

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

**FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**

**KATEDRA APLIKOVANÉ EKOLOGIE**



**TERÉNNÍ PRŮZKUM OBSAHU CESIA 137 V LUČNÍCH BIOTOPECH**

**HAVARIJNÍ ZÓNY JETE**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**VEDOUCÍ PRÁCE: doc. RNDr. Emilie Pecharová, CSc.**

**BAKALANT: Jindřich Kočer**

2018

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jindřich Kočer

Územní technická a správní služba

Název práce

Terénní průzkum obsahu cesia 137 v lučních biotopech havarijní zóny JETE

Název anglicky

Terénní průzkum obsahu cesia 137 v lučních biotopech havarijní zóny JETE

---

### Cíle práce

Cílem je odebrat reálné vzorky půdy pod lučními porosty a biomasy pro stanovení transferových koeficientů přestupu z půdy do rostlin pro budoucí projekty SÚRO v oblasti radioekologie.

Výsledky budou srovnány s daty poskytnutými SÚRO (z období po havarii Černobylu) a aktuálními daty, získanými průzkumem výzkumného týmu FŽP ČZU.

### Metodika

Z každého typu biotopu budou odebrány 3 směsné vzorky (rýčem). Celkem bude k měření  $3 \times 3(4) = 9$  (max. 12) vzorků půd z jednoho typu biotopu.

Odběry půdy se provádějí zpravidla z plochy 20 x 20 cm do hloubky 20 cm homogenně, odběry biomasy se budou provádět v době sklizně – před sečí.

Množství odebrané půdy je dáno rozměrem odběru, množství biomasy možnostmi na konkrétním poli („kolik dovolí majitel“), nejvhodnější je takové množství, aby výsledný vzorek měl objem 3000 ml. Biomasa bude sušena při 60 °C nebo na slunci.

U biomasy bude stanovována hmotnost:

o Celková hmotnost odebraného nativního vzorku

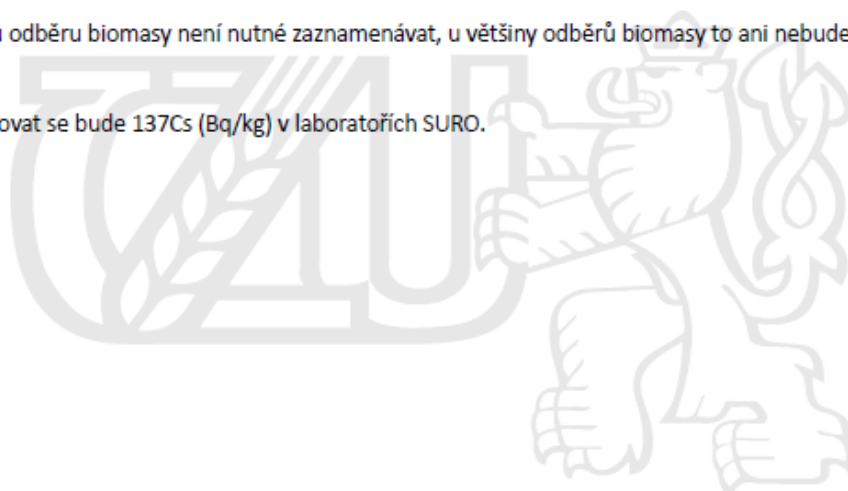
o Celková hmotnost vysušeného vzorku

- Při odběrech bude zaznamenána GPS a odběr zakreslen do katastrální mapy (fotografie ze všech odběrů není nutné pořizovat, stačí několik ilustračních s popisem)

- Majiteli pole bude v případě potřeby zajištěna anonymita, v případě publikace (zpráva, práce, článek) bude odběr z jeho pole dán do souvislosti s černobylským spadem, nebude uveřejněna přesná poloha pole

- Plochu odběru biomasy není nutné zaznamenávat, u většiny odběrů biomasy to ani nebude možné.

- Stanovovat se bude  $^{137}\text{Cs}$  (Bq/kg) v laboratořích SURO.



**Doporučený rozsah práce**

35 stran + přílohy

**Klíčová slova**

cesium, půdní profil, biomasa, Temelín

---

**Doporučené zdroje informací**

Databáze SÚRO – Kontaminace půdy ČR 137Cs ČR po havárii JE Černobyl (v excelu) (poskytnutá SURO)  
Rulík, P., Helebrant, J.: Mapa kontaminace půdy České republiky 137Cs po havárii JE Černobyl. Zpráva SÚRO č. 22 / 2011 Státní ústav radiační ochrany, v.v.i. 2011 Zpráva o Radiační situaci na území ČSSR po havárii JE Černobyl, Institut hygieny a epidemiologie, Centrum hygieny záření, Praha 10, Šrobárova 48, 1987

---

**Předběžný termín obhajoby**

2018/19 LS – FŽP

**Vedoucí práce**

doc. RNDr. Emilie Pecharová, CSc.

**Garantující pracoviště**

Katedra aplikované ekologie

---

Elektronicky schváleno dne 19. 3. 2019

prof. Ing. Jan Vymazal, CSc.

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 20. 3. 2019

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 04. 04. 2019

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem tuto práci na téma " Terénní průzkum obsahu cesia 137 v Lučních Biotopech havarijní zóny JETE“ vypracoval samostatně pod vedením doc. RNDr. Emilie Pecharové, CSc. a všechny uvedené zdroje, které jsem použil, cituji v seznamu použitých zdrojů.

V Litohlavech dne 24. dubna 2019.....

## PODĚKOVÁNÍ

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucí práce paní doc. RNDr. Emilii Pecharové, CSc. za metodické vedení při řešení zadané práce, věcné rady a věnování cenného času při sestavování mé závěrečné práce. Také za její úžasný přístup, ochotu pomoci. Zároveň děkuji své manželce, za podporu, kterou mi věnovala během celého studia.

## ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá cesiem 137, jeho monitoringem především v půdních biotopech havarijní zóny JETE. Cesium 137 vzniká z přírodních zdrojů, ale také z činnosti člověka. Umělá radioaktivita vzniká převážně štěpením jader uranu-235 v jaderných reaktorech a při testech jaderných zbraních. Všichni živí tvorové jsou stále vystaveni ionizujícímu záření. Ionizující záření, ve formě krátkodobého intenzivního ozáření nebo dlouhodobého ozáření nízké intenzity, může mít negativní účinky na člověka a ostatní živé organismy. Při styku s živým organismem dochází k poškození živé tkáně. Může způsobit úmrtí nebo rakovinu, nemoc z ozáření a v neposlední řadě vedou i k změnám genetické informace.

Svou bakalářskou práci jsem rozdělil na dvě části, teoretickou a praktickou část. V teoretické části bakalářské práce se nacházejí informace, které se vztahují k dané „zkoumané“ problematice. Jsou zde základní pojmy, které se týkají radiobiologie, cesia 137 především ve vztahu jeho rozkladu v přírodě, informace o havárii jaderné elektrárny v Černobylu v roce 1986. Také popisuje vybrané území z hlediska land use, land cover a přírodních poměrů v tomto území.

Praktická část bakalářské práce je věnována vlastnímu výzkumu. Vzorky půd byly odebrány v havarijní zóně JETE, to je v okruhu cca 15 kilometrů od jaderné elektrárny. Místa byla zvolena pomocí topografické mapy a ortofoto mapy, dle katastru nemovitostí. Byly vybrány 4 lokality v různých vzdálenostech od JETE. Jednalo se o místa, která od havárie jaderné elektrárny v Černobylu nebyla orána. Vzorky byly odebírány z plochy 20 x 20 cm do 20 cm. Následně byly vysušeny při pokojové teplotě. Sušení trvalo zpravidla dva až tři týdny. Před odevzdáním do laboratoře byl vzorek zbaven fragmentů větších než 0,04 cm. Vzorky byly uloženy do plastových nádob a označeny. Rovněž byly v těchto lokalitách odebrány i vzorky biomasy. Které se usušily, následně nastříhaly a vložily se do papírových pytlů. Oba typy vzorků byly náležitě popsány. Všechny vzorky byly odevzdány k laboratornímu rozboru v laboratoři Státního ústavu pro radiační ochrany.

Klíčová slova: cesium 137, půdní profil, biomasa, Temelín

## **ABSTRACT**

The bachelor thesis deals with cesium 137, its monitoring mainly in soil habitats of the emergency zone of nuclear power plant Temelín. Cesium 137 arises from natural resources, but also from human activity. Artificial radioactivity is predominantly due to the cleavage of uranium-235 nuclei in nuclear reactors and nuclear weapons tests. All living creatures are still exposed to ionizing radiation. Ionizing radiation, in the form of short-term intensive irradiation or long-term low-intensity irradiation, may have negative effects on humans and other living organisms. Contact with the living organism causes damage to living tissue. It can cause death or cancer, radiation sickness, and also lead to changes in genetic information.

I divided My Bachelor thesis into two parts, i.e. theoretical and practical part. In the theoretical part of the Bachelor thesis There are information that relates to the given "investigated" issue. There Are basic concepts that relate to radiobiology, caesium 137 mainly in relation to its degradation in nature. Information about the nuclear power plant accident in Chernobyl in 1986 and also describes the selected territories in terms of Land use, land cover and natural conditions in this area.

The Practical part of The Bachelor thesis is devoted to research. Soil Samples were taken in the emergency zone, it is within a radius of about 15 kilometers from the nuclear power plant. The Site was chosen using topographic map and Orthfoto maps, according to the cadastral. 4 Locations Were selected at different distances from you. These Were places that were not plousbacked by the Chernobyl nuclear power plant. Samples were taken from the area 20 x 20 cm to 20 cm. They were Then dried at room temperature. The Drying process usually lasted two to three weeks. Before submitting to the laboratory, the sample was stripped of fragments larger than 0.04 cm. Samples were stored in plastic containers and labelled. Biomass samples were Also taken in these localities. They dried, then sprayed and pasted into paper bags. Both types of samples were appropriately described. All samples were submitted for laboratory analysis in the laboratory of the State Institute for Radiation Protection.

Keywords: caesium 137, soil profile, biomass, the Temelín Nuclear Power Plant



<b>1. OBSAH</b>	
<b>2. Seznam použitých zkratk</b>	<b>10</b>
<b>3. Úvod</b>	<b>11</b>
<b>4. Cíle práce</b>	<b>12</b>
<b>5. Teoretická část</b>	<b>13</b>
5.1. Ionizující záření	13
5.1.1. Radioaktivita	13
5.1.2. Přírodní zdroje ionizujícího záření	13
5.1.3. Umělé zdroje ionizujícího záření	14
5.1.4. Druhy ionizujícího záření	16
5.1.5. Účinky na živé organismy	16
5.1.6. Cesium-137	17
5.1.7. Zdroje radioaktivního cesia	17
5.1.8. Havárie jaderné elektrárny v Černobylu	19
5.2. Land use & landcover	<b>20</b>
5.2.2. Geologické poměry	20
5.2.3. Land use	20
5.2.4. Land cover	21
5.2.5. Klimatické poměry	21
5.2.6. Hydrologické poměry	21
5.2.7. Půdní poměry	22
5.2.7. Antropogenní vlivy na krajinu	23
<b>6. Metodika</b>	<b>24</b>
6.1. Charakteristika území	24
6.2. Metodický postup zpracování BP	24
<b>7. Výsledky práce</b>	<b>26</b>
<b>8. Diskuse</b>	<b>32</b>
<b>9. Závěr</b>	<b>35</b>
<b>10. Přehled literatury a zdrojů</b>	<b>37</b>
10.1. Publikace	37
10.2. Internetové zdroje	39
<b>11. Přílohy</b>	<b>40</b>
11.1. Plány vzorkování	40
11.2. Protokolární záznam o odběru vzorků - luční biomasa	44
11.3. Protokolární záznam o odběru vzorku – půdní vzorky	52

## 2. Seznam použitých zkratk

JETE Jaderné elektrárny Temelín

SÚRO Státní ústav pro radiační ochranu

SÚJB Státní úřad pro jadernou bezpečnost

GSA gama spektrometrická analýza EVL Evropsky významná lokalita

k. ú. Katastrální území

$^{137}\text{Cs}$  Cesium-137

EU Evropská unie

BP Bakalářská práce

$^{235}\text{U}$  Uran-235

$^{239}\text{U}$  Uran-239

$^{238}\text{Pu}$  Plutonium-238

MT 10 Mírně teplá 10 (10 je upřesnění charakteristiky)

VD Vodní Dílo

ORP Obec s rozšířenou působností

Sv Dávkový ekvivalent (DE)

### 3. Úvod

Všichni živí tvorové jsou trvale vystaveni ionizujícímu záření, které pochází z přírodních zdrojů, ale také z činnosti člověka. Umělá radioaktivita vzniká především štěpením jader uranu-235 a jiných štěpitelných nuklidů v jaderných reaktorech a jaderných zbraních. Ve velké míře se na tom podílejí testy jaderných zbraní, které probíhaly v 50-60. letech 20. století ve formě především pozemních, podvodních, návodních, vzdušných jaderných výbuchů. Od 70. let 20. století probíhaly především podzemní výbuchy, po kterých vzniká silně kontaminovaný kráter. Poslední testy jaderných zbraní provedla Severní Korea v roce 2017. Podle dostupných statistik proběhlo do roku 2016 celkem 528 atmosférických odpalů, ale celkově se číslo pohybuje na hodnotě 2624. Umělá radioaktivita vzniká i v lékařství, kde jsou používány radioaktivní látky. V neposlední řadě z havárií jaderných zařízení, kde nejznámější byla havárie jaderné elektrárny v Černobylu v roce 1986 a havárie v jaderné elektrárně Fukušima I v roce 2011.

Úroveň umělé radioaktivity je v porovnání s radioaktivitou přirozenou poměrně malá, ale Vliv na lidské zdraví může být mnohem větší. Nejvýznamnějším prvkem pohledu dlouhodobé kontaminace je  $^{137}\text{Cs}$ . Cesium se vstřebává do organismů živých tvorů, do rostlin a je stále uloženo především ve svrchních vrstvách půdy. Důležitost monitoringu  $^{137}\text{Cs}$  v životním prostředí spočívá v jeho vzájemném ovlivňování s draslíkem. Lidské tělo ho snadno vstřebává (asi z 80 %) a vylučuje ho močí. Rozsah kontaminace povrchu území po černobylské havárii ve velké míře závisela na dešťových srážkách, rychlosti a směru větru během průchodu kontaminovaných vzdušných mas, které přispívaly k vymývání radionuklidů z atmosféry. Též jsou zmapovány oblasti, kde je obsah  $^{137}\text{Cs}$  v životním prostředí několikanásobně vyšší než v jiných lokalitách.

Proto se domnívám, že výzkum v této oblasti, sběr vzorků v různých částech země, v různých biotopech na různých půdách je velmi důležitý. Získáním informací v jakých půdních typech je největší množství  $^{137}\text{Cs}$ , může mít velký vliv pro plánování zemědělské výroby, popřípadě pokud nastane jaderné havárie, získáme informaci v jaké koncentraci a po jakou dobu budou tyto látky kontaminovat půdu.

#### **4. Cíle práce**

Cílem práce je v rámci teoretické části popis  $^{137}\text{Cs}$  a jeho vlivu na živé organismy, ale především v rámci praktické části získání půdních vzorků lučních biotopů z havarijní zóny JETE, následné zjištění množství  $^{137}\text{Cs}$  v těchto vzorcích a ve vzorcích biomasy a možné porovnání v jiných půdních biotypech nejen v havarijní zóně JETE.

## **5. Teoretická část**

### **5.1. Ionizující záření**

#### **5.1.1. Radioaktivita**

Radioaktivita je jevem, při kterém dochází k vnitřní přeměně složení atomových jader. Zpravidla dochází k vysílání vysokoenergetického ionizujícího záření. Ionizující záření je označení pro záření, při kterém se z elektricky neutrálních molekul nebo atomů stává iont. Ionizující záření vzniká při radioaktivním rozpadu, vlivem kosmického záření nebo lze vytvořit uměle (HÁLA, 1998), (URL 7, 2019).

#### **5.1.2. Přírodní zdroje ionizujícího záření**

Mezi přírodní zdroje patří kosmické záření, sluneční záření a přírodní radioizotopy. Kosmické záření je proud energetických částic pocházejících z kosmu, pohybujících se velmi vysokou rychlostí a dopadajících do zemské atmosféry. Při vzájemném působení s atmosférou vzniká sprška milionů i miliard částic. Jedná se z větší části o protony (až 90 %) a jádra hélia (až 14 %). Zbytek je tvořen elektrony, jádry jiných atomů a dalšími elementárními částicemi (JANDL a PETR, 1998). Nejvíce energetické částice, které se podařilo zdokumentovat, mají energii až  $10^{20}$  elektronvoltů. Sprška z takové částice zasáhne na zemském povrchu prostor o mnoho desítkách  $\text{km}^2$ . Tak vysoce energetické částice se objeví velmi zřídka, přibližně jednou za sto let. Kosmické záření je hlavním zdrojem antihmoty na naší planetě. Může vznikat v pulzarech, supernovách, aktivních galaktických jádrech, atd. Kosmické záření má nejširší spektrum energií ze všech dodnes známých jevů. Mnohé částice, které se dnes vědci pokoušejí nalézt v moderních urychlovačích, se mohou nacházet právě v kosmickém záření. Bylo objeveno v roce 1912 rakouským fyzikem Viktorem Hessem při balónových experimentech ve výšce až 5 500 metrů. S rostoucí výškou stoupala ionizace atmosféry a tím byl prokázán kosmický původ záření. Za tento objev získal Viktor Hess v roce 1936 Nobelovu cenu za fyziku. (URL 7, 2019).

Sluneční záření představuje drtivou většinu energie, která se na Zemi nachází a využívá. Vzniká jadernými přeměnami v nitru Slunce. Vzhledem k tomu, že vyčerpání zásob vodíku na Slunci je očekáváno až v řádu miliard let, označuje se tento zdroj energie jako obnovitelný.

Radioizotop (Radionuklid) je nuklid s nestabilním jádrem. Používá se pro něj také starší termín radioizotop, ale ten by se měl používat jen v případech, ve kterých je potřeba zdůraznit souvislost s dalšími izotopy. Je to prvek s jádrem charakterizovaným přebytečnou energií, která se uvolňuje buď do elektronu v atomu nebo vytvořením nových částic (radioaktivita)

nebo. Tímto způsobem radionuklid prochází radioaktivním rozpadem a uvolňuje záření gama nebo subatomární částice. Radionuklidy vznikají v přírodě, ale mohou být vytvořeny uměle.

### 5.1.3. Umělé zdroje ionizujícího záření

Mezi umělé zdroje zahrnujeme jaderné reaktory, jaderné zbraně, urychlovače částic - cyklotron, synchrotron, lineární urychlovače, mezi něž patří i rentgenky (rentgen, CT, mamograf) a CRT obrazovky, Uměle vytvořené nestabilní chemické prvky (plutonium, neptunium, kalifornium, americium, atp.), Zařízení pro scintilační a stopovací diagnostické metody, terapeutická zařízení - cesiové a kobaltové gama ozařovače, Leksellův gama-nůž a radiofarmaka a tracers (HÁLA, 1998), (URL 7, 2019).

Jaderný reaktor je zařízení, ve kterém se řízeně uvolňuje jaderná energie, která je využívána pro výrobu elektrické energie, výzkum, vzdělávání atd. Jadernou energii uvolnit 2 rozdílnými způsoby a podle nich lze reaktory rozdělit na:

- Štěpný jaderný reaktor – v tomto reaktoru je jaderná energie získávána pomocí štěpení těžkých jader jako  $^{235}\text{U}$ ,  $^{239}\text{Pu}$  a dalších. Používá se v jaderných elektrárnách, reaktorech jaderných ponorek, výzkumných reaktorech, pro různé experimenty, výrobu radiofarmak atd. Tento typ reaktoru ve světě převažuje.
- Fúzní jaderný reaktor – v tomto reaktoru je jaderná energie získávána pomocí slučování lehkých jader jako deuterium a tritium. Tento typ reaktoru je ve vývoji již desítky let a ke komerčnímu využití prozatím nelze využít. Mezi nejrozvinutější lze zařadit například Tokamaky.
- Radioizotopový termoelektrický generátor - v tomto reaktoru se jaderná energie získává pomocí přirozeného rozpadu těžkých prvků jako  $^{238}\text{Pu}$ . V technické terminologii se pojem „reaktor“ u toto zařízení běžně nepoužívá. Je využíván hlavně jako dlouhodobý bezúdržbový zdroj elektrické energie o nízkém výkonu. Používá se u zařízení v odlehlých oblastech, například pro vesmírné sondy.

Jaderná zbraň nebo též atomová zbraň je zbraň hromadného ničení. Je založená na principu neřízené řetězové reakce jader těžkých prvků. Jaderná bomba byla vyvinuta a poprvé vyzkoušena ve Spojených státech amerických. Utajený vojenský projekt nesl název Manhattan. Hlavní část výzkumu probíhala v laboratořích v Los Alamos pod vedením Roberta Jacoba Oppenheimera. 16. července 1945 v poušti White Sands poblíž města Alamogordo byl proveden první pokusný jaderný výbuch (HOLLOWAY, 2008). Mezi jaderné zbraně se někdy řadí i zbraně založené na slučování jader lehkých prvků

(termonukleární zbraň), zatímco zbraně, kde radioaktivní materiál slouží jen jako zdroj radioaktivního zamoření cílové oblasti, se označují jako radiologické (tzv. špinavá bomba).

Základním principem je vytvoření kritického stavu ve štěpném materiálu. To znamená, že je v daném objemu přítomné takové množství neutronů, že dále nárazy do atomárních jader štěpí štěpný materiál za současného uvolnění dalších neutronů. Tedy, neutronový mrak v materiálu je tak hustý, že je dostatečně vysoká pravděpodobnost zásahu atomárních jader štěpného materiálu neutrony v reakci v potřebném času (HOLLOWAY, 2008).

Urychlovač částic, je technické zařízení, používané pro dodání kinetické energie nabitým částicím. Nabité částice (ionty nebo elektrony či pozitrony) jsou v urychlovači jednou nebo opakovaně urychleny rozdílem potenciálů elektrického pole. Urychlovače slouží k výzkumu elementárních částic, ale i v technické praxi. Urychlovač částic způsobuje čelní srážky mezi dvěma svazky částic stejného druhu, buď protony, nebo různými typy iontů, především iontů olova. Při srážce se tyto částice rozptýlí, a když mají dostatečnou energii, vznikají přitom další částice (produkty srážky). Na zaznamenání toho, co se děje při srážce částic slouží detektor ionizujícího záření (částicový detektor). Částicové urychlovače se využívají ke zkoumání složení hmoty okolo nás — atomů, elementárních částic, kvarků (URL 6, 2019).

Transurany jsou prvky, které se nacházejí v Mendělejevově periodické soustavě za uranem. Lehčí transurany, jako je plutonium, americium, neptunium a curium, jsou produkovány v lehkovodních jaderných reaktorech. Výchozí materiál pro přípravu všech transuranů je  $^{238}\text{U}$ . Mají dlouhé poločasy rozpadu a dají se tedy extrahovat z vyhořelého jaderného paliva chemickou cestou. V přírodě se běžně nevyskytují, všechny se připravují synteticky.

Scintigrafie je diagnostická metoda používaná v nukleární medicíně. Její název pochází z latinského *scintilla*, „jiskra“. Je založena na principu snímání záření vysílaného vnitřně podanými radionuklidy (radiofarmaka). Záření snímá gamakamerami do podoby dvojrozměrných obrazů. Scintigrafie se liší od "jedno-fotonové emisní výpočetní tomografie" a „pozitronové emisní tomografie" v rozdílném snímání. Výše uvedené metody produkují trojrozměrný obraz, byť se i v jejich případě používají gamakamery. Od rentgenových metod se liší původem záření. Scintigrafie používá záření vydávané z těla, kdežto rentgenové metody využívají "vypnutelné" vnější zdroje záření (NAVRÁTIL, ROSINA, 2005).

#### 5.1.4. Druhy ionizujícího záření

- záření alfa ( $\alpha$ ) – proud  $\alpha$ -částic, (jádra helia);
- záření beta ( $\beta$ ) – záření urychlených elektronů nebo pozitronů;
- záření gama ( $\gamma$ ) – energetické fotony, (druh elektromagnetického záření);
- rentgenové záření (X) – elektromagnetické záření, které se částečně kryje se zářením gama;
- neutronové záření – proud volných neutronů (ŠÁRO, TOLGYESSY, 1985).

#### 5.1.5. Účinky na živé organismy

Ionizující záření, ve všech formách, má negativní účinky na člověka a ostatní živé organismy. Vliv radiace na lidský organismus může být různý. Působí-li na biologický materiál, dochází ke vstřebávání ionizujících částic nebo vlnění atomy daného materiálu (MAJER, 1981). To způsobuje vyražení elektronů z jejich orbitalů a tvorbu kladně nabitých iontů (kationtů). Ionizované části molekul se stávají vysoce reaktivními a vedou k řadě chemických reakcí, které buňku buď rovnou usmrtí, nebo vedou ke změnám genetické informace (PÁTÝ, 2006). Lidské tělo se skládá z mnoha buněk. Každá plní určitou úlohu. Radioaktivní záření může zničit molekuly, ze kterých je buňka postavena anebo může změnit vlastnosti atomů v molekule. Takto poničená buňka pak velmi často změní své chování, nebo zahyne. Buňky mají schopnost poškození opravovat. Pokud však poškození překročí jistou mez nebo zasáhne citlivou část buňky, může být škoda nenávratná. Život buňky zasažené radioaktivitou se může vyvíjet třemi směry (URBÁNEK, 2002).

- Dávky mezi 1 a 10 Sv vyvolají zpočátku nevolnosti a zvracení. Následuje období, kdy se pacientu výrazně uleví. Polovina nemocných, ale umírá na vážné poškození buněk v kostní dřeni.
- Dávky od 10 do 30 Sv v prvních hodinách po ozáření vyvolají zvracení a nevolnost. Pak se v zažívacím traktu objeví vředy a dochází ke ztrátě tekutin a infekcím. Smrt nastává do několika týdnů. Důvodem je především neschopnost poškozených buněk vytvořit dělení novou generaci.
- Dávky nad 30 Sv poškodí centrální nervový systém. Mezi příznaky patří nevolnost, dezorientace, prudké zvracení a kóma. Smrt nastává během hodin nebo dnů.



### 5.1.6. Cesium-137

Cesium-137 nebo  $^{137}\text{Cs}$  je radioizotop cesia (URL 9, 2019). Tedy nuklid má nestabilní jádro. Toto jádro je charakterizované přebytečnou energií, která se uvolňuje buď vytvořením nových částic (radioaktivita) nebo do elektronu v atomu. Tímto způsobem dochází u  $^{137}\text{Cs}$  k radioaktivnímu rozpadu a uvolňují se buď subatomární částice anebo gama záření. Objevili je dva němečtí chemici Kirchhoff a Bunsen v bavorském minerálním prameni v roce 1860 a pro jeho identifikace použili nově vyvinutou analytickou metodu, plamenovou spektrometrii. Radioaktivní  $^{137}\text{Cs}$  bylo objeveno při výzkumu na univerzitě v Berkely, Margret Melhase v roce 1941. Radioaktivní  $^{135}\text{Cs}$  má poločas rozpadu 2,3 milionů let, zatímco  $^{137}\text{Cs}$  a  $^{134}\text{Cs}$  mají 30,07 a 2,07 roku (URL 8, 2019). Je to chemický prvek s protonovým číslem 55. Jde o měkký, stříbro-zlatý alkalický kov s bodem tání  $28^\circ\text{C}$  (URL 9, 2019).

Radionuklidy vznikají v přírodě nebo mohou být vytvořeny uměle. Uměle vznikají jako jeden z hlavních produktů štěpení jader uranu-235 a jiných štěpitelných nuklidů v jaderných reaktorech a jaderných zbraních. Patří k nejproblematictějším z produktů s krátkým až středním poločasem přeměny, jelikož se v přírodě snadno šíří díky dobré rozpustnosti většiny solí cesia ve vodě (URL 5, 2019). Hlavními geografickými zdroji stabilního Cs jsou Spojené státy americké a Afrika, kde se vyskytuje ve formě hydratovaného křemičitanu hliníku, pollucitu a cesia, který může obsahovat až 36 % oxidu cesného. Množství přirozeně se vyskytujícího cesia se může lišit vlivem různých prostředí a působících vnějších vlivů (URL 5, 2019).

### 5.1.7. Zdroje radioaktivního cesia

Jsou čtyři hlavní způsoby uvolňování radioaktivní izotopů  $^{134}\text{Cs}$  a  $^{137}\text{Cs}$  do životního prostředí.

#### a) *Testy jaderných zbraní*

První jaderné zbraně byly odpáleny v rámci projektu Manhattan v Novém Mexiku a Japonsku, kde v roce 1945 zničily města Hirošima a Nagasaki. Globální problém kontaminace radioizotopy přišel až se zkouškami termonukleárních zbraní v 50. - 60. letech 20. století, při nichž došlo k jejich uvolnění do stratosféry. V 70. letech 20. století se díky uzavření řady dohod od testu začalo upouštět (HOLLOWAY, 2008).

b) *Řízené vypouštění odpadních vod z jaderných reaktorů a přepracování jaderného paliva v elektrárnách*

Radioaktivní látky se vyskytují v chladicí vodě a jiných kapalných odpadech z jaderných zařízení. Nepřekračuje-li aktivita mezní hodnoty, jsou odpady většinou vypouštěny do vodotečí. Odpadní vody z různých zdrojů mají také rozdílné zastoupení radioizotopů, které je závislé na druhu paliva a vlastní technologii zpracování. Pokud je zjištěna vysoká úroveň aktivity, odpady ukládají k dalšímu zpracování. Význam radioizotopu  $^{137}\text{Cs}$  díky jeho relativně krátkému poločas rozpadu postupem času klesá.

c) *Náhodné úniky a nehody*

Případy náhodných úniků z jaderných zařízení nebo jaderných elektráren byly a jsou stále příčinou obav spojených s únikem radioizotopů do životního prostředí. Pozornost celého světa si získali dvě jaderné havárie velkého rozsahu, ke kterým došlo v Černobylu a Fukušimě. V souvislosti s výbuchem v Černobylu, kde došlo vertikální distribucí  $^{137}\text{Cs}$  bylo prokázáno, že intenzita srážek v období po spadu má velký vliv na počátečním rozložení  $^{137}\text{Cs}$  do hloubky v půdě (URL 4, 2019).

d) *Nevhodné zacházení a skladování radioaktivního materiálu*

Za posledních 70 let, kdy se radioaktivní materiál využívá, vzniklo velké množství jaderného odpadu. Ne vždy s tímto materiálem bylo zacházeno a nakládáno odpovědně. Lze se domnívat, že v 50. letech 20. století bylo nevhodné skladování jaderného odpadu způsobeno především malou znalostí práce s radioaktivním materiálem a prakticky žádnými zkušenostmi s ukládáním tohoto materiálu. Jako příklad uvedu jezero Karačaj v Rusku (URL 4, 2019). Původní rozloha byla  $0,5 \text{ km}^2$ . V roce 1951 začal jezero využívat Sovětský svaz jako odkladiště pro radioaktivní odpad z jaderného kombinátu Majak. V rámci utajení bylo toto jaderné zařízení pojmenováno Čeljabinsk-40. Nachází v blízkosti města Ozjorsk. Po roce 1960 začalo jezero vysychat, jeho plocha se zmenšila až na  $0,15 \text{ km}^2$ . V roce 1968 byla v regionu velká období sucha a vítr rozesl radioaktivní prach s hodnotami  $185 \text{ PBq}$  do širokého okolí jezera a ozářil na až půl milionu lidí. Podle zprávy Worldwatch Institute o jaderném odpadu je jezero Karačaj nejvíce znečištěné místo na Zemi. V jezeře je nahromaděno asi  $4,44 \text{ exabecquerelů (EBq)}$  radioaktivity na méně než 1 čtvereční míli vody, včetně  $3,6 \text{ EBq}$  z  $^{137}\text{Cs}$  a  $0,74 \text{ EBq}$  ze stroncia-90. U sedimentu ze dna jezera se odhaduje, že se skládá téměř výhradně z vysoce radioaktivního odpadu do hloubky zhruba 3,4 metru. Úroveň radiace v regionu poblíž místa, kde byly radioaktivní odpadní vody

vypouštěny do jezera, byla 600 rentgenů za hodinu (přibližně 6 Sv/h) v roce 1990, což je smrtelná dávka pro člověka během pouhé hodiny, jak popsala zpráva Natural Resources Defense Council (URL 4, 2019), (FRANKOVSKÁ, SLANINKA, KORDÍK, 2010).

### **5.1.8. Havárie jaderné elektrárny v Černobylu**

Černobylská elektrárna byla postavena 2 km od města Pripjať, 18 km od města Černobyl, 10 km od hranic s Běloruskem a 110 km severně od Kyjeva. V době havárie byly v provozu čtyři jaderné bloky, každý o výkonu 950 MW elektrické energie. Stavba elektrárny začala v 70. letech 20. století. Reaktor č. 1 byl dokončen v roce 1977, poté reaktor č. 2 (1978), č. 3 (1981) a č. 4 (1983). Dva další bloky (č. 5 a č. 6, každý také o výkonu 950 MW) byly v době havárie rozestavěny. Všechny čtyři reaktory byly typu RBMK-1000, tedy chlazené obyčejnou vodou a moderované grafitem (ŠTULLER, 1996).

Černobylská havárie je dosud jednou z nejzávažnějších havárií v historii jaderné energetiky. 25. dubna 1986 byla zahájeno odstavení bloku č. 4 před plánovanou opravou. V časných ranních hodinách v sobotu 26. dubna 1986 během technické zkoušky v Černobylské jaderné elektrárně došlo k abnormálnímu vzrůstu výkonu a následnému prudkému zvýšení tlaku páry v jaderném reaktoru typu RBMK-1000 ve 4. bloku elektrárny (ŠTULLER, 1996). V 01:23 moskevského času mohutná parní expanze odhodila víko reaktoru a vyústila v požár, sérii dalších explozí a roztavení reaktoru. Aktivní zóna reaktoru a související bezpečnostní systémy byly okamžitě zničeny nebo těžce poškozeny. Okolí reaktoru bylo kontaminováno radioaktivními úlomky grafitu a palivových tyčí (METTLER, 2006).

Do atmosféry se uvolnil radioaktivní mrak, který postupoval západní částí Sovětského svazu, Východní Evropou a Skandinávií do celé severní polokoule. Byly kontaminovány rozsáhlé oblasti Ukrajiny, Běloruska a Ruska. Široké okolí elektrárny včetně města Pripjať evakuováno a změněno v uzavřenou černobylskou zónu. V období 1986–2000 došlo k přesídlení více než 350 000 lidí. V letech 1986 až 1990 pracovalo v areálu a blízkém okolí na 800 000 pracovníků, kteří se podíleli na stavbě sarkofágu, dekontaminaci a obnově provozu zbytku jaderné elektrárny (ŠTULLER, 1996). Budova reaktoru byla obestavěna železobetonovým sarkofágem, který má zamezit další kontaminaci okolního prostředí (URL 3, 2019).

Příčin havárie bylo více: typ použitého reaktoru RBMK, nevhodně provedený pokus a nedostatečná kompetence personálu. K rozsahu následků přispěly nepřipravenost a nevhodné kroky v krizovém postupu řešení následků havárie (DRÁBOVÁ, 2006).

Černobylská havárie je jednou ze dvou jaderných havárií ohodnocených podle Mezinárodní stupnice jaderných událostí nejvyšším stupněm sedm (druhou je havárie elektrárny Fukušima I v Japonsku v březnu 2011).

## **5.2. Land use & landcover**

### **5.2.2. Geologické poměry**

Jaderná elektrárna Temelín byla vybudována v jižní části Českého masivu. v oblasti krystalického fundamentu moldanubického komplexu. Moldanubický komplex představují dvě litofaciální jednotky - jednotvárná a pestrá série (BALATKA, 1990). Nejrozšířenějšími horninami jsou migmatity s vločkami kvarcitů (granitové, rulové horniny), pararuly, amfibolitů (krystalické břidlice), granulitů biotitické, biotit-silimanitické až biotit-cordieritické a ortorul (leukokratní rula), které vznikly složitou polyfázovou deformací příkrovového charakteru hercynského metamorfního, kadomského a deformačního cyklu (BALATKA, 1993). Ze severozápadu zasahují horniny podolského komplexu, který je zastoupen hlavně migmatitizovanými horninami. V malé míře jsou zde i žilné horniny (leukokratní žilné křemeny, žuly a aplity) a také v malém množství je zastoupený soubor těles kvarcitu, amfibolitu a erlánu. Mezi sedimenty kvartérního stáří se jsou nejčastěji svahy soliflukčních hlín, sprašové hlíny, říční terasy a pravděpodobně würmského stáří, které se nachází podél toku Vltavy. U Týna nad Vltavou spolu s podložím soliflukčních hlín dosahují nejvyšší mocnosti, a to až 20 m (URL 2, 2019). V celé lokalitě se nacházejí zbytky neogenních sedimentů, především jílu, písčitých hlín a částečně písčitých štěrků, jež jsou součástí mydloradského, domanínského souvrství a pliocénního lednického souvrství (PŘIBYL, 1993). Struktura moldanubického krystalinika byla až do konce paleozoika formována několika fázemi duktilní i křehké deformace, měla za následek, to že starší struktury byly opakovaně aktivovány a přetvářeny. Na krystalinické podložní vrstvě se nacházejí denudované zbytky klikovského souvrství senonského stáří (DEMEK, 1988).

### **5.2.3. Land use**

Termín land use v sobě zahrnuje dvě základní složky a to biofyzikální a socioekonomickou. Land use (využití půdy) je úředně evidovaný druh pozemku či kultura v geodetických a katastrálních údajích. S tímto typem dat se pracuje např. v územním plánování. Syntetické „krajinařské hodnocení krajiny“ je postaveno především na nich (SKLENIČKA, 2003). Stejně jako jsou v prostoru a čase proměnlivé jednotlivé znaky krajiny, je i pojem land use dynamickým. V dnešní době se mnoho cizích slov používá běžně, aniž by byl nutný překlad. To platí i o termíny land use i land cover, které jsou v odborných

kruzích již natolik zažité, že by bylo používání odpovídajícího českého výrazu zbytečné. Dalším důvodem je možný více-významový překlad jednotlivých slov do českého jazyka, kde by mohla vzniknout určitá nepřesnost (FERANEC, OŤAHEĚL, CEBECAUER, 2004), (BOSSARD, FERANEC, OŤAHEĚL, 2000). Posuzuje krajinu z hlediska historického, ale také aktuálního stavu. Zabývá se různými způsoby využití dané krajiny. Využití půdy (land use) a jeho minulosti, současnosti i budoucnosti je věnována zvýšená pozornost v celé Evropské Unii, neboť jsou v určitém ohledu odrazem stavu společnosti jejích sociálních, ekonomických, politických, technologických možností (SKLENIČKA, 2003). Využití půdy tvoří druhotnou strukturu krajiny a má dominantní vliv na průběh a fungování krajinných procesů (LUKA, MERTL, PERNICOVÁ, PONOCNÁ, REJENTOVÁ, ROLLEROVÁ, RTEJN, VLČKOVÁ, 2017).

#### **5.2.4. Land cover**

Land cover (krajinný pokryv) je zpravidla chápán jako zrakový projev povrchu krajiny, bez ohledu na to, jakou funkci plní. Land cover označuje v daném čase aktuální kombinaci land use, čili využívání krajiny a vegetace pokrývající zemský povrch. Land cover je zpravidla vyjádřením kombinace tří dílčích atributů krajiny: land use, struktury krajiny a charakteru dřevinných porostů (GUTH, KUČERA, 1997).

#### **5.2.5. Klimatické poměry**

Území, na kterém byla vybudována JETE, spadá do mírně teplé klimatické oblasti MT 10, která se vyznačuje dlouhým a mírně suchým létem, krátkým přechodným obdobím s mírně teplým jarem, mírně teplým podzimem, krátkou mírně teplou a velmi suchou zimou s krátkým trváním sněhové pokrývky. Průměrná denní teplota vzduchu je 8,2 °C. Maximální teplota 36,8°C byla naměřena 13. 8. 2003 a minimální teplota – 23,0 °C byla zjištěna 29. 12. 1996. Průměrný roční úhrn srážek je 539 mm/rok. Největší zaznamenaný maximální denní úhrn srážek byl naměřen 12. 8. 2002, kdy spadlo 128,4 mm.

#### **5.2.6. Hydrologické poměry**

Prostor JETE je odvodňován do řek Blanice a Vltavy. Vltava je pro JETE nezastupitelná a to z především hlediska zabezpečení výrobního procesu elektrické energie vodou. V letech 1980-2010 byla na Vltavě vybudována dvě vodní díla Hněvkovice a Kořensko, která doplnila Vltavskou kaskádu, skládající se z devíti vodních děl.

Vodní dílo Hněvkovice se nachází 5 km jižní od Týna nad Vltavou. Vodní dílo bylo, vybudováno především, jako zdroj technologické vody pro elektrárnu Temelín. Přehradu tvoří

betonová tížná hráz, plavební komora a vodní elektrárna. Čerpací stanice užitkové vody pro jadernou elektrárnu Temelín je umístěná na levém břehu nedaleko hráze, ale není součástí přehrady, přehrada umožňuje regulaci hladiny vody nutnou pro funkčnost a bezpečnost čerpací stanice. Délka nádrže činí 18,65 kilometrů a rozkládá se na délce 276,67 hektarů (URL 1, 2019). Také je využíváno k výrobě elektrické energie, rekreačním účelům, sportovnímu rybolovu a vodním sportům.

Vodní dílo Kořensko bylo vybudováno letech 1986–1991 Vltavě na řece. Smyslem tohoto vodního díla mělo být zajištění stálé úrovně hladiny v oblasti Týna nad Vltavou a ochrana před odpadními vodami z jaderné elektrárny Temelín a nadměrným oteplováním říční vody. Hráz přehrady se nachází asi dva kilometry pod ústím Lužnice do Vltavy v oblasti vzdutí vodní nádrže Orlík. Součástí vodního díla je také plavební komora o rozměrech 45,0 × 6,0 m. Je určená pro lodě do nosnosti 300 t. Do provozu byla uvedena od roku 2000. Součástí VD je také malá vodní elektrárna. Ta se nachází na levé straně břehu mezi jezem a plavební komorou. Je osazena dvěma Kaplanovými turbínami o výkonu 2x 1,9 MW. Do vodního díla jsou vedeny řízené odpadní vody z JETE, jejichž potenciální tlaková energie je využita pro výrobu elektrické energie.

Významnými toky ve studovaném území jsou potoky Podhájnice, Bohunický potok, Strouha, Karlovka, Hradní strouha, Palečkův potok, Bílý potok, Těšínovský potok a Sobní potok. Nejvyšší průtoky jsou březnu a nejnižší v září. V okolí JETE se nachází i několik rybníků, které přirozeně odvodňují území. Jsou to rybník Vyšovák, Námětek, Horní a Dolní lhotský rybník, Cihelna a Nový rybník. Povodí Blanice je pro JETE významné především ve smyslu z hlediska odtokových poměrů v oblasti, neboť do něj spadá většina daného prostoru (URL 1, 2019).

### **5.2.7. Půdní poměry**

Studované území je pokryto zvětralinovým pláštěm z hornin moldanubického krystalinika a terciálních sedimentů. Z hlediska půdních typů je okolí studované lokality tvořeno především hnědou lesní půdou – kambizemí, která je typická pro pahorkatiny. Jedná se o středně úrodnou půdu s humusovým horizontem pouze 10 – 20 cm. Obsahují málo živin a jsou špatně propustné, díky hromadícím se oxidům železa a hliníku. Dalším častým typem jsou glejové půdy. Vznikají glejovým půdotvorným procesem. Jeho podstatou je redukce sloučenin železa podmíněná nedostatkem vzduchu při současném zvýšení organických látek a rozkladu prvotních minerálů vlivem vysoké úrovně hladiny podzemní vody. Typickými

půdami v jihočeských a podkrušnohorských pánvích jsou pseudogleje, u kterých oglejení předchází ilimerizace (SMOLOVÁ, 2017).

### **5.2.7. Antropogenní vlivy na krajinu**

Ve sledované lokalitě je nejbližší obcí Temelín. Je to obec v Jihočeském kraji, 6 km jihozápadně od Týna nad Vltavou. Zaujímá rozlohu 50,41 km<sup>2</sup> a v 11 místních částech žije celkem 857 obyvatel. Temelín leží v Jihočeském kraji v Okrese České Budějovice asi 5,5 km jižně od Týna nad Vltavou a asi 24 km severně od Českých Budějovic. Nachází se zde průmyslové objekty patřící pouze k JETE. Okolí studované lokality JETE se využívá zejména pro zemědělství a lesní hospodářství. Ve sledovaném prostoru se nachází několik významných a frekventovaných komunikací. Na jihovýchodním okraji studované lokality JETE se nachází komunikace 2 třídy č. 105 z Hluboké nad Vltavou do Týna nad Vltavou, další významnou silniční komunikaci 2 třídy č. 141 z Vodňan do Týna nad Vltavou a komunikace 2. třídy č. 138 ve směru Temelín do Albrechtice nad Vltavou. Sledovaným územím prochází i železniční trať vedoucí z Čičenic do Týna nad Vltavou, zahrnující osobní i nákladní přepravu. Ve vzdálenosti cca 11 km od JETE se nachází frekventovaná železniční trať České Budějovice – Plzeň – Praha. V letním období probíhá malá rekreační osobní lodní přeprava, jak na přehradní nádrži Hněvkovice, tak na Vltavě. Prostor nad JETE je zakázaným prostorem pro letecký provoz, nejbližší letecká cesta je vzdálena 18 km od JETE.

## **6. Metodika**

### **6.1. Charakteristika území**

Prostor pro odběr vzorků byl uvnitř havarijní zóny JETE, konkrétní místa byla vybrána rovnoměrně okolo JETE. Z toho důvodu neodpovídá žádnému administrativnímu členění. Přestože do určeného prostoru zasahují i území správních obvodů ORP Tábor, Písek a České Budějovice, je zdaleka největším územím zastoupeno Vltavotýnsko. Mikroregion Vltavotýnsko se rozkládá v severní části okresu České Budějovice přímo v srdci jižních Čech.

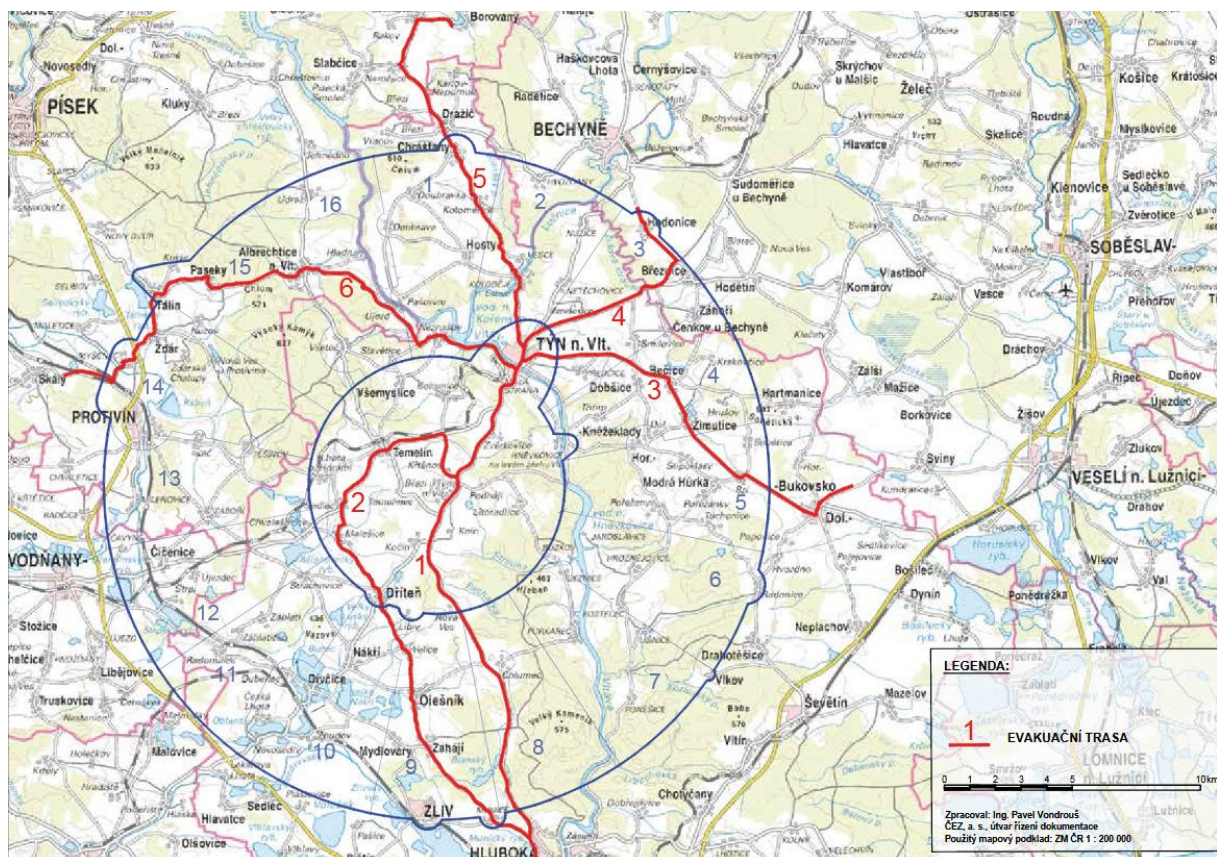
### **6.2. Metodický postup zpracování BP**

Součástí práce je teoretická část. Tu jsem rozdělil na dva tematické okruhy. První okruh se zaměřuje především na tematiku radioaktivity, její vliv na živé organismy, její výskyt,  $^{137}\text{Cs}$  a nehodu jaderné elektrárny v Černobylu. Druhý okruh popisuje vybrané území z hlediska land use, land cover a přírodních poměrů v tomto území.

Dále byl proveden terénní průzkum v oblasti havarijní zóny JETE. Byly vybrány čtyři lokality, katastrální území obce Dříteň (souřadnice 49.144806, 14.364321), katastrální území Doubrava nad Vltavou (souřadnice 49.260971, 14.354368), katastrální území Temelín (souřadnice 49.204672, 14.325918), katastrální území Tuchonice (souřadnice 49.162489, 14.500741). Ve všech vybraných prostorech se jednalo o biotopy lučního typu. Na každém zvoleném místě bylo provedeno několik sond a odebralo se dostatečné množství půdních vzorků, které byly řádně označeny a uloženy. V každé lokalitě se provedl také odběr odpovídajícího množství biomasy, která byla také řádně označena a uložena. Následně byly vzorky vysušeny při pokojové teplotě. Sušení trvalo zpravidla dva až tři týdny. Před odevzdáním do laboratoře byly vzorky zbaveny fragmentů větších než 0,04 cm. Vzorky byly uloženy do plastových nádob a označeny. Také vzorky biomasy byly usušeny, nastříhány a vloženy se do papírových pytlů. Oba typy vzorků byly náležitě popsány. Všechny vzorky byly odevzdány k laboratornímu rozboru v laboratoři Státního ústavu pro radiační ochrany.



Obr. č. 1: Mapa havarijní zóny JETE



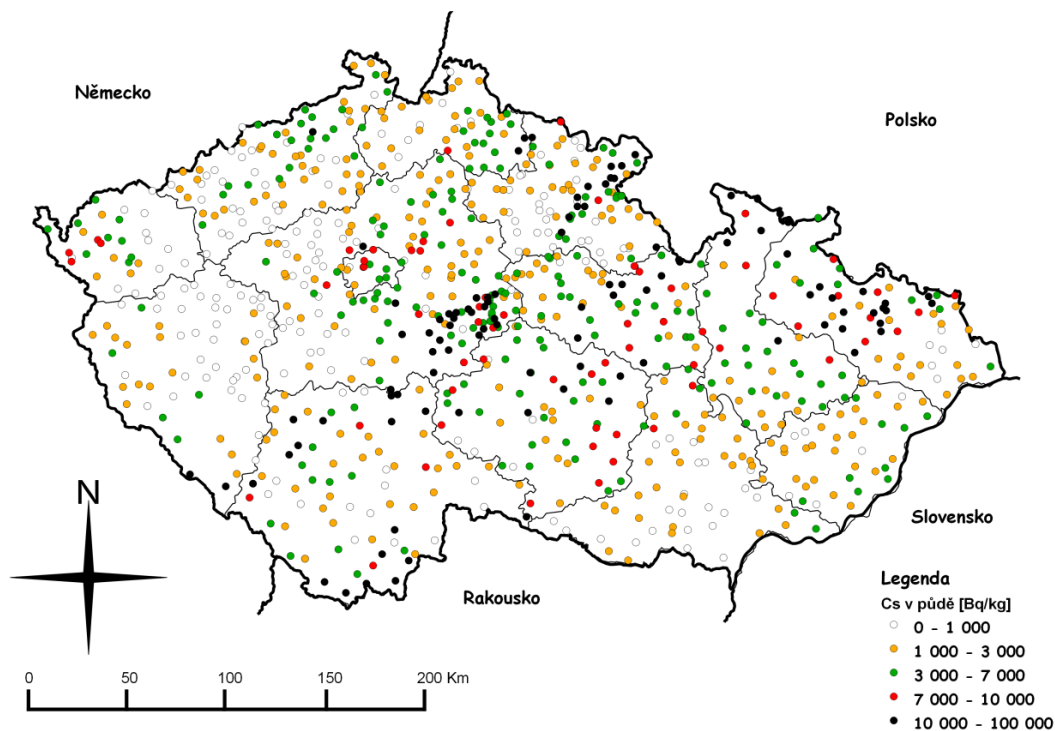
Zdroj: URL 10

## 7. Výsledky práce

Hlavní celostátní průzkum v ČSSR byl proveden mezi 16. a 18. červnem 1986. Cílem celostátního průzkumu půd bylo ocenění spadu, a tedy i kontaminace teritoria celého státu. Půda byla odebírána podle jednotné metodiky.

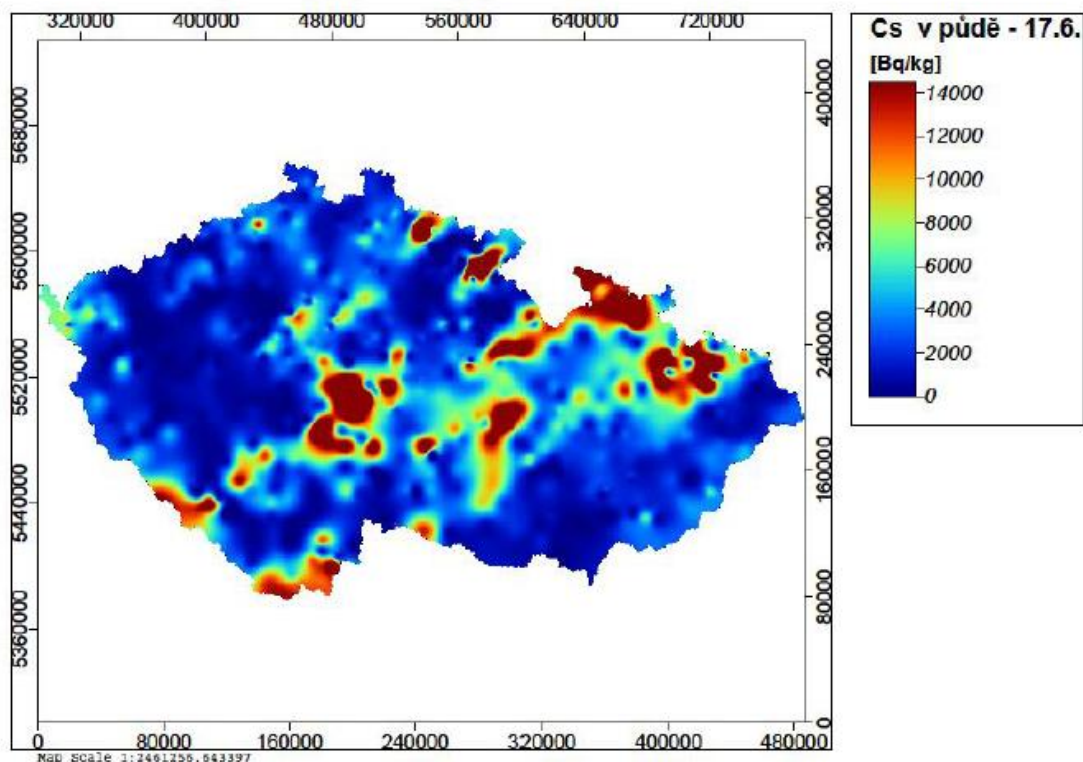
Odběrová místa byla volena tak, aby co nejlépe reprezentovala distribuci radioaktivního spadu na území tehdejší ČSSR. Byla to místa nezastíněná budovami, keři ani stromy, bez travnatého porostu (nejčastěji zemědělská půda neobdělaná od 26. 4. 1986) se sklonem povrchu menším než 3° a s půdou málo propustnou pro vodu (zásadně ne písčité půdy). Vzorky byly zpravidla odebírány z plochy 0,09 m<sup>2</sup> do hloubky většinou 3 cm. Před měřením byla půda sušena, kameny větší než 2 cm, případně též kořeny rostlin, byly odstraněny a vzorky byly homogenizovány (RULÍK, HELEBRANT, 2011).

Obr. č. 2: Plošné kontaminace ČR <sup>137</sup>Cs v důsledku havárie JE Černobyl 17. 6. 1986



Zdroj: (RULÍK, HELEBRANT, 2011)

Obr. č. 3: Plošné kontaminace ČR  $^{137}\text{Cs}$  v důsledku havárie JE Černobyl 17. 6. 1986



Zdroj: (RULÍK, HELEBRANT, 2011)

Pro porovnání hodnoty  $^{137}\text{Cs}$  v půdě jsem vybral tři okresy, které jak jsem uvedl v metodice, které zasahují do zájmového území. Jedná se o okresy Tábor, České Budějovice a Písek  $^{137}\text{Cs}$ . (tab. 3)

Tabulka č. 3: Výsledky kontaminace ČR  $^{137}\text{Cs}$  v důsledku havárie JE Černobyl ze 17. 6. 1986

Okres	Obce	$^{137}\text{Cs}$ kBq/m <sup>2</sup>	$^{137}\text{Cs}$ Bq/kg
České Budějovice	Borovany	<b>11,9</b>	<b>11 900</b>
České Budějovice	České Budějovice	0,31	310
České Budějovice	Dolní Bukovsko	0,27	270
České Budějovice	Dříteň	4,63	4 630
České Budějovice	Horní stropnice	<b>34,3</b>	<b>34 300</b>
České Budějovice	Horní stropnice	7,62	7 620
České Budějovice	Lišov	1,22	1 220
České Budějovice	Nové Hrady	2,61	2 610
České Budějovice	Římov	2,8	2 800
České Budějovice	Ševětín	0,36	360
České Budějovice	Trhové Sviny	0,93	930
České Budějovice	Týn nad Vltavou	2,87	2 870
České Budějovice	Žabovřesky	0,27	270
České Budějovice	Žár	6,47	6 470
Písek	Bernartice	7,16	7 160
Písek	Chyšky	0,91	910
Písek	Kestřany	5,67	5 670

Písek	Kluky	1,89	1 890
Písek	Kovářov	0,58	580
Písek	Milevsko	4,73	4 730
Písek	Mirotice	1,33	1 330
Písek	Protivín	1,2	1 200
Písek	Vráž	<b>12,3</b>	<b>12 300</b>
Písek	Zvíkovské Podhradí	5,47	5 470
Tábor	Borotín	<b>20,9</b>	<b>20 900</b>
Tábor	Borotín	<b>10,2</b>	<b>10 200</b>
Tábor	Březnice	1,78	1 780
Tábor	Dolní Hořice	<b>17,9</b>	<b>17 900</b>
Tábor	Choustník	1,56	1 560
Tábor	Malá Vožice	1,4	1 400
Tábor	Malá Vožice	3,8	3 800
Tábor	Radětice	2,99	2 990
Tábor	Slapy	<b>10,1</b>	<b>10 100</b>
Tábor	Sudoměřice u Tábora	<b>18</b>	<b>18 000</b>
Tábor	Sviny	1,01	1010

Zdroj: měření laboratoř SÚRO

Po zpracování půdních vzorků a biomasy, byly řádně označeny a předány do laboratoře SÚRO, kde proběhlo měření, množství  $^{137}\text{Cs}$ . Výsledkem byly tabulky udávající množství  $^{137}\text{Cs}$  [Bq/kg] ve všech vzorcích, jejichž výsledky pro lepší přehlednost zpracoval do několika grafů.

Tabulka č. 1: Výsledky měření kontaminace půdy  $^{137}\text{Cs}$  ve vybraných k. ú., ze dne 19. 8. 2018

Seznam vzorků		Korekce na sušinu	Aktivita $^{137}\text{Cs}$ [Bq/kg suš.]	Komb. Stand. Nejistota $^{137}\text{Cs}$ [Bq/kg suš.]
1A Temelín	Vrstva A	0,9799	29	3
1B Temelín	Vrstva B	0,9835	15	2
1C Temelín	Vrstva C	0,987	8,0	0,8
2A Dříteň	Vrstva A	0,9818	19	2
2B Dříteň	Vrstva B	0,9844	21	2
3A Tuchonice	Vrstva A	0,9732	9,5	0,9
3B Tuchonice	Vrstva B	0,9789	8,4	0,8
3C Tuchonice	Vrstva C	0,9902	2,3	0,2
4A Doubrava	Vrstva A	0,9604	15	2
4B Doubrava	Vrstva B	0,9339	15	2

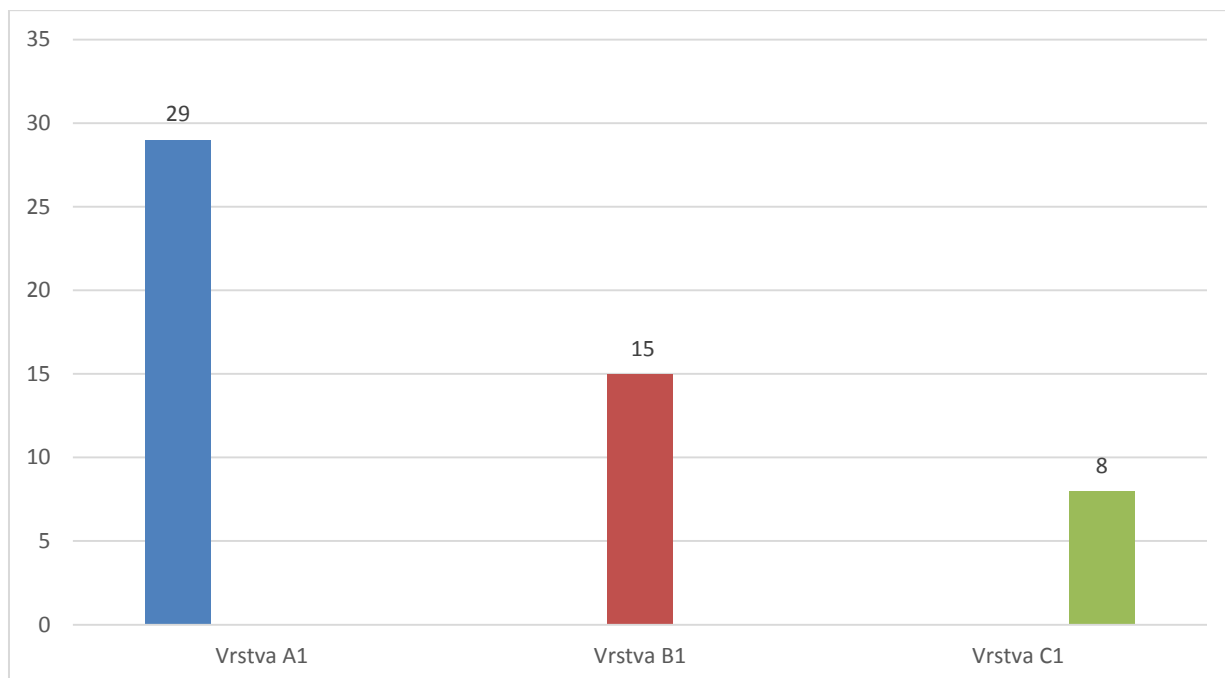
Zdroj: měření laboratoř SÚRO

Tabulka č. 2: Výsledky měření kontaminace biomasy  $^{137}\text{Cs}$  ve vybraných k. ú., ze dne 19. 8. 2018

Seznam vzorků		Korekce na sušinu	Aktivita $^{137}\text{Cs}$ [Bq/kg suš.]	Komb. Stand. Nejistota $^{137}\text{Cs}$ [Bq/kg suš.]
KÚ Temelín	765805 luční	0,9463	1,2	0,1
KÚ Tuchonice	725978 luční	0,9336	0,43	0,05
KÚ Chvalšiny	544591 luční	0,9509	0,11	0,06
KÚ Dříteň	633135 luční	0,9436	0,80	0,10

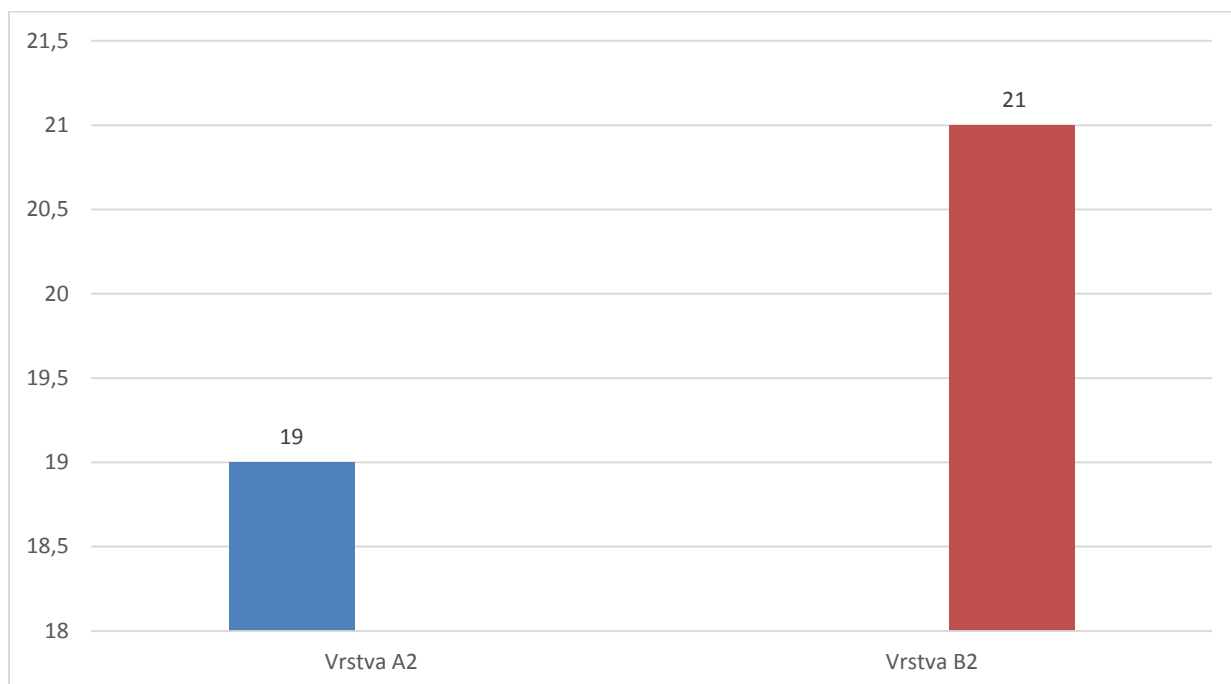
Zdroj: měření laboratoř SÚRO

Graf č. 1: Výsledky měření kontaminace půdy  $^{137}\text{Cs}$  v k. ú., Temelín ze dne 19. 8. 2018



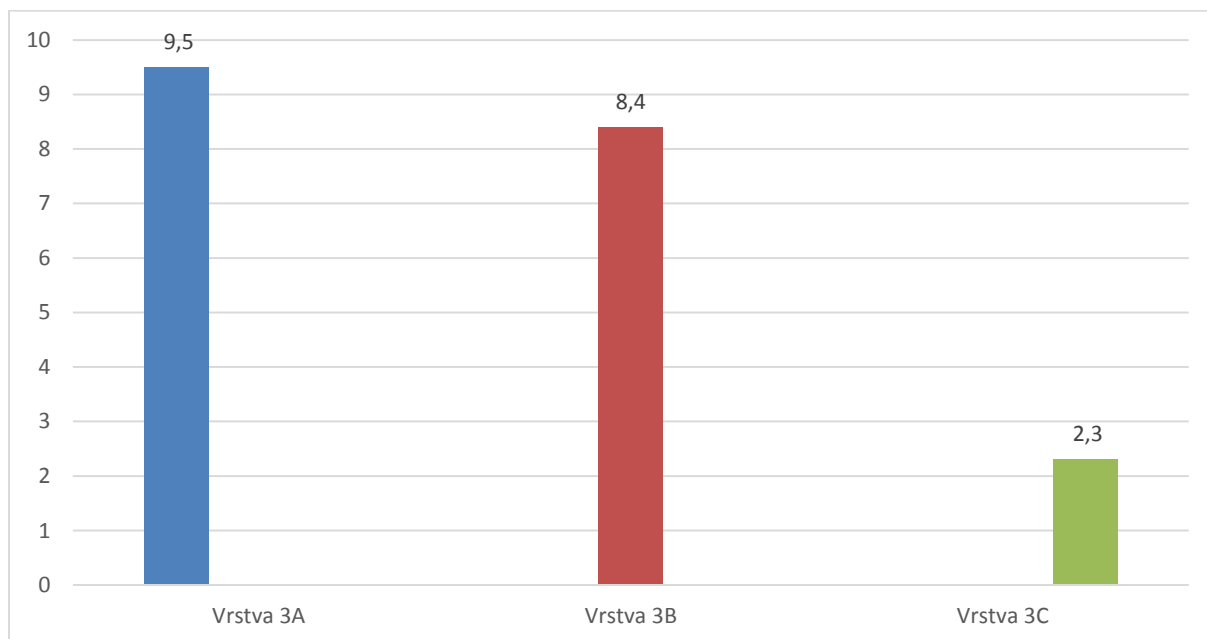
Zdroj: měření laboratoř SÚRO

Graf č. 2: Výsledky měření kontaminace půdy  $^{137}\text{Cs}$  v k. ú. Dříteň ze dne 19. 8. 2018



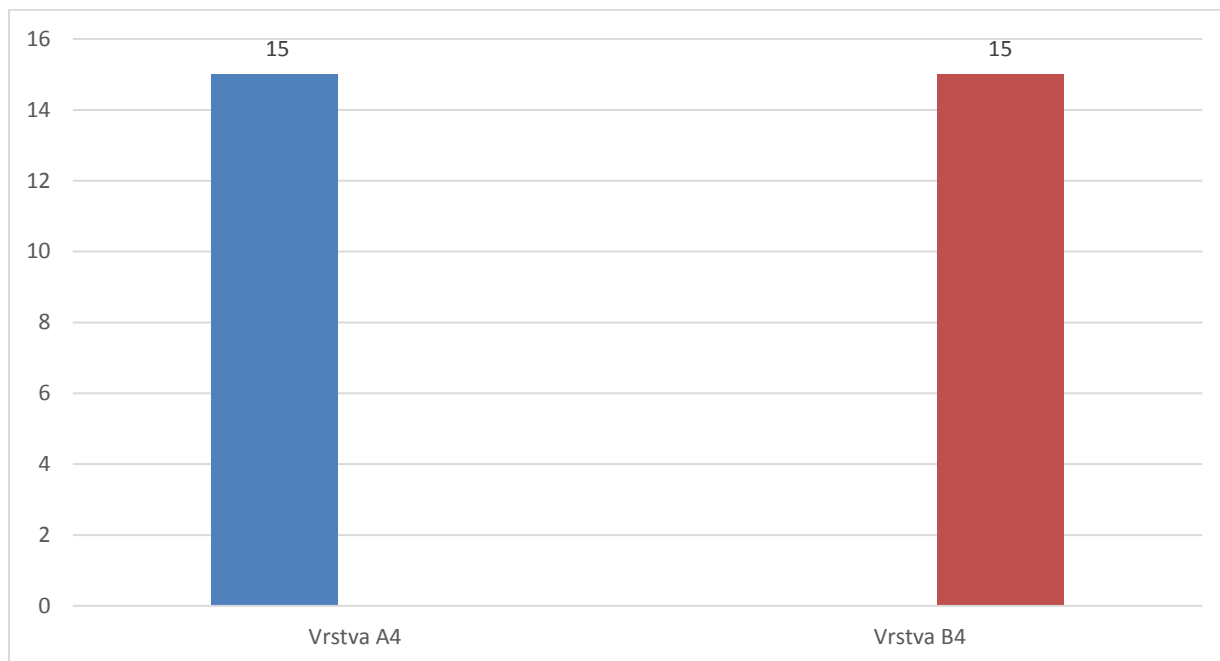
Zdroj: měření laboratoř SÚRO

Graf č. 3: Výsledky měření kontaminace půdy  $^{137}\text{Cs}$  v k. ú. Tuchonice ze dne 19. 8. 2018



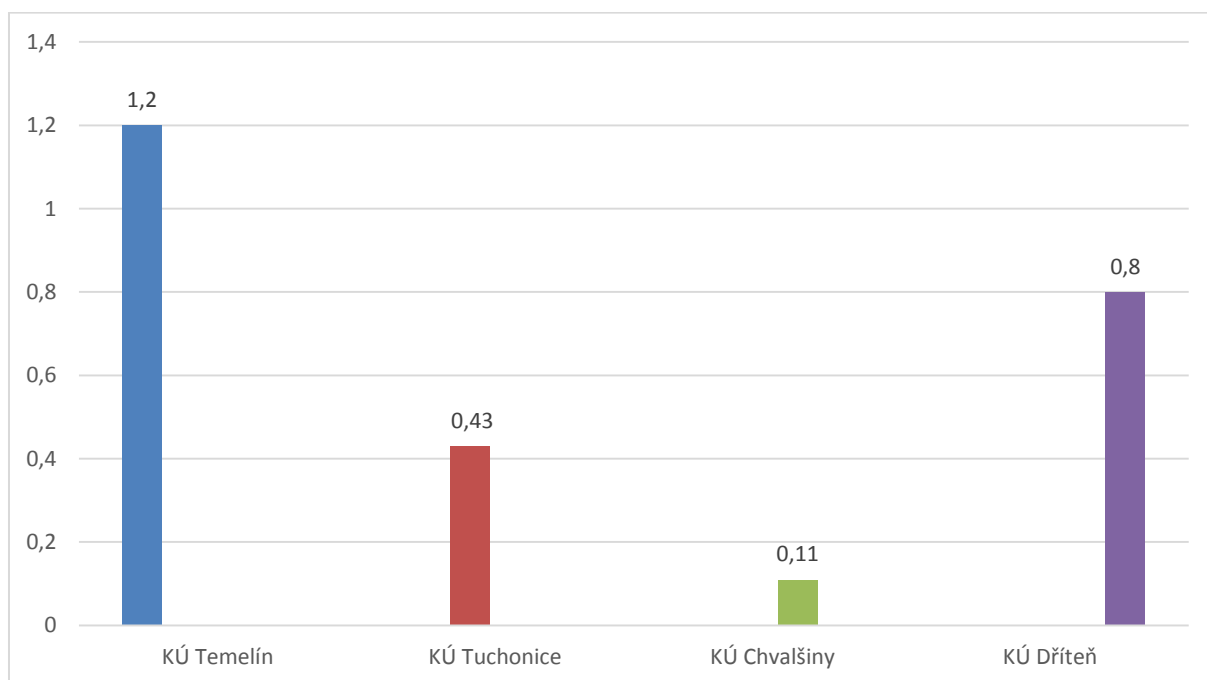
Zdroj: měření laboratoř SÚRO

Graf č. 4: Výsledky měření kontaminace půdy  $^{137}\text{Cs}$  v k. ú. Doubrava ze dne 19. 8. 2018



Zdroj: měření laboratoř SÚRO

Graf č. 5: Výsledky měření kontaminace biomasy  $^{137}\text{Cs}$  ve vybraných území ze dne 19. 8. 2018



Zdroj: měření laboratoř SÚRO

## 8. Diskuse

Asi jako nejsložitější se ukázal reálný odběr půdních vzorků a vzorků biomasy. Nejen z hlediska výběru vhodných míst, ale i zplánování vlastní činnosti. Vlastní výběr vhodných míst jsem provedl pomocí topografických map, leteckých snímků a za pomoci katastrálních map. Vytipoval jsem několik míst, která jsem konzultoval s vedoucí práce a následně zpracoval plán vzorkování.

Vlastní odběr vzorků proběhl v srpnu 2018. Jako velký problém se ukázalo dlouhodobé suchu, při kterém odběr půdních vzorků byl velmi složitý. Většinou první vrstva byla kompaktní a to díky kořenům z biomasy, které ji částečně držely pohromadě. Přechod mezi druhou a třetí vrstvou se zjišťoval velmi složitě, částečně došlo k „promíšení“ jednotlivých vrstev. Jako specifický se ukázal odběr půdních vzorku v k. ú. Tuchonice, kdy půda byla z větší části písčitá, což měl pravděpodobně za následek nedaleký potok. Proto se domnívám, že hodnoty jednotlivých vrstev jsou stejné.

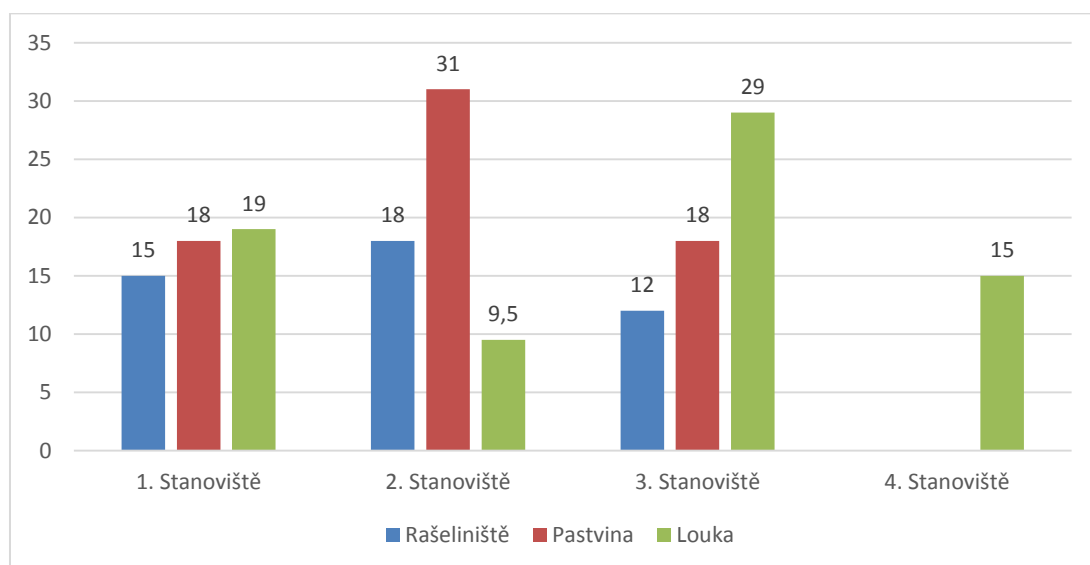
Odběr biomasy proběhl bez problémů. Oba typy vzorků byly označeny a po návratu se asi dva týdny sušeny, což díky velmi teplému počasí šlo velmi rychle. Díky konzistenci půdních vzorků se před přesíváním muselo použít kladivo, k rozbití tvrdých vysušených kusů půdy. Po zpracování byly vzorky následně předány do laboratoře SÚRO, ke zjištění hodnot  $^{137}\text{Cs}$ .

Získaná data jsem nejprve porovnal mezi sebou. Vrchní vrstva půdy, kde je kořenový systém rostlin a z hlediska kvality nejlepší půda, obsahovala největší množství  $^{137}\text{Cs}$ . V dalších vrstvách se hodnota  $^{137}\text{Cs}$  snižovala a v té nejnižší, tj. zhruba 15-20 cm pod zemí měla asi  $\frac{1}{4}$  hodnotu oproti vrchní vrstvě. Jediný rozdíl byl v k. ú. Dříteň, kde druhá vrstva měla o 2 bq/kg vyšší úroveň. Také jsem srovnával množství  $^{137}\text{Cs}$  v biomase, kde hodnota se pohybovala od **0,11 do 1,2 bq/kg**.

Následně jsem provedl komparaci s kolegy (sběr vzorků Vinohradský, Flasch), kteří prováděli výzkum ve stejné oblasti avšak na jiných půdních biotopech. Z tohoto porovnání jsem zjistil, že v rašelinových půdních biotopech je nejnižší množství  $^{137}\text{Cs}$  a v lučních půdních biotopech je nejvyšší (graf č. 6).



Graf č. 6: Srovnání měření kontaminace vrchního vzorku půdy  $^{137}\text{Cs}$  v různých půdních biotopech JETE v bq/kg

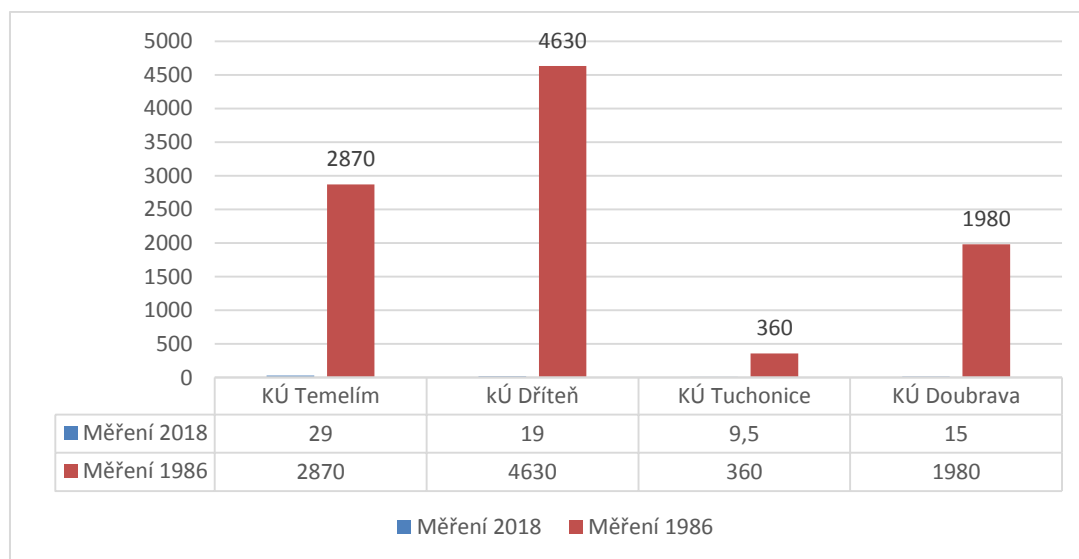


Zdroj: měření laboratoř SÚRO

Z výsledků měření bylo zjištěno, že v rašelinových půdních biotopech (k. ú. Knín, k. ú. Dříteň, k. ú. Chvalešovice) je menší množství  $^{137}\text{Cs}$ , oproti lučním půdním biotopům a pastvinným půdním biotopům (k. ú. Knín, k. ú. Těšínov, k. ú. Nákří (sběr vzorků Vinohradský, Flasch). Větší množství  $^{137}\text{Cs}$  bylo zjištěno v lučních půdních biotopech (k. ú. Temelín, k. ú. Dříteň, k. ú. Tuchonice, k. ú. Chvalšiny).

Jako poslední jsem provedl porovnání aktuálních dat s hodnotami naměřenými v červnu 1986. Pro komparaci množství  $^{137}\text{Cs}$  v půdě jsem vybral tři okresy, které jak jsem uvedl v metodice, zasahují do zájmového území. Jedná se o okresy Tábor, České Budějovice a Písek (Jiří Hůlka, Irena Malátová, 2005).

Graf č. 7: Srovnání kontaminace vrchního vzorku půdy ve vybraných biotopech JETE



Zdroj: měření laboratoř SÚRO

Výsledky jsou velmi zajímavé. Měření v červnu 1986 byli zjištěny extrémně nízké hodnoty (v Českých Budějovicích, Dolním Bukovsku, Ševětíně a Žabovřeskách) a naproti tomu velmi vysoké (Horní Stropnice, Borotín a Sudoměřice u Tábora). Průměrná hodnota kontaminace z těchto vybraných okresů (35 hodnocených/odběrových míst) je 5,92 kBq/m<sup>2</sup> nebo **5 920 Bq/ m<sup>2</sup>** (Jiří Hůlka, Irena Malátová, 2005). Jen pro zajímavost, střední hodnota plošné aktivity odhadnutá z dat z období 16. -18. 6. 1986 interpolovaných metodou Multilevel B-spline v programu SAGA GIS (obr. 2b) je **4 200 Bq/m<sup>2</sup>** (Jiří Hůlka, Irena Malátová, 2005). Komparací zjištěných hodnot bylo zjištěno, že aktuální množství <sup>137</sup>Cs ve vrchní vrstvě půdy, oproti množství, naměřenému v roce 1986 je zanedbatelné (graf č. 7). Poločas rozpadu <sup>137</sup>Cs je 30,7 let, takže naměřené hodnoty tomu odpovídají. Jelikož ne vždy se vybraná místa shodují, tak pro porovnání bylo vybráno nejbližší místo, kde v roce 1986 odběr vzorků a zjišťování hodnot proběhlo.

## 9. Závěr

Cílem práce bylo reálné odebrání půdních vzorků a vzorků biomasy z lučních půdních biotopů v havarijní zóně JETE a následně po vyhodnocení v SÚRO provést komparaci s hodnotami získanými měřeními v roce 1986 a dalšími výzkumnými týmy.

Když jsem se více věnoval této problematice, musím přiznat, že z hlediska znečišťování našeho životního prostředí, jsou zdroje, o kterých se téměř nemluví na rozdíl od havárií v Černobylu a Fukušima I, ale jejich vliv na stav přírody byl obdobný. Mám na mysli především sovětské pokusy o nakládání s jaderným materiálem a jeho skladováním, například jezero Karačaj, kde radioaktivní kontaminace okolí byla hodnocena stupněm 6 na Mezinárodní stupnici jaderných událostí (URL 4, 2019).

V tomto kontextu, mě zaujaly dva grafy, které jsem našel v rámci zpracování dat z podkladů. Ten první ukazuje relativní podíl ozáření v roce 1986. Havárie v Černobylu má za následek 6 %, přírodní ze Země 11% a radon v bytech 61%. Ten druhý ukazuje Relativní podíl ozáření celoživotně (od 1986), kde havárie v Černobylu má za následek 0,2 % a radon v bytech 70% (Jiří Hůlka, Irena Malátová, 2005).

Druhá část práce je terénním výzkumem s cílem reálného odebrání půdních vzorků a vzorků biomasy z lučních půdních biotopů v havarijní zóně JETE a následně po vyhodnocení v SÚRO provedení komparace s hodnotami získanými měřeními v roce 1986 a dalšími výzkumnými týmy.

Na základě výsledků z laboratoře SÚRO jsem provedl několik komparací. První bylo srovnání mnou odebraných vzorků mezi sebou. Vrchní vrstva půdy, kde je kořenový systém rostlin a z hlediska kvality nejlepší půda obsahovala největší množství  $^{137}\text{Cs}$ . V KÚ Temelín 29 bq/kg, KÚ Doubrava 15 bq/kg, KÚ Tuchonice 9,5 bq/kg a Dříteň 19 bq/kg. V dalších vrstvách se hodnota  $^{137}\text{Cs}$  snižovala a v té nejnižší, tj. zhruba 15-20 cm pod zemí měla asi  $\frac{1}{4}$  hodnotu oproti vrchní vrstvě. V KÚ Tuchonice 2,3 bq/kg a KÚ Temelín 8 bq/kg. Také jsem sledoval množství  $^{137}\text{Cs}$  v biomase, kde hodnota se pohybovala od **0,11 do 1,2 bq/kg**.

Následně jsem provedl komparaci s kolegy (sběr vzorků Vinohradský, Flasch), kteří prováděli výzkum ve stejné oblasti avšak na jiných půdních biotopech. Z tohoto porovnání jsem zjistil, že v rašelinových půdních biotopech je nejnižší množství  $^{137}\text{Cs}$  a v lučních půdních biotopech je nejvyšší.

Jako poslední jsem provedl porovnání aktuálních dat s hodnotami naměřenými v červnu 1986. Komparací zjištěných hodnot bylo zjištěno, že aktuální množství  $^{137}\text{Cs}$  ve vrchní vrstvě půdy, oproti množství, naměřenému v roce 1986 je zanedbatelné. Poločas rozpadu je 30,7 let, takže naměřené hodnoty tomu odpovídají. Jelikož ne vždy se vybraná místa shodují, tak pro porovnání bylo vybráno nejbližší místo, kde v roce 1986 odběr vzorků a zjišťování hodnot proběhlo (Jiří Hůlka, Irena Malátová, 2005), (KUNZ, 1987). Analýzou půdy bylo zjištěno, že obsah  $^{137}\text{Cs}$  je v Evropě i České republice převážně na tak nízké úrovni, že nemá prakticky biogenní vliv na potravní řetězce a tím i na lidský organismus (Jiří Hůlka, Irena Malátová, 2005). Určitá hrozba by nastala teprve tehdy, pokud by došlo k další jaderné havárii, nebo naprosto nevhodnému skladování jaderného odpadu, popřípadě zvýšeného množství jaderných testů, anebo použití jaderných zbraní.

## 10. Přehled literatury a zdrojů

### 10.1. Publikace

BALATKA, B. (1990): Morfostrukturní analýza a geneze reliéfu zájmového území lokality JE Temelín. Výzkumná zpráva DÚ II-6-2/07. Geografický ústav ČSAV, Praha, 46 s.

BALATKA, B. (1993): Geomorfologická analýza oblasti jaderné elektrárny Temelín z hlediska morfostrukturní stability. Výzkumná zpráva o řešení 1. Etapy úkolu 248/93 na území základní mapy 1:25 000 list 22-441 Březí nad Vltavou. Přírodovědecká fakulta Univerzita Karlovy v Praze, Katedra fyzické geografie a geoekologie, 33 s., + přílohy.

BALATKA, B., PŘIBYL, V. (1996): Synthesis of the geomorphological development in the southern part of the Písecká pahorkatina (Hilly land). Acta Universitatis Carolinae, Geographica, 2, s. 97 – 113.

BOSSARD, M., FERANEC, J., OŤAHEĚL, J. 2000: CORINE land cover technical guide – Addendum 2000. European Environment Agency, Denmark, Copenhagen, 105 s.

DANIELOVÁ, L., PÖSCHL, M., 1998: Occurrence of 137 Cs in Czech soils in 1996 and 1999, *Journal of environmental radioactivity*, In prep.

DECKER, K., HOMOLOVÁ, D., PORPACZY, C. (2011): Paleoseismology of Temelín's Near-Regional Faults, Final report, part 1. University of Vienna, Department of Geodynamics and Sedimentology, Vienna, 185 s.

DEMEK, J. (1988): Obecná geomorfologie. ČSAV, Praha, 476 s.

FRANKOVSKÁ, J., SLANINKA, I., KORDÍK, J. ET AL., 2010: Atlas sanačných metod environmentálních závaží. Bratislava, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 362 s., ISBN 987-80-89343-39-3.

FERANEC, J., OŤAHEĚL, J., CEBECAUER, T. 2004: Zmeny krajinej pokrývky – zdroj informácií o dynamika krajiny. Geografický časopis 56.1: 33-47.

DRÁBOVÁ, D. 2006: Jaderná energetika před černobylskou havárií a po ní. Časopis Vesmír 85, 137, 2006/3.

GUTH, J. KUČERA, T. 1997: Monitorování změn krajinného pokryvu s využitím DPZ a GIS. Příroda 10: 107-124.

HÁLA, J., Izotopy v biologii, UJEP Brno, SPN (skripta). 1976.

HÁLA, J., 1998: Radioaktivita, ionizující záření, jaderná energie. 1.vyd. Brno: Konvoj, 310 s., ISBN 80-85615-56-8.

HOLLOWAY, D: Stalin a bomba. Sovětský svaz a jaderná energie 1939-1956. Praha: Academia 2008.

HŮLKA, J., MALÁTOVÁ, I. (2005): Zpráva o radiační situaci na území České republiky v roce 2004, SÚRO, ÚRMS ČR, SÚRO.

CHLUPÁČ, I. a kol. (2002): Geologická minulost České Republiky. Academia Praha, 436s.

IAEA (1985): Application of Microearthquake Surveys in Nuclear Power Plant Siting, Technical document, TECDOC-343. Vienna, 39 s.

IAEA (2003): Meteorological Events in Site Evaluation for Nuclear Power Plants. Safety Guide, Safety Standards Series No. NS-G-3.4. Vienna, 39 s.

KUNZ, E., (1987): Zpráva o radiační situaci na území ČSSR po havárii jaderné elektrárny Černobyl, Institut hygieny a epidemiologie, Praha, 168s.

LUKA, V., MERTL, J., PERNICOVÁ, H., PONOCNÁ, T., REJENTOVÁ, L., ROLLEROVÁ, M., RTEJN, Z., VLČKOVÁ, V. (2017): Vývoj krajinného pokryvu dle CORINE Land Cover na území ČR v letech 1990–2012, © CENIA, česká informační agentura životního prostředí ISBN 978-80-87770-28-3

NAVRÁTIL L., ROSINA J., a kolektiv. Medicínská biofyzika. Praha: Grada, 2005. 524 s. ISBN 80-247-1152-4. S. 422-424.

MAJER, V. A KOL. Základy jaderné chemie, Praha, SNTL, 1981.

METTLER, F., IAEA Bulletin Volume 47, No. 2 – Chernobyl's Living Legacy, 2006/3.

PÁTÝ, V., (2006): Účinky a druhy záření. [online]. [cit. 2019-02-09]. Dostupný z WWW: [www.pf.jcu.cz/stru/katedry/fyzika/prof/Svadlenkova/Ucinky%20a%20druhy%20zareni.pdf](http://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/fyzika/prof/Svadlenkova/Ucinky%20a%20druhy%20zareni.pdf)

PŘIBYL, V. (1993): Geomorfologická analýza území listu 22-423 Týn nad Vltavou základní mapy 1:25 000 v hlediska morfostrukturní stability. Výzkumná zpráva o řešení úkolu HS 248/93. Přírodovědecká fakulta University Karlovy v Praze, 24 s. + přílohy.

RULÍK, P., HELEBRANT, J. (2011): Zpráva SÚRO č. 22 / 2011 Mapa kontaminace půdy České republiky 137Cs po havárii JE Černobyl, SÚRO, Praha.

SKLENIČKA, P. 2003: Základy krajinného plánování. Naděžda Skleničková, Praha, 321 s.

SMOLOVÁ, I. (2017): Půdní poměry ČR, [online]. [cit. 2019-02-09]. Dostupný z WWW:<https://docplayer.cz/6633907-Pudni-pomery-cr-irena-smolova.html>

ŠÁRO, Š., & TOLGYESSY, J. Rádioaktivita prostredia. Bratislava, Alfa, vydavateľství technickém a ekonomickém literatúry. 1985, 303 s.

ŠTULLER, J., (1996): 10 let od havárie jaderného reaktoru v Černobyl- důsledky a poučení. Státní úřad pro jadernou bezpečnost, Praha, 80 s.

URBÁNEK J., et al. Nukleární medicína. Jilemnice: Gentiana, 2000. ISBN 80-90-2133-9-1.

## 10.2. Internetové zdroje:

[URL 1] Wasseranlagen an der Moldau [online]. [cit. 2019-02-09]. Dostupný z WWW: [www.visitvtava.cz/de/wasseranlagen-an-der-moldau/49/](http://www.visitvtava.cz/de/wasseranlagen-an-der-moldau/49/)

[URL 2] Geografie České republiky [online]. [cit. 2019-02-09]. Dostupný z WWW: [www.geografie.webzdarma.cz/segcr.htm](http://www.geografie.webzdarma.cz/segcr.htm)

[URL 3] *Chernobyl* [online] 2019 [cit. 2019-02-08]. Dostupný z WWW: <https://www.livescience.com>

[URL 4] Lake Karachay. [online]. [cit. 2018-12-12]. Dostupný z WWW: <http://www.kose.ee/nucbasic/nucpedia/uk/lake.htm>.

[URL 5] CDC Radiation Emergencies Radioisotope Brief: Cesium-137 (Cs-137) [online]. CDC [cit. 2018-12-11]. Dostupný z WWW: <https://www.emergency.cdc.gov/radiation/>

[URL 6] CERN Accelerating science, The Antiproton Decelerator [online]. [cit. 2019-02-09]. Dostupný z WWW: <https://home.cern/science/accelerators/antiproton-decelerator>.

[URL 7] Ondřej Vaněk Kosmické záření a projekt Pierre Auger.htm [online] 2018 [cit. 2018-12-11]. Dostupný z WWW: [https://www.aldebaran.cz/bulletin/2005\\_16\\_ray.php](https://www.aldebaran.cz/bulletin/2005_16_ray.php).

[URL 8] Lékařský slovník [online] 2019 [cit. 2019-02-08]. Dostupný z WWW: <http://lekarske.slovniky.cz/pojem/radioizotop>

[URL 9] Cesium | Radiation Protection | US EPA [online]. EPA, 3 June 2012 [cit. 2018-12-11]. Dostupný z WWW: <http://www.epa.gov/radiation/radionuclides/cesium.html> Livescience.

[URL 10] Základní informace pro případ radiální havárie JE Temelín 2018 - 2019 [online] 2019 [cit. 2019-04-02]. Dostupný z WWW: <https://www.cez.cz>.

## 11. Přílohy

### 11.1. Plány vzorkování

<b>PLÁN VZORKOVÁNÍ</b>	
Plán vzorkování vytvořil: Kontakt	Jindřich Kočer Litohlavy 56, 33701 Rokycany, tel: 604188028
Vzorkování bude provádět:	Jindřich Kočer
Účel odběru vzorků	Odběr reprezentativního směsného vzorku horizontů půdního profilu louky pro zjištění přítomnosti radionuklidu Cs
Místo odběru:	Katastrální území: Dříteň [633135]  půdní blok č. 1605, p. č. 537
Vzorkovací schéma	Náhodné vzorkování po vrstvách
Vzorkovací schéma na odběrové lokalitě	viz. celková situace se zákresem rozmístění dílčích odběrových míst pro směsný vzorek
typ odběrového zařízení	rýč
Způsob odběru	manuálně
Počet dílčích vzorků na jeden směsný vzorek:	2
Datum odběru:	19. 8.2018
Požadavky na zkoušky v místě odběru vzorku:	Změření mocnosti jednotlivých horizontů půdního profilu Fotodokumentace
Značení vzorků:	Směsný vzorek bude označen Kú. Odebraná půda - louka, A1 Kú. Odebraná půda - louka, B1 Kú. Odebraná půda - louka, C1
Bezpečnostní opatření:	--
Plánovaná úprava vzorku:	sušení, sítování na < 4 mm (nerezové síto)
Hmotnost směsného vzorku	1 kg
<b>POŽADAVKY NA BALENÍ, KONZERVACI, SKLADOVÁNÍ A DOPRAVU</b>	
Vzorkovnice, plnění:	PVC krabice
Konzervace:	--
Skladování:	normální prostředí
Doprava:	autem
<b>Zkušební laboratoř</b>	<b>Státní ústav radiační ochrany, v. v. i. Bartošкова 1450/28, 140 00, PRAHA 4 - Nusle</b>
rozsah požadovaných analýz:	Zjištění hodnot Cs v zemině
Plán zpracoval:	Dne: 1. 8. 2018

Tabulka č. 4- Plán vzorkování Katastrální území: Dříteň



<b>PLÁN VZORKOVÁNÍ</b>	
Plán vzorkování vytvořil: Kontakt	Jindřich Kočer Litohlavy 56, 33701 Rokycany, tel: 604188028
Vzorkování bude provádět:	Jindřich Kočer
Účel odběru vzorků	Odběr reprezentativního směsného vzorku horizontů půdního profilu louky pro zjištění přítomnosti radionuklidu Cs
Místo odběru:	Katastrální území: Doubrava nad Vltavou [631124]  půdní blok p. č. 774/2
Vzorkovací schéma	Náhodné vzorkování po vrstvách
Vzorkovací schéma na odběrové lokalitě	viz. celková situace se zákresem rozmístění dílčích odběrových míst pro směsný vzorek
typ odběrového zařízení	rýč
Způsob odběru	manuálně
Počet dílčích vzorků na jeden směsný vzorek:	2
Datum odběru:	19. 8.2018
Požadavky na zkoušky v místě odběru vzorku:	Změření mocnosti jednotlivých horizontů půdního profilu Fotodokumentace
Značení vzorků:	Směsný vzorek bude označen Kú. Odebraná půda - louka, A1 Kú. Odebraná půda - louka, B1 Kú. Odebraná půda - louka, C1
Bezpečnostní opatření:	--
Plánovaná úprava vzorku:	sušení, síťování na < 4 mm (nerezové síto)
Hmotnost směsného vzorku	1 kg
<b>POŽADAVKY NA BALENÍ, KONZERVACI, SKLADOVÁNÍ A DOPRAVU</b>	
Vzorkovnice, plnění:	PVC krabička
Konzervace:	--
Skladování:	normální prostředí
Doprava:	autem
<b>Zkušební laboratoř</b>	<b>Státní ústav radiační ochrany, v. v. i. Bartoškova 1450/28, 140 00, PRAHA 4 - Nusle</b>
rozsah požadovaných analýz:	Zjištění hodnot Cs v zemině
Plán zpracoval:	Dne: 1. 8. 2018

Tabulka č. 5 - Plán vzorkování Katastrální území: Doubrava nad Vltavou

<b>PLÁN VZORKOVÁNÍ</b>	
Plán vzorkování vytvořil: Kontakt	Jindřich Kočer Litohlavy 56, 33701 Rokycany, tel: 604188028
Vzorkování bude provádět:	Jindřich Kočer
Účel odběru vzorků	Odběr reprezentativního směsného vzorku horizontů půdního profilu louky pro zjištění přítomnosti radionuklidu Cs
Místo odběru:	Katastrální území: Temelín [765805]  půdní blok č. 3901/7  p. č. 1481
Vzorkovací schéma	Náhodné vzorkování po vrstvách
Vzorkovací schéma na odběrové lokalitě	viz. celková situace se zákresem rozmístění dílčích odběrových míst pro směsný vzorek
typ odběrového zařízení	rýč
Způsob odběru	manuálně
Počet dílčích vzorků na jeden směsný vzorek:	2
Datum odběru:	19. 8.2018
Požadavky na zkoušky v místě odběru vzorku:	Změření mocnosti jednotlivých horizontů půdního profilu Fotodokumentace
Značení vzorků:	Směsný vzorek bude označen Kú. Odebraná půda - louka, A1 Kú. Odebraná půda - louka, B1 Kú. Odebraná půda - louka, C1
Bezpečnostní opatření:	--
Plánovaná úprava vzorku:	sušení, sítování na < 4 mm (nerezové síto)
Hmotnost směsného vzorku	1 kg
<b>POŽADAVKY NA BALENÍ, KONZERVACI, SKLADOVÁNÍ A DOPRAVU</b>	
Vzorkovnice, plnění:	PVC krabíčka
Konzervace:	--
Skladování:	normální prostředí
Doprava:	autem
<b>Zkušební laboratoř</b>	<b>Státní ústav radiační ochrany, v. v. i. Bartoškova 1450/28, 140 00, PRAHA 4 - Nusle</b>
rozsah požadovaných analýz:	Zjištění hodnot Cs v zemině
Plán zpracoval:	Dne: 1. 8. 2018

Tabulka č. 6 - Plán vzorkování Katastrální území: Temelín

<b>PLÁN VZORKOVÁNÍ</b>	
Plán vzorkování vytvořil: Kontakt	Jindřich Kočer Litohlavy 56, 33701 Rokycany, tel: 604188028
Vzorkování bude provádět:	Jindřich Kočer
Účel odběru vzorků	Odběr reprezentativního směsného vzorku horizontů půdního profilu louky pro zjištění přítomnosti radionuklidu Cs
Místo odběru:	Katastrální území: Tuchonice [725978]  půdní blok č. -  p. č. 16/1
Vzorkovací schéma	Náhodné vzorkování po vrstvách
Vzorkovací schéma na odběrové lokalitě	viz. celková situace se zákresem rozmístění dílčích odběrových míst pro směsný vzorek
typ odběrového zařízení	rýč
Způsob odběru	manuálně
Počet dílčích vzorků na jeden směsný vzorek:	2
Datum odběru:	19. 8.2018
Požadavky na zkoušky v místě odběru vzorku:	Změření mocnosti jednotlivých horizontů půdního profilu Fotodokumentace
Značení vzorků:	Směsný vzorek bude označen Kú. Odebraná půda - louka, A1 Kú. Odebraná půda - louka, B1 Kú. Odebraná půda - louka, C1
Bezpečnostní opatření:	--
Plánovaná úprava vzorku:	sušení, sítování na < 4 mm (nerezové síto)
Hmotnost směsného vzorku	1 kg
<b>POŽADAVKY NA BALENÍ, KONZERVACI, SKLADOVÁNÍ A DOPRAVU</b>	
Vzorkovnice, plnění:	PVC krabice
Konzervace:	--
Skladování:	normální prostředí
Doprava:	autem
<b>Zkušební laboratoř</b>	<b>Státní ústav radiační ochrany, v. v. i. Bartoškova 1450/28, 140 00, PRAHA 4 - Nusle</b>
rozsah požadovaných analýz:	Zjištění hodnot Cs v zemině
Plán zpracoval:	Dne: 1. 8. 2018

Tabulka č. 7 - Plán vzorkování Katastrální území: Tuchonice

## 11.2. Protokolární záznam o odběru vzorků - luční biomasa

### Protokolární záznam o odběru vzorku

#### Průvodní list odběru vzorků

<b>Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt</b>	Jindřich Kočer Litohlavy 56, 33701 Rokycany, tel: 604188028
<b>Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků</b>	Obec Dříteň, č. p. 152, 37351 Dříteň

<b>Kultura</b>	louka
<b>katastrální území</b>	Dříteň [633135]
<b>správní obec</b>	Dříteň [544426]
<b>Půdní blok č.</b>	1605
<b>Velikost v ha</b>	12,972
<b>Parcelní čísla</b>	537

#### Označení vzorku:

**KÚ: Dříteň luční biomasa**

Místní měření		
Ukazatel	Hodnota	Jednotka
Teplota vzduchu	<b>27</b>	°C
Počasí:	Jasno	

datum odběru:	19. 8. 2018	Čas odběru:	12:00
Souřadnice odběru:	49.144636, 14.363865		
Označení vzorku	Poznámky		
<b>KÚ Dříteň luční biomasa</b>	Směsný vzorek, sucho		

**Použité vzorkovací pomůcky: srp, igelitový sáčky, nůžky**

*Schéma odběrového místa s vyznačením odběrových míst*



**Poznámka k odběru:**

**Rozsah požadovaných analýz: zjištění hodnot Cs v biomase**

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

*Tabulka č. 8 -Protokolární záznam o odběru vzorku: Tuchonice*

## Protokolární záznam o odběru vzorku

### Průvodní list odběru vzorků

<b>Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt</b>	Jindřich Kočer Litohlavy 56, 33701 Rokycany, tel: 604188028
<b>Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků</b>	Suchan Miroslav Mgr., Komenského 691, 37501, Týn nad Vltavou

<b>Kultura</b>	louka
<b>katastrální území</b>	Doubrava nad Vltavou [631124]
<b>správní obec</b>	Chvalšiny [544591]
<b>Půdní blok č.</b>	-
<b>Velikost v ha</b>	6,129
<b>Parcelní čísla</b>	774/2

### Označení vzorku:

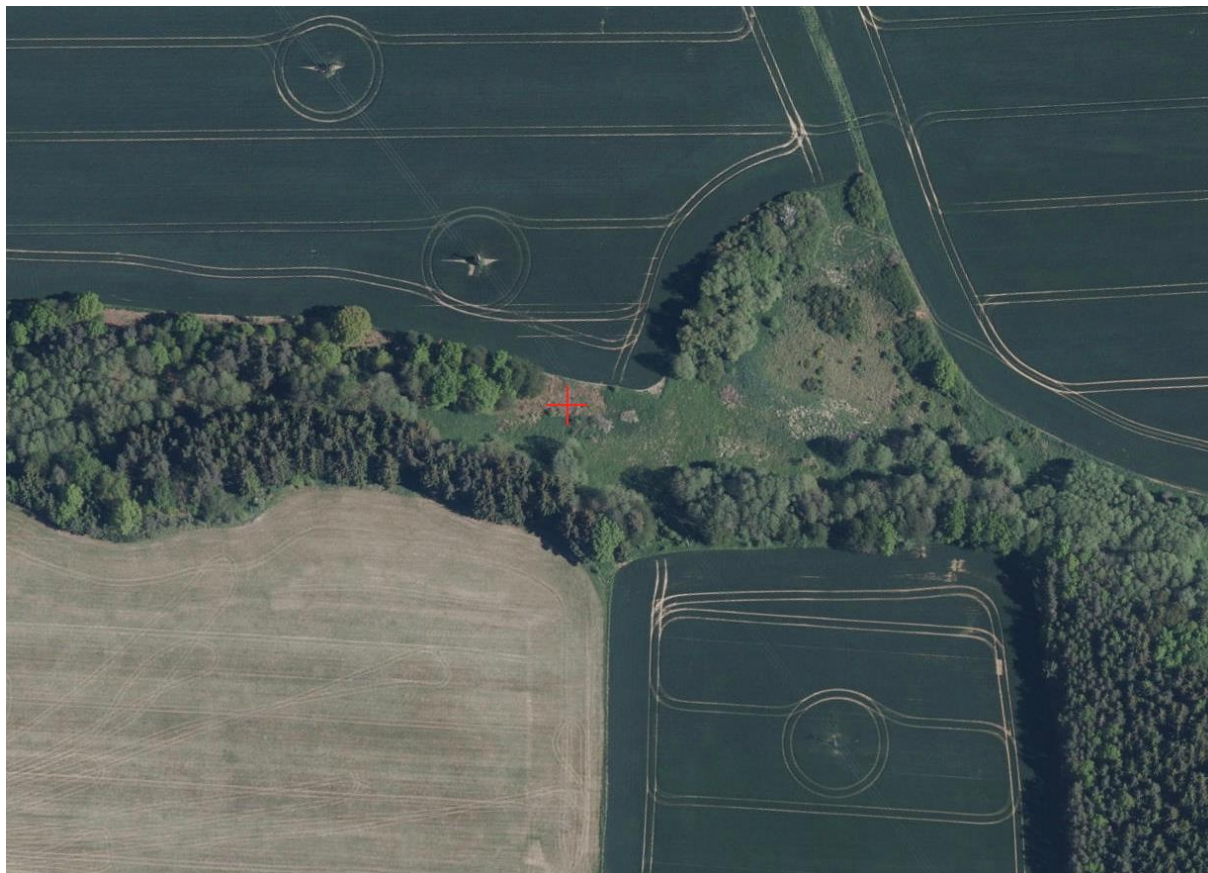
**KÚ: Chvalšiny luční biomasa**

Místní měření		
Ukazatel	Hodnota	Jednotka
Teplota vzduchu	32	°C
Počasí:	Jasno	

datum odběru:	19. 8. 2018	Čas odběru:	14:35
Souřadnice odběru:	49.260971, 14.354368		
Označení vzorku	Poznámky		
<b>KÚ Chvalšiny luční biomasa</b>	Směsný vzorek, sucho		

**Použité vzorkovací pomůcky: srp, igelitový sáčky, nůžky**

*Schéma odběrového místa s vyznačením odběrových míst*



**Poznámka k odběru:**

**Rozsah požadovaných analýz: zjištění hodnot Cs v biomase**

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

*Tabulka č. 9 -Protokolární záznam o odběru vzorku: Doubrava nad Vltavou*

## Protokolární záznam o odběru vzorku

### Průvodní list odběru vzorků

<b>Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt</b>	Jindřich Kočer Litohlavy 56, 33701 Rokycany, tel: 604188028
<b>Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků</b>	Agro Temelín s. r. o, Čp. 23, 37301 Temelín

<b>Kultura</b>	louka
<b>katastrální území</b>	Temelín [765805]
<b>správní obec</b>	Temelín [545155]
<b>Půdní blok č.</b>	3901/7
<b>Velikost v ha</b>	5,268
<b>Parcelní čísla</b>	1481

### Označení vzorku:

**KÚ: Temelín-Kaliště luční biomasa**

Místní měření		
Ukazatel	Hodnota	Jednotka
Teplota vzduchu	25	°C
Počasí:	Jasno	

datum odběru:	19. 8. 2018	Čas odběru:	11:25
Souřadnice odběru:	49.204672, 14.325918		
Označení vzorku	Poznámky		
<b>KÚ Temelín- Kaliště luční biomasa</b>	Směsný vzorek, sucho		

**Použité vzorkovací pomůcky: srp, igelitový sáčky, nůžky**



*Schéma odběrového místa s vyznačením odběrových míst*



**Poznámka k odběru:**

**Rozsah požadovaných analýz: zjištění hodnot Cs v biomase**

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

*Tabulka č. 10 -Protokolární záznam o odběru vzorku: Temelín*

## Protokolární záznam o odběru vzorku

### Průvodní list odběru vzorků

<b>Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt</b>	Jindřich Kočer Litohlavy 56, 33701 Rokycany, tel: 604188028
<b>Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků</b>	Dvořák Martin, Bavorovice 51, 37341, Hluboká nad Vltavou

<b>Kultura</b>	louka
<b>katastrální území</b>	Tuchonice [725978]
<b>správní obec</b>	Žimutice [545384]
<b>Půdní blok č.</b>	-
<b>Velikost v ha</b>	6,238
<b>Parcelní čísla</b>	16/1

**Označení vzorku:**

**KÚ: Tuchonice luční biomasa**

<b>Místní měření</b>		
<b>Ukazatel</b>	<b>Hodnota</b>	<b>Jednotka</b>
Teplota vzduchu	29,5	°C
Počasí:	Jasno	

datum odběru:	19. 8. 2018	Čas odběru:	13:50
Souřadnice odběru:	49.162489, 14.500741		
Označení vzorku	Poznámky		
<b>KÚ Tuchonice luční biomasa</b>	Směsný vzorek, sucho		

**Použité vzorkovací pomůcky: srp, igelitový sáčky, nůžky**

*Schéma odběrového místa s vyznačením odběrových míst*



**Poznámka k odběru:**

**Rozsah požadovaných analýz: zjištění hodnot Cs v biomase**

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

*Tabulka č. 11 -Protokolární záznam o odběru vzorku: Tuchonice*

### 11.3. Protokolární záznam o odběru vzorku – půdní vzorky

#### Protokolární záznam o odběru vzorku

Průvodní list odběru vzorků

<b>Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt</b>	Jindřich Kočer Litohlavy 56, 33701, Rokycany, tel: 604188028		
<b>Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků</b>	Obec Dříteň, č. p. 152, 37351 Dříteň		
<b>Kultura</b>	louka		
<b>katastrální území</b>	Dříteň [633135]		
<b>správní obec</b>	Dříteň [544426]		
<b>Půdní blok č.</b>	1605		
<b>Velikost v ha</b>	12,972		
<b>Parcelní čísla</b>	537		
<b>Místní měření</b>			
<b>Ukazatel</b>	<b>Hodnota</b>	<b>Jednotka</b>	
Teplota vzduchu	27	°C	
Počasí:	Slunečno, Jasno		
datum odběru:	19. 8. 2018	Čas odběru:	11:45
Souřadnice odběru:	49.144636, 14.363865		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
<b>A 2.1</b>	8 cm		
<b>B 2.1</b>	12 cm		
datum odběru:	19. 8. 2018	Čas odběru:	12:00
Souřadnice odběru:	49.144806, 14.364321		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	

<b>A 2.2</b>	7 cm	
<b>B 2.2</b>	13 cm	

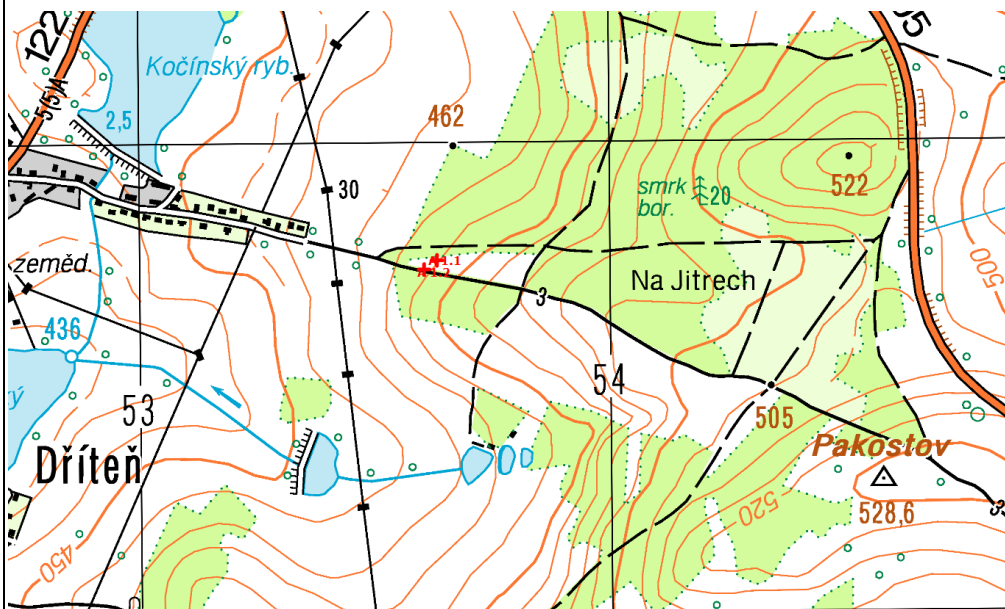
**Použité vzorkovací pomůcky: Rýč**

*Schéma odběrového místa s vyznačením odběrových sond*

**Obrázek č. 1 (ortofotomapa)**



**Obrázek č. 2 (topografická mapa)**



**Obrázek č. 3 (fotografie z místa odběru vzorků)**



**Poznámka k odběru:**

-V době odběru vzorků bylo velké sucho, vyrýpnout kompaktní vrstvu zeminy bylo nemožné.

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

*Tabulka č. 12 -Protokolární záznam o odběru půdního vzorku: Tuchonice*

## Protokolární záznam o odběru vzorku

Průvodní list odběru vzorků

<b>Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt</b>		Jindřich Kočer Litohlavy 56, 33701, Rokycany, tel: 604188028	
<b>Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků</b>		Suchan Miroslav Mgr., Komenského 691, 37501, Týn nad Vltavou	
<b>Kultura</b>	louka		
<b>katastrální území</b>	Doubrava nad Vltavou [631124]		
<b>správní obec</b>	Chvalšiny [544591]		
<b>Půdní blok č.</b>	-		
<b>Velikost v ha</b>	6,129		
<b>Parcelní čísla</b>	774/2		
<b>Místní měření</b>			
<b>Ukazatel</b>	<b>Hodnota</b>	<b>Jednotka</b>	
Teplota vzduchu	32	°C	
Počasí:	Slunečno, Jasno		
datum odběru:	19. 8. 2018	Čas odběru:	14:10
Souřadnice odběru:	49.260971, 14.354368		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
<b>A 4.1</b>	6 cm		
<b>B 4.1</b>	14 cm		
datum odběru:	19. 8. 2018	Čas odběru:	14:25
Souřadnice odběru:	49.260927, 14.354811		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
<b>A 4.2</b>	7 cm		
<b>B 4.2</b>	13 cm		

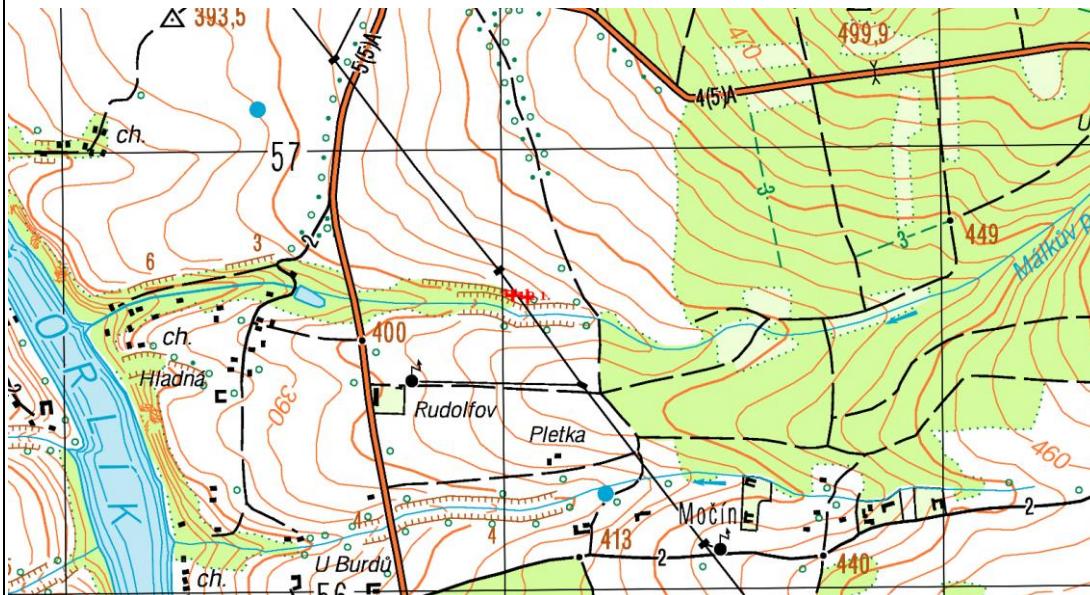
**Použité vzorkovací pomůcky: Rýč**

*Schéma odběrového místa s vyznačením odběrových sond*

**Obrázek č. 1 (ortofotomapa)**



**Obrázek č. 2 (topografická mapa)**





**Obrázek č. 3 (fotografie z místa odběru vzorků)**



**Poznámka k odběru:**

-V době odběru vzorků bylo velké sucho, vyrýpnout kompaktní vrstvu zeminy bylo nemožné.

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

*Tabulka č. 10 -Protokolární záznam o odběru půdního vzorku: Doubrava nad Vltavou*

## Protokolární záznam o odběru vzorku

Průvodní list odběru vzorků

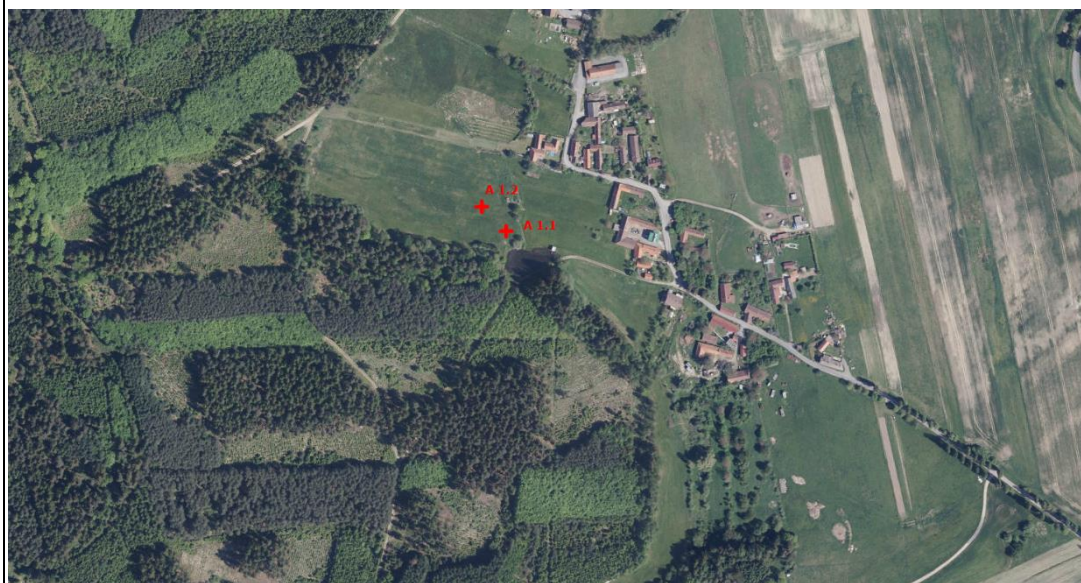
<b>Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt</b>		Jindřich Kočer Litohlavy 56, 33701, Rokycany, tel: 604188028	
<b>Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků</b>		Agro Temelín s. r. o, Čp. 23, 37301 Temelín	
<b>Kultura</b>	louka		
<b>katastrální území</b>	Temelín [765805]		
<b>správní obec</b>	Temelín [545155]		
<b>Půdní blok č.</b>	3901/7		
<b>Velikost v ha</b>	5,268		
<b>Parcelní čísla</b>	1481		
<b>Místní měření</b>			
<b>Ukazatel</b>	<b>Hodnota</b>	<b>Jednotka</b>	
Teplota vzduchu	25,5	°C	
Počasí:	Slunečno, Jasno		
datum odběru:	19. 8. 2018	Čas odběru:	11:00
Souřadnice odběru:	49.204672, 14.325918		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
<b>A 1.1</b>	6 cm		
<b>B 1.1</b>	7 cm		
<b>C 1.1</b>	7 cm		
datum odběru:	19. 8. 2018	Čas odběru:	11:15
Souřadnice odběru:	49.204868, 14.325715		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
<b>A 1.2</b>	6 cm		

<b>B 1.2</b>	6 cm	
<b>C 1.2</b>	8 cm	

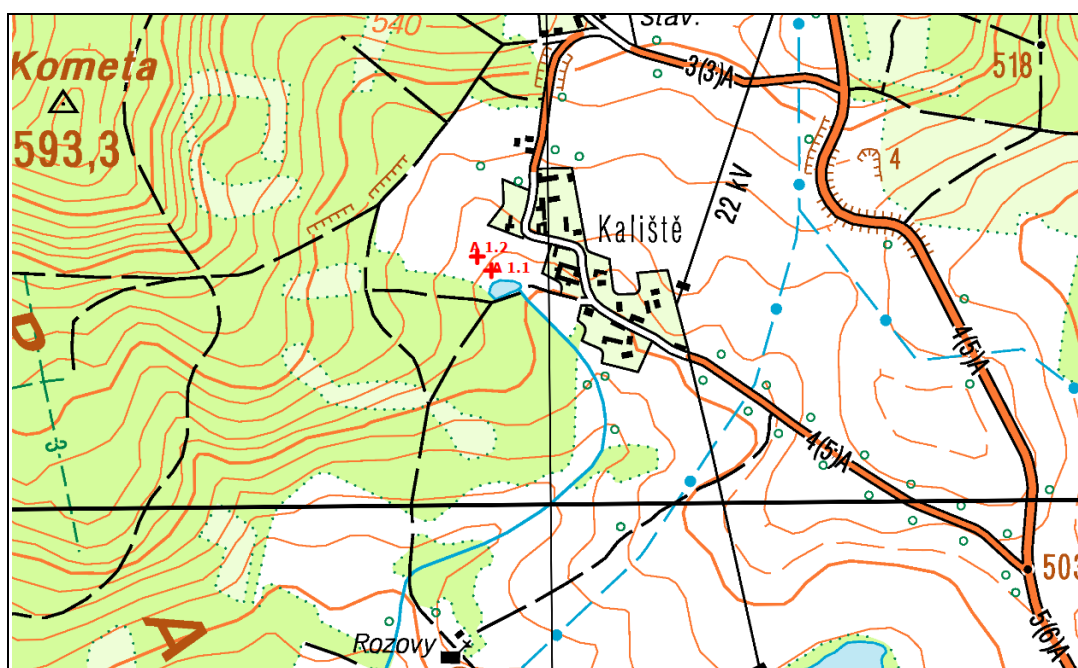
**Použité vzorkovací pomůcky: Rýč**

*Schéma odběrového místa s vyznačením odběrových sond*

**Obrázek č. 1 (ortofotomapa)**



**Obrázek č. 2 (topografická mapa)**



**Obrázek č. 3 (fotografie z místa odběru vzorků)**



**Poznámka k odběru:**

-V době odběru vzorků bylo velké sucho, vyrýpnout kompaktní vrstvu zeminy bylo nemožné.

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

*Tabulka č. 13 -Protokolární záznam o odběru půdního vzorku: Temelín*

## Protokolární záznam o odběru vzorku

Průvodní list odběru vzorků

<b>Osoba, která provedla odběr vzorků, kontakt</b>		Jindřich Kočer Litohlavy 56, 33701, Rokycany, tel: 604188028	
<b>Vlastník nebo uživatel dotčených pozemků</b>		Dvořák Martin, Bavorovice 51, 37341, Hluboká nad Vltavou	
<b>Kultura</b>	louka		
<b>katastrální území</b>	Tuchonice [725978]		
<b>správní obec</b>	Žimutice [545384]		
<b>Půdní blok č.</b>	-		
<b>Velikost v ha</b>	6,238		
<b>Parcelní čísla</b>	16/1		
<b>Místní měření</b>			
<b>Ukazatel</b>	<b>Hodnota</b>	<b>Jednotka</b>	
Teplota vzduchu	29,5	°C	
Počasí:	Slunečno, Jasno		
datum odběru:	19. 8. 2018	Čas odběru:	13:27
Souřadnice odběru:	49.162489, 14.500741		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
<b>A 3.1</b>	5 cm		
<b>B 3.1</b>	9 cm		
<b>C 3.1</b>	6 cm		
datum odběru:	19. 8. 2018	Čas odběru:	13:45
Souřadnice odběru:	49.162324, 14.500817		
Označení dílčího vzorku	Mocnost vrstvy	Poznámky	
<b>A 3.2</b>	6 cm		

<b>B 3.2</b>	8 cm	
<b>C 3.2</b>	6cm	

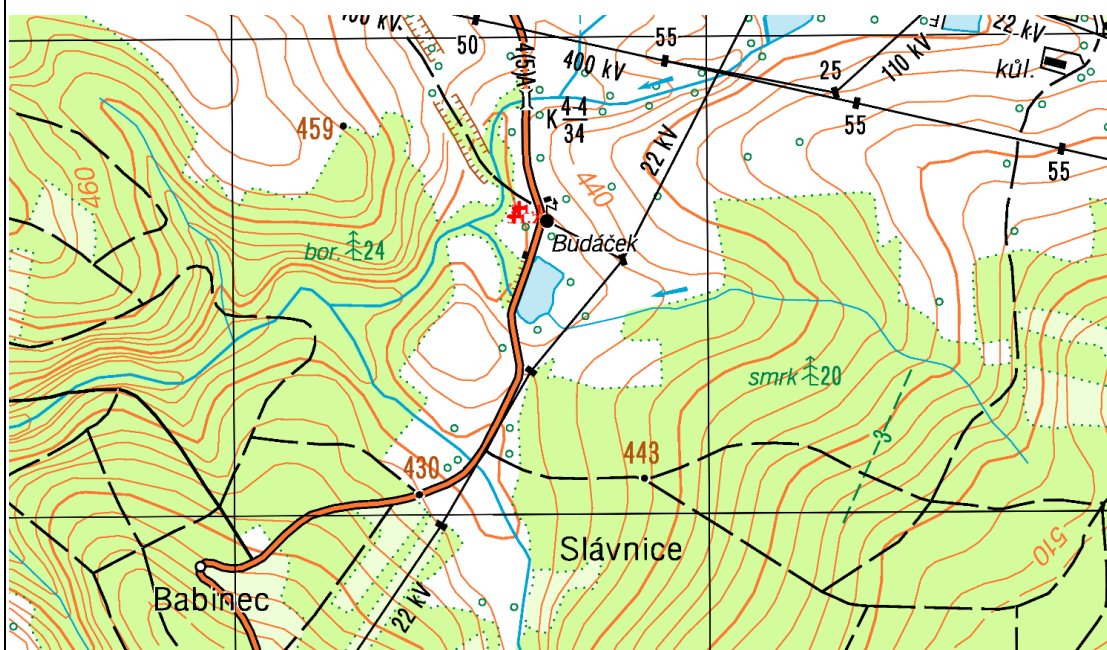
**Použité vzorkovací pomůcky: Rýč**

*Schéma odběrového místa s vyznačením odběrových sond*

**Obrázek č. 1 (ortofotomapa)**



**Obrázek č. 2 (topografická mapa)**



**Obrázek č. 3 (fotografie z místa odběru vzorků)**



**Poznámka k odběru:**

-V době odběru vzorků bylo velké sucho, vyrýpnout kompaktní vrstvu zeminy bylo nemožné.

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

*Tabulka č. 14 -Protokolární záznam o odběru půdního vzorku: Temelín*