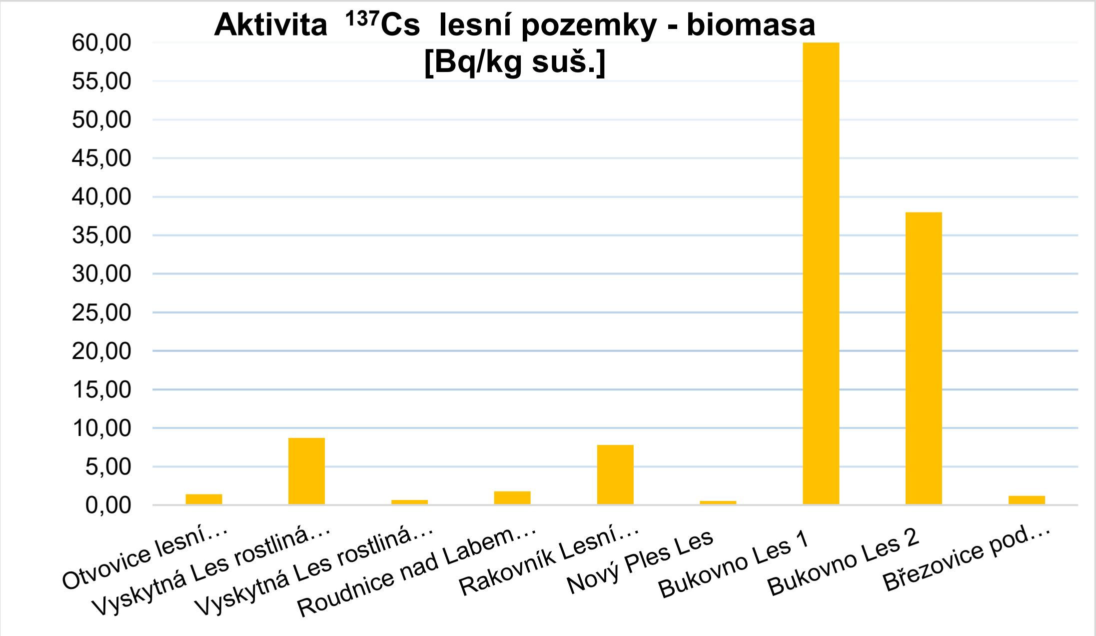
U trvalého travního porostu byly vybrány dvě lokality, a to lokalita Katusice a Březovice pod Bezdězem. Z obou lokalit jsem odebral biomasu z travních porostů. V lokalitě Katusice byla naměřena aktivita ^{137}Cs 0,42 Bq/kg v sušině. V lokalitě Březovice pod Bezdězem byla zjištěna aktivita ^{137}Cs 0,31 Bq/kg v sušině. Naproti tomu je nejvyšší naměřená hodnota v lokalitě Vyskytná 10,00 Bq/kg v sušině (Doskočilová, 2019). Nejnižší naměřená hodnota byla v lokalitě Otvovice a Vražkov, a to 0,26 Bq/kg v sušině (Stádníková, Kautská, 2019).



Graf č. 12 Aktivita ^{137}Cs louky – biomasa [Bq/kg suš.]

7.9. Porovnání výsledků aktivity ^{137}Cs v biomase u lesních porostů

Biomasu jsem odebíral na lesním pozemku v lokalitě Březinka pod Bezdězem. U vzorku byla naměřená hodnota aktivity ^{137}Cs 1,2 Bq/kg v sušině. Jedno z nejbližších míst, kde byl také odebírán vzorek biomasy, je lokalita Bukovno. Zde byla naměřená hodnota v biomase 60 Bq/kg v sušině Finkous, P., 2019), tato hodnota byla také i nejvyšší hodnotou ze všech porovnaných vzorků. Naproti tomu nejnižší naměřenou hodnotu vykazoval vzorek z lokality Nový Ples zde byla aktivita ^{137}Cs 0,53 Bq/kg v sušině (Šestáková, 2019).



Graf č. 13 Aktivita ^{137}Cs lesní pozemky – biomasa [Bq/kg suš.]

8. Závěr

Vlivem havárie jaderné elektrárny v Černobylu došlo k zamoření rozsáhlých území v Evropě. Při měření bylo zjištěno, že území České republiky bylo po přechodu třech vln radioaktivního mraku mozaikovitě kontaminováno, velký vliv na to měly probíhající srážky. Hmotnostní aktivita v půdě u zkoumaných lokalit v k.ú. Katusice, Březovice, Březinka se pohybuje v rozmezí od 0,63 Bq/kg do 4,01 Bq/kg. Při porovnání naměřených hodnot výsledků plošné aktivity v lokalitách s výsledkem naměřeným pro Mladou Boleslav z roku 1986 je patrné, že došlo k výraznému poklesu obsahu ^{137}Cs v půdě. Naměřená hodnota pro Mladou Boleslav – Dalovice byla 2,89 kBq/m^2 (Institut hygieny a epidemiologie, 1987) URL 26, kdežto výsledky ze vzorků odebraných v lokalitách Katusice, Březovice, Březinka, které jsou vzdáleny cca 20km vzdušnou čarou od Dalovic, vykazují hodnotu od 38,37 Bq/m^2 po 392,85 Bq/m^2. Je tedy možné v půdě sledovat pozvolný pokles ^{137}Cs a to lze vysvětlit radioaktivní přeměnou ^{137}Cs na stabilní ^{137}Ba. Další úbytky mohou být zapříčiněny využitím půdy v zemědělství, biologickými, chemickými a fyzikálními procesy v půdě.

9. Přehled literatury a použitých zdrojů

Literatura

- AF-CITYPLAN s.r.o., 2017: Územní plán Bělá pod Bezdězem. AF-CITYPLAN s.r.o., Praha.
- Allisy, A., 1996: Henri Becquerel: Radiation Protection Dosimetry, Oxford University Press, 68/1-2, 3–10.
- Aoyama, M.,2018: Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciens, Artificial Radionuclides. Elsevier Science, USA.
- Bučina, I., Dvořák, Z., Malátová, I., Vrbová, H., Drábová, D., 1988: Některé výsledky monitorování následků Černobylské havárie v ČSSR, Radionuklidy z černobylské havárie v půdě na území ČSSR jejich pùvod, depozice a distribuce. Ústřední informační středisko pro jaderný program, Praha.
- Čns, 2006: Mezinárodní stupnice pro hodnocení jaderných událostí. Česká nukleární společnost, Praha.
- De Cort, M., Dubois, G., Fridman, S. D., Germenchuk, MG., Izrael Y.A., Janssens, A., Arwyn, J., Kelly G. N., Knaviskova, E., Matveenko I.I., Nazarov, I. M., Pokumeiko, YM., Sitak, VA., Stukin ED., Tabachny LY., Tsaturov, YS., 1998: Atlas of Caesium 137 deposition on Europe after the Chernobyl accident. EUR 1673 EN/RU. European Commission Report EUR, Brussel.
- Doskočilová, V., 2019: Průzkum transferových koeficientů 137Cs z půdy do zemědělských plodin v kú: Vyskytná. ČZU, Praha.
- Eisenbud, M., Gesell, T. F., 1997: Environmental radioactivity from natural, industrial and military sources, 4.vydání, Elsevier Science, Academic Press, Cambridge.
- Finkous, P., 2019: Průzkum transferových koeficientů 137Cs z půdy do zemědělských plodin v kú: Bukovno, Líny. ČZU, Praha.
- Garland, J. A., Wakeford, R., 2007: Atmospheric emissions from the Windscale accident of October 1957. Atmospheric Environment 41/ 18, 3904-3920.
- Gottfried Z., 2011: Územní plán Katusice. Zdeněk Gottfried, Praha.
- Han, Y. Y., Youk, A. O., Sasser, H., & Talbott, E. O., 2011: Cancer incidence among residents of the Three Mile Island accident area: 1982–1995. Environmental research 111/8, 1230-1235.
- Hillel, D., 2007: Soil in the environment, Crucible of terrestrial life. Elsevier Science, Academic Press, Cambridge.
- Hofmanová Kautská V., 2019: Průzkum transferových koeficientů 137Cs z půdy do zemědělských plodin v k.ú. Roudnice nad Labem (741647), Písty (721042). ČZU, Praha.
- Holland, H. D., Turekian, K. K., 2003: Treatise on Geochemistry. Elsevier Science, Cambridge.
- Hůlka, J., Malátová, I., 2006: Radiační situace v České republice, přehled hlavních výsledků měření a opatření. Státní ústav radiační ochrany, Praha.
- Chlupáč, I., Brzobohatý, R., Kovanda, J., Stráník, Z., 2002: Geologická minulost České republiky. *Academia. Praha*, *436*.

- Choppin, G., Liljenzin, J. O., Rydberg, J., 2002: Radiochemistry and nuclear chemistry. Butterworth-Heinemann. Elsevier Science, USA.
- International Atomic Energy Agency, 1974: Convention on the Prevention of Marine Pollution By Dumping of Wastes and Other Matter. IAEA, Vienna
- International Atomic Energy Agency, 1978: IAEA Information Circulars INFCIRC/205/Add.1. IAEA, Vienna.
- Ježková T., Rulík P., 2015: Zpráva SÚRO 53/2015, Stanovení transferového koeficientu půda-rostlina v laboratoři – Metodika. SÚRO, Praha.
- KA * KA, 2018: Březovice územní plán. KA * KA projektový ateliér, Předměřice n. Jizerou
- Kónya, J., Nagy, N. M., 2012: Nuclear and radiochemistry: Environmental Radioactivity. Elsevier Science, Cambridge.
- Kortov, V., Ustyantsev, Y., 2013: Chernobyl accident: Causes, consequences and problems of radiation measurements. Radiation Measurements, 55, 12-16.
- Libby, W, F, 1970: Radiocarbon dating. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences*, *269*,1193, 1 - 10.
- Ložek, V., 2007: *Zrcadlo minulosti: česká a slovenská krajina v kvartéru*. Dokořán.
- Lyakhova O., N., Lukashenko S., N., Mulgin S., I., Zhdanov S., V., 2013: Tritium as an indicator of venues for nuclear tests. Journal of Environmental Radioactivity, 124, 13-21.
- Murthy, V. R., Westrenen, W., Fei, Y., 2003: Experimental evidence that potassium is a substantial radioactive heat source in planetary cores. Nature International journal of science, 423, 163–165.
- Němeček J., Mašát K., Kalenda M., 1971: Komplexní průzkum půd ČSSR: průvodní zpráva okresu Mladá Boleslav. Expediční skupina pro průzkum půd Praha – Suchdol, Praha.
- Procházka P., Brom J., Nedbal V., Vinciková H., Hůlka J., Malátová I., Rulík P., Škrkal J., 2015: Metodika pro modelové prognózní stanovení kontaminace plodin (v prvním a dalších letech po havárii). SÚRO, Praha. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, České Budějovice.
- Saenko, V., Ivanov, V., Tsyb, A., Bogdanova, T., Tronko, M., Demidchik, Y., Yamashita, S., 2011: The Chernobyl accident and its consequences. Clinical Oncology, 23/4, 234-243
- Song, J. H., Kim, T. W., 2014: Severe accident issues raised by the Fukushima accident and improvements suggested. Nuclear Engineering and Technology, 46/2, 207-216.
- Stádníková, D., 2019: Průzkum transferových koeficientů 137CS z půdy do zemědělských plodin v k.ú. Otvovice (716987), Trněný Újezd u Zákolan (790451). ČZU, Praha.
- Stan-Sion, C. (2019). Post Fukushima accident 129I concentrations in the North Pacific Ocean. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms, 438, 107-112.
- SÚRO, 2003: ZPRÁVA O ČINNOSTI 1998 – 2003. Státní ústav radiační ochrany SÚRO, Praha.

- Šestáková, K., 2019: Průzkum transferových koeficientů 137Cs z půdy do zemědělských plodin v kú: Rasošky (739413), Vlkov u Jaroměře (784079) a Černožice nad Labem (620629). ČZU, Praha.
- Taylor, A., Blake, W. H., Couldrick, L., & Keith-Roach, M. J., 2012: Sorption behaviour of beryllium-7 and implications for its use as a sediment tracer. Geoderma, 187, 16-23.
- Tölgyessy, J., Harangozó, M., 2005: Radiochemical methods, Food and Environmental Applications: Encyclopedia of Analytical Sciences, 2.vydání, Elsevier Academic Press, Cambridge.
- Tomášek, M., 2000: *Půdy české republiky*. Český geologický ústav.
- Ullmann V., 2002: Jaderná fyzika a fyzika ionizujícího záření. elektronická podoba http://astronuklfyzika.sweb.cz/, Ostrava.

Internetové zdroje:

- URL 1: Freitinger Skalická, Z., Halaška J., Havránková, R., Kubeš, J., Navrátil, L., Navrátil, V., Sabol, J., Sirový, L., Zölzer, F., 2018: Radioaktivita: Radiobiologie. Online, [cit. 2018.12.15], dostupné z http://fbmi.sirdik.org/1-kapitola/13/132.html
- URL 2: Králová, M., 2018: Objev Radioaktivity: Encyklopedie. Online, [cit. 2018.12.20], dostupné z https://edu.techmania.cz/cs/encyklopedie/fyzika/kvanta/objev-radioaktivity
- URL 3: Králová, M., 2018: Henri Becquerel: Encyklopedie. Online, [cit. 2018.12.20], dostupné z https://edu.techmania.cz/cs/encyklopedie/vedec/1055/becquerel.
- URL 4: Státní Ústav Radiační Ochrany, 2018: Základní pojmy. Online, [cit. 2018.12.15], dostupné z https://www.suro.cz/cz/radiacni-ochrana/zakladni-pojmy?searchterm=radioaktivita.
- URL 5: WikiSkripta, projekt sítě lékařských fakult MEFANET, 2018: Radionuklid. Online, [cit. 2018.12.20], dostupné z https://www.wikiskripta.eu/index.php?title=Radionuklid&oldid=396200.
- URL 6: Beta Analytic Limited London BioScience Innovation Centre, How Does Carbon Dating Work. Online, [cit. 2019.01.05], dostupné z https://www.radiocarbon.com/about-carbon-dating.htm.
- URL 7: Tritium: Encyklopedia Britannica. Online, [cit. 2019.01.05], dostupné z https://www.britannica.com/science/tritium
- URL 8: Isotopes Of Hydrogen: Encyklopedia Britannica. Online, [cit. 2019.01.05], dostupné z https://www.britannica.com/science/hydrogen/Isotopes-of-hydrogen#ref621370
- URL 9: Anonymus, 2019: Havárie jaderných elektráren. Online, [cit. 2019.02.20], dostupné z https://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/encyklopedie-energetiky/03/havarie_7.html
- URL 10: ČTK, 2017: V ČSSR musela být před 40 lety kvůli havárii odstavena JE Jaslovské Bohunice. Online, [cit. 2019.01.20], dostupné z

https://www.denik.cz/ekonomika/v-cssr-musela-byt-pred-40-lety-kvuli-havarii-odstavena-je-jaslovske-bohunice-20170221.html

- URL 11: Radionuclide Basics Strontium – 90, United States Environmental Protection Agency. Online, [cit. 2019.02.25], dostupné z https://www.epa.gov/radiation/radionuclide-basics-strontium-90
- URL 12: Radionuclide Basics Iodine, United States Environmental Protection Agency. Online, [cit. 2019.02.25], dostupné z https://www.epa.gov/radiation/radionuclide-basics-iodine
- URL 13: Radionuclide Basics Plutonium, United States Environmental Protection Agency. Online, [cit. 2019.02.25], dostupné z https://www.epa.gov/radiation/radionuclide-basics-plutonium
- URL 14: Radionuclide Basics Cesium-137, United States Environmental Protection Agency. Online, [cit. 2019.02.20], dostupné z https://www.epa.gov/radiation/radionuclide-basics-cesium-137
- URL 15: Radioisotope Brief Cesium-137, Centers for Disease Control and Prevention. Online, [cit. 2019.02.20], dostupné z https://www.emergency.cdc.gov/radiation/isotopes/cesium.asp
- URL 16: Vrba, V., Huleš, L., 2006: Humus – půda – rostlina (1) Funkce humusu v ekosystému. Biom.cz Online, [cit. 2019.02.21], dostupné z https://biom.cz/cz/odborne-clanky/humus-puda-rostlina-1-funkce-humusu-v-ekosystemu.
- URL 17: Hladký, J., 2012: O vzniku půdy. Příroda.cz Online, [cit. 2019.02.21], dostupné z https://www.priroda.cz/clanky.php?detail=1728&stranka=3
- URL 18: Zvětrávací pochody. Geografický portál zemepis.com Online, [cit. 2019.02.21], dostupné z http://www.zemepis.com/zvetravani.php
- URL 19: Pokorná D.: VŠCHT v Praze Pedologie. Online, [cit. 2018.11.30], dostupné z https://web.vscht.cz/~pokornd/HP/P%C5%99edn%C3%A1%C5%A1ky/Pedologie.pdf
- URL 20: Anonymus Cenia: Půdotvorné procesy a zvětrávání. Vítejte na Zemi.cz Online, [cit. 2018.11.30], dostupné z http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=pudotvorne_procesy_a__zvetravani&site=puda
- URL 21: Kratina, J.: Klasifikace půd Online, [cit. 2018.12.05], dostupné z http://pedologie.xf.cz/doc/zahrad/klasifikace.pdf
- URL 22: ČÚZK, 2019: k.ú.: 664537 - Katusice – podrobné informace. Online, [cit. 2019.02.19]. Dostupné z https://www.cuzk.cz/Dokument.aspx?AKCE=META:SESTAVA:MDR002_XSLT:WEBCUZK_ID:664537
- URL 23: ČÚZK, 2019 k.ú.: 614777 - Březovice pod Bezdězem – podrobné informace Online, [cit. 2019.02.19]. Dostupné z https://www.cuzk.cz/Dokument.aspx?AKCE=META:SESTAVA:MDR002_XSLT:WEBCUZK_ID:614777
- URL 24: ČÚZK, 2019: k.ú.: 614173 - Březinka pod Bezdězem - podrobné informace Online, [cit. 2019.02.19]. Dostupné z https://www.cuzk.cz/Dokument.aspx?AKCE=META:SESTAVA:MDR002_XSLT:WEBCUZK_ID:614173

- URL 25: SÚRO, 1986: Plošná aktivita ^{137}Cs, ^{134}Cs a ^{103}Ru, zjištěná ve vzorcích odebraných půd při celostátním průzkumu dne 17.06.1986. Online, [cit. 2019.02.14], dostupné z https://www.suro.cz/cz/publikace/cernobyl/plosna-aktivita-radionuklidu-zjistena-ve-vzorcich-odebranych-pud/pruzkum_pud_1986.pdf
- URL 26: Institut hygieny a epidemiologie, Centrum hygieny záření, 1987: Zpráva o radiační situaci na území ČSSR po havárii jaderné elektrárny Černobyl. Online, [cit. 2019.02.14], dostupné z dostupné z https://www.suro.cz/cz/publikace/cernobyl/zprava_1987.pdf

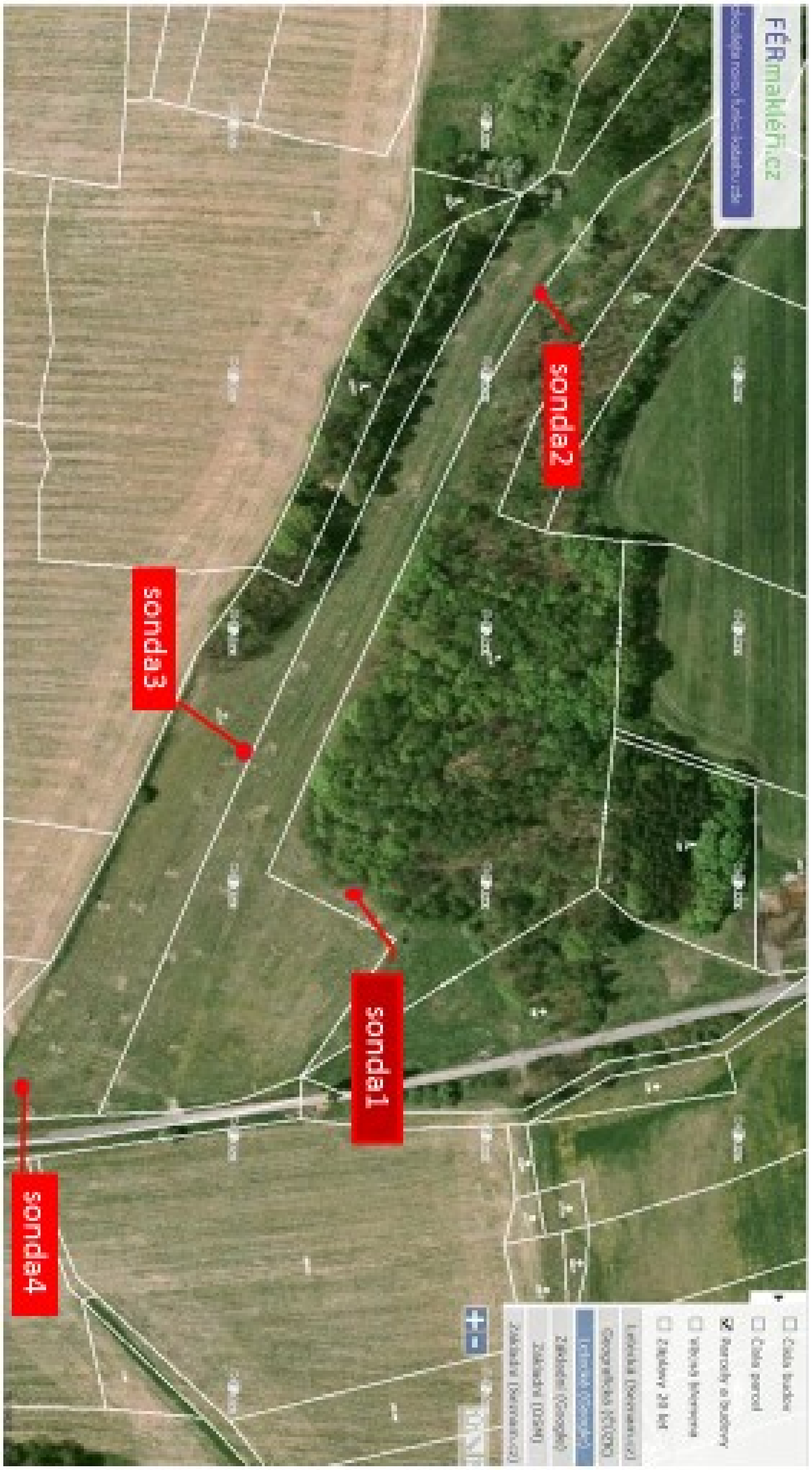
10. Přílohy

PLÁN VZORKOVÁNÍ	
Plán vzorkování vytvořil: Kontakt	Finkous Miroslav Jana Palacha 1018 Mladá Boleslav tel. 604 950 866
Vzorkování bude provádět :	Finkous Miroslav
Účel odběru vzorků	Odběr reprezentativního směsného vzorku horizontů půdního profilu les, pro zjištění přítomnosti radionuklidu Cs
Místo odběru:	Katastrální území: Březinka pod Bezdězem půdní blok č. p.č.344/1, 344/2, 343/2
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	rýč
Způsob odběru	manuálně
Počet dílčích vzorků na jeden směsný vzorek:	4
Datum odběru:	27.8.2017
Požadavky na zkoušky v místě odběru vzorku:	Změření mocnosti jednotlivých horizontů půdního profilu Fotodokumentace
Značení vzorků:	Směsný vzorek bude označen Kú. Březinka pod Bezdězem, les, A1 Kú. Březinka pod Bezdězem, les, B1
Bezpečnostní opatření:	--
Plánovaná úprava vzorku:	sušení, sítování na < 4 mm (nerezové síto)
Hmotnost směsného vzorku	1 kg
POŽADAVKY NA BALENÍ, KONZERVACI, SKLADOVÁNÍ A DOPRAVU	
Vzorkovnice, plnění:	PVC krabička
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: Miroslav Finkous	Dne: 20.8.2017

sonda1
sonda2
sonda3
sonda4

PLÁN VZORKOVÁNÍ

Plán vzorkování vytvořil: Kontakt	Finkous Miroslav Jana Palacha 1018 Mladá Boleslav tel. 604 950 866
Vzorkování bude provádět :	Finkous Miroslav
Účel odběru vzorků	Odběr reprezentativního směsného vzorku horizontů půdního profilu louka, pro zjištění přítomnosti radionuklidu Cs
Místo odběru:	Katastrální území: Březovice pod Bezdězem půdní blok č. 4402/2 p.č.217/6, 217/7, 217/8
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	rýč
Způsob odběru	manuálně
Počet dílčích vzorků na jeden směsný vzorek:	4
Datum odběru:	21.8.2017
Požadavky na zkoušky v místě odběru vzorku:	Změření mocnosti jednotlivých horizontů půdního profilu Fotodokumentace
Značení vzorků:	Směsný vzorek bude označen Kú. Březovice pod Bezdězem, les, A1 Kú. Březovice pod Bezdězem, les, B1 Kú. Březovice pod Bezdězem, les, C1
Bezpečnostní opatření:	--
Plánovaná úprava vzorku:	sušení, sítování na < 4 mm (nerezové síto)
Hmotnost směsného vzorku	1 kg
POŽADAVKY NA BALENÍ, KONZERVACI, SKLADOVÁNÍ A DOPRAVU	
Vzorkovnice, plnění:	PVC krabička
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: Miroslav Finkous	Dne: 20.8.2017


FÉRmakléři.cz
sonda1
sonda2
sonda3
sonda4

PLÁN VZORKOVÁNÍ

Plán vzorkování vytvořil: Kontakt	Finkous Miroslav Jana Palacha 1018 Mladá Boleslav tel. 604 950 866
Vzorkování bude provádět :	Finkous Miroslav
Účel odběru vzorků	Odběr reprezentativního směsného vzorku horizontů půdního profilu louka, pro zjištění přítomnosti radionuklidu Cs
Místo odběru:	Katastrální území: Březinka pod Bezdězem, Katusice půdní blok č. 2503/1, 2401/6 p.č.278, 1019, 1026, 976
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	rýč
Způsob odběru	manuálně
Počet dílčích vzorků na jeden směsný vzorek:	4
Datum odběru:	27.8.2017
Požadavky na zkoušky v místě odběru vzorku:	Změření mocnosti jednotlivých horizontů půdního profilu Fotodokumentace
Značení vzorků:	Směsný vzorek bude označen Kú. Březinka pod Bezdězem, Katusice, louka, A1 Kú. Březinka pod Bezdězem, Katusice, louka, B1
Bezpečnostní opatření:	--
Plánovaná úprava vzorku:	sušení, sítování na < 4 mm (nerezové síto)
Hmotnost směsného vzorku	1 kg
POŽADAVKY NA BALENÍ, KONZERVACI, SKLADOVÁNÍ A DOPRAVU	
Vzorkovnice, plnění:	PVC krabička
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: Miroslav Finkous	Dne: 20.8.2017

FÉRmakléři.cz
sonda2
sonda4
sonda1
sonda3

PLÁN VZORKOVÁNÍ	
Plán vzorkování vytvořil: Kontakt	Finkous Miroslav Jana Palacha 1018 Mladá Boleslav tel. 604 950 866
Vzorkování bude provádět :	Finkous Miroslav
Účel odběru vzorků	Odběr reprezentativního směsného vzorku horizontů půdního profilu orné půdy, pro zjištění přítomnosti radionuklidu Cs
Místo odběru:	Katastrální území: Katusice půdní blok č. 2602/1 p.č.172/1
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	rýč
Způsob odběru	manuálně
Počet dílčích vzorků na jeden směsný vzorek:	5
Datum odběru:	22.8.2017
Požadavky na zkoušky v místě odběru vzorku:	Změření mocnosti jednotlivých horizontů půdního profilu Fotodokumentace
Značení vzorků:	Směsný vzorek bude označen Kú. Katusice orná půda, A1 Kú. Katusice orná půda, B1
Bezpečnostní opatření:	--
Plánovaná úprava vzorku:	sušení, sítování na < 4 mm (nerezové síto)
Hmotnost směsného vzorku	1 kg
POŽADAVKY NA BALENÍ, KONZERVACI, SKLADOVÁNÍ A DOPRAVU	
Vzorkovnice, plnění:	PVC krabička
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: Miroslav Finkous	Dne: 20.8.2017

FÉRmakléři.cz
sonda5
sonda4
sonda3
sonda1
sonda2
Zde je pole rozděleno

Protokolární záznam o odběru vzorku

Průvodní list odběru vzorků

Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt	Finkous Miroslav, Jana Palacha 1018 Ml. Boleslav, tel: 604 950 866
Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků	Ing. Miloslav Peterka, Mgr. Milan Peterka, Jan Martinec

Kultura	les
katastrální území	Březinka pod Bezdězem (614173)
správní obec	Bělá pod Bezdězem (535443)
Půdní blok č.	
Velikost v ha	1,5323 ha
Parcelní čísla	344/1, 344/2, 343/2- část plochy

		Místní měření
Ukazatel	**Hodnota**	**Jednotka**
Teplota vzduchu	**27**	°C
Počasí:	jasno	

datum odběru:	27.8.2017	Čas odběru:	12:46 - 13:00
Souřadnice odběru:	N 50.46526º E 014.76429º		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
A 1.1	23cm		
B 1.1	30 cm		
C 1.1	0 cm	Tato vrstva nebyla odkryta.	
datum odběru:	27.8.2017	Čas odběru:	13:10 – 13:20
Souřadnice odběru:	N 50.46596º E 014.76490º		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
A 1.2	27cm		
B 1.2	23 cm		
C 1.2	0 cm	Tato vrstva nebyla odkryta.	
datum odběru:	27.8.2017	Čas odběru:	13:30 – 13:40
Souřadnice odběru:	N 50.46603º E 014.76298º		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
A 1.3	25 cm		
B 1.3	30 cm		
C 1.3	0 cm	Tato vrstva nebyla odkryta.	
datum odběru:	27.8.20	Čas odběru:	13:50 – 13:59
Souřadnice odběru:	N 50.46560º - E 014.76286°		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
A 1.4	20 cm		
B 1.4	37 cm		
C 1.4	0 cm	Tato vrstva nebyla odkryta.	

Použité vzorkovací pomůcky: Rýč, plastový kelímek, lopatka na odběr vzorků, metr.

Schéma odběrového místa s vyznačením odběrových míst

Poznámka k odběru: Vzorek je označen Les - Březinka

Podpis osoby, která provedla odběry:

Protokolární záznam o odběru vzorku

Průvodní list odběru vzorků

Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt	Finkous Miroslav, Jana Palacha 1018 Ml. Boleslav, tel: 604 950 866
Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků	Uživatelem: Družstvo Březovice

Kultura	louka
katastrální území	Březovice pod Bezdězem (614777)
správní obec	Březovice
Půdní blok č.	4402/2 část plochy
Velikost v ha	2.2ha
Parcelní čísla	217/6 část plochy, 217/7, 217/8–část plochy

		Místní měření
Ukazatel	**Hodnota**	**Jednotka**
Teplota vzduchu	**20**	°C
Počasí:	polojasno	

datum odběru:	21.8.2017	Čas odběru:	14:37-15:25
Souřadnice odběru:	N 50.47045° E 014.75493°		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
A 1.1	7 cm		
B 1.1	27 cm		
C 1.1	18 cm		
datum odběru:	21.8.2017	Čas odběru:	15:25-15:16::00
Souřadnice odběru:	N 50.47090° E 014.75227°		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
A 1.2	8 cm		
B 1.2	29 cm		
C 1.2	14 cm		
datum odběru:	21.8.2017	Čas odběru:	16:02-16:30
Souřadnice odběru:	N 50.46995° E 014.75441°		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
A 1.3	5 cm		
B 1.3	25 cm		
C 1.3	20 cm		
datum odběru:	21.8.2017	Čas odběru:	16:36-17:00
Souřadnice odběru:	N 50.46965° - E 014.75574°		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
A 1.4	39 cm		
B 1.4	19 cm		
C 1.4	0 cm	Tato vrstva nebyla odkryta.	

Použité vzorkovací pomůcky: Rýč, plastový kelímek, lopatka na odběr vzorků, metr.

Schéma odběrového místa s vyznačením odběrových míst

Poznámka k odběru: Vzorek je označen dle příslušného Půdního bloku.

Podpis osoby, která provedla odběry:

Protokolární záznam o odběru vzorku

Průvodní list odběru vzorků

Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt	Finkous Miroslav, Jana Palacha 1018 Ml. Boleslav, tel: 604 950 866
Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků	Uživatelem: Družstvo Březovice

Kultura	Louka 2
katastrální území	Katusice, Březinka pod Bezdězem
správní obec	Katusice, Bělá pod Bezdězem
Půdní blok č.	2503/1, 2401/6
Velikost v ha	4,4 ha , 3,61 ha
Parcelní čísla	278, 1019, 1026, 976 použity části ploch

		Místní měření
Ukazatel	**Hodnota**	**Jednotka**
Teplota vzduchu	**27**	°C
Počasí:	jasno	

datum odběru:	27.8.2017	Čas odběru:	9:00 – 9:30
Souřadnice odběru:	N 50.46214 º E 014.76754º		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
A 1.1	32 cm		
B 1.1	18 cm		
C 1.1	0 cm	Tato vrstva nebyla odkryta.	
datum odběru:	27.8.2017	Čas odběru:	9:40 – 10:00
Souřadnice odběru:	N 50.46365º E 014.76204º		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
A 1.2	28 cm		
B 1.2	20 cm		
C 1.2	0 cm	Tato vrstva nebyla odkryta.	
datum odběru:	27.8.2017	Čas odběru:	10:20 – 10:40
Souřadnice odběru:	N 50.46062º E 014.77655º		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
A 1.3	24 cm		
B 1.3	34 cm		
C 1.3	0 cm	Tato vrstva nebyla odkryta.	
datum odběru:	27.8.2017	Čas odběru:	11:00 – 11:20
Souřadnice odběru:	N 50.46051º E 014.76623°		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
A 1.4	30 cm		
B 1.4	25 cm		
C 1.4	0 cm	Tato vrstva nebyla odkryta.	

Použité vzorkovací pomůcky: Rýč, plastový kelímek, lopatka na odběr vzorků, metr.

Schéma odběrového místa s vyznačením odběrových míst

Poznámka k odběru: Vzorek je označen dle příslušného půdního bloku.

Podpis osoby, která provedla odběry:

Protokolární záznam o odběru vzorku

Průvodní list odběru vzorků

Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt	Finkous Miroslav, Jana Palacha 1018 Ml. Boleslav, tel: 604 950 866
Vlastník nebo úluživatel dotčených pozemků	Uživatelem: zemědělská společnost Katusice s.r.o.

Kultura	Pole
katastrální území	Katusice (664537)
správní obec	Katusice (536008)
Půdní blok č.	2602/1 - část plochy půdního bloku
Velikost v ha	53ha
Parcelní čísla	172/1 – část plochy

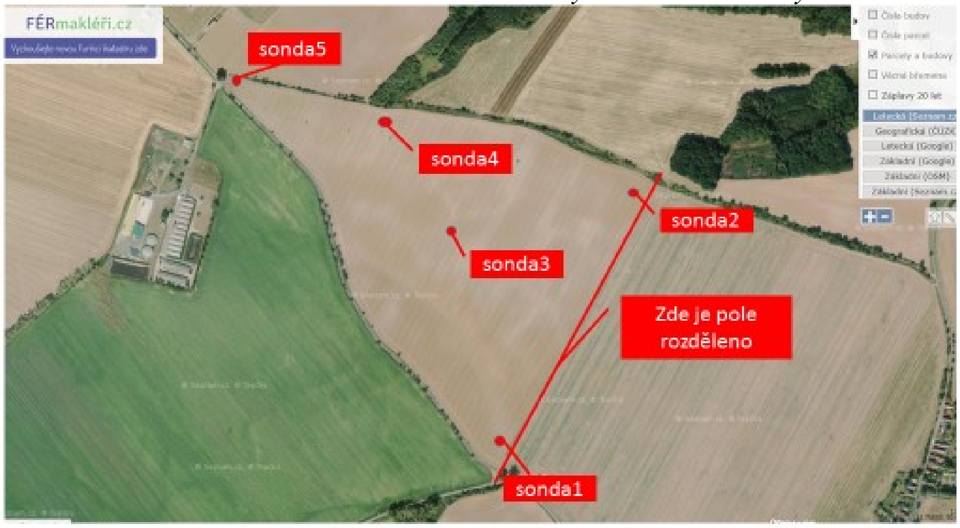
		Místní měření
Ukazatel	**Hodnota**	**Jednotka**
Teplota vzduchu	**23**	°C
Počasí:	jasno	

datum odběru:	22.8.2017	Čas odběru:	14:45 – 15:00
Souřadnice odběru:	N 50.45169º E 014.76711º		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
A 1.1	42 cm		
B 1.1	15 cm		
C 1.1	0 cm	Tato vrstva nebyla odkryta	
datum odběru:	22.8.2017	Čas odběru:	15:15 – 15:22
Souřadnice odběru:	N 50.45612º E 014.77044º		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
A 1.2	31cm		
B 1.2	25cm		
C 1.2	0 cm	Tato vrstva nebyla odkryta	
datum odběru:	22.8.2017	Čas odběru:	15:40 – 15:47
Souřadnice odběru:	N 50.45475º E 014.76543º		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
A 1.3	39 cm		
B 1.3	20 cm		
C 1.3	0 cm	Tato vrstva nebyla odkryta	
datum odběru:	22.8.2017	Čas odběru:	16:00-16.13
Souřadnice odběru:	N 50.45695° E 014.76288°		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
A 1.4	34 cm		
B 1.4	23 cm		
C 1.4	0 cm	Tato vrstva nebyla odkryta	

datum odběru:	22.8.2017	Čas odběru:	16:37_-16:44
Souřadnice odběru:	N 50.45818 E 014.75786		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
A 1.5	35 cm		
B 1.5	24 cm		
C 1.5	0 cm	Tato vrstva nebyla odkryta	

Použité vzorkovací pomůcky: Rýč, plastový kelímek, lopatka na odběr vzorků, metr.

Schéma odběrového místa s vyznačením odběrových míst

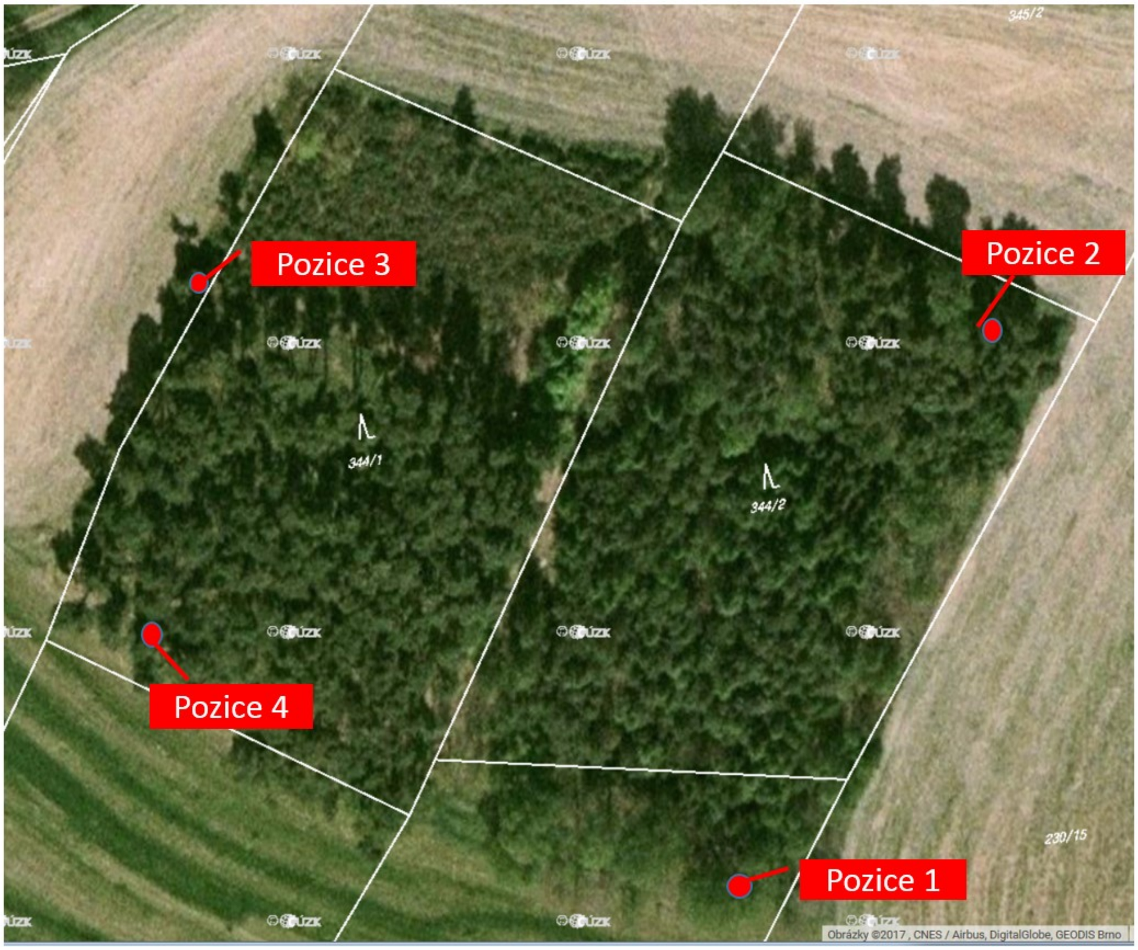


Poznámka k odběru: Vzorek je označen dle příslušného půdního bloku.

Podpis osoby, která provedla odběry:

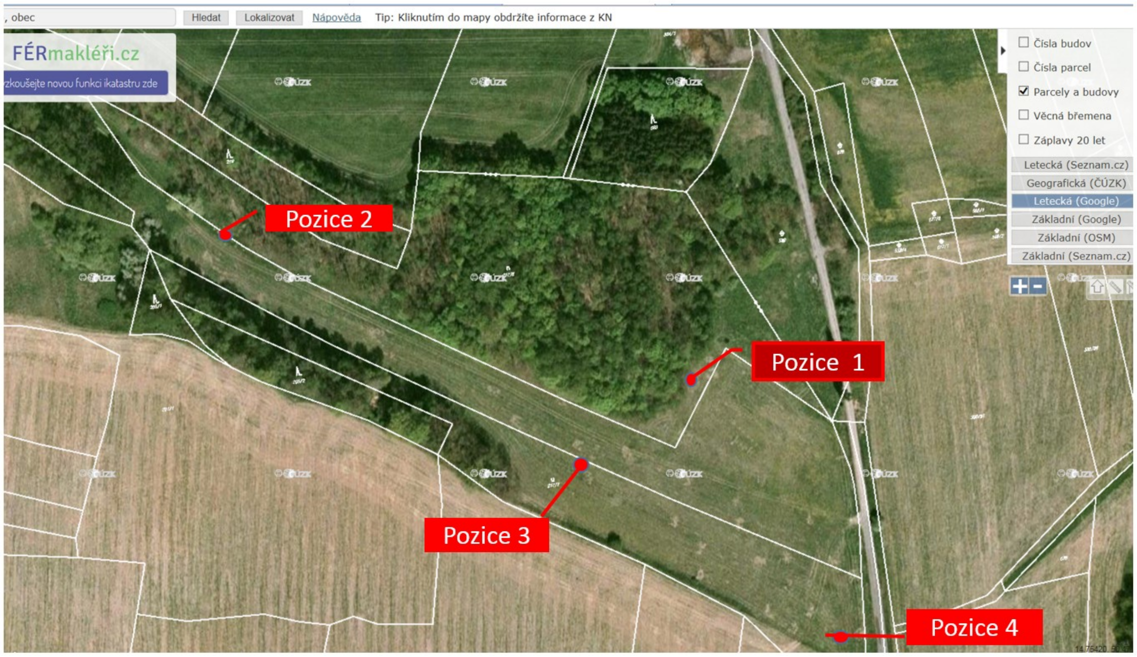
PLÁN VZORKOVÁNÍ	
Plán vzorkování vytvořil: Kontakt	Miroslav Finkous, Jana Palacha 1018 Ml. Boleslav, tel: 604 950 866
Vzorkování bude provádět:	Miroslav Finkous
Účel odběru vzorků	Odběr reprezentativního směsného vzorku biomasy z lesního pozemku pro zjištění přítomnosti radionuklidu 137 Cs
Místo odběru:	Katastrální území: Březinka pod Bezdězem (614173) půdní blok č. p.č. 344/1, 344/2, 343/2- část plochy
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	Srp,
Způsob odběru	manuálně
Počet dílčích vzorků na jeden směsný vzorek:	11
Datum odběru:	23.8.2018
Požadavky na zkoušky v místě odběru vzorku:	Odběr požadovaného množství biomasy
Značení vzorků:	Směsný vzorek bude označen Biomasa kú.
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 radiační ochrany, v. v. i. Bartoškova 1450/28, 140 00 PRAHA 4 - Nusle**
rozsah požadovaných analýz:	Zjištění hodnot 137 Cs v biomase
Plán zpracoval: Miroslav Finkous	Dne: 18.8.2018

Schéma odběrového místa s vyznačením odběrových míst



PLÁN VZORKOVÁNÍ	
Plán vzorkování vytvořil: Kontakt	Miroslav Finkous, Jana Palacha 1018 Ml. Boleslav, tel: 604 950 866
Vzorkování bude provádět:	Miroslav Finkous
Účel odběru vzorků	Odběr reprezentativního směsného vzorku biomasy z louky pro zjištění přítomnosti radionuklidu 137 Cs
Místo odběru:	Katastrální území: Březovice pod Bezdězem (614777) půdní blok č. 4402/2 p.č. 217/6 část plochy, 217/7, 217/8–část plochy
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	Srp,
Způsob odběru	manuálně
Počet dílčích vzorků na jeden směsný vzorek:	11
Datum odběru:	23.8.2018
Požadavky na zkoušky v místě odběru vzorku:	Odběr požadovaného množství biomasy
Značení vzorků:	Směsný vzorek bude označen Biomasa kú. Březovice pod Bezdězem (614777)
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 radiační ochrany, v. v. i.** **Bartoškova 1450/28, 140 00 PRAHA 4 - Nusle**
rozsah požadovaných analýz:	Zjištění hodnot 137 Cs v biomase
Plán zpracoval: Miroslav Finkous	Dne: 18.8.2018

Schéma odběrového místa s vyznačením odběrových míst



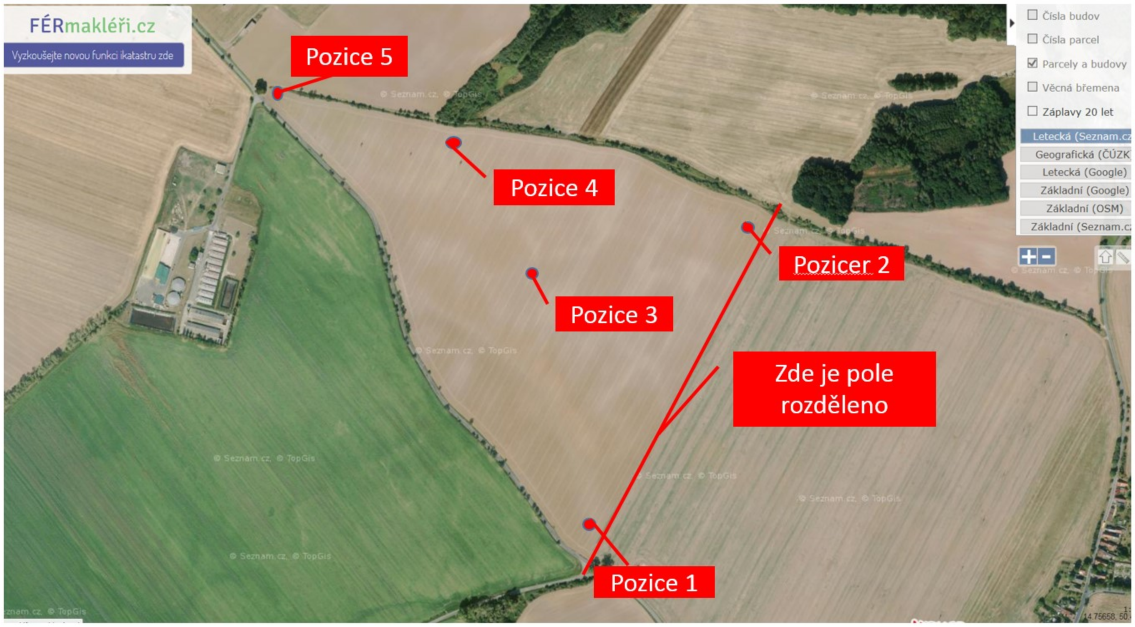
PLÁN VZORKOVÁNÍ

Plán vzorkování vytvořil: Kontakt	Miroslav Finkous, Jana Palacha 1018 Ml. Boleslav, tel: 604 950 866
Vzorkování bude provádět:	Miroslav Finkous
Účel odběru vzorků	Odběr reprezentativního směsného vzorku biomasy z louky2 pro zjištění přítomnosti radionuklidu 137 Cs
Místo odběru:	Katastrální území: Březinka pod Bezdězem, Katusice půdní blok č. 2503/1, 2401/6 p.č.278, 1019, 1026, 976
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	Srp,
Způsob odběru	manuálně
Počet dílčích vzorků na jeden směsný vzorek:	11
Datum odběru:	23.8.2018
Požadavky na zkoušky v místě odběru vzorku:	Odběr požadovaného množství biomasy
Značení vzorků:	Směsný vzorek bude označen Biomasa kú.
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 radiační ochrany, v. v. i. Bartoškova 1450/28, 140 00 PRAHA 4 - Nusle**
rozsah požadovaných analýz:	Zjištění hodnot 137 Cs v biomase
Plán zpracoval: Miroslav Finkous	Dne: 18.8.2018

Schéma odběrového místa s vyznačením odběrových míst

PLÁN VZORKOVÁNÍ	
Plán vzorkování vytvořil: Kontakt	Miroslav Finkous, Jana Palacha 1018 Ml. Boleslav, tel: 604 950 866
Vzorkování bude provádět:	Miroslav Finkous
Účel odběru vzorků	Odběr reprezentativního směsného vzorku biomasy cukrové řepy pro zjištění přítomnosti radionuklidu 137 Cs
Místo odběru:	Katastrální území: Katusice (664537) půdní blok č. 2602/1 - část plochy půdního bloku p.č. 172/1 – část plochy
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	Rýč,
Způsob odběru	manuálně
Počet dílčích vzorků na jeden směsný vzorek:	11
Datum odběru:	30.8.2018
Požadavky na zkoušky v místě odběru vzorku:	Odběr požadovaného množství biomasy
Značení vzorků:	Směsný vzorek bude označen Biomasa kú. Katusice (664537) Biomasa ke konzumaci kú. Katusice (664537)
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 radiační ochrany, v. v. i. Bartoškova 1450/28, 140 00 PRAHA 4 - Nusle**
rozsah požadovaných analýz:	Zjištění hodnot 137 Cs v biomase
Plán zpracoval: Miroslav Finkous	Dne: 18.8.2018

Schéma odběrového místa s vyznačením odběrových míst



Protokolární záznam o odběru vzorku

Průvodní list odběru vzorků

Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt	Finkous Miroslav, Jana Palacha 1018 Ml. Boleslav, tel: 604 950 866
Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků	Ing. Miloslav Peterka, Mgr. Milan Peterka, Jan Martinec

Kultura	Lesní pozemek
katastrální území	Březinka pod Bezdězem (614173)
správní obec	Bělá pod Bezdězem (535443)
Půdní blok č.	
Velikost v ha	1,5323 ha
Parcelní čísla	344/1, 344/2, 343/2- část plochy

		Místní měření
Ukazatel	**Hodnota**	**Jednotka**
Teplota vzduchu	**30**	°C
Počasí:	jasno	

datum odběru:	23.8.2018	Čas odběru:	15:00-17:00
Souřadnice odběru:	N 50.46526º E 014.76429º		
Označení dílčího vzorku	Poznámky:		
Biomasa-les			
datum odběru:	23.8.2018	Čas odběru:	15:00-17:00
Souřadnice odběru:	N 50.46596º E 014.76490º		
Označení dílčího vzorku	Poznámky:		
Biomasa-les			
datum odběru:	23.8.2018	Čas odběru:	15:00-17:00
Souřadnice odběru:	N 50.46603º E 014.76298º		
Označení dílčího vzorku	Poznámky:		
Biomasa-les			
datum odběru:	23.8.2018	Čas odběru:	15:00-17:00
Souřadnice odběru:	N 50.46560º E 014.76286°		
Označení dílčího vzorku	Poznámky:		
Biomasa-les			

Použité vzorkovací pomůcky: srp.

Schéma odběrového místa s vyznačením odběrových míst

Poznámka k odběru: Vzorek je označen Lesní pozemek - Březinka

Podpis osoby, která provedla odběry:

Protokolární záznam o odběru vzorku

Průvodní list odběru vzorků

Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt	Finkous Miroslav, Jana Palacha 1018 Ml. Boleslav, tel: 604 950 866
Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků	Uživatelem: Družstvo Březovice

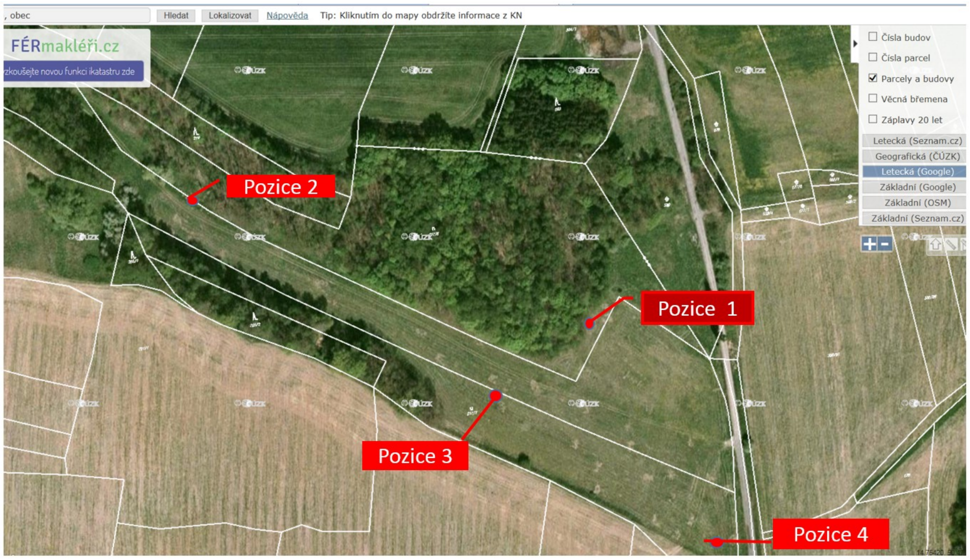
Kultura	louka
katastrální území	Březovice pod Bezdězem (614777)
správní obec	Březovice
Půdní blok č.	4402/2
Velikost v ha	2.2ha
Parcelní čísla	217/6 část plochy, 217/7, 217/8–část plochy

		Místní měření
Ukazatel	**Hodnota**	**Jednotka**
Teplota vzduchu	**30**	°C
Počasí:	jasno	

datum odběru:	23.8.2018	Čas odběru:	15:00-17:00
Souřadnice odběru:	N 50.47045º E 014.75493º		
Označení dílčího vzorku	Poznámka:		
Biomasa-louka1			
datum odběru:	23.8.2018	Čas odběru:	15:00-17:00
Souřadnice odběru:	N 50.47090º E 014.75227º		
Označení dílčího vzorku	Poznámka:		
Biomasa-louka1			
datum odběru:	23.8.2018	Čas odběru:	15:00-17:00
Souřadnice odběru:	N 50.46995º E 014.75441º		
Označení dílčího vzorku	Poznámka:		
Biomasa-louka1			
datum odběru:	23.8.2018	Čas odběru:	15:00-17:00
Souřadnice odběru:	N 50.46965º E 014.75574º		
Označení dílčího vzorku	Poznámka:		
Biomasa-louka1			

Použité vzorkovací pomůcky: Srp.

Schéma odběrového místa s vyznačením odběrových míst



Poznámka k odběru: Vzorek je označen dle příslušného Půdního bloku.

Podpis osoby, která provedla odběry:

Protokolární záznam o odběru vzorku

Průvodní list odběru vzorků

Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt	Finkous Miroslav, Jana Palacha 1018 Ml. Boleslav, tel: 604 950 866
Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků	Uživatelem: Družstvo Březovice

Kultura	Louka 2
katastrální území	Katusice, Březinka pod Bezdězem
správní obec	Katusice, Bělá pod Bezdězem
Půdní blok č.	2503/1, 2401/6
Velikost v ha	4,4 ha , 3,61 ha
Parcelní čísla	278, 1019, 1026, 976 použity části ploch

		Místní měření
Ukazatel	**Hodnota**	**Jednotka**
Teplota vzduchu	**30**	°C
Počasí:	jasno	

datum odběru:	23.8.2018	Čas odběru:	15:00-17:00
Souřadnice odběru:	N 50.46214 º E 014.76754º		
Označení dílčího vzorku	Poznámky:		
Biomasa-louka2			
datum odběru:	23.8.2018	Čas odběru:	15:00-17:00
Souřadnice odběru:	N 50.46365º E 014.76204º		
Označení dílčího vzorku	Poznámky:		
Biomasa-louka2			
datum odběru:	23.8.2018	Čas odběru:	15:00-17:00
Souřadnice odběru:	N 50.46062º E 014.77655º		
Označení dílčího vzorku	Poznámky:		
Biomasa-louka2			
datum odběru:	23.8.2018	Čas odběru:	15:00-17:00
Souřadnice odběru:	N 50.46051º E 014.76623°		
Označení dílčího vzorku	Poznámky:		
Biomasa-louka2			

Použité vzorkovací pomůcky: Srp.

Schéma odběrového místa s vyznačením odběrových míst

Poznámka k odběru: Vzorek je označen dle příslušného půdního bloku.

Podpis osoby, která provedla odběry:

Protokolární záznam o odběru vzorku

Průvodní list odběru vzorků

Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt	Finkous Miroslav, Jana Palacha 1018 Ml. Boleslav, tel: 604 950 866
Vlastník nebo úluživatel dotčených pozemků	Uživatelem: zemědělská společnost Katusice s.r.o.

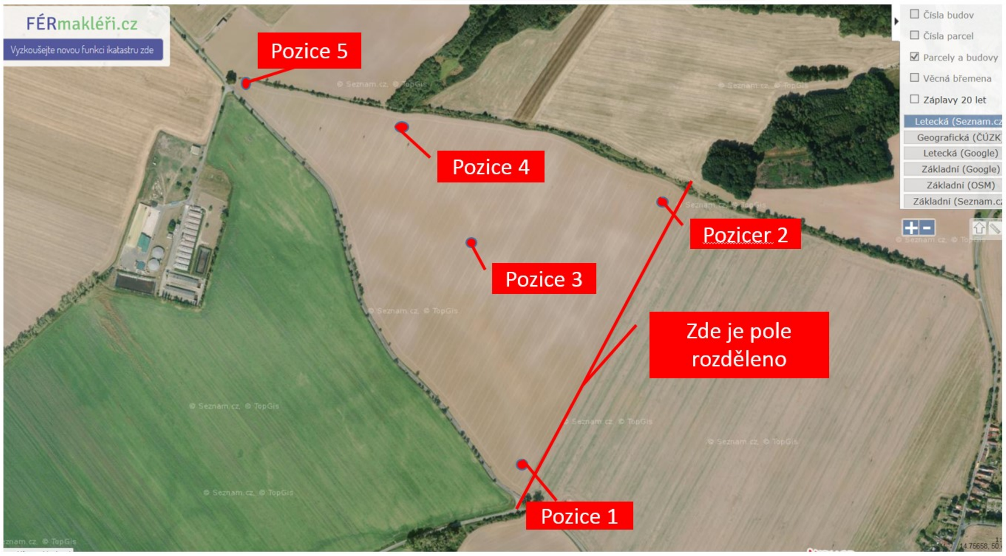
Kultura	Pole-cukrová řepa
katastrální území	Katusice (664537)
správní obec	Katusice (536008)
Půdní blok č.	2602/1 - část plochy půdního bloku
Velikost v ha	53ha
Parcelní čísla	172/1 – část plochy

		Místní měření
Ukazatel	**Hodnota**	**Jednotka**
Teplota vzduchu	**22**	°C
Počasí:	polojasno	

datum odběru:	30.8.2018	Čas odběru:	16:00-18:00
Souřadnice odběru:	N 50.45169º E 014.76711º		
Označení dílčího vzorku	Poznámky:		
Biomasa-jedlá část			
datum odběru:	30.8.2018	Čas odběru:	16:00-18:00
Souřadnice odběru:	N 50.45612º E 014.77044º		
Označení dílčího vzorku	Poznámky:		
Biomasa-jedlá část			
datum odběru:	30.8.2018	Čas odběru:	16:00-18:00
Souřadnice odběru:	N 50.45475º E 014.76543º		
Označení dílčího vzorku	Poznámky:		
Biomasa-jedlá část			
datum odběru:	30.8.2018	Čas odběru:	16:00-18:00
Souřadnice odběru:	N 50.45695° E 014.76288°		
Označení dílčího vzorku	Poznámky:		
Biomasa-jedlá část			
datum odběru:	30.8.2018	Čas odběru:	16:00-18:00
Souřadnice odběru:	N 50.45818° E 014.75786°		
Označení dílčího vzorku	Poznámky:		
Biomasa-jedlá část			

Použité vzorkovací pomůcky: Rýč, nůž, struhadlo.

Schéma odběrového místa s vyznačením odběrových míst



Poznámka k odběru: Vzorek je označen dle příslušného půdního bloku.

Podpis osoby, která provedla odběry:

Protokolární záznam o odběru vzorku

Průvodní list odběru vzorků

Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt	Finkous Miroslav, Jana Palacha 1018 Ml. Boleslav, tel: 604 950 866
Vlastník nebo úluživatel dotčených pozemků	Uživatelem: zemědělská společnost Katusice s.r.o.

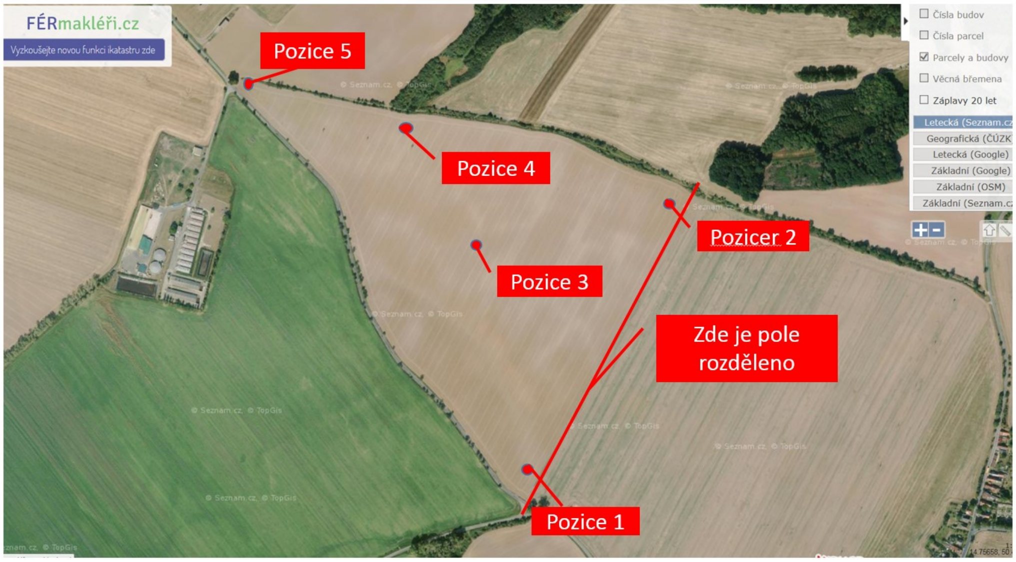
Kultura	Pole-cukrová řepa
katastrální území	Katusice (664537)
správní obec	Katusice (536008)
Půdní blok č.	2602/1 - část plochy půdního bloku
Velikost v ha	53ha
Parcelní čísla	172/1 – část plochy

		Místní měření
Ukazatel	**Hodnota**	**Jednotka**
Teplota vzduchu	**22**	°C
Počasí:	polojasno	

datum odběru:	30.8.2018	Čas odběru:	16:00-18:00
Souřadnice odběru:	N 50.45169º E 014.76711º		
Označení dílčího vzorku	Poznámky:		
Biomasa-nejedlá část			
datum odběru:	30.8.2018	Čas odběru:	16:00-18:00
Souřadnice odběru:	N 50.45612º E 014.77044º		
Označení dílčího vzorku	Poznámky:		
Biomasa-nejedlá část			
datum odběru:	30.8.2018	Čas odběru:	16:00-18:00
Souřadnice odběru:	N 50.45475º E 014.76543º		
Označení dílčího vzorku	Poznámky:		
Biomasa-nejedlá část			
datum odběru:	30.8.2018	Čas odběru:	16:00-18:00
Souřadnice odběru:	N 50.45695º E 014.76288°		
Označení dílčího vzorku	Poznámky:		
Biomasa-nejedlá část			
datum odběru:	30.8.2018	Čas odběru:	16:00-18:00
Souřadnice odběru:	N 50.45818° E 014.75786°		
Označení dílčího vzorku	Poznámky:		
Biomasa-nejedlá část			

Použité vzorkovací pomůcky: Rýč, nůž, struhadlo.

Schéma odběrového místa s vyznačením odběrových míst



Poznámka k odběru: Vzorek je označen dle příslušného půdního bloku.

Podpis osoby, která provedla odběry: