



Zdravotně
sociální fakulta
Faculty of Health
and Social Sciences

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Informovanost obyvatelstva v otázkách souvisejících s úložištěm jaderného odpadu

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Studijní program: **OCHRANA OBYVATELSTVA**

Autor: Bc. Veronika Háková, DiS.

Vedoucí práce: Mgr. Renata Havránková, Ph.D.

České Budějovice 2018

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci s názvem *Informovanost obyvatelstva v otázkách souvisejících s úložištěm jaderného odpadu* jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby diplomové práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé diplomové práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 13. srpna 2018

Veronika Háková

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí diplomové práce Mgr. Renatě Havránkové, Ph.D., za čas a ochotu, trpělivý přístup, cenné rady, připomínky a odborné vedení, které mi věnovala. Dále bych chtěla poděkovat rodičům, manželovi a našim třem dětem, Hynečkovi, Rozárce a Fanynce, za velkou podporu, pochopení a trpělivost v průběhu celého studia a při vzniku této diplomové práce.

Informovanost obyvatelstva v otázkách souvisejících s úložištěm jaderného odpadu

Abstrakt

Diplomová práce byla zpracována na téma informovanosti obyvatelstva v otázkách souvisejících s úložištěm jaderného odpadu. Problematika nakládání s jaderným odpadem je v současné době aktuální a stále více diskutována. Především ve spojitosti s hledáním nové lokality pro vybudování hlubinného úložiště jaderného odpadu a vyhořelého jaderného paliva.

Cílem práce bylo, zjistit úroveň znalostí obyvatelstva v oblasti jaderného odpadu, nakládání s ním, dále znalosti o současných úložištích jaderného odpadu a zamýšleného hlubinného úložiště radioaktivního odpadu a vyhořelého jaderného paliva a v neposlední řadě také znalosti o ionizujícím záření. Následně porovnat úroveň znalostí obyvatel žijících v jedné z lokalit zamýšleného hlubinného úložiště (lokality Čihadlo) a obyvatel žijících mimo tuto lokalitu. Byly stanoveny hypotézy, a sice: „Úroveň znalostí v otázkách souvisejících s úložištěm jaderného odpadu a vyhořelého jaderného paliva bude u obyvatel žijících v lokalitě Čihadlo statisticky významně vyšší než u obyvatel žijících mimo tuto lokalitu,“ a „Znalosti v otázkách souvisejících s úložištěm jaderného odpadu a vyhořelého jaderného paliva budou u obou skupin dosahovat alespoň 70 %.“

K dosažení stanovených cílů a ověření hypotéz bylo provedeno dotazníkové šetření. Výsledky byly vyhodnoceny pomocí metod deskriptivní a matematické statistiky. Dotazník tvořilo 20 otázek a z každé lokality se zapojilo 100 respondentů. Byla potvrzena hypotéza, že úroveň znalostí u obyvatel žijících v lokalitě Čihadlo je statisticky významně vyšší. Znalosti v otázkách souvisejících s úložištěm jaderného odpadu a vyhořelého jaderného paliva dosahovaly alespoň 70 % u všech respondentů pouze v některých otázkách.

V diplomové práci vznikl obraz úrovně znalostí obyvatel o jaderném odpadu, nakládání s ním a o ukládání jaderného odpadu. Získané výsledky by mohly být využity jako jeden z podkladů v procesu výběru lokality pro vybudování hlubinného úložiště.

Klíčová slova

Radioaktivní odpad; vyhořelé jaderné palivo; hlubinné úložiště; Čihadlo; statistika.

Population's Awareness in Issues Associated with Nuclear Waste Repository

Abstract

The diploma thesis was elaborated on the topic of public awareness on issues related to the nuclear waste repository. The issue of nuclear waste management is currently being updated and increasingly discussed. Especially in connection with the search for a new site for the construction of a deep repository of nuclear waste and spent nuclear fuel.

The aim of the thesis was to determine the level of knowledge of the population in the field of nuclear waste, its management, knowledge of the current nuclear waste repositories and the intended deep repository of nuclear waste and spent nuclear fuel and, last but not least, of ionizing radiation. The other task was to compare the level of knowledge of the inhabitants living in one of the sites of the intended underground repository (the Čihadlo site) and the inhabitants living outside this site. The following hypotheses have been established: "The level of knowledge on issues related to the repository for nuclear waste and spent nuclear fuel will be statistically significantly higher for residents living in the Čihadlo site than for those living outside that site" and "Knowledge on issues related to the nuclear waste repository and of spent nuclear fuel will reach at least 70% in both groups."

A questionnaire survey was conducted to achieve the objectives set and verify the hypotheses. The results were evaluated using descriptive and mathematical statistics. The questionnaire consisted of 20 questions and 100 respondents from each site. The hypothesis has been confirmed that the level of knowledge of the inhabitants living in the Čihadlo site is statistically significantly higher. Knowledge on issues related to the repository for nuclear waste and spent nuclear fuel reached at least 70% for all respondents only on some issues.

In the diploma thesis, there was a picture of the level of knowledge of the inhabitants about nuclear waste, its handling and storage of nuclear waste. The results obtained could be used as one of the bases in the site selection process for building a deep repository.

Keywords

Radioactive waste; spent nuclear fuel; deep geological repository; Čihadlo; statistics.

Obsah

ÚVOD.....	9
1 TEORETICKÁ ČÁST	10
1.1 Jaderné elektrárny v České republice.....	10
1.1.1 Jaderná elektrárna Dukovany.....	10
1.1.2 Jaderná elektrárna Temelín.....	11
1.2 Správa úložišť radioaktivních odpadů - SÚRAO.....	13
1.2.1 Činnost SÚRAO	13
1.3 Radioaktivní odpady, ukládání radioaktivních odpadů.....	14
1.3.1 Základní rozdělení radioaktivních odpadů	15
1.3.2 Způsob vzniku radioaktivních odpadů.....	15
1.3.3 Materiálová skladba radioaktivních odpadů.....	16
1.3.4 Současné nakládání a ukládání radioaktivních odpadů	16
1.4 Současně provozovaná úložiště radioaktivních odpadů.....	19
1.4.1 Úložiště radioaktivních odpadů Bratrství	19
1.4.2 Úložiště radioaktivních odpadů Dukovany.....	20
1.4.3 Úložiště radioaktivních odpadů Richard.....	21
1.4.4 Monitorování stávajících úložišť radioaktivních odpadů	22
1.5 Podmínky pro vybudování hlubinného úložiště radioaktivního odpadu.....	22
1.6 Zkoumané lokality pro vybudování hlubinného úložiště.....	25
1.6.1 Čihadlo.....	26
1.6.2 Březový potok.....	27
1.6.3 Čertovka.....	28
1.6.4 Horka	29
1.6.5 Hrádek.....	30
1.6.6 Kraví hora	31
1.6.7 Magdaléna.....	32

1.6.8	EDU západ - Na skalním	33
1.6.9	ETE jih - Janoch	34
1.7	Jaderná energetika a nakládání s radioaktivními odpady v Evropě	35
1.7.1	Jaderná energetika v Rakousku.....	35
1.7.2	Jaderná energetika ve Finsku.....	37
1.8	Ochrana obyvatelstva a únik radioaktivních látek	39
1.8.1	Radiační mimořádné události	39
1.8.2	Principy ochrany před vnějším ozářením	40
1.8.3	Ochranná opatření při radiační havárii	40
1.9	Statistické metody	41
1.9.1	Formulace statistického šetření.....	41
1.9.2	Škálování	42
1.9.3	Měření v deskriptivní statistice.....	43
1.9.4	Elementární statistické zpracování	43
1.9.5	Metody matematické statistiky - parametrické testování	45
2	CÍL PRÁCE A HYPOTÉZY	46
2.1	Cíl práce	46
2.2	Hypotézy	46
3	METODIKA VÝZKUMU	47
4	VÝSLEDKY	48
4.1	Grafické zobrazení výsledků dotazníkového šetření.....	48
4.2	Výsledky dotazníkového šetření - obyvatelé žijící v lokalitě Čihadlo.....	81
4.2.1	Škálování a měření - obyvatelé žijící v lokalitě Čihadlo	81
4.2.2	Elementární statistické zpracování - obyvatelé žijící v lokalitě Čihadlo..	82
4.3	Výsledky dotazníkového šetření - obyvatelé žijící mimo lokalitu.....	84
4.3.1	Škálování a měření - obyvatelé žijící mimo lokalitu	85
4.3.2	Elementární statistické zpracování - obyvatelé žijící mimo lokalitu.....	85

4.4	Parametrické testování - dvouvýběrový t-test.....	88
5	DISKUZE	90
5.1	Diskuze k otázkám uvedeným v dotazníku.....	90
5.2	Diskuze ke statistickému šetření	97
6	ZÁVĚR	99
7	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	100
8	SEZNAM ZKRATEK	105
9	SEZNAM OBRÁZKŮ	106
10	SEZNAM TABULEK	107
11	SEZNAM GRAFŮ	108
12	SEZNAM PŘÍLOH.....	110

ÚVOD

Společnost a tep jejího života je závislá na dodávkách energie k zajištění obyčejného běžného života tak i profesního života. Značný podíl činí elektrická energie. Fakt, že můžeme elektrickou energii denně čerpat, spotřebovávat a využívat k téměř veškerým činnostem lidského bytí, je v současné době vnímán jako samozřejmost. Mnozí lidé si ani nedokážou představit následky výpadku dodávky elektrické energie na jedince, natož na chod větších celků, jako například nemocnice nebo průmyslového podniku.

Existuje několik možností, jak elektrickou energii vyrábět. Obecně je nejrozšířenějším způsobem výroba elektrické energie v tepelných elektrárnách, ale jedná se o výrobu, která do značné míry zatěžuje životní prostředí. Dále je využívána síla vody, větru a slunečního záření. Tato cesta k elektrické energii je většinou vázána na přírodní a povětrnostní podmínky dané oblasti. V poslední době je také velmi rozšířená výroba elektrické energie z biomasy a pomocí plynů. Předchozí čtyři způsoby výroby lze označit jako ekologické, proti výrobě v tepelných elektrárnách. Nakonec nelze však opomenout výrobu pomocí štěpení jádra, tedy produkce elektrické energie v jaderných elektrárnách. Samotný způsob výroby elektrické energie v jaderných elektrárnách se jeví jako ekologičtější. Avšak vedlejším produktem je vyhořelé jaderné palivo, které je potřeba zlikvidovat, či uložit tak, aby dále neohrožovalo zdraví a životy lidí a nezatěžovalo životní prostředí.

V současné době existují v České republice tři úložiště vyhořelého radioaktivního odpadu, které provozuje Správa úložišť radioaktivních odpadů (SÚRAO). Jedná se o úložiště Bratrství, které se nachází v Jáchymově na úpatí Krušných hor, dále nad městem Litoměřice pod kopcem Bídnicí leží úložiště Richard a úložiště Dukovany v Kraji Vysočina (v areálu Jaderné elektrárny Dukovany). Jmenovaná úložiště jsou určena ke konečnému zneškodnění nízkoaktivních a středněaktivních odpadů pocházejících z využití radioaktivních látek v průmyslu, zdravotnictví či výzkumu, a také z provozu jaderných elektráren. (SÚRAO, 2018a)

Dochází však k průzkumu dalších lokalit za účelem vybudování nového úložiště radioaktivních odpadů a vyhořelého jaderného paliva. V současné době zkoumá SÚRAO lokality, které se jeví jako nejvhodnější. Cílem této etapy průzkumných prací je zúžit počet lokalit na čtyři, kde následně proběhne podrobnější průzkum horninového masívu. (SÚRAO, 2018b)

1 TEORETICKÁ ČÁST

Teoretická část je rozdělena do osmi částí. Nejprve je uveden přehled provozovaných jaderných elektráren (JE) v České republice (ČR), druhá část popisuje roli SÚRAO, v třetí části je rozdělení radioaktivních odpadů. Další, tedy čtvrtá část, obsahuje seznam stávajících provozovaných úložišť radioaktivních odpadů a v páté části je přehled lokalit, zkoumaných za účelem výběru a vybudování hlubinného úložiště radioaktivních odpadů včetně vyhořelého jaderného paliva z českých JE. Šestá část uvádí údaje o nakládání s radioaktivními odpady v sousedním Rakousku, v sedmé části je stručná zmínka o ochraně obyvatelstva v souvislosti s únikem radioaktivních látek a osmá část popisuje statistické metody použité v práci.

1.1 Jaderné elektrárny v České republice

V České republice (ČR) jsou v provozu dvě jaderné elektrárny. Starší je Jaderná elektrárna Dukovany a nachází se v Kraji Vysočina. Druhá je Jaderná elektrárna Temelín, která je v provozu kratší dobu, než prvně jmenovaná, a nachází se v Jihočeském kraji.

1.1.1 Jaderná elektrárna Dukovany

Jaderná elektrárna Dukovany se nachází 30 km jihovýchodně od Třebíče, mezi obcemi Dukovany, Slavětice a Rouchovany. V elektrárně jsou ve dvou dvojblocích instalovány celkem čtyři tlakovodní reaktory typu VVER 440 model V 213. Všechny bloky mají elektrický výkon 510 MW. Je první provozovanou jadernou elektrárnou v ČR a patří mezi největší a ekonomicky výhodné energetické zdroje ČEZ, a. s. Roční výroba elektrické energie se pohybuje okolo 14 TWh a představuje to asi 20 % z celkové spotřeby elektřiny v ČR. (ČEZ, a.s., 2018c)

Uběhlo již 33 let od připojení první turbíny prvního bloku Jaderné elektrárny Dukovany k síti. Během této doby elektrárna vyrobila zhruba 407 000 GWh elektřiny, což je více než například celková výroba elektřiny v ČR v letech 2001 až 2003. Pro výrobu této elektřiny nemuselo být vytěženo přibližně 294 mil. tun hnědého uhlí, jehož spálením by bylo emitováno do ovzduší zhruba 367 mil. tun CO₂. (ČEZ, a.s., 2018c)

Historie Jaderné elektrárny Dukovany sahá do počátku 70. let 20. století, kdy tehdejší Československo a Sovětský svaz v roce 1970 podepsaly mezivládní dohodu o výstavbě dvou jaderných elektráren s výkony 1 760 MW. V prvním případě šlo o elektrárnu v Jaslovských Bohunicích na Slovensku a ve druhém v Dukovanech na jižní Moravě. Změna projektu posunula začátek výstavby až na rok 1978. Jednotlivé bloky Jaderné elektrárny Dukovany byly uvedeny do provozu v letech 1985 až 1988. Celkový instalovaný elektrický výkon elektrárny byl 1 760 MW. Dosažitelný výkon elektrárny se přitom díky modernizacím turbín postupně zvyšuje. Například v roce 2008 byl celkový roční průměrný výkon 1 824 MW a v roce 2012 elektrárna dosáhla výkonu 2040 MW. Tepelný výkon každého ze čtyř reaktorů je 1 375 MW. (ČEZ, a.s., 2018a)

Snaha o neustálé zvyšování spolehlivosti a bezpečnosti se projevila v řadě investičních akcí. V období 1988-1993 šlo o akce projektu Dokompletace, v letech 1994-1996 se rozběhl rozsáhlý program obnovy zařízení nazývaný Morava. K významným investičním akcím poslední doby se řadí nejrozsáhlejší akce na technologickém zařízení uskutečněné ve dvacátém roce provozu, kdy byly vyměněny rotory nízkotlakých dílů turbín a uskutečnila se komplexní modernizace systému kontroly a řízení na třetím bloku. Modernizace nízkotlakých dílů turbín zvýšila účinnost turbín o 3,46 % a dosažitelný výkon se tak zvýšil o 2 x 8 MW. Ročně tato modernizace přináší zvýšení výroby zhruba o 127 000 MWh. (ČEZ, a.s., 2018c)

Na jaře 2016 byly v areálu dukovanské elektrárny instalovány nové chladičí ventilátorové věže o výšce necelých 17 metrů. Jde o další posílení bezpečnosti Jaderné elektrárny Dukovany na základě výsledků tzv. stress-testů. Nové věže umožňují chlazení důležitých komponent elektrárny i za extrémních teplot +/- 46,2 °C, odolají větru až 252 km za hodinu, otřesům země až 5,5 stupně Richterovy stupnice. (ČEZ, a.s., 2018c)

1.1.2 Jaderná elektrárna Temelín

Jaderná elektrárna Temelín se nachází asi 24 km od Českých Budějovic a 5 km od Týna nad Vltavou. Elektřinu vyrábí ve dvou výrobních blocích s tlakovodními reaktory VVER 1000 typu V 320. Elektrárna pracuje na výkonu 2 x 1 055 MWe. Technologie elektrárny odpovídá moderním světovým parametrům. (ČEZ, a.s., 2018c)

O výstavbě jaderné elektrárny v lokalitě Temelín bylo rozhodnuto po expertním výběru staveniště pro 4 bloky VVER 1000 v roce 1980. Investiční záměr stavby byl

vydán již v únoru 1979, úvodní projekt 1. a 2. bloku byl generálním projektantem Energoprojektem Praha (EGP) zpracován v roce 1985. V roce 1982 byl uzavřen kontrakt na dodávku sovětského technického projektu. Tento projekt zahrnoval reaktorovnu, budovu aktivních a pomocných provozů a budovy dieselgenerátorových stanic. Stavební povolení bylo vydáno v listopadu 1986. Vlastní stavba provozních objektů byla zahájena v únoru 1987, přičemž přípravné práce byly zahájeny na staveništi již v roce 1983. Již před rokem 1990 byl původní sovětský projekt vylepšován československými odborníky. Generálním dodavatelem byla akciová společnost Škoda Praha. (ČEZ, a.s., 2018b)

Po listopadu 1989 došlo v nových politických a především ekonomických podmínkách k přehodnocení potřeby výkonu 4000 MW v České republice. Vláda ČR v roce 1993 rozhodla o dostavbě JE Temelín, a sice v rozsahu dvou bloků. Původní termíny dokončení jednotlivých bloků vycházely z průběžné doby výstavby unifikovaného bloku 60 měsíců. Vzhledem k dodavatelským problémům a ke změnám v politické a následně i hospodářské oblasti po roce 1989 byly termíny několikrát upraveny. Přes období velkých nejistot byla redukována a v technologii modernizovaná stavba dokončena a v červenci 2000 bylo zavezeno palivo do reaktoru. 21. prosince 2000 vyrobil první blok první elektřinu. Zkušební provoz prvního bloku byl zahájen 10. června 2002, na druhém bloku začal 18. dubna 2003. Do provozu byla elektrárna uvedena v letech 2002 až 2003. Od 23. září 2013 pracuje elektrárna na výkonu 2 x 1 055 MWe, tedy dosavadní výkon navýšila o 80 MWe. Díky tomu má elektrárna potenciál za rok vyrobit přibližně o 600 000 MWh elektřiny více. Od září 2014 pracuje první blok elektrárny na výkonu 1 078 MWe. (ČEZ, a.s., 2018b)

Důležitou součástí zajištění bezpečného provozu je vysoká profesionální úroveň personálu. Pro jejich přípravu byl v areálu Jaderné elektrárny Temelín vybudován plnorozsahový simulátor. Jde vlastně o kopii blokové dozorny, ze které normálně operativní personál řídí skutečný blok. Na simulátoru ale řídí vše instruktor s pomocí počítače. Lze tak cvičit provozní, ale i případné havarijní stavy. (ČEZ a.s., 2018a)

Mezi dokončené projekty patří zejména: modernizace laboratoře radiační kontroly okolí elektrárny, analýza vlivu tlakově-teplotních změn na nádoby reaktorů, tzv. Program řízeného stárnutí nebo změna ovládání nízkotlaké kompresorové stanice umožňující automatický dálkový provoz a modernizace požárního zabezpečovacího zařízení. (ČEZ a.s., 2018c)

Provozu Jaderné elektrárny Temelín se nevyhnuły ani některé technické problémy. Na 2. bloku musela být během odstávky pro výměnu paliva provedena úprava rotoru vysokotlakého dílu turbogenerátoru, kterou vyvolala nutnost omezit tepelné a mechanické namáhání lopatek oběžných kol. Problémy se vyskytly i s jaderným palivem. Všechny se však vždy podařilo vyřešit. V Temelíně byla realizována i celá řada dalších investičních akcí, jejichž cílem bylo zvyšovat úroveň jaderné bezpečnosti a spolehlivost výroby elektřiny. (ČEZ, a.s., 2018c)

1.2 Správa úložišť radioaktivních odpadů - SÚRAO

Správa úložišť radioaktivních odpadů - SÚRAO byla zřízena k 01. června 1997 Ministerstvem průmyslu a obchodu ČR jako státní organizace. Od 01. ledna 2001 je SÚRAO ve smyslu § 51 zákona č. 219/2000 Sb., o majetku České republiky a jejím vystupování v právních vztazích, organizační složkou státu. V čele SÚRAO stojí ředitel jmenovaný ministrem průmyslu a obchodu. Předmět činnosti SÚRAO upravuje zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon. (SÚRAO, 2018ž)

1.2.1 Činnost SÚRAO

Jedna z nejdůležitějších činností SÚRAO je zajišťování provozu úložišť nízko a středněaktivních odpadů. SÚRAO spravuje všechna současně provozovaná úložiště radioaktivních odpadů v ČR, tedy úložiště Richard, sloužící k ukládání radioaktivních odpadů z průmyslu, zdravotnictví a výzkumu; úložiště Dukovany určené k ukládání radioaktivních odpadů z jaderných elektráren Dukovany a Temelín a úložiště Bratrství, k ukládání odpadů s obsahem přirozených radionuklidů. Blíže jsou současně provozovaná úložiště radioaktivních odpadů popsána v kapitole 1.4. Dalšími činnostmi SÚRAO je (SÚRAO, 2018ž):

- monitorování vlivu úložišť radioaktivních odpadů na okolí;
- institucionální kontrola úložišť radioaktivních odpadů;
- nakládání s radioaktivními odpady;
- úprava vyhořelého jaderného paliva do formy vhodné pro uložení nebo následné využití po jeho prohlášení za radioaktivní odpad;

- správa poplatků za ukládání radioaktivních odpadů, kontrola rezervy držitelů povolení na vyřazování z provozu včetně podmínek smlouvy o vedení vázaného účtu a schvalování čerpání peněžních prostředků této rezervy;
- poskytování služeb v oblasti nakládání s radioaktivními odpady;
- nakládání s radioaktivními odpady dopravenými na území České republiky ze zahraničí, které nelze vrátit;
- zajišťování bezpečného nakládání s jaderným materiálem nebo jiným zdrojem ionizujícího záření, které byly nalezeny nebo zachyceny;
- zajišťování bezpečného vykonávání činností při hospodaření s jaderným materiálem nebo jiným zdrojem ionizujícího záření, které jsou majetkem státu;
- správa radioaktivních odpadů a zdrojů ionizujícího záření zajištěných podle trestního řádu;
- poskytování příspěvků obcím;
- poskytování dotací na likvidaci staré radiační zátěže;
- schvalování čerpání peněžních prostředků rezervy na vyřazování z provozu,
- ověřování průkazu o finančním krytí.

Dále SÚRAO koordinuje všechny aktivity směřující k přípravě a výstavbě hlubinného úložiště vysokoaktivních odpadů a vyhořelého jaderného paliva. Zahájení provozu hlubinného úložiště radioaktivních odpadů je plánované na rok 2065. (SÚRAO, 2018ž)

Činnost správy se řídí také Konceptí nakládání s radioaktivními odpady a vyhořelým jaderným palivem v ČR. (SÚRAO, 2018ž)

1.3 Radioaktivní odpady, ukládání radioaktivních odpadů

Radioaktivní látky se využívají např. v energetice, v lékařství, ve výzkumu a v dalších oblastech. V souvislosti s tím vznikají radioaktivní odpady. Podle §3, odst. 2, písm. a) atomového zákona č. 263/2016 Sb., je „radioaktivním odpadem věc, která je radioaktivní látkou nebo předmětem nebo zařízením ji obsahujícím nebo jí kontaminovaným, pro kterou se nepředpokládá další využití“. (SÚRAO, 2018r)

Je tedy nutné, aby docházelo k likvidaci radioaktivních odpadů tak, aby byly odděleny od životního prostředí po dobu, kdy mohou být nebezpečné pro životní

prostředí a organizmy žijící v něm. Takový proces je řízen státem za pomoci SÚRAO. (SÚRAO, 2018ž)

1.3.1 Základní rozdělení radioaktivních odpadů

Radioaktivní odpady spadající do působnosti SÚRAO se dělí (SÚRAO, 2018b):

- **přechodně aktivní odpad** - jde o odpad, který po skladování, nejvýše do pěti let vykazuje aktivitu nižší, než jsou tzv. uvolňovací úrovně, které jsou stanoveny vyhláškou 422/2016 Sb., vyhláška Státního úřadu pro jadernou bezpečnost (SÚJB) o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje. Pak tedy není takový odpad považován za radioaktivní odpad a je likvidován jako komunální. Jedná se například o odpad z nemocnic vznikající při aplikaci radiofarmak a použití radiodiagnostických metod;
- **velmi nízkoaktivní odpad** - odpad, jehož aktivita je vyšší než aktivita přechodně aktivního odpadu, ale nevyžaduje speciální opatření při uložení. V současnosti SÚRAO s takovým odpad nenakládá;
- **nízkoaktivní odpad** - odpad, jehož aktivita je vyšší, než jsou uvolňovací úrovně, avšak zároveň obsahuje omezené množství dlouhodobých radionuklidů;
- **středněaktivní odpad** - odpad, který obsahuje významné množství dlouhodobých radionuklidů, a je nutné jej izolovat od okolního prostředí;
- **vysokoaktivní odpad** - odpad, u kterého se při skladování a ukládání zohledňuje uvolňující se teplo z přeměny v něm obsažených radionuklidů, tyto odpady mají být společně s vyhořelým jaderným palivem ukládány v hlubinném úložišti.

Většina radioaktivních odpadů vznikajících v ČR jsou nízkoaktivní a středněaktivní odpady. Radionuklidy, které jsou v nich obsažené, mohou být krátkodobé, s poločasem přeměny menším než 30 let (např. izotop vodíku ^3H s poločasem přeměny 12 let) nebo dlouhodobé (např. uran ^{238}U s poločasem přeměny 4,5 miliard let). Tyto odpady jsou ukládány v úložištích Bratrství, Richard a Dukovany. (SÚRAO, 2018b)

1.3.2 Způsob vzniku radioaktivních odpadů

Vznik radioaktivních odpadů je spojen s mnoha lidskými činnostmi a podle toho, jak a kde vznikají, se s nimi nakládá. K využívání radionuklidů dochází v průmyslu, ve

školství, při výzkumu, v zemědělství, ve zdravotnictví atd. Pro jejich ukládání je důležité, obsahují-li přírodní radionuklidy (např. uran, radium) nebo uměle vytvořené radionuklidy (např. americium, plutonium, cesium). Odpady obsahující přírodní radionuklidy se ukládají do úložiště Bratrství (několik desítek obalových souborů ročně). Odpady obsahující umělé radionuklidy pak do úložiště Richard (několik set obalových souborů ročně). Velký objem radioaktivních odpadů je vyprodukován při provozu jaderných elektráren v podobě vyhořelého jaderného paliva. Pro dočasné uložení tohoto odpadu prozatím slouží úložiště Dukovany v areálu Jaderné elektrárny Dukovany, kam se ročně dostane kolem dvou tisíc obalových souborů. V současné době proto probíhají průzkumné práce za účelem vyhledání lokality pro vybudování hlubinného úložiště pro ukládání vyhořelého jaderného paliva a vysokoaktivních odpadů. (SÚRAO, 2018z)

1.3.3 Materiálová skladba radioaktivních odpadů

Radioaktivní odpad je velmi rozmanitý, je tvořen různými materiály, například zbytky z výroby barev, kontaminovanou stavební sutí, kovy, plasty, papírem, částmi laboratorních zařízení, starými hodinkami a ukazateli či měřidly s fluorescenční barvou obsahující radium. V současné době jsou ukládány zejména materiály pocházející z výzkumných ústavů a vyřazené a nefunkční zářiče (ozařovací hlavice z oddělení nukleární medicíny v nemocnicích nebo zářiče využívané v defektoskopii apod.). Odpady vyprodukované při provozu jaderných elektráren, vyjma vyhořelého jaderného paliva, mají významnější podíl na množství odpadů. Jedná se o různé kaly, odpadní vody, kontaminovaný spotřební materiál. (SÚRAO, 2018s; Hála, 1998)

1.3.4 Současné nakládání a ukládání radioaktivních odpadů

Nakládání s radioaktivními odpady a ukládání radioaktivních odpadů upravuje především zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon, vyhláška SÚJB č. 377/2016 Sb., o požadavcích na bezpečné nakládání s radioaktivním odpadem a o vyřazování z provozu jaderného zařízení nebo pracoviště III. nebo IV. kategorie, vyhláška SÚJB č. 378/2016 Sb., o umístění jaderného zařízení a vyhláška SÚJB č. 422/2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje. Správné zneškodnění radioaktivních odpadů spočívá v zajištění jejich úplné izolace od životního

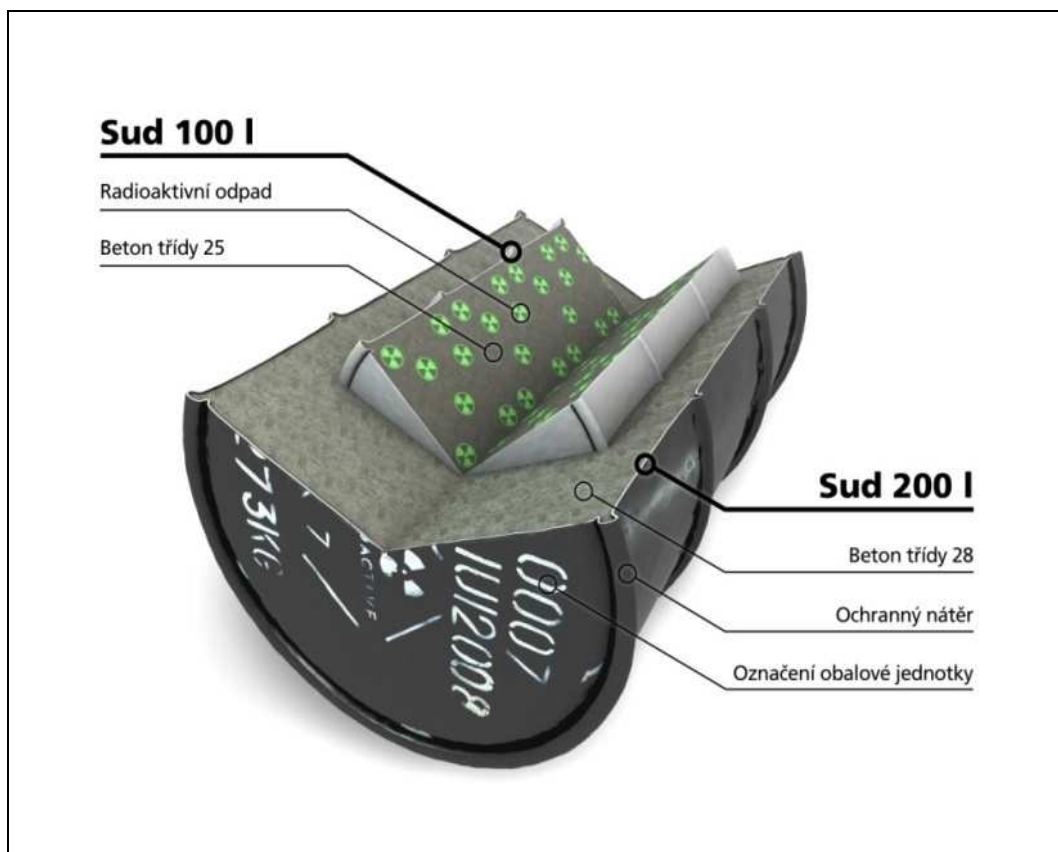
prostředí, a sice po celou dobu, kdy mohou pro životní prostředí a člověka představovat riziko. Takového stavu je dosaženo v úložištích, v nichž soustava nezávislých bariér, které se však vzájemně doplňují, brání uvolnění nebezpečných látek do okolí. Je potřeba radioaktivní odpady mít pod kontrolou do té doby, dokud jejich radioaktivita neklesne na úroveň, která již nemůže ohrozit člověka ani životní prostředí či další složky biosféry. (SÚRAO, 2018u, MPO ČR, 2017)

Ukládání nízkoaktivních a středněaktivních odpadů

Vzniklý radioaktivní odpad je nutné roztrždit, upravit a zpracovat takovým způsobem, aby bylo možné jej bezpečně uložit. To znamená trvale izolovat od životního prostředí. Jedná-li se o kapalné odpady, je nutné je zpevnit a zahustit vhodným ztužidlem - cement, skelná matrice, pevné odpady pak mohou být lisovány. Hlavním účelem úpravy je zmenšit objem odpadů, radioaktivní nuklidy převézt na stabilnější a uložit je do vhodných obalů. Po úpravě do vhodné konzistence je odpad vložen do 100 litrového nerezového sudu, ten pak do 200 litrového sudu. Meziprostor je vyplněn betonem a poté a sud je uzavřen víkem a opatřen speciálním nátěrem a označen (obrázek 1). Tímto způsobem upravený sud se nazývá obalovým souborem. (SÚRAO 2018t; Hála, 1998)

Forma odpadu, množství radionuklidů, hmotnost, obal, v jakém je možné odpad uložit a další kritéria jsou přesně stanovena limity a podmínkami pro provoz jednotlivých úložišť. Jsou to kritéria, kterým musí vyhovět ukládaný odpad i samotný provoz úložišť, aby byl považován za bezpečný. Limity a podmínky bezpečného provozu jsou dány a schvalovány SÚJB a jsou pravidelně aktualizovány na základě bezpečnostních rozborů. Ukládané odpady nesmí obsahovat nebezpečné látky, výbušniny ani volné kapaliny. Provoz úložišť je několikrát ročně kontrolován prostřednictvím inspektorů ze SÚJB a v případě úložišť Richard a Bratrství také inspektory z báňských úřadů. (SÚRAO, 2018t; MPO ČR, 2017)

Úpravu odpadu do formy, ve které je vhodné jej ukládat, mohou provádět pouze subjekty, které mají k takové činnosti povolení SÚJB. Ostatní původci při úpravě a likvidaci svých odpadů využívají jejich služeb. SÚRAO také není držitelem tohoto povolení, avšak jako jediný subjekt v ČR je oprávněna k provozování úložišť. (SÚRAO, 2018t; MPO ČR, 2017)



Obrázek 1: Obalový soubor; Zdroj: SÚRAO, 2018t

Ukládání vysokoaktivních odpadů a vyhořelého jaderného paliva

Při provozu JE a výzkumných jaderných reaktorů vzniká vyhořelé jaderné palivo. To je v současné době bezpečně skladováno v meziskladech v areálech JE. Vlastníkem vyhořelého jaderného paliva je provozovatel do té doby, kdy jej vlastník nebo SÚJB prohlásí za odpad. Vlastníkem odpadu se v tu chvíli stává stát, který prostřednictvím SÚRAO zajistí jeho bezpečné uložení. S ohledem na charakter těchto odpadů se celosvětově považuje za nejbezpečnější způsob jejich zlikvidování uložení do hlubinného úložiště. V souvislosti s dlouhodobým vývojem byl navržen multibariérový koncept. Základní bariérou je ukládací obalový soubor. Dále bariéra z nepropustných těsnících materiálů, například v podobě bentonitových jílnů (plastická hornina s vlastnostmi, které jí umožňují bobtnat). (Bentonit, 2008) Třetí bariéru tvoří stabilní horninové prostředí cca 500 metrů pod zemským povrchem. Na základě geologických možností jednotlivých států, tedy dostatečných objemů hostitelské horniny (např. granitické horniny, jílové nebo solné formace) a legislativních požadavků, vznikla modifikovaná technická řešení hlubinného úložiště. (SÚRAO, 2018v; Dlouhý, 2009)

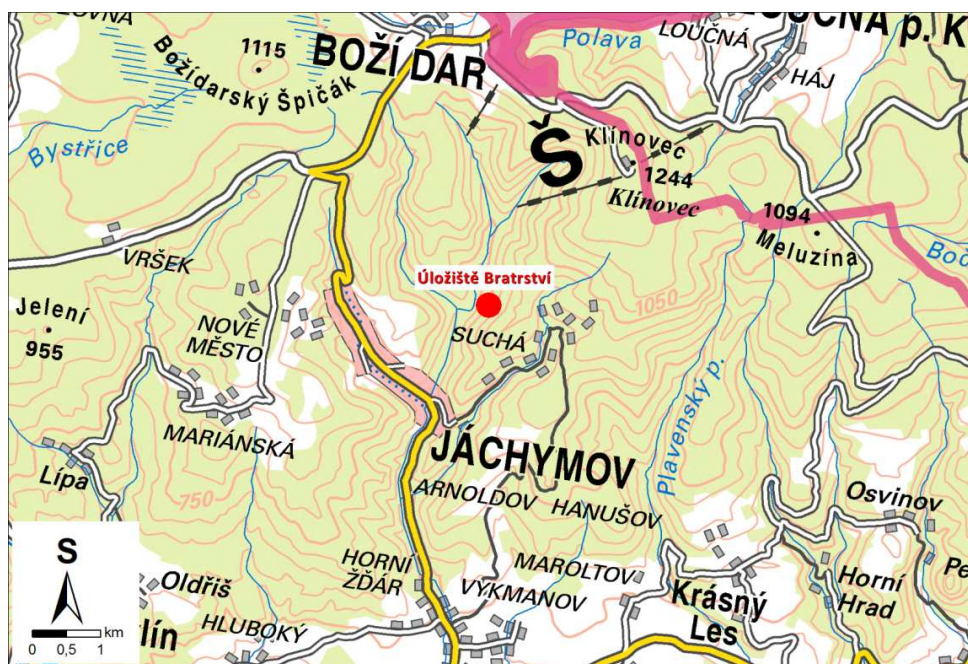
1.4 Současně provozovaná úložiště radioaktivních odpadů

Úložiště radioaktivních odpadů je prostor na povrchu nebo pod povrchem zemským sloužící k uložení radioaktivních odpadů. V současné době jsou v ČR provozovány tři úložiště radioaktivních odpadů - Bratrství, Dukovany a Richard. (SÚRAO, 2018p)

1.4.1 Úložiště radioaktivních odpadů Bratrství

Úložiště odpadů Bratrství se nachází v bývalém uranovém dolu, ležícím nad městem Jáchymov na úpatí Krušných hor (obrázek 2). Provoz byl zahájen v roce 1974. Důl Bratrství byl dosti rozsáhlý, ale pro potřeby ukládání radioaktivních odpadů byla zprovozněna jen malá část. Úložiště je určeno výhradně pro odpady pocházející ze zdravotnictví, průmyslu, zemědělství či výzkumu, obsahující přirozeně se vyskytující radionuklidy. (SÚRAO, 2018w)

Každoročně je do úložiště Bratrství ukládáno několik desítek obalových souborů. Celková kapacita úložných prostor je přibližně 1 200 m³ a v současné době je již téměř vyčerpána. SÚRAO rozhodlo, že počínaje rokem 2017 bude tento typ odpadů skladován v úložišti Richard a v závěru roku 2016 získalo SÚRAO pro tuto činnost povolení SÚJB. (SÚRAO, 2018m)

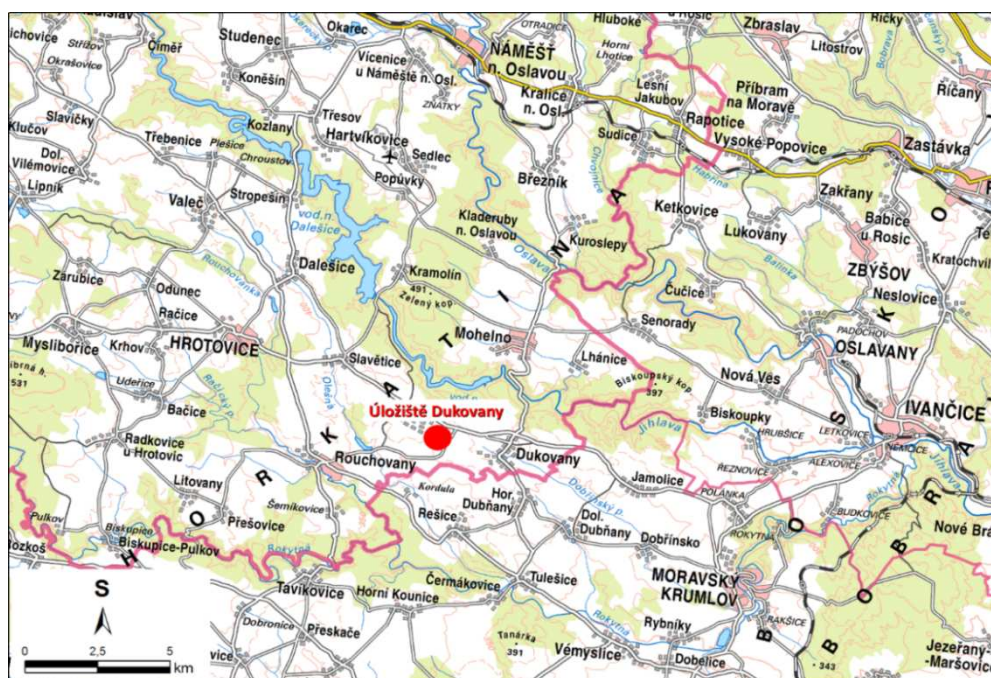


Obrázek 2: Mapa umístění úložiště Bratrství; Zdroj: SÚRAO, 2018w

1.4.2 Úložiště radioaktivních odpadů Dukovany

Úložiště Dukovany leží v areálu stejnojmenné JE (obrázek 3) a bylo uvedeno do provozu v roce 1995. Rozkládá se na ploše 1,3 hektaru a je tvořeno betonovými jámkami, které jsou vybudovány na povrchu. Je určeno k ukládání nízkoaktivních odpadů, které pocházejí z provozu obou českých JE, tedy JE Temelín a JE Dukovany. Svým charakterem není a ani nebude určeno v budoucnu ke skladování nebo ukládání vyhořelého jaderného paliva. (SÚRAO, 2018x)

Ročně se zde uloží asi dva tisíce obalových souborů (jeden obalový soubor = 200 litrový sud) s odpady. Ty jsou tvořeny především kontaminovanými ochrannými pomůckami, textiliemi, papírem, elektroinstalačním materiálem, stavební suti atd. Část odpadů pochází z vodních elektráren, například odpadní vody a kaly. Ukládání kapalných odpadů není povoleno, musí se dále zpracovat, zahuštěním na odparce a zpevněním ztužidlem. Jde především o tzv. bitumenaci (odpaření zbylé vody na asfaltovém filmu) nebo o vitifikaci (zpevnění kapalných odpadů zalitím do aluminosilikátové nebo skelné matrice). Obalové soubory jsou umístěny na přesně zaznamenané místo do ukládací jámky. Po zaplnění jámky se zalijí volné prostory mezi sudy betonovou směsí, vše se překryje silnostěnným polyetylenem (izoluje od dešťové vody) a na jámkou se pokladou betonové panely. Objem úložných prostor úložiště Dukovany je 55 000 m³ a dosud byla zaplněna přibližně z 20 %. (SÚRAO, 2018n)

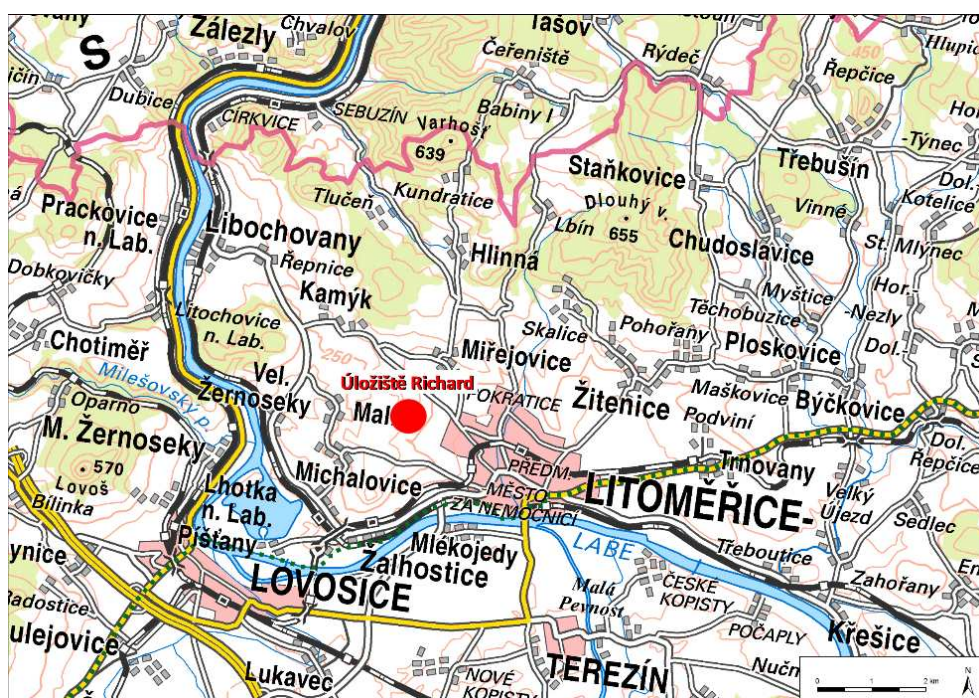


Obrázek 3: Mapa umístění úložiště Dukovany; Zdroj: SÚRAO, 2018x

1.4.3 Úložiště radioaktivních odpadů Richard

Úložiště Richard se nachází nedaleko Litoměřic, na úpatí kopce Bídnice (obrázek 4). Celý areál má rozlohu asi 16 hektarů. Za účelem zřízení úložiště byla zprovozněna malá část podzemního komplexu bývalého vápencového dolu Richard II a provoz byl zahájen v roce 1964. Dále se zde nachází informační středisko, které je přístupné veřejnosti a akreditovaná zkušebna obalových souborů. Ukládají se zde odpady, vznikají ve zdravotnictví, průmyslu, zemědělství či výzkumu, například zářiče, kontaminovaná suť, plasty a papír, měřidla, atd. (SÚRAO, 2018y)

Za kalendářní rok je zde uloženo několik set obalových souborů s odpadem. Některé komory jsou vyčleněny pro skladování odpadů, které mají vyšší aktivitu, než povolují limity a podmínky pro ukládání do úložiště Richard, např. vyřazené ozařovací hlavice z nemocnic. Takové odpady jsou zde skladovány do té doby, než vyhoví podmínkám pro uložení nebo než budou převezeny do budoucího hlubinného úložiště. Od roku 2017 je jedna ukládací komora vyčleněna pro skladování odpadů obsahujících přírodní radionuklidy. Objem využívaných prostor dolu Richard II přesahuje 19 000 m³, ale kapacita ukládacích komor je 10 250 m³, která je v současné době naplněna přibližně ze 70 %. (SÚRAO, 2018o)



Obrázek 4: Mapa umístění úložiště Richard; Zdroj: SÚRAO, 2018y

1.4.4 Monitorování stávajících úložišť radioaktivních odpadů

Dle požadavků radiační ochrany pracovníků a okolí úložišť má SÚRAO povinnost jednotlivá úložiště monitorovat. Pracovníci SÚRAO odebírají v pravidelných intervalech vzorky vod z okolí a důlní vody z úložišť. Akreditované laboratoře pak provedou analýzy za účelem změření obsahu radionuklidů. Pravidelně se sleduje také ovzduší úložiště. Všechny osoby vstupující do úložiště musí být vybaveny osobním dozimetrem pro sledování dávky záření. SÚRAO eviduje a porovnává výsledky analýz s předepsanými limity. Kontrolu provádí SÚJB v rámci pravidelných inspekcí v úložištích. Program monitorování stanovuje, jaké veličiny a radionuklidy se sledují, četnost odběrů i odběrová místa pro každé úložiště zvlášť. (SÚRAO, 2018a)

1.5 Podmínky pro vybudování hlubinného úložiště radioaktivního odpadu

Je nutné, aby lokalita splňovala požadavky na vlastnosti horniny, tedy z geologického hlediska je potřeba najít stabilní horninovou formaci, jejíž vznik, vývoj po desítky až stovky milionů let a umístění naznačuje, že bude mít požadované vlastnosti dostatečně dlouhou dobu. Podmínky a požadavky na posuzování umístění hlubinného úložiště radioaktivního odpadu jsou uvedeny ve vyhlášce SÚJB č. 378/2016 Sb., o umístění jaderného zařízení.

Izolační a zádržné vlastnosti horninového prostředí v kombinaci s uměle vytvořenými překážkami musí zajišťovat, že uložený radioaktivní odpad nezpůsobí při očekávaném vývoji hlubinného úložiště větší ozáření reprezentativní osoby, než je dáno dávkovou optimalizační mezí. Při získávání informací o území k umístění hlubinného úložiště musí být zachovány v nejvyšší možné míře původní vlastnosti geologického prostředí. (SÚRAO, 2018k; Vyhláška č. 378/2016 Sb., 2016)

Při posuzování území za účelem umístění hlubinného úložiště se hodnotí především (Vyhláška č. 378/2016 Sb., 2016):

- hloubkový dosah a rozměr vhodného horninového masívu a vzdálenost geologických rozhraní a tektonických poruch, které mohou působit jako cesty pro transport radioaktivních látek;

- strukturně geologické vlastnosti horninového prostředí, ve kterém by mělo být umístěno hlubinné úložiště;
- původ, složení a předpokládaný vývoj horninového prostředí;
- vhodnost mechanických vlastností hornin pro zajištění dlouhodobé stability přírodní bariéry hlubinného úložiště,
- výskyt nestejnorodého horninového prostředí s petrograficky a mechanicky odlišnými typy hornin, které jsou postiženy hydrotermálními a jinými druhotnými přeměnami;
- výskyt endogenních a exogenních jevů, které mohou v přírodní bariéře hlubinného úložiště vyvolat významné změny například tektonických procesů, seismické aktivity, deformací povrchu území a rychlosti eroze a sedimentace;
- oběh podzemních vod v území k umístění hlubinného úložiště z hlediska možné doby transportu, rozpustnosti a změny koncentrace radioaktivní látky v důsledku mísení s podzemními vodami;
- zranitelnost horninového prostředí a oběhu podzemních vod z hlediska dlouhodobých klimatických změn a jejich doprovodných jevů, například překrytí hlubinného úložiště ledem;
- klimatickou historii a předpokládaný dlouhodobý vývoj klimatu v regionálním a globálním měřítku;
- fyzikálně chemické, geochemické a mikrobiologické vlastnosti geologického prostředí, například zádržné vlastnosti horninového prostředí a uměle vytvořených překážek, chemické složení podzemní vody, obsah kyslíku, přítomnost mikroorganismů;
- geomechanické vlastnosti, například pevnostní a deformační vlastnosti hornin a napjatostní stav horninového prostředí;
- plynopropustnost hornin;
- tepelné vlastnosti horninového prostředí, včetně tepelného gradientu;
- současné a budoucí lidské aktivity, které mohou narušit izolační vlastnosti úložného systému, například těžba nerostných surovin využívání systému pro podzemní zásobníky plynu;
- výskyt změn v hostitelském a okolním geologickém prostředí vzniklých vrtnou a báňskou činností v průzkumné fázi umístění hlubinného úložiště, při kterých by vznikly nové preferenční cesty pro migraci radioaktivních látek.

Při hodnocení vlastností území za účelem umístění hlubinného úložiště musí být zohledněna hloubka pod zemským povrchem, ve které se předpokládá umístění hlubinného úložiště. Avšak také řada dalších nezbytných předpokladů, jako je například přijatelnost lokality veřejností, technická možnost vybudování povrchového areálu úložiště a dopravní dostupnost. (SÚRAO, 2018k)

Dalším krokem při výběru vhodné lokality jsou geologické průzkumy. První etapa zahrnuje pouze povrchové práce, kdy v síti 100 x 100 metrů odeberou výzkumní pracovníci vzorky z maximální hloubky 1 až 2 metry. Výsledkem bude návrh lokalit k provedení technických prací včetně vrtání průzkumných vrtů do hloubky cca 500 až 1 000 metrů, jako druhá etapa. Na základě vyhodnocení zjištěných údajů a dalších kritérií, by mělo SÚRAO v roce 2025 doporučit Vládě ČR dvě nejvhodnější lokality (hlavní a záložní), která by měla učinit konečné rozhodnutí o výstavbě hlubinného úložiště. (SÚRAO, 2018k)

1.6 Zkoumané lokality pro vybudování hlubinného úložiště

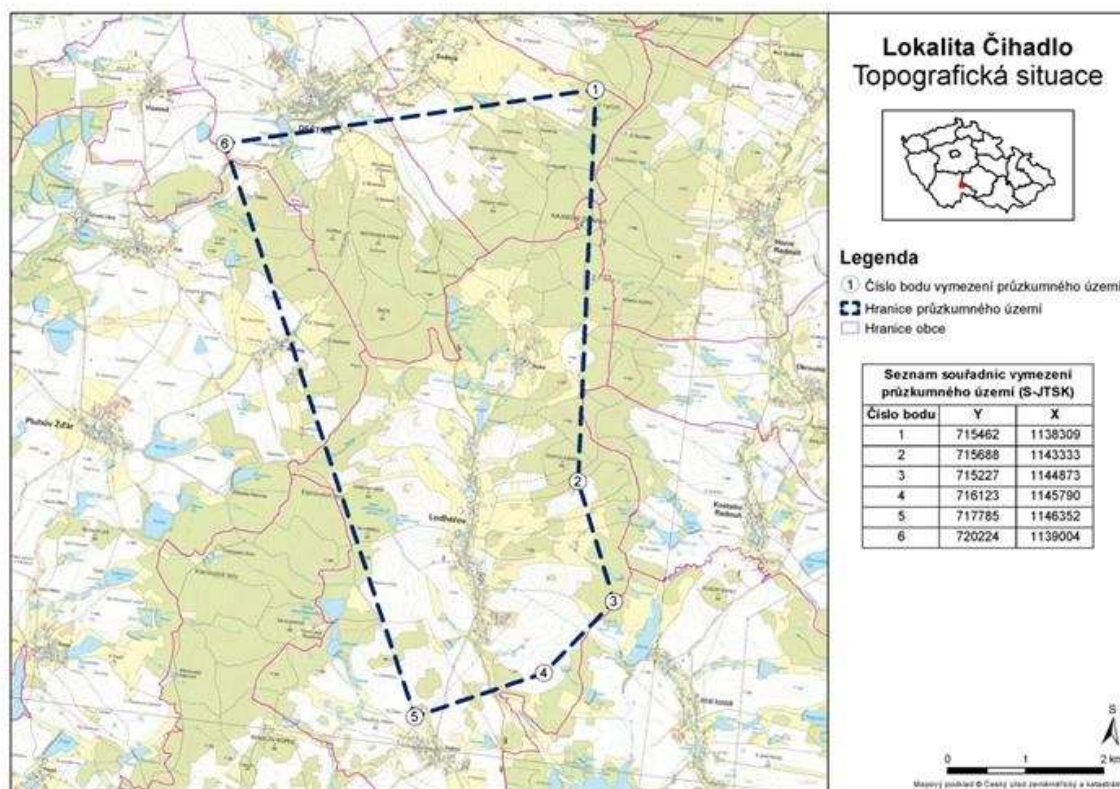
SÚRAO v současné době zkoumá lokality, které se jeví jako nejvhodnější pro zamýšlené hlubinné ložiště radioaktivních odpadů. Především pro ukládání vysokoaktivních odpadů a vyhořelého jaderného paliva. Kriteria byla již známé vlastnosti geologického podloží v několika desítkách lokalit v ČR. Hledání vhodné lokality pro hlubinné úložiště radioaktivních odpadů započalo v 80. letech 20. století, tedy krátce po spuštění prvních jaderných bloků v JE Dukovany. Zatím se zkoumá sedm lokalit pro umístění hlubinného úložiště radioaktivních odpadů a dvě další lokality byly v roce 2016 vytipovány v bližším okolí jaderných elektráren (obrázek 5). Hlavním cílem současné etapy průzkumných prací je vybrat čtyři lokality, kde proběhne podrobnější průzkum horninového masívu a podloží. (SÚRAO, 2018k)



Obrázek 5: Mapa umístění všech lokalit; Zdroj: Platforma proti úložišti, 2018

1.6.1 Čihadlo

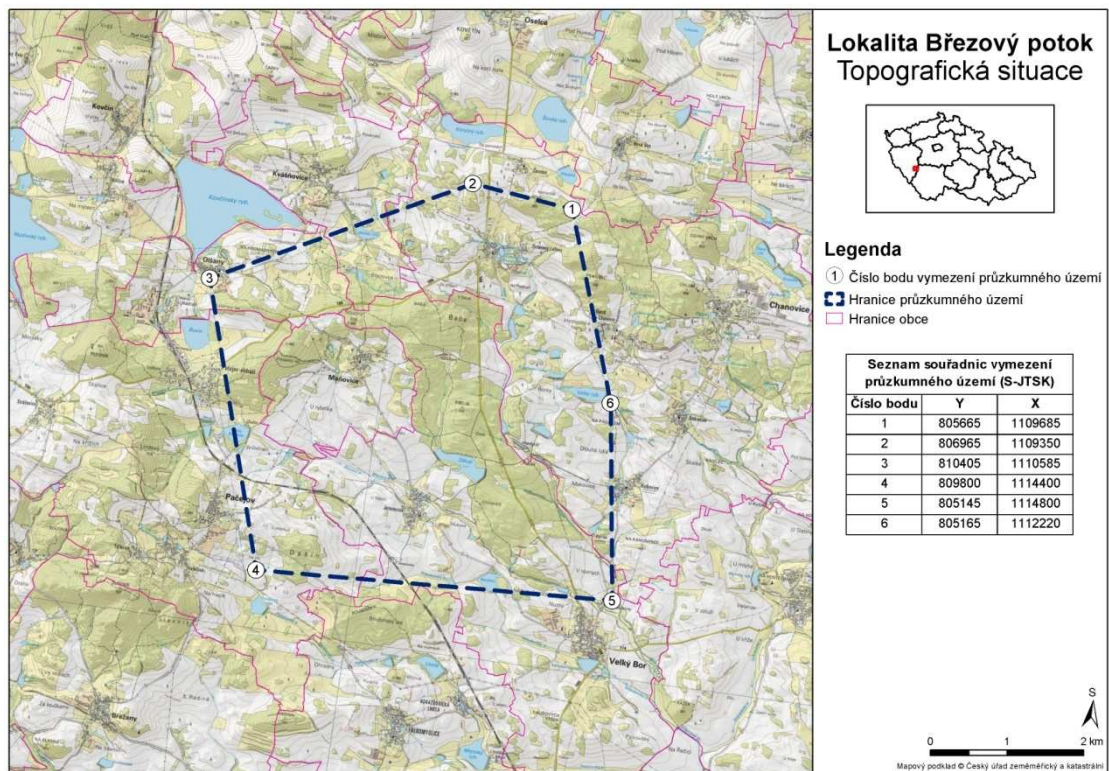
Lokalita Čihadlo se nachází v okrese Jindřichův Hradec v Jihočeském kraji v katastrech města Deštná a obcí Pluhův Ždár, Lodhěřov a Světce (obrázek 6). Zkoumané území má přibližně tvar obdélníku o výměře cca 26 km². (SÚRAO, 2018aa)



Obrázek 6: Mapa umístění lokality Čihadlo; Zdroj: SÚRAO, 2018e

1.6.2 Březový potok

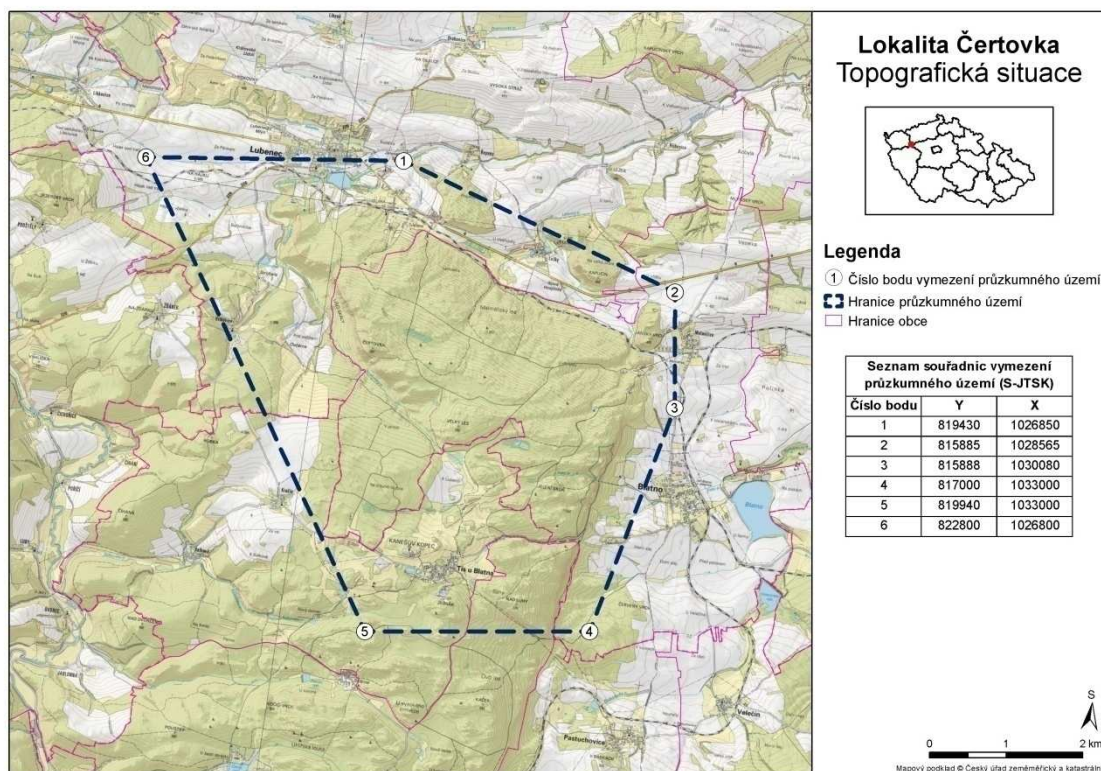
Lokalita Březový potok se nachází v okrese Klatovy v Plzeňském kraji v katastrech obcí Chanovice, Kvášňovice, Maňovice, Olšany, Pačejov a Velký Bor (obrázek 7). Zkoumané území má tvar nepravidelného šestiúhelníku, o výměře cca 21 km². (SÚRAO, 2018aa)



Obrázek 7: Mapa umístění lokality Březový potok; Zdroj: SÚRAO, 2018c

1.6.3 Čertovka

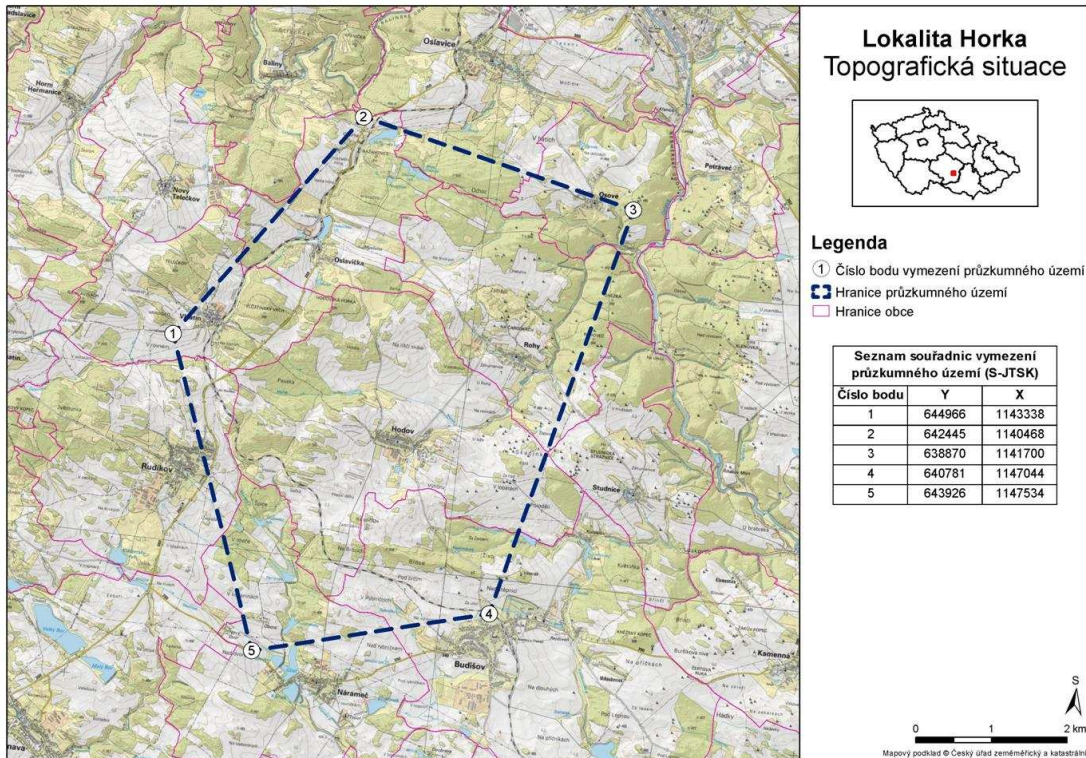
Lokalita Čertovka se nachází na rozhraní okresů Louny v Ústeckém kraji a Plzeň sever v Plzeňském kraji a patří do ní katastry obcí Blatno, Lubenec, Tis u Blatna a Žihle (obrázek 8). Zkoumané území má tvar nepravidelného šestiúhelníku, o výměře cca 29 km². (SÚRAO, 2018aa)



Obrázek 8: Mapa umístění lokality Čertovka; Zdroj: SÚRAO, 2018d

1.6.4 Horka

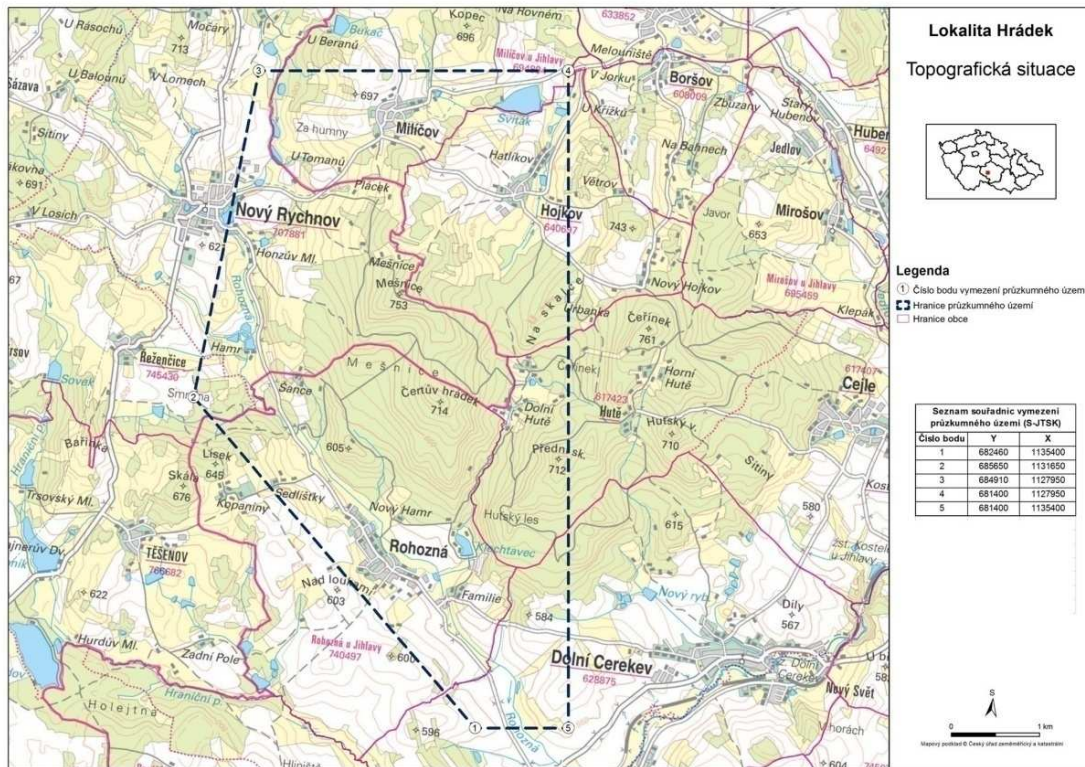
Lokalita Horka se nachází v okresech Třebíč a Žďár nad Sázavou v Kraji Vysočina v katastrech obcí Budišov, Hodov, Nárameč, Oslavice, Oslavička, Osové, Rohy, Rudíkov a Vlčatín (obrázek 9). Zkoumaná oblast má přibližně tvar nepravidelného pětiúhelníku o výměře cca 28 km². (SÚRAO, 2018aa)



Obrázek 9: Mapa umístění lokality Horka; Zdroj: SÚRAO, 2018f

1.6.5 Hrádek

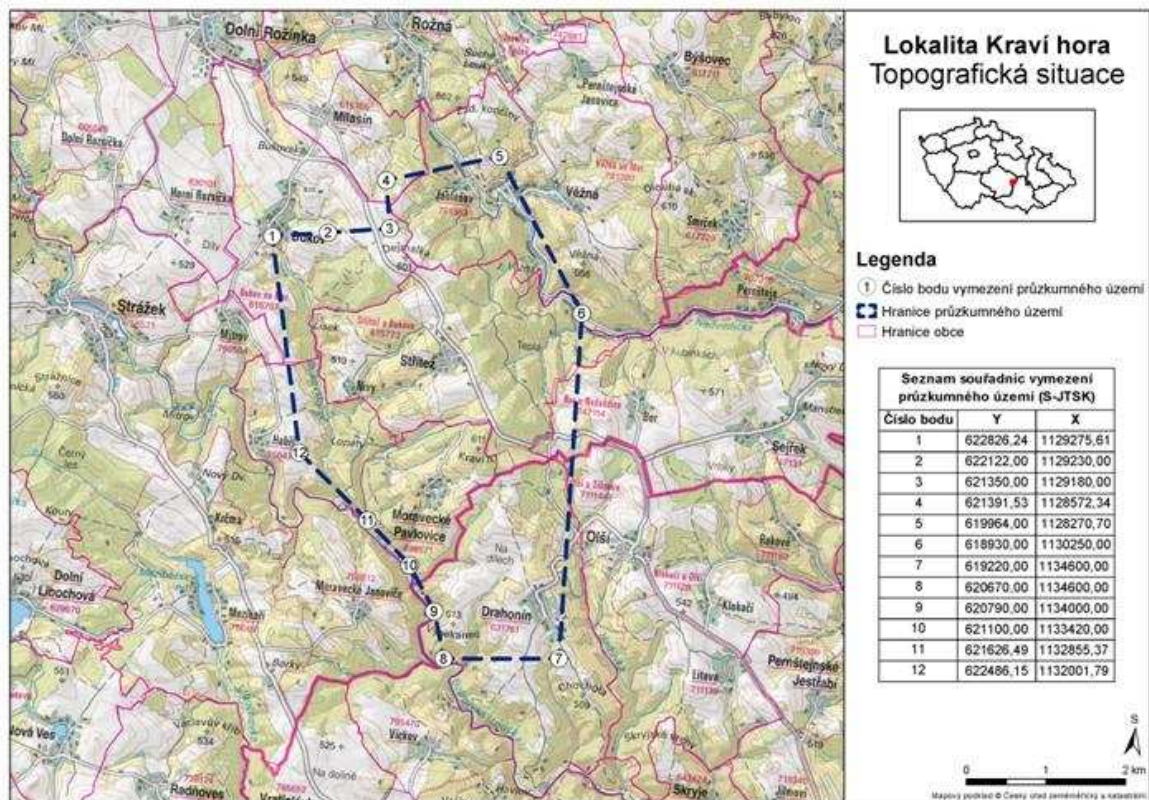
Lokalita Hrádek se nachází v okresech Jihlava a Pelhřimov v Kraji Vysočina v katastrech obcí Cejle, Dolní Cerekev, Hojkov, Milíčov, Nový Rychnov a Rohozná (obrázek 10). Zkoumané území má tvar nepravidelného šestiúhelníku o výměře cca 24 km². (SÚRAO, 2018aa)



Obrázek 10: Mapa umístění lokality Hrádek; Zdroj: SÚRAO, 2018g

1.6.6 Kraví hora

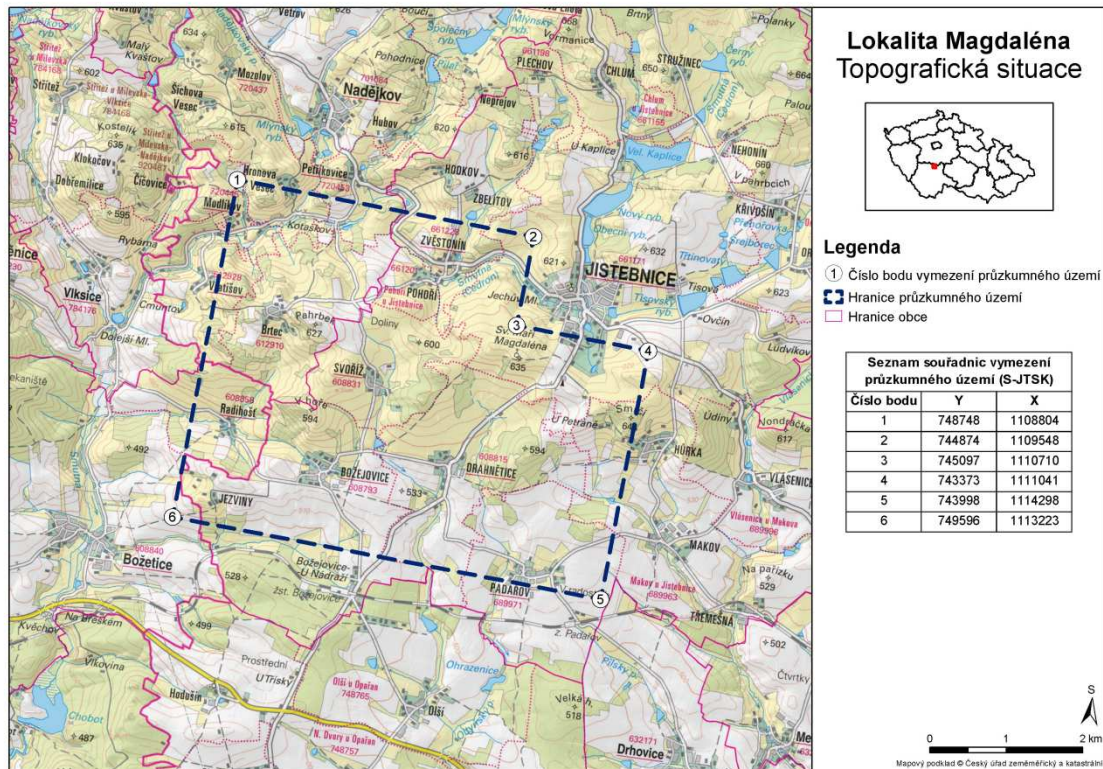
Lokalita Kraví hora leží na pomezí Kraje Vysočina a Jihomoravského kraje v okresech Žďár nad Sázavou a Brno venkov v katastrech obcí Sejřek, Bukov, Drahonín, Moravské Pavlovice, Věžná, Milasín, Olší a Střítež (obrázek 11). Zkoumané území má tvar nepravidelného dvanáctiúhelníku o výměře cca 17 km². Oblast patří díky blízkosti uranových dolů Rožná mezi geologicky nejprozkoumanější území v rámci České republiky. (SÚRAO, 2018aa)



Obrázek 11: Mapa umístění lokality Kraví Hora; Zdro: SÚRAO, 2018i

1.6.7 Magdaléna

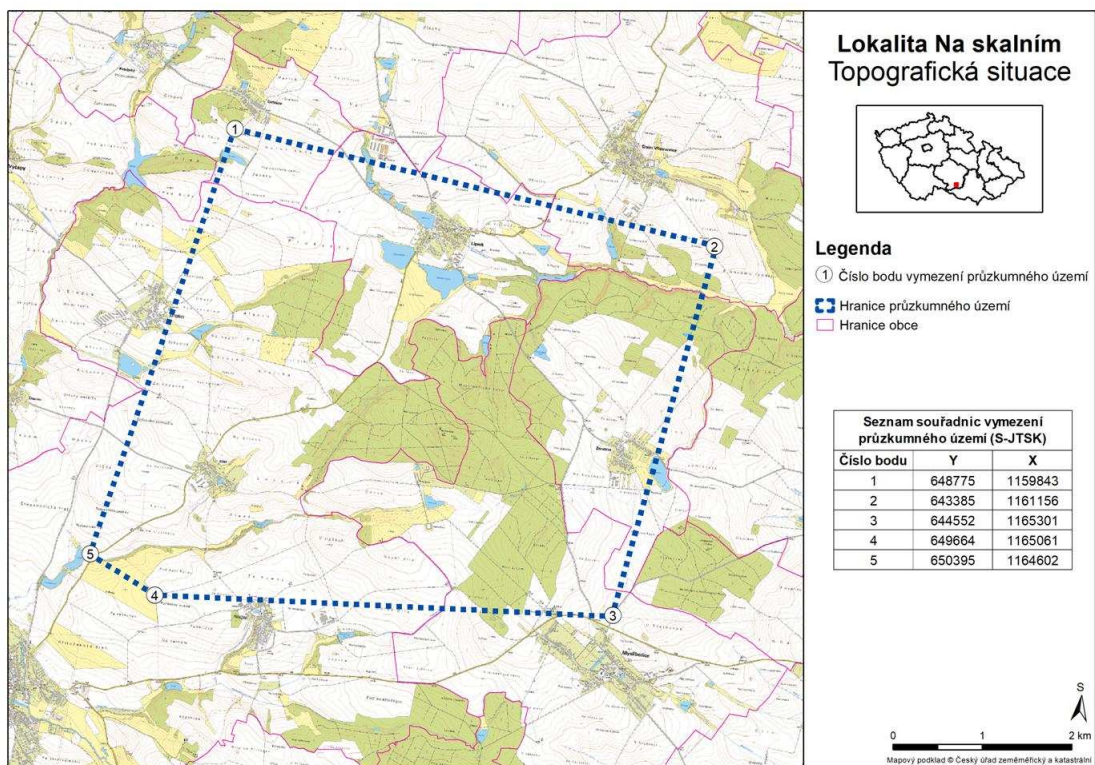
Lokalita Magdaléna leží na v Jihočeském kraji v okresech Tábor a Písek v katastrech obcí Jistebnice, Božetice a Nadějkov (obrázek 12). Zkoumané území má přibližně obdélníkový tvar o rozloze cca 23 km². (SÚRAO, 2018aa)



Obrázek 12: Mapa umístění lokality Magdaléna; Zdroj: SÚRAO, 2018j

1.6.8 EDU západ - Na skalním

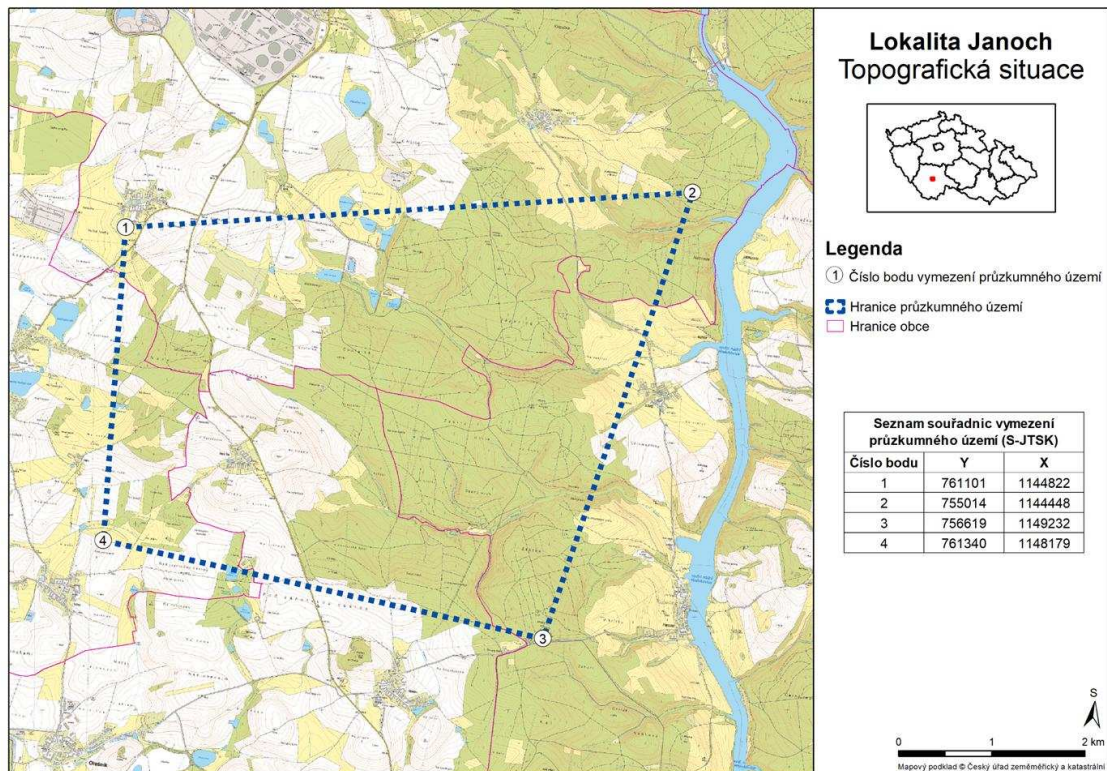
Lokalita EDU západ se nachází v okolí JE Dukovany v katastru obcí Boňov, Dolní Vilémovice, Jaroměřice nad Rokytnou, Lipník u Hrotovic, Myslibořice, Ostašov na Moravě, Příložany, Ratibořice na Moravě a Zárubice (obrázek 13). Zkoumané území má rozlohu cca 27,5 km² a má tvar relativně pravidelného pětiúhelníku. Je situováno cca 60 kilometrů na západ od Brna. (SÚRAO, 2018aa)



Obrázek 13: Mapa umístění lokality EDU západ - Na skalním; Zdroj: SÚRAO, 2018h

1.6.9 ETE jih - Janoch

Lokalita ETE jih - Janoch se nachází v Jihočeském kraji v okolí JE Temelín v katastrech obcí Temelín, Hluboká nad Vltavou, Olešník a Dříteň (obrázek 14). Zkoumané území má tvar nepravidelného čtyřúhelníku a má rozlohu plochu cca 22,3 km². (SÚRAO, 2018aa)



Obrázek 14: Mapa umístění lokality ETE jih - Janoch; Zdroj: SÚRAO, 2018ch

1.7 Jaderná energetika a nakládání s radioaktivními odpady v Evropě

Územně je naše republika součástí evropského kontinentu. S ohledem na dopady energetiky obecně, jadernou energetiku nevyjímaje, je jasné, že výroba energie (včetně vedlejších produktů a odpadů) v jednom státě může mít vliv na život a životní prostředí dalšího státu. Dalším důvodem, proč nahlížet na Evropu jako na jeden celek, v souvislosti s výrobou energie, je provázanost jednotlivých států z hlediska nabídky a poptávky. Tedy, státy mezi sebou s energií obchodují. Některé státy jsou inspirací pro jiné, jak se k výrobě energie postavit a jak nakládat s odpady, které výrobou energie vznikají.

1.7.1 Jaderná energetika v Rakousku

Naším nejbližším sousedním státem je Rakousko, kde v současné době není a v minulosti nikdy nebyla, provozována žádná JE. Přesto je zde radioaktivní odpad produkován, ve formě odpadu z průmyslu, zdravotnictví a výzkumu, podobně jako v ČR. Původně se mělo na území Rakouska vystavět celkem šest JE. Výstavba jedné JE byla zahájena v roce 1972 s rozsáhlou informační kampaní a podporou rakouské vlády, výstavba pěti dalších nebyla nikdy uskutečněna. Jednalo se o JE Zwentendorf, která byla budována poblíž města Zwentendorf an der Donau (Dolní Rakousko, zhruba 60 km severozápadně od Vídně). Výkon elektrárny měl pokrývat 10 % celkové energetické spotřeby Rakouska. Po rozsáhlých diskuzích ve sdělovacích prostředcích, které zahájil vídeňský ekologický aktivista Walter Soyka, se rakouská vláda rozhodla vyhlásit v roce 1978 referendum, které mělo rozhodnout o zprovoznění hotové JE. Referenda se zúčastnilo cca 2/3 oprávněných voličů a výsledek byl velmi těsný, tedy 50,47 % proti spuštění a 49,53 % pro spuštění (rozdíl činil necelých 30 000 hlasů). (Zwentendorf, 2018a; Zwentendorf, 2018b; Zwentendorf 2018c)

Radioaktivní odpad v Rakousku

Velká část radioaktivního odpadu v Rakousku pochází z aplikací v průmyslu, medicíně, a výzkumu a menší množství z dekontaminace a demontáže starých zařízení, která jsou vyřazována z provozu. V medicíně se jedná především o ozařování pacientů pro diagnostiku nebo radioterapii, dále použití radioaktivních látek v měřicích

přístrojích a analytických metodách. Každoročně se v Rakousku vyprodukuje průměrně 15 tun radioaktivního odpadu. (BMNT, 2018b)

Radioaktivní odpad v Rakousku je klasifikován jako nízko a středně radioaktivní. S ohledem na to, že v Rakousku nejsou provozovány žádné JE, nevzniká zde potřeba likvidovat vysokoaktivní odpad nebo vyhořelé palivo. Palivové články z jediného výzkumného reaktoru musí být vráceny výrobcí po použití a nezůstává v Rakousku. (BMNT, 2018b)

Nakládání s radioaktivními odpady je v Rakousku v gesci Bundesministerium für nachhaltigkeit und tourismus - BMNT (v překladu Spolkové ministerstvo pro udržitelnost a cestovní ruch) a funguje jako orgán pro dozor. Společnost Nuclear Engineering Seibersdorf GmbH (NES) byla pověřena Rakouskou republikou k nakládání s radioaktivními odpady, které vznikají na území Rakouska. Dokud nedojde ke konečnému rozhodnutí o způsobu trvalého odstranění a uložení, je radioaktivní odpad dočasně uložen právě v NES. Mezi rakouskou vládou a NES je smluvně stanoveno, že zatím tomu tak má být až do roku 2045. (BMNT, 2018b)

NES používá nejmodernější technologie pro shromáždění, úpravu a dočasné uložení radioaktivních odpadů. Radioaktivní odpad se upraví tak, aby byl v chemicky stabilním stavu. V závislosti na typu radioaktivního odpadu se pro úpravu používají různé postupy, kdy po úpravě je odpad uložen do speciálních 200 litrových sudů. Spalitelný odpad je zpracováván ve spalovně, organické sloučeniny jsou spáleny a je ukládán zbylý popel, ve kterém jsou radioaktivní látky koncentrovány. Radioaktivní odpad, který nelze spálit, se lisuje do pelet ve vysokotlakém lisu. Není-li možné radioaktivní odpad spálit ani slisovat, je odpad zpevněn cementováním. Speciální sudy, jsou skladovány ve speciálním klimatizovaném skladu. (BMNT, 2018a)

Vztah Rakouska k plánovaným úložištím na území ČR

V roce 2017 si nechaly vypracovat zemské vlády Dolních a Horních Rakous od Öko-Institut e. V v německém Freiburgu, respektive Darmstadtu, analýzu aktuálního stavu českého procesu výběru úložiště pro vysokoaktivní odpady. Ústřední dokument pro analýzu byl metodický pokyn pro aplikaci kritérií zveřejněný SÚRAO v roce 2015 pro aktuální fázi výběru lokality. Za účelem správného pochopení kontextu jsou popsány příslušné subjekty, právní rámec a koncept českého úložiště. Pro srovnání byly zohledněny procesy výběru lokality ve Finsku, Švédsku, Švýcarsku a Německu ve

vztahu ke kritériím, používaným v těchto zemích. Česká koncepce ukládání sleduje úložiště v krystalické hostitelské hornině a v podstatě se odkazuje na podobné koncepce jako ve Skandinávii. Co se týče technologie ukládacích kontejnerů pro vysoce radioaktivní odpady, přejímá koncepci ocelového kontejneru ze Švýcarska, která byla vyvinuta pro úložiště v jílovitých horninách. (Alt et al., 2017)

Zástupci ekologických organizací působících dlouhodobě v Rakousku mají obavy z jaderné energetiky jako takové a vše, co s ní souvisí. Již dříve protestovali proti elektrárnám v Dukovanech a Temelínu a v současné době vystupují i proti výběru místa pro úložiště vyhořelého jaderného paliva. Jako velkým problémem uvádějí, že většina zkoumaných lokalit se nachází nedaleko státních hranic mezi ČR a Rakouskem. (Němec, 2017)

Rakousko jako celek vystupuje proti energii z jadra a stále ve větší míře využívá energii z obnovitelných zdrojů. Ale poptávka po energii je, především v zimních měsících, mnohem vyšší než nabídka z domácích prostředků. Rakousko tedy musí energii dovážet, a to včetně jaderné energie. (Fliegenschnee-Jaksch, 2017)

1.7.2 Jaderná energetika ve Finsku

Tato skandinávská země provozuje v současné době čtyři jaderné reaktory, které vyrábějí 30 % elektřiny pro zásobování země, jeden reaktor je ve výstavbě a další v přípravě. Vyhořelé jaderné palivo se skladuje v bazénových meziskladech u areálu elektráren. Po uvedení budovaného hlubinného úložiště do provozu, se vyhořelé jaderné palivo přepraví ve speciálních kontejnerech, přeloží se do skladovacích měděných kontejnerů a v nich zaveze pod zem. Finsko je pro Českou republiku vzorem v procesu výběru a průzkumu lokality k vybudování hlubinného úložiště radioaktivního odpadu. Řadu zkušeností a poznatků chce SÚRAO využít při přípravě a realizaci českého projektu. V roce 2016 SÚRAO podepsalo smlouvu o spolupráci s finskou firmou POSIVA, což je obdoba českého SÚRAO. (SÚRAO, 2017)

Finsko - první hlubinné úložiště

Ve Finsku začali o hlubinném úložišti uvažovat již v 70. letech minulého století. Přípravy na řešení likvidace vyhořelého jaderného paliva byly zahájeny v 80. letech minulého století, postupně se posuzovalo více než 100 potenciálních míst. Na přelomu

tisíciletí byla vybrána lokalita Olkiluoto nedaleko stejnojmenné jaderné elektrárny. V roce 2001 schválila finská vláda a parlament práce v lokalitě, v roce 2004 byla zahájena stavba podzemní laboratoře a zařízení Onkalo v roce 2010 dosáhli stavbaři hloubky přes 450 m, do níž vede skoro pětikilometrový šroubovicový tunel. Pod zemí ve dvě miliardy let staré žule jsou nyní vyraženy dva demonstrační tunely, v nichž se testují detaily uložení vyhořelého jaderného paliva. V roce 2012 předložila POSIVA žádost o stavební povolení na vybudování hlubinného úložiště. Povolení k výstavbě vydal finský STUK (obdoba českého SÚJB) roku 2015 a uvedení do provozu by mělo být v roce 2020. (POSIVA, 2018a; POSIVA 2018b)

Ve Finsku by se tedy mělo počátkem příštího desetiletí začít ukládat vyhořelé jaderné palivo do hlubinného úložiště a stane se tak první evropskou zemí v této oblasti. Palivo se bude ukládat v měděných kontejnerech do zhruba devítimetrových jam vyhloubených na dně ukládacích tunelů. Jámy se následně zazátkují bentonitem a celý tunel zaveze zeminou. První měděné kontejnery by se měly zavážet zhruba v době, kdy SÚRAO u nás vybere dvě nejvhodnější lokality pro vybudování hlubinného úložiště. Finsko je ze všech zemí a světě ve výstavbě hlubinného úložiště nejdále, pomineme-li USA, kde již řadu let funguje WIPP (Waste Isolation Pilot Plant), což je zkušební zařízení na ukládání vysokoaktivních odpadů, většinou z vojenského programu. (SÚRAO, 2017)

Pro Českou republiku je poučné jak technické řešení, tak především samotný rozhodovací proces při výběru lokality a dosažení souhlasu veřejnosti a místních zastupitelských orgánů. Aby byla lokalita schválena, bylo důležité rozhodnutí vlády a parlamentu, ale také předchozí souhlas zástupců šestitisícového města Eurajoki, v jehož katastru Onkalo leží. Ačkoliv Eurajoki zatím z přípravy a výstavby úložiště nemělo žádný finanční prospěch, městská rada projekt bez větších problémů schválila v poměru 20 zástupců pro, 7 proti. Průzkum veřejného skončil s výsledkem téměř 60 % místních obyvatel pro vybudování úložiště a jen zhruba 30 % se vyjádřilo proti. Finové posuzují do nejmenších podrobností řady možných scénářů, aby prokázali bezpečné uložení na 100 000 let. Mimo jiné v Grónsku testovali i vliv očekávané doby ledové. (SÚRAO, 2017)

1.8 Ochrana obyvatelstva a únik radioaktivních látek

Předpisy a nařízení, které je nutné dodržovat v souvislosti s provozováním úložišť radioaktivního odpadu, jsou nastavena tak, aby k případnému ohrožení života a zdraví mimořádnou událostí, respektive radiační mimořádnou událostí nedošlo. Nicméně je na místě zmínit zásady a principy ochrany před vnějším ozářením a ochranná opatření v případě úniku záření. Ve výzkumné části diplomové bude provedeno zpracování dotazníkového šetření, kdy se část otázek této problematiky rovněž týká

1.8.1 Radiační mimořádné události

V zákoně č. 263/2016 Sb., atomový zákon, jsou definovány radiační mimořádné události (RMU). Dále je v tomto zákoně uvedeno, jaká ochranná opatření musí být zavedena v případě radiační mimořádné události. RMU je událost, která vede nebo může vést k překročení limitů ozáření, a která vyžaduje zavedení opatření, jež by zabránila jejich překročení nebo zhoršování situace. (Zákon č. 263/2016 Sb., 2016)

Rozdělení RMU (Zákon č. 263/2016 Sb., 2016):

- **radiační mimořádná událost prvního stupně** - RMU, jež je zvládnutelná silami a prostředky obsluhy nebo pracovníků vykonávajících práci v aktuální směně osoby, při jejíž činnosti RMU;
- **radiační nehoda** - RMU, jež je nezvládnutelná silami a prostředky obsluhy nebo pracovníků vykonávajících práci v aktuální směně osoby, při jejíž činnosti RMU vznikla, nebo vzniklá v důsledku nálezů, zneužití nebo ztráty radionuklidového zdroje, která nevyžaduje zavedení neodkladných ochranných opatření pro obyvatelstvo;
- **radiační havárie** - RMU, jež je nezvládnutelná silami a prostředky obsluhy nebo pracovníků vykonávajících práci v aktuální směně osoby, při jejíž činnosti radiační mimořádná událost vznikla, nebo vzniklá v důsledku nálezů, zneužití nebo ztráty radionuklidového zdroje, která vyžaduje zavedení neodkladných ochranných opatření pro obyvatelstvo.

1.8.2 Principy ochrany před vnějším ozářením

Jedná se o následující principy ochrany, které snižují individuální vnější ozářením z daného zdroje. (Klener, 2000; Hála, 1998):

- **ochrana vzdáleností** - znamená čím dále od zdroje záření, tím je nižší dávka, dávkový příkon se s druhou mocninou vzdálenosti od zdroje snižuje;
- **ochrana stíněním** - spočívá ve vložení bariéry z vhodného materiálu, která absorbuje záření, mezi zdroj a cíl;
- **ochrana časem** - být v dosahu zdroje záření co nejkratší dobu, protože velikost dávky je přímoúměrná délce působení záření.

1.8.3 Ochranná opatření při radiační havárii

Dle zákona č. 263/2016 Sb., atomový zákon, musí při vzniku nebo podezření na vznik radiační havárie neprodleně dojít (ve spolupráci s Hasičským záchranným sborem České republiky) k varování obyvatelstva, provádění individuální ochrany, omezení pohybu a pobytu fyzických osob v zasaženém území a dále k zavedení neodkladných ochranných opatření. (Zákon č. 263/2016 Sb., 2016)

Neodkladná ochranná opatření (Klener, 2000; Zákon č. 263/2016 Sb., 2016):

- **ukrytí** - jedná se o ukrytí uvnitř staveb, kdy je důležité zavřít okna, dveře, vypnout klimatizace a podobná zařízení při průchodu radioaktivního oblaku, budovy slouží jako stínící - ochranná bariéra před vnějším ozářením, pokyn k ukrytí je součástí varování obyvatelstva;
- **jódová profylaxe** - jedná se o podání jodidu draselného (KI), kdy nejvhodnější je požití ještě před únikem radioaktivních látek; podaný jodid draselný se vychytá ve štítné žláze a v případě úniku radioaktivních látek už není místo pro radioaktivní izotopy jódu a případné vnitřní kontaminaci; pokyn k užití jodidu draselného je součástí varování obyvatelstva;
- **evakuace** - jedná o neodkladné dočasné vyvedení a přemístění osob a zvířat ze zasažené nebo potenciálně zasažené oblasti radiační havárie; k evakuaci může dojít preventivně ještě před únikem radioaktivních látek nebo až po úniku radioaktivních látek do životního prostředí.

1.9 Statistické metody

Statistika se zabývá zkoumáním jevů, které mají hromadný charakter. Zkoumaný je tedy společný pro určitou skupinu velkého množství prvků (předmětů, osob, událostí apod.). Statistika se tedy zabývá zjišťováním, zpracováním, rozbořením, hodnocením a výkladem dat shromažďovaných o hromadném jevu. (Homola, 2016).

Statistické šetření se skládá ze dvou základních částí. V první části se využívá metoda deskriptivní (popisné) statistiky a zahrnuje kroky formulaci statistického šetření, škálování, měření v deskriptivní statistice a elementární statistické zpracování. Deskriptivní statistika shrnuje informace, které jsou obsažené ve velkém množství dat pomocí tabulek, grafů a číselných charakteristik. V druhé části jsou získané výsledky zpracovány pomocí metod matematické statistiky, která využívá teorii pravděpodobnosti a umožňuje vyjadřovat závěry o sledovaném jevu. Patří sem neparametrické testování, teorie odhadů, parametrické testování a měření statistických závislostí. Pro účely této práce bude využito parametrické testování. (Záškodný et al., 2016)

1.9.1 Formulace statistického šetření

Formulace statistického šetření je prvním krokem statistického výzkumu a jde o stanovení jevu, který budeme zkoumat, označujeme jej jako hromadný náhodný jev (HNJ). Dále následuje stanovení skupiny (množiny) objektů, které mají daný jev společný, tedy statistická jednotka (SJ). Statisticky šetřenou vlastností SJ je statistický znak (SZ). Soubor všech statistických jednotek tvoří základní statistický soubor (ZSS), který je cestou náhodného výběru (NV) zmenšen na výběrový statistický soubor (VSS). Uvedené pojmy jsou podrobněji vysvětleny v následující části. (Záškodný et. al, 2016)

- **Hromadný náhodný jev (HNJ)** - je realizace činností nebo procesu, jejichž výsledek nelze s jistotou předpovědět a které se odehrávají v rozsáhlé množině prvků; tyto prvky mají určitou skupinu vlastností stejných a další skupinu vlastností odlišných; deskriptivní a matematická statistika a teorie pravděpodobnosti se zabývají kvalitativní a kvantitativní analýzou zákonitostí hromadných náhodných jevů.

- **Statistická jednotka (SJ)** - je vymezena stejnými vlastnostmi prvku zkoumané množiny.
- **Statistický znak (SZ)** - je dán některou z odlišných vlastností prvku zkoumané množiny.
- **Hodnota statistického znaku (HSZ)** - způsob popisu zkoumaného statistického znaku.
- **Základní statistický soubor (ZSS)** - je dán všemi statistickými jednotkami, jeho rozsah je roven počtu všech statistických jednotek; obvykle není v praktických možnostech statistiků zkoumat SZ u všech SJ; vhodnou cestou je přistoupit k omezení počtu SJ.
- **Náhodný výběr (NV)** - je omezení počtu zkoumaných statistických jednotek takovým způsobem, aby bylo možné přenášet získané výsledky na celý ZSS; existují rozmanité způsoby náhodného výběru (losování, generování tabulkou náhodných čísel, stratifikovaný výběr); je potřebné ověřovat, zda je možno získaný výběr považovat za náhodný.
- **Výběrový statistický soubor (VSS)** - je spojen s výběrovými charakteristikami a je dán těmi statistickými jednotkami, které byly vybrány ze základního statistického souboru procesem náhodného výběru; rozsah VSS je roven počtu vybraných statistických jednotek; VSS je jednorozměrným, je-li u něj zkoumán jen jeden statistický znak, vícerozměrným, je-li zkoumáno více statistických znaků. (Záškodný et. al, 2016)

1.9.2 Škálování

Statistický znak má většinou mnoho hodnot. Seznam hodnot statistického znaku neumožňuje zjistit, jaké hodnoty jsou více či méně pravděpodobné. Proto se přistupuje ke škálování, které rozdělí hodnoty statistického znaku do určitého počtu skupin, které nazýváme prvky škály. Škálování je tedy vhodné vyjádření hodnot statistického znaku prostřednictvím prvků škály. Souhrn prvků skupin se nazývá škála. Dle povahy statistického znaku rozlišujeme následující škály - nominální škála, ordinální škála, kvantitativní metrická škála a absolutní metrická škála. (Záškodný et. al, 2016)

1.9.3 Měření v deskriptivní statistice

Při měření v deskriptivní statistice je ke každé statistické jednotce výběrového statistického souboru přiřazen jeden z prvků škály. Z měření vyplývají údaje o hodnotách statistického znaku, které jsou definovány absolutní četností, udávají, kolikrát byl daný prvek škály naměřen, relativní četností prvků škály, udávají pravděpodobnost výsledku měření a kumulativní četností, udávají pravděpodobnost, že bude naměřen výsledek měření menší nebo roven danému výsledku. (Záškodný et al., 2016)

1.9.4 Elementární statistické zpracování

Výsledky měření je nutné uspořádat, graficky vyjádřit a parametrizovat vhodnými empirickými parametry, což se provede pomocí elementárního statistického zpracování. Výsledkem elementárního statistického zpracování je empirický obraz zkoumaného VSS. Elementárním statistickým zpracováním je vlastně ukončena skupina základních statistických metod, kterou nazýváme deskriptivní statistika. Výstupem elementárního statistického zpracování je tabulka, empirická rozdělení četností v podobě grafu a výpočty empirických parametrů. V tabulce jsou uspořádány výsledky měření. Tabulka obsahuje osm sloupců, kdy v prvních čtyřech jsou údaje potřebné pro zpřehlednění výsledku měření a pro znázornění empirických rozdělení. V posledních čtyřech sloupcích jsou údaje potřebné pro výpočet empirických parametrů. První čtyři sloupce mají spíše kontrolní význam. (Záškodný et al., 2016).

Tabulka

V tabulce jsou uspořádány výsledky měření. Tabulka je sestavena z osmi sloupců. První čtyři jsou potřebné pro zpřehlednění výsledku měření a pro znázornění empirických rozdělení. Druhé čtyři mají pomocný význam a slouží k snadnému a rychlému výpočtu empirických parametrů. (Záškodný et al., 2016):

sloupec x_i	prvek škály
sloupec n_i	absolutní četnost
sloupec n_i/n	relativní četnost
sloupec $\sum n_i$	kumulativní absolutní četnost
sloupec $\sum n_i/n$	kumulativní relativní četnost

sloupec $x_i n_i$	součin $x_i n_i$ pro výpočet empirických parametrů
sloupec $x_i^2 n_i$	součin $x_i^2 n_i$ pro výpočet empirických parametrů
sloupec $x_i^3 n_i$	součin $x_i^3 n_i$ pro výpočet empirických parametrů
sloupec $x_i^4 n_i$	součin $x_i^4 n_i$ pro výpočet empirických parametrů

Graf

Znázornění absolutních, relativních, absolutních kumulativních a relativních kumulativních četností je vyjádřeno v grafech pro orientační vyhodnocení daných parametrů a zkoumaného statistického souboru. (Záškodný et al., 2016)

Výpočty - empirické parametry

Momentové parametry jsou děleny na obecné momenty, centrální momenty a normované momenty následovně (Záškodný et al., 2016):

- **parametr polohy (O_1)** je určen obecným momentem 1. řádu O_1 a nese název „aritmetický průměr“; polohou empirického rozdělení četností je myšleno jeho umístění na vodorovné ose souřadnicového systému; v uvedeném vztahu jde o vážený aritmetický průměr;
- **parametr proměnlivosti (C_2)** je určen centrálním momentem 2. řádu C_2 a nese název „empirický rozptyl“ (odmocnina rozptylu pak nese název „směrodatná odchylka“); směrodatná odchylka S_x ukazuje, jakou výpovědní hodnotu má aritmetický průměr; je-li směrodatná odchylka velká; výpovědní hodnota aritmetického průměru je malá a opačně; variační koeficient v procentuální podobě udává; kolik procent z aritmetického průměru tvoří směrodatná odchylka;
- **parametr šikmosti (N_3)** je nejčastěji určován pomocí normovaného momentu 3. řádu N_3 a nese pak název „koeficient šikmosti“; je-li koeficient šikmosti kladný; pak prvky škály ležící vlevo od aritmetického průměru mají vyšší četnosti (kladně zešikmené rozdělení četností – větší koncentrace menších prvku škály; menších hodnot statistického znaku) a opačně;
- **parametr špičatosti (N_4)** je nejčastěji určován pomocí normovaného momentu 4. řádu N_4 a nese pak název „koeficient špičatosti“; špičatějšímu rozdělení četností při daném rozptylu odpovídá vyšší hodnota koeficientu špičatosti než rozdělení ploššímu;

Používá se rovněž veličina „exces“, definovaná vztahem $\text{exces} = N_4 - 3$. Exces srovnává špičatost empirického rozdělení se špičatostí známého normovaného normálního rozdělení. Je-li exces kladný, je empirické rozdělení špičatější než toto rozdělení. Ideální koeficient špičatosti má hodnotu 3. (Záškodný et al., 2016)

1.9.5 Metody matematické statistiky - parametrické testování

Testování parametrických hypotéz vychází z aparátu nulové hypotézy H_0 a alternativní hypotézy H_a . Tento aparát je doplněn obvyklým aparátem kritického oboru W . Přirozeným předpokladem je, že empirickému rozdělení lze přiřadit jako nejvhodnější teoretické rozdělení, rozdělení normální. Parametrické testování lze rozčlenit na jednovýběrové testování hypotézy o střední hodnotě nebo o rozptylu (pak jsou používány jednovýběrové testy u-test a t-test pro střední hodnotu μ a jednovýběrový χ^2 -test pro rozptyl σ) a na dvojevýběrové testování hypotézy o rovnosti středních hodnot nebo rozptylu (pak jsou používány dvojevýběrové testy u-test a t-test pro rovnost středních hodnot a dvojevýběrový F-test pro rovnost rozptylu). (Záškodný et al., 2016)

2 CÍL PRÁCE A HYPOTÉZY

Diplomová práce se v praktické části zaměřuje na zjištění úrovně znalostí obyvatelstva v otázkách souvisejících s úložištěm jaderného odpadu, a to ve dvou skupinách obyvatelstva. Jednou skupinou jsou obyvatelé žijící ve zkoumané lokalitě Čihadlo. Druhou skupinou jsou obyvatelé žijící mimo zkoumanou lokalitu Čihadlo.

2.1 Cíl práce

Zjistit a porovnat úroveň znalostí a informovanosti zainteresovaných obyvatel žijících v lokalitě Čihadlo s úrovní znalostí a informovanosti obyvatel žijících mimo danou lokalitu.

2.2 Hypotézy

Úroveň znalostí v otázkách souvisejících s úložištěm radioaktivního odpadu a vyhořelého jaderného paliva bude u obyvatel žijících v lokalitě Čihadlo statisticky významně vyšší než u obyvatel žijících mimo tuto lokalitu.

Znalosti v otázkách souvisejících s úložištěm radioaktivního odpadu a vyhořelého jaderného paliva budou u obou skupin dosahovat alespoň 70 %.

3 METODIKA VÝZKUMU

V teoretické části byla provedena analýza dostupné literatury a informací týkajících se stávajících úložišť radioaktivního odpadu a byly popsány lokality zkoumané jako potenciální místa pro vybudování plánovaného trvalého hlubinného úložiště radioaktivního odpadu a vyhořelého jaderného paliva.

Pro zpracování praktické části byl proveden sběr dat dotazníkovým šetřením. Dotazník obsahoval úvodní otázku za účelem získání informace, kde má respondent bydliště. Tedy je-li z oblasti zkoumané lokality Čihadlo, či nikoli. Dalších dvacet otázek se týkalo JE v ČR, úložišť radioaktivních odpadů v ČR, radioaktivních odpadů samotných a ionizujícího záření a jeho vlivu na živé organizmy. Otázky nabízely čtyři možné odpovědi, kdy vždy jen jedna byla správná. Pro provedení dotazníkového šetření byla vybrána lokalita Čihadlo, tedy obyvatelé města Deštná a obcí Lodhěřov, Pluhův Ždár a Světce, jako respondenti žijící ve zkoumané lokalitě. Dále byli vybráni obyvatelé z Českobudějovicka a Táborska, jako respondenti žijící mimo zkoumanou lokalitu Čihadlo. Výsledky byly zpracovány pomocí metod deskriptivní a matematické statistiky.

Celkem bylo rozdáno 200 dotazníků v lokalitě Čihadlo. V lokalitě Čihadlo byly dotazníky rozneseny do schránek obyvatel města Deštné (70 dotazníků) a obcí Lodhěřov (60 dotazníků), Pluhův Ždár (45 dotazníků) a Světce (25 dotazníků). Po týdnu byly dotazníky od obyvatel lokality Čihadlo vybrány zpět. V lokalitě Čihadlo vyplnilo dotazník celkem 114 obyvatel. Obyvatelům žijícím mimo lokalitu Čihadlo bylo rozdáno také celkem 200 dotazníků, prostřednictvím rodinných příslušníků a přátel žijících na Českobudějovicku a Táborsku. Část dotazníků od obyvatel žijících mimo lokalitu byla vyplněna v papírové formě, část v elektronické na odkazu <http://ulozodpad.ml/>. Obyvatelé žijící mimo lokalitu Čihadlo vyplnili celkem 100 dotazníků. Za účelem vyrovnání počtu dotazníků v jednotlivých skupinách obyvatel, bylo ze skupiny dotazníků obyvatel lokality Čihadlo, vylosováno 100 dotazníků.

Shromážděná data byla zpracována v programu Microsoft Excel 2007. Statistické zpracování dat získaných dotazníkovým šetřením bylo provedeno základními metodami v deskriptivní statistice (formulace statistického šetření, škálování, měření a elementární statistické zpracování) a v matematické statistice (parametrické testování pomocí dvouvýběrového t-testu).

4 VÝSLEDKY

V této části práce jsou uvedeny výsledky dotazníkového šetření a statistických výpočtů. Jsou zde uvedeny jednotlivé otázky a nabízené odpovědi uvedené v dotazníku. Tučně je vyznačena správná odpověď. Graficky je poměr správných a špatných odpovědí.

4.1 Grafické zobrazení výsledků dotazníkového šetření

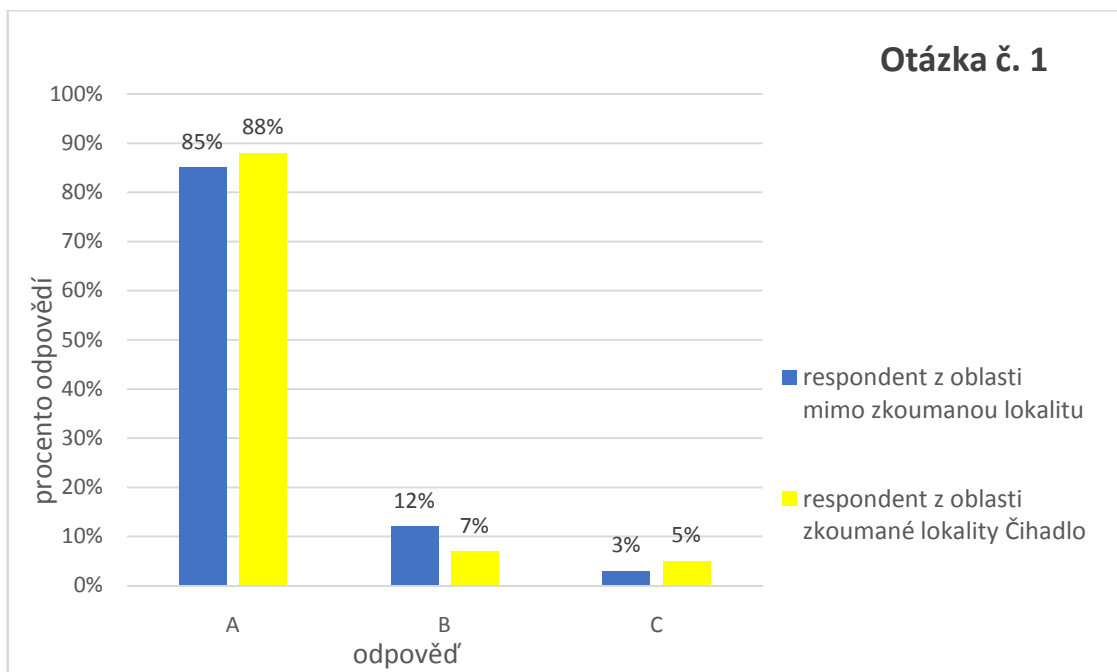
Výsledky odpovědí na jednotlivé otázky dotazníkového šetření jsou zaznamenány ve dvou grafech. První, sloupcový graf, znázorňuje procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí obyvatel žijících v lokalitě Čihadlo a obyvatel žijících mimo lokalitu. Na svislé ose jsou uvedena procenta odpovědí a na vodorovné ose možnosti odpovědí A-D. Druhý, koláčový graf, znázorňuje procentuální poměr správných a špatných odpovědí celkem, tedy za obě lokality dohromady. Úvodní otázka měla pouze informativní charakter za účelem zjištění bydliště respondenta. Pro dotazníkové šetření bylo použito 100 dotazníků vyplněných obyvateli žijícími v lokalitě Čihadlo a 100 dotazníků vyplněných obyvateli žijících mimo lokalitu.

Bydliště

- a) respondent z oblasti zkoumané lokality Čihadlo
- b) respondent z oblasti mimo zkoumanou lokalitu

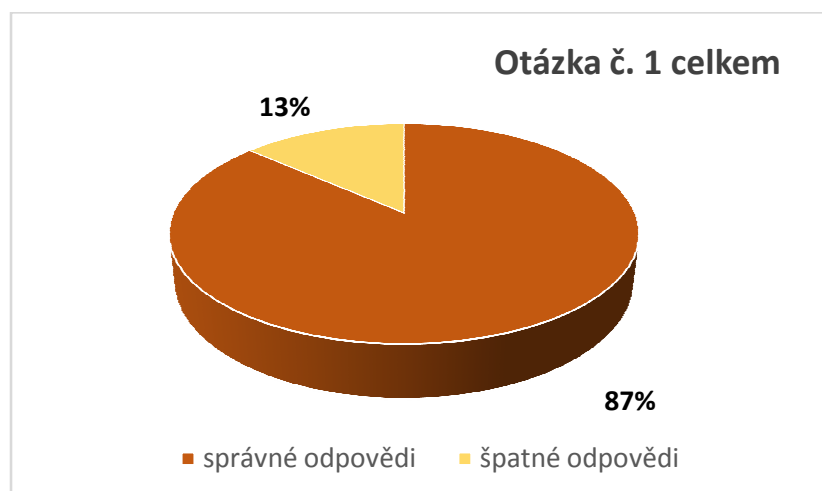
Otázka č. 1 Jaké znáte v ČR jaderné elektrárny?

- a) **JE Dukovany, JE Temelín**
- b) JE Dětmarovice, JE Temelín
- c) JE Dukovany, JE Prunéřov
- d) JE Tušimice, JE Vřesová



Graf 1: Otázka č. 1; Zdroj: Vlastní výzkum

V grafu 1 jsou uvedeny odpovědi na otázku č. 1. Otázku č. 1 správně zodpovědělo 88 % respondentů z oblasti zkoumané lokality Čihadlo, což odpovídá 88 respondentům a 85 % respondentů z oblasti mimo zkoumanou lokalitu, což odpovídá 85 respondentům.

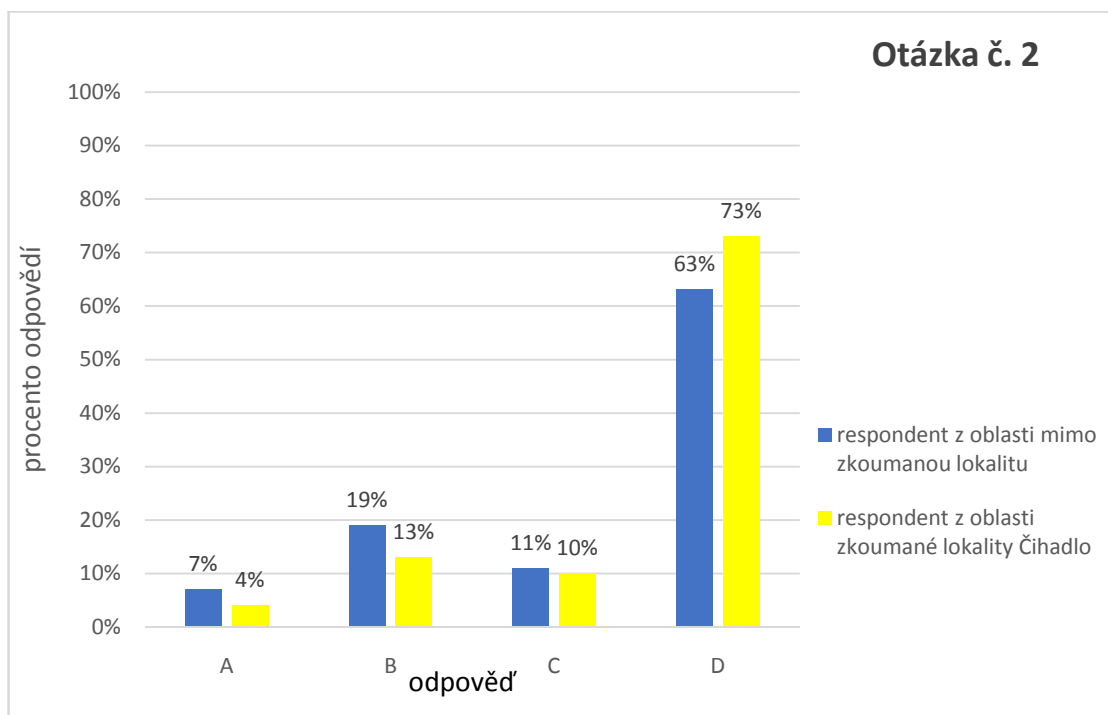


Graf 2: Otázka č. 1 celkem; Zdroj: Vlastní výzkum

Graf 2 znázorňuje, že na otázku č. 1 odpovědělo správně 87 % všech respondentů, celkem tedy bylo 173 správných odpovědí.

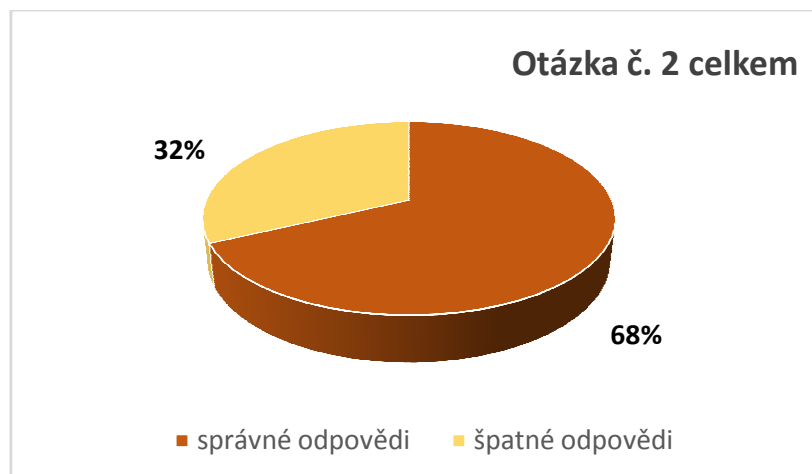
Otázka č. 2 Jaké jsou dva základní typy úložišť radioaktivních odpadů?

- a) povrchová úložiště, úložiště pod mořským dnem
- b) úložiště v ledovcích, hlubinná úložiště
- c) úložiště pod mořským dnem, hlubinná úložiště
- d) povrchová úložiště, hlubinná úložiště**



Graf 3: Otázka č. 2; Zdroj: Vlastní výzkum

V grafu 3 jsou uvedeny odpovědi na otázku č. 2. Otázku č. 2 správně zodpovědělo 73 % respondentů z oblasti zkoumané lokality Čihadlo, což odpovídá 73 respondentům a 63 % respondentů z oblasti mimo zkoumanou lokalitu, což odpovídá 63 respondentům.

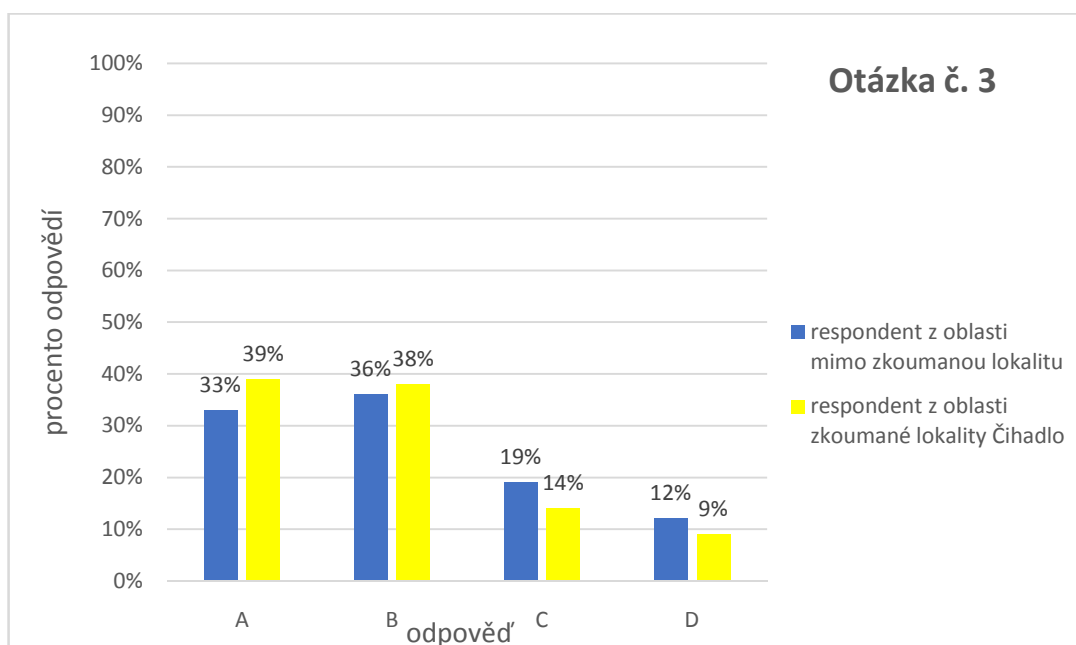


Graf 4: Otázka č. 2 celkem; Zdroj: Vlastní výzkum

Graf 4 znázorňuje, že na otázku č. 2 odpovědělo správně 68 % všech respondentů, celkem tedy bylo 136 správných odpovědí.

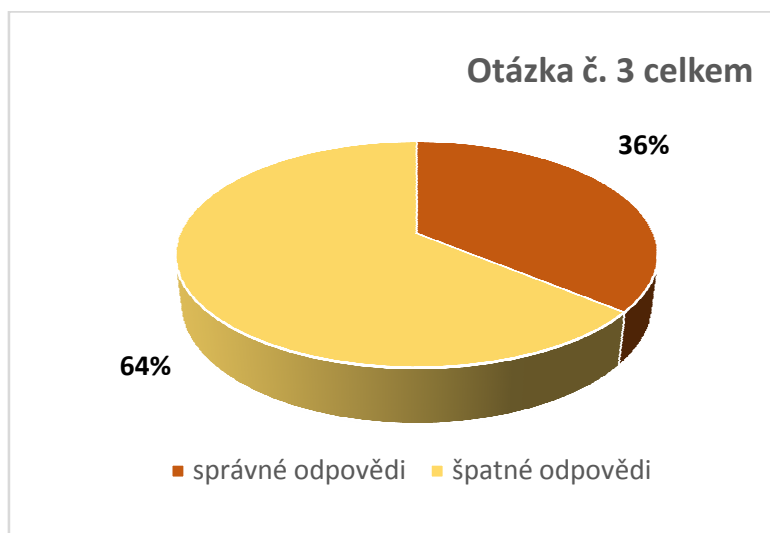
Otázka č. 3 Jaká jsou současná úložiště radioaktivních odpadů v ČR?

- a) úložiště Bratrství, úložiště Dukovany, úložiště Richard
- b) úložiště Bratrství, úložiště Dukovany, úložiště Temelín
- c) úložiště Chvaletice, úložiště Dětmarovice, úložiště Richard
- d) v ČR nejsou žádná úložiště radioaktivních odpadů



Graf 5: Otázka č. 3; Zdroj: Vlastní výzkum

V grafu 5 jsou uvedeny odpovědi na otázku č. 3. Otázku č. 3 správně zodpovědělo 39 % respondentů z oblasti zkoumané lokality Čihadlo, což odpovídá 39 respondentům a 33 % respondentů z oblasti mimo zkoumanou lokalitu, což odpovídá 33 respondentům.

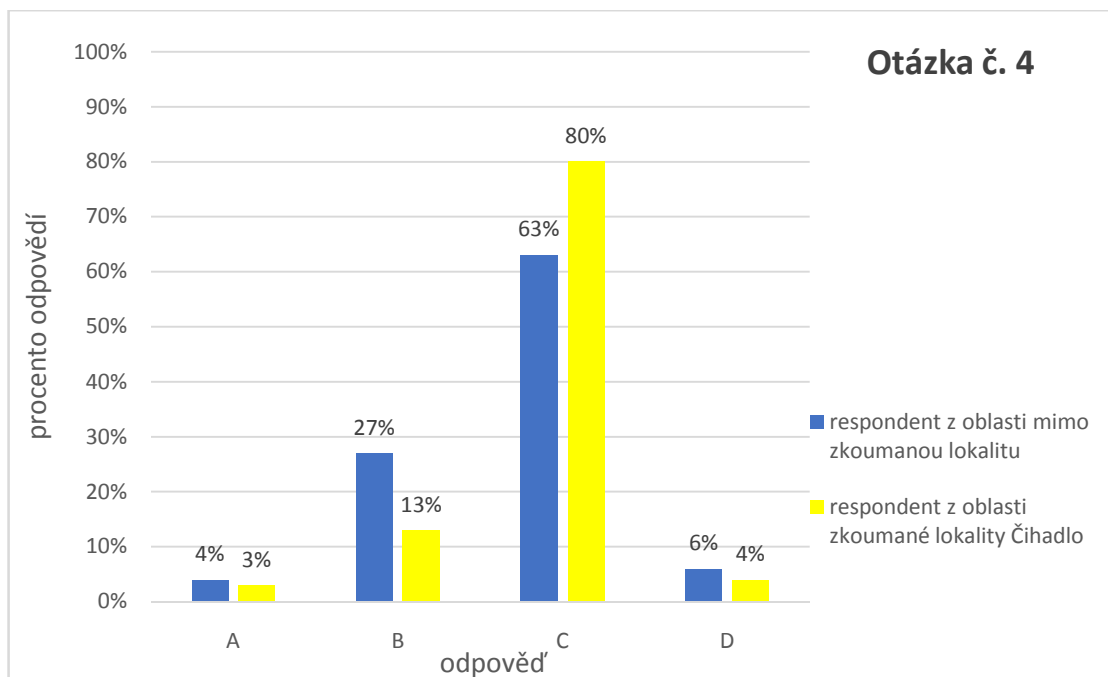


Graf 6: Otázka č. 3 celkem; Zdroj: Vlastní výzkum

Graf 6 znázorňuje, že na otázku č. 3 odpovědělo správně 36 % všech respondentů, celkem tedy bylo 72 správných odpovědí.

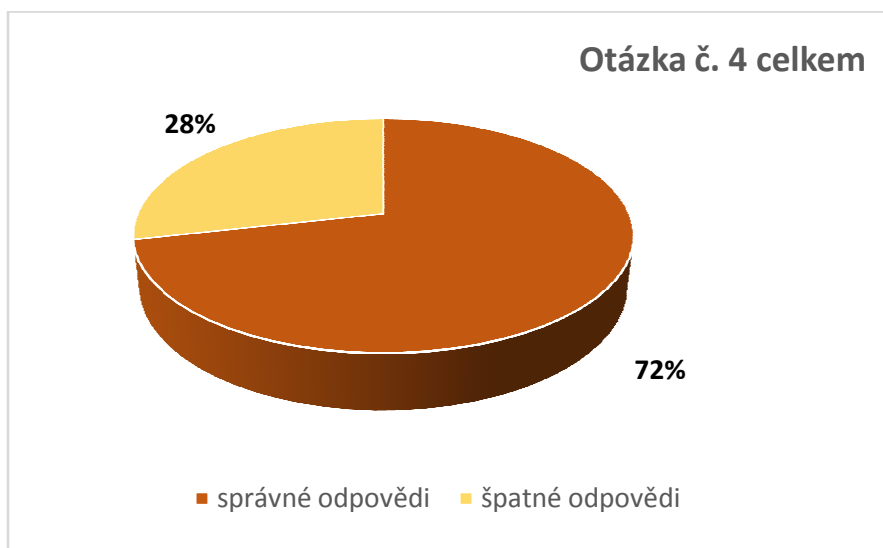
Otázka č. 4 Které lokality (například) patří mezi zkoumané jako potenciální úložiště radioaktivních odpadů?

- a) nezkoumají se žádné lokality za tímto účelem
- b) Březnice, Čihadlo, Hrádek, Magdaléna, Terčino údolí...
- c) **Březový potok, Čertovka, Čihadlo, Horka, Magdaléna...**
- d) Březnice, Čihadlo, Horka, Terčino údolí, Zámeček...



Graf 7: Otázka č. 4; Zdroj: Vlastní výzkum

V grafu 7 jsou uvedeny odpovědi na otázku č. 4. Otázku č. 4 správně zodpovědělo 80 % respondentů z oblasti zkoumané lokality Čihadlo, což odpovídá 80 respondentům a 63 % respondentů z oblasti mimo zkoumanou lokalitu, což odpovídá 63 respondentům.

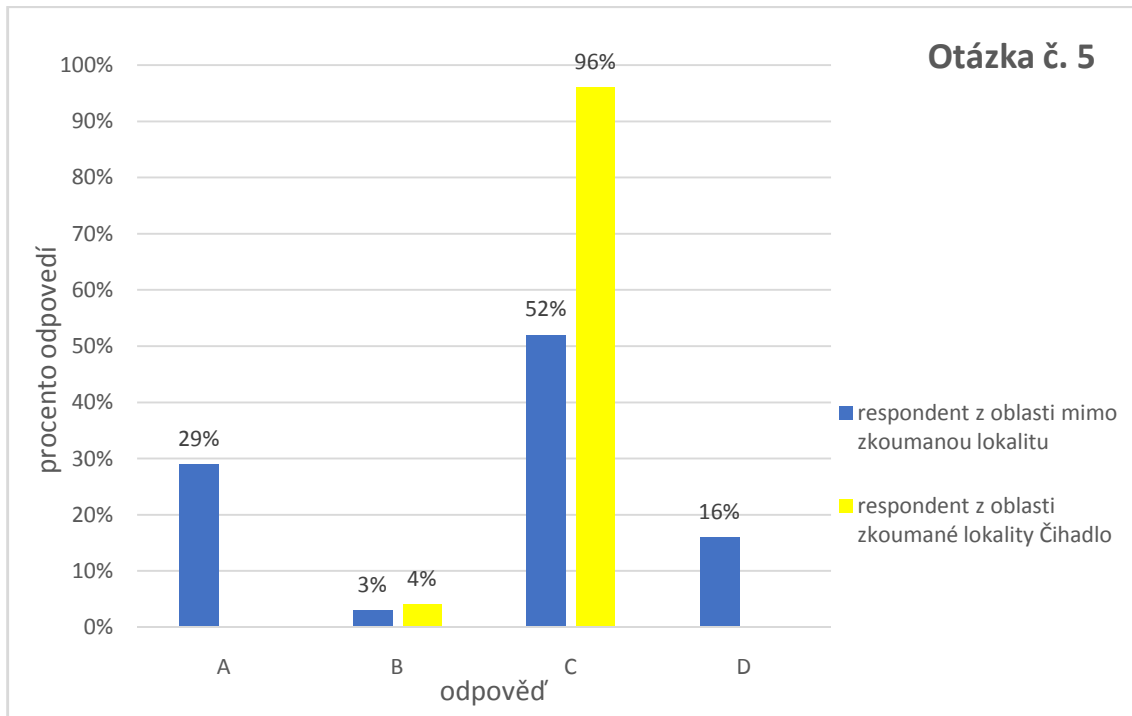


Graf 8: Otázka č. 4 celkem; Zdroj: Vlastní výzkum

Graf 8 znázorňuje, že na otázku č. 4 odpovědělo správně 72 % všech respondentů, celkem tedy bylo 143 správných odpovědí.

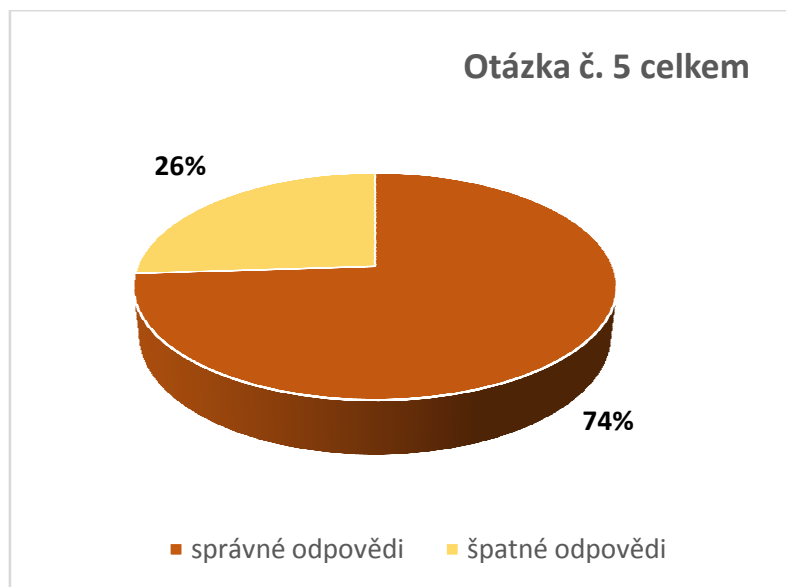
Otázka č. 5 Které obce spadají do zkoumané lokality zamýšleného úložiště radioaktivních odpadů Čihadlo?

- a) Chanovice, Kvášňovice, Maňovice, Olšany, Pačejov, Velký Bor
- b) žádné, nezkoumají se žádné lokality za tímto účelem
- c) **Deštná, Pluhův Ždár, Lodhéřov, Světce**
- d) Blatno, Lubenec, Tis u Blatna, Žihle



Graf 9: Otázka č. 5; Zdroj: Vlastní výzkum

V grafu 9 jsou uvedeny odpovědi na otázku č. 5. Otázku č. 5 správně zodpovědělo 96 % respondentů z oblasti zkoumané lokality Čihadlo, což odpovídá 96 respondentům a 52 % respondentů z oblasti mimo zkoumanou lokalitu, což odpovídá 52 respondentům.

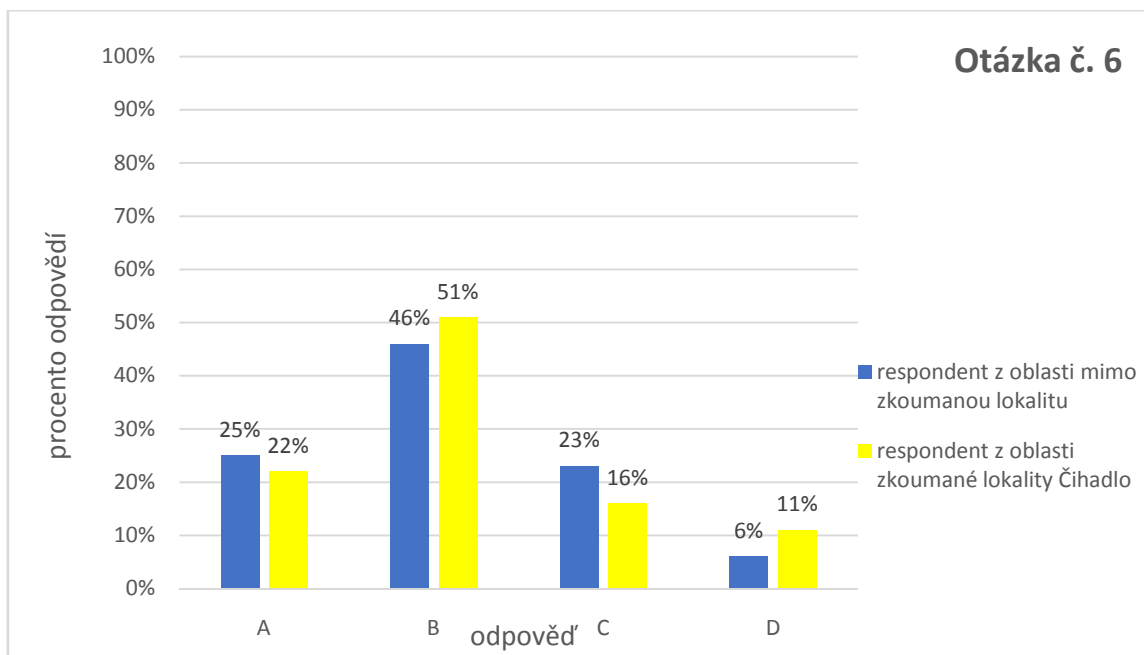


Graf 10: Otázka č. 5 celkem; Zdroj: Vlastní výzkum

Graf 10 znázorňuje, že na otázku č. 5 odpovědělo správně 74 % všech respondentů, celkem tedy bylo 148 správných odpovědí.

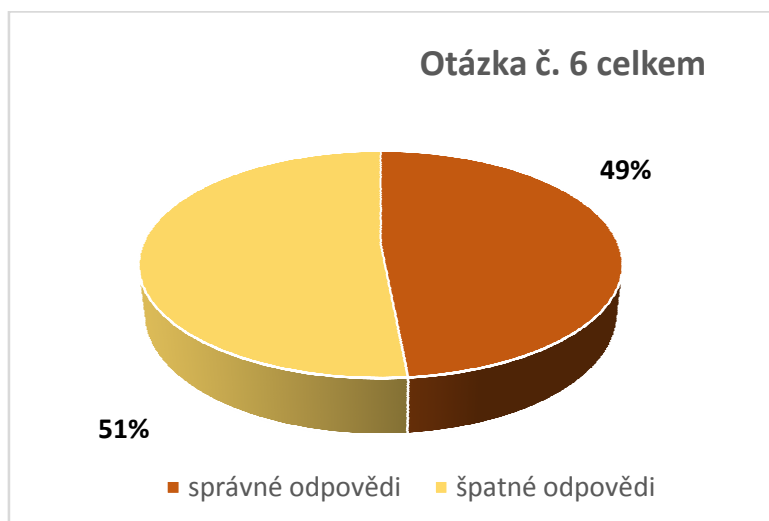
Otázka č. 6 Jaká je přibližně výměra zkoumané lokality Čihadlo?

- a) cca 133 km²
- b) cca 26 km²**
- c) cca 12 km²
- d) cca 458 km²



Graf 11: Otázka č. 6; Zdroj: Vlastní výzkum

V grafu 11 jsou uvedeny odpovědi na otázku č. 6. Otázku č. 6 správně zodpovědělo 51 % respondentů z oblasti zkoumané lokality Čihadlo, což odpovídá 51 respondentům a 46 % respondentů z oblasti mimo zkoumanou lokalitu, což odpovídá 46 respondentům.

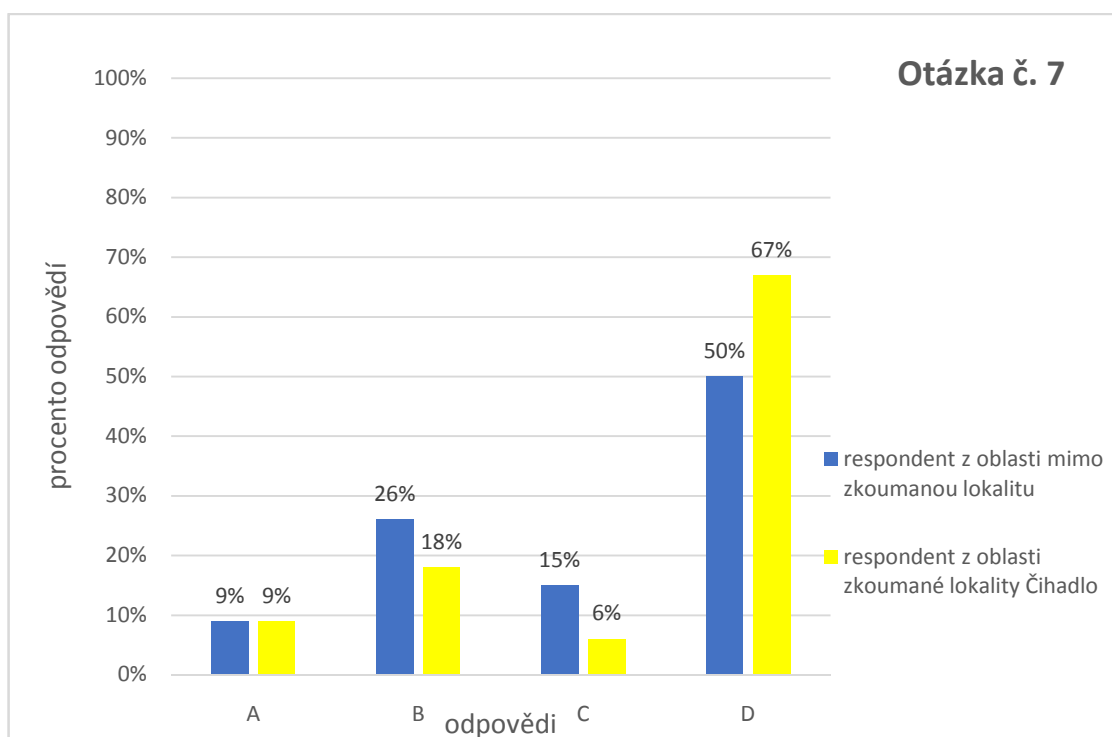


Graf 12: Otázka č. 6 celkem; Zdroj: Vlastní výzkum

Graf 12 znázorňuje, že na otázku č. 6 odpovědělo správně 49 % všech respondentů, celkem tedy bylo 97 správných odpovědí.

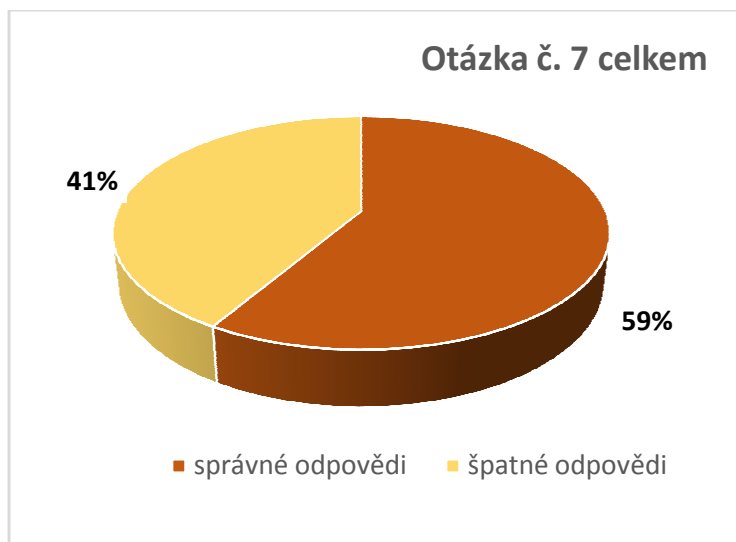
Otázka č. 7 V jakých nádobách by měl být radioaktivní odpad do hlubinného úložiště ukládán?

- a) v jakýchkoliv kontejnerech, obklopených jílovým materiálem (bentonitem)
- b) ve velkoobjemových nádržích
- c) v plastových sudech nastavených v několika vrstvách
- d) v nepropustných ocelových kontejnerech, obklopených jílovým materiálem (bentonitem)**



Graf 13: Otázka č. 7; Zdroj: Vlastní výzkum

V grafu 13 jsou uvedeny odpovědi na otázku č. 7. Otázku č. 7 správně zodpovědělo 67 % respondentů z oblasti zkoumané lokality Čihadlo, což odpovídá 67 respondentům a 50 % respondentů z oblasti mimo zkoumanou lokalitu, což odpovídá 50 respondentům.

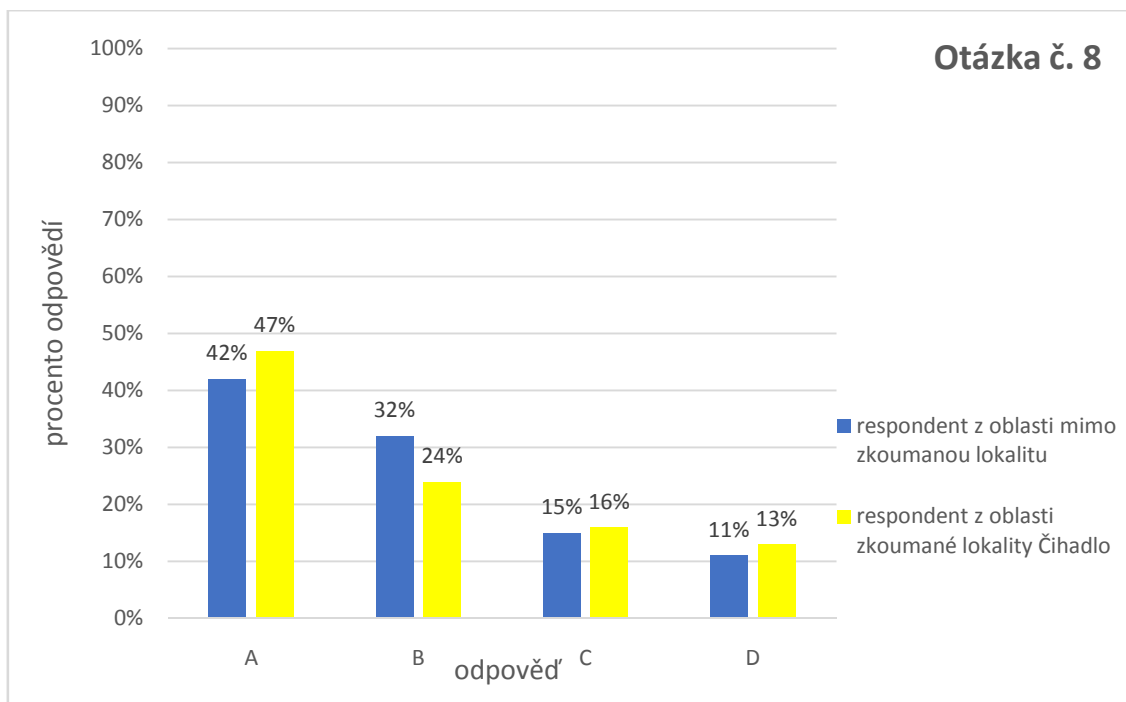


Graf 14: Otázka č. 7 celkem; Zdroj: Vlastní výzkum

Graf 14 znázorňuje, že na otázku č. 7 odpovědělo správně 59 % všech respondentů, celkem tedy bylo 117 správných odpovědí.

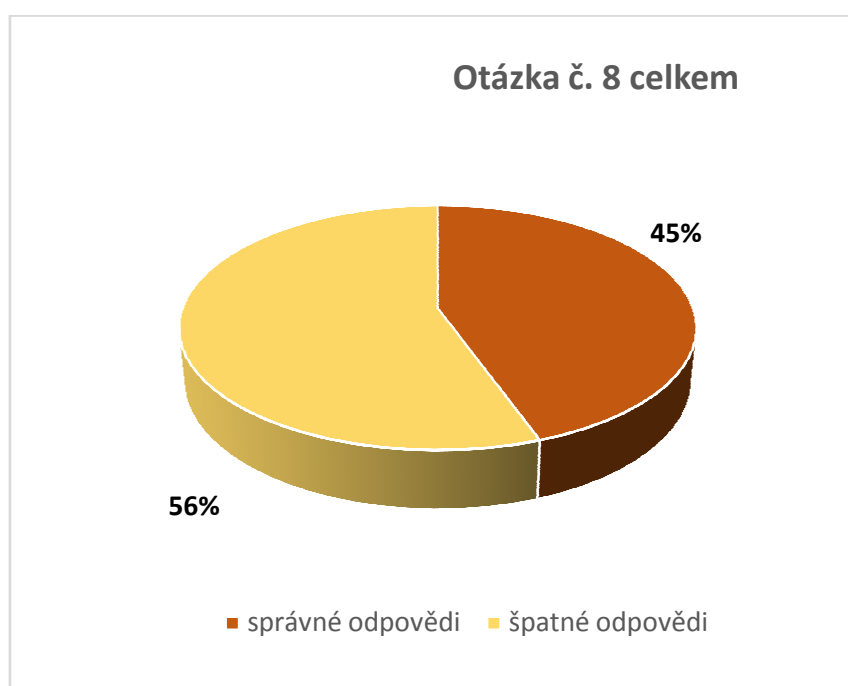
Otázka č. 8 V jaké hloubce pod zemí by mělo být úložiště radioaktivních odpadů vybudováno?

- a) 500 m
- b) 1 500 m
- c) 150 m
- d) 5 000 m



Graf 15: Otázka č. 8; Zdroj: Vlastní výzkum

V grafu 15 jsou uvedeny odpovědi na otázku č. 8. Otázku č. 8 správně zodpovědělo 47 % respondentů z oblasti zkoumané lokality Čihadlo, což odpovídá 47 respondentům a 42 % respondentů z oblasti mimo zkoumanou lokalitu, což odpovídá 42 respondentům.

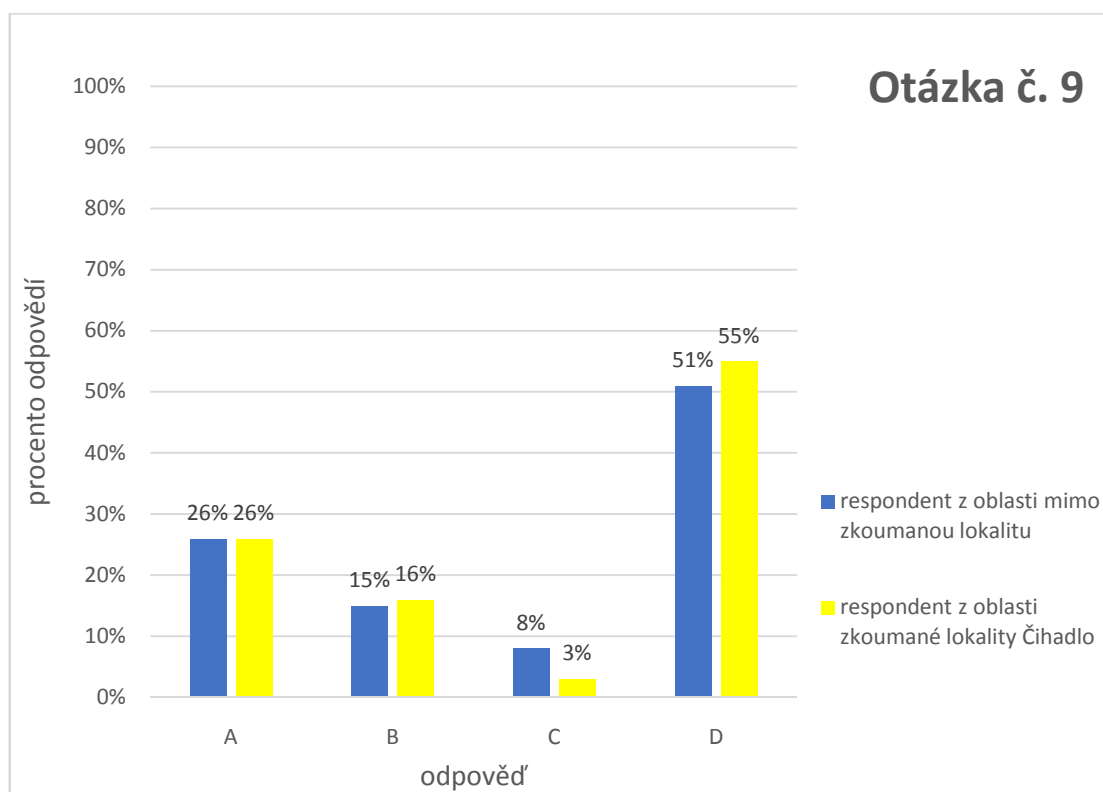


Graf 16: Otázka č. 8 celkem; Zdroj: Vlastní výzkum

Graf 16 znázorňuje, že na otázku č. 8 odpovědělo správně 45 % všech respondentů, celkem tedy bylo 89 správných odpovědí.

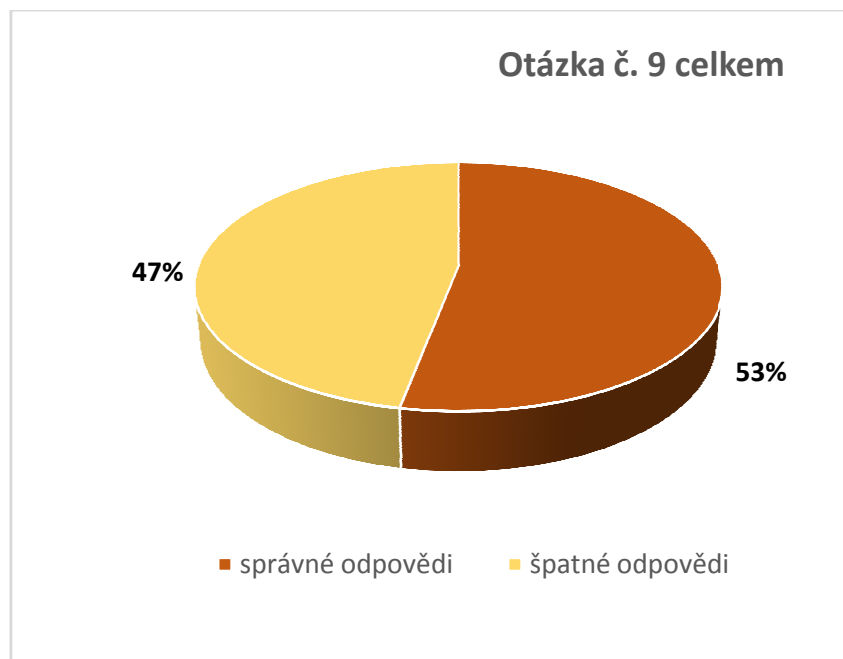
Otázka č. 9 Kdy by mělo být nové hlubinné úložiště uvedeno do provozu?

- a) ještě není rozhodnuto a stanoveno
- b) v roce 2020
- c) dle rychlosti probíhajících průzkumných prací
- d) v roce 2065**



Graf 17: Otázka č. 9; Zdroj: Vlastní výzkum

V grafu 17 jsou uvedeny odpovědi na otázku č. 9. Otázku č. 9 správně zodpovědělo 55 % respondentů z oblasti zkoumané lokality Čihadlo, což odpovídá 55 respondentům a 51 % respondentů z oblasti mimo zkoumanou lokalitu, což odpovídá 51 respondentům.

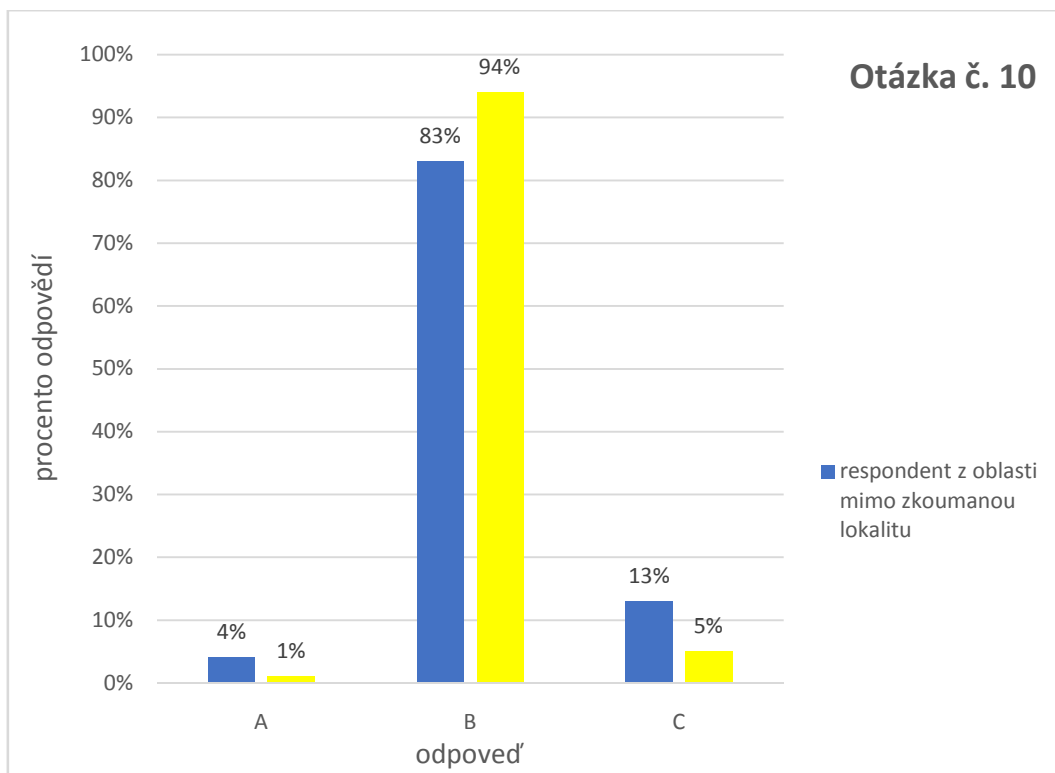


Graf 18: Otázka č. 9 celkem; Zdroj: Vlastní výzkum

Graf 18 znázorňuje, že na otázku č. 9 odpovědělo správně 53 % všech respondentů, celkem tedy bylo 106 správných odpovědí.

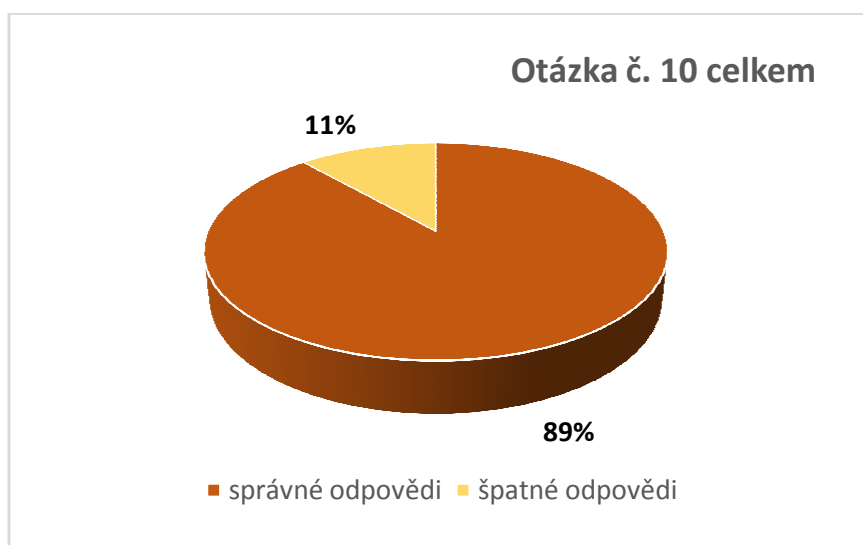
Otázka č. 10 Z čeho mají obyvatelé zkoumané lokality největší obavy?

- a) nemají žádné obavy
- b) z narušení a znečištění životního prostředí a ze ztráty či poškození zdrojů pitné vody s dopadem na zdraví**
- c) z nedostupnosti relevantních a pravdivých informací
- d) ze zvýšené návštěvnosti lokality



Graf 19: Otázka č. 10; Zdroj: Vlastní výzkum

V grafu 19 jsou uvedeny odpovědi na otázku č. 10. Otázku č. 10 správně zodpovědělo 94 % respondentů z oblasti zkoumané lokality Čihadlo, což odpovídá 94 respondentům a 83 % respondentů z oblasti mimo zkoumanou lokalitu, což odpovídá 83 respondentům.

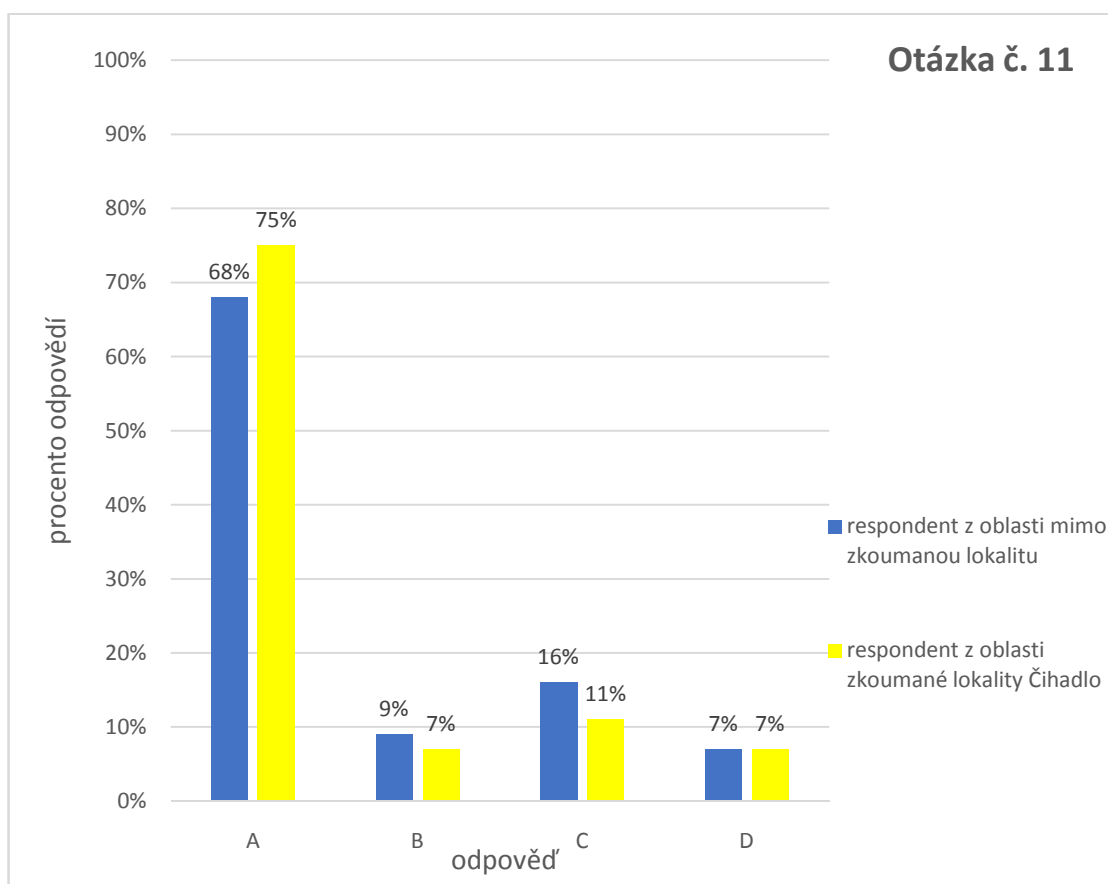


Graf 20: Otázka č. 10 celkem; Zdroj: Vlastní výzkum

Graf 20 znázorňuje, že na otázku č. 10 odpovědělo správně 89 % všech respondentů, celkem tedy bylo 177 správných odpovědí.

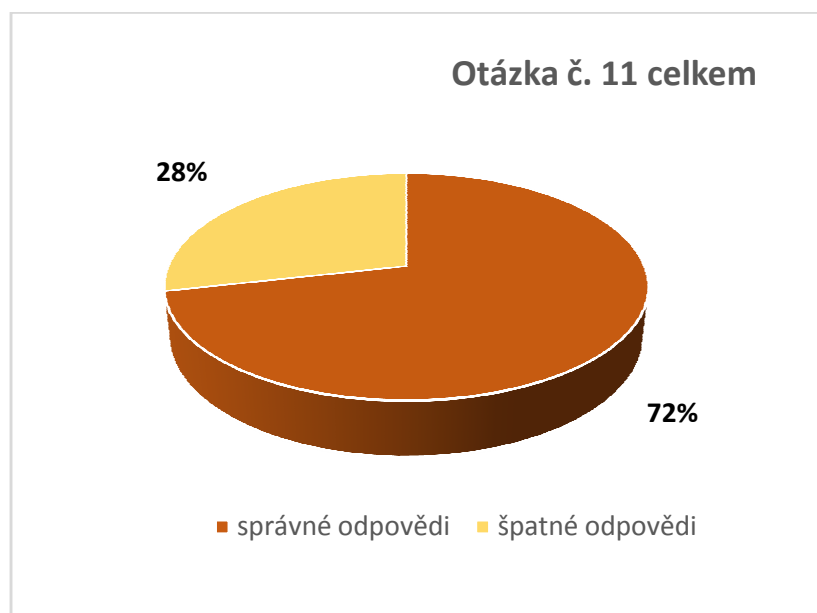
Otázka č. 11 Probíhalo již ve zkoumaných lokalitách zamýšleného úložiště radioaktivních odpadů nějaké monitorování?

- a) probíhalo, například monitorování radonu a monitorování vodních zdrojů
- b) není potřeba, aby probíhalo jakékoliv monitorování, nejsou žádná rizika
- c) probíhalo, například monitorování dostupnosti železnice
- d) dosud neprobíhalo žádné monitorování



Graf 21: Otázka č. 11; Zdroj: Vlastní výzkum

V grafu 21 jsou uvedeny odpovědi na otázku č. 11. Otázku č. 11 správně zodpovědělo 75 % respondentů z oblasti zkoumané lokality Čihadlo, což odpovídá 75 respondentům a 68 % respondentů z oblasti mimo zkoumanou lokalitu, což odpovídá 68 respondentům.

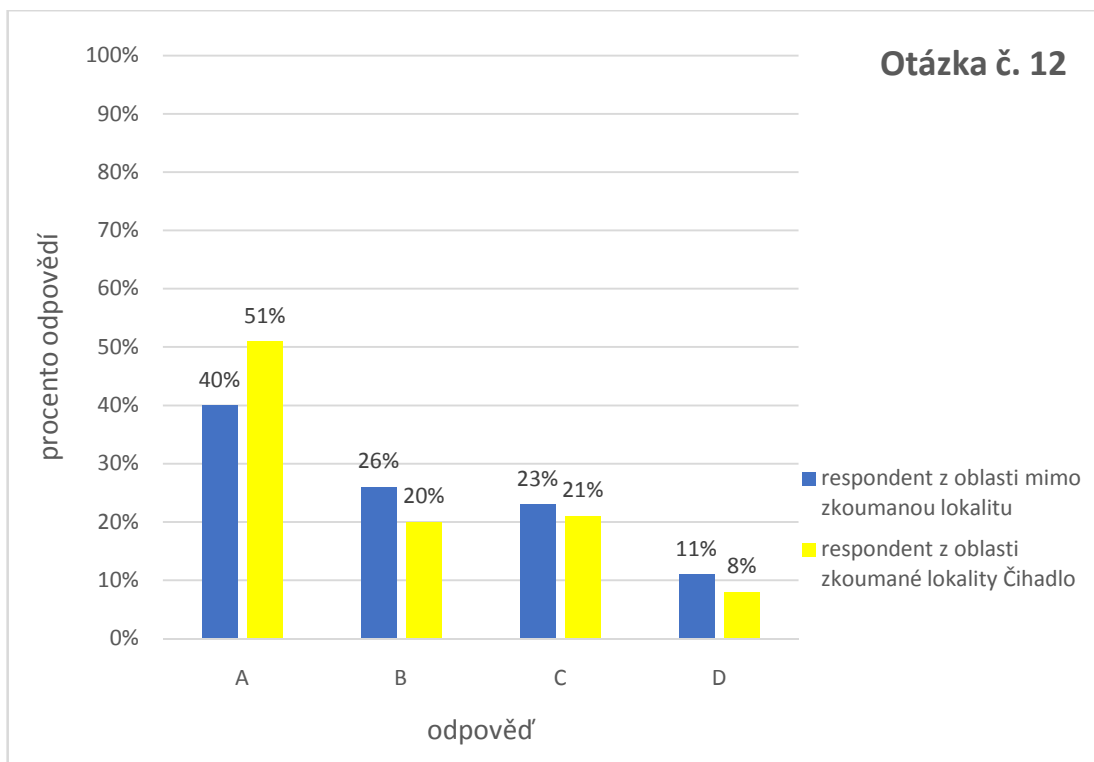


Graf 22: Otázka č. 11 celkem; Zdroj: Vlastní výzkum

Graf 22 znázorňuje, že na otázku č. 11 odpovědělo správně 72 % všech respondentů, celkem tedy bylo 143 správných odpovědí.

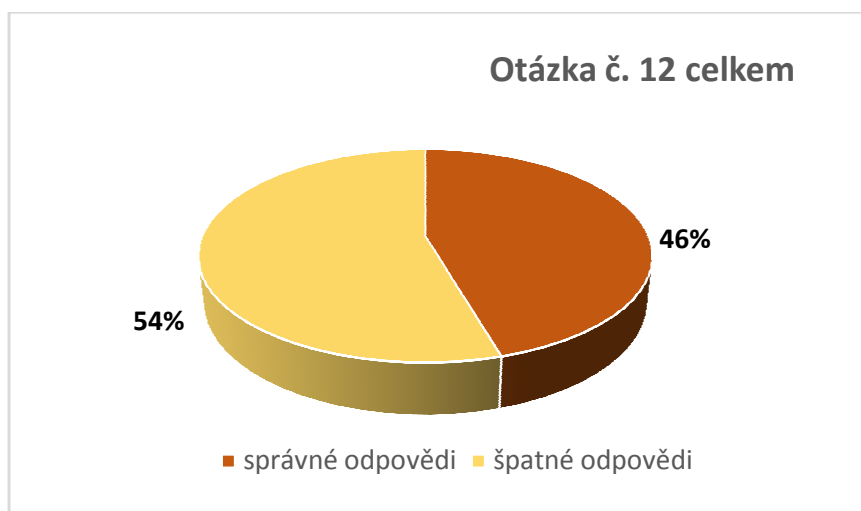
Otázka č. 12 Máte představu, jaké množství radioaktivního odpadu vyprodukuje jaderné elektrárny v ČR za kalendářní rok?

- a) 100 tun
- b) 1 000 tun
- c) 10 000 tun
- d) 100 000 tun



Graf 23: Otázka č. 12; Zdroj: Vlastní výzkum

V grafu 23 jsou uvedeny odpovědi na otázku č. 12. Otázku č. 12 správně zodpovědělo 51 % respondentů z oblasti zkoumané lokality Čihadlo, což odpovídá 51 respondentům a 40 % respondentů z oblasti mimo zkoumanou lokalitu, což odpovídá 40 respondentům.

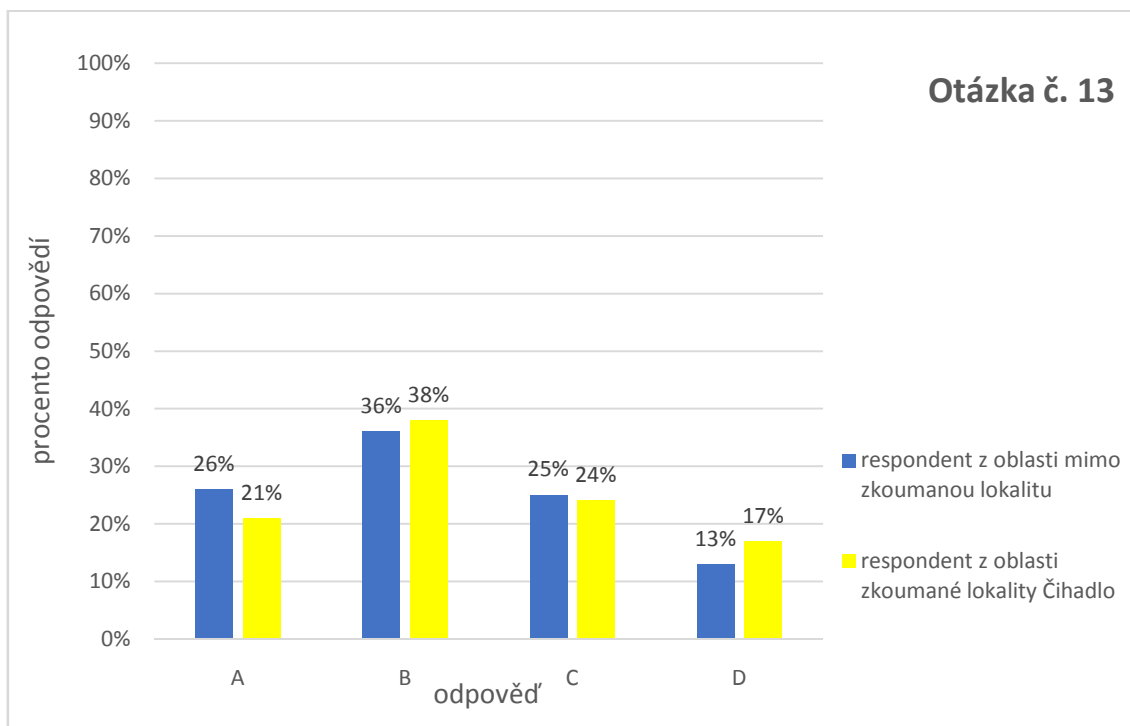


Graf 24: Otázka č. 12 celkem; Zdroj: Vlastní výzkum

Graf 24 znázorňuje, že na otázku č. 12 odpovědělo správně 46 % všech respondentů, celkem tedy bylo 91 správných odpovědí.

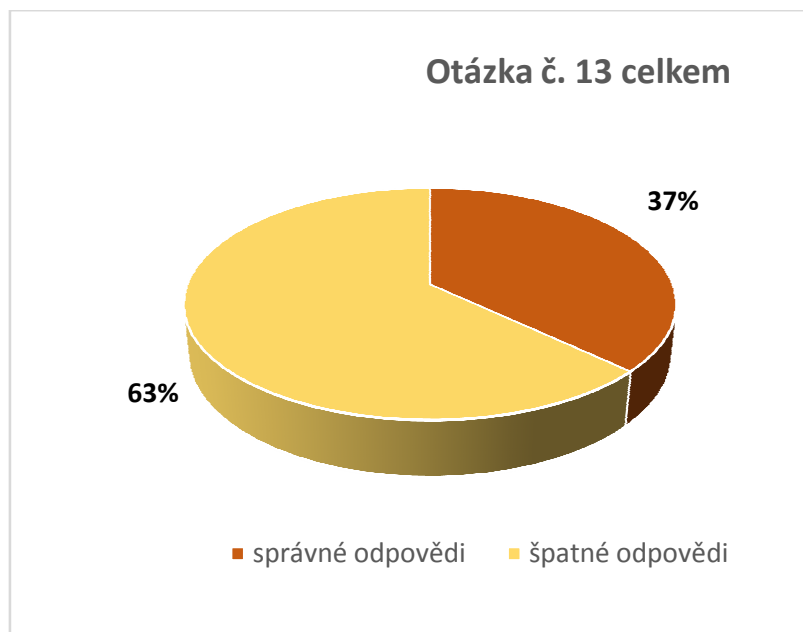
Otázka č. 13 Jak se dělí radioaktivní odpady?

- a) nízkoaktivní odpad, středněaktivní odpad, vysokoaktivní odpad
- b) přechodně aktivní odpad, velmi nízkoaktivní odpad, nízkoaktivní odpad, středněaktivní odpad, vysokoaktivní odpad**
- c) nízkoaktivní odpad, vysokoaktivní odpad
- d) nerozděluje se, jedná se pouze o radioaktivní odpady



Graf 25: Otázka č. 13; Zdroj: Vlastní výzkum

V grafu 25 jsou uvedeny odpovědi na otázku č. 13. Otázku č. 13 správně zodpovědělo 38 % respondentů z oblasti zkoumané lokality Čihadlo, což odpovídá 38 respondentům a 36 % respondentů z oblasti mimo zkoumanou lokalitu, což odpovídá 36 respondentům.

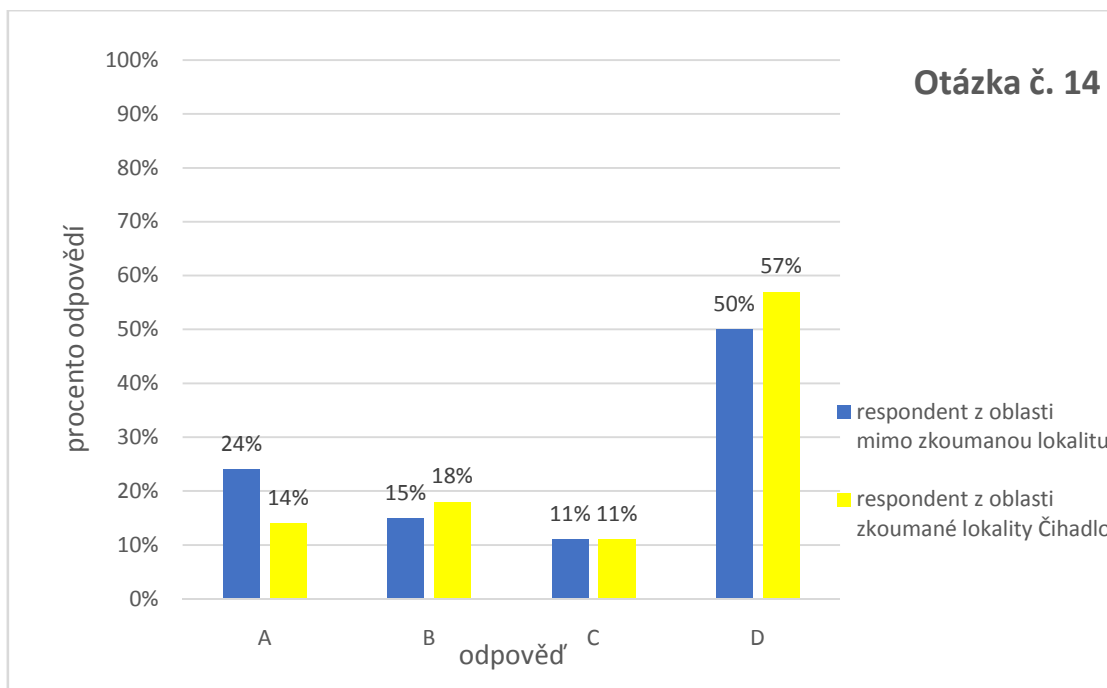


Graf 26: Otázka č. 13 celkem; Zdroj: Vlastní výzkum

Graf 26 znázorňuje, že na otázku č. 13 odpovědělo správně 37 % všech respondentů, celkem tedy bylo 74 správných odpovědí.

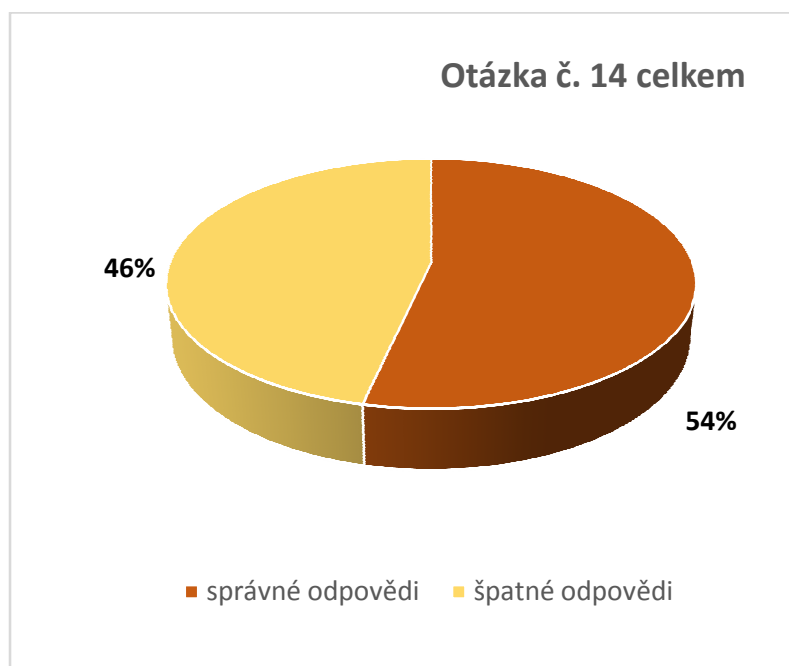
Otázka č. 14 Je možné vyhořelé jaderné palivo zpracovávat k dalšímu použití?

- a) je, podobně jako ostatní recyklovatelný materiál
- b) není, protože vzniká zanedbatelné množství vyhořelého jaderného paliva
- c) je, pokud je zpracováno do jednoho roku od jeho vzniku
- d) není, je nutné jej bezpečně uložit a dále s ním nenakládat**



Graf 27: Otázka č. 14; Zdroj: Vlastní výzkum

V grafu 27 jsou uvedeny odpovědi na otázku č. 14. Otázku č. 14 správně zodpovědělo 57 % respondentů z oblasti zkoumané lokality Čihadlo, což odpovídá 57 respondentům a 50 % respondentů z oblasti mimo zkoumanou lokalitu, což odpovídá 50 respondentům.

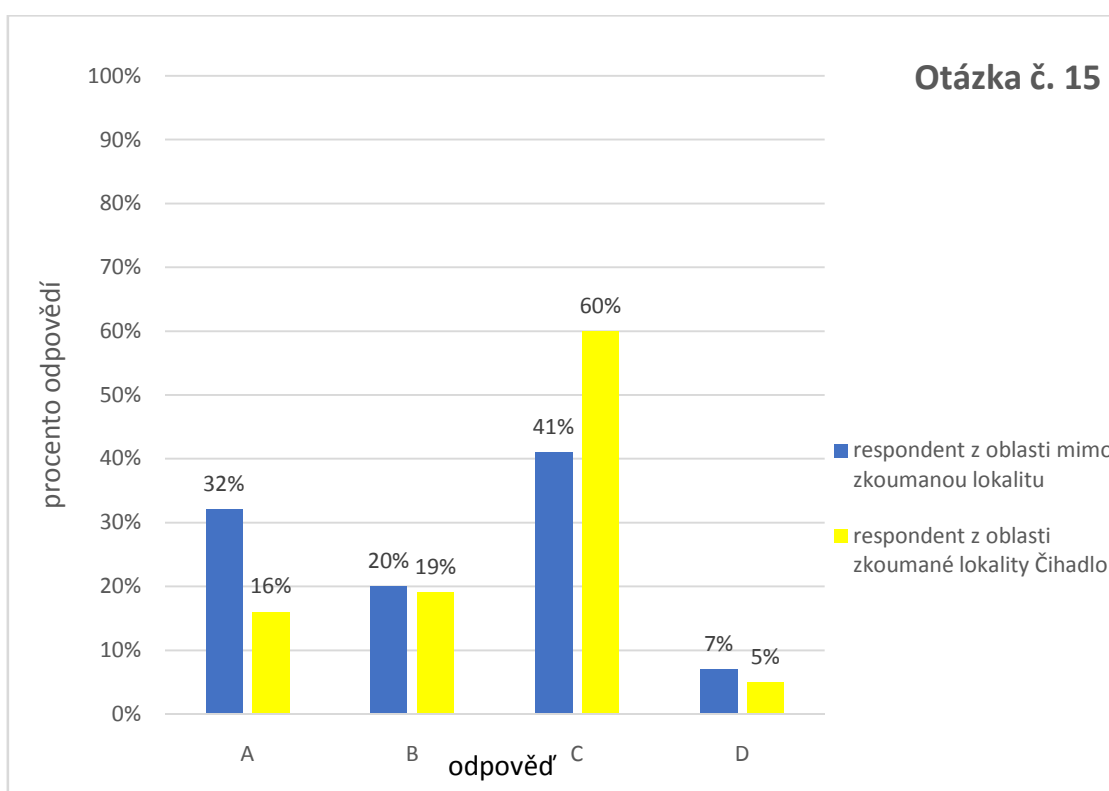


Graf 28: Otázka č. 14 celkem; Zdroj: Vlastní výzkum

Graf 28 znázorňuje, že na otázku č. 14 odpovědělo správně 54 % všech respondentů, celkem tedy bylo 107 správných odpovědí.

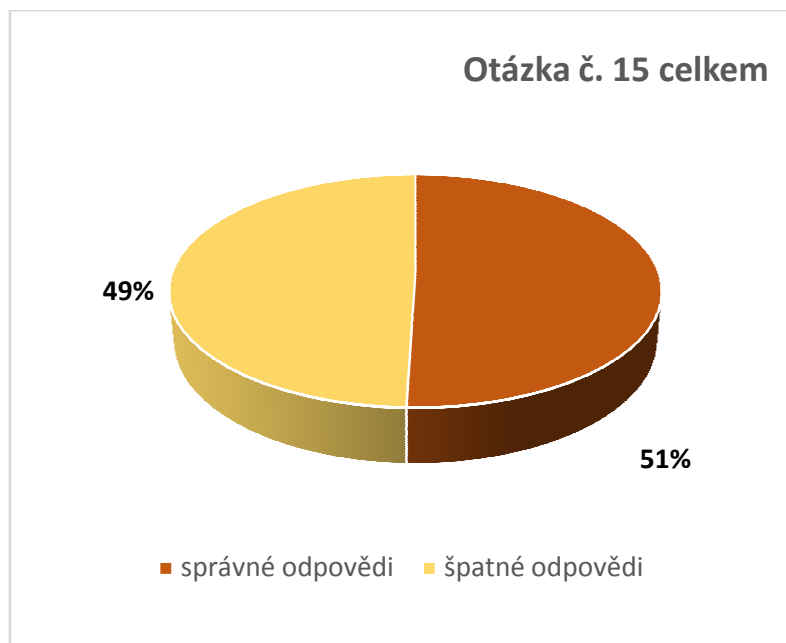
Otázka č. 15 Jaké jsou základní zdroje ionizujícího záření?

- a) přirozené a umělé
- b) přirozené a nepřirozené
- c) přírodní a umělé**
- d) neexistují žádné zdroje ionizujícího záření



Graf 29: Otázka č. 15; Zdroj: Vlastní výzkum

V grafu 29 jsou uvedeny odpovědi na otázku č. 15. Otázku č. 15 správně zodpovědělo 60 % respondentů z oblasti zkoumané lokality Čihadlo, což odpovídá 60 respondentům a 41 % respondentů z oblasti mimo zkoumanou lokalitu, což odpovídá 41 respondentům.

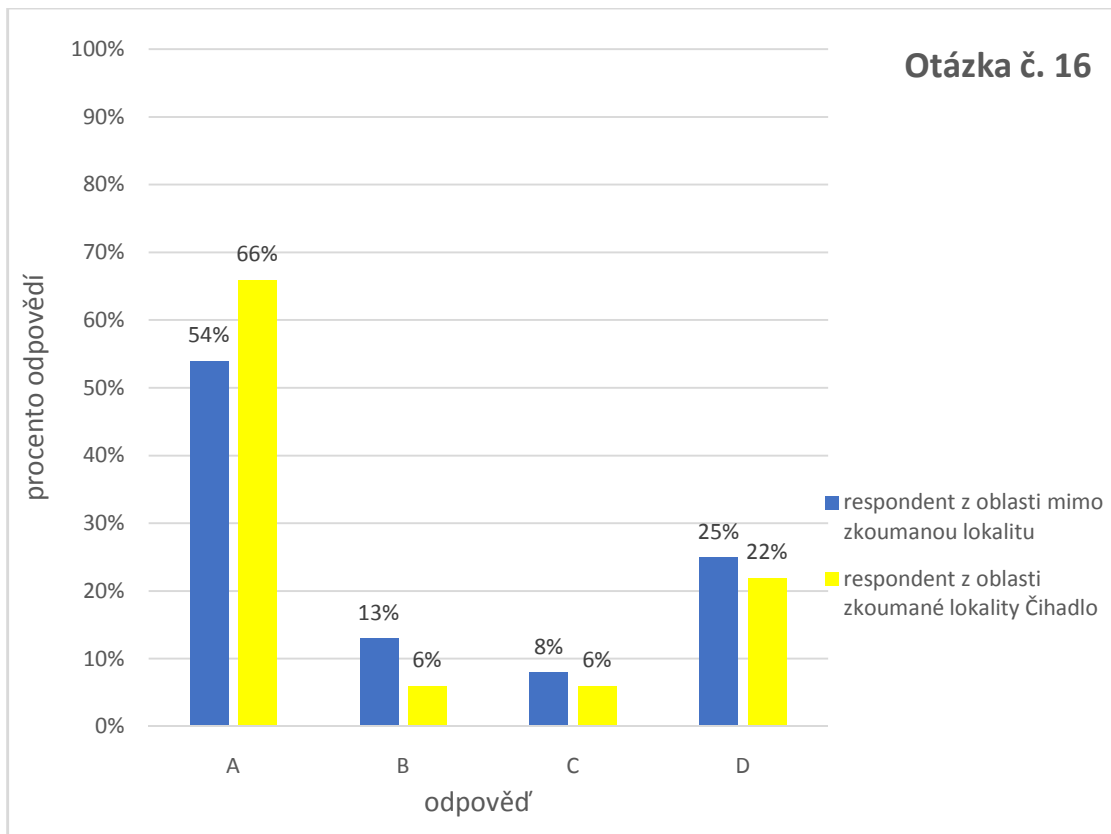


Graf 30: Otázka č. 15 celkem; Zdroj: Vlastní výzkum

Graf 30 znázorňuje, že na otázku č. 15 odpovědělo správně 51 % všech respondentů, celkem tedy bylo 101 správných odpovědí.

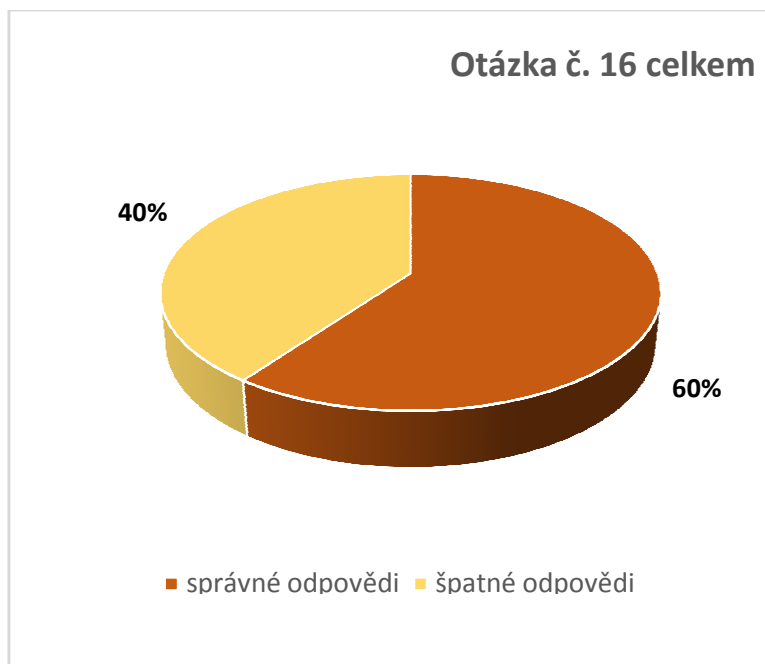
Otázka č. 16 Co způsobuje obecně v organismu ionizující záření?

- a) způsobuje genetické změny, nádorová bujení, nevratné změny v některých tkáních
- b) způsobuje podobné změny v organismu jako virové onemocnění
- c) způsobuje nádorové bujení nezhoubného charakteru
- d) způsobuje genetické změny uvnitř těla organismu a nádorová bujení na povrchu těla organismu



Graf 31: Otázka č. 16; Zdroj: Vlastní výzkum

V grafu 31 jsou uvedeny odpovědi na otázku č. 16. Otázku č. 16 správně zodpovědělo 66 % respondentů z oblasti zkoumané lokality Čihadlo, což odpovídá 66 respondentům a 54 % respondentů z oblasti mimo zkoumanou lokalitu, což odpovídá 54 respondentům.

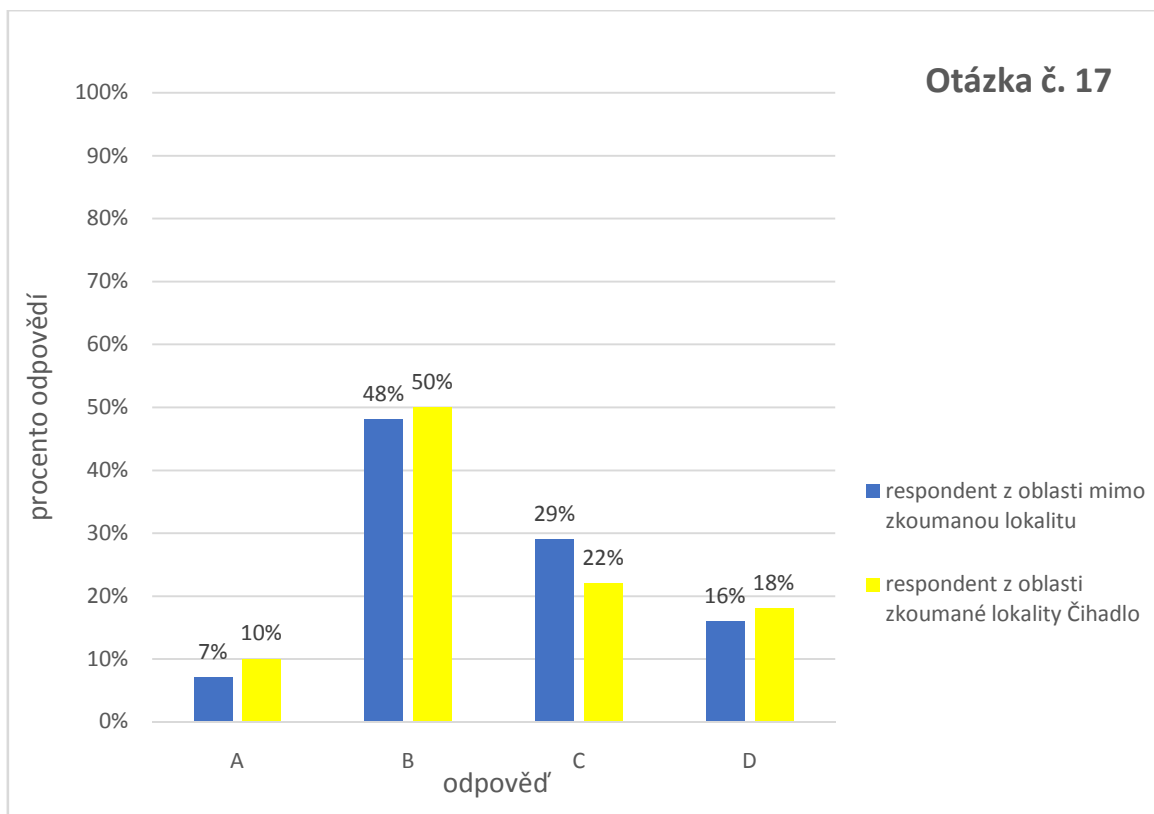


Graf 32: Otázka č. 16 celkem; Zdroj: Vlastní výzkum

Graf 32 znázorňuje, že na otázku č. 16 odpovědělo správně 60 % všech respondentů, celkem tedy bylo 120 správných odpovědí.

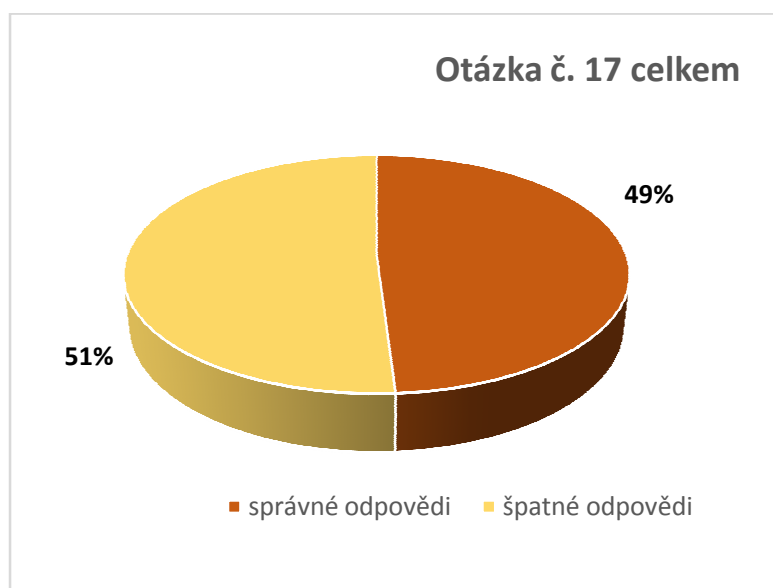
Otázka č. 17 Myslíte si, že může dojít k úniku ionizujícího záření z vyhořelého jaderného paliva v úložišti?

- a) může, ale pouze v zanedbatelném množství
- b) nemůže, vyhořelé jaderné palivo musí být uloženo tak, aby k úniku ionizujícího záření nedošlo**
- c) může, pokud je vyhořelé jaderné palivo uloženo více než 10 let
- d) nemůže, pokud se nemanipuluje s nádobami obsahujícími vyhořelé jaderné palivo



Graf 33: Otázka č. 17; Zdroj: Vlastní výzkum

V grafu 33 jsou uvedeny odpovědi na otázku č. 17. Otázku č. 17 správně zodpovědělo 50 % respondentů z oblasti zkoumané lokality Čihadlo, což odpovídá 50 respondentům a 48 % respondentů z oblasti mimo zkoumanou lokalitu, což odpovídá 48 respondentům.

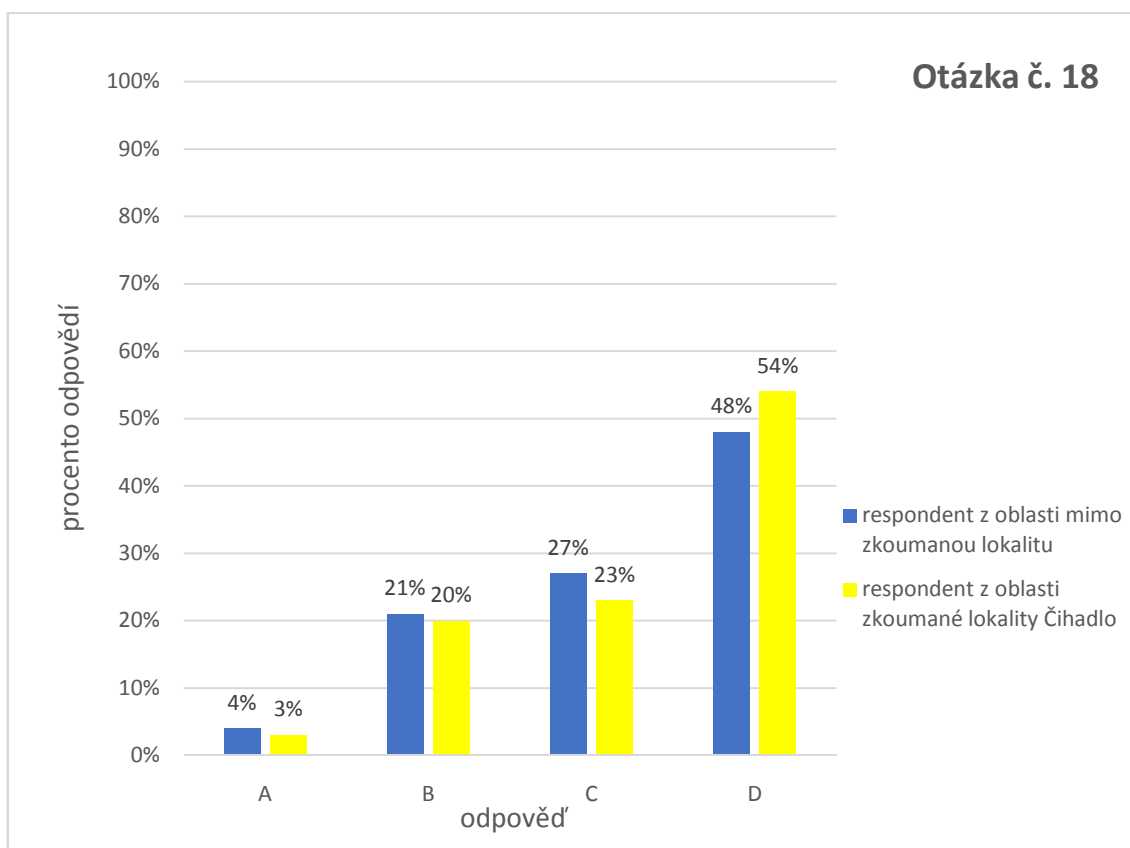


Graf 34: Otázka č. 17 celkem; Zdroj: Vlastní výzkum

Graf 34 znázorňuje, že na otázku č. 17 odpovědělo správně 49 % všech respondentů, celkem tedy bylo 98 správných odpovědí.

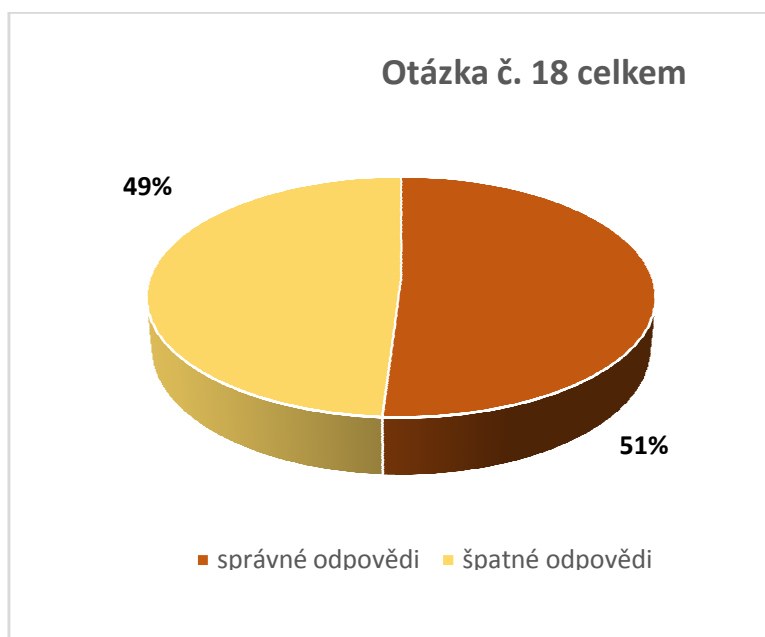
Otázka č. 18 Máte představu, jaké jsou principy ochrany před vnějším ozářením?

- a) nejsou žádné, není třeba se chránit
- b) včas zneškodnit zdroj záření
- c) počkat do doby, kdy je zdroj záření neaktivní
- d) dostatečná vzdálenost od zdroje, stínit zdroj záření (bariéra), být co nejkratší dobu v dosahu zdroje záření**



Graf 35: Otázka č. 18; Zdroj: Vlastní výzkum

V grafu 35 jsou uvedeny odpovědi na otázku č. 18. Otázku č. 18 správně zodpovědělo 54 % respondentů z oblasti zkoumané lokality Čihadlo, což odpovídá 54 respondentům a 48 % respondentů z oblasti mimo zkoumanou lokalitu, což odpovídá 48 respondentům.

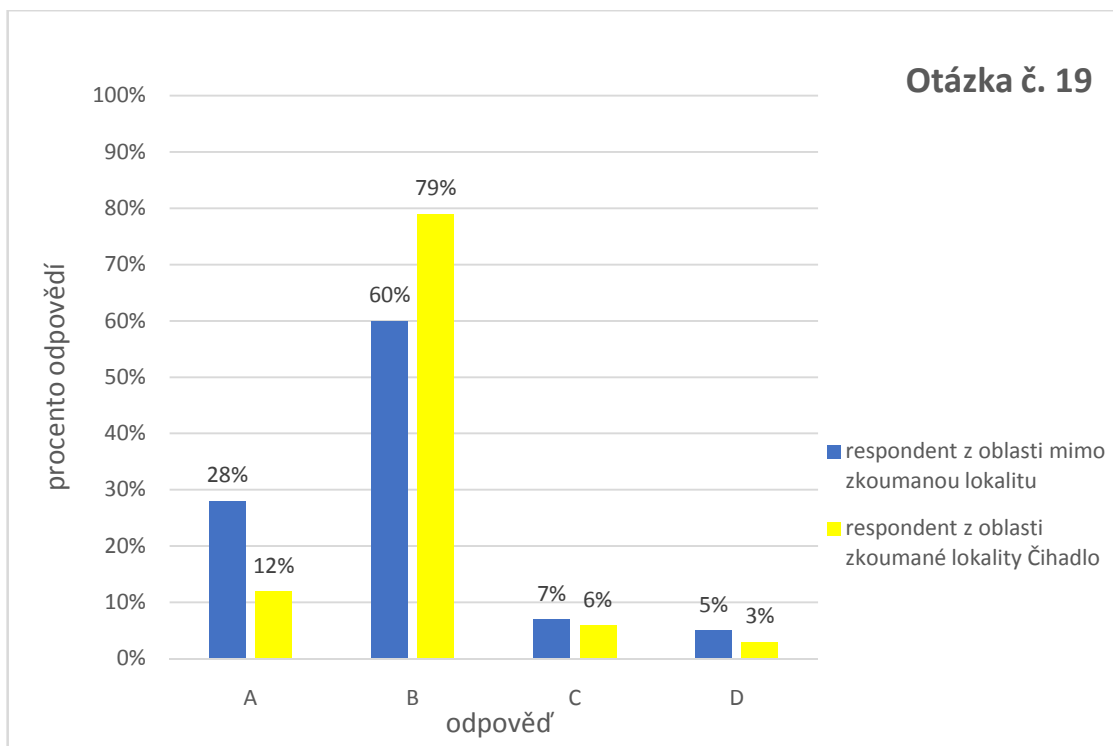


Graf 36: Otázka č. 18 celkem; Zdroj: Vlastní výzkum

Graf 36 znázorňuje, že na otázku č. 18 odpovědělo správně 51 % všech respondentů, celkem tedy bylo 102 správných odpovědí.

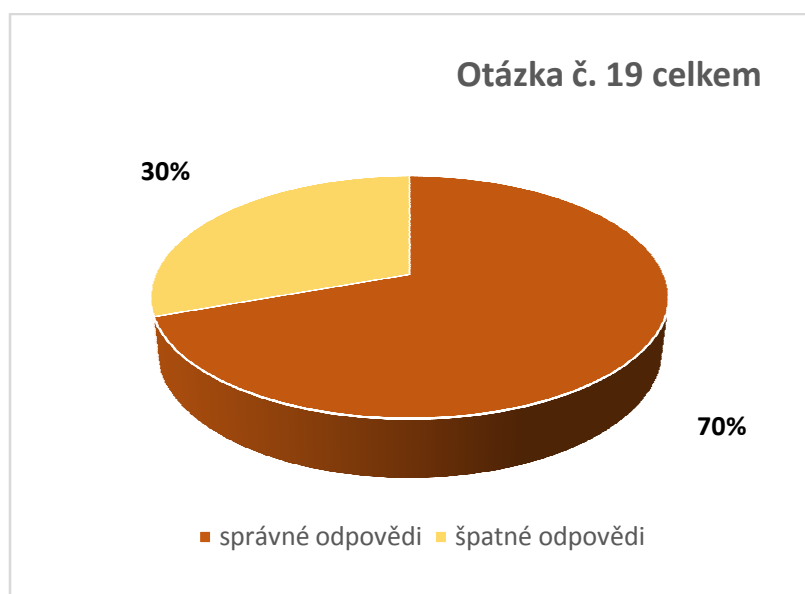
Otázka č. 19 Jaká jsou neodkladná ochranná opatření při radiační mimořádné události?

- a) ukrytí osob, kalciová profylaxe (požití tablet kalcitriolu), evakuace obyvatel
- b) ukrytí osob, jodová profylaxe (požití tablet jodidu draselného), evakuace obyvatel**
- c) ukrytí osob, kalciová profylaxe (požití tablet kalcitriolu), evakuace hospodářských zvířat
- d) není potřeba dělat žádná neodkladná ochranná opatření, nehrozí žádné riziko



Graf 37: Otázka č. 19; Zdroj: Vlastní výzkum

V grafu 37 jsou uvedeny odpovědi na otázku č. 19. Otázku č. 19 správně zodpovědělo 79 % respondentů z oblasti zkoumané lokality Čihadlo, což odpovídá 79 respondentům a 60 % respondentů z oblasti mimo zkoumanou lokalitu, což odpovídá 60 respondentům.

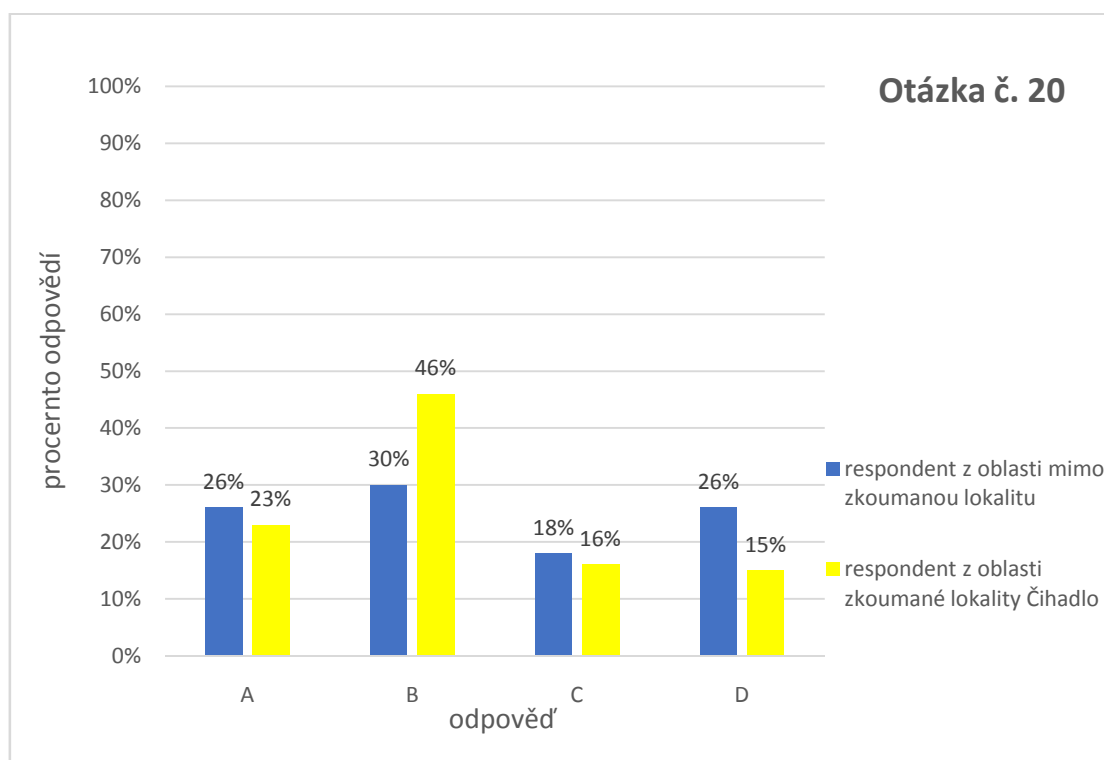


Graf 38: Otázka č. 19 celkem; Zdroj: Vlastní výzkum

Graf 38 znázorňuje, že na otázku č. 19 odpovědělo správně 70 % všech respondentů, celkem tedy bylo 139 správných odpovědí.

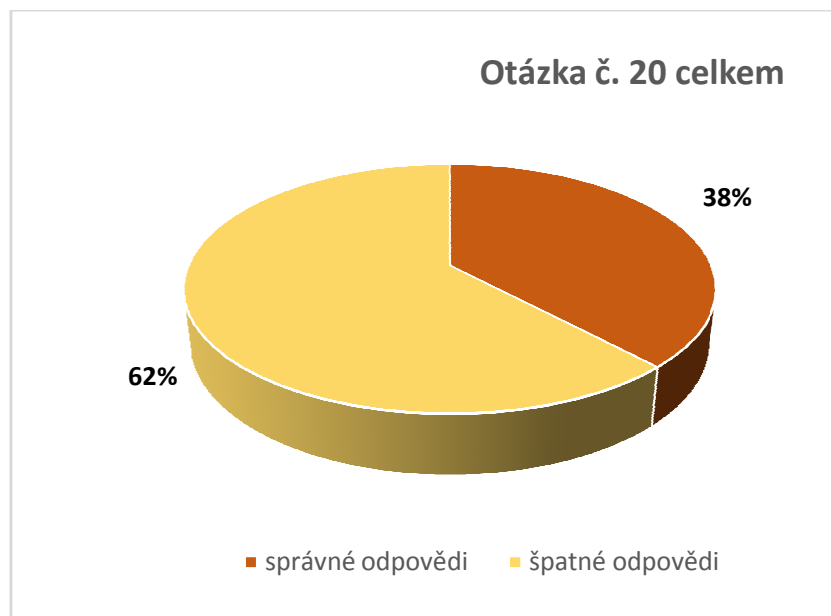
Otázka č. 20 Co znamená zkratka SÚRAO?

- a) Systém úložišť radioaktivních odpadů
- b) Správa úložišť radioaktivních odpadů**
- c) Skryté úložiště radioaktivních odpadů
- d) Státní ústav radiační ochrany



Graf 39: Otázka č. 20; Zdroj: Vlastní výzkum

V grafu 39 jsou uvedeny odpovědi na otázku č. 20. Otázku č. 20 správně zodpovědělo 46 % respondentů z oblasti zkoumané lokality Čihadlo, což odpovídá 46 respondentům a 30 % respondentů z oblasti mimo zkoumanou lokalitu, což odpovídá 30 respondentům.



Graf 40: Otázka č. 20 celkem; Zdroj: Vlastní výzkum

Graf 40 znázorňuje, že na otázku č. 20 odpovědělo správně 38 % všech respondentů, celkem tedy bylo 76 správných odpovědí.

Tabulka 1: Přehled odpovědí obyvatel žijících v lokalitě Čihadlo

otázka č.	odpověď				správné %	špatné %
	A	B	C	D		
1	88	7	5	0	88 %	12 %
2	4	11	12	73	73 %	27 %
3	40	37	13	10	40 %	60 %
4	3	14	79	4	79 %	21 %
5	0	4	96	0	96 %	4 %
6	21	51	17	11	51 %	49 %
7	7	21	7	65	65 %	35 %
8	41	26	18	15	41 %	59 %
9	27	16	4	53	53 %	47 %
10	1	92	7	0	92 %	8 %
11	77	7	9	7	77 %	23 %
12	50	21	21	8	50 %	50 %
13	20	39	24	17	39 %	61 %
14	17	18	9	56	56 %	44 %
15	16	21	58	5	58 %	42 %
16	65	7	6	22	65 %	35 %
17	10	50	22	18	50 %	50 %
18	4	19	23	54	54 %	46 %
19	13	78	6	3	78 %	22 %
20	23	46	15	16	46 %	54 %

Zdroj: Vlastní výzkum

Tabulka 2: Přehled odpovědí obyvatel žijících mimo lokalitu

otázka č.	odpověď				správné %	špatné %
	A	B	C	D		
1	85	12	3	0	85 %	15 %
2	7	19	11	63	63 %	37 %
3	33	36	19	12	33 %	67 %
4	4	27	63	6	63 %	37 %
5	29	3	52	16	52 %	48 %
6	25	46	23	6	46 %	54 %
7	9	26	15	50	50 %	50 %
8	42	32	15	11	42 %	58 %
9	26	15	8	51	51 %	49 %
10	4	83	13	0	83 %	17 %
11	68	9	16	7	68 %	32 %
12	40	26	23	11	40 %	60 %
13	26	36	25	13	36 %	64 %
14	24	15	11	50	50 %	50 %
15	32	20	41	7	41 %	59 %
16	54	13	8	25	54 %	46 %
17	7	48	29	16	48 %	52 %
18	4	21	27	48	48 %	52 %
19	28	60	7	5	60 %	40 %
20	26	30	18	26	17 %	83 %

Zdroj: Vlastní výzkum

4.2 Výsledky dotazníkového šetření - obyvatelé žijící v lokalitě Čihadlo

HNJ - informovanost obyvatelstva v otázkách souvisejících s úložištěm jaderného odpadu

SJ - obyvatel žijící v lokalitě Čihadlo.

SZ - počet správných odpovědí.

HSZ - 0 - 20 odpovědí

ZSS - 200 obyvatel.

VSS - 114 vyplněných dotazníků

NV - 100 dotazníků, vylosování ze 114 za účelem sjednocení počtu dotazníků v obou lokalitách

4.2.1 Škálování a měření - obyvatelé žijící v lokalitě Čihadlo

Pomocí výpočtu Sturgesova pravidla, $k = 1 + 3,3 \log_{10} n$, bylo vytvořeno 8 prvků škály, které jsou uvedeny v tabulce 3.

Výpočet škál dle Sturgesova pravidla: $k = 1 + 3,3 \log_{10} n = 1 + 3,3 \log_{10} 100 = 7,6$.

Tabulka 3: Škálování výsledků šetření - obyvatelé žijící v lokalitě Čihadlo

prvek škály	procento správných odpovědí	počet respondentů
1	0 % - 25 %	0
2	26 % - 35 %	9
3	36 % - 45 %	10
4	46 % - 55 %	14
5	56 % - 65 %	25
6	66 % - 75 %	23
7	76 % - 85 %	10
8	86 % - 100 %	9

Zdroj: Vlastní výzkum

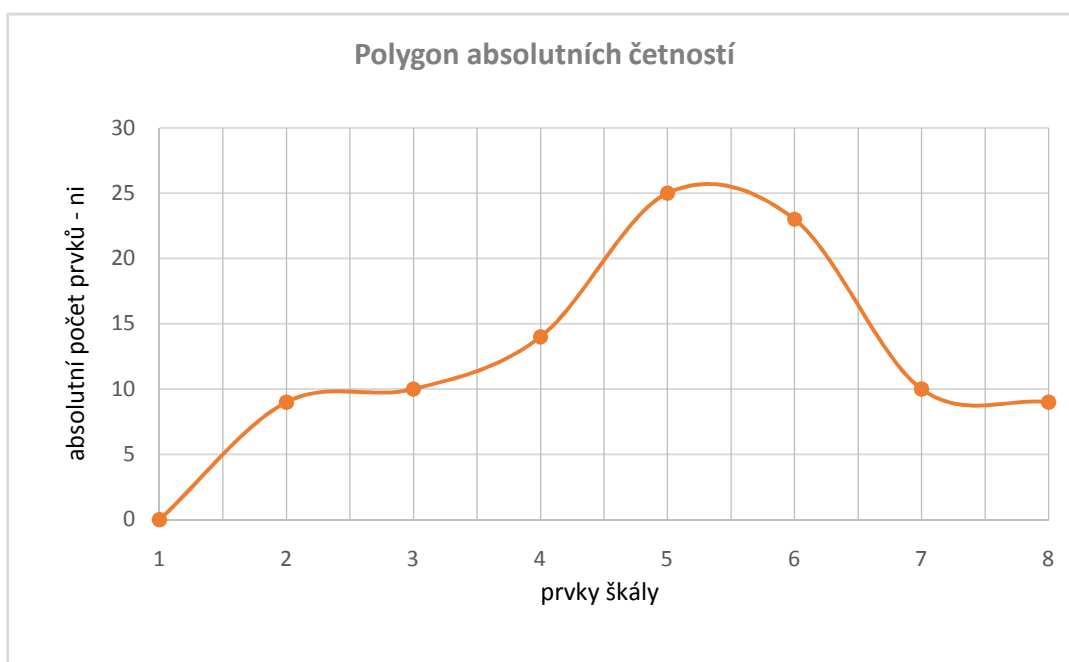
4.2.2 Elementární statistické zpracování - obyvatelé žijící v lokalitě Čihadlo

Výsledky elementárního statistického zpracování jsou uvedeny v tabulkách 4 a 5 a v grafech 41, 42 a 43.

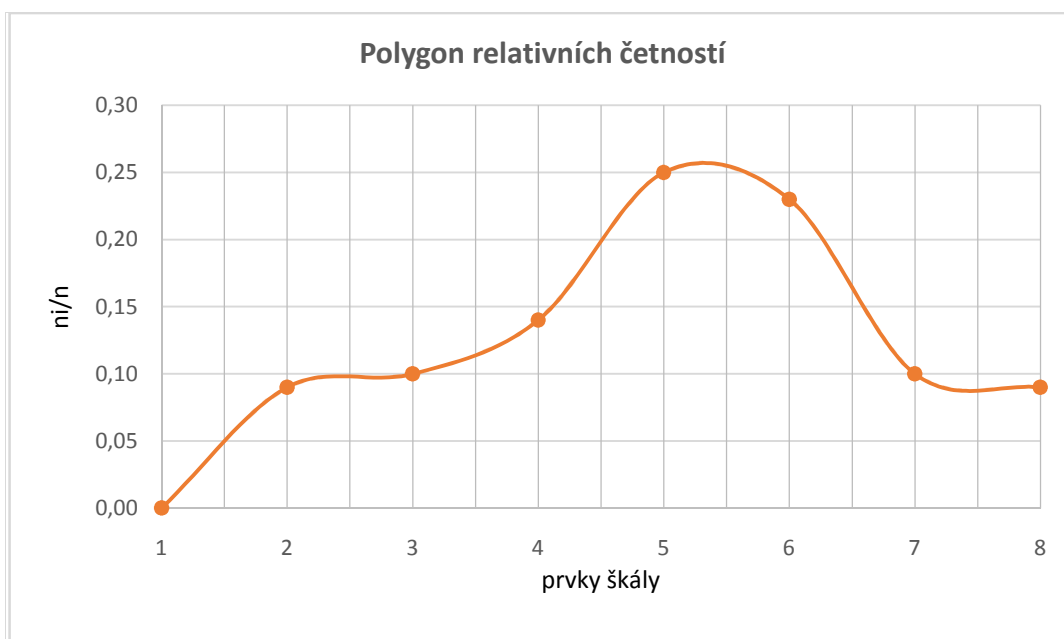
Tabulka 4: Výsledky měření - obyvatelé žijící v lokalitě Čihadlo

x_i	n_i	Σn_i	n_i/n	$\Sigma n_i/n$	$x_i n_i$	$x_i^2 n_i$	$x_i^3 n_i$	$x_i^4 n_i$
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	9	9	0,09	0,09	18	36	72	144
3	10	19	0,1	0,19	30	90	270	810
4	14	33	0,14	0,33	56	224	896	3 584
5	25	58	0,25	0,58	125	625	3 125	15 625
6	23	81	0,23	0,81	138	828	4 968	29 808
7	10	91	0,1	0,91	70	490	3 430	24 010
8	9	100	0,09	1	72	576	4 608	36 864
Σ	100		1		509	2 869	17 369	110 845

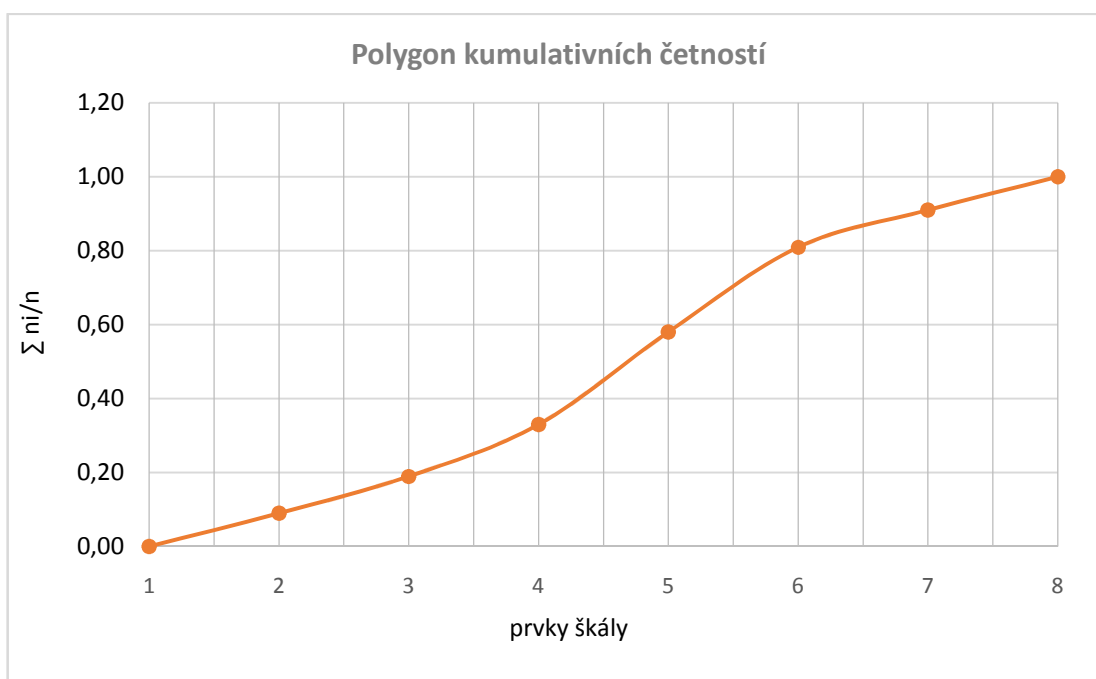
Zdroj: Vlastní výzkum



Graf 41: Empirické rozdělení absolutních četností - obyvatelé žijící v lokalitě Čihadlo;
Zdroj: Vlastní výzkum



Graf 42: Empirické rozdělení relativních četností - obyvatelé žijící v lokalitě Čihadlo;
Zdroj: Vlastní výzkum



Graf 43: Empirické rozdělení kumulativních četností - obyvatelé žijící v lokalitě Čihadlo;
Zdroj: Vlastní výzkum

Tabulka 5: Vypočítané empirické parametry - obyvatelé žijící v lokalitě Čihadlo

parametr		výsledek
obecný moment 1. řádu	O_1	5,09
obecný moment 2. řádu	O_2	28,69
obecný moment 3. řádu	O_3	173,69
obecný moment 4. řádu	O_4	1 108,45
centrální moment 2. řádu	C_2	2,78
centrální moment 3. řádu	C_3	-0,66
centrální moment 4. řádu	C_4	18,25
normovaný moment 3. řádu - parametr šikmosti	N_3	-0,14
normovaný moment 4. řádu - parametr špičatosti	N_4	2,36
směrodatná odchylka	S_x	1,67
variační koeficient	V_k	0,33

Zdroj: Vlastní výzkum

4.3 Výsledky dotazníkového šetření - obyvatelé žijící mimo lokalitu

HNJ - informovanost obyvatelstva v otázkách souvisejících s úložištěm jaderného odpadu

SJ - obyvatel žijící mimo lokalitu Čihadlo.

SZ - počet správných odpovědí.

HSZ - 0 - 20 odpovědí.

ZSS - 200 obyvatel.

VSS - 100 vyplněných dotazníků

NV = VSS

4.3.1 Škálování a měření - obyvatelé žijící mimo lokalitu

Pomocí výpočtu Sturgesova pravidla, $k = 1 + 3,3 \log_{10} n$, bylo vytvořeno 8 prvků škály, které jsou uvedeny v tabulce 6.

Výpočet škál dle Sturgesova pravidla: $k = 1 + 3,3 \log_{10} n = 1 + 3,3 \log_{10} 100 = 7,6$.

Tabulka 6: Škálování výsledků šetření - obyvatelé žijící mimo lokalitu

prvek škály	procento správných odpovědí	počet respondentů
1	0 % - 25 %	5
2	26 % - 35 %	16
3	36 % - 45 %	20
4	46 % - 55 %	25
5	56 % - 65 %	16
6	66 % - 75 %	10
7	76 % - 85 %	6
8	86 % - 100 %	2

Zdroj: Vlastní výzkum

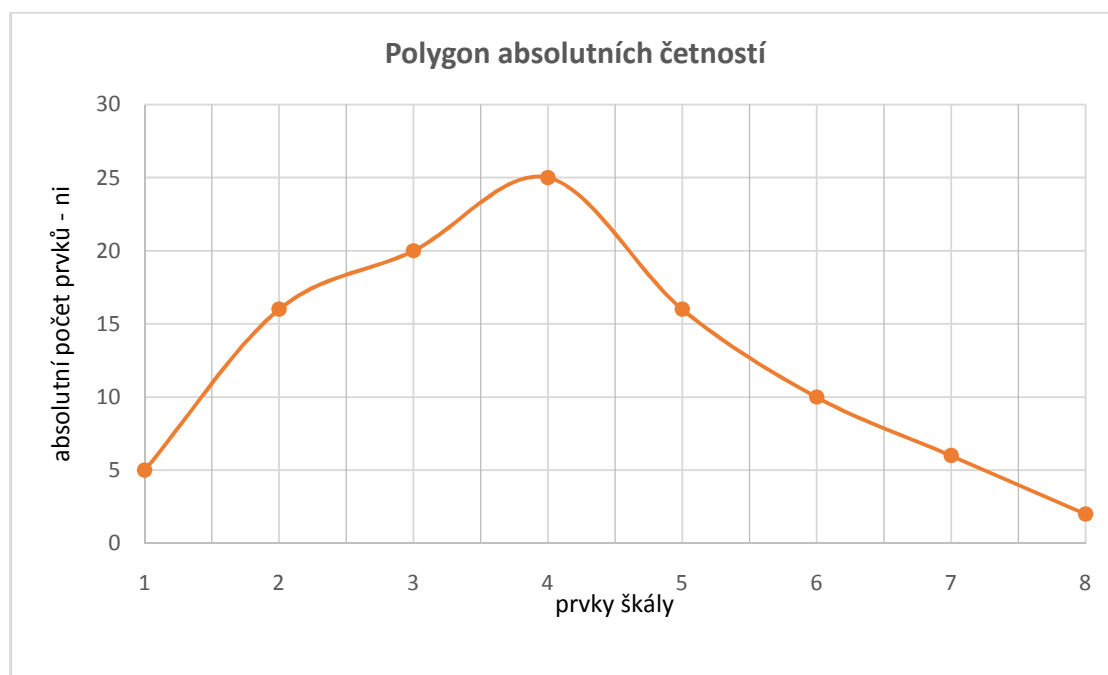
4.3.2 Elementární statistické zpracování - obyvatelé žijící mimo lokalitu

Výsledky elementárního statistického zpracování jsou uvedeny v tabulkách 7 a 8 a v grafech 44, 45 a 46.

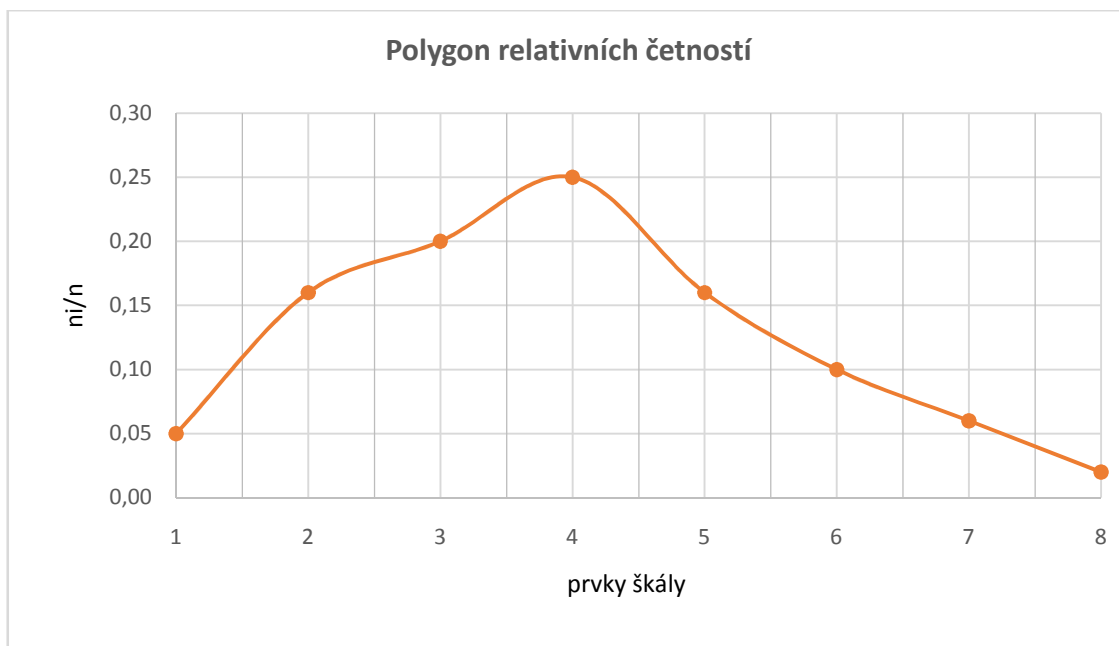
Tabulka 7: Výsledky měření - obyvatelé žijící mimo lokalitu

x_i	n_i	Σn_i	n_i/n	$\Sigma n_i/n$	$x_i n_i$	$x_i^2 n_i$	$x_i^3 n_i$	$x_i^4 n_i$
1	5	5	0,05	0,05	5	5	5	5
2	16	21	0,16	0,21	32	64	128	256
3	20	41	0,2	0,41	60	180	540	1 620
4	25	66	0,25	0,66	100	400	1 600	6 400
5	16	82	0,16	0,82	80	400	2 000	10 000
6	10	92	0,1	0,92	60	360	2 160	12 960
7	6	98	0,06	0,98	42	294	2 058	14 406
8	2	95	0,02	0,95	16	128	1 024	8 192
Σ	100		1		395	1 831	9 515	53 839

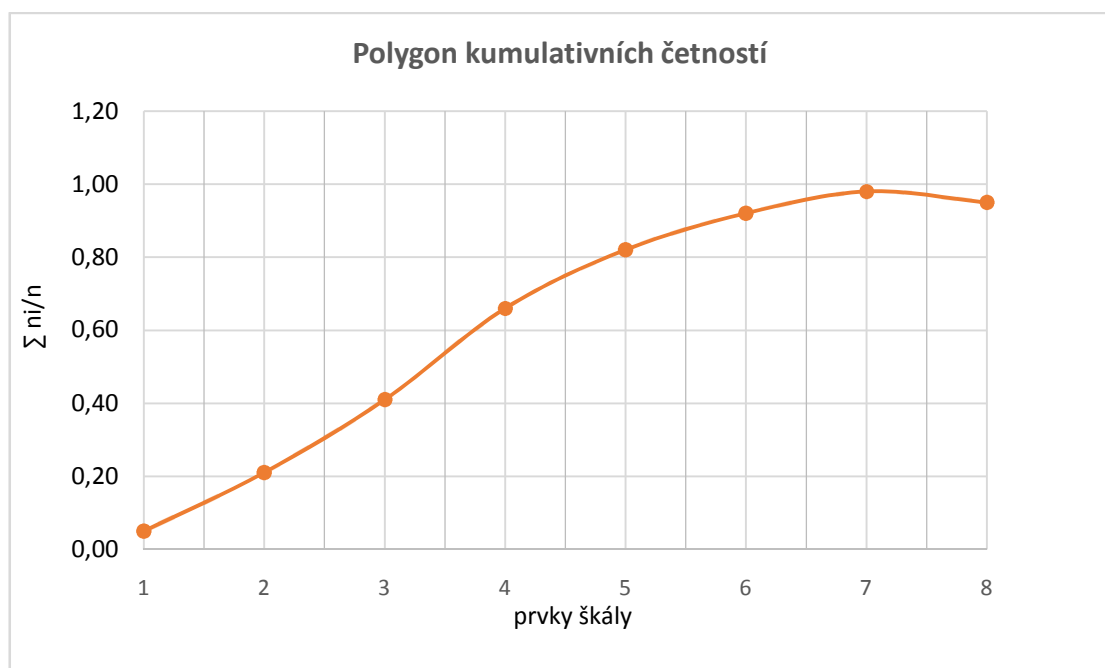
Zdroj: Vlastní výzkum



Graf 44: Empirické rozdělení absolutních četností - obyvatelé žijící mimo lokalitu;
Zdroj: Vlastní výzkum



Graf 45: Empirické rozdělení relativních četností - obyvatelé žijící mimo lokalitu;
Zdroj: Vlastní výzkum



Graf 46: Empirické rozdělení kumulativních četností - obyvatelé žijící mimo lokalitu;
Zdroj: Vlastní výzkum

Tabulka 8: Vypočítané empirické parametry - obyvatelé žijící mimo lokalitu

parametr		výsledek
obecný moment 1. řádu	O_1	3,95
obecný moment 2. řádu	O_2	18,31
obecný moment 3. řádu	O_3	95,15
obecný moment 4. řádu	O_4	538,39
centrální moment 2. řádu	C_2	2,71
centrální moment 3. řádu	C_3	1,44
centrální moment 4. řádu	C_4	18,80
normovaný moment 3. řádu - parametr šikmosti	N_3	0,32
normovaný moment 4. řádu - parametr špičatosti	N_4	2,56
směrodatná odchylka	S_x	1,65
variační koeficient	V_k	0,42

Zdroj: Vlastní výzkum

4.4 Parametrické testování - dvouvýběrový t-test

Pro parametrické testování byl vybrán dvouvýběrový t-test. Byla stanovena nulová hypotéza H_0 a alternativní hypotéza H_a .

H_0 : Úroveň znalostí v otázkách souvisejících s úložištěm radioaktivního odpadu a vyhořelého jaderného paliva není u obyvatel žijících v lokalitě Čihadlo statisticky významně vyšší než u obyvatel žijících mimo tuto lokalitu.

H_a : Úroveň znalostí v otázkách souvisejících s úložištěm radioaktivního odpadu a vyhořelého jaderného paliva je u obyvatel žijících v lokalitě Čihadlo statisticky významně vyšší než u obyvatel žijících mimo tuto lokalitu.

Pro potřeby výpočtu byly empirické parametry, které představovali obyvatelé žijící v lokalitě Čihadlo, označeny indexem 1. Parametry, které představovali obyvatelé žijící mimo lokalitu Čihadlo, byly označeny indexem 2.

Pro VSS₁ platí:

$$n_1 = 100$$

$$O_{11} = \mu_1 = 5,09$$

$$S_{x1} = \sigma_1 = 1,67$$

Pro VSS₂ platí:

$$n_2 = 100$$

$$O_{12} = \mu_2 = 3,95$$

$$S_{x2} = \sigma_2 = 1,65$$

$$t_{exp} = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sqrt{(n_1 - 1)S_{x1}^2 + (n_2 - 1)S_{x2}^2}} * \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 - 2)}{n_1 + n_2}} = \mathbf{4,87}$$

$$W = (-\infty; -t_{n_1+n_2-2}^{\alpha/2}) \cup (t_{n_1+n_2-2}^{\alpha/2}; +\infty) = (-\infty; -1,96) \cup (1,96; +\infty)$$

Dle výsledku výpočtu lze konstatovat, že hodnota t_{exp} náleží do oboru kritických hodnot W . Je možné přijmout alternativní hypotézu: „Úroveň znalostí v otázkách souvisejících s úložištěm radioaktivního odpadu a vyhořelého jaderného paliva je u obyvatel žijících v lokalitě Čihadlo statisticky významně vyšší než u obyvatel žijících mimo tuto lokalitu.“

5 DISKUZE

V současné době jsou v ČR provozována tři povrchová úložiště jaderného odpadu a u JE Dukovany a JE Temelín fungují mezisklady VJP. Při provozu JE se logicky zvyšuje množství VJP a je potřeba řešit otázku: „Kam s ním?“. V poledních letech dochází k průzkumu několika lokalit za účelem vybudování hlubinného úložiště jaderného odpadu a VJP. Jednou ze zkoumaných lokalit je lokalita Čihadlo, která se nachází v Jihočeském kraji nedaleko Jindřichova Hradce, v katastru města Deštná a obcí Lodhéřov, Pluhův Žďár a Světce.

Výzkumná část diplomové práce byla úzce spjata s lokalitou Čihadlo. Zkoumala míru informovanosti obyvatelstva žijícího v této lokalitě a obyvatelstva žijícího mimo lokalitu v otázkách týkajících se plánovaného úložiště jaderného odpadu a dalších otázek souvisejících s tímto tématem.

5.1 Diskuze k otázkám uvedeným v dotazníku

Dotazník se skládal z úvodní otázky týkající se bydliště respondenta za účelem přiřazení vyplněného dotazníku do jedné ze dvou skupin, a sice do skupiny obyvatel žijících v lokalitě Čihadlo a do skupiny obyvatel žijících mimo lokalitu. Bylo rozdáno celkem 200 dotazníků obyvatelům v lokalitě Čihadlo a 200 dotazníků mimo lokalitu. V lokalitě Čihadlo bylo vyplněno celkem 114 dotazníků a mimo lokalitu bylo vyplněno celkem 100 dotazníků. Za účelem sjednocení počtu respondentů v jednotlivých lokalitách, bylo ze 114 vyplněných dotazníků z lokality Čihadlo náhodným výběrem vylosováno 100 dotazníků.

Byla stanovena hypotéza, že úroveň znalostí související s úložištěm radioaktivního odpadu a VJP bude statisticky významně vyšší u obyvatel žijících v lokalitě Čihadlo než u obyvatel žijících mimo tuto lokalitu. Dále, že znalosti související s úložištěm radioaktivního odpadu a VJP budou u obou skupin dosahovat alespoň 70 %. Za tímto účelem byly pro názornější představu vypracovány ke každé otázce dva grafy. Sloupcový graf, ze kterého je patrné, jak si stáli obyvatelé jednotlivých lokalit a koláčový graf, kde je vidět jak odpovídali respondenti v obou lokalitách dohromady, tedy úroveň znalostí všech respondentů jako celku.

Otázka č. 1 zjišťovala, jaké jaderné elektrárny respondenti v ČR znají. Správná odpověď byla *a) JE Dukovany, JE Temelín*. První otázku správně zodpovědělo 88 (88 %) respondentů z oblasti zkoumané lokality Čihadlo a 85 (85 %) respondentů z oblasti mimo zkoumanou lokalitu. Skutečnost o existenci JE v ČR je obecně známa, předpokládalo se tedy, že většina respondentů odpoví správně. Celkově odpovědělo správně 173 (87 %) respondentů.

Otázka č. 2 zkoumala, jaké jsou dva základní typy úložišť radioaktivních odpadů. Správná odpověď zněla *d) povrchová úložiště, hlubinná úložiště*. Tuto variantu zvolilo 73 (73 %) respondentů z oblasti zkoumané lokality Čihadlo a 63 (63 %) respondentů z oblasti mimo zkoumanou lokalitu. Úspěšnější o 10 % byli v tomto případě obyvatelé lokality Čihadlo, což je logické, protože se jich problematika hlubinného úložiště týká přímo. Celkově odpovědělo správně 136 (68 %) všech respondentů, což považuji za velmi dobrý výsledek, vzhledem k tomu, že v ČR typ hlubinného úložiště ještě nemáme a jsme ve fázi hledání lokality pro jeho vybudování. V současnosti se ve světě všeobecně přistupuje k názoru, že uložení VJP do hlubinného úložiště je nejbezpečnějším způsobem jeho zneškodnění. Provoz prvních úložišť v Evropě by měl být spuštěn přibližně v období 2020-2025 ve Finsku, Švédsku a Francii (MPO ČR, 2017). Celkový počet správných odpovědí se tedy blížil 70 % a počet správných odpovědí v lokalitě Čihadlo hranici 70 % mírně přesáhl.

Otázka č. 3 se zajímala o existenci současných úložišť radioaktivních odpadů v ČR. Správnou odpověď, kterou bylo *a) úložiště Bratrství, úložiště Dukovany, úložiště Richard* vybralo 39 (39 %) respondentů z oblasti zkoumané lokality Čihadlo 33 (33 %) respondentů z oblasti mimo zkoumanou lokalitu. I na tuto otázku odpovědělo správně více respondentů z lokality Čihadlo. Výsledek správných odpovědí za všechny respondenty dohromady byl 72 (36 %) respondentů. Domnívám se, že řada obyvatel si tuto konkrétní problematiku neuvědomuje, ačkoliv o existenci JE a produkování radioaktivního odpadu mají povědomí, proto byl výsledný počet správných odpovědí tak nízký a hranice 70 % znalostí nebyla potvrzena ani v jednotlivých lokalitách ani celkově.

Otázka č. 4 se týkala lokalit, které v současné době (například) patří mezi zkoumané jako potenciální úložiště radioaktivních odpadů. Správnou odpovědí byla varianta *c) Březový potok, Čertovka, Čihadlo, Horka, Magdaléna...* Na otázku č. 4 správně odpovědělo 80 (80 %) respondentů z oblasti zkoumané lokality Čihadlo a 63 (63 %) respondentů z oblasti mimo lokalitu. Opět byli značně úspěšnější obyvatelé

lokality Čihadlo. Proces výběru lokality je velmi důležitý krok pro výstavbu hlubinného úložiště. Lokalita musí splňovat jak požadavky na vlastnosti horninového podloží, tak mnoho dalších předpokladů, mezi něž patří například přijatelnost lokality veřejností, technické možnosti vybudování povrchového areálu či dopravní dostupnost. (SÚRAO, 2018k). Problematika zkoumání a výběru lokality je pro obyvatele lokality Čihadlo v současné době velmi aktuální a ožehavé téma. Ačkoli se jednalo o otázku na podrobnější informaci, celkový výsledek 143 (72 %) považují za velmi dobrý a potvrdil tvrzení, že v otázkách souvisejících s úložištěm radioaktivních odpadů a VJP budou znalosti dosahovat 70 %, této úrovně dosáhly i znalosti obyvatel žijících v lokalitě Čihadlo.

Otázka č. 5 přímo rozvíjela předcházející otázku a zjišťovala, které obce spadají do zkoumané lokality zamýšleného úložiště radioaktivních odpadů Čihadlo. Správně odpověděli respondenti, kteří zvolili *c) Deštná, Pluhův Ždár, Lodhéřov, Světce*. Respondenti z lokality Čihadlo prokázali úspěšnost téměř ve 100 %, správně tedy odpovědělo 96 (96 %) respondentů, což byla nejúspěšněji zodpovězená otázka. Z oblasti mimo lokalitu odpovědělo správně 52 (52) % respondentů. Opět se jednalo o jednu z otázek, která se ptala konkrétněji na místa týkající se jedné ze zkoumaných lokalit, z tohoto důvodu byli výrazně úspěšnější obyvatelé lokality Čihadlo. Celkový výsledek za obě lokality 148 (74 %) správných odpovědí, což je opět považují za uspokojivé znalosti. Úroveň znalostí dosáhla 70 % u všech respondentů celkem a u respondentů z lokality Čihadlo úroveň znalostí tuto hranici daleko přesáhla. Původně se lokalita Čihadlo rozkládala více na východ v katastrech obcí Horní Radouň, Okrouhlá Radouň a Kostelní Radouň, ale z těchto míst stát ustoupil v souvislosti se stanovením průzkumného území pro podzemní zásobník plynu. (Čihadlo, 2018)

Otázka č. 6 byla další otázkou, která dále rozvíjela otázku předcházející a ptala se, jaká je přibližně výměra zkoumané lokality Čihadlo. 51 (51 %) respondentů z oblasti zkoumané lokality Čihadlo a 46 (46 %) respondentů z oblasti mimo zkoumanou lokalitu vybralo odpověď *b) cca 26 km²*, což byla správná odpověď. V tomto případě se jedná o téměř srovnatelné znalosti. Výsledek správných odpovědí celkově za obě lokality dosahoval 48,5 % a jednalo se o 97 respondentů. Úroveň znalostí tedy nedosáhla ani v jedné lokalitě ani za všechny respondenty celkem hranice 70 %.

Otázka č. 7 se zajímala přímo o způsob ukládání radioaktivního odpadu, tedy v jakých nádobách by měl být radioaktivní odpad do hlubinného úložiště ukládán. Správná odpověď byla *d) v nepropustných ocelových kontejnerech, obklopených jílovým*

materiálem (bentonitem). Obalové soubory pro ukládání radiokaticního odpadu a VJP musí plnit jednu ze základních bezpečnostních funkcí úložiště, tj. uzavřít a zadržet radionuklidy, dokud se nepřemění štěpné produkty na stabilní nuklidy (Pospíšková a Vokál, 2015). Správně odpovědělo 67 (67 %) respondentů z oblasti zkoumané lokality Čihadlo a 50 (50 %) respondentů z oblasti mimo zkoumanou lokalitu. Výsledek považuji za velmi dobrý, vzhledem k tomu, že se jednalo o jednu z odbornějších otázek, i když v tomto případě nedosahovala úroveň znalostí 70 % ani v jedné skupině ani celkově. Celkově bylo 117 (59 %) správných odpovědí. Obyvatelé většinou mají povědomí o tom, že se jakékoliv odpady „nějak“ ukládají, ale už nemají povědomí jakým způsobem konkrétně a v jakých nádobách. V případě radioaktivních odpadů a VJP je velmi důležité zvolit odpovídající nádoby z odpovídajícího materiálu, aby nedošlo k případnému úniku ionizujícího záření.

Následující otázka, tedy otázka č. 8, zjišťovala, v jaké hloubce pod zemí by mělo být úložiště radioaktivních odpadů vybudováno. SÚRAO na svém webovém portálu odpovídá na otázku, bude-li možné využívat zemědělkou půdu v místě hlubinného úložiště jako dosud, že příroda ani ráz krajiny nebudou stavbou nijak narušeny a obyvatelé budou mít možnost pěstovat na zahradách cokoli. Úložiště bude vybudováno 500 metrů pod zemí a radioaktivní odpad bude zneškodněn a uložen tak, aby jeho negativní účinky neměly vliv ani na bezprostřední okolí, natož pak na povrch a pěstování zemědělských plodin. (SÚRAO, 2018ab). Z nabídnutých odpovědí byla tedy správnou odpovědí varianta *a) 500 m*. Správnou odpověď zvolilo 47 (47 %) respondentů z oblasti zkoumané lokality Čihadlo, 42 (42 %) respondentů z oblasti mimo zkoumanou lokalitu a celkový výsledek byl tedy 89 (45 %) respondentů. Úroveň znalostí otázek souvisejících s úložištěm radioaktivního odpadu a VJP opět nedosáhla 70 %.

Otázka č. 9 se tázala, kdy by mělo být nové hlubinné úložiště uvedeno do provozu. Správně odpověděli respondenti, kteří zvolili odpověď *d) v roce 2065*, konkrétně tedy správně zodpovědělo 55 (55 %) respondentů z oblasti zkoumané lokality Čihadlo a 51 (51 %) respondentů z oblasti mimo zkoumanou lokalitu. Celkový výsledek správných odpovědí byl 106 (53 %) všech respondentů. V Koncepci pro nakládání s RaO a VJP v ČR z roku 2017 se uvádí několik časových milníků, v roce 2022 vybrat 2 nejvhodnější lokality, v roce 2025 připravit projektovou dokumentaci pro finální lokalitu, v roce 2030 zahájit stavbu podzemní laboratoře ve finální lokalitě,

v roce 2050 zahájit stavbu hlubinného úložiště a v roce 2065 hlubinné úložiště uvést do provozu. Ani v této otázce nedosáhla úroveň znalostí 70 %. (MPO ČR, 2017)

Otázka č. 10 byla zaměřena více na vlastní názor a pohled respondentů a zajímala se, z čeho mají obyvatelé zkoumané lokality největší obavy. Nejvíce respondentů zvolilo odpověď *b) z narušení a znečištění životního prostředí a ze ztráty či poškození zdrojů pitné vody s dopadem na zdraví*, která byla správná. Správně tedy zodpovědělo 94 (94 %) respondentů z oblasti zkoumané lokality Čihadlo a 83 (83 %) respondentů z oblasti mimo zkoumanou lokalitu. Celkově odpovědělo správně 177 (89 %) všech respondentů. Úroveň znalostí v této otázce přesáhla 70 % jak u obyvatel lokality Čihadlo, tak u obyvatel mimo lokalitu Čihadlo i celkově u všech respondentů. V této otázce by mohla být uvedena celá řada obav, které by obyvatelé mohli mít, ale stále platí, že největší strach mají lidé o své zdraví a o čistotu a kvalitu prostředí ve kterém žijí a budou žít následující generace. Domnívám se, že to je důvod, proč většina respondentů zvolila tuto variantu. SÚRAO (2018) tvrdí, že bezpečným uložením odpadů z JE, jejichž elektřinu využíváme nyní my ve svůj prospěch, se zodpovědně stavíme k budoucím generacím. Úložiště nijak neovlivní život budoucích generací, neboť bude půl kilometru pod zemí, bezpečně uzavřené na stovky tisíc let.

Otázka č. 11 se zajímala, probíhalo-li již ve zkoumaných lokalitách zamýšleného úložiště radioaktivních odpadů nějaké monitorování. Správnou odpovědí byla možnost *a) probíhalo, například monitorování radonu a monitorování vodních zdrojů*. K této otázce se správně vyjádřilo 75 (75 %) respondentů z oblasti zkoumané lokality Čihadlo, 68 (68 %) respondentů z oblasti mimo zkoumanou lokalitu a 143 (72 %) všech respondentů. Monitorováním vodních zdrojů vznikla hydrologická mapa, kde jsou zobrazeny všechny rozhodující hydrologické informace, například měřicí stanice, vodní síť, prameny, vodní zdroje, ochranná pásma vodních zdrojů, objekty na vodních tocích, hranice hydrologických povodí a rozvodnic a jiné údaje. (Kováčik et al., 2015). Hranici úspěšnosti 70 % dosáhli obyvatelé lokality Čihadlo a všichni respondenti dohromady také. Úroveň znalostí obyvatel žijících mimo lokalitu se hranici 70 % velmi přiblížila.

Otázka č. 12 se týkala množství radioaktivního odpadu, který vyprodukuje jaderné elektrárny v ČR za kalendářní rok. Správnou odpověď, variantu *a) 100 tun*, vybralo 51 (51 %) respondentů z oblasti zkoumané lokality Čihadlo 40 (40 %) respondentů z oblasti mimo zkoumanou lokalitu a skóre celkově za všechny respondenty bylo 91 (46 %) správných odpovědí.

Otázka č. 13 řešila rozdělení radioaktivních odpadů a správnou odpovědí byla možnost *b) přechodně aktivní odpad, velmi nízkoaktivní odpad, nízkoaktivní odpad, středněaktivní odpad, vysokoaktivní odpad*. Rozdělení radioaktivních odpadů závisí na aktivitě prvků obsažených v odpadu, která se odvíjí od tzv. uvolňovacích úrovní, které jsou stanoveny vyhláškou SUJB. Čím vyšší aktivita radionuklidů obsažených v odpadu, tím aktivnější je radioaktivní odpad. Jednalo se o odbornější otázku, což je patrně důvod, proč bylo správných odpovědí méně. Správně tedy odpovědělo 38 (38 %) respondentů z oblasti zkoumané lokality Čihadlo, 36 (36 %) respondentů z oblasti mimo lokalitu a celkově 37 % všech respondentů, celkem tedy bylo 74 (37 %) správných odpovědí.

Otázka č. 14 se tázala, je-li možné VJP zpracovávat k dalšímu použití, volba správné odpovědi byla *d) není, je nutné jej bezpečně uložit a dále s ním nenakládat*. Správnou odpověď zvolilo 57 (57 %) respondentů z oblasti zkoumané lokality Čihadlo, 50 (50 %) respondentů z oblasti mimo zkoumanou a 107 (54 %) všech respondentů. Úspěšnost v této otázce byla, dle mého názoru, celkem uspokojivá, i když nedosáhla předpokládaných 70 %. Jednalo o jednu z odbornějších otázek. SÚRAO uvádí, možnost dalšího využití VJP a připouští alternativu, že budoucí reaktory dokáží využívat současné VJP znovu, avšak i tak vzniknou radioaktivní odpady, které bude nejvhodnější uložit v hlubinném úložišti. VJP ze současných JE se začne ukládat do hlubinného úložiště nejdříve za 50 let. Je zde tedy prostor pro vývoj nových technologií (SÚRAO, 2018s).

Otázkou č. 15 přešel dotazník do oblasti ionizujícího záření a konkrétně se otázka č. 15 ptala, jaké jsou základní zdroje ionizujícího záření. Respondenti, kteří zvolili variantu *c) přírodní a umělé*, volili správně a z oblasti zkoumané lokality Čihadlo jich bylo 60 (60 %), z oblasti mimo lokalitu 41 (41 %). Celkově za obě lokality dohromady odpovědělo správně 101 (51 %) respondentů. Jedná se o otázku, která by mohla být všeobecně známa, proto se domnívám se, že úspěšnost mohla být vyšší. Přírodní zdroje ionizujícího záření je kosmické záření a přírodní radionuklidy, umělé zdroje se do prostředí dostávají například zkouškami jaderných zbraní a uvolňováním z jaderného reaktoru. (Navrátil a kol., 2010)

Otázka č. 16 se zabývala účinky ionizujícího záření na organismus, konkrétně co způsobuje obecně v organismu ionizující záření. Správná volba byla varianta *a) způsobuje genetické změny, nádorová bujení, nevratné změny v některých tkáních*. Z oblasti zkoumané lokality Čihadlo správně zodpovědělo 66 (66 %) respondentů,

z oblasti mimo lokalitu 54 (54 %) respondentů a celková úspěšnost byla 120 (60 %) správných odpovědí. Předpokládala jsem, že v této otázce bude více správných odpovědí, protože ionizující záření je v povědomí veřejnosti jakýmsi strašákem a lidé očekávají fatální následky v organismu. Ale ne vždy tomu tak je, ionizující záření je využíváno například ve zdravotnictví. Ozáření lidí vyšetřovaných nebo léčených zdroji ionizujícího záření má nejvyšší vliv mimo přírodní zdroje a v ČR se podílí 11 % na ozáření obyvatelstva. (Navrátil a kol., 2010)

Otázka č. 17 řešila alternativu úniku ionizujícího a ptala se, může-li dojít k úniku ionizujícího záření z VJP v úložišti. Správná odpověď zněla *b) nemůže, vyhořelé jaderné palivo musí být uloženo tak, aby k úniku ionizujícího záření nedošlo*. Zhruba polovina respondentů zvolila tuto variantu. Strach a obavy z možnosti úniku ionizujícího záření jsou stále velké a lidé spíše nevěří tvrzení, že k úniku nemůže dojít. Správně tedy odpovědělo 50 (50 %) respondentů z oblasti zkoumané lokality Čihadlo, 48 (48 %) respondentů z oblasti mimo zkoumanou lokalitu a celkově všech respondentů dohromady odpovědělo 98 (49 %) správně. Stát musí ručit dle podmínek stanovených atomovým zákonem za bezpečné ukládání všech radioaktivních odpadů, včetně monitorování a kontroly úložišť, a to i po jejich uzavření. Atomový zákon dále ukládá každému, kdo s radioaktivními odpady nakládá, povinnost brát v úvahu všechny jejich fyzikální, chemické a biologické vlastnosti, které by mohly ovlivnit bezpečnost při nakládání s těmito odpady. (SÚRAO, 2017).

Otázka č. 18 byla zaměřena na principy ochrany před vnějším ozářením. Jsou tři a správná odpověď tedy byla *d) dostatečná vzdálenost od zdroje, stínit zdroj záření (bariéra), být co nejkratší dobu v dosahu zdroje záření*. Správnou odpověď zvolilo 54 (54 %) respondentů z oblasti zkoumané lokality Čihadlo, 48 (48 %) respondentů z oblasti mimo zkoumanou lokalitu. Správné odpovědi dohromady za obě lokality byly zastoupeny 102 (51 %) respondenty. Považuji za důležité, aby obyvatelstvo bylo v této oblasti více informováno a principy ochrany před vnějším ozářením tedy „vzdálenost, stínění a čas“ by měly patřit více k všeobecnému povědomí. V této otázce jsem očekávala více správných odpovědí. Avšak v porovnání s výsledkem odpovědí na totožnou otázku v bakalářské práci Dvořákové (2010) se jedná o uspokojivý výsledek. V dotazníkovém šetření Dvořákové (2010) odpovědělo správně 14 % respondentů.

Otázka č. 19 souvisela také s potencionálním únikem ionizujícího záření a zjišťovala, jaká jsou neodkladná ochranná opatření při RMU. Správnou volbou byla možnost *b) ukrytí osob, jodová profylaxe (požití tablet jodidu draselného), evakuace*

obyvatel. Výsledek 79 (79 %) správných odpovědí respondentů z oblasti zkoumané lokality Čihadlo a 60 (60 %) správných odpovědí respondentů z oblasti mimo zkoumanou lokalitu, vypovídá o dobré informovanosti obyvatelstva. Celková úspěšnost za obě lokality byla 139 (70 %). V atomovém zákoně č. 263/2016 Sb., jsou definovány RMU a jsou tam uvedena ochranná opatření, která musí být v případě RMU zavedena. Nicméně provozovatel zařízení musí udělat všechno pro to, aby k RMU raději vůbec nedošlo (Zákon č. 263/2016 Sb., 2016). Výsledek považuji za uspokojivý a domnívám se, že obyvatelstvo má obecně dobré povědomí o této problematice.

Otázka č. 20 řešila, co znamená zkratka SÚRAO. Respondenti, kteří vybrali variantu *b) Správa úložišť radioaktivních odpadů*, odpověděli správně. Konkrétně byly správné výsledky 46 (46 %) respondentů z oblasti zkoumané lokality Čihadlo, 30 (30 %) respondentů z oblasti mimo zkoumanou lokalitu a celkově 76 (38 %) všech respondentů. Nižší úspěšnost možná souvisela s podobností nabízených odpovědí na tuto otázku. Hlavním úkolem SÚRAO je zajištění bezpečného nakládání s radioaktivními odpady. Vše musí probíhat v souladu s vládou schválenou Koncepcí nakládání s radioaktivními odpady a vyhořelým jaderným palivem v České republice, s požadavky na jadernou bezpečnost a ochranu člověka i životního prostředí a s mezinárodními smlouvami. (SÚRAO, 2018ž)

5.2 Diskuze ke statistickému šetření

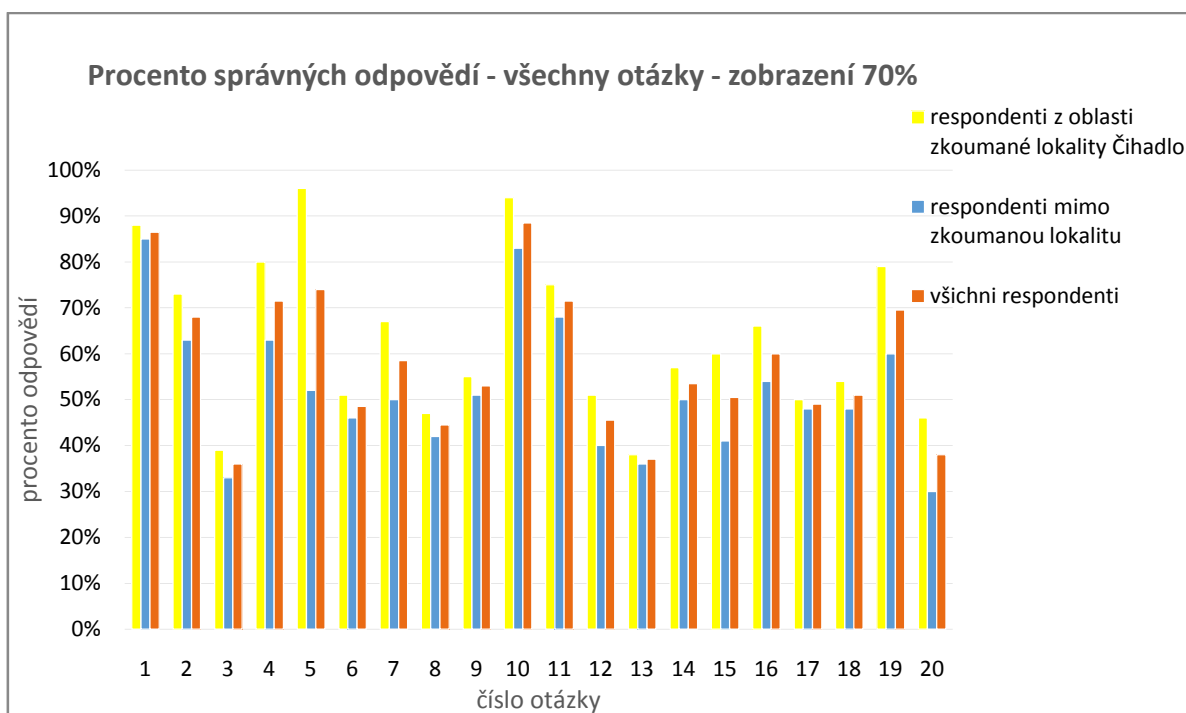
Statistickým šetřením v oblasti zkoumané lokality Čihadlo byly zjištěny znalosti obyvatel v otázkách souvisejících s úložištěm jaderného odpadu. Aritmetický průměr jejich znalostí je 5,09, který odpovídá hodnotě 56,81 %.

Statistickým šetřením v oblasti mimo zkoumanou lokalitu Čihadlo byly zjištěny znalosti obyvatel v otázkách souvisejících s úložištěm jaderného odpadu. Aritmetický průměr jejich znalostí je 3,95, který odpovídá hodnotě 44,55 %.

Dle výsledku dvouvýběrového t-testu byla potvrzena hypotéza a lze potvrdit, že: *„Úroveň znalostí v otázkách souvisejících s úložištěm radioaktivního odpadu a vyhořelého jaderného paliva je u obyvatel žijících v lokalitě Čihadlo statisticky významně vyšší než u obyvatel žijících mimo tuto lokalitu.“*

Dále lze konstatovat, že znalosti v otázkách souvisejících s úložištěm radioaktivního odpadu a VJP, kterými byly především otázky č. 1 - 14 a 17, dosahovaly

alespoň 70 % u všech respondentů pouze v otázkách č. 1, 4, 5, 10 a 11, názorně je výsledek uveden v grafu 47.



Graf 47: Zobrazení 70 % úspěšnosti - otázka č. 4, 5, 10, 11; Zdroj: Vlastní výzkum

6 ZÁVĚR

Diplomová práce byla zpracována na téma: *„Informovanost obyvatelstva v otázkách souvisejících s úložištěm jaderného odpadu“*.

V teoretické části práce byl uveden přehled JE v ČR, stávajících úložišť radioaktivního odpadu a lokalit zkoumaných za účelem zřízení a vybudování hlubinného úložiště radioaktivního odpadu a VJP. Základní přehled byl rozšířen o informace týkající se SÚRAO, radioaktivních odpadů a nakládání s nimi a o zásadách ochrany obyvatelstva v případě úniku radioaktivních látek. Pro srovnání byla okrajově popsána jaderná energetika a nakládání s radioaktivními odpady ve vybraných evropských zemích. Byla uvedena i zmínka o statistických metodách použitých ve výzkumné části diplomové práce.

Ve výzkumné části práce bylo provedeno vyhodnocení dotazníkového šetření pomocí základních metod deskriptivní a matematické statistiky. Výzkum byl zaměřen na úroveň znalostí obyvatelstva v otázkách souvisejících s úložištěm jaderného odpadu. Byly porovnány znalosti obyvatel žijících ve zkoumané lokalitě zamýšleného hlubinného úložiště radioaktivních odpadů a VJP, konkrétně v lokalitě Čihadlo a znalosti obyvatel žijících mimo tuto lokalitu. Byly stanoveny hypotézy, kdy jedna byla potvrzena zcela, druhá byla potvrzena částečně. Je tedy možné konstatovat, že úroveň znalostí obyvatel žijících v lokalitě Čihadlo, je statisticky významně vyšší než úroveň znalostí obyvatel žijících mimo tuto lokalitu. Znalosti v otázkách souvisejících s úložištěm radioaktivního odpadu a VJP dosahovaly alespoň 70 % u všech respondentů jen v některých otázkách.

Cíl práce *„Zjistit a porovnat úroveň znalostí a informovanosti zainteresovaných obyvatel žijících v lokalitě Čihadlo s úrovní znalostí a informovanosti obyvatel žijících mimo danou lokalitu“* byl v diplomové práci splněn.

Diplomová práce by mohla být využita jako jeden z doplňujících podkladů při hledání a výběru lokality pro vybudování budoucího hlubinného úložiště radioaktivního odpadu a VJP.

7 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

ALT, Stefan, Beate KALLENBACH - HERBERT a Veronika USTOHALOVA, 2017. Öko-Institut e.V., Darmstadt. *Vergleichende Analyse der tschechischen Endlagerkriterien* [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: https://www.noe.gv.at/noe/Umweltschutz/Vergleichende_Analyse_tschechischer_Endlagerkriterien_Deutsch.pdf

Bentonit, 2008 [online]. [cit. 2018-04-08] Dostupné z: <http://www.vitejtenazemi.cz/slovník/index.php?article=739>

BMNT, 2018a. *NES Sammelstelle für radioaktiven Abfall* [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: <https://www.bmnt.gv.at/umwelt/strahlen-atom/radioakt-abfall/NES-Sammelstelle-f-r-radioaktiven-Abfall.html>

BMNT, 2018b. *Radioaktiver abfall in Österreich* [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: <https://www.bmnt.gv.at/umwelt/strahlen-atom/radioakt-abfall/Radioaktiver-Abfall-in--sterreich.html>

ČEZ, a.s., 2018a. *Historie a současnost ED* [online]. [cit. 2018-04-12]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektřiny/jaderna-energetika/jaderne-elektřarny-cez/edu/historie-a-soucasnost.html>

ČEZ, a.s., 2018b. *Historie a současnost ETE* [online]. [cit. 2018-04-12]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektřiny/jaderna-energetika/jaderne-elektřarny-cez/ete/historie-a-soucasnost.html>

ČEZ, a.s., 2018c. *Jaderná energetika v České republice* [online]. [cit. 2018-04-12]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektřiny/jaderna-energetika/je-v-cr.html>

Čihadlo, 2018. [online]. [cit. 2018-08-07] Dostupné z: <http://www.nechcemeuloziste.cz/cs/lokality/cihadlo/>

DLOUHÝ, Zdeněk, 2009. *Nakládání s radioaktivním odpadem a vyhořelým jaderným palivem*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, nakladatelství VUTIUM. ISBN 978-80-214-3629-9.

DVOŘÁKOVÁ, Romana, 2010. *Studie o problematice radioaktivity a záření a jejich chápání laickou veřejností*. České Budějovice. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta. Vedoucí práce Mgr. Jan Ryba.

FLIEGENSCHNEE - JAKSCH, Martin, 2017. *Regierung muss jetzt mit der Ökostromnovelle die Weichen für eine erneuerbare Zukunft stellen* [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: https://www.igwindkraft.at/?mdoc_id=1035541

HÁLA, Jiří, 1998. *Radioaktivita, ionizující záření, jaderná energie*. Brno: Konvoj, ISBN 80-85615-56-8.

HOMOLA, Vladimír, 2014. *Úvod do statistiky* [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: <http://homel.vsb.cz/~hom50/SLBSTATS/UST/GS02.HTM>

KLENER, Vladislav (ed.), 2000. *Principy a praxe radiační ochrany*. Praha: Státní úřad pro jadernou bezpečnost, 2000. ISBN 80-238-3703-6.

KOVÁČÍK, Miloš, Lukáš VONDROVIC, Marek VENCL, Ilona POSPÍŠKOVÁ a Jozef URÍK, 2015. *Projekt geologických prací* [online]. [cit. 2018-08-08]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/hlubinne-uloziste/zkoumane-lokality>

MPO ČR 2017. *Koncepce nakládání s radioaktivními odpady a vyhořelým jaderným palivem v České republice* [online]. [cit. 2018-05-09]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/strategicke-a-koncepcni-dokumenty/2017/12/Koncepce-nakladani-s-RaO-a-VJP-v-CR.pdf>

NAVRÁTIL a kol., 2010. *Radiobiologie* [online]. [cit. 2018-08-07]. Dostupné z: <http://fbmi.sirdik.org/4-kapitola/43/433.html>

NOVÁK, František, 2017. *Rakouský aktivista: Jaderný odpad si zahrabejte u Prahy, když je tak bezpečný* [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: <https://www.euro.cz/politika/rakousky-aktivista-jaderny-odpad-si-zahrabejte-u-prahy-kdyz-je-tak-bezpecny-1344032>

PLATFORMA PROTI ÚLOŽIŠTI, 2018. *Mapa umístění všech lokalit* [online]. [cit. 2018-06-30]. Dostupné z: <http://www.platformaprotiulozisti.cz/cs/press/sprava-ulozist-bilancuje-co-vlade-nerekla.html>

POSIVA, 2018a, *Loppusijoituksen aikataulu* [online]. [cit. 2018-06-30]. Dostupné z: http://www.posiva.fi/loppusijoitus/loppusijoituksen_aikataulu#.W2HHS9SLSt9

POSIVA, 2018b, *Turvallisuus on loppusijoituksen edellytys* [online]. [cit. 2018-06-30]. Dostupné z: <http://www.posiva.fi/loppusijoitus/turvallisuus#.W2HU0NSLSt8>

POSPÍŠKOVÁ, Ilona, Antonín VOKÁL, Lukáš VONDROVIC a kol., 2015. *Střednědobý plán výzkumu a vývoje pro potřeby umístění hlubinného úložiště v ČR 2015-2025* [online]. [cit. 2018-08-07]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/data/original/files/hu/strednedoby-plan-vyzkumu-a-vyvoje-pro-potreby-umistenihlubinneho-uloziste.pdf>

SÚRAO, 2017. *Zprávy ze správy - jaro 2017, Finsko rozjede provoz úložiště již v roce 2020* [online]. [cit. 2018-06-30]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/data/original/files/pr/zs/2017/zpravy-ze-spravy-jaro-2017.pdf>

SÚRAO, 2018a. *Bezpečnost a monitorování* [online]. [cit. 2018-03-09]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/provozovana-uloziste/bezpecnost-a-monitorovani>

SÚRAO, 2018b. *Dělení radioaktivních odpadů* [online]. [cit. 2018-03-09]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/rao>

SÚRAO, 2018c. *mapa - Březový potok* [online]. [cit. 2018-03-13]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/data/original/images/mapy/topo/brezovy-potok-topo-a4-50k.jpg>

SÚRAO, 2018d. *mapa - Čertovka* [online]. [cit. 2018-03-13]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/data/original/images/mapy/topo/certovka-topo-a4-50k.jpg>

SÚRAO, 2018e. *mapa - Čihadlo* [online]. [cit. 2018-03-13]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/data/original/images/mapy/topo/cihadlo-topo-a4-50k.jpg>

SÚRAO, 2018f. *mapa - Horka* [online]. [cit. 2018-03-13]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/data/original/images/mapy/topo/horka-topo-a4-50k.jpg>

SÚRAO, 2018g. *mapa - Hrádek* [online]. [cit. 2018-03-13]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/data/original/images/mapy/topo/hradek-topo-a3-50k.jpg>

SÚRAO, 2018h. *mapa - EDU západ - Na skalním* [online]. [cit. 2018-03-13]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/data/original/images/mapy/topo/edu-zapad-topo.png>

SÚRAO, 2018ch. *mapa - ETE jih - Janoch* [online]. [cit. 2018-03-13]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/data/original/images/mapy/topo/ete-jih-topo.png>

SÚRAO, 2018i. *mapa - Kraví hora* [online]. [cit. 2018-03-13]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/data/original/images/mapy/topo/kravi-hora-topo-a4-50k.jpg>

SÚRAO, 2018j. *mapa - Magdaléna* [online]. [cit. 2018-03-13]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/data/original/images/mapy/topo/magdalena-topo-a4-50k.jpg>

SÚRAO, 2018k. *Proces výběru lokality* [online]. [cit. 2018-03-13]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/hlubinne-uloziste/proces-vyberu-lokality>

SÚRAO, 2018l. *Proč hlubinné úložiště* [online]. [cit. 2018-03-13]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/faq/proc-hlubinne-uloziste>

SÚRAO, 2018m. *Provoz úložiště Bratrství* [online]. [cit. 2018-03-09]. Dostupné z: <http://www.surao.cz/uloziste-bratrstvi/provoz>

SÚRAO, 2018n. *Provoz úložiště Dukovany* [online]. [cit. 2018-03-09]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/uloziste-dukovany>

SÚRAO, 2018o. *Provoz úložiště Richard* [online]. [cit. 2018-03-09]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/uloziste-richard/provoz>

SÚRAO 2018p. *Provozovaná úložiště radioaktivních odpadů* [online]. [cit. 2018-03-09]. Dostupné z: <http://www.surao.cz/provozovana-uloziste>

SÚRAO, 2018r. *Radioaktivní odpady* [online]. [cit. 2018-03-09]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/rao/deleni-radioaktivnich-odpadu>

SÚRAO, 2018s. *Složení radioaktivních odpadů* [online]. [cit. 2018-03-09]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/rao/slozeni-radioaktivnich-odpadu>

SÚRAO, 2018t. *Ukládání nízko a středněaktivních odpadů* [online]. [cit. 2018-03-09]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/rao/ukladani-nizko-a-stredneaktivnich-odpadu>

SÚRAO, 2018u. *Ukládání radioaktivních odpadů* [online]. [cit. 2018-03-09]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/rao/ukladani-radioaktivnich-odpadu>

SÚRAO, 2018v. *Ukládání vysokoaktivních odpadů a vyhořelého jaderného paliva* [online]. [cit. 2018-03-09]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/rao/ukladani-vysokoaktivnich-odpadu-a-vjp>

SÚRAO, 2018w. *Úložiště radioaktivních odpadů Bratrství* [online]. [cit. 2018-03-09]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/uloziste-bratrstvi>

SÚRAO, 2018x. *Úložiště radioaktivních odpadů Dukovany* [online]. [cit. 2018-03-09]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/uloziste-dukovany/provoz>

SÚRAO, 2018y. *Úložiště radioaktivních odpadů Richard* [online]. [cit. 2018-03-09]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/uloziste-richard>

SÚRAO, 2018z. *Vznik radioaktivních odpadů* [online]. [cit. 2018-03-09]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/rao/vznik-radioaktivnich-odpadu>

SÚRAO, 2018ž. *Základní informace* [online]. [cit. 2018-03-09]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/zakladni-informace>

SÚRAO, 2018aa. *Zkoumané lokality* [online]. [cit. 2018-03-13]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/hlubinne-uloziste/zkoumane-lokality>

SÚRAO, 2018ab. *Bezpečnost a životní prostředí* [online]. [cit. 2018-08-08]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/faq/bezpecnost-a-zivotni-prostredi>

Vyhláška č. 377/2016 Sb.: Vyhláška o požadavcích na bezpečné nakládání s radioaktivním odpadem a o vyřazování z provozu jaderného zařízení nebo pracoviště III. nebo IV. kategorie, 2016. In: Sběrka zákonů ČR, ročník 2016, částka 151, s. 5978-5988.

Vyhláška č. 378/2016 Sb.: Vyhláška o umístění jaderného zařízení, 2016. In: Sběrka zákonů ČR, ročník 2016, částka 151, s. 5989-5997.

Vyhláška č. 422/2016 Sb.: Vyhláška o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje, 2016. In: Sbírka zákonů ČR, ročník 2016. částka 172, s. 6618-6904.

Zákon č. 263/2016 Sb.: Atomový zákon, 2016: In: Sbírka zákonů, ročník 2016, částka 102, s. 3938-4062.

ZÁŠKODNÝ, Přemysl, Renata HAVRÁNKOVÁ, Jiří HAVRÁNEK a Vladimír VURM. *Základy statistiky (s aplikací na zdravotnictví)*. 3. Praha: CURRICULUM, 2016. ISBN 978-80-87894-12-5. Dostupné také z: <http://www.csrggroup.org>

ZWENTENDORF, 2018a. *Das Jahr 1978* [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: <http://www.zwentendorf.com/dasjahr1978.asp>

ZWENTENDORF, 2018b. *Nach der Vokljabstimmung* [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: <http://www.zwentendorf.com/nachdervolksabstimmung.asp>

ZWENTENDORF, 2018c, *Vor der Volksabstimmung* [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: <http://www.zwentendorf.com/abstimmung.asp>

8 SEZNAM ZKRATEK

BMNT	Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (Spolkové ministerstvo pro udržitelnost a cestovní ruch)
ČEZ, a.s.	České energetické závody, akciová společnost
ČR	Česká republika
JE	jaderná elektrárna, jaderné elektrárny
HNJ	hromadný náhodný jev
m n. m.	metrů nad mořem
MPO ČR	Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR
NES	Nuclear Engineering Seibersdorf GmbH (Jaderné inženýrství Seibersdorf GmbH)
NV	náhodný výběr
POSIVA	odborná organizace, která je odpovědná za konečnou likvidaci vyhořelého jaderného paliva ve Finsku (obdoba SÚRAO)
RMU	radiační mimořádná událost
SJ	statistická jednotka
STUK	orgán ministerstva sociálních věcí a zdravotnictví pro jadernou bezpečnost ve Finsku (obdoba českého SÚJB)
SZ	statistický znak
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
SÚRAO	Správa úložišť radioaktivních odpadů
VJP	vyhořelé jaderné palivo
VSS	výběrový statistický soubor
WIPP	Waste Isolation Pilot Plant (zkušební zařízení na ukládání vysokoaktivních odpadů v USA)
ZSS	základní statistický soubor

9 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Obalový soubor	18
Obrázek 2: Mapa umístění úložiště Bratrství	19
Obrázek 3: Mapa umístění úložiště Dukovany	20
Obrázek 4: Mapa umístění úložiště Richard	21
Obrázek 5: Mapa umístění všech lokalit.....	25
Obrázek 6: Mapa umístění lokality Čihadlo	26
Obrázek 7: Mapa umístění lokality Březový potok	27
Obrázek 8: Mapa umístění lokality Čertovka	28
Obrázek 9: Mapa umístění lokality Horka.....	29
Obrázek 10: Mapa umístění lokality Hrádek	30
Obrázek 11: Mapa umístění lokality Kraví Hora.....	31
Obrázek 12: Mapa umístění lokality Magdaléna	32
Obrázek 13: Mapa umístění lokality EDU západ - Na skalním	33
Obrázek 14: Mapa umístění lokality ETE jih - Janoch.....	34

10 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Přehled odpovědí obyvatel žijících v lokalitě Čihadlo.....	79
Tabulka 2: Přehled odpovědí obyvatel žijících mimo lokalitu.....	80
Tabulka 3: Škálování výsledků šetření - obyvatelé žijící v lokalitě Čihadlo.....	81
Tabulka 4: Výsledky měření - obyvatelé žijící v lokalitě Čihadlo	82
Tabulka 5: Vypočítané empirické parametry - obyvatelé žijící v lokalitě Čihadlo	84
Tabulka 6: Škálování výsledků šetření - obyvatelé žijící mimo lokalitu.....	85
Tabulka 7: Výsledky měření - obyvatelé žijící mimo lokalitu	86
Tabulka 8: Vypočítané empirické parametry - obyvatelé žijící mimo lokalitu	88

11 SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Otázka č. 1	49
Graf 2: Otázka č. 1 celkem	49
Graf 3: Otázka č. 2	50
Graf 4: Otázka č. 2 celkem	51
Graf 5: Otázka č. 3	51
Graf 6: Otázka č. 3 celkem	52
Graf 7: Otázka č. 4	53
Graf 8: Otázka č. 4 celkem	53
Graf 9: Otázka č. 5	54
Graf 10: Otázka č. 5 celkem	55
Graf 11: Otázka č. 6	56
Graf 12: Otázka č. 6 celkem	56
Graf 13: Otázka č. 7	57
Graf 14: Otázka č. 7 celkem	58
Graf 15: Otázka č. 8	59
Graf 16: Otázka č. 8 celkem	59
Graf 17: Otázka č. 9	60
Graf 18: Otázka č. 9 celkem	61
Graf 19: Otázka č. 10	62
Graf 20: Otázka č. 10 celkem	62
Graf 21: Otázka č. 11	63
Graf 22: Otázka č. 11 celkem	64
Graf 23: Otázka č. 12	65
Graf 24: Otázka č. 12 celkem	65
Graf 25: Otázka č. 13	66
Graf 26: Otázka č. 13 celkem	67

Graf 27: Otázka č. 14	68
Graf 28: Otázka č. 14 celkem	68
Graf 29: Otázka č. 15	69
Graf 30: Otázka č. 15 celkem	70
Graf 31: Otázka č. 16	71
Graf 32: Otázka č. 16 celkem	72
Graf 33: Otázka č. 17	73
Graf 34: Otázka č. 17 celkem	73
Graf 35: Otázka č. 18	74
Graf 36: Otázka č. 18 celkem	75
Graf 37: Otázka č. 19	76
Graf 38: Otázka č. 19 celkem	76
Graf 39: Otázka č. 20	77
Graf 40: Otázka č. 20 celkem	78
Graf 41: Empirické rozdělení absolutních četností - obyvatelé žijící v lokalitě Čihadlo	82
Graf 42: Empirické rozdělení relativních četností - obyvatelé žijící v lokalitě Čihadlo	83
Graf 43: Empirické rozdělení kumulativních četností - obyvatelé žijící v lokalitě Čihadlo.....	83
Graf 44: Empirické rozdělení absolutních četností - obyvatelé žijící mimo lokalitu	86
Graf 45: Empirické rozdělení relativních četností - obyvatelé žijící mimo lokalitu	87
Graf 46: Empirické rozdělení kumulativních četností - obyvatelé žijící mimo lokalitu;	87
Graf 47: Zobrazení 70 % úspěšnosti - otázka č. 4, 5, 10, 11	98

12 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A – Dotazník

Dotazník

Dobrý den, jmenuji se Veronika Háková a zpracovávám diplomovou práci na téma "Informovanost obyvatelstva v otázkách souvisejících s úložištěm jaderného odpadu". Dovoluji si Vám předložit dotazník s prosbou o vyplnění. Jedná se o zcela anonymní proces, ze kterého pro Vás nevyplývají žádné závazky ani odměny. Výsledek šetření v žádném případě nijak nesouvisí s dosavadním výzkumem, či hledáním lokality pro nové úložiště radioaktivního odpadu a není propojen s žádnou organizací. Zvolenou odpověď (jednu možnost) u jednotlivých otázek prosím zakroužkujte. Vyplněný dotazník osobně vyzvednu ve Vašem bydlišti, případně prosím vyplňte formulář na odkazu <http://ulozodpad.ml>.

Děkuji za přečtení, vyplnění, ochotu a spolupráci.

S pozdravem Veronika Háková

Bydliště

- a) respondent z oblasti zkoumané lokality Čihadlo
- b) respondent z oblasti mimo zkoumanou lokalitu

Otázka č. 1 Jaké znáte v ČR jaderné elektrárny?

- a) JE Dukovany, JE Temelín
- b) JE Dětmarovice, JE Temelín
- c) JE Dukovany, JE Pruněřov
- d) JE Tušimice, JE Vřesová

Otázka č. 2 Jaké jsou dva základní typy úložišť radioaktivních odpadů?

- a) povrchová úložiště, úložiště pod mořským dnem
- b) úložiště v ledovcích, hlubinná úložiště
- c) úložiště pod mořským dnem, hlubinná úložiště
- d) povrchová úložiště, hlubinná úložiště

Otázka č. 3 Jaká jsou současná úložiště radioaktivních odpadů v ČR?

- a) úložiště Bratrství, úložiště Dukovany, úložiště Richard
- b) úložiště Bratrství, úložiště Dukovany, úložiště Temelín
- c) úložiště Chvaletice, úložiště Dětmarovice, úložiště Richard
- d) v ČR nejsou žádná úložiště radioaktivních odpadů

Otázka č. 4 Které lokality (například) patří mezi zkoumané jako potencionální úložiště radioaktivních odpadů?

- a) nezkoumají se žádné lokality za tímto účelem
- b) Březnice, Čihadlo, Hrádek, Magdaléna, Terčino údolí...
- c) Březový potok, Čertovka, Čihadlo, Horka, Magdaléna...
- d) Březnice, Čihadlo, Horka, Terčino údolí, Zámeček...

Otázka č. 5 Které obce spadají do zkoumané lokality zamýšleného úložiště radioaktivních odpadů Čihadlo?

- a) Chanovice, Kvášňovice, Maňovice, Olšany, Pačejov, Velký Bor
- b) žádné, nezkoumají se žádné lokality za tímto účelem
- c) Deštná, Pluhův Ždár, Lodhěřov, Světce
- d) Blatno, Lubenec, Tis u Blatna, Žihle

Otázka č. 6 Jaká je přibližně výměra zkoumané lokality Čihadlo?

- a) cca 133 km²
- b) cca 26 km²
- c) cca 12 km²
- d) cca 458 km²

Otázka č. 7 V jakých nádobách by měl být radioaktivní odpad do hlubinného úložiště ukládán?

- a) v jakýchkoliv kontejnerech, obklopených jílovým materiálem (bentonitem)
- b) ve velkoobjemových nádržích
- c) v plastových sudech nastavených v několika vrstvách
- d) v nepropustných ocelových kontejnerech, obklopených jílovým materiálem (bentonitem)

Otázka č. 8 V jaké hloubce pod zemí by mělo být úložiště radioaktivních odpadů vybudováno?

- a) 500 m
- b) 1 500 m
- c) 150 m
- d) 5 000 m

Otázka č. 9 Kdy by mělo být nové hlubinné úložiště uvedeno do provozu?

- a) ještě není rozhodnuto a stanoveno
- b) v roce 2020
- c) dle rychlosti probíhajících průzkumných prací
- d) v roce 2065

Otázka č. 10 Z čeho mají obyvatelé zkoumané lokality největší obavy?

- a) nemají žádné obavy
- b) z narušení a znečištění životního prostředí a ze ztráty či poškození zdrojů pitné vody s dopadem na zdraví
- c) z nedostupnosti relevantních a pravdivých informací
- d) ze zvýšené návštěvnosti lokality

Otázka č. 11 Probíhalo již ve zkoumaných lokalitách zamýšleného úložiště radioaktivních odpadů nějaké monitorování?

- a) probíhalo, například monitorování radonu a monitorování vodních zdrojů
- b) není potřeba, aby probíhalo jakékoliv monitorování, nejsou žádná rizika
- c) probíhalo, například monitorování dostupnosti železnice
- d) dosud neprobíhalo žádné monitorování

Otázka č. 12 Máte představu, jaké množství radioaktivního odpadu vyprodukuje jaderné elektrárny v ČR za kalendářní rok?

- a) 100 tun
- b) 1 000 tun
- c) 10 000 tun
- d) 100 000 tun

Otázka č. 13 Jak se dělí radioaktivní odpady?

- a) nízkoaktivní odpad, středněaktivní odpad, vysokoaktivní odpad
- b) přechodně aktivní odpad, velmi nízkoaktivní odpad, nízkoaktivní odpad, středněaktivní odpad, vysokoaktivní odpad
- c) nízkoaktivní odpad, vysokoaktivní odpad
- d) nerozděluje se, jedná se pouze o radioaktivní odpady

Otázka č. 14 Je možné vyhořelé jaderné palivo zpracovávat k dalšímu použití?

- a) je, podobně jako ostatní recyklovatelný materiál
- b) není, protože vzniká zanedbatelné množství vyhořelého jaderného paliva
- c) je, pokud je zpracováno do jednoho roku od jeho vzniku
- d) není, je nutné jej bezpečně uložit a dále s ním nenakládat

Otázka č. 15 Jaké jsou základní zdroje ionizujícího záření?

- a) přirozené a umělé
- b) přirozené a nepřirozené
- c) přírodní a umělé
- d) neexistují žádné zdroje ionizujícího záření

Otázka č. 16 Co způsobuje obecně v organismu ionizující záření?

- a) způsobuje genetické změny, nádorová bujení, nevratné změny v některých tkáních
- b) způsobuje podobné změny v organismu jako virové onemocnění
- c) způsobuje nádorové bujení nezhooubného charakteru
- d) způsobuje genetické změny uvnitř těla organismu a nádorová bujení na povrchu těla organismu

Otázka č. 17 Myslíte si, že může dojít k úniku ionizujícího záření z vyhořelého jaderného paliva v úložišti?

- a) může, ale pouze v zanedbatelném množství
- b) nemůže, vyhořelé jaderné palivo musí být uloženo tak, aby k úniku ionizujícího záření nedošlo
- c) může, pokud je vyhořelé jaderné palivo uloženo více než 10 let
- d) nemůže, pokud se nemanipuluje s nádobami obsahujícími vyhořelé jaderné palivo

Otázka č. 18 Máte představu, jaké jsou principy ochrany před vnějším ozářením?

- a) nejsou žádné, není třeba se chránit
- b) včas zneškodnit zdroj záření
- c) počkat do doby, kdy je zdroj záření neaktivní
- d) dostatečná vzdálenost od zdroje, stínit zdroj záření (bariéra), být co nejkratší dobu v dosahu zdroje záření

Otázka č. 19 Jaká jsou neodkladná ochranná opatření při radiační mimořádné události?

- a) ukrytí osob, kalciová profylaxe (požití tablet kalcitriolu), evakuace obyvatel
- b) ukrytí osob, jodová profylaxe (požití tablet jodidu draselného), evakuace obyvatel
- c) ukrytí osob, kalciová profylaxe (požití tablet kalcitriolu), evakuace hospodářských zvířat
- d) není potřeba dělat žádná neodkladná ochranná opatření, nehrozí žádné riziko

Otázka č. 20 Co znamená zkratka SÚRAO?

- a) Systém úložišť radioaktivních odpadů
- b) Správa úložišť radioaktivních odpadů
- c) Skryté úložiště radioaktivních odpadů
- d) Státní ústav radiační ochrany