

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**  
**FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**



**Sledování množství  $^{137}\text{Cs}$  v půdě a vegetaci a plošné měření  
dávkového příkonu na vybraných lokalitách - Nová Telib.**

Bakalářská práce

Autor práce: Radek Šoltýs

Vedoucí práce: doc. RNDr. Emilie Pecharová, CSc

Praha, 2020

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Radek Šoltýs

Krajinářství  
Územní technická a správní služba

Název práce

Sledování množství  $^{137}\text{Cs}$  v půdě a vegetaci a plošné měření dávkového příkonu na vybraných lokalitách – Nová Telib

Název anglicky

Monitoring the amount of  $^{137}\text{Cs}$  in soil and vegetation and the blanket measurement of batch power at selected locations – Nová Telib

---

### Cíle práce

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

### Metodika

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

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

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

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

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

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

---

**Doporučený rozsah práce**

35 stran

**Klíčová slova**

137Cs, transferový koeficient, radioaktivita, radionuklidy, cesium, spektrometrie

---

**Doporučené zdroje informací**

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

---

**Předběžný termín obhajoby**

2019/20 LS – FŽP

**Vedoucí práce**

doc. RNDr. Emilie Pecharová, CSc.

**Garantující pracoviště**

Katedra aplikované ekologie

---

Elektronicky schváleno dne 19. 3. 2020

prof. Ing. Jan Vymazal, CSc.

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 20. 3. 2020

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 28. 03. 2020

## Prohlášení

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

V .....dne.....

.....  
Podpis autora práce

## **Poděkování**

Touto cestou bych velice rád poděkoval paní doc. RNDr. Emilii Pecharové CSc. vedoucí bakalářské práce za odborné vedení, ochotu a trpělivost za poskytnuté odborné rady a konzultace, které mi věnovala v průběhu zpracování bakalářské práce. Mé poděkování patří také pracovníkům Státního ústavu radiační ochrany v Praze, kteří se podíleli na zpracování a vyhodnocení vzorků pro mou práci. Dále bych touto cestou rád poděkoval kolegům Michaele Voříškové, Václavu Makowskému a Petru Bouškovi, se kterými jsem studoval, za jejich podporu při studiích. Kolegovi Petru Kuchařovi za asistenci při odběru půdních vzorků a vegetace. V neposlední řadě bych rád poděkoval své rodině za jejich podporu a trpělivost při mém studiu.

## Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá porovnáním plošné aktivity  $^{137}\text{Cs}$  ve vzorcích půdy a hmotnostní aktivity  $^{137}\text{Cs}$  u rostlinné biomasy. Tyto vzorky byly odebrány ve vybraném katastrálním území Nová Telib v okrese Mladá Boleslav a porovnány s naměřenými hodnotami odebraných vzorků půd při celostátním průzkumu plošné aktivity  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{134}\text{Cs}$  a  $^{103}\text{Ru}$  ze dne 17.6.1986. Kontaminace radionuklidy byla zapříčiněna havárií jaderné elektrárny v Černobylu dne 26.4.1986 a následným šířením radioaktivního spadu na rozsáhlá území Evropy. Pro tuto bakalářskou práci byly ve vybraném katastrálním území Nová Telib postupně odebírány vzorky půd a rostlinné biomasy ze stanovišť lesního porostu, orné půdy a louky, která nebyla od roku 1986 obdělávána. Na těchto vybraných stanovištích katastrálního území Nová Telib jsem provedl zapůjčeným přístrojem Safecast měření dávkového příkonu. Nashromážděná data a půdní vzorky byly předány na pracoviště SÚRO Praha. Po provedeném rozboru vzorků na pracovišti spektrometrie a následném předání výsledných dat, jsem provedl vyhodnocení a porovnání výsledných hodnot s kolegy, kteří zajišťovali odběr vzorků z jiných katastrálních území České republiky. Tyto výsledné hodnoty jsem dále porovnal s hodnotami uvedenými při celostátním průzkumu v roce 1986.

**Klíčová slova:**  $^{137}\text{Cs}$ , transferový koeficient, radioaktivita, radionuklidy, cesium, spektrometrie

## Abstract

The bachelor thesis deals with specific activity of the  $^{137}\text{Cs}$  in soil samples and with mass activity of the  $^{137}\text{Cs}$  in plant biomass. These samples were taken in the selected cadastral area Nová Telib in the district of Mladá Boleslav and compared with the measured values of the soil samples taken in the national survey of specific activity of  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{134}\text{Cs}$  and  $^{103}\text{Ru}$  from June 17, 1986. Radionuclide contamination was caused by the accident at the Chernobyl nuclear power plant on April 26, 1986 and the subsequent spread of radioactive fallout to large areas of Europe. For this bachelor thesis in selected cadastral area Nová Telib, soil and plant biomass samples were gradually taken from forest stands, arable land and meadow, which have not been cultivated since 1986. At these selected places of the cadastral area Nová Telib, I performed a dose rate measurement using a loaned Safecast device. The collected data and soil samples were handed over to the National Radiation Protection Institute Prague workplace. After analysis of the samples at the Workplace of Spectrometry and subsequent transmission of the resulting data, I made an evaluation and comparison of the resulting values with colleagues who provided sampling from other cadastral areas of the Czech Republic. Then I compared these results with the results of the survey in 1986.

**Key words:**  $^{137}\text{Cs}$ , transfer coefficient, radioactivity, radionuclides, cesium, spectrometry

## Obsah

<b>1. Úvod</b> .....	<b>10</b>
<b>2. Cíle práce</b> .....	<b>11</b>
<b>3. Literární přehled</b> .....	<b>12</b>
3.1 Mladoboleslavský bioregion.....	12
3.2 Poloha, základní údaje.....	13
3.3 Horniny a reliéf.....	13
3.4 Půdy.....	14
3.5 Biota.....	14
3.6 Hydrogeologický rajon 4430.....	15
3.7 Zájmové území - Nová Telib k.ú. 705276.....	16
3.8 Vývoj využití půdy.....	17
3.8 Přírodní park Chlum u Mladé Boleslavi.....	18
<b>4. Radioaktivita</b> .....	<b>20</b>
4.1. Radioaktivita a historie.....	20
4.2. Technologie jaderné elektrárny.....	20
4.3. Havárie jaderné elektrárny v Černobylu.....	21
4.4. Opatření k zajištění následků havárie.....	23
4.5. Hlavní radionuklidy uvolněné do životního prostředí.....	23
4.6. $^{137}\text{Cs}$ .....	24
4.7. Kontaminace půdy $^{137}\text{Cs}$ .....	25
<b>5. Metodika</b> .....	<b>26</b>
5.1 Výběr lokality odběru vzorků půd a vegetace.....	26
5.2 Odběr půdních vzorků.....	26
5.3 Příprava půdních vzorků.....	27
5.4 Pomůcky k odběru vzorků.....	27
5.5 Měření plošné aktivity $^{137}\text{Cs}$ půdních vzorků.....	28
5.6 Odběr vzorků rostlinné biomasy.....	28
5.7 Příprava vzorků rostlinné biomasy.....	29
5.8 Pomůcky k odběru vegetace.....	29
5.9 Dávkový příkon - měření.....	30
5.10 Použitý HW, SW.....	30
<b>6. Výsledky</b> .....	<b>31</b>
6.1 Měření dávkového příkonu záření gama.....	31
6.2 Hodnoty rozboru půd $^{137}\text{Cs}$ .....	33
6.3 Hodnoty $^{137}\text{Cs}$ ve vzorcích rostlinné biomasy.....	36
6.4 Porovnání Hmotnostní aktivity $^{137}\text{Cs}$ v půdě a rostlinné biomase.....	38



6.5	Transferové koeficienty .....	39
<b>7.</b>	<b>Diskuse</b> .....	<b>40</b>
7.1	Porovnání výsledků plošné aktivity $^{137}\text{Cs}$ .....	41
7.2	Porovnání výsledků hmotnostní aktivity $^{137}\text{Cs}$ u půdních vzorků.....	43
7.3	Porovnání výsledků hmotnostní aktivity $^{137}\text{Cs}$ v rostlinné biomase .....	46
<b>8.</b>	<b>Závěr</b> .....	<b>49</b>
<b>9.</b>	<b>Přehled literatury a použitých zdrojů</b> .....	<b>50</b>
9.1	Literatura.....	50
9.2	Internetové zdroje: .....	53
<b>10.</b>	<b>Přílohy</b> .....	<b>54</b>

# 1. Úvod

U většiny lidí vyvolává pojem radioaktivita, radioaktivní záření, jaderná energetika nebo jaderná energie převážně smíšené pocity spojené s nebezpečím, které jsou ovlivněny několika desetiletími studené války a obavou z důsledků největší havárie jaderné elektrárny v Černobyli.

Tato bakalářská práce je zaměřena právě na vyhodnocení jednoho z antropogenních radionuklidů, kterým byla zamořena rozsáhlá území Evropy vlivem atmosférických vzdušných proudů. Jedná se o radionuklid  $^{137}\text{Cs}$ . Na základě této havárie byl prováděn v bývalém Československu rozsáhlý průzkum půd a následně i monitoring koncentrace radionuklidů v živočišné stravě, jelikož pomocí kořenového systému vstupují radionuklidy z půdy do potravního řetězce až k potravinám pro obyvatelstvo. Byla shromažďována data k ucelenému vyhodnocení radiační situace na celém území bývalého Československa.

Úkolem této bakalářské práce bylo dle zadání a dle metodiky zajištění odběru půdních vzorků a rostlinné biomasy v lokalitě Nová Telib, předání těchto vzorků do laboratoří Státního ústavu radiační ochrany v Praze k zajištění rozboru. Dalším úkolem bylo měření dávkového příkonu na této lokalitě. Na základě získaných dat z rozborů půdních vzorků a rostlinné biomasy včetně měření dávkového příkonu bylo provedeno vyhodnocení ve výsledcích této bakalářské práce. Dále byly porovnány aktuální výsledky půdních vzorků s údaji celostátního rozboru půd, zajištěné v roce 1986. Dalším výsledkem je porovnání hodnot naměřených na jiných lokalitách dle jednotné metodiky, které zajišťovali ostatní členové studentského týmu. Jednalo se o lokality Modlany, Stvolínky, Lysá nad Labem, Patřín a Loučeň.

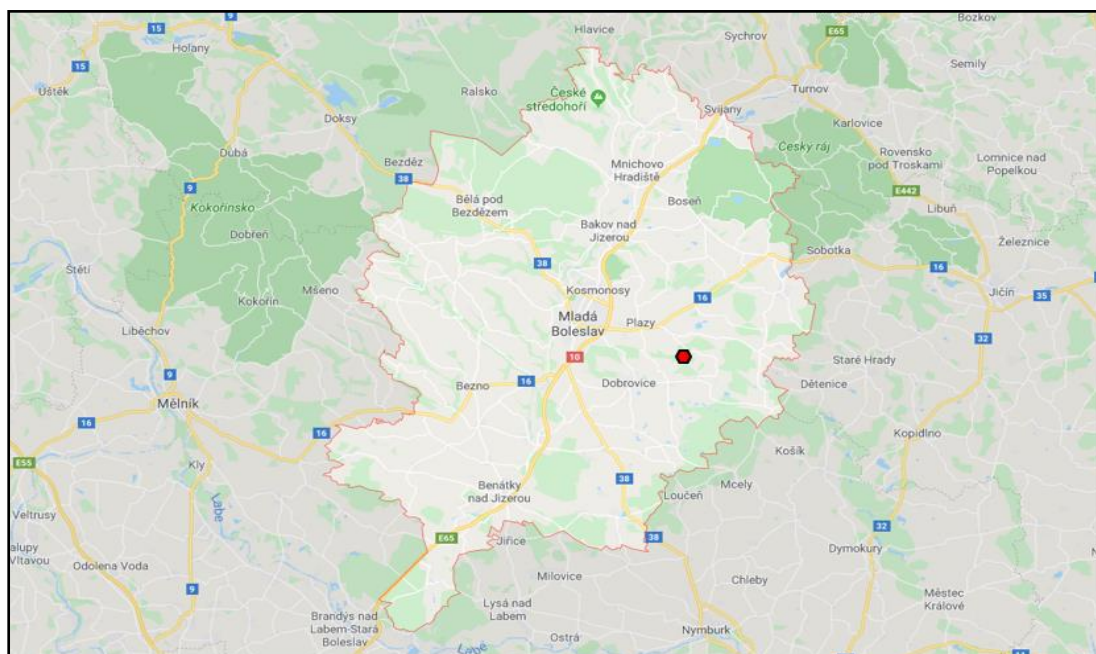
## 2. Cíle práce

Cílem práce je odebrat ze zvolené lokality Nová Telib reálné vzorky půdy a rostlinné biomasy ze zemědělsky obdělávané orné půdy, z lesního porostu a zemědělsky nedotčené luční půdy pro sledování množství  $^{137}\text{Cs}$ . Projekt vznikl ve spolupráci se Státním ústavem radiační ochrany (SÚRO, Praha) jako pilotní projekt pro hodnocení množství  $^{137}\text{Cs}$  po havárii v Černobylu. Predikci vývoje radiační situace je možné založit na extenzivním průzkumu půd a následně vyhodnotit množství  $^{137}\text{Cs}$  z jednotlivých odebraných vzorků půd a vegetace. Ve zmíněné lokalitě bude provedeno měření dávkového příkonu pomocí přístroje Safecast.

## 3. Literární přehled

### 3.1 Mladoboleslavský bioregion

Mladá Boleslav se nachází v severní části Středočeského kraje. Řeka Jizera rozděluje tento kraj na dvě, téměř stejné části. Rozloha okresu Mladá Boleslav je 1023 km<sup>2</sup> z toho v roce 2019 tvořila 62,5 % zemědělská půda a 26,1 % lesy. Svou rozlohou zaujímá 3. místo ve Středočeském kraji. 9,4% z rozlohy kraje. Povrch okresu je členitý. Na severu převažují pahorkatiny Českého ráje, jižní část okresu je nížinatá a zasahuje až k Labi, do něhož ústí řeka Jizera. Tento soutok je také nejnižším bodem okresu, nejvyšším bodem je vrch Mužský (463 m n. m.). Počet obyvatel v okrese Mladá Boleslav k roku 2019 činil přes 129 tisíc a hustota zalidnění je přibližně 126 ob./km<sup>2</sup>. Hospodářský vývoj regionu byl určován v minulosti zeměpisnou polohou. Severní část měla předpoklady k rozvoji papírenského, textilního a kovodělného průmyslu, na jihu převažovalo zemědělské využití půdy (URL1). V současné době se zde pěstují převážně obilniny a řepa cukrovka, která je zpracovávána v cukrovaru v Dobrovinci (Beneš, Městecká, Veverka, 2001). Dominantním odvětvím je automobilový průmysl (Škoda Auto a.s.), který významně ovlivňuje ekonomickou situaci regionu, ale i celého státu (Herčík, Králík, 2005). Na území okresu částečně zasahují chráněné krajinné oblasti Český ráj a Kokořínsko – Máchův kraj. Také se zde nacházejí národní přírodní památky Radouč, Rečkov a Klokočka. Mladoboleslavsko má bohatý fond historických a kulturních památek (URL1).



Lokalita odběru vzorků ●

Obr. 1. Situace odběru vzorků v okrese Mladá Boleslav

Zdroj: Mapy.CZ, upraveno

### 3.2 Poloha, základní údaje

Mladoboleslavský bioregion se vyznačuje převážně nízkým reliéfem, který je tvořen Mrlinskou tabulí, východní částí Jizerské tabule a jižní částí Turnovské pahorkatiny (Demek et al., 2006). Tvar bioregionu je protáhlý směrem od severu k jihu. Na jihovýchodě pokračuje do okresů Kolín a Nymburk. Jeho typická část je tvořena slínovcovou pahorkatinou s těžkými jílovitými půdami. Tato část je charakterizována poměrně teplým, vlhkým klimatem. Tomu odpovídá druhý vegetační stupeň bukovo-dubový, zastoupený habrovými doubravami, potočními luhy, bažinnými olšinami a slatinami. Toto však není reprezentováno hřbetem Chlumu a Kosmonoské výšiny u Mladé Boleslavi, kde se především na severních svazích vyskytují bučiny a na jižních svazích teplomilné doubravy (Němec, 2000). V tomto bioregionu převažují pole a ubývají přírodě blízké vlhké a slatinné louky. Nacházejí se zde větší komplexy lesů, převážně nepůvodní borové a smrkové, ale též dubo-habrové a dubové. V těchto lesích se nachází i vzácná teplomilná fauna. Zastoupeny jsou zde i rybníky s mokřady, které jsou obývány vodním ptactvem.

### 3.3 Horniny a reliéf

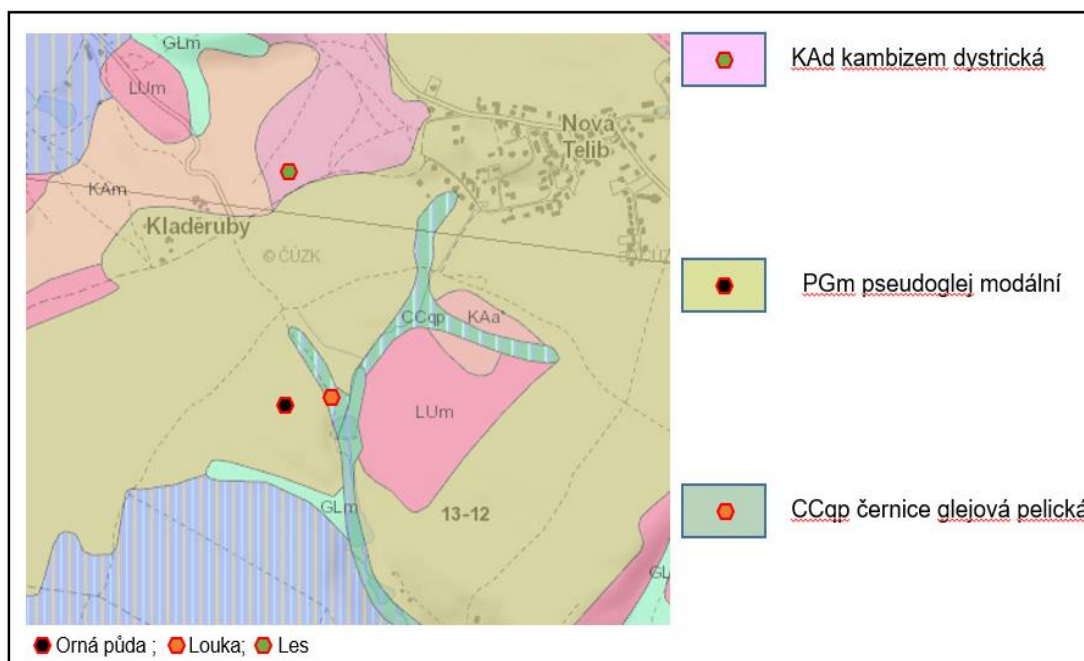
Celá oblast Mladoboleslavského bioregionu je vybudována na vápničných horninách svrchní křídy – vápnitě jílovce, slínovce, slíny. Pískovce jsou zastoupeny v severní části ve vyšších polohách. Vyvýšené plošiny jsou pokryty štěrkopísky starých jizerských teras. Do sousedních slínových terénů bývá často zavlečen štěrk, spráše tvoří jen menší ohraničené plochy. Severně od Mladé Boleslavi sedimenty pronikají neogenní čediče, tvořící i celé žilníky (vrch Baba u Kosmonos). Reliéf v málo odolných slínech je ploše pahorkatinný s nevysokými, převážně oblými návršími, širokými kotlinami a mělkými údolími. Výšková členitost je zde 30-75 m, místy přechází do roviny s členitostí do 30m. V okolí Mcel jsou význačné terasové plošiny, místy s okrajovými hranami. Kontrastními prvky bioregionu jsou vyvýšeniny převyšující okolí o více jak 100 m (Chlum u Mladé Boleslavi - 367 m.n.m.) nebo čedičovými žilami zpevněné vrchy (Kalvárka - 241 m.n.m., Horka - 310 m.n.m., Kosmonoská výšina - 363 m.n.m.). Sesuvy se převážně vyskytují v členitějších úsecích Chlumu a Baby. Zde jsou také drobná ložiska pěnovce. Významné skalní útvary zde nejsou zastoupeny (Němec, 2000).

Nejnižší bod Mladoboleslavského bioregionu se nachází na okraji s Polabským ve výšce 190 m.n.m. a nejvyššími body jsou Chlum u Mladé Boleslavi 367 m.n.m. a severní okraj Vlastibořic 410 m.n.m. Převážná část území se však nachází ve výšce 210-270 m.n.m.

### 3.4 Půdy

Charakteristikou bioregionu je poměrně velkoplošná mozaika typů půd, kde jsou černoze na těžkých substrátech často oglejené, pelické. Černice se vyskytují na nivních sedimentech. Na východní straně od Mladé Boleslavi se hojně vyskytují na jílech a odvápněných slínech pelické primární pseudogleje, Luvizemě jsou zastopeny na hlinitých píscích na ohraničených plochách. Na jihu vystupují kambizemní pararendziny na hojných výchozech křídových hornin. V zamokřených sníženinách organozemě typu náslatí. Na velkých ostrovech štěrkopískových plošin se nacházejí nenasyčené arenické kambizemě (Němec, 2000).

Okolí obce Nová Telib je zastoupeno převážně pseudoglejí modální, kambizemí dystrickou a v menším měřítku také černicí glejovou pelickou, viz obr. č 2.



Obr. 2. Situace odběru vzorků ve výřezu z půdní mapy

Zdroj: Geomapy.cz, upraveno

### 3.5 Biota

Fytogeograficky se bioregion nachází v termofytiku. Leží prakticky na celém okrese 13. Rožďalovická pahorkatina a zároveň na východním okraji fytogeografického okresu 12. Dolní Pojizeří, z mezofytika podokres 55b. Střední Pojizeří. Vegetační stupně kolinní až suprakolinní (Skalický, 1988).

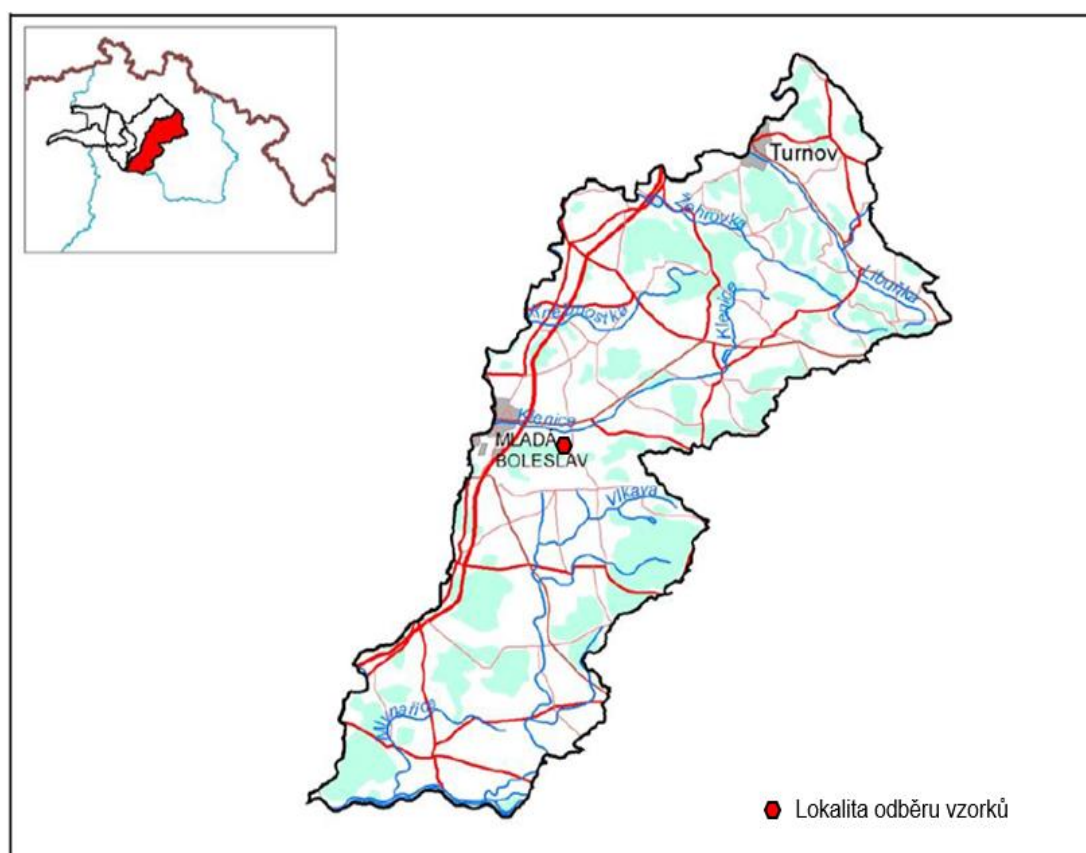
Culek et al. (2013) uvádí, že přirozenou vegetací na území tohoto bioregionu jsou habrové a lipové doubravy včetně teplomilných doubrav. Acidofilní doubravy jsou zastoupeny na kyselých štěrkopískových terasách. Náročnější typy doubrav se

zastoupení šípáku se nacházejí na Chlumu na prudších jižních svazích. Ochuzené květnaté bučiny jsou zastoupeny v severní části bioregionu. Podél vodních toků jsou typické nivy se střemchovými jaseninami i bažinnými olšinami. Chybí přirozené bezlesí. Charakteristickou vegetací těžkých bazických půd jsou teplomilné polní plevely.

### 3.6 Hydrogeologický rajon 4430

S rozlohou 899,5 km<sup>2</sup> se jedná o rozsáhlý hydrogeologický rajon č. 4430. Na západě je ohraničen tokem Jizery na jihu Labem a rozvodnicemi levostranných přítoků Jizery na východě (Čech, 2012).

Lužická zlomová zóna tvoří jeho severovýchodní hranici a ta představuje jedinou oblast podstatnější tektonické deformace v rajonu. Hydrogeologický rajon leží v oblasti s celkově nevýrazným tektonickým postižením křídových vrstevních celků, skloněných k východu. Severní a jižní hranice rajonu se sklání k severozápadu. Rajon leží ve východní části boleslavsko-mělnického zvodněného systému a spadá do dílčího zvodněného subsystému povodí Jizery a jejích přítoků (Krásný, et al., 2012).



Obr. 3. Situace odběru vzorků v hydrogeologickém rajonu 4430

Zdroj: Čech, 2012, upraveno

### 3.7 Zájmové území - Nová Telib k.ú. 705276

Nová Telib se nachází 11 km východně od Mladé Boleslavi. První zmínka pochází z roku 1378. Celé katastrální území obce Nová Telib leží na jižních svazích Chloumeckého hřbetu, který je geomorfologickým okrskem podcelku Turnovské pahorkatiny, celku Jičínské pahorkatiny, oblasti Severočeské tabule a soustavy České tabule. Leží na plošině v závěru údolí Žerčického potoka.



SVRCHNÍ KŘÍDA (coniak-santon)

10 březenské souvrství, vápnité jílovce a slínovce s písčítými vložkami

Obr. 4. Výřez z geologické mapy rajonu 4430, lokalita odběru ●

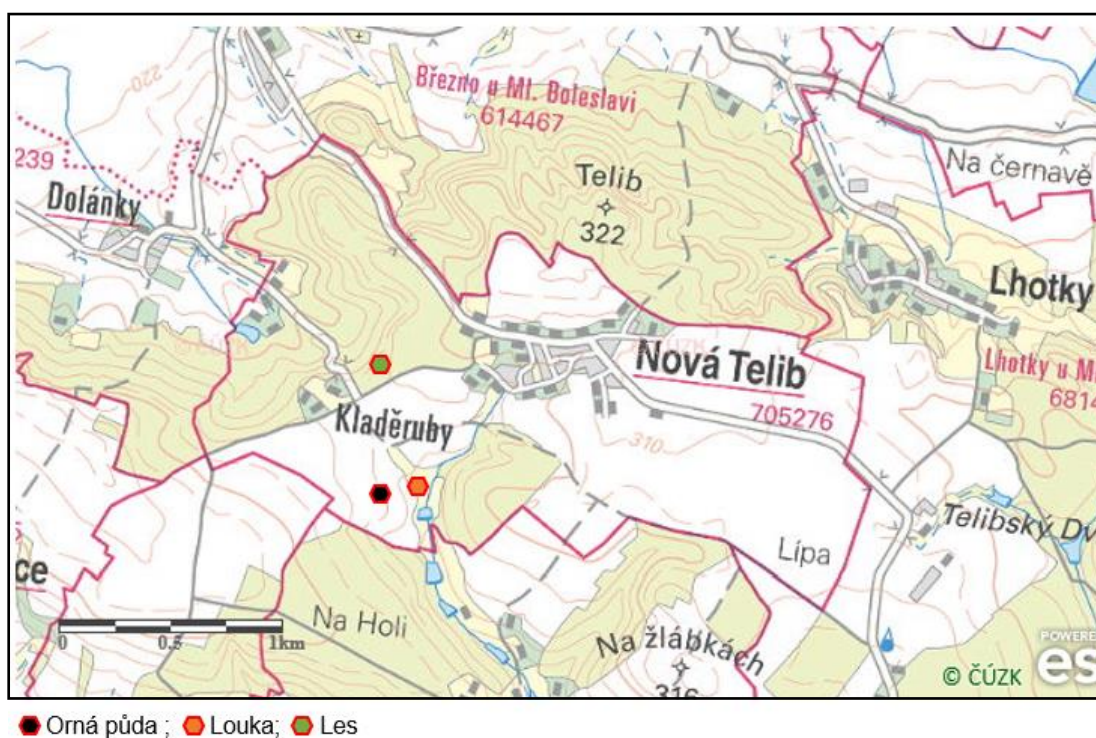
Zdroj: Čech, 2012, upraveno

Z klimatického hlediska toto území spadá do oblasti teplé T2. Teplá oblast se dle Quitta (1971) dále dělí do 5 podoblastí (T1–T5), kdy T1 je nejchladnější, nejvlhčí oblastí a T5 je nejteplejší a nejsušší oblast (Tolasz, Baštýřová, 2007). Pro tuto oblast je typické suché, dlouhé teplé. Jaro a podzim tvoří velmi mírné, krátké přechodné období, převážně teplé. Zima je mírně teplá, suchá až velmi suchá. Sněhová pokrývka trvá velmi krátce (Quitt, 1971).

Nadmořská výška je cca 300 m. Terén se zvolna sklání k jihozápadu. V severozápadní části katastrálního území má příkřejší spád, kde se nadmořská výška snižuje až na 236 m.n.m. Skalní podklad pod proměnlivě mocnou vrstvou jílovotopísčitých hlín tvoří flyšoidní facie březenského souvrství - prachovce s četnými



vložkami pískovců, vápnité jílovce a slínovce. Holocenní náplavy tvoří údolní nivu Žerčického potoka. V severní části Chloumeckého hřbetu dochází k aktivním sesuvům po vydatných srážkách ve svahových uloženinách a zvětralých polohách na pelitických komplexech. Rozsáhlá sesuvná území jsou však mimo katastrální území Nové Telibi (URL2).



Obr. 5. Situace odběru vzorků půdy a vegetace v k.ú. Nová Telib

Zdroj: ČÚZK, upraveno

### 3.8 Vývoj využití půdy

V roce 1946, po druhé pozemkové reformě, byly drobným zemědělcům přiděleny některé pozemky v okolí Nové Telibi. Jednalo se o pozemky od telibského a březenského dvora. Po roce 1948 došlo k reformě a na podzim roku 1952 bylo založeno JZD, které začalo obhospodařovat okolní pozemky Nové Telibi od ledna 1953 na 220 ha zemědělské půdy (URL2). Jednalo se o rostlinnou výrobu s pěstováním obilovin (pšenice, ječmen, kukuřice) a okopanin (brambory, řepa cukrovka). Řepa cukrovka byla zpracovávána v nedalekém cukrovaru v Dobrovicích (Herčík, 2008). JZD se až do roku 1989 zabývalo v malém rozsahu také živočišnou výrobou (chov prasat a skotu). Po roce 1989 přechází zemědělství do soukromého sektoru s obdobným využitím zemědělské půdy s pěstováním obilovin a okopanin. Živočišná výroba je postupně utlumena.



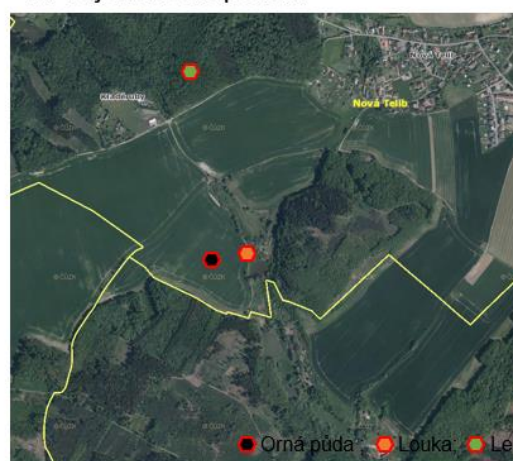
II. Vojenské mapování



III. Vojenské mapování



Ortofotomapa (50. léta)

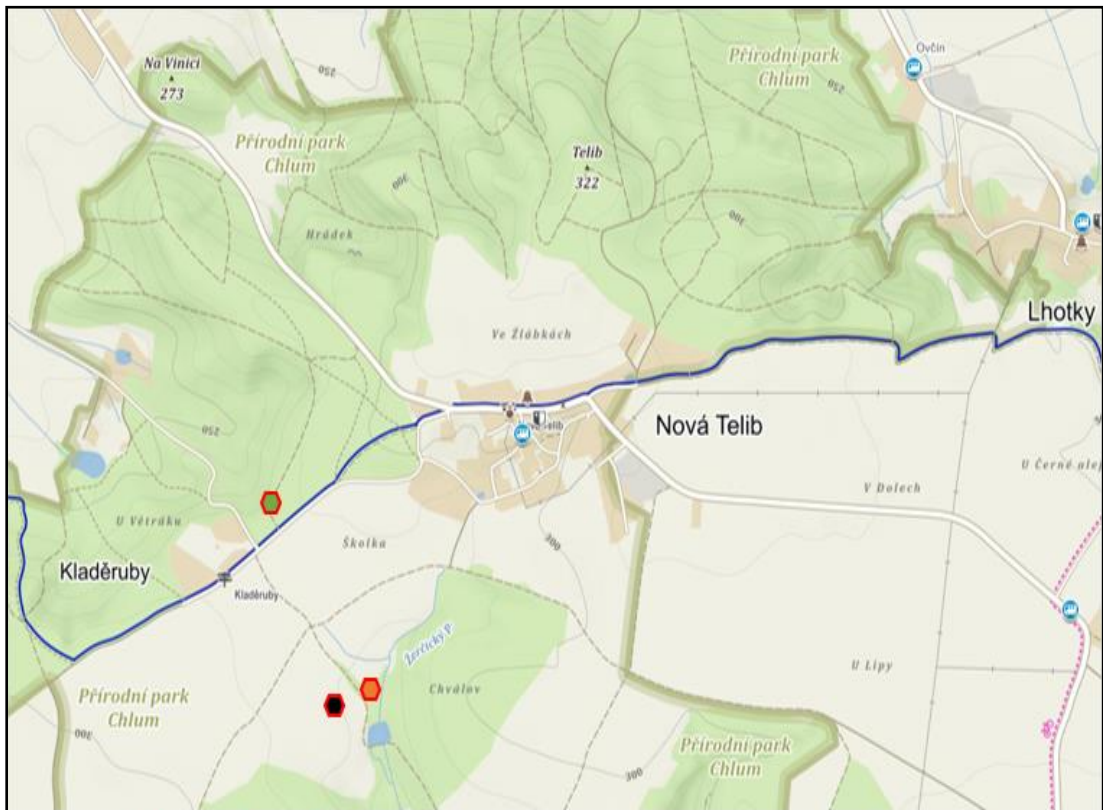


Ortofotomapa (současnost)

Obr. 6. Situace využití půdy v zájmovém území, sondy odběru vzorků Zdroj: Geoportál.cz, upraveno

### 3.8 Přírodní park Chlum u Mladé Boleslavi

Obec Nová Telib leží na západní hranici přírodního parku (PP) Chlum. Ten se nachází jižně od Mladé Boleslavi a je součástí evropsky významné lokality (EVL) Chlum u Nepřevázky. Přírodní památka se skládá ze tří samostatných částí nazvaných Cvičiště, Stráně pod Hrádkem a Louka u hájovny. Celková výměra zvláště chráněného území je 59,95 ha (URL2). Důvodem ochrany jsou cenná suchá luční společenstva střídavě s vlhkými a výskytem celé řady ohrožených druhů rostlin a bezobratlých (Štefánek, Pipek, Spilka, 2015).



Orná půda , Louka , Les 

Obr. 7. Situace odběru vzorků půdy a vegetace v PP Chlum

Zdroj: ČÚZK, upraveno

## 4. Radioaktivita

### 4.1. Radioaktivita a historie

Radioaktivita může být definována jako jev samovolné jaderné proměny radionuklidů (radioaktivní přeměny), kterou doprovází emise ionizujícího (radioaktivního) záření  $\alpha$ ,  $\beta^+$  nebo  $\beta^-$ ,  $\gamma$ , záchytem elektronů, emisí fragmentů nebo emisí protonů (Pöschl, Nollet, 2006).

Touto vlastností se vyznačují nuklidy (atomy) nevyvážené, nemající stabilní jádro, tedy lehce podléhající procesům přeměny. Poprvé byl představen v roce 1896 pojem radioaktivita francouzským fyzikem Antoniem Henrim Becquerelem, který při studiu fluorescence uranových solí zjistil nový druh záření, který se choval podobně jako rentgenové paprsky. Jednalo se o přirozenou radioaktivitu. Další významný objev uskutečnili manželé Marie Curie-Sklodovská a Pierre Curie, kteří v roce 1898 prokázali shodné vlastnosti i u jiných prvků a navrhli pro tento nový druh záření označení radioaktivita. Podařilo se jim izolovat dva nové prvky polonium a radium, u kterých byla schopnost záření mnohonásobně vyšší než u uranu (URL3).

Ernest Rutherford studoval v roce 1899 způsob, jímž radioaktivní záření proniká různými vrstvami hliníku. U radioaktivního záření postupně rozlišil dva druhy záření. První typ záření označil  $\alpha$  a druhý typ  $\beta$ . Nejpronikavější záření objevil roku 1900 Paul Ulrich Villard, to bylo označeno písmenem  $\gamma$  (URL4).

Objevem pojmu radioaktivita v 19. století a pochopením jeho podstaty v začátcích 20. století si vynutily změnu v pohledu na atom, na neměnný a nezničitelný atom, na němž byla postavena podstata fyziky a chemie 19. století.

### 4.2. Technologie jaderné elektrárny

V jaderné elektrárně probíhají procesy k přeměně energie jader těžkých kovů na následnou elektrickou energii. V roce 2014 bylo v provozu 388 energetických jaderných reaktorů na celém světě, což bylo o 50% méně, než v roce 2002. (Schneider, Froggat, 2014).

Mezi hlavní komponenty elektrárny patří jaderný reaktor, parní turbína s elektrickým generátorem a další pomocné prvky a provozy. Energie získaná jaderným reaktorem se používá k výrobě páry v parogenerátoru. Parní turbíny jsou následně touto párou poháněny. Jaderný reaktor je zařízení, v němž probíhá řízená štěpná řetězová reakce. Štěpná jaderná reakce u těžkých atomových jader (např.  $^{235}\text{U}$ ) je způsobena ostřelováním těchto jader neutrony. Při štěpení jádra uranu se uvolní dva až tři

neutrony a ty pak následně mohou narazit do dalších jader uranu a vyvolat další, tzv. řetězovou reakci. Ta probíhá v jaderné elektrárně v tzv. Aktivní zóně reaktoru. Řízením, zachycením nadbytečných neutronů obsluha reaktoru řídí proces štěpné reakce jádra. K tomu složí tzv. Absorbátor, jsou to řídicí tyče, které zachycují nadbytečné neutrony. Vyšší koncentrací absorbátoru jsou vybaveny havarijní tyče, ty složí k okamžitému zastavení reaktoru. Látka snižující rychlost neutronů na ideální hodnotu potřebnou k vyvolání další štěpné reakce dalšího jádra se nazývá moderátor (např. grafit). Tato technologie vyžaduje neustálé chlazení palivových prutů, kazet s jaderným palivem, které jsou opatřeny ochranným povlakem, nejčastěji na bázi Zirkonia. Toto složení ochranného povlaku zajišťuje ideální předávání tepla chladicímu médiu. Jako chladivo se používá například voda, oxid uhličitý, sodík, některé soli a slitiny. Vzniklé teplo je z aktivní zóny odváděno chladícím médiem. To slouží v parogenerátoru k výrobě páry, která je následně pohonem pro turbogenerátor elektrárny (URL5).

### 4.3. Havárie jaderné elektrárny v Černobylu

Jaderná elektrárna byla postavena v letech 1970-1977 na území severní Ukrajiny v zalesněných bažinách ve vzdálenosti 20 km od města Černobyl a 80 km severně od hlavního města Ukrajiny Kyjeva. V blízkosti jaderné elektrárny, na řece Pripjať, tři km severozápadně od Černobylu bylo postaveno převážně pro zaměstnance jaderné elektrárny satelitní město Pripjať. V průběhu let 1977, 1978, 1981 byly do provozu zařazeny první tři reaktory. Osudný čtvrtý reaktor byl uveden do provozu roku 1983.

Jednalo se o typ reaktoru RBMK (reaktor bolšoj moščnosti-kanalnyj) (URL5).

Dne 26. dubna 1986 v 1:23 hodin došlo ke dvěma explozím čtvrtého bloku jaderné elektrárny v Černobylu. Havárie

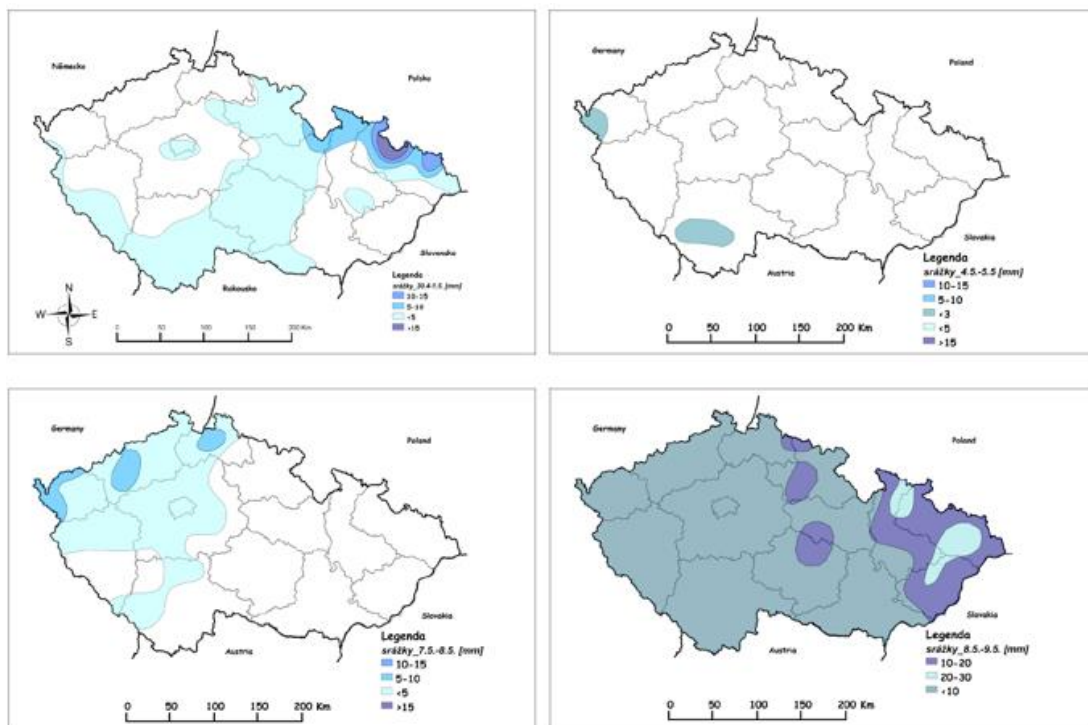


byla důsledkem prováděného Obr. 8. Havárie 4. bloku JE v Černobylu r.1986 Zdroj: ČTK

pokusu k ověření dodávek elektřiny pro čerpadla primárního okruhu reaktoru, kdy byly odstaveny turbíny, v režimu úplného výpadku vnějšího napájení.

Souhrou náhod, ale převážně chybnou obsluhou čtvrtého reaktoru při prováděné zkoušce se reaktor dostal do nestabilního stavu. V kritické fázi pokusu, kdy bylo zřejmé, že je nutné jaderný reaktor odstavit, byly už veškeré pokusy obsluhy marné (URL6). Rychlost štěpné reakce v reaktoru neovladatelně stoupala až na stonásobek výkonu. Obrovské a prudké zvýšení tlaku páry v reaktoru bylo příčinou exploze, kterou doprovázelo následné vymrštění hořícího grafitu a fragmentů z palivových článků do okolí (Tvrdý, 2013). Došlo k masivnímu úniku radioaktivních látek do ovzduší. Depozice byla určena vzdušným prouděním, ale především srážkami. Ty způsobovaly vymývání radionuklidů z atmosféry. Následkem povětrnostních podmínek procházel radioaktivní mrak z Ukrajiny směrem ke Skandinávii, zde se otočil a následně přes Ukrajinu pokračoval na území Polska, Československa až k Alpám. V Československu došlo důsledkem proměnlivých povětrnostních podmínek a sporadických dešťových srážek k nerovnoměrné kontaminaci radioaktivním spadem (Bučina et al., 1988; Kukul, Reichmann, 2000).

Řanda et al. (1989) dodává, že byly nejvíce postiženy ty oblasti, kde v době průchodu radioaktivního mraku probíhaly intenzivní dešťové srážky.



Obr. 9. Velikost srážek na území ČR v době průchodu kontaminovaného mraku po havárii JE v Černobylu v období 30.4. – 9.5. 1986. Zdroj: SÚRO

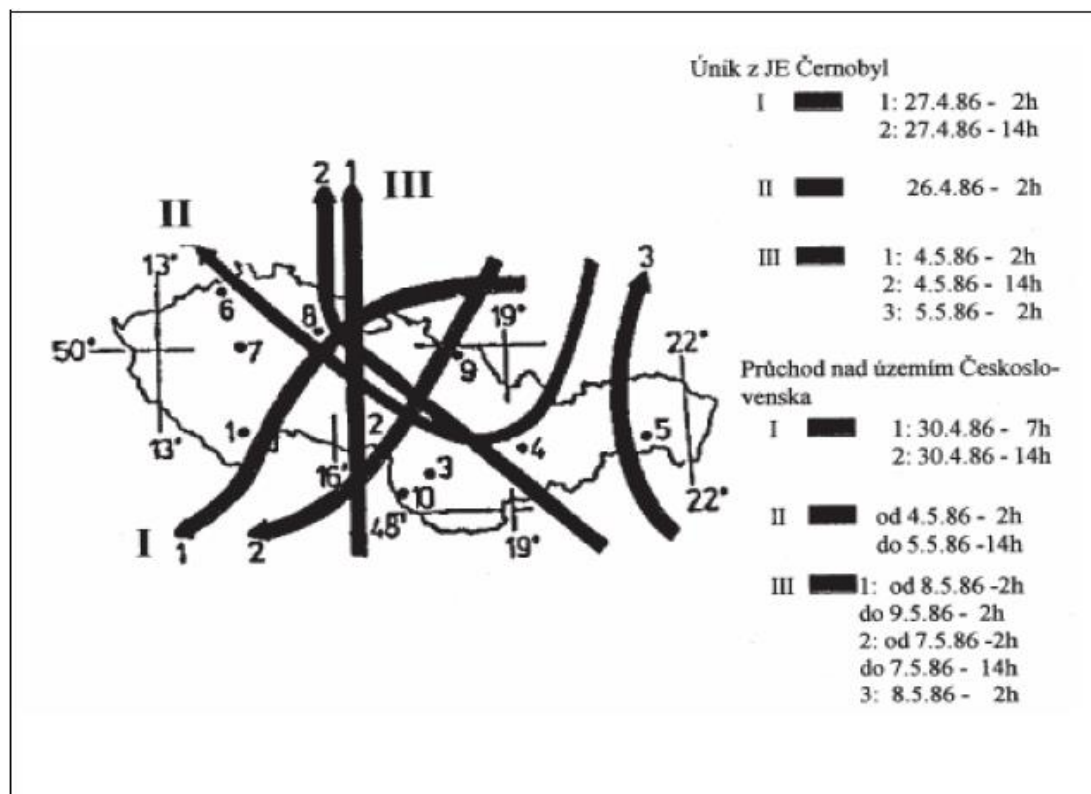
#### 4.4. Opatření k zajištění následků havárie

První přijatá opatření ke kontrole ohně a uvolněných radionuklidů spočívala v neutronové absorpci a zamezení hoření. Vrtulníky v první části shodily na zničenou oblast čtvrtého reaktoru okolo 5000 tun chemických látek, přibližně 40 tun sloučenin boru, 2400 tun olova, 1800 tun jílu a písku. Okolo 600 tun dolomitu, dále polymerní kapaliny a sodné fosfáty. V průběhu následujících dnů pokračovaly další shozy 4850 tun materiálů. Bylo provedeno celkem na 1800 letů. (Annex, 2000). Jelikož byla havárie tak velkého rozsahu, trvalo 10 dnů, než došlo k zastavení úniku radioaktivních látek (Saenko et al, 2011). Po dvou týdnech rozhodlo sovětské vedení o zakonzervování do betonového a olověného sarkofágu. Ten byl postaven půl roku po havárii (URL7).

Nad dosluhující původní sarkofág byl v listopadu 2016 nasunut nový obří kryt. Ten chrání původní konstrukci před degradací povětrnostními vlivy. Plánovaná životnost nového krytu je 100 let.

#### 4.5. Hlavní radionuklidy uvolněné do životního prostředí

Havárie v Černobylu vystavila obyvatelstvo expozici radionuklidů celkem čtyřmi způsoby: přechodem radioaktivního mraku, radionuklidy obsažené v dešti, vdechnutím a také požitím kontaminovaných potravin (Barnaby, 1986).



Obr. 10. Předpokládané trasy kontaminovaných vzdušných mas.

Zdroj: SÚRO

Nejnebezpečnějšími prvky, které se vyskytovaly v radioaktivním mraku z Černobylské havárie, byly jód  $^{131}\text{I}$  a cesium  $^{137}\text{Cs}$ . Poločas rozpadu je u těchto prvků jiný. Jedná se o dobu, za kterou se přemění polovina z celkového množství atomových jader (Comby, Moore, Lovelock, 2007).

Poločas rozpadu je u jódu pouze 8 dní, proto byl pro obyvatelstvo nebezpečný po dobu „jen“ několika týdnů po samotné havárii. Pokud by došlo k lepší informovanosti obyvatelstva o havárii a bylo by dodrženo nevycházení z obydlí, nemuselo dojít k zasažení jódem. Sovětský svaz také v této době odmítl pomoc nabízenou USA o dodávkách tablet jódu pro obyvatelstvo. K zasažení štítné žlázy radioaktivním jódem by pak při užití běžného jódu nedošlo (Comby, Moore, Lovelock, 2007).

Radioaktivní jód se po požití mléčných výrobků hromadil ve štítné žláze a vyvolával zde rakovinotvorné bujení zejména u dětí. Byl to následek potravního řetězce. Radioaktivním jódem byla zasažena potrava ve velkochovech živočišné výroby, kdy se radioaktivní jód soustřeďoval v kozím, ovčím i kravském mléce (Barnaby, 1986).

Poločas rozpadu u  $^{137}\text{Cs}$  je 33 let. Je tedy stále přítomný v suchozemských i vodních ekosystémech. V průběhu prvních měsíců po havárii v Černobylu byl výskyt tohoto radionuklidu v životním prostředí intenzivně sledován. Například v Německu byl zjištěn výskyt  $^{137}\text{Cs}$  v tělech vysoké zvěře, domácích zvířat i v trávě. Rok po černobylské havárii byl v severním Švédsku prováděn monitoring tohoto radionuklidu v tělech losů. Obsah  $^{137}\text{Cs}$  byl desetinásobně vyšší než před samotnou havárií (Danell, Nelin, Wickman, 1989).

#### **4.6. $^{137}\text{Cs}$**

Jedná se o radioizotop cesia. Při štěpení  $^{235}\text{U}$  je to jeden z hlavních produktů řetězové reakce, spolu s dalšími štěpitelnými nuklidy, které vznikají v jaderných zbraních a při provozu jaderného reaktoru. Radioaktivní izotop, vzhledem ke svému poločasu rozpadu 30,07 let, řadíme mezi nejproblematictější radionuklidy dlouhodobě se rozkládající, vysílající beta částice a silné gama záření (URL8). Příjem  $^{137}\text{Cs}$  vegetací přes kořenový systém je závislý na množství organických látek obsažených v půdě, množství jílových minerálů k fixaci a draslíku. Při dostatku organických látek v půdě je vegetací přijímán více a naopak. (Šáro, Tölgyessy, 1985). Dle Aakroga (1988) je celosvětově v půdách obsaženo  $^{137}\text{Cs}$  díky spadům, pocházejícím z globálních testů atomových zbraní v biosféře.  $^{137}\text{Cs}$  je obsaženo v biosféře z 90% především vlivem testování jaderných zbraní na území USA a SSSR v letech 1940 až 1960, důsledkem černobylské havárie pak 6% a zbylá 4% obsahují zařízení na přeměnu jaderného paliva (URL 9).



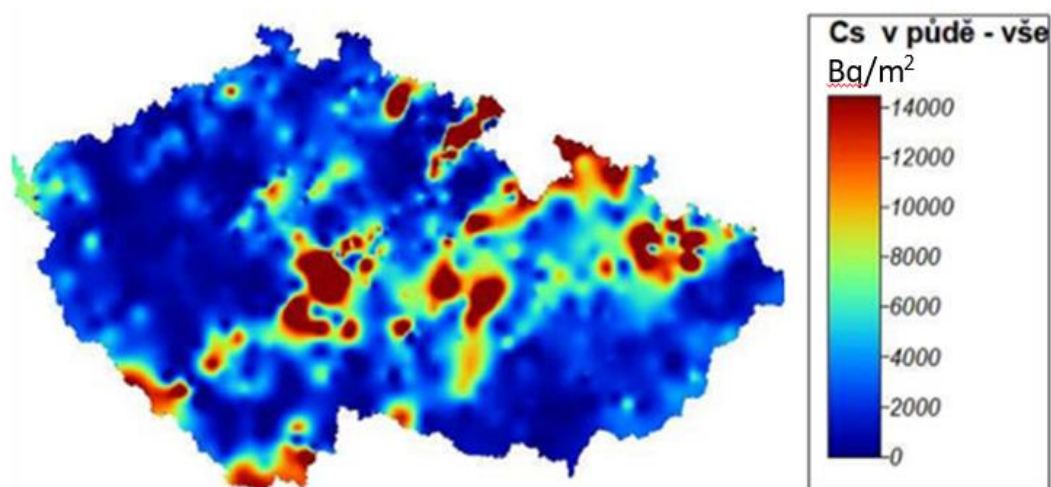
#### 4.7. Kontaminace půdy $^{137}\text{Cs}$

Kontaminace půdy je počáteční, základní fází přenosu radionuklidů do organismů. Radionuklidy se v procesu kontaminace půdy vyznačují vertikální nebo horizontální migrací, kde přecházejí do jiných forem a tím se mění jejich fyzikálně chemické vlastnosti. Tato mobilita  $^{137}\text{Cs}$  je především ovlivněna velikostí pH, spolu s hustotou zakořenění (Mihalík, 2012; Kirk, Staunton, 1989; Nielsen, Strandberg, 1988).

Velká část počáteční kontaminace je nejprve zachycena vegetací. Do půdy se následně dostává smyvem při deštích. Dle Forsbergra et al. (2000) jsou ovlivňujícími faktory akumulace  $^{137}\text{Cs}$  v rostlinách vlastnosti půdy, kde díky jílové frakci dochází k zadržení  $^{137}\text{Cs}$  v horních vrstvách půdy. Na rašeliništích a v písčitých půdách je prokázána vyšší mobilita  $^{137}\text{Cs}$ .

Mezi hlavní faktory ovlivňující distribuci radionuklidů v půdě patří vstup samotných radionuklidů do půdy, zapříčiněný atmosférickými srážkami, kapilárními jevy, migrací pomocí kořenových systémů, difúze, činnosti člověka a zvířat (Kuvshinnikov, 2006).

Největší koncentrace  $^{137}\text{Cs}$  se v neobdělávaných půdách vyskytuje v horních 5 cm, naproti tomu je u zemědělsky obdělávané půdy homogenně zastoupeno v celé obdělávané vrstvě. K samotnému snižování množství  $^{137}\text{Cs}$  v jednotlivých vrstvách půdy dochází vlivem přirozeného uhnívání rostlin a samotné vertikální migraci. U půd s velkým obsahem prorostlého kořenového systému se vyskytuje určité množství radionuklidů poměrně dlouho, je v přímém dosahu kořenového systému (Hölgge, Malý, 2000).



Obr. 11. Plošné kontaminace ČR  $^{137}\text{Cs}$  v důsledku havárie JE Černobyl. Odběry provedeny v období 16.-18.6. 1986 - plošné zobrazení (798 hodnot) Zdroj: SÚRO

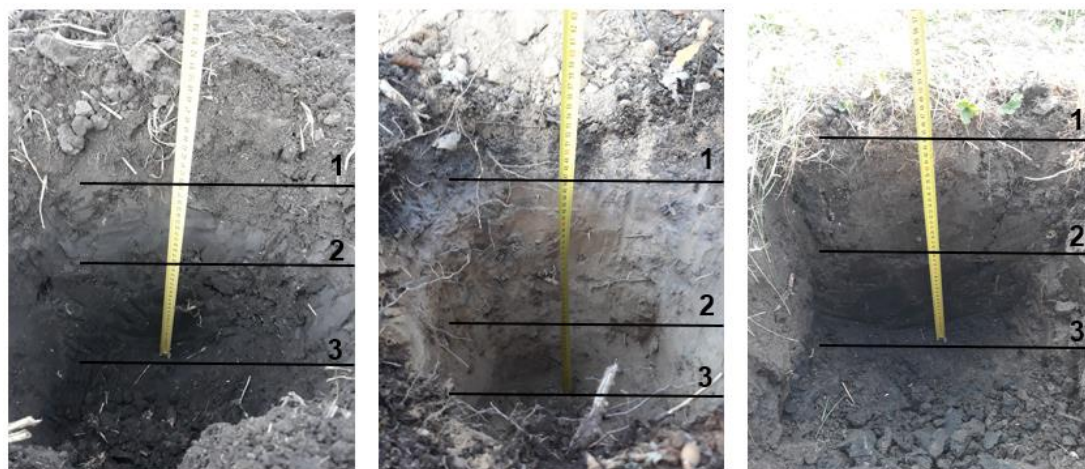
## 5. Metodika

### 5.1 Výběr lokality odběru vzorků půd a vegetace

Výběr lokality pro odběr vzorků půd a vegetace jsem zvolil na základě převzaté dokumentace a seznámením se s výsledky celostátního průzkumu plošné aktivity  $^{137}\text{CS}$ ,  $^{134}\text{Cs}$  a  $^{103}\text{Ru}$  zjištěných v odebraných vzorcích půd ze dne 17.6.1986. Vzhledem k mému bydlišti v Mladé Boleslavi jsem vyhledal nejbližší obec splňující potřebnou hodnotu, tedy překročení naměřené aktivity u  $^{137}\text{Cs}$  více jak o  $2 \text{ kBq}\cdot\text{m}^{-2}$ . Ve Středočeském kraji, v okrese Mladá Boleslav odpovídala těmto parametrům obec Nová Telib, vzdálená od mého bydliště cca 10 km. V katastrální mapě jsem určil číslo katastru obce a na serveru Mapy.cz jsem určil přibližná místa k odběru vzorků z půd a vegetace dle zadání.

### 5.2 Odběr půdních vzorků

Na základě zadání jsem dne 30.10.2018 v odpoledních hodinách (mezi 16.-18. hodinou) provedl odběr půdních vzorků v katastrálním území obce Nová Telib. Odběr půdních vzorků probíhal na třech stanovištích rozdělených na zemědělsky obdělávanou ornou půdu, louku bez zemědělského zásahu a na lesní porost. Odběr půdních vzorků probíhal nejprve na stanovišti „Louka“ bez zemědělského zásahu od roku 1986. Toto bylo zjištěno na základě informace místních obyvatel obce Nová Telib. Na libovolně zvoleném místě jsem provedl vyhloubení sondy A za pomoci rýče a krumpáče o rozměrech  $20\times 20 \text{ cm}$  s hloubkou 60cm. Po odkrytí půdního horizontu byly rozpoznány 3 vrstvy, které jsem označil číslem 1, první vrstva nacházející hned pod lučným porostem, další označení vrstev bylo 2 a 3. Další vrstvy nebyly rozpoznány.



Obr. 12. Odběr půdních vzorků, zleva sondy: Orná půda, Les, Louka

Zdroj: Šoltýs, 2018

Z každé jednotlivé vrstvy jsem odebral pomocí kovové lopatky a rýče vzorek, který jsem umístil do připraveného přepravního igelitového pytle o rozměru 60x100 cm. Z této první sondy A byly tedy celkem 3 igelitové pytle označené dle lokality a číslicí vrstvy (Louka A1, Louka A2 a Louka A3). Zároveň byla provedena fotodokumentace včetně měření mocnosti jednotlivých vrstev A1, A2 a A3. Dále jsem pomocí mobilního telefonu v aplikaci Mapy.cz zjistil konkrétní souřadnice GPS. Pokračoval jsem shodným postupem u dalších dvou sond, které od sebe byly vzdáleny minimálně 50m. Označení druhé sondy Louka B s číslem vrstvy 1, 2, 3 a třetí sonda označená Louka C s číslem vrstvy 1, 2, 3. Další odběr půdních vzorků jsem obdobným způsobem provedl na stanovišti „Orná půda“ a „Les“.

### **5.3 Příprava půdních vzorků**

Ve svém bydlišti jsem jednotlivé vzorky přesypal na připravené papírové podložky umístěné na půdě rodinného domu. Odstranil jsem ze všech vzorků hrubé nečistoty, jako byly kameny, klacky a kořínky. Následně jsem rozprostřel jednotlivé vrstvy do slabé vrstvy, aby došlo k jejich vysušení. Vyplnil jsem popisky jednotlivých vzorků, aby nedošlo k jejich promíchání a nalepil je k jednotlivým papírovým podložkám. Po vysušení vzorků jsem je jednotlivě prosíval pomocí pedologického síta o velikosti ok 2x2 mm. Vzorky jsem jednotlivě prosíval na čistou papírovou podložku a následně sesypal do připraveného plastového kelímku o objemu 1 Litr. Hmotnost jednotlivých vzorků v kelímcích se pohybovala okolo 1 - 1,2 kg. Jednotlivé kelímky jsem opatřil víkem, aby nedošlo k rozsypání při přepravě. Kelímky byly označeny samolepícím štítkem s vyznačením názvu stanoviště odběru a půdní vrstvou. Ke každému kelímku jsem vyplnil „Protokolární záznam o odběru vzorku“ s jednotlivými náležitostmi. Kompletní vzorky jsem převezl na ČZU v Praze, kde byly shromážděny spolu s ostatními vzorky mých kolegů a následně byly vzorky předány na SÚRO Praha k rozborům.

### **5.4 Pomůcky k odběru vzorků**

Plastový pytel 60x100cm

Rýč

Krumpáč

Kovová zahradnická lopatka

Svinovací metr

Mobilní telefon

## 5.5 Měření plošné aktivity $^{137}\text{Cs}$ půdních vzorků

Na základě výsledků hmotnostní aktivity  $^{137}\text{Cs}$  získaných ze SURO Praha bylo nutné provést výpočet plošné aktivity [ $\text{Bq}/\text{m}^2$ ]. Vše dle dané metodiky (Ježková, Rulík, 2015). K výpočtu plošné aktivity bylo nutné přepočítat hmotnostní aktivity ze všech vrstev daného místa na plošnou aktivitu odběrového místa a to následujícím způsobem:

$$A_p = (A_1 \cdot m_1 + A_2 \cdot m_2 + \dots + A_n \cdot m_n) / P$$

Kde:  $A_p$  - plošná aktivita daného místa [ $\text{Bq}/\text{m}^2$ ]

$A_1, \dots, A_n$  - hmotnostní aktivita 1 až n-té vrstvy půdy na daném odběrovém místě [ $\text{Bq}/\text{kg}$ ]

$m_1, \dots, m_n$  - hmotnost celého vzorku 1 až n-té vrstvy půdy na daném odběrovém místě [ $\text{kg}$ ]

$P$  - odběrová plocha [ $\text{m}^2$ ]

## 5.6 Odběr vzorků rostlinné biomasy

Odběr vzorků rostlinné biomasy jsem provedl dne 16.7. 2019 v odpoledních hodinách (mezi 15.-17. hodinou) na stejných stanovištích jako u odběru půdních vzorků. Za pomoci mobilního telefonu jsem určil souřadnice GPS půdních sond na jednotlivých stanovištích Les, Louka a Orná půda. V okolí každé sondy jsem provedl fotodokumentaci a sběr rostlinné biomasy za pomoci srpů, zahradního nože a nůžek. Na stanovišti „Louka“ jsem provedl sběr luční květeny a travin nacházejících se v okruhu do 5 m od konkrétní sondy a vložil jsem vzorky do připravené nůše. Na stanovišti „Les“ jsem provedl odběr biomasy v podobě travin, mechu a listů z keřových soustav a dřevin, nacházejících se v blízkosti každé sondy. Jednotlivé vzorky jsem vložil do přepravní nůše. U stanoviště „Orná půda – Pole“ jsem provedl sběr celkem dvou vzorků a to listů z kukuřičného pole a samotných kukuřičných klasů. Vše jsem opět uložil k přepravě do nůše.



Obr. 13. Odběr vegetace, zleva sondy: Orná půda, Les, Louka

Zdroj: Šoltýs, 2019

## **5.7 Příprava vzorků rostlinné biomasy**

Po přepravě rostlinné biomasy do svého bydliště jsem provedl přesypání jednotlivých vzorků do plastových děrovaných beden o rozměru 50x80 cm k sušení. Pouze u kukuřičných klasů bylo nutné zajistit jejich rozřezání za pomoci kuchyňského nože a dřevěného prkénka na sílu kolečka do 2 cm. To zajistilo v plastových děrovaných bednách intenzivnější proschnutí takto upravených klasů z kukuřice. Veškeré bedny jsem opatřil samolepícím štítkem se stanovištěm odběru a názvem vzorku. Popsané bedny jsem umístil na půdu rodinného domu na větratelné místo. V průběhu jednoho měsíce jsem všechny vzorky v jednotlivých bednách pravidelně promíchával, aby došlo k jejich usušení. Po usušení jsem všechny vzorky postupně rozstříhal zahradními nůžkami a uskladnil je k převozu do přepravních plastových kbelíků o objemu 7 Litrů. Plastové kbelíky jsem opatřil samolepícím štítkem s místem odběru a názvem sušiny, zabalil do strečové fólie a opatřil je vyplněným dokumentem „Protokolární záznam o odběru vzorku“ dle jednotlivých vzorků. Takto jsem vzorky převezl do areálu ČZU, kde byly následně spolu s ostatními vzorky mých kolegů předány na SÚRO Praha k rozboru.

## **5.8 Pomůcky k odběru vegetace**

Srp

Zahradní nůž

Zahradní nůžky

Nůše

Mobilní telefon Samsung Galaxy J5

## 5.9 Dávkový příkon - měření

Měření dávkového příkonu jsem zajistil pomocí zapůjčeného přístroje Safecast bGegie Nano s výrobním číslem 2840, který se používá k terénnímu měření ionizujícího záření alfa, beta a gama v jednotkách  $\mu\text{Sv/h}$  (mikrosievertu za hodinu).



Obr. 14. Přístroj pro měření dávkového příkonu Safecast bGegie Nano

Zdroj: SÚRO, 2019

Toto zařízení zajišťuje během měření zaznamenávání času, GPS souřadnic a dávkového příkonu. Po prostudování návodu k obsluze jsem spolu s kolegou zajistil na jednotlivých stanovištích měření dávkového příkonu a to při chůzi s přístrojem přibližně 1 m od země s dodržением pokynů dle návodu.

Pro určení směru chůze jsem mezi jednotlivými sondami použil kolegu, který díky GPS souřadnicím stál na místě další sondy. Bylo tedy možné zajistit chůzi, kolmo na osu mezi sondami a postupným přibližováním se ke kolegovi, měření dávkového příkonu v předem určeném směru. Jednotlivé rozestupy chůze, kolmé na osu mezi sondami, jsem prováděl s rozestupy přibližně 2 m. Takto jsem postupoval na jednotlivých stanovištích Louka, Orná půda a Les. Po dokončení měření dávkového příkonu jsem po vypnutí přístroje vyjmul paměťovou kartu. Po příjezdu do bydliště jsem přehrál data na PC a odeslal na předem určenou e-mailovou adresu na SÚRO Praha.

## 5.10 Použitý HW, SW

PC – Dell Inspirion 7720

Nástroje Microsoft Office

Mobilní telefon Samsung Galaxy J5

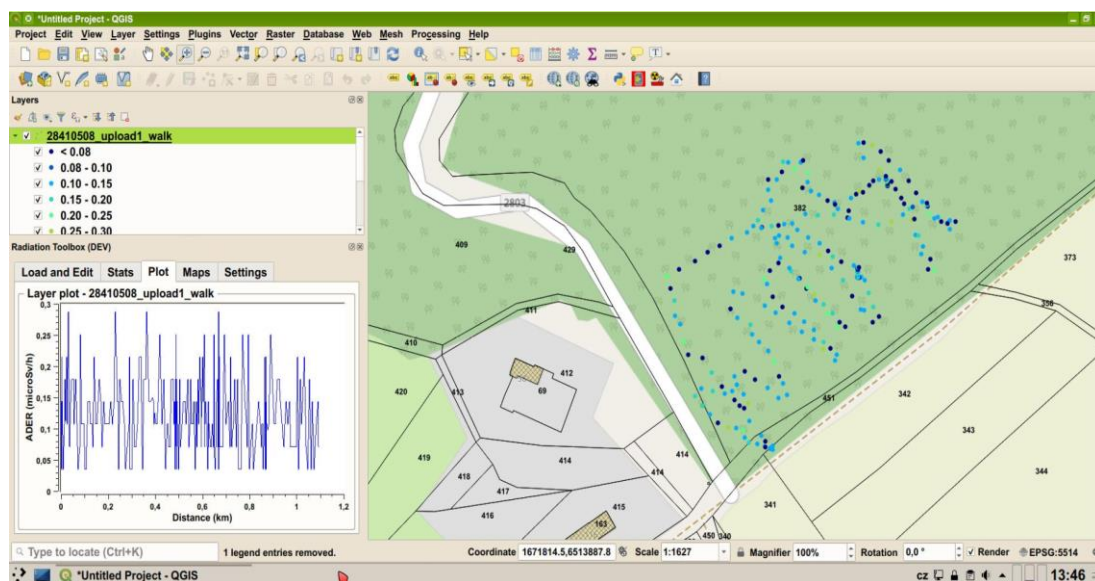
## 6. Výsledky

### 6.1 Měření dávkového příkonu záření gama

Dne 8.5.2019 bylo provedeno dle návodu k obsluze měření dávkového příkonu pomocí přístroje Safecast bGegie Nano s výrobním číslem 2840, který byl zapůjčen ze SURO Praha. Měření probíhalo postupně na jednotlivých vybraných stanovištích Les, Louka a Orná půda v katastrálním území č. 705276, Nová Telib. Zaznamenaná data byla předána pomocí emailu na pracoviště SURO Praha. Při zpracování dat byla data generována v systému QGIS. Výsledkem je přehledová mapa znázorňující lokalitu s barevnými body vyznačujícími intenzitu dávkového příkonu a samotný průběh měření. Dalším výstupem je graf jednotlivých pozic měření s naměřeným minimem a maximem hodnot v  $\mu\text{Sv/h}$  (mikrosievertch za hodinu). Dalším zobrazením je legenda zobrazující barevnou škálu bodů od minimální hodnoty až k nejvyšší dosažené hodnotě konkrétního měření v dané lokalitě v jednotkách  $\mu\text{Sv/h}$ .

#### Stanoviště Les

Na stanovišti les se pohyboval naměřený dávkový příkon v rozmezí 0,03 – 0,29  $\mu\text{Sv/h}$  (Obr. 15).

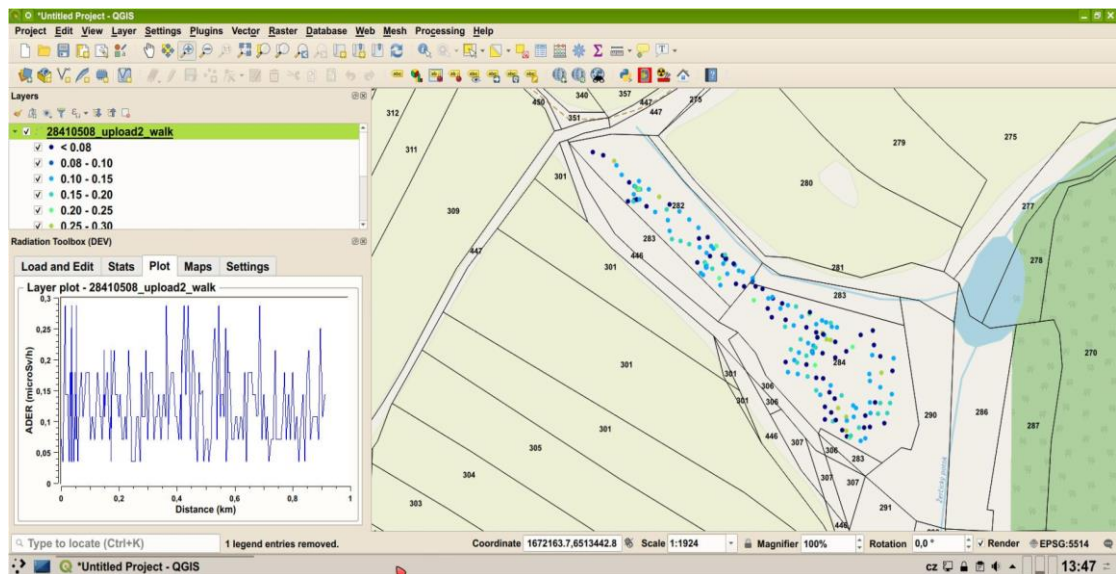


Obr. 15. Výřez z QGIS, stanoviště les

Zdroj: SURO, 2019

#### Stanoviště Louka

Na stanovišti louka byly naměřeny výsledky prakticky shodné s rozmezím pohybujícím se v hodnotách jako u stanoviště les. Naměřený dávkový příkon se pohyboval v rozmezí 0,03 – 0,29  $\mu\text{Sv/h}$  (Obr.16).

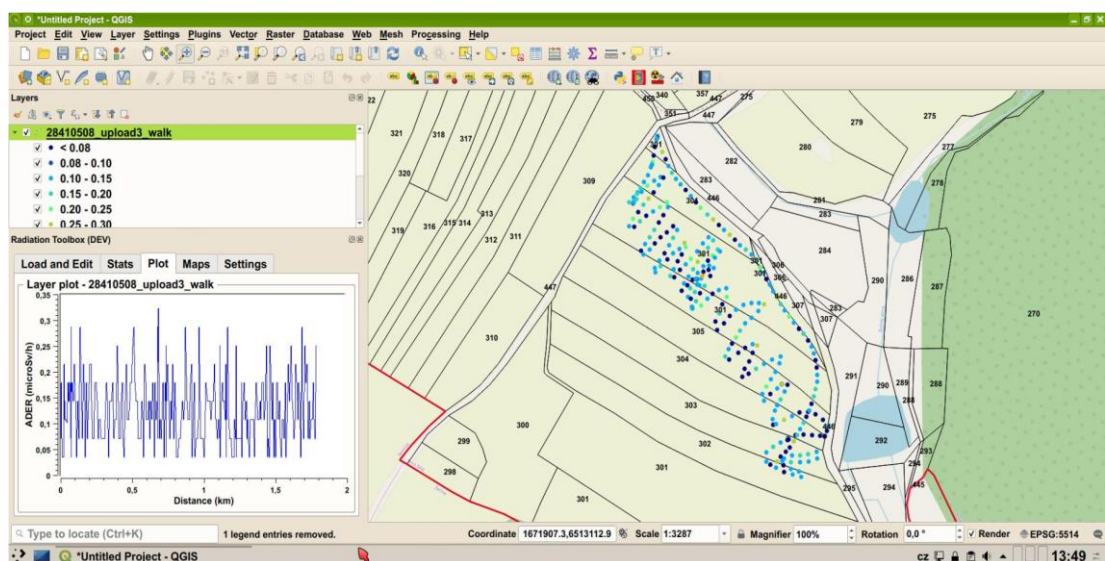


Obr. 16. Výřez z QGIS, stanoviště Louka

Zdroj: SURO, 2019

### Stanoviště Orná půda

V případě měření dávkového příkonu na stanovišti Orná půda se opět nejnižší naměřená hodnota pohybovala v hodnotě 0,03  $\mu\text{Sv/h}$ . Nejvyšší naměřená hodnota byla nepatrně vyšší a dosahovala hodnoty 0,33  $\mu\text{Sv/h}$  (Obr. 17).



Obr. 17. Výřez z QGIS, stanoviště Orná půda

Zdroj: SURO, 2019

Z dosažených výsledků v rozmezí 0,03 – 0,33  $\mu\text{Sv/h}$  naměřených dne 8.5.2019 v katastrálním území č. 705276 - Nová Telib přístrojem Safecast bGegie Nano s výrobním číslem 2840 lze konstatovat, že se na všech třech stanovištích Les, Louka, Orná půda pohybuje dávkový příkon v průměrných hodnotách dosahovaných v horninovém podloží ČR. Toto rozmezí je udáváno v rozsahu cca 0,006 – 0,245  $\mu\text{Sv/h}$  (URL10).



## 6.2 Hodnoty rozboru půd <sup>137</sup>Cs

Dne 30.10.2018 byl proveden odběr půdních vzorků z vytipovaných lokalit v katastrálním území č. 705276 - Nová Telib, označených jako stanoviště Les, Louka, Orná půda. Po zpracování na pracovišti spektrometrie SURO Praha jsem obdržel soubor Excel s výsledky laboratorních měření. Výpočet plošné aktivity byl proveden dle metodiky. Jednotlivé výsledky jsou seřazeny v přehledových tabulkách a grafech. V tabulkách uvedený sloupec sušina vyjadřuje procentuální množství vzorku, které zbude po odpaření odpařitelných látek a to při 105°C.

### Stanoviště Les:

Na stanovišti Les se výsledné hodnoty hmotnostní aktivity <sup>137</sup>Cs pohybují v odebraných třech vrstvách půdy v rozmezí od 2,5 – 30,0 Bq/kg. Jednotlivé naměřené hodnoty se liší v závislosti na různé propustnosti vrstev půdního horizontu. Plošná aktivita je po výpočtu dle metodiky 981 Bq/m<sup>2</sup> (Tabulka 1).

Název lokality	Stanoviště	Číslo knihy měření	Označení vrstev	Hmotnost celého vzorku [kg]	Sušina (105°C) %	Hmotnost měřeného vzorku [kg]	Hmotnostní aktivita <sup>137</sup> Cs [Bq/kg]	Plošná aktivita (Ap) [Bq/m <sup>2</sup> ]
Nová Telib	Les	430/2019	vrstva 1	1,038	98,83	0,648	30	981
		443/2019	vrstva 2	1,439	99,16	0,772	2,5	
		483/2019	vrstva 3	1,495	99,21	0,78	3,3	

Tabulka 1, Výsledné hodnoty vzorku půd na stanovišti Les

Zdroj: Šoltýs, 2020

### Stanoviště Louka:

Ve třech vrstvách odebraných na stanovišti Louka je výsledná hodnota hmotnostní aktivity <sup>137</sup>Cs v rozmezí 5,7 - 10 Bq/kg. Hodnota plošné aktivity je po výpočtu 654 Bq/m<sup>2</sup> (Tabulka 2).

Název lokality	Stanoviště	Číslo knihy měření	Označení vrstev	Hmotnost celého vzorku [kg]	Sušina (105°C) %	Hmotnost měřeného vzorku [kg]	Hmotnostní aktivita <sup>137</sup> Cs [Bq/kg]	Plošná aktivita (Ap) [Bq/m <sup>2</sup> ]
Nová Telib	Louka	492/2019	vrstva 1	1,27	96,34	0,711	10	654
		486/2019	vrstva 2	1,232	96,37	0,703	6,1	
		453/2019	vrstva 3	1,222	95,82	0,732	5,7	

Tabulka 2, Výsledné hodnoty vzorku půd na stanovišti Louka

Zdroj: Šoltýs, 2020

### Stanoviště Orná půda:

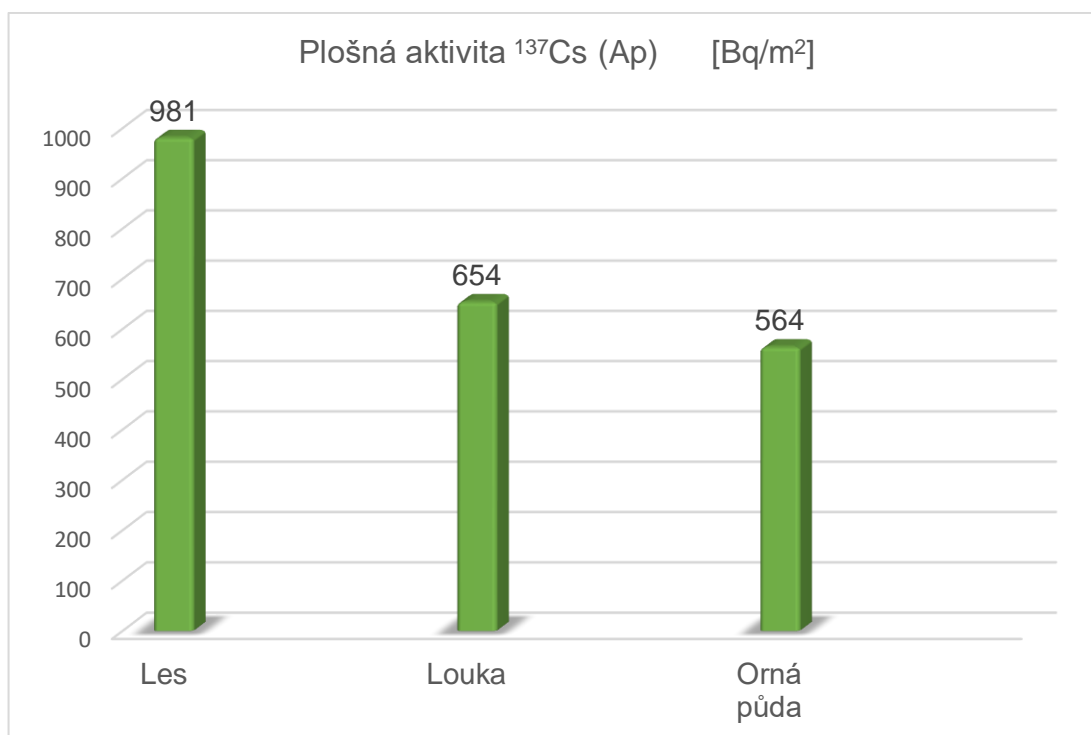
Na stanovišti Orná půda byly naměřeny hodnoty hmotnostní aktivity  $^{137}\text{Cs}$  v rozmezí 4,8 – 8,1 Bq/kg. Plošná aktivita je po výpočtu na tomto stanovišti s hodnotu 564 Bq/m<sup>2</sup> (Tabulka 3).

Název lokality	Stanoviště	Číslo knihy měření	Označení vrstev	Hmotnost celého vzorku [kg]	Sušina (105°C) %	Hmotnost měřeného vzorku [kg]	Hmotnostní aktivita $^{137}\text{Cs}$ [Bq/kg]	Plošná aktivita (Ap) [Bq/m <sup>2</sup> ]
Nová Telib	Orná půda	444/2019	vrstva 1	1,16	97,37	0,654	8,1	564
		457/2019	vrstva 2	1,174	97,58	0,672	6,4	
		434/2019	vrstva 3	1,298	97,48	0,708	4,8	

Tabulka 3, Výsledné hodnoty vzorku půd na stanovišti Orná půda

Zdroj: Šoltýs, 2020

Plošná aktivita (Ap) u  $^{137}\text{Cs}$  vypočítaná ze všech třech stanovišť se pohybovala v rozmezí od 564 Bq/m<sup>2</sup> do 981 Bq/m<sup>2</sup> (Graf 1).

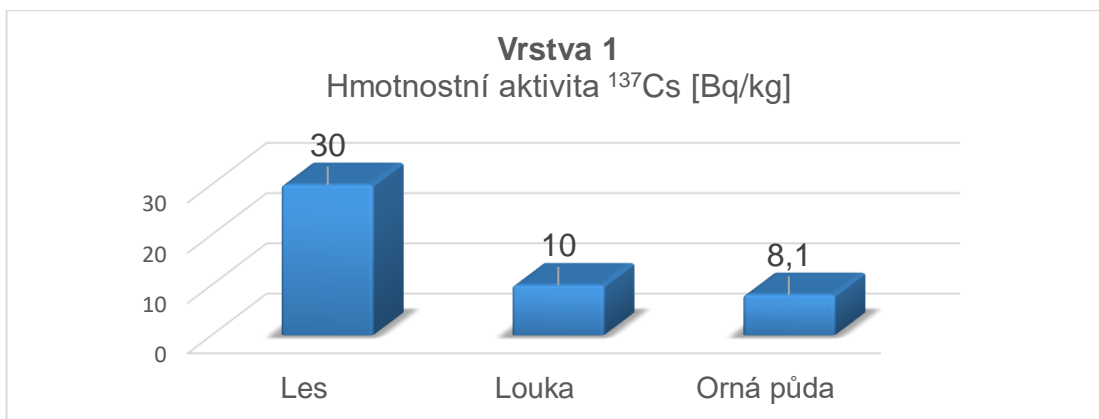


Graf 1, Hodnoty plošné aktivity (Ap) v půdních vrstvách

Zdroj: Šoltýs, 2020

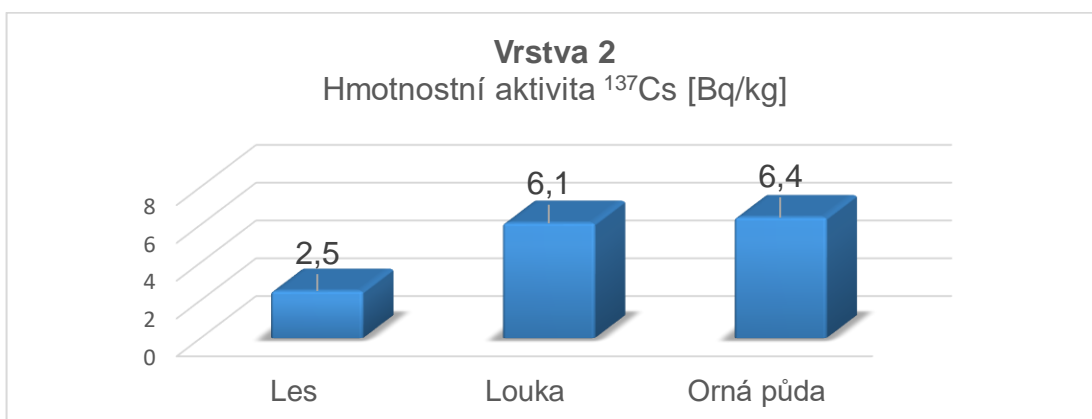
Nejvyšší hodnota byla naměřena ve vzorku půdy ze stanoviště Les - 981 Bq/m<sup>2</sup>. Druhá nejvyšší hodnota je uvedena ve vzorku půdy ze stanoviště Louka a nejnižší hodnotu plošné aktivity vykazuje vzorek odebrané půdy ze stanoviště Orná půda - 564 Bq/m<sup>2</sup> (Graf 1).

V následujících grafech jsou porovnávány hodnoty jednotlivých půdních horizontů, které jsou označeny jako vrstva 1, 2 a 3 z jednotlivých stanovišť Les, Louka, Orná půda. Naměřené hodnoty uvedené v grafech se pohybovaly ve vrstvě 1 v rozmezí: 8,1 – 30 Bq/kg. Vrstva 2 v rozmezí 2,5 – 6,4 Bq/kg a ve vrstvě 3 od 3,3 do 5,7 Bq/kg.



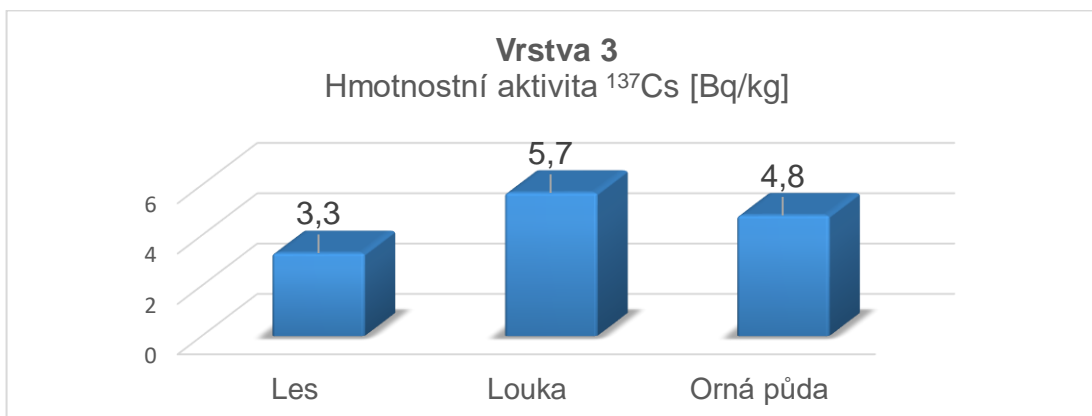
Graf 2, Vrstva 1, Hodnoty hmotnostní aktivity  $^{137}\text{Cs}$

Zdroj: Šoltýs, 2020



Graf 3, Vrstva 2, Hodnoty hmotnostní aktivity  $^{137}\text{Cs}$

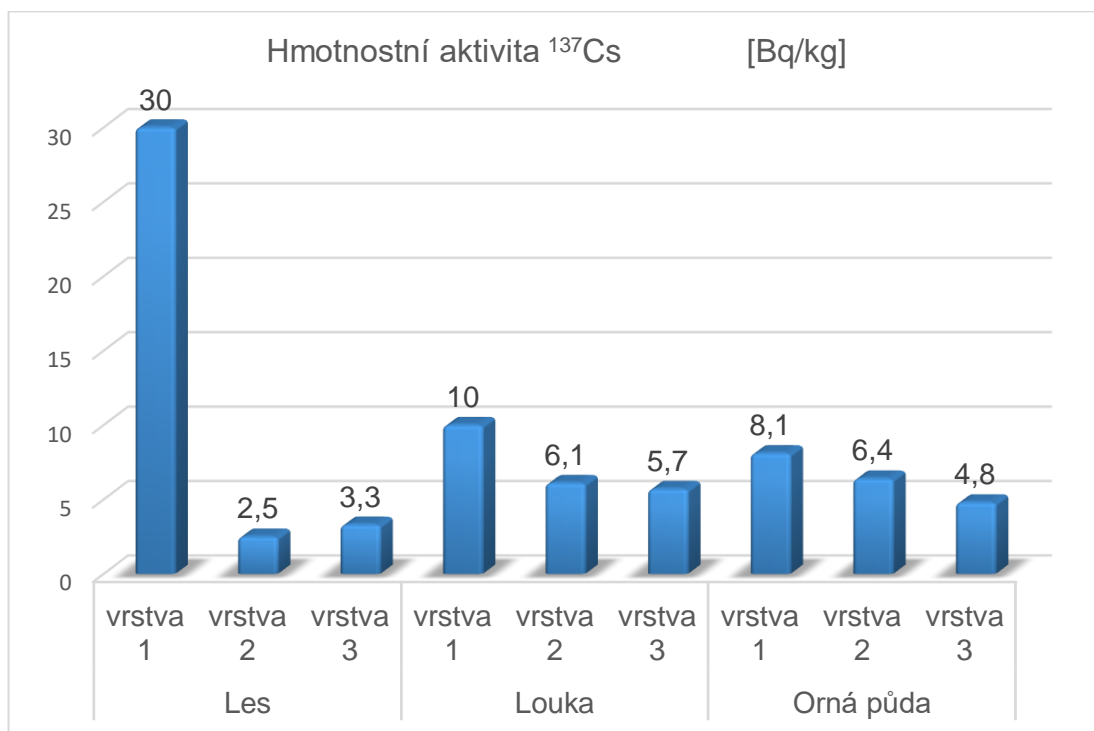
Zdroj: Šoltýs, 2020



Graf 4, Vrstva 3, Hodnoty hmotnostní aktivity  $^{137}\text{Cs}$

Zdroj: Šoltýs, 2020

Pro srovnání je níže uveden celkový přehled výsledných hodnot u hmotnostní aktivity  $^{137}\text{Cs}$  u všech odebraných vzorků na jednotlivých stanovištích Les, Louka, Orná půda.



Graf 5, Hodnoty hmotnostní aktivity  $^{137}\text{Cs}$  ve vrstvách půdy

Zdroj: Šoltýs, 2020

### 6.3 Hodnoty $^{137}\text{Cs}$ ve vzorcích rostlinné biomasy

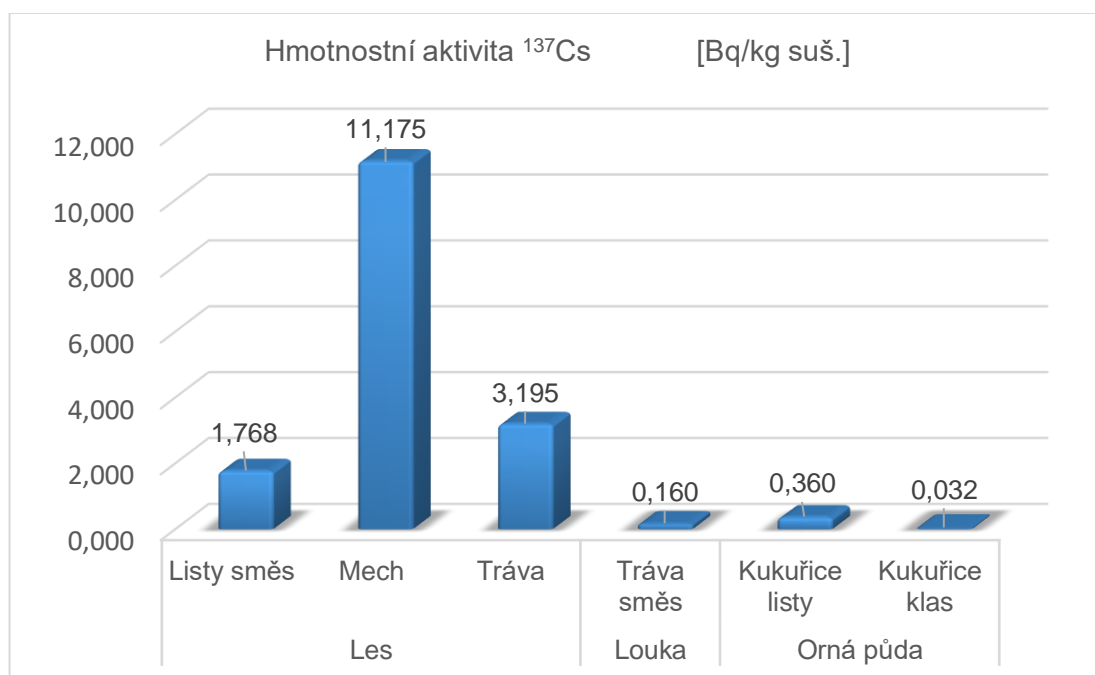
Dne 16.7.2019 jsem na jednotlivých stanovištích zajistil odběr vzorků rostlinné biomasy, které byly v okruhu 5 m od jednotlivých sond, kde byl proveden odběr půdních vzorků. Na stanovišti Les byl zajištěn směsný vzorek listů dřevin a keřových soustav, dále vzorek mechů a trávy. Na stanovišti Louka byl odebrán vzorek pouze travní směsi z okolí sond. Ze stanoviště Orná půda byly odebrány vzorky kukuřičných klasů a listů kukuřice. Po zpracování vzorků na pracovišti spektrometrie SURO Praha jsem obdržel výsledné hodnoty v souboru Excel, které jsou níže podrobně zpracovány (Tabulka 4).

Stanoviště	Název vzorku vegetace - biomasy	Číslo knihy měření	Hmotnost celého vzorku [kg]	Hmotnost celého vzorku [kg]	Korekce na sušinu	Hmotnostní aktivita $^{137}\text{Cs}$ [Bq/kg suš.]
Les	Listy směr	3070/2019	0,557	0,197	0,9168	1,768
	Mech	3122/2019	0,548	0,211	0,8796	11,175
	Tráva	3055/2019	0,48	0,159	0,914	3,195
Louka	Tráva směr	3457/2019	0,697	0,181	0,9105	0,160
Orná půda	Kukuřice listy	3045/2019	0,416	0,118	0,9112	0,360
	Kukuřice klas	3458/2019	1,979	0,657	0,8919	0,032

Tabulka 4, Výsledné hodnoty vzorků rostlinné vegetace

Zdroj: Šoltýs, 2020

Pro přehlednost dosažených výsledků ve vzorcích vegetace jsem zpracoval v grafu hmotnostní aktivity  $^{137}\text{Cs}$  dle jednotlivých stanovišť a jednotlivých typů odebraných vzorků vegetace (Graf 6).



Graf 6, Hodnoty hmotnostní aktivity  $^{137}\text{Cs}$  v rostlinné vegetaci

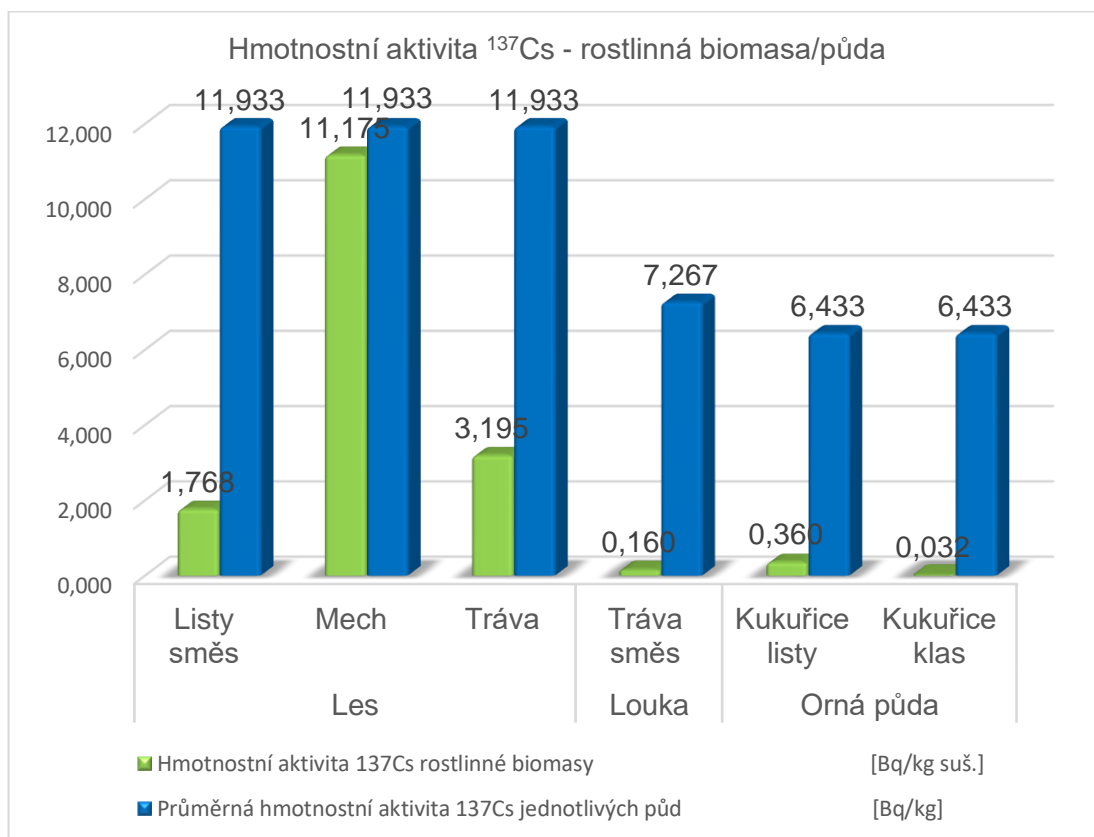
Zdroj: Šoltýs, 2020

Z výsledků srovnání vyplývá, že na stanovišti Les jsou naměřené hodnoty hmotnostní aktivity  $^{137}\text{Cs}$  nejvyšší, a to s maximální hodnotou v tabulce 11,175 Bq/kg sušiny u vzorku Mech. Následuje hodnota vzorku Tráva 3,195 Bq/kg sušiny a vzorku Listy 1,768 Bq/kg sušiny, vše na stanovišti Les. Dalším výsledkem je naměřená hodnota na stanovišti Louka u vzorku vegetace Tráva směs 0,160 Bq/kg sušiny. A dále vyšší hodnota na stanovišti Orná půda u vzorku Kukuřice listy 0,360 Bq/kg sušiny. A nižší hodnotou na tomto stanovišti u vzorku Kukuřice klas 0,032 Bq/kg sušiny. Nejvyšší hmotnostní aktivity  $^{137}\text{Cs}$  je tedy ve všech vzorcích na stanovišti Les (Graf 6).

Hmotnostní aktivity  $^{137}\text{Cs}$  naměřena na stanovišti Les – 11,175 Bq/kg sušiny u rostlinného vzorku Mech vypovídá o schopnosti mechů, včetně jiných rostlin, které jsou zařazeny do skupiny takzvaných bioindikátorů kontaminace, absorbovat radionuklidy z vrchní půdní vrstvy. Tyto bioindikátory mají například schopnost zachytit až 93 % radionuklidů, dopadajících na zem (Heinrich et al., 1989).

#### 6.4 Porovnání Hmotnostní aktivity $^{137}\text{Cs}$ v půdě a rostlinné biomase

V této kapitole jsem porovnal výsledky naměřené u vzorků Hmotnostní aktivity  $^{137}\text{Cs}$  u jednotlivých stanovišť Les, louka, Orná půda, kde byly opět zprůměrovány hodnoty Hmotnostní aktivity  $^{137}\text{Cs}$  z jednotlivých vrstev půd. Ve společném grafu jsou dále zaznamenány hodnoty Hmotnostní aktivity  $^{137}\text{Cs}$  jednotlivých vzorků rostlinné biomasy naměřené v laboratořích SURO Praha.



Graf 7, Porovnání hodnot hmotnostní aktivity  $^{137}\text{Cs}$

Zdroj: Šoltýs, 2020

Z výše uvedeného grafu je zřejmé, že u všech odebraných vzorků půd ze stanovišť Les, Louka i Orná půda, jsou výsledky Hmotnostní aktivity  $^{137}\text{Cs}$  vyšší než u Hmotnostní aktivity  $^{137}\text{Cs}$  uvedené ve výsledcích vzorků rostlinné biomasy. Evidentní rozdíl je zobrazen u stanoviště Louka a Orná půda, kdy je hodnota u půd cca 12x vyšší než u rostlinné biomasy. U zemědělské půdy je důvodem nízkých hodnot hmotnostní aktivity  $^{137}\text{Cs}$  v rostlinné biomase pěstování jednoleté plodiny. Na stanovišti Les jsou patrné, především u rostlinného vzorku Mech, srovnatelné hodnoty Hmotnostní aktivity  $^{137}\text{Cs}$  s půdním vzorkem. Důvodem vyšších hodnot na stanovišti Les je oproti zemědělské půdě víceletost dřevin, mechů a trav, kde dochází k dlouhodobé akumulaci  $^{137}\text{Cs}$ .

## 6.5 Transferové koeficienty

Laboratoře SURO Praha se také zabývají zjišťováním přestupu izotopů  $^{137}\text{Cs}$  z půdy do rostlin, který je definován jako Transferový koeficient (TK). Jedná se o poměr hmotnostní aktivity radionuklidu v rostlinné biomase a hmotnostní aktivity suché půdy. Dále je vypočítáván Agregovaný faktor transferu  $T_{AG}$ , který udává poměr hmotnostní aktivity radionuklidu v rostlinné biomase k celkové akumulaci na půdu na jednotku plochy. Vše dle platné metodiky výpočtů a měření v laboratorních podmínkách (Ježková, Rulík, 2015). Dále je využívána metoda prognózy kontaminace plodin v závislosti na čase (Procházka et al., 2015).

Jsem si vědom, že samotné stanovení přestupu  $^{137}\text{Cs}$  z půdy do rostliny ovlivňuje mnoho specifických faktorů, které v následujících výpočtech nejsou zohledněny. Pro srovnání bude tedy využít následující zjednodušený výpočet. Pro stanovení zjednodušeného výpočtu hodnot přestupu Hmotnostní aktivity půdy  $^{137}\text{Cs}$  do rostlinné biomasy a dále do potravního řetězce jsem použil výpočet Transferového koeficientu (TK), který vyjadřuje, jak intenzivní je přenos Hmotnostní aktivity  $^{137}\text{Cs}$  ze zeminy do rostlinné biomasy. Jedná se o bezrozměrnou veličinu. Dále jsem použil výpočet Agregovaného faktoru přenosu  $T_{AG}$ , vyjadřující poměr mezi hmotnostní aktivitou v rostlinné biomase k celkové akumulaci na půdu na jednotku plochy. Agregovaný faktor přenosu  $T_{AG}$  má jednotku  $\text{Kg}/\text{m}^2$ . V tomto případě bylo nutné vyčíslit průměrnou Hmotnostní aktivitu  $^{137}\text{Cs}$  na jednotlivém stanovišti Les, Louka, Orná půda. Jednotlivé naměřené hodnoty byly zaneseny do tabulky. Transferový koeficient TF dosahuje nejvyšších hodnot na stanovišti Les s nejvyšší hodnotou u vzorku Mech - 0,936. Nejnižší hodnota je vypočtena na stanovišti Orná půda ve vzorku Kukuřice klas – 0,005. Dále je v tabulce uveden přehled Agregovaného faktoru přenosu  $T_{AG}$  u jednotlivých vzorků rostlinné biomasy. Nejvyšší hodnota je vyčíslena opět ze stanoviště Les u rostlinného vzorku Mech – 0,0114  $\text{Kg}/\text{m}^2$ .

Stanoviště	Název vzorku rostlinné biomasy	Ar Hmotnostní aktivita $^{137}\text{Cs}$ vzorků rostlinné biomasy [Bq/kg suš.]	Am Průměrná hmotnostní aktivita $^{137}\text{Cs}$ jednotlivých půd [Bq/kg]	Plošná aktivita ( $A_p$ ) [Bq/m <sup>2</sup> ]	TF Transferový koeficient TK = Ar / Am	$T_{AG}$ Agregovaný faktor přenosu TAG = Ar / $A_p$ [Kg/m <sup>2</sup> ]
Les	Listy směs	1,768	11,933	981	0,148	0,0018
	Mech	11,175			0,936	0,0114
	Tráva	3,195			0,268	0,0033
Louka	Tráva směs	0,160	7,267	654	0,022	0,0003
Orná půda	Kukuřice listy	0,360	6,433	564	0,056	0,0006
	Kukuřice klas	0,032			0,005	0,0001

Tabulka 5, Výsledné hodnoty Transferového koeficientu a Agregovaného faktoru přenosu

Zdroj: Šoltýs, 2020

## 7. Diskuse

Cílem této bakalářské práce bylo porovnání výsledků  $^{137}\text{Cs}$  z odběru půdních vzorků v různých lokalitách ČR v rámci pětičlenného výzkumného týmu studentů FŽP, které byly zpracovány v laboratořích spektrometrie SURO Praha.

Jednalo se o zjištění hmotnostní aktivity  $^{137}\text{Cs}$  a plošné aktivity  $^{137}\text{Cs}$  z mé lokality Nová Telib a následujících lokalit:

Stvolínky - Míša Voříšková

Patřín, Loučeň - Václav Makowski

Lysá nad Labem - Petr Bouška

Modlany - Martin Šváb

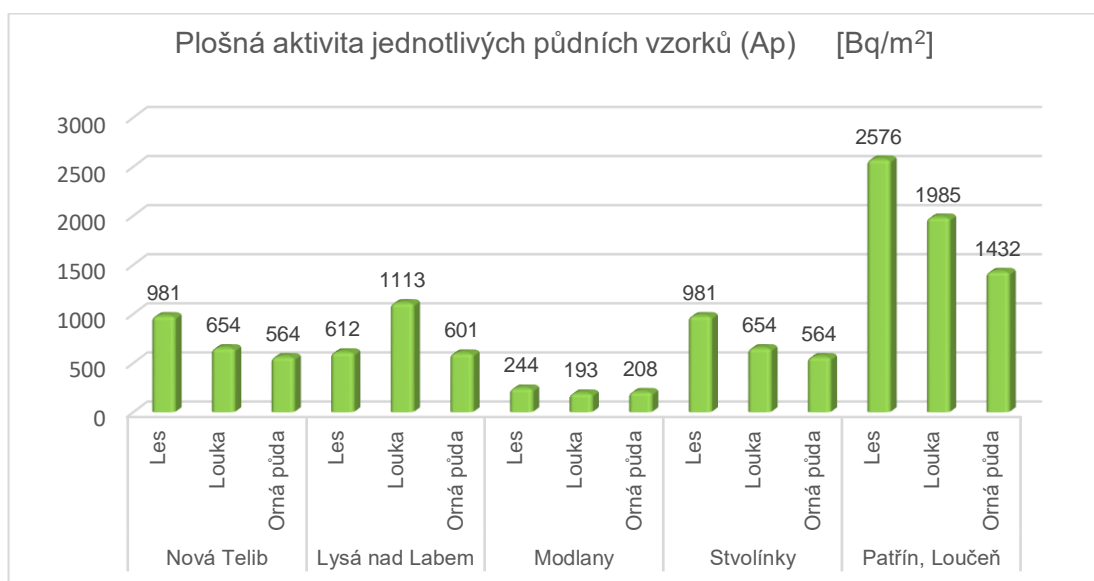
Dále byly v těchto lokalitách dle metodiky provedeny odběry rostlinné biomasy a na základě výsledků ze SURO Praha porovnány hmotnostní aktivity  $^{137}\text{Cs}$ .

V úvodu diskuse je nutné zmínit, že kontaminace půd  $^{137}\text{Cs}$  je z hlediska celorepublikového pohledu různá a je dána skutečností, že se kontaminovaný mrak po havárii v Černobylu nepohyboval nad naším celým územím rovnoměrně. Dalším faktorem ovlivňujícím různé rozptýlení kontaminace  $^{137}\text{Cs}$  v té době bylo množství srážek, které byly s největším srážkovým úhrnem naměřeny především v oblastech horských. Rulík, Helebrant (2011) uvádějí, že došlo k rozdělení atmosférického spadu nad ČR do tří pásem, která významně zasáhla naše území.



## 7.1 Porovnání výsledků plošné aktivity $^{137}\text{Cs}$

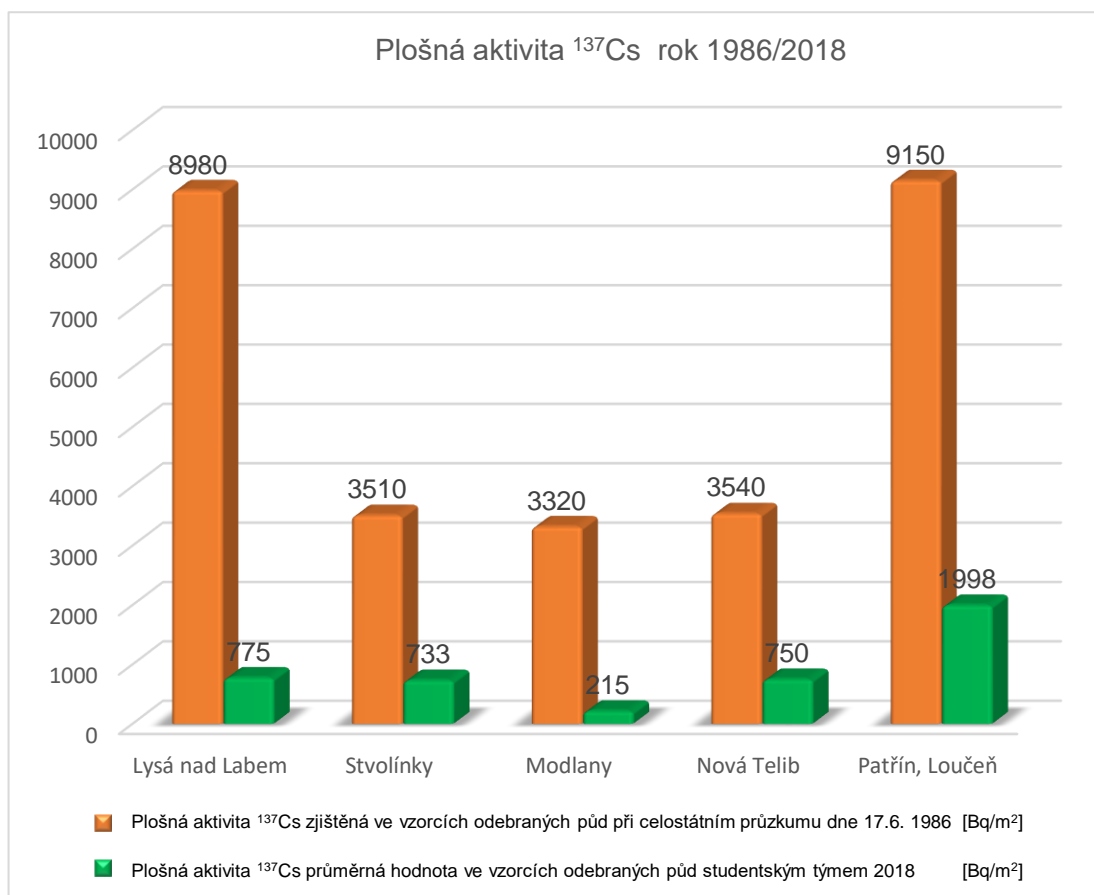
Na základě výsledků zaslaných z laboratoří SURO Praha jsem provedl porovnání výsledků z lokalit studentského týmu u plošné aktivity  $^{137}\text{Cs}$  na jednotlivých stanovištích odběru Les, Louka, Orná půda. Dle metodiky byly zajištěny půdní vzorky na stanovišti bez zemědělského zásahu, tedy Louky a Lesy, kde bylo prováděno maximálně lesní hospodářství. Na stanovištích Orná půda je však prováděna intenzivní zemědělská činnost s rostlinnou výrobou. Jak uvádí Graf 8 jsou patrné rozdílné hodnoty u dvou lokalit. V případě lokality Modlany se jedná o extrémně nízké hodnoty plošné aktivity  $^{137}\text{Cs}$  v půdě, a to u všech typů stanovišť, tyto hodnoty se pohybují v rozmezí od 193 do 244 Bq/m<sup>2</sup> (Šváb, 2020). Oproti tomu jsou patrné extrémně vysoké hodnoty plošné aktivity  $^{137}\text{Cs}$  v lokalitě Patřín, Loučeň (Makowski, 2020), kde se rozmezí pohybuje na jednotlivých stanovištích v hodnotách od 1432 do 2576 Bq/m<sup>2</sup> (Makowski, 2020). Tento extrémní rozdíl může být způsoben druhovým složením porostů, Ph půdních vrstev, půdním typem, mikrobiální a makrobiální aktivitou v půdě, včetně možného různého zastoupení v mechovém, bylinném a keřovém pásmu. Tyto extrémní rozdíly mohou být také způsobeny jak intenzitou srážek, tak samotnou aktuální koncentrací radionuklidů při průchodu kontaminovaného mraku. Vyšší koncentrace v lesích pak může být ovlivněna efektivnějším zachycením kontaminovaného vzduchu a samotná retence v lesním prostředí v důsledku srážek (Mishra et al., 2018). Dále je z grafu patrné, že největší plošná aktivita  $^{137}\text{Cs}$  je uvedena v půdních vzorcích stanoviště Les, pouze v lokalitě Lysá nad Labem je nejvyšší hodnota uvedena na stanovišti Louka v hodnotě 1113 Bq/m<sup>2</sup> (Bouška, 2020). Nejmenší hodnoty v porovnání mezi jednotlivými stanovišti jsou pak zaznamenána u stanoviště Orná půda, kde Les.



Graf 8, Porovnání hodnot plošné aktivity  $^{137}\text{Cs}$

Zdroj: Šoltýs, 2020

Porovnání hodnot plošné aktivity  $^{137}\text{Cs}$  je uvedeno níže v Grafu 9. Zde jsem výsledná data uvedená v tabulkách naměřených hodnot při celostátním průzkumu dne 17.6. 1986 převedl do grafu a doplnil je u stejných lokalit o aktuální data zjištěné studentským týmem FŽP v roce 2018. Pokles plošné aktivity u  $^{137}\text{Cs}$  je důsledkem zákona o radioaktivní přeměně. Snížení hodnot je patrné ve všech lokalitách, kde byly provedeny odběry půdních vzorků. Samozřejmě se jedná o orientační hodnoty, jelikož jsou samotné odběry v uvedených letech provedeny v rozdílných GPS souřadnicích. Reprezentují však rozdíl 32 let od černobylské havárie. Velice zajímavým zjištěním je porovnávání hodnot v pořadí lokalit od největší hodnoty k nejmenší hodnotě plošné aktivity uvedené v Grafu 9. Tedy lokalita Patřín, Loučeň reprezentovaly nejvyšší hodnoty jak v roce 1986 - hodnota 9 150 Bq/m<sup>2</sup> (URL11), tak v roce 2018 s hodnotou 1 998 Bq/m<sup>2</sup> (Makowski, 2020). Následuje shoda ve stejném pořadí lokalit v obou uvedených letech. Druhá nejvyšší lokalita v roce 1986 i 2018 je Lysá nad Labem, následuje Nová Telib, která je třetí v pořadí v obou letech od nejvyšší naměřené hodnoty. Čtvrtá lokalita jsou v obou letech Stvolínky a na pátém místě lokalita Modlany jak v roce 1986 s nejnižší hodnotou 3 320 Bq/m<sup>2</sup> (URL11), tak v roce 2018 s nejnižší hodnotou 215 Bq/m<sup>2</sup> (Šváb, 2020). Tato skutečnost mi potvrdila, že metodika odběru půdních vzorků byla dodržena.

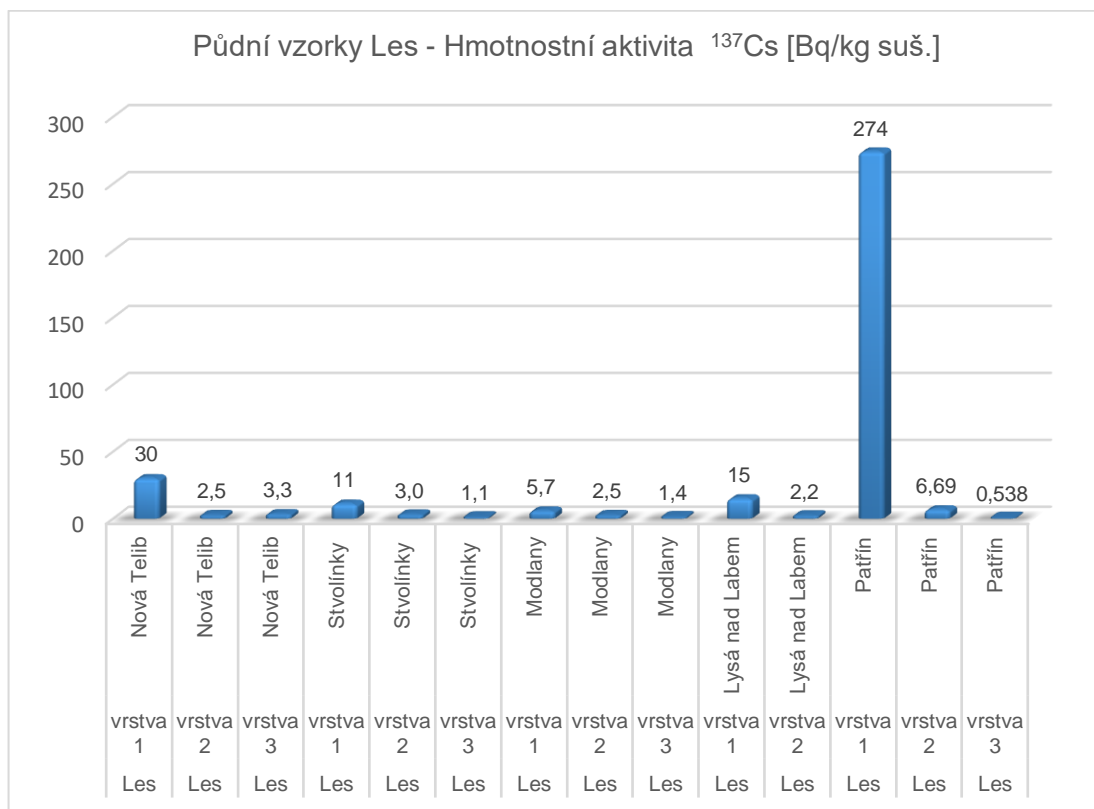


Graf 9, Porovnání hodnot plošné aktivity  $^{137}\text{Cs}$  z let 1986/2018

Zdroj: Šoltýs, 2020

## 7.2 Porovnání výsledků hmotnostní aktivity $^{137}\text{Cs}$ u půdních vzorků

Půdní vzorky byly odebrány dle stanovené metodiky studentským týmem FŽP celkem na pěti lokalitách různých katastrálních území. V Grafu 10 jsou zobrazeny výsledky hmotnostní aktivity  $^{137}\text{Cs}$  ve vzorcích lesní půdy. Ve čtyřech lokalitách byly odkryty vždy tři vrstvy půdního horizontu, pouze v lokalitě Lysá nad Labem šlo o dvě půdní vrstvy. V níže uvedeném grafu platí dle výsledných hodnot pravidelnost, kde je nejvyšší hodnota vždy v první půdní vrstvě a nejnižší ve vrstvě třetí. Samotná nejvyšší hodnota hmotnostní aktivity v první půdní vrstvě je pak v lokalitě Patřín – 274 Bq/kg (Makowski, 2020). V tomto případě bych doporučoval opakování odběru půdních vzorků v lokalitě Patřín, jelikož hodnota v první půdní vrstvě vykazuje oproti hodnotám ve vrstvě druhé a třetí markantní rozdíl. V lokalitě Lysá nad Labem byly naměřeny ve dvou vrstvách hodnoty 15 Bq/kg a ve spodní vrstvě 2,2 Bq/kg (Bouška, 2020).

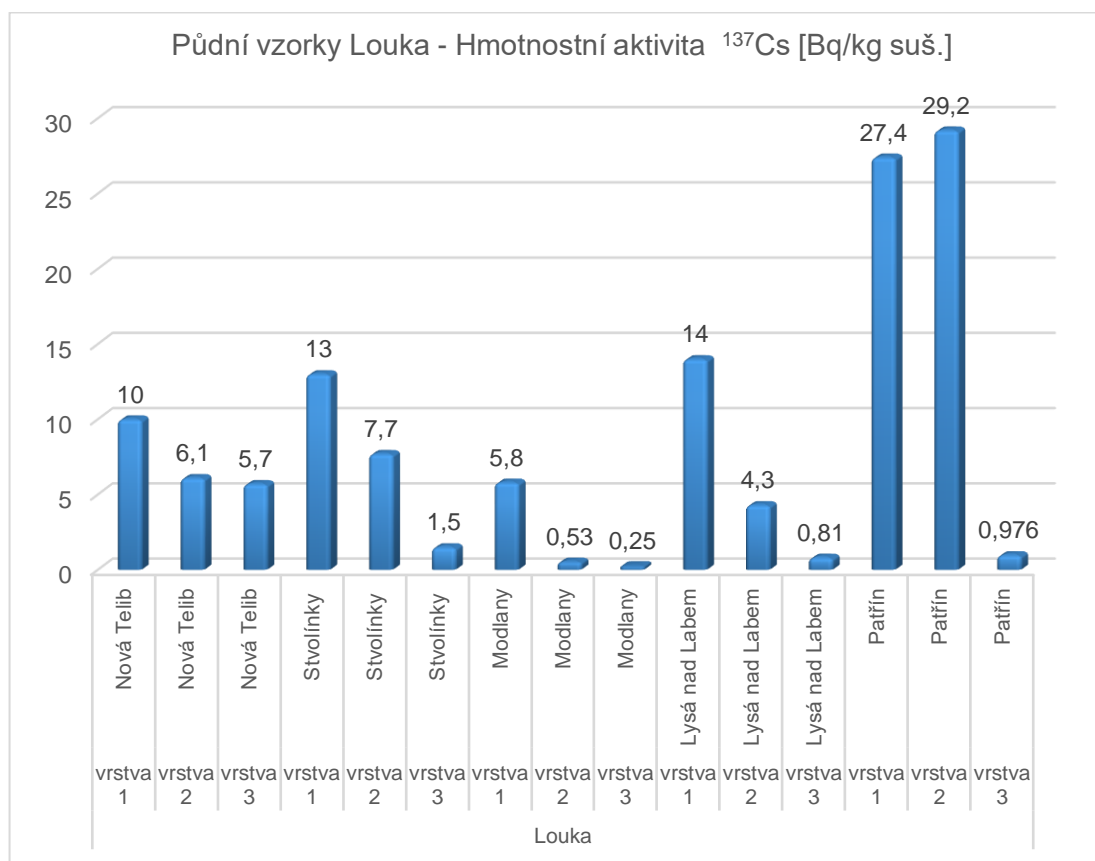


Graf 10, Les - Porovnání hodnot hmotnostní aktivity  $^{137}\text{Cs}$  - studentský tým FŽP

Zdroj: Šoltýs, 2020

Dalším úkolem studentského týmu bylo odebrání půdních vzorků z louky, která nebyla od jaderné havárie v Černobylu zemědělsky využívána. Po zpracování výsledků v laboratořích SURO Praha jsem zpracoval výsledné hodnoty do Grafu 11. Na všech lokalitách byly v tomto případě odkryty tři půdní horizonty a opět byly zaznamenány

nejvyšší hodnoty hmotnostní aktivity v první půdní vrstvě s klesající tendencí po vrstvu třetí. Výjimkou je lokalita Patřín, kde se ve druhém půdním horizontu vyskytovala hodnota nejvyšší 29,2 Bq/kg (Makowski, 2020). V těchto výsledcích uvedených v Grafu 11 jsou opět vykazovány v lokalitě Patřín (Makowski, 2020) velké rozdíly mezi druhou a třetí půdní vrstvou, proto bych doporučil i v tomto případě opakovat odběr půdních vzorků na tomto stanovišti Louka.

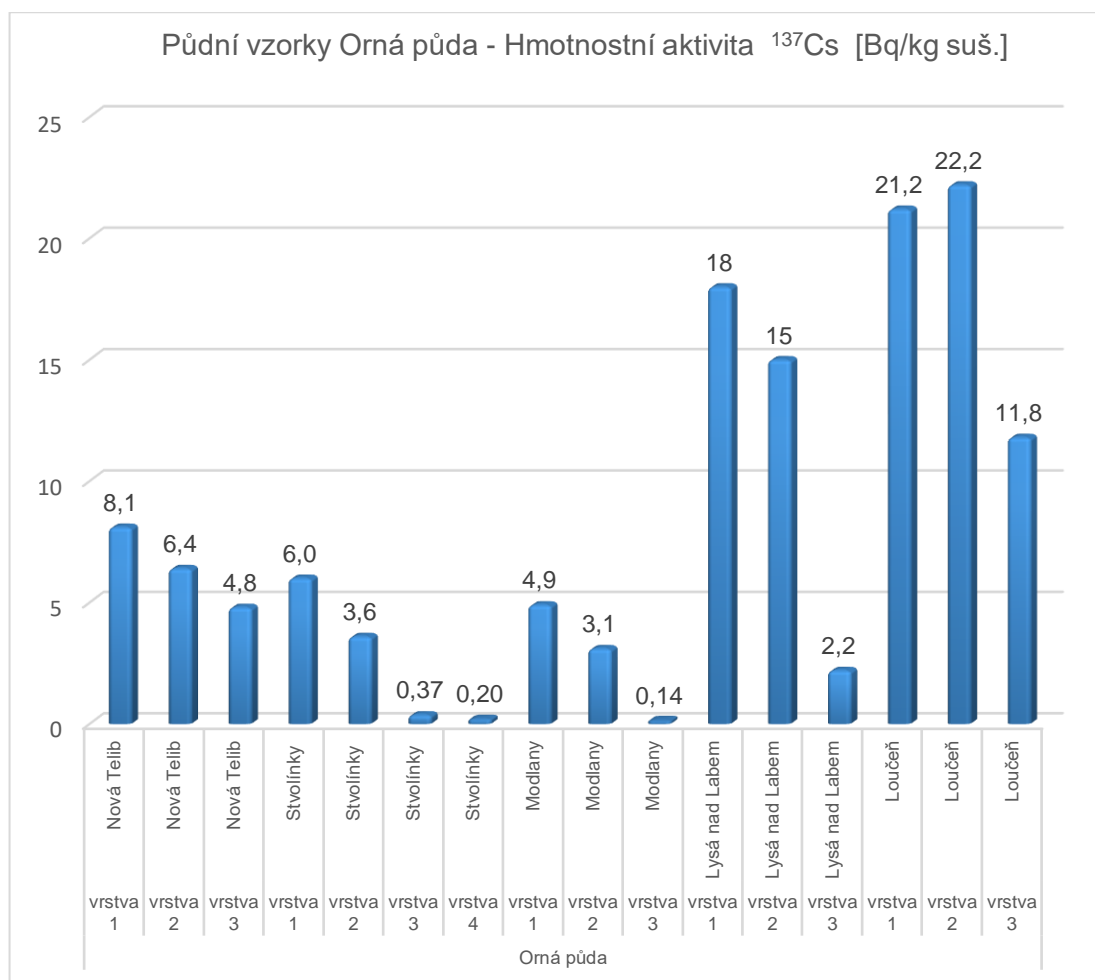


Graf 11, Louka - Porovnání hodnot hmotnostní aktivity  $^{137}\text{Cs}$  - studentský tým FŽP

Zdroj: Šoltýs, 2020

Posledním stanovištěm odběru půdních vzorků byla dle zadání zemědělsky využívaná půda, ve výsledcích označena jako Omá půda. Při každoročním obdělávání zemědělské půdy je předpoklad, že se  $^{137}\text{Cs}$  dostává do větších hloubek vlivem hluboké orby. Největší koncentrace  $^{137}\text{Cs}$  zemědělsky nevyužívané půdy je 4-6 cm pod povrchem (Albrecht, 1999). Ve výsledcích studentského týmu na Grafu 12 jsou ale patrné odlišné hodnoty, než je uvedeno výše. Tyto hodnoty vykazují opětovně pravidlo nejvyšší naměřené hodnoty v první půdní vrstvě. Lokalita Nová Telib – 8,1 Bq/kg, lokalita Stvolínky 6,0 Bq/kg (Voříšková, 2020), lokalita Modlany 4,9 Bq/kg (Šváb, 2020) a lokalita Lysá nad Labem 18 Bq/kg (Bouška, 2020).

Výjimkou je lokalita Loučeň, u které je nejvyšší hodnota naměřena ve druhé půdní vrstvě 22,2 Bq/kg a první půdní vrstva vykazuje nižší hodnotu 21,2 Bq/kg (Makowski, 2020). Nejnižší hodnotou v lokalitě Loučeň je také třetí půdní vrstva s hodnotou 11,8 Bq/kg (Makowski, 2020).



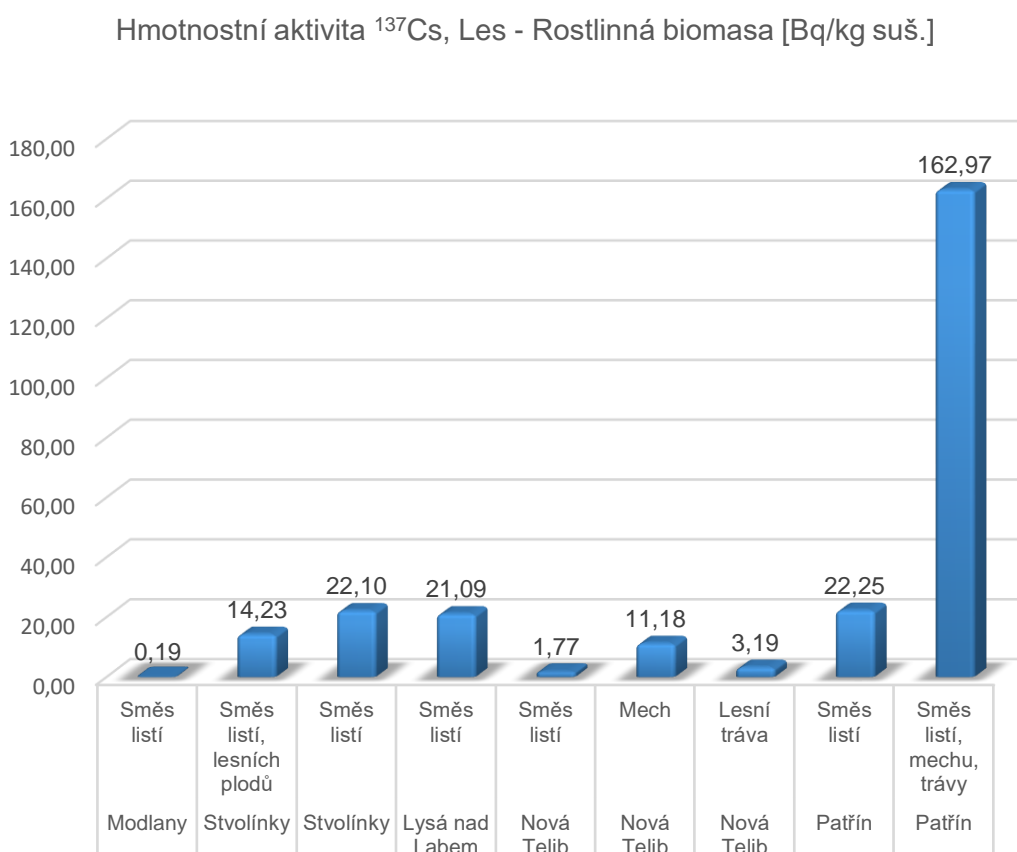
Graf 12, Orná půda - Porovnání hodnot hmotnostní aktivity  $^{137}\text{Cs}$  - studentský tým FŽP  
Zdroj: Šoltýs, 2020

Pokud shrneme výsledky rozboru půdních vzorků ze stanovišť lesních půd, lučních půd a zemědělsky obhospodařované půdy ze všech katastrálních územích, kde byly v rámci studentského týmu FŽP zajištěny, můžeme konstatovat, že se hodnoty hmotnostní aktivity  $^{137}\text{Cs}$  vyskytují v největším měřítku v horní půdní vrstvě, jak je uvedeno v Grafu 10, 11 a 12. Výjimku tvoří v rámci tohoto výzkumu dvě lokality, Patřín, kde je na stanovišti Louka nejvyšší naměřená hodnota hmotnostní aktivity  $^{137}\text{Cs}$  29,2 Bq/kg (Makowski, 2020) a také lokalita Loučeň, kdy je v druhé půdní vrstvě naměřena hodnota hmotnostní aktivity  $^{137}\text{Cs}$  22,2 Bq/kg (Makowski, 2020).

### 7.3 Porovnání výsledků hmotnostní aktivity $^{137}\text{Cs}$ v rostlinné biomase

Součástí výzkumu studentského týmu FŽP bylo zjištění akumulace  $^{137}\text{Cs}$  v rostlinné biomase nacházející se v okolí sond z odebíraných vzorků půdy. Tento transfer  $^{137}\text{Cs}$  z půdy na rostliny byl již studován intenzivně od 60. let minulého století po celém světě. Dlouhodobá akumulace radionuklidů v rostlinách je ovlivněna velkým množstvím faktorů, které působí na úrovni fyziologie rostlin, chemismu konkrétního půdního typu, vegetace a specifických a také klimatických podmínkách konkrétní lokality (Coughtrey, Thorne, 1983).

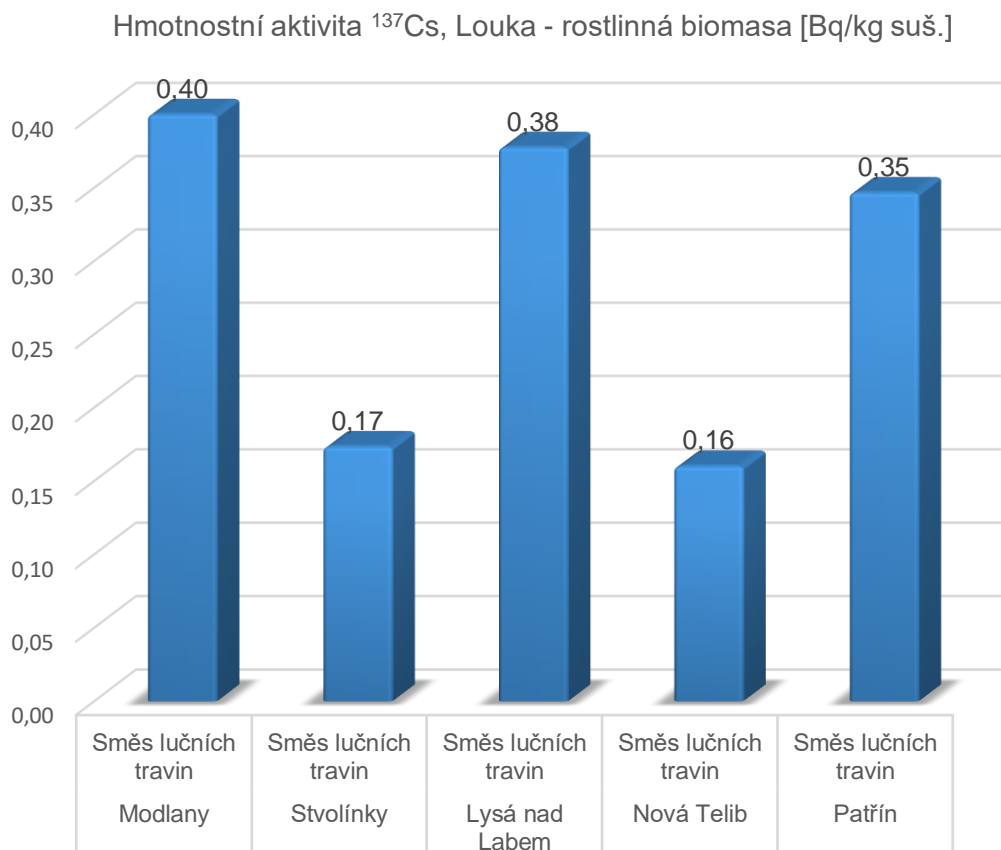
Graf 13 srovnává hodnoty hmotnostní aktivity  $^{137}\text{Cs}$  z rozboru rostlinné biomasy odebrané z půdy využívané jako Les v katastrálních území jednotlivých členů studentského týmu FŽP. Nejvyšší hodnotou je zde Směs listí, mechu a tráv v lokalitě Patřín 162,97 Bq/kg (Makowski, 2020). Další nejvyšší hodnotou je Směs listí v lokalitě Stvolínky, s hodnotou hmotnostní aktivity  $^{137}\text{Cs}$ , která je 22,10 Bq/kg (Voříšková, 2020).



Graf 13, Les – rostlinná biomasa - Porovnání hodnot hmotnostní aktivity  $^{137}\text{Cs}$  - studentský tým FŽP

Zdroj: Šoltýs, 2020

Dalšími vzorky rostlinné biomasy odebrané studentským týmem FŽP byly na shodných lokalitách s půdním využitím jako Louka. V tomto případě Graf 14 srovnává zanedbatelné hodnoty rostlinné biomasy odebrané v lučním porostu, kde nejvyšší hodnotou je lokalita Modlany, která představuje 0,40 Bq/kg (Šváb, 2020) a nejnižší hodnotu hmotnostní aktivity  $^{137}\text{Cs}$  v rostlinné biomase reprezentuje lokalita Nová Telib s hodnotou 0,16 Bq/kg.



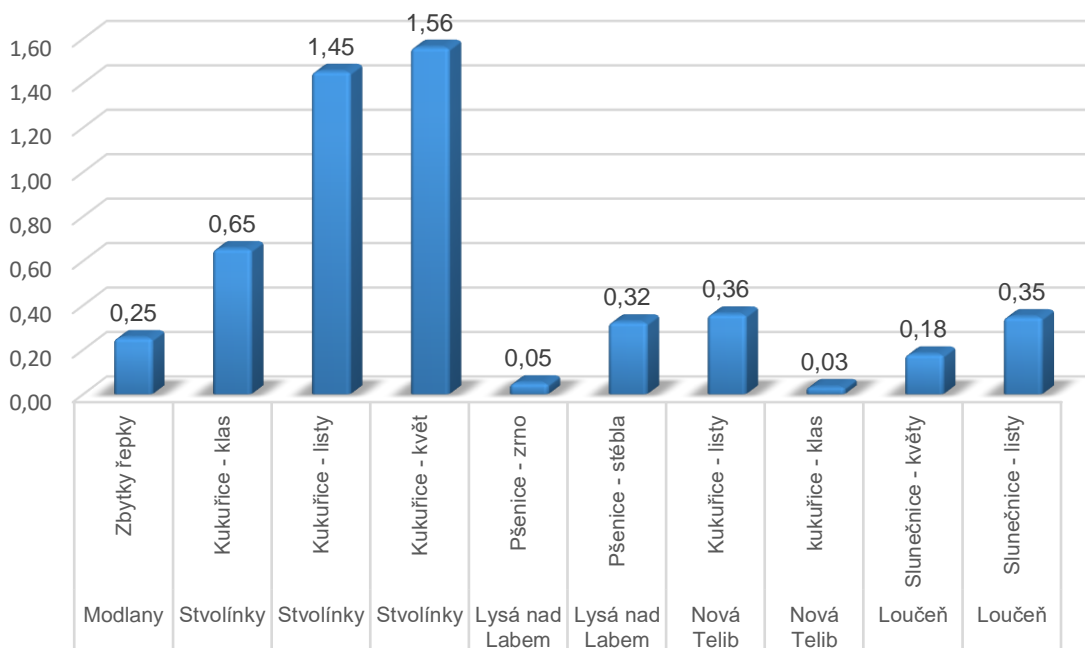
Graf 14, Louka – rostlinná biomasa - Porovnání hodnot hmotnostní aktivity  $^{137}\text{Cs}$  - studentský tým FŽP

Zdroj: Šoltýs, 2020

V případě odebraných rostlinných vzorků ze všech lokalit studentského týmu FŽP na půdách využívaných jako Louka se tedy jedná o zanedbatelné hodnoty hmotnostní aktivity  $^{137}\text{Cs}$ , které byly naměřeny v laboratořích SURO Praha.

Dále byly porovnány hodnoty hmotnostní aktivity  $^{137}\text{Cs}$  rostlinné biomasy u odebraných vzorků ze stanovišť Orná půda v lokalitách jednotlivých katastrálních území studentského týmu FŽP, kdy je rostlinná biomasa odebrána na zemědělsky obhospodařovaných půdách (Graf 15). Nejvyšší hodnota je v katastrálním území Stvolínky s hodnotami u odebraných vzorků v rostlinné biomase označených jako Kukuřice – listy 1,45 Bq/kg a Kukuřice květ 1,56 Bq/kg (Voříšková, 2020). Minimální hodnoty hmotnostní aktivity vykazují vzorky, které můžeme specifikovat jako ke konzumaci, jedná se o lokalitu Stvolínky u vzorku Kukuřice klas s hodnotou 0,65 Bq/kg (Voříšková, 2020), dále o lokalitu Lysá nad Labem u vzorku Pšenice – zrno s hodnotou 0,05 Bq/kg (Bouška, 2020) a poslední v lokalitě Nová Telib se vzorkem, s uvedeným názvem Kukuřice – klas, s hodnotou hmotnostní aktivity  $^{137}\text{Cs}$  nejnižší v celém grafu - 0,03 Bq/kg.

Hmotnostní aktivita  $^{137}\text{Cs}$ , Orná půda - rostlinná biomasa [Bq/kg suš.]



Graf 15, Orná půda – rostlinná biomasa - Porovnání hodnot hmotnostní aktivity  $^{137}\text{Cs}$  - studentský tým FŽP

Zdroj: Šoltýs, 2020

S ohledem na laboratorní rozbory rostlinné biomasy můžeme konstatovat, že jedním z nezanedbatelných článků v potravním řetězci jsou bezesporu rostliny, které svou interakcí s půdními složkami mohou poskytovat svou biomasou jak pro člověka užitečné, tak i toxické prvky,  $^{137}\text{Cs}$  nevyjímaje.



## 8. Závěr

Součástí života na Zemi jsou bezesporu i radioaktivní látky, které se vyskytují přirozeně nebo jsou bohužel působením člověka součástí životního prostředí. V 50. a 60. letech 20. století, v době studené války, byly bezesporu největším producentem znečištění životního prostředí na celém světě radionuklidy, které pocházely z probíhajících zkoušek jaderných raket.

Z pohledu využití jaderné energetiky byla do současné doby největší katastrofou havárie čtvrtého bloku jaderné elektrárny v Černobylu, který byl uveden do provozu v roce 1983. Dne 26. dubna 1986 v noci, došlo ke dvěma explozím tohoto reaktoru. Následkem této katastrofy a přirozených klimatických podmínek bylo způsobeno zamoření životního prostředí prakticky na celém světě.

Z tohoto důvodu byl následně v bývalém Československu proveden výzkum radiačního zamoření ve vzorcích odebraných půd, který byl zaměřen na zjištění plošné aktivity radioaktivních látek  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{103}\text{Ru}$ . Tyto výsledky jsou shrnuty v dokumentech Státního ústavu radiační ochrany v Praze, ve zprávě ze dne 17.6. 1986.

Cílem této bakalářské práce bylo porovnání výsledků plošné aktivity  $^{137}\text{Cs}$  z roku 1986 se současnými hodnotami zpracovanými na základě vytipovaných lokalit z roku 1986 v současnosti. Dále bylo úkolem porovnání jednotlivých půdních vzorků s rozdělením využitelnosti půd s ostatními členy studentského týmu FŽP, které jsou podrobně rozepsány v kapitole výsledků.

Mezi další cíl této bakalářské práce bylo zahrnuto měření dávkového příkonu, které je popsáno také v kapitole výsledků.

Závěrem lze konstatovat, že výsledky rozborů půdních vzorků, které jsou uvedeny v této bakalářské práci, včetně výsledků studentského týmu z roku 2018, vykazují pozvolný pokles kontaminace  $^{137}\text{Cs}$ , který je způsoben radioaktivní přeměnou  $^{137}\text{Cs}$  na stabilní  $^{137}\text{Ba}$ . Snížení těchto hodnot  $^{137}\text{Cs}$  dále ovlivňuje samotné využití půdy, fyzikální i chemické a v neposlední řadě i biologické procesy v půdě.

## 9. Přehled literatury a použitých zdrojů

### 9.1 Literatura

- AAKROG, A. (1988). Radiological impact of Chernobyl debris compared with that from nuclear weapons fallout. *J Environ Radioact*. Vol.6, 151-162.
- ALBRECHT, A. (1999). Radiocesium and 210Pb in sediments, soil and surface waters of a high alpine catchment, *Aquatic Sciences* 61, 1-22.
- ANNEX, J. (2000). Exposures and effects of the Chernobyl accident. *Sources and Effects of Ionizing Radiation: The United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation UNSCEAR*, 451-566.
- BARNABY F. (1986). Chernobyl: The Consequences in Europe. – *Ambio* 15/6: 332-334.
- BENEŠ, L., MĚSTECKÁ, S., VEVERKA, P. (2001). Historie a současnost podnikání na mladoboleslavsku. Městské knihy s.r.o., Žehušice. 223 s.
- BOUŠKA, P. (2020). Sledování množství <sup>137</sup>Cs v půdě a vegetaci a plošné měření dávkového příkonu na vybraných lokalitách – Lysá nad Labem. Praha. Bakalářská práce. Fakulta životního prostředí.
- BUČINA, I., DVOŘÁK, Z., MALÁTOVÁ, I., VRBOVÁ, H., DRÁBOVÁ, D. (1988). Radionuklidy z černobylské havárie v půdě na území ČSSR: jejich původ, depozice a distribuce. Některé výsledky monitorování následků černobylské havárie v ČSSR, Praha. Československá komise pro atomovou energii.
- COMBY, B., MOORE, P., LOVELOCK, J. (2007). *Environmentalisté pro jadernou energii*. Pragma, Praha, 321 s.
- COUGHTREY, P. J., THORNE, M. C. (1983). Radionuclide distribution and transport in terrestrial and aquatic ecosystems. A critical review of data. Rotterdam:A.A. Balkema Publishers. 2544 s.
- CULEK, M., GRULICH, V., LAŠTŮVKA, Z., DIVÍŠEK, J. (2013): Biografické regiony České republiky. Astron, Praha, 449 s.
- ČECH, S. (2012). Hydrogeologický rajon 4430 „Jizerská křída levobřežní“. Geologická rešerše. MS Čes. geol.služ. Praha.
- DANELL, K., NELIN, P., WICKMAN, G. (1989). Caesium 137 in northern Swedish moose: The first year after the Chernobyl accident. Sweden. N. p., 1989. Web.
- DEMEK, J., MACKOVČIN, P., BALATKA, B. (2006). *Zeměpisný lexikon ČR: Hory a nížiny*, 2. vyd. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Brno. 580 s.
- FORSBERG, S., ROSÉN, K., FERNANDEZ, V., JUHAN, H. (2000). Migration of <sup>137</sup>Cs and <sup>90</sup>Sr in undisturbed soil profiles under controlled and close-to-real conditions. *Journal of Environmental Radioactivity*, 2000-50(3), 235-252.
- HEINRICH, G., MÜLLER, H. J., OSWALD, K., GRIESA, (1989). Natural and Artificial Radionuclides in Selected Styrian soils and plants before and after the reactor accident in Chernobyl. *Biochem. Physiol. Pflanzen*, 185, 55-67.
- HELEBRANT, J., RULÍK, P. (2011). Zpráva SÚRO č. 22/2011. Mapa kontaminace půdy České republiky <sup>137</sup>Cs po havárii JE Černobyl. SÚRO, Praha.
- HERČÍK, K. (2008). Dobrovice 450 let městem, 1558-2008. Polygraf s.r.o., Dobrovice. 159 s.

- HERČÍK, K., KRÁLÍK, J. (2005). *Továrna ve městě – Město v továrně*. Moto Public, Brno. 209 s.
- HÖLGYE, Z., MALÝ, M. (2000). Sources, vertical distribution, and migration rates of Pu-239, Pu-240, Pu-238, and Cs-137 in grassland soil in three localities of central Bohemia, *Journal of Environmental Radioactivity*, 47:1, 135-147.
- JEŽKOVÁ, T., RULÍK, P. (2015) Zpráva SÚRO 53/2015 Stanovení transferového koeficientu půda-rostlina v laboratoři – Metodika, Státní ústav radiační ochrany 140 00 Praha 4, Bartoškova 28
- KIRK, G., J., D., STAUNTON, S. (1989). On predicting the fate of radioactive caesium in soil beneath grassland. 1989-J Soil Sci 40: 71-84.
- KRÁSNÝ, J., CÍSLEROVÁ, M., ČURDA, S., DATEL, J., V., DOŘÁK, J., GRMELA, A., HRKAL, Z., KŘÍŽ, H., MARSZALEK, H., ŠANTRŮČEK, J., ŠILAR, J. (2012). *Podzemní vody České republiky. Regionální hydrogeologie prostých a minerálních vod*. Česká geologická služba, Praha, 1143 s.
- KUKAL, Z. REICHMANN, F. (2000). *Horninové prostředí České republiky, jeho stav a ochrana*. Český geologický ústav, Praha, 192 s.
- KUVSHINNIKOV, A., V. (2006). 20 years after the Chernobyl catastrophe The Consequences in the Republic of Belarus and their Overcoming. Minsk. 101 s.
- MAKOWSKI, V. (2020). Sledování množství <sup>137</sup>Cs v půdě a vegetaci a plošné měření dávkového příkonu na vybraných lokalitách – Loučeň. Praha. Bakalářská práce. Fakulta životního prostředí.
- MIHALÍK, J. (2012). Minimalizace dopadů radiační kontaminace na krajinu v havarijní zóně JE Temelín. Rešerše problematiky krátko i dlouhodobého vývoje stavu radioaktivity (Cs, I) v přirozených retenčních místech v krajině. SÚRO Praha.
- MISHRA, S., SAHOO, S., K., BOSSEW, P., SORIMACHI, A., TOKONAMI, S. (2018). Reprint of "Vertical migration of radio-caesium derived from the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident in undisturbed soils of grassland and forest". *Journal of Geochemical Exploration*, V. 184, Part B, 271-295.
- NĚMEC, J. (2000). *Příroda Mladoboleslavska*. Consult, Praha, 215 s.
- NIELSEN, B., STRANDBERG, M. (1988). Radiocesium in plants of forest ecosystems. *Studia Geobotanica*. 1996-15: 3-49
- PÖSCHL, M., NOLLET, L.M.L. (2006). *Radionuclide concentrations in food and the environment*. Boca Raton - London - New York : CRC Press, Taylor & Francis Group. 458 s.
- PROCHÁZKA, P., BROM, J., NEDBAL, V., VINCÍKOVÁ, 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. 22 s.
- QUITT, E. (1971). *Klimatické oblasti Československa*. Geografický ústav ČSAV, Brno. 73 s.
- ŘANDA, Z., BENADA, J., HORYNA, J., SINGERT, J. (1989). Radioaktivita hub v ČR v roce 1988. *Mykologický Sborník* 66 (4): 119-123.

- SAENKO, V., IVANOV, V., TSYB, A., BBOGDANOVA, T., TRONKO, M., DEMIDCHIK, Y., YAMASHITA, S. (2011). The Chernobyl accident and its consequences. *Clinical Oncology*, 23/4, 234-243.
- SCHNEIDER, M., FROGGATT, A. (2014). *The World Nuclear Industry Status Report*. Paris. 267 s.
- SKALICKÝ, V. (1988). *Květena České socialistické republiky. Příprava vydání Bohumil Slavík, Slavomil Hejný. Svazek 1. Academia, Praha, 557 s.*
- ŠÁRO, Š., TÖLGYESSY, J. (1985). *Rádioaktivita prostredia, ALFA Bratislava, SNTL Praha, 303 s.*
- ŠTEFÁNEK, M., PIPEK, J., SPILKA, J. (2015). *Souhrn Doporučených opatření pro evropsky významnou lokalitu Chlum u Nepřevázky, CZ0210109. AOPK ČR.*
- ŠVÁB, M. (2020). *Sledování množství <sup>137</sup>Cs v půdě a vegetaci a plošné měření dávkového příkonu na vybraných lokalitách – Modlany. Praha. Bakalářská práce. Fakulta životního prostředí.*
- TOLASZ, R., BAŠTÝŘOVÁ, H. (2007). *Atlas podnebí Česka. Praha: Český hydrometeorologický ústav. 255 s.*
- TVRDÝ, J. (2013). *Analýza jaderné havárie ve Fukušimě. Plzeň. Bakalářská práce. Fakulta elektrotechnická.*
- VOŘÍŠKOVÁ, M. (2020). *Sledování množství <sup>137</sup>Cs v půdě a vegetaci a plošné měření dávkového příkonu na vybraných lokalitách – Stvolínky. Praha. Bakalářská práce. Fakulta životního prostředí.*

## 9.2 Internetové zdroje:

- URL 1: [cit. 2019.10.11] dostupné z  
<[https://www.czso.cz/csu/xs/charakteristika\\_okresu\\_mlada\\_boleslav](https://www.czso.cz/csu/xs/charakteristika_okresu_mlada_boleslav)>
- URL 2: [cit. 2019.10.11] dostupné z  
<<https://www.nova-telib.cz/>>
- URL 3: [cit. 2019.10.11] dostupné z  
<<https://www.elektrina.cz/zivotopis-marie-curie-sklodowske>>
- URL 4: [cit. 2019.10.11] dostupné z  
<[https://www.lib.cas.cz/casopis\\_informace/ernest-rutherford/](https://www.lib.cas.cz/casopis_informace/ernest-rutherford/)>
- URL 5: [cit. 2019.10.11] dostupné z  
<[http://sweb.cz/ok1zed/s/el\\_jaderna.htm](http://sweb.cz/ok1zed/s/el_jaderna.htm)>.
- URL 6: [cit. 2019.10.11] dostupné z  
[https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/cernobyl/cernobylska\\_havarie.pdf](https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/cernobyl/cernobylska_havarie.pdf)
- URL 7: [cit. 2019.10.11] dostupné z  
<<https://www.world-nuclear.org/information-library/safety-and-security/safety-of-plants/chernobyl-accident.aspx>>
- URL 8: [cit. 2019.10.11] dostupné z  
<[http://www.fuji-water.com/radiation/Cesium\\_RadiationProtection\\_USEPA.pdf](http://www.fuji-water.com/radiation/Cesium_RadiationProtection_USEPA.pdf)>
- URL 9: [cit. 2019.10.11] dostupné z  
<[http://www.ncrponline.org/Publications/Press\\_Releases/154press.htm](http://www.ncrponline.org/Publications/Press_Releases/154press.htm)>
- URL 10: [cit. 2020.01.25] dostupné z  
<<https://www.suro.cz/cz/faq/jake-hodnoty-davkoveho-prikonu-muzeme-v-cr-ocekavat>>
- URL 11: [cit. 2020.01.25] dostupné z  
<[https://www.suro.cz/cz/publikace/cernobyl/plosna-aktivita-radionuklidu-zjistena-ve-vzorcich-odebranych-pud/pruzkum\\_pud\\_1986.pdf](https://www.suro.cz/cz/publikace/cernobyl/plosna-aktivita-radionuklidu-zjistena-ve-vzorcich-odebranych-pud/pruzkum_pud_1986.pdf)>

## 10. Přílohy

Přílohy obsahují dokumentaci k odebraným půdním vzorkům a rostlinné biomasy, dále dokumentaci k měření dávkového příkonu v lokalitě Nová Telib.

### Protokolární záznam o odběru vzorku

#### Průvodní list odběru vzorků

<b>Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt</b>	Radek Soltýs Pod Borkem 250/35, Mladá Boleslav 293 01; tel.: 732294741
<b>Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků</b>	Statutární město Mladá Boleslav



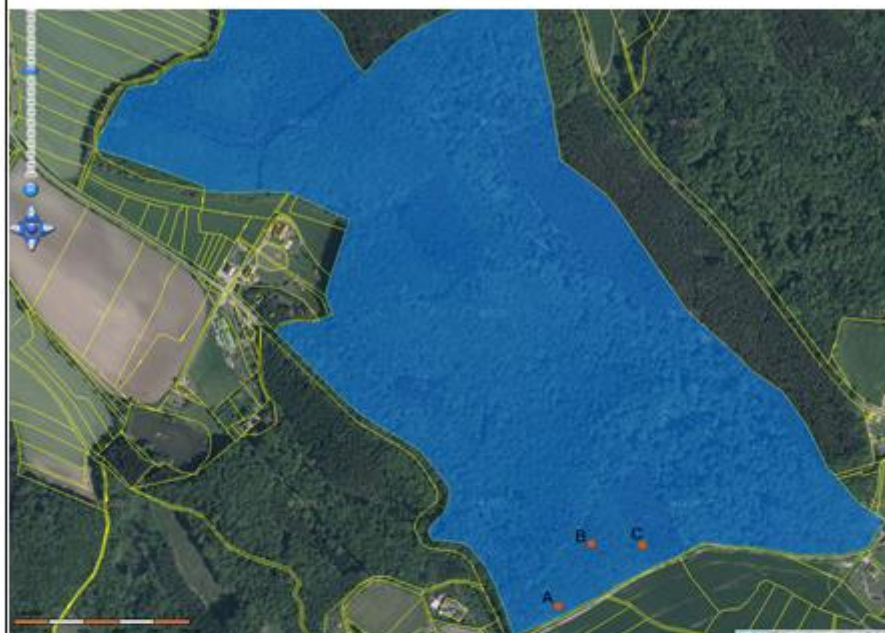
<b>Kultura</b>	Les
<b>Katastrální území</b>	Nová Telib (705276)
<b>Správní obec</b>	Nová Telib (536377)
<b>Půdní blok č.</b>	
<b>Velikost v ha</b>	5744m2
<b>Parcelní číslo</b>	444717

Místní měření	Hodnota	Jednotka
Ukazatel		
Teplota vzduchu	18 - 20	°C
Počasí	Jasno, bezvětří, sucho	

Datum odběru:	30.10.2018	Čas odběru:	16:00 – 18:00
Souřadnice odběru:	50.3889967N, 15.0207811E		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
A I	10 cm		
Datum odběru:	30.10.2018	Čas odběru:	16:30 – 18:00
Souřadnice odběru:	50.3900672N, 15.0211619E		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
B I	9 cm		
Datum odběru:	30.10.2018	Čas odběru:	17:00 – 18:00
Souřadnice odběru:	50.3902006N, 15.0225675E		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
C I	8 cm		

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

*Schéma odběrového místa s vyznačením odběrových míst*



**Poznámka k odběru:**

Směsný vzorek z vyznačených míst je označen: Nová Telib – orná půda.

Sondy č. A, B, C

Vzorek 1 - vrchní, 2 - střední, 3 – spodní vrstva

Podpis osoby, která provedla odběry: \_\_\_\_\_

## Protokolární záznam o odběru vzorku

### Průvodní list odběru vzorků

Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt	Radek Soltýs Pod Borkem 250/35, Mladá Boleslav 293 01; tel.: 732294741
Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků	Statutární město Mladá Boleslav

Kultura	Les
Katastrální území	Nová Telib (705276)
Správní obec	Nová Telib (536377)
Půdní blok č.	
Velikost v ha	5744m <sup>2</sup>
Parcelní číslo	444717

Místní měření	Hodnota	Jednotka
Ukazatel	18 - 20	°C
Teplota vzduchu		
Počasí	Jasno, bezvětří, sucho	

Datum odběru:	30.10.2018	Čas odběru:	16:00 – 18:00
Souřadnice odběru:	50.3889967N, 15.0207811E		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
A 2	15 cm		
Datum odběru:	30.10.2018	Čas odběru:	16:30 – 18:00
Souřadnice odběru:	50.3900672N, 15.0211619E		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
B 2	12 cm		
Datum odběru:	30.10.2018	Čas odběru:	17:00 – 18:00
Souřadnice odběru:	50.3902006N, 15.0225675E		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
C 2	9 cm		

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



*Schéma odběrového místa s vyznačením odběrových míst*



**Poznámka k odběru:**

Směsný vzorek z vyznačených míst je označen: Nová Telib – orná půda.

Sondy č. A, B, C

Vzorek 1 - vrchní, 2 - střední, 3 – spodní vrstva

Podpis osoby, která provedla odběry: \_\_\_\_\_

## Protokolární záznam o odběru vzorku

### Průvodní list odběru vzorků

<b>Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt</b>	Radek Soltýs Pod Borkem 250/35, Mladá Boleslav 293 01; tel.: 732294741
<b>Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků</b>	Statutární město Mladá Boleslav

<b>Kultura</b>	Les
<b>Katastrální území</b>	Nová Telib (705276)
<b>Správní obec</b>	Nová Telib (536377)
<b>Půdní blok č.</b>	
<b>Velikost v ha</b>	5744m <sup>2</sup>
<b>Parcelní číslo</b>	444717

Místní měření	Hodnota	Jednotka
Ukazatel		
Teplota vzduchu	18 - 20	°C
Počasí	Jasno, bezvětrí, sucho	

Datum odběru:	30.10.2018	Čas odběru:	16:00 – 18:00
Souřadnice odběru:	50.3889967N, 15.0207811E		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
<b>A 3</b>	36 cm		
Datum odběru:	30.10.2018	Čas odběru:	16:30 – 18:00
Souřadnice odběru:	50.3900672N, 15.0211619E		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
<b>B 3</b>	30 cm		
Datum odběru:	30.10.2018	Čas odběru:	17:00 – 18:00
Souřadnice odběru:	50.3902006N, 15.0225675E		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
<b>C 3</b>	33 cm		

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

*Schéma odběrového místa s vyznačením odběrových míst*



**Poznámka k odběru:**  
Směsný vzorek z vyznačených míst je označen: Nová Telib – orná půda.  
Sondy č. A, B, C  
Vzorek 1 - vrchní, 2 - střední, 3 – spodní vrstva

Podpis osoby, která provedla odběry: \_\_\_\_\_

### Protokolární záznam o odběru vzorku

**+** Průvodní list odběru vzorků

<b>Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt</b>	Radek Soltýs Pod Borkem 250/35, Mladá Boleslav 293 01; tel.: 732294741
<b>Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků</b>	Statutární město Mladá Boleslav

<b>Kultura</b>	<u>Les - Listy</u>
<b>Katastrální území</b>	Nová Telib (705276)
<b>Správní obec</b>	Nová Telib (536377)
<b>Půdní blok č.</b>	
<b>Velikost v ha</b>	5744m <sup>2</sup>
<b>Parcelní číslo</b>	444717

Místní měření	Hodnota	Jednotka
<b>Ukazatel</b>		
Teplota vzduchu	23-25	°C
Počasí	Jasno, bezvětří, sucho	

Datum odběru:	16.07.2019	Čas odběru:	15:00 – 16:00
Souřadnice odběru:	50.3902006N, 15.0225675E		
Souřadnice odběru:	50.3900672N, 15.0211619E		
Souřadnice odběru:	50.3889967N, 15.0207811E		
Označení dílčího vzorku	LES -LISTY z A,B,C	Poznámky	

**Použité vzorkovací pomůcky: Zahradnické nůžky, nůž a nůše pro odběr vzorků**

*Schéma odběrového místa s vyznačením odběrových míst*



**Poznámka k odběru:**  
Směsný vzorek z vyznačených míst je označen: Nová Telib – LES – LISTY  
Z okolí sondy č. A, B, C  
1 Vzorek

Podpis osoby, která provedla odběry: \_\_\_\_\_

### Protokolární záznam o odběru vzorku

#### Průvodní list odběru vzorků

<b>Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt</b>	Radek Soltýs Pod Borkem 250/35, Mladá Boleslav 293 01; tel.: 732294741
<b>Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků</b>	Statutární město Mladá Boleslav

<b>Kultura</b>	<u>Les - Mech</u>
<b>Katastrální území</b>	Nová Telib (705276)
<b>Správní obec</b>	Nová Telib (536377)
<b>Půdní blok č.</b>	
<b>Velikost v ha</b>	5744m <sup>2</sup>
<b>Parcelní číslo</b>	444717

Místní měření	Hodnota	Jednotka
<b>Ukazatel</b>		
Teplota vzduchu	<b>23-25</b>	°C
Počasí	Jasno, bezvětří, sucho	

+

Datum odběru:	16.07.2019	Čas odběru:	15:00 – 16:00
Souřadnice odběru:	50.3902006N, 15.0225675E		
Souřadnice odběru:	50.3900672N, 15.0211619E		
Souřadnice odběru:	50.3889967N, 15.0207811E		
Označení dílčího vzorku	<b>LES – MECH z A,B,C</b>	Poznámky	

**Použité vzorkovací pomůcky: Zahradnické nůžky, nůž a nůše pro odběr vzorků**

*Schéma odběrového místa s vyznačením odběrových míst*



**Poznámka k odběru:**  
Směsný vzorek z vyznačených míst je označen: **Nová Telib – LES - MECH.**  
Z okolí sondy č. A, B, C  
I Vzorek

Podpis osoby, která provedla odběry: \_\_\_\_\_

|  
**Protokolární záznam o odběru vzorku**

**Průvodní list odběru vzorků**

<b>Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt</b>	Radek Soltýs Pod Borkem 250/35, Mladá Boleslav 293 01; tel.: 732294741
<b>Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků</b>	Statutární město Mladá Boleslav

<b>Kultura</b>	<u>Les - Tráva</u>
<b>Katastrální území</b>	Nová Telib (705276)
<b>Správní obec</b>	Nová Telib (536377)
<b>Půdní blok č.</b>	
<b>Velikost v ha</b>	<u>5744m<sup>2</sup></u>
<b>Parcelní číslo</b>	444717

Místní měření	Hodnota	Jednotka
Ukazatel		
Teplota vzduchu	<b>23-25</b>	°C
Počasí	Jasno, bezvětří, sucho	

Datum odběru:	16.07.2019	Čas odběru:	15:00 – 16:00
Souřadnice odběru:	50.3902006N, 15.0225675E		
Souřadnice odběru:	50.3900672N, 15.0211619E		
Souřadnice odběru:	50.3889967N, 15.0207811E		
Označení dílčího vzorku	<b>LES - TRAVA z A,B,C</b>	Poznámky	

**Použité vzorkovací pomůcky: Zahradnické nůžky, nůž a nůše pro odběr vzorků**



*Schéma odběrového místa s vyznačením odběrových míst*



**Poznámka k odběru:**  
Směsný vzorek z vyznačených míst je označen: Nová Telib – LES – TRAVA.  
Z okolí sondy č. A, B, C  
1 Vzorek

Podpis osoby, která provedla odběry: \_\_\_\_\_

## Protokolární záznam o odběru vzorku

### Průvodní list odběru vzorků

<b>Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt</b>	Radek Soltýs Pod Borkem 250/35, Mladá Boleslav 293 01; tel.: 732294741
<b>Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků</b>	Bučková Jasněna

<b>Kultura</b>	<b>Louka</b>
<b>Katastrální území</b>	Nová Telib (705276)
<b>Správní obec</b>	Nová Telib (536377)
<b>Půdní blok č.</b>	
<b>Velikost v ha</b>	5744m <sup>2</sup>
<b>Parcelní číslo</b>	284

Místní měření	Hodnota	Jednotka
Ukazatel	18 - 20	°C
Teplota vzduchu		
Počasí	Jasno, bezvětří, sucho	

Datum odběru:	30.10.2018	Čas odběru:	16:00 – 16:30
Souřadnice odběru:	50.3862228N, 15.0241606E		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
<b>A 1</b>	10 cm		
Datum odběru:	30.10.2018	Čas odběru:	16:30 – 17:00
Souřadnice odběru:	50.3859319N, 15.0250886E		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
<b>B 1</b>	11 cm		
Datum odběru:	30.10.2018	Čas odběru:	17:00 – 17:30
Souřadnice odběru:	50.3854361N, 15.0251639E		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
<b>C 1</b>	9 cm		

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

*Schéma odběrového místa s vyznačením odběrových míst*



**Poznámka k odběru:**  
Směsný vzorek z vyznačených míst je označen: Nová Telib – Louka.  
Sondy č. A, B, C  
Vzorek 1 - vrchní, 2 - střední, 3 – spodní vrstva

Podpis osoby, která provedla odběry: \_\_\_\_\_

## Protokolární záznam o odběru vzorku

### Průvodní list odběru vzorků

<b>Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt</b>	Radek Soltýs Pod Borkem 250/35, Mladá Boleslav 293 01; tel.: 732294741
<b>Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků</b>	Bučková Jasněna

<b>Kultura</b>	<b>Louka</b>
<b>Katastrální území</b>	Nová Telib (705276)
<b>Správní obec</b>	Nová Telib (536377)
<b>Půdní blok č.</b>	
<b>Velikost v ha</b>	5744m <sup>2</sup>
<b>Parcelní číslo</b>	284

Místní měření	Hodnota	Jednotka
Ukazatel		
Teplota vzduchu	18 - 20	°C
Počasí	Jasno, bezvětří, sucho	

Datum odběru:	30.10.2018	Čas odběru:	16:00 – 16:30
Souřadnice odběru:	50.3862228N, 15.0241606E		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
<b>A 2</b>	19 cm		
Datum odběru:	30.10.2018	Čas odběru:	16:30 – 17:00
Souřadnice odběru:	50.3859319N, 15.0250886E		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
<b>B 2</b>	22 cm		
Datum odběru:	30.10.2018	Čas odběru:	17:00 – 17:30
Souřadnice odběru:	50.3854361N, 15.0251639E		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
<b>C 2</b>	20 cm		

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

*Schéma odběrového místa s vyznačením odběrových míst*



**Poznámka k odběru:**  
**Směsný vzorek z vyznačených míst je označen: Nová Telib – Louka 2.**  
**Sondy č. A, B, C**  
**Vzorek 1 - vrchní, 2 - střední, 3 – spodní vrstva**

Podpis osoby, která provedla odběry: \_\_\_\_\_

### Protokolární záznam o odběru vzorku

#### Průvodní list odběru vzorků

<b>Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt</b>	Radek Soltýs Pod Borkem 250/35, Mladá Boleslav 293 01; tel.: 732294741
<b>Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků</b>	Bučková Jasněna

<b>Kultura</b>	<b>Louka</b>
<b>Katastrální území</b>	Nová Telib (705276)
<b>Správní obec</b>	Nová Telib (536377)
<b>Půdní blok č.</b>	
<b>Velikost v ha</b>	5744m <sup>2</sup>
<b>Parcelní číslo</b>	284

Místní měření	Hodnota	Jednotka
Ukazatel		
Teplota vzduchu	18 - 20	°C
Počasí	Jasno, bezvětří, sucho	

Datum odběru:	30.10.2018	Čas odběru:	16:00 – 16:30
Souřadnice odběru:	50.3862228N, 15.0241606E		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
A 3	21 cm		
Datum odběru:	30.10.2018	Čas odběru:	16:30 – 17:00
Souřadnice odběru:	50.3859319N, 15.0250886E		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
B 3	17 cm		
Datum odběru:	30.10.2018	Čas odběru:	17:00 – 17:30
Souřadnice odběru:	50.3854361N, 15.0251639E		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
C 3	21 cm		

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

*Schéma odběrového místa s vyznačením odběrových míst*



**Poznámka k odběru:**

Směsný vzorek z vyznačených míst je označen: Nová Telib – Louka 3.

Sondy č. A, B, C

Vzorek 1 - vrchní, 2 - střední, 3 - spodní vrstva

Podpis osoby, která provedla odběry: \_\_\_\_\_

## Protokolární záznam o odběru vzorku

### Průvodní list odběru vzorků

<b>Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt</b>	Radek Soltýs Pod Borkem 250/35, Mladá Boleslav 293 01; tel.: 732294741
<b>Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků</b>	Bučková Jasněna

<b>Kultura</b>	<u>Lonka - Tráva</u>
<b>Katastrální území</b>	Nová Telib (705276)
<b>Správní obec</b>	Nová Telib (536377)
<b>Půdní blok č.</b>	
<b>Velikost v ha</b>	<u>5744m<sup>2</sup></u>
<b>Parcelní číslo</b>	284

Místní měření	Hodnota	Jednotka
Ukazatel		
Teplota vzduchu	<u>23 - 25</u>	°C
Počasí	Jasno, bezvětrí, sucho	

Datum odběru:	16.07.2019	Cas odběru:	16:00 – 16:30
Souřadnice odběru:	50.3854361N, 15.0251639E		
Souřadnice odběru:	50.3859319N, 15.0250886E		
Souřadnice odběru:	50.3862228N, 15.0241606E		
Označení dílčího vzorku	<b>LOUKA – TRAVA z ABC</b>	Poznámky	

**Použité vzorkovací pomůcky:** Zahradnické nůžky, nůž a nůše pro odběr vzorků



*Schéma odběrového místa s vyznačením odběrových míst*



**Poznámka k odběru:**  
Směsný vzorek z vyznačených míst je označen: Nová Telib – Louka – Tráva.  
Z okolí sondy č. A, B, C  
I Vzorek

Podpis osoby, která provedla odběry: \_\_\_\_\_

## Protokolární záznam o odběru vzorku

### Průvodní list odběru vzorků

<b>Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt</b>	Radek Soltýs Pod Borkem 250/35, Mladá Boleslav 293 01; tel.: 732294741
<b>Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků</b>	Vacarda Jan

<b>Kultura</b>	<b>Orná půda</b>
<b>Katastrální území</b>	Nová Telib (705276)
<b>Správní obec</b>	Nová Telib (536377)
<b>Půdní blok č.</b>	
<b>Velikost v ha</b>	9907m <sup>2</sup>
<b>Parcelní číslo</b>	301/4

Místní měření	Hodnota	Jednotka
Ukazatel		
Teplota vzduchu	18 - 20	°C
Počasí	Jasno, bezvětří, sucho	

Datum odběru:	30.10.2018	Čas odběru:	16:00 – 16:30
Souřadnice odběru:	50.3860928N, 15.0225406E		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
A 1	12 cm		
Datum odběru:	30.10.2018	Čas odběru:	16:30 – 17:00
Souřadnice odběru:	50.3853267N, 15.0234203E		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
B 1	15 cm		
Datum odběru:	30.10.2018	Čas odběru:	17:00 – 17:30
Souřadnice odběru:	50.3840575N, 15.0243967E		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
C 1	10 cm		

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

*Schéma odběrového místa s vyznačením odběrových míst*



**Poznámka k odběru:**  
Směsný vzorek z vyznačených míst je označen: Nová Telib – Orná půda 1.  
Sondy č. A, B, C  
Vzorek 1 - vrchní, 2 - střední, 3 – spodní vrstva

Podpis osoby, která provedla odběry: \_\_\_\_\_

## Protokolární záznam o odběru vzorku

### Průvodní list odběru vzorků

<b>Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt</b>	Radek Soltýs Pod Borkem 250/35, Mladá Boleslav 293 01; tel.: 732294741
<b>Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků</b>	Vacarda Jan

<b>Kultura</b>	<b>Orná půda</b>
<b>Katastrální území</b>	Nová Telib (705276)
<b>Správní obec</b>	Nová Telib (536377)
<b>Půdní blok č.</b>	
<b>Velikost v ha</b>	9907m <sup>2</sup>
<b>Parcelní číslo</b>	301/4

Místní měření	Hodnota	Jednotka
Ukazatel		
Teplota vzduchu	18 - 20	°C
Počasí	Jasno, bezvětří, sucho	

Datum odběru:	30.10.2018	Čas odběru:	16:00 – 16:30
Souřadnice odběru:	50.3860928N, 15.0225406E		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
<b>A 2</b>	15 cm		
Datum odběru:	30.10.2018	Čas odběru:	16:30 – 17:00
Souřadnice odběru:	50.3853267N, 15.0234203E		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
<b>B 2</b>	13 cm		
Datum odběru:	30.10.2018	Čas odběru:	17:00 – 17:30
Souřadnice odběru:	50.3840575N, 15.0243967E		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
<b>C 2</b>	14 cm		

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

*Schéma odběrového místa s vyznačením odběrových míst*



**Poznámka k odběru:**  
Směsný vzorek z vyznačených míst je označen: **Nová Telib – Orná půda 2.**  
Sondy č. A, B, C  
Vzorek 1 - vrchní, 2 - střední, 3 – spodní vrstva

Podpis osoby, která provedla odběry: \_\_\_\_\_

## Protokolární záznam o odběru vzorku

### Průvodní list odběru vzorků

<b>Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt</b>	Radek Soltýs Pod Borkem 250/35, Mladá Boleslav 293 01; tel.: 732294741
<b>Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků</b>	Vacarda Jan

<b>Kultura</b>	<b>Orná půda</b>
<b>Katastrální území</b>	Nová Telib (705276)
<b>Správní obec</b>	Nová Telib (536377)
<b>Půdní blok č.</b>	
<b>Velikost v ha</b>	9907m <sup>2</sup>
<b>Parcelní číslo</b>	301/4

Místní měření	Hodnota	Jednotka
Ukazatel		
Teplota vzduchu	18 - 20	°C
Počasí	Jasno, bezvětří, sucho	

<b>Datum odběru:</b>	30.10.2018	<b>Čas odběru:</b>	16:00 – 16:30
<b>Souřadnice odběru:</b>	50.3860928N, 15.0225406E		
<b>Označení dílčího vzorku</b>	<b>Mocnost vrstvy</b>	<b>Poznámky</b>	
<b>A 3</b>	28 cm		
<b>Datum odběru:</b>	30.10.2018	<b>Čas odběru:</b>	16:30 – 17:00
<b>Souřadnice odběru:</b>	50.3853267N, 15.0234203E		
<b>Označení dílčího vzorku</b>	<b>Mocnost vrstvy</b>	<b>Poznámky</b>	
<b>B 3</b>	27 cm		
<b>Datum odběru:</b>	30.10.2018	<b>Čas odběru:</b>	17:00 – 17:30
<b>Souřadnice odběru:</b>	50.3840575N, 15.0243967E		
<b>Označení dílčího vzorku</b>	<b>Mocnost vrstvy</b>	<b>Poznámky</b>	
<b>C 3</b>	31 cm		

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

Schéma odběrového místa s vyznačením odběrových míst



**Poznámka k odběru:**

Směsný vzorek z vyznačených míst je označen: Nová Telib – Orná půda 3.

Sondy č. A, B, C

Vzorek 1 - vrchní, 2 - střední, 3 - spodní vrstva

Podpis osoby, která provedla odběry: \_\_\_\_\_

## Protokolární záznam o odběru vzorku

### Průvodní list odběru vzorků

<b>Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt</b>	Radek Soltýs Pod Borkem 250/35, Mladá Boleslav 293 01; tel.: 732294741
<b>Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků</b>	<del>Vacarda</del> Jan

<b>Kultura</b>	<b>Pole – Kukuřice</b>
<b>Katastrální území</b>	Nová Telib (705276)
<b>Správní obec</b>	Nová Telib (536377)
<b>Půdní blok č.</b>	
<b>Velikost v ha</b>	9907m <sup>2</sup>
<b>Parcelní číslo</b>	301/4

Místní měření	Hodnota	Jednotka
Ukazatel	18 - 20	°C
Teplota vzduchu		
Počasí	Jasno, bezvětří, sucho	

Datum odběru:	16.07.2019	Čas odběru:	16:30 – 17:00
Souřadnice odběru:	50.3853267N, 15.0234203E		
Souřadnice odběru:	50.3840575N, 15.0243967E		
Souřadnice odběru:	50.3860928N, 15.0225406E		
Označení dílčího vzorku	<b>POLE – KUKURICE</b>	Poznámky	

**Použité vzorkovací pomůcky: Zahradnické nůžky, nůž a nůse pro odběr vzorků**



*Schéma odběrového místa s vyznačením odběrových míst*



**Poznámka k odběru:**  
Směsný vzorek z vyznačených míst je označen: Nová Telib – Pole – Kukuřice.  
Z okolí sondy č. A, B, C  
1 Vzorek

Podpis osoby, která provedla odběry: \_\_\_\_\_

## Protokolární záznam o odběru vzorku

### Průvodní list odběru vzorků

<b>Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt</b>	Radek Soltýs Pod Borkem 250/35, Mladá Boleslav 293 01; tel.: 732294741
<b>Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků</b>	Wacarda Jan

<b>Kultura</b>	<b>Pole – Listy z kukuřice</b>
<b>Katastrální území</b>	Nová Telib (705276)
<b>Správní obec</b>	Nová Telib (536377)
<b>Půdní blok č.</b>	
<b>Velikost v ha</b>	9907m <sup>2</sup>
<b>Parcelní číslo</b>	301/4

Místní měření		
Ukazatel	Hodnota	Jednotka
Teplota vzduchu	18 - 20	°C
Počasí	Jasno, bezvětří, sucho	

Datum odběru:	16.07.2019	Čas odběru:	16:30 – 17:00
Souřadnice odběru:	50.3853267N, 15.0234203E		
Souřadnice odběru:	50.3840575N, 15.0243967E		
Souřadnice odběru:	50.3860928N, 15.0225406E		
Označení dílčího vzorku	<b>POLE – LISTY Z KUKURICE</b>	Poznámky	

**Použité vzorkovací pomůcky: Zahradnické nůžky, nůž a nůše pro odběr vzorků**

*Schéma odběrového místa s vyznačením odběrových míst*



**Poznámka k odběru:**  
Směsný vzorek z vyznačených míst je označen: Nová Telib – Pole – Listy z kukuřice.  
Z okolí sondy č. A, B, C  
1 Vzorek

Podpis osoby, která provedla odběry: \_\_\_\_\_



## SAFECAST bGeiger Nano - záznam z měření

Stručné info (podrobněji v návodu):

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

měření ze dne: 8.5.2019

měřil/a: Sotky's Radek

SAFECAST číslo

(např 2354, je to uvnitř vlevo pod displejem)

2841

výška nad zemí (m)

(přibližná výška detektoru nad zemí, v metrech)



1m

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

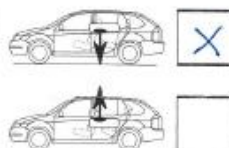
(orientace dolní strany pouzdra s kruhovou mřížkou)



všek s  
displejem detektorem

spodek s  
detektorem

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



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

časy měření:

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

Zapnuto

Vypnuto

Místo (město poblíž apod.)

8:19

8:41

Nova' Tetib

Popis trasy: Lesní povost - Nova' Tetib (k.ú. 405276)

(stačí větší města, přes která se jelo) Parcela 444 417

Vezlo se s sebou něco radioaktivního?

ANO

NE

(zářiče, vzorky smolince atd.)

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





## SAFECAST bGeigie Nano - záznam z měření

Stručně info (podrobněji v návodu):

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

měření ze dne: 8.5. 2019

měřil/a: Šoltys Radek

SAFECAST číslo

(např 2354, je to uvnitř vlevo pod displejem)

2841

výška nad zemí (m)

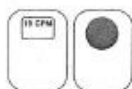
(přibližná výška detektoru nad zemí, v metrech)



1m

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

(orientace dolní strany pouzdra s kruhovou mřížkou)



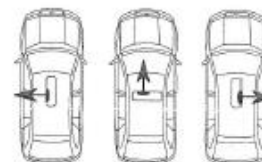
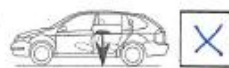
všák s  
displejem detektorem

spodek s

- kvůli standardizovanému  
vyhodnocování je potřeba umístit  
detektor jedním ze

5 způsobů - směrem:

- 1) dolů, 2) dopředu, 3) nahoru
- 4) do strany - nalevo
- 5) do strany - napravo



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

časy měření:

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

Zapnuto

Vypnuto

Místo (město poblíž apod.)

8:46

9:03

Nová Těchov

Popis trasy:

Louka - Nová Těchov (k.ú. 405246)  
(stačí větší města, přes která se jelo) Parcela 284

Vešlo se s sebou něco radioaktivního?

(zářiče, vzorky smolince atd.)

ANO

NE

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





## SAFECAST bGeigie Nano - záznam z měření

Stručné info (podrobněji v návodu):

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

měření ze dne: 8.5. 2019  
 měřil/a: Soltys Radek

SAFECAST číslo

(např 2354, je to uvnitř vlevo pod displejem)

2841

výška nad zemí (m)

(přibližná výška detektoru nad zemí, v metrech)



1m

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

(orientace dolní strany pouzdra s kruhovou mřížkou)



vřasek s displejem detektorem

spodek s displejem detektorem

- kvůli standardizovanému vyhodnocování je potřeba umístit detektor jedním ze

5 způsobů - směrem:

- 1) dolů, 2) dopředu, 3) nahoru
- 4) do strany - nalevo
- 5) do strany - napravo



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

časy měření:

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

Zapnuto

Vypnuto

Místo (město poblíž apod.)

9:07

9:33

Nová Těšib

Popis trasy: Orna' půda - Nová Těšib

(stačí větší města, přes která se jelo) Parcela 301/4

Vešlo se s sebou něco radioaktivního?

ANO

NE

(zářiče, vzorky smolince atd.)

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

