

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích  
Zemědělská fakulta

Studijní program: B4131- Zemědělství

Studijní obor: Trvale udržitelné systémy hospodaření v krajině

Katedra: Katedra krajinného managementu

Vedoucí katedry: doc. Ing. Pavel Ondr, Csc.

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Problematika úložišť jaderného odpadu v ČR a jejich vlivu na životní prostředí – analýza vlivu na příkladu vybrané lokality

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jan Procházka, Ph.D.

Autor: Petr Kulich

České Budějovice,

Prohlášení:

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne

.....

Petr Kulich

## Poděkování:

Chtěl bych velice poděkovat Ing. Janu Procházkovi, Ph.D. za odborné vedení mé práce a jeho vstřícnost při konzultacích. Nemalé díky náleží také Ing. Vladimíru Smolíkovi, starostovi obce Pačejov, panu Václavu Šmatovi a konzultačnímu středisku SÚRAO v Praze, kteří mi ochotně poskytli mnoho cenných informací týkajících se zpracovávané problematiky.

## **Abstrakt**

Práce se zabývá aktuální situací týkající se problematiky ukládání jaderného odpadu v České republice a analýzou vlivu na okolní krajinu v rámci konkrétní lokality Březový potok nedaleko obce Pačejov v Plzeňském kraji. Práce hodnotí potenciální dopad na jednotlivé složky krajiny, zemědělskou výrobu a obyvatele. Z uvedených zjištění vyplývá, že pro katastr obce Maňovice by zábor orné půdy znamenal přibližně 19 ha (9,5 % zemědělské půdy) a stavba by neměla nějak významně ovlivnit hydrologické podmínky. Při vypouštění odpadních vod by měly být použity nejmodernější technologie a i z pohledu dalších zdravotních rizik by obyvatelé neměli být v žádném směru ohroženi. Staveniště by do jisté míry mohlo představovat dočasný diskomfort pro obyvatele vzhledem k hluku a emisím při výstavbě. Za psychologický vliv na obyvatele lze považovat narušení obytného a rekreačního prostředí. Od toho se také odvíjí výsledky průzkumu veřejného mínění, kdy 83% z místních obyvatel nesouhlasí se stavbou úložiště. Negativně by byl kvůli povrchovému areálu ovlivněn krajinný ráz, naopak z hlediska druhové rozmanitosti se nepředpokládá ohrožení vzácných druhů živočichů či rostlin.

### **Klíčová slova:**

radioaktivní odpady - vyhořelé jaderné palivo- hlubinné úložiště – vliv na životní prostředí

## **Abstract**

The thesis deals with topical situation concerning deep geological repository in the Czech Republic and the effect on the environment is analyzed within the particular location Březový potok near the municipality Pačejov in Pilsen region.. The thesis concerns with the potential impact on the landscape, agricultural production and inhabitants. It has been found out that the occupation of 19 hectares of arable land would represent 9,5 % of all agricultural land for the land register of the municipality Maňovice. The construction should not influence hydrology. Modern technology should be used to drain sewage. From the health risks point of view the inhabitants should not be put at risks in any way, however, the construction process may be considered certain discomfort (noise and emission) for the inhabitants. The interruption of residential and recreational area may have a psychological effect on the inhabitants. It emerges from a public opinion research that 83 % of inhabitants disagree with the deep geological repository in this area. The scenery character would be affected in a negative way, considering that the above-ground area would make an unaesthetic impression, but no rare animal species or plants are endangered in this area.

### **Key words:**

nuclear waste – spent nuclear fuel – deep geological repository – impact on the environment

## Obsah:

1	Úvod .....	8
2	Literární přehled .....	9
	2.1 Radioaktivní odpad .....	9
	2.1.1 Definice radioaktivního odpadu .....	9
	2.1.2 Vznik radioaktivního odpadu .....	10
	2.1.3 Klasifikace radioaktivních odpadů .....	11
	2.2 Nakládání s radioaktivními odpady a vyhořelým jaderným palivem.....	13
	2.2.1 Nakládání s nízko a středně aktivními odpady .....	13
	2.2.2 Nakládání s vysoce aktivními odpady a vyhořelým jaderným palivem.....	15
	2.3 Hlubinné úložiště .....	17
	2.3.1 Základní principy hlubinného úložiště .....	17
	2.3.2 Hlubinné ukládání v zahraničí .....	19
	2.3.3 Hlubinné úložiště v ČR.....	21
	2.3.4 Hlubinné úložiště a jeho dopad na životní prostředí	25
3	Cíle .....	28
4	Metodika .....	29
	4.1 Získávání podkladů .....	29
	4.2 Podstata výběru vhodné lokality.....	29
	4.3 Vymezení modelového území - lokalita Březový potok.....	30
5	Výsledky a diskuze .....	35
	5.1 Vyhodnocení aktuální situace ukládání radioaktivního odpadu v ČR.....	35
	5.2 Analýza vlivu uvažované výstavby v lokalitě Březový potok na okolní prostředí .....	36
	5.2.1. Podstata výběru lokality Březový potok.....	36
	5.2.2 Základní parametry uvažované stavby a provozu.....	36
	5.2.3 Specifikace nutných změn v krajině spojených s výstavbou.....	37
	5.2.4 Budování potřebné infrastruktury.....	38
	5.3 Vliv stavby a provozu na jednotlivé složky prostředí .....	39
	5.3.1 Krajina .....	39
	5.3.2 Voda .....	40
	5.3.3 Rostliny a živočichové .....	41
	5.3.4 Zemědělská výroba .....	41
	5.3.5 Člověk .....	42
	5.4 Analýza rizik spojených s výstavbou a provozem .....	43
	5.5 Veřejné mínění .....	44
6	Závěr .....	46
7	Literatura .....	48
8	Přílohy .....	52

## 1 Úvod

Ve všech odvětvích, kde se pracuje s radioaktivními látkami, vznikají radioaktivní odpady. Jednu skupinu tvoří tzv. institucionální odpady, které vznikají ve zdravotnictví, průmyslu, zemědělství či výzkumu. Další skupina zahrnuje odpady, které vznikají v jaderné energetice. Do této skupiny lze zařadit i vyhořelé jaderné palivo.

Česká republika vyrábí část své elektrické energie v jaderných elektrárnách, a proto musí hledat konečné řešení v otázce zneškodnění odpadů souvisejících s touto činností. Vznikající radioaktivní odpady se dělí dle aktivity na nízkoaktivní, středněaktivní a vysokoaktivní. Zneškodněním těchto odpadů se rozumí jejich úplná izolace od biosféry, a to na dobu, po kterou představují riziko pro člověka a životní prostředí. Vyhořelé jaderné palivo a vysokoaktivní odpady je nutné izolovat od životního prostředí řádově na desetitisíce let (SÚRAO).

Nejvhodnějším řešením, jak zneškodnit vysokoaktivní odpady a vyhořelé jaderné palivo, se jeví výstavba hlubinného úložiště. Zdá se, že vybudování takového úložiště je jediné řešení, které je technicky a ekonomicky přijatelné. Jedním ze základních cílů vývoje hlubinného úložiště je vybrat vhodnou lokalitu, která bude splňovat geologické a technické podmínky, ale v neposlední řadě také přijatelnost veřejností.

V současné době je vytipováno 6 vhodných lokalit a jednou z nich je i lokalita Březový potok nacházející se nedaleko obce Pačejov v Plzeňském kraji. Vzhledem k tomu, že tato lokalita se nachází v blízkosti místa mého bydliště, rozhodl jsem se vyhodnotit vliv případné výstavby a provozu plánovaného úložiště na okolní krajinu a její obyvatele.

## 2 Literární přehled

### 2.1 Radioaktivní odpad

Radioaktivní odpad a nakládání s ním lze považovat za poměrně mladý obor lidské činnosti. Podle DLOUHÉHO (2009) radioaktivní látky a jiné zdroje ionizujícího záření se ve větším množství objevily až po druhé světové válce, což zpočátku úzce souviselo s jaderným zbrojením a s vývojem jaderné energetiky. Nezanedbatelnou roli dnes také hraje produkce velkého množství radionuklidů ve výzkumných reaktorech a urychlovačích, které jsou využívány k diagnostickým a léčebným účelům, a to především v oblasti zdravotnictví, avšak také v zemědělství, průmyslu, výzkumu a dalších oborech, jakými jsou například stavebnictví, vodohospodářství, geologie a jiné.

#### 2.1.1 Definice radioaktivního odpadu

Dle DLOUHÉHO (2009) látka, materiál či předmět, který lze označit jako radioaktivní odpad, musí splňovat tři následující podmínky: Za prvé tyto látky musí obsahovat radionuklidy, a to v takovém množství, které překračuje zprošťovací úroveň (hodnota, pod kterou se kontaminace radionuklidy považuje za zanedbatelnou). Za druhé, se musí jednat o látky, materiály či předměty nemožné již dále využít a za třetí musí být jejich vlastníkem prohlášeny za odpad. DLOUHÝ (2009) tvrdí, že za radioaktivní odpad lze tedy prohlásit i vyhořelé jaderné palivo, ale podle české legislativy je odpadem tehdy, je-li splněna i podmínka třetí. Vlastníkem se v tomto případě rozumí provozovatelé jaderných elektráren.

Podle ŠTAMBERGA (2005) se pod pojmem radioaktivní odpad rozumí každý odpad ať už skupenství plynného, kapalného, nebo pevného, jehož radioaktivita překročí určitou limitní hodnotu, která bývá zpravidla stanovena zákonnou formou.

NACHMILLER (2001) přibližuje, co se vlastně rozumí pojmem vyhořelé jaderné palivo. Jaderné palivo, které přichází do reaktorů je oxid uraničitý, který po obohacení obsahuje 3,6% štěpného isotopu  $^{235}\text{U}$  v JE Dukovany a 4,4% v JE Temelín, zbytek tvoří izotop  $^{238}\text{U}$ . Slinuté keramické tablety se uzavřou v palivových trubkách, které jsou sestaveny do kazet. Po vyjmutí z reaktoru tato



kazeta dosahuje radioaktivity  $8,2 \cdot 10^{17}$  Bq v Dukovanech a  $3,6 \cdot 10^{18}$  v Temelíně. Radioaktivita kazety klesá a lze předpokládat, že dosáhne hodnoty  $10^{13}$  Bq, avšak až po 600 letech, bereme-li v úvahu kazetu dukovanskou, temelínská dosáhne této hodnoty až po 10 000 letech.

### 2.1.2 Vznik radioaktivního odpadu

Mezi světovými válkami jediným zdrojem byly ampule s radiem-226, používané v medicíně a svítící barvy využívané v dílnách na výrobu ciferníků hodinek. Podle DLOUHÉHO (1982) vzniklým odpadům v této době nebyla věnována patřičná pozornost a nežádoucí látky se tak dostávaly do okolního prostředí nemocnic a blízkých povrchových vod. Při vývoji a výrobě jaderných zbraní vznikalo také relativně velké množství odpadů, avšak jednalo se o odpady o nízké radioaktivitě. Avšak s nástupem plutonia se vše změnilo, začaly vznikat odpady o střední a vysoké radioaktivitě.

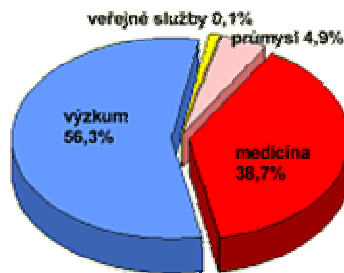
V dnešní době vzniká celá škála radioaktivních odpadů ve výzkumných jaderných střediscích, v České republice je to například Ústav jaderného výzkumu Řež, a.s. Nezanedbatelnou roli však také hraje výroba radiofarmak pro zdravotnictví a také analytická laboratoř, která spolupracuje s Mezinárodní agenturou pro atomovou energii (DALIBA 1995).

Zdrojem radioaktivních odpadů v rámci palivového cyklu jaderných elektráren je podle ŠTAMBERGA (2005) několik:

- těžba radioaktivních surovin (především uranových rud)
- zpracování uranových rud a výroba jaderného paliva
- přepracování vyhořelého jaderného paliva
- jaderné elektrárny (odpady vznikající za provozu jaderné elektrárny, nezahrnují vyhořelé jaderné palivo jako takové)

Podle ŠTAMBERGA (2005) se v České republice setkáváme tedy hlavně s radioaktivními odpady souvisejícími s těžbou uranových rud a s jejich zpracováním, s odpady z jaderných elektráren Dukovany a Temelín a s odpady

pocházejícími hlavně z výzkumných laboratoří. Na obrázku č. 1 je možné vidět, kolik procent radioaktivního odpadu je vyprodukováno jednotlivými odvětvími.



Obr. č. 1: Produkce radioaktivních odpadů v jednotlivých odvětvích  
(Zdroj: ANONYMUS 1)

### 2.1.3 Klasifikace radioaktivních odpadů

Radioaktivní odpady mohou být podle ŠTAMBERGA (2005) klasifikovány a kategorizovány podle různých hledisek, například podle:

- výše radioaktivity: nízko aktivní, středně aktivní a vysoce aktivní
- převládajícího druhu radioaktivního záření
- doby poločasu rozpadu převládajících radionuklidů na krátkodobé a dlouhodobé
- skupenství na pevné, kapalné a plynné
- chemického složení
- toxicity
- hořlavosti
- způsobu zpracovatelnosti
- způsobu likvidace

Radioaktivní odpady vznikající za provozu jaderné elektrárny dělí na tři kategorie- plynné, kapalné a pevné. Zdrojem plyných radioaktivních odpadů v jaderných elektrárnách jsou podle ŠTAMBERGA (2005) nádrže různých technologických roztoků, různá zařízení, odvod chladiva, odsávané prostory. Tyto odpady mohou být především kontaminovány radioaktivními aerosoly, sloučeninami radioaktivních

izotopů jodu a radionuklidy vzácných plynů. DUŠÁKOVÁ (2010) uvádí, že jsou čištěny ve filtrech a zadržovány v absorpčních komorách, kde dochází ke snížení jejich radioaktivity pod úroveň limitů pro vypouštění do ovzduší.

Kapalných odpadů je podle ŠTAMBERGA (2005) v jaderných elektrárnách hmotnostně produkováno nejvíce. Radionuklidy a ostatní balastní složky jsou nekonzentrovány především tedy v kapalných radioaktivních odpadech, tzn:

- v regenerátech, pracích vodách
- v kapalných odpadech po dekontaminaci zařízení
- v odpadech z laboratoří a prádelen
- ve vratných vodách z meziskladu kapalných radioaktivních odpadů

K hlavním kapalným radioaktivním odpadů řadí radioaktivní chladicí voda a náplně většiny filtrů, kterými se čistí aktivní kapaliny. Platí, že radioaktivní není sama voda, ale soli a korozní částice, které obsahuje. Kapalně odpady se zpracovávají tak, že jsou nejprve zahuštěny částečným odpařením vody, tento koncentrát je dále smícháván s asfaltem a následně uložen do sudů. Voda, která zbude, má zanedbatelnou radioaktivitu a je tedy vypuštěna do životního prostředí.

Pevné odpady vznikají podle ŠTAMBERGA (2005) buď zpracováním kapalných radioaktivních odpadů (tzv. solidifikáty) nebo na základě povrchové aktivity, nebo dávkového příkonu. DUŠÁKOVÁ (2010) uvádí, že pevné odpady vznikají při údržbářských pracích (tzn. při výměnách různých zařízení či součástí). Pevné radioaktivní odpady jsou také ukládány do sudů. Tyto sudy se poté ukládají do tzv. úložiště radioaktivních odpadů. Tyto odpady lze dále dělit podle intenzity záření a doby, po kterou toto záření produkuje. Dělí se tedy na nízko aktivní odpady, středně aktivní odpady a vysoce aktivní odpady.

Nízko aktivní odpady jsou zastoupeny v největší míře, jak hmotnostně, tak i objemově. Tvoří asi 90% veškeré produkce radioaktivních odpadů. Patří sem materiály, které byly kontaminovány v průběhu údržby zařízení, jakými jsou například ochranné pomůcky, nedekontaminované materiály apod. Tyto látky obsahují relativně malé množství radionuklidů a lze je rovnou ukládat do přípovrchových úložišť. Poločas rozpadu je přibližně 30 let.

Do středně aktivních odpadů lze zařadit odpady, jakými jsou například některé vyměněné součástky zařízení, kontaminované neutronovou aktivací, například filtrační vložky aerosolových filtrů apod. (ŠTAMBERG 2005). Tento odpad však

nepotřebuje speciální zacházení jako odpad vysoce aktivní. Při převozu je nutné stínění, avšak teplo, které uvolňuje, je malé. Některé z těchto odpadů je nutné uložit do hlubinného úložiště, avšak v ostatních případech je možné využít úložiště povrchové (DUŠÁKOVÁ 2010).

Vysoce aktivní odpad vyžaduje chlazení a stínění, a to z toho důvodu, že produkuje značné množství tepla. Patří sem vyhořelé palivové články z jaderných elektráren, obsahující především štěpné produkty, které vznikly ozářením jaderného paliva v reaktoru. Tyto odpady obsahují vysokou koncentraci radioaktivních a extrémně dlouhodobých radionuklidů, jejichž poločas rozpadu může být sto tisíc i více let. Uvádí se však, že za nejnebezpečnější dobu je považováno prvních 300 let. Z celkové produkce radioaktivních odpadů představují asi 1%, obsahují však 99% veškeré aktivity. Tento druh odpadu musí být uložen pouze v hlubinném úložišti (HÁLA 1998).

## **2.2 Nakládání s radioaktivními odpady a vyhořelým jaderným palivem**

Dle studie Hnutí DUHA (2003) oficiální politiku vlády týkající se tohoto problému upravuje Koncepce nakládání s radioaktivními odpady a vyhořelým jaderným palivem v ČR, která byla vydána v červnu 2001, a dále byl tento dokument Ministerstva průmyslu a obchodu ČR schválen vládou v květnu roku 2002 (usnesení vlády č. 487 ze dne 15. 5. 2002). Jedná se tedy o hlavní dokument, který udává směr ve strategii státu a jeho úřadů při nakládání s radioaktivními odpady do roku 2025 s následným výhledem do konce století a také popisuje vztah státu k těm, kteří jaderný odpad a vyhořelé jaderné palivo produkují.

### **2.2.1 Nakládání s nízko a středně aktivními odpady**

Dokument KONCEPCE NAKLÁDÁNÍ S RADIOAKTIVNÍMI ODPADY A VYHOŘELÝM JADERNÝM PALIVEM (2001) uvádí, že krátkodobé nízko a středně aktivní odpady představují z hlediska objemu největší skupinu odpadů. Vznikají v kapalném či pevném skupenství při provozu a vyřazování jaderných reaktorů a při nakládání se zdroji ionizujícího záření. Během několika set let však tyto odpady přestávají být radioaktivní a je tedy možné je ukládat do povrchových

nebo přípovrchových úložišť. SÚRAO za vhodná úložiště pro tyto odpady v ČR uvádí úložiště:

- Dukovany

Úložiště Dukovany bylo vybudováno v areálu jaderné elektrárny, aby přijímalo provozní radioaktivní odpady z energetiky. Je považováno za největší a nejmodernější úložiště jaderných odpadů v ČR. V trvalém provozu je od roku 1995 a celková kapacita úložných prostor je 55 000 m<sup>3</sup> (asi 180 000 sudů).

- Richard – Litoměřice

Toto úložiště je vybudováno v prostorách bývalého vápencového dolu. Zde se od roku 1964 ukládají institucionální odpady.

- Bratrství – Jáchymov

Toto úložiště přijímá radioaktivní odpady pouze s přírodními radionuklidy. Vzniklo přeměnou těžní štoly v bývalém uranovém dole.

Kapacita úložišť, zvažujeme-li současnou produkci radioaktivních odpadů, je dostatečná na několik desetiletí. Odhaduje se, že kapacita úložiště Dukovany bude dostačující do roku 2100, Richard 2070 a Bratrství 2030.

Přechodné a nízko aktivní radioaktivní odpady jsou dále zpracovávány a upravovány a ukládány. To znamená, že před jejich uložením je nutné je zpracovat a upravit do formy vhodné pro jejich uložení. Odpady jsou zpracovávány různě, například se využívají odparky, lisy, filtrační zařízení, ionexové kolony, spalovny nebo zařízení na přetavení kovů. Úpravou se rozumí změna jejich fyzikálních nebo chemických vlastností tak, aby byla zajištěna jejich bezpečná doprava, skladování a ukládání. Jak uvádí studie Hnutí DUHA (2003), když klesne radiace těchto odpadů pod stanovenou mez, lze je z uvolněných prostor uvolnit k recyklaci či je uložit na zabezpečených skládkách neradioaktivních odpadů. KONCEPCE NAKLÁDÁNÍ S RAO A VJP (2001) však za specifickou kategorii považuje velmi nízko radioaktivní odpady a odpady kontaminované přírodními radionuklidy. Tento typ odpadu se vyznačuje tím, že obsah radionuklidů se pohybuje pod nebo v blízkosti hranice, která by umožnila jejich uvedení do životního prostředí. Podle

ŠTAMBERGA (2005) je takovéto odpady, tedy odpady o nízké a střední aktivitě, avšak s dlouhou dobou záření, nutno uložit do hlubinné geologické formace. Tyto odpady však vznikají pouze v menší míře a ve většině případů jejich skladování zajišťují původci či Správa úložišť radioaktivních odpadů (SÚRAO).

Tabulka č. 1: Přehled množství nízko a středně aktivních odpadů (po úpravě k uložení)

(Zdroj KONCEPCE NAKLÁDÁNÍ S RAO A VJP 2001)

Zdroj	RAO – provoz (m <sup>3</sup> )	RAO – vyřazování (m <sup>3</sup> )	Ø roční produkce (m <sup>3</sup> )
EDU (1985-2025)	10 250	--	256
EDU (2025-2035)	--	3 640	364
EDU (2085-2094)	--	2 385	239
ETE (2000-2042)	12 000	--	285
ETE (2040-2047)	--	620	78
ETE (2090-2095)	--	4 012	669
<b>Celkem JE</b>		<b>32 907</b>	
Instit. (1958-2000)		2 800	67
Instit. (2000-2095)		5 700	60
<b>Celkem instituce</b>		<b>8 500</b>	

Je však nutno podotknout, že se stále více přechází k využití radionuklidů s kratšími poločasy přeměny. Tyto radionuklidy mohou být po krátké době skladování uvolněny do životního prostředí.

### 2.2.2 Nakládání s vysoce aktivními odpady a vyhořelým jaderným palivem

Vysoce aktivní odpady lze považovat za nejrizikovější kategorii radioaktivních odpadů. Za jejich zdroj je považován především provoz energetických a výzkumných reaktorů. Vzhledem k tomu, že jsou vysoce aktivní a zároveň obsahují značný podíl dlouhodobých radionuklidů, bude nutné je uložit v hlubinných geologických formacích. Tyto odpady je nutno izolovat od životního prostředí řádově desetitisíce let (SÚRAO). V současné době je vyhořelé jaderné palivo, a jiné vysoce aktivní odpady, skladováno v meziskladech (Dukovany v ČR). Dle studie Hnutí DUHA (2003) se s meziskladem vyhořelého jaderného paliva počítá také v jaderné elektrárně Temelín. Avšak do doby než tomu tak bude, má být palivo z JE Temelín skladováno v bazénech vedle reaktorů, které by tomuto účelu měly kapacitně sloužit až do roku 2013. Je možné, že v budoucnu bude možné

vyhořelé jaderné palivo možné využít jako cennou surovinu, a to proto, že obsahuje prvky, které jsou schopny uvolnit ještě značné množství energie.

Tabulka č. 2: Přehled produkce vysoce aktivních odpadů (objem po úpravě) a vyhořelého jaderného paliva (Zdroj: SURAO)

Zdroj	VAO - provoz (m <sup>3</sup> )	VAO – vyřazování (m <sup>3</sup> )	VJP (t)
EDU (1985-2025)	50	--	1 937
EDU (2085-2094)	--	2 000	--
ETE (2000-2042)	50	--	1 787
ETE (2090-2095)	--	624	--
<b>Celkem JE</b>		<b>2724</b>	<b>3 724</b>
Instit. (1958-2000)	80	5	0,2
Instit. (2000-2050)	150	50	0,3
<b>Celkem instituce</b>		<b>285</b>	<b>0,5</b>

Před uložením vyhořelého jaderného paliva a vysoce aktivních odpadů odpovídají za jeho skladování a přepravu jeho původci. V současné době jsou vysoce aktivní odpady skladovány v místě jejich vzniku. Ve světě se však používají technologie podobné těm, které se využívají pro skladování vyhořelého jaderného paliva. K přepravě takovýchto odpadů se používají silnostěnné transportní obalové soubory, které zajišťují odvod rozpadového tepla a odstiňují radioaktivní záření pod přípustné úrovně.

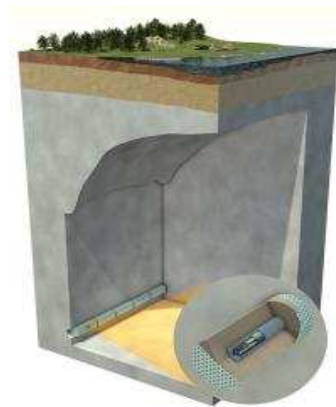
Vyhořelé jaderné palivo se ještě upravuje, než je připraveno k přímému uložení, například kapalné vysoce aktivní odpady se upravují vitrifikací, pevné se fragmentují a fixují cementem. Před uložením do hlubinného úložiště bude palivo ještě vloženo do úložného obalového souboru, který se bude skládat s největší pravděpodobností z ušlechtilé oceli (KONCEPCE NAKLÁDÁNÍ S RAO A VJP 2001).

Existuje možnost, že by se vyhořelé jaderné palivo dále přepracovávalo, a to za účelem získání štěpných materiálů, jakými jsou Pu a U, nebo také některých cenných radionuklidů. Dle studie Hnutí DUHA (2003) je však tato technologie velice technicky i finančně náročná a zůstává po ní ještě větší objem radioaktivních odpadů. Dle DLOUHÉHO (2009) se od tohoto typu přepracování paliva, kdy je oddělováno plutonium a uran, ustupuje. V současné době jsou především zkoumány metody transmutace, tedy jaderné přeměny, dlouhodobých radionuklidů. Avšak transmutační technologie jsou v současnosti ve fázi výzkumu.

V současné době lze tedy za nejreálnější variantu považovat uložení vysoce aktivního odpadu a vyhořelého jaderného paliva do hlubinného úložiště. Cílem takového uložení se jeví zajištění trvalé izolace od životního prostředí. Podle ŠTAMBERGA (2005) však nelze ani tuto koncepci považovat za definitivní, a to již ze zmíněného důvodu, možnosti jeho budoucího využití za pomoci transmutačních technologií.

### 2.3 Hlubinné úložiště

Hlubinné uložení je založeno na izolaci jaderného odpadu v kontejnerech a jejich následným umístěním hluboko pod zem do stabilních geologických masivů, jak lze vidět na obrázku č. 2. Hlavním cílem je tedy zajištění trvalé izolace uloženého materiálu od životního prostředí. Tato metoda likvidace vysoce radioaktivních odpadů je preferována většinou zemí, které využívají jadernou energii.



Obr. č.2: Hlubinné úložiště v geologickém masivu  
(Zdroj: SURAO)

#### 2.3.1 Základní principy hlubinného úložiště

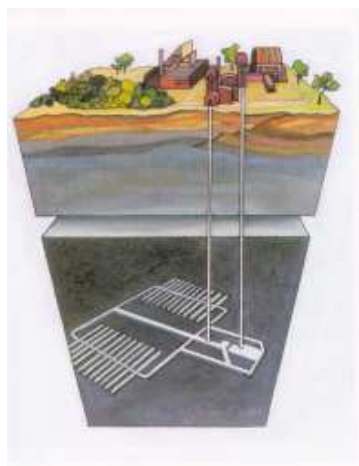
Úložiště se budují v hlubinných geologických formacích v hloubce přibližně 500 m pod povrchem. Z hlediska dlouhodobé bezpečnosti v tomto ohledu hraje důležitou roli izolační schopnost přírodního prostředí, neméně důležité jsou také inženýrské bariéry, které účinnost prostředí doplňují. Předpokladem úspěšné přípravy hlubinného úložiště je splnění několika podmínek, spadá sem kromě



finančních prostředků i technická stránka výstavby a provozu úložiště, ale hlavně musí být prokázáno, že uložený materiál bude bezpečně izolován od biosféry a nebude tedy negativně ovlivňovat životní prostředí (SÚRAO). Otázkou zůstává, jak dlouho bude muset být vysoce aktivní odpad od biosféry izolován. Dle DLOUHÉHO (2009) se za přijatelnou dobu, během které je nutné sledovat chování úložiště a jeho vliv na biosféru, považuje 100 000 let.

Vývoj hlubinného úložiště může být rozdělen do několika etap: plánovací a přípravné stadium, výstavba, provoz, ukončení provozu a následný institucionální dohled. V době přípravného stadia je pozornost soustředěna na volbu koncepce, výběr lokality, práci na projektu, podklady pro územní řízení a výzkumnou a demonstrační činnost. Do tohoto stadia spadají i experimenty v podzemních laboratořích, které mají za cíl zkoumat interakce mezi horninovým prostředím, inženýrskými bariérami a uloženými odpady. Základem pro hlubinné úložiště je výběr vhodné geologické formace. Jako nejvhodnější se pro hlubinná úložiště jeví magmatity, jílové formace, soli a pyroklastické horniny. V České republice se předpokládá výstavba úložiště v granitoidních horninách. Rozsáhlé geologické studium je základem pro výběr vhodné lokality.

Z hlediska technického uspořádání se lze zaměřit na tři základní komponenty. První komponentu představují vlastní úložné prostory, kam bude odpad ukládán, které jsou zobrazeny na obrázku č. 3. Druhou komponentou je areál zahrnující všechny pomocné provozy. Poslední komponentu představují přístupové cesty k úložným prostorům.



Obr. č.3: Úložné prostory hlubinného úložiště (Zdroj: SÚRAO)

Ukládací komory hlubinného úložiště by měly být vybudovány v hloubce 500 m v závislosti na charakteristice horninového podloží. Odpad by měl být umístěn ve speciálních kontejnerech, jejichž životnost by měla být dlouhodobá. V závislosti na koncepci řešení úložiště se podzemní chodby mohou rozprostírat na ploše několika km<sup>2</sup>, avšak činnost probíhající v podzemních prostorech by v žádném případě neměla ovlivnit ani omezit činnost na povrchu. Nadzemní areál úložiště, který bude s ukládacími prostory propojen svislými přístupovými šachtami a tunelem ve tvaru šroubovice, by měl poskytovat technické zázemí, jeho rozloha by neměla přesáhnout několik hektarů. Způsob výstavby celého úložiště musí v první řadě brát v úvahu ochranu přírody a krajiny v dané lokalitě a také musí zohlednit oprávněné požadavky obcí (SÚRAO).

### 2.3.2 Hlubinné ukládání v zahraničí

V zemích, kde se nashromáždilo vyhořelé jaderné palivo a vysokoaktivní odpady, vývoj úložišť probíhá různými způsoby, což do jisté míry souvisí s odlišným horninovým prostředím. Vzhledem k tomu, že výběr horninového prostředí závisí na geologické situaci konkrétního státu, je ve světě zkoumáno několik typů hornin, u kterých je možné se domnívat, že splňují veškeré požadavky.

Tabulka č. 3: Zastoupení horninových typů  
(Zdroj: DLOUHÝ 2009)

HORNINA	POČET ZEMÍ	%
žulové horniny	24	39,3
jíly, jílovce apod.	20	32,8
solné pně a vrstvy	8	13,1
sádrovec, anhydrit	3	4,9
metamorfované horniny	3	4,9
tufy	2	3,3
vulkanické horniny	1	1,6

Ve Finsku, Švédsku a Japonsku bylo rozhodnuto vybudovat úložiště v žule. V USA je jako hostitelská hornina využit tuf, a to v lokalitě budoucího úložiště v Yucca Mountains. Hlubinné úložiště WIPP nacházející se u Carlsbadu v Novém Mexiku, které již bylo uvedeno do provozu, je vybudováno v solné formaci, o které se uvažuje také v Německu. Ve Francii, Belgii a Švýcarsku dávají přednost jílové formaci. V České republice se uvažuje především o vybudování v žule. Na realizaci

hlubinného úložiště se podílí několik vědních disciplín společně, jako například geofyzika, geochemie, inženýrská geologie, hydrogeologie a další. Co se týká realizace hlubinných úložišť, největší pokroky v tomto ohledu učinily země, jakými jsou Švédsko, Finsko a USA.

Země produkující vyhořelé jaderné palivo a vysokoaktivní odpady lze rozdělit do 3 skupin (SÚRAO):

- země, které již našly lokalitu pro vybudování úložiště nebo jsou v pokročilém stádiu výběru vhodné lokality a lze očekávat uvedení do provozu do roku 2035 (Švédsko, Finsko, USA – viz obrázek č. 4, Německo, Švýcarsko, Francie, Japonsko)
- země, kde zatím nedošlo k výběru vhodné lokality, probíhá průzkum vhodné lokality, předběžný průzkum (Česká republika, Slovensko, Maďarsko, Španělsko)
- země, které odložily vývoj úložiště na pozdější dobu (Velká Británie, Nizozemsko a další)





Obr. č. 4: Vstup a schéma úložiště v Yucca Mountains, USA  
(Zdroj: SURAO)

Preferovaným způsobem prokazujícím, že se v hlubinném úložišti neobjeví procesy nebo jevy ohrožující jeho stabilitu a rozptyl radionuklidů geosférou do biosféry, jsou zkoušky v podzemních laboratořích. V těchto laboratořích se zkoumá vzájemné působení odpadů a jejich obalových souborů, inženýrských bariér a okolní horninové formace (DLOUHÝ 2009). Zjišťují se zde geochemické a geotechnické vlastnosti, objevují se zde zákonitosti oběhu podzemní vody a ověřují postupy zkoumání mechanických a fyzikálně-chemických parametrů hornin. Výzkumný program podzemních laboratoří je zaměřen především do těchto oblastí (ŠTAMBERG 2005):

- verifikace metod průzkumu geologického prostředí dané lokality
- testování funkčnosti a spolehlivosti technologií výstavby hlubinného úložiště
- pozorování a analýza jevů související s dlouhodobou izolací radionuklidů od biosféry
- modely migrace radionuklidů, např. proudění podzemní vody v puklinovém prostředí
- demonstrace zvolené koncepce ukládání VJP a VAO

### 2.3.3 Hlubinné úložiště v ČR

V České republice energetická koncepce počítá s výrobou elektrické energie z jaderných zdrojů, proto je nutné vyhořelé jaderné palivo a vysokoaktivní

radioaktivní odpady bezpečně izolovat od biosféry a životního prostředí. V současné době se nejlepší alternativou, jak této izolace dosáhnout, jeví právě uložení do hlubinných úložišť.

Důvodů, proč vybudovat jaderné úložiště také v České republice je několik. Některé radioaktivní odpady nelze, ať už důvodu jejich formy, či aktivity, ukládat do přípovrchových úložišť (MATAL 2011). Dalším důvodem je, že vyhořelé jaderné palivo a radioaktivní odpady budou v České republice vznikat ještě několik desítek let a je nezákonné je vyvážet za hranice republiky. A v neposlední řadě se jedná o jediné řešení, které je technicky a ekonomicky proveditelné. Proto každý stát, který se rozhodne vyrábět část elektrické energie v jaderných elektrárnách, by měl být připraven nést odpovědnost i za zneškodnění všech odpadů souvisejících s touto činností. Do tohoto úložiště však nebudou ukládány pouze odpady z jaderných elektráren, ale také z dalších průmyslových odvětví a medicíny.

Hlubinné úložiště bude v České republice pravděpodobně vybudováno v žulovém masivu nebo rulách. Podzemní laboratoře ve Švédsku, Švýcarsku a Kanadě a dalších zemích tyto horninové formace již dlouho vědecky zkoumají (NACHMILLER 2001). Inženýrský systém by zde využíval kombinaci umělých a přírodních bariér, což znamená, že úložný kontejner by byl obložen betonem a poté horninovým masivem v hloubce přibližně 500 m pod povrchem.

SURAO předpokládá, že jaderné elektrárny v České republice, Temelín a Dukovany, vyprodukují během své životnosti (40 let) asi 4000 tun vyhořelého paliva. V případě, že přibudou dva bloky v jaderné elektrárně Temelín a jeden v Dukovanech, zvýší se množství odpadů na 9000 tun vyhořelého jaderného paliva a 5000 m<sup>3</sup> vysokoaktivních odpadů. V současnosti se vyhořelé jaderné palivo skladuje v bazénu vyhořelého jaderného paliva, který je možné vidět na obrázku č. 5, později se přemísťuje do skladů vyhořelého jaderného paliva.



Obr. č. 5: Bazén s vyhořelým jaderným palivem, Dukovany  
(Zdroj: SURAO)

Používají se paliva typu VVER 440 a VVER 1000, pro která platí, že 96% nevyhořelého uranu je v podobě oxidu uraničitého, dále 1% plutonia v podobě oxidu plutoničitého a 3% připadají na aktinidy a štěpné produkty. Zbylé plutonium a uran mohou v budoucnu sloužit jako jaderné palivo v případě, že budou reaktory upraveny na tento typ paliva. Aktinidy jsou těžké prvky, které mají svůj původ v rozpadových řadách uranu a thoria a vznikají při ozařování uranu neutrony. Vysokoaktivní odpady jsou vlastně zbytky, které vznikají při procesu oddělování uranu a plutonia od vyhořelého paliva. Tyto odpady jsou velkým zdrojem tepla, což je způsobeno obsahem dlouhodobých radionuklidů.

Koncepční řešení hlubinného úložiště je stejné jako v zahraničí, to znamená, že se bude skládat z nadzemní a podzemní části. Celková plocha nadzemního areálu bude přibližně 30 ha, na části bude probíhat manipulace s vyhořelým jaderným palivem a vysokoaktivními odpady, dále zde bude železniční vlečka a manipulační plocha sloužící jako staveniště. Budou se zde nacházet také typické důlní provozy, jako například údržba, dodávka elektřiny, ovládání větrání úložiště, správní budovy, sociální zařízení, sklady a jiné. Zde se také bude přijímat vyhořelé jaderné palivo a vysokoaktivní odpady, dále budou z přepravních kontejnerů po kontrole uloženy do kontejnerů úložných. Možná je i jejich úprava, jako například jejich zalití roztaveným olovem či sklovinou v úložných kontejnerech (VOKÁL 2012). Podzemní část bude tvořena přístupovými a větracími šachtami, tunely, ukládacími

prostory, dále rozsáhlou sítí chodeb, do nichž budou ukládány kontejnery s vyhořelým jaderným palivem. Důležitou roli také v této části budou hrát podzemní bariéry, což jsou bariéry vyrobené uměle, jejichž úkolem je zabránit styku s podzemní vodou a následně zde budou výplňové a tlumicí materiály, jejichž úkolem je zabránit migraci radionuklidů a jejich případné kontaminaci podzemních vod, hostitelské horniny, půdy a rostlin (ŠTAMBERG 2005). Dle DLOUHÉHO (2009) se nejčastěji pro úlohu tlumicího materiálu užívá jíla a to nejčastěji bentonitického typu, protože bentonit při styku s vodou zbobtná a tím zaplňuje dutiny. Je důležité zajistit dlouhodobou stabilitu tlumicího materiálu, a to zejména zabránění jeho zahřívání. V poslední fázi života úložiště dojde k jeho uzavření. Tato fáze bude sestávat z dekontaminace technologického zařízení a jeho demontáže. V souvislosti s projektem hlubinného úložiště byl již vypracován návrh na ukončení jeho provozu. Další důležitým bodem je odstranění povrchových staveb, a to včetně dekontaminace před jejich demolicí. Postupně bude docházet k uzavírání a utěšňování všech přístupových cest, aby se podzemní prostory nedostaly do kontaktu s biosférou. V případě, že by izolační funkce úložiště byla narušena, hlubinné úložiště zároveň plní funkci zpomalovací. V případě úniku radionuklidu, by byl jeho pohyb směrem k biosféře zpomalen, a to natolik, že by jeho radioaktivita poklesla na přijatelnou hodnotu. Příkladů uzavřených úložišť není mnoho a patří sem pouze přípovrchová úložiště. Avšak tato úložiště po svém uzavření jsou neustále pod institucionálním dohledem, jehož součástí je monitorovací program, který zahrnuje hydrogeologický radiační monitorovací systém a síť geodynamických bodů pro měření pohybu skalního masivu, sledování vzduchu, měření radonu a případnou kontaminaci podzemních vod či vegetace.

Výběr vhodné lokality pro stavbu podzemního úložiště lze rozdělit na dvě etapy, a to etapu výzkumu, kdy se hledá potenciálně vhodné území, a etapu průzkumu, kdy se získávají a ověřují geologické struktury a podzemní prostory. Geologický průzkum lze dále rozdělit na fázi vyhledávací, průzkumnou a podrobně průzkumnou. Kromě požadavků na vlastnosti horniny a její schopnost izolovat radioaktivní látky v případě jejich úniku, musí lokalita pro budoucí hlubinné úložiště splňovat další podmínky, jakými jsou přijatelnost lokality veřejností, dostupnost lokality a technická možnost vybudování povrchového areálu. V České republice je v současné době zvažováno šest lokalit: Březový potok v Plzeňském kraji, Čihadlo

v Jihočeském kraji, Horka v kraji Vysočina, Čertovka zasahující do krajů Ústeckého a Plzeňského, Magdaléna v Jihočeském kraji, Kraví hora a lokalita Hrádek v kraji Vysočina. Mapy a přehled obcí spadajících do těchto lokalit lze najít v Příloze č. 1. V Jihočeském kraji je dále zkoumán areál vojenského újezdu Boletice. V současné době ve zvažovaných lokalitách probíhá průzkum veřejného mínění k souhlasu s provedením geologického průzkumu.

#### **2.3.4 Hlubinné úložiště a jeho dopad na životní prostředí**

Již v počáteční fázi, kdy se plánuje realizace a vybírá se vhodná lokalita, je nutno vypracovat zadávací bezpečnostní zprávu. Tato zpráva musí obsahovat charakteristiku lokality, charakteristiku projektu úložiště, charakteristiku provozu úložiště, předběžné hodnocení vlivu provozu na zaměstnance, obyvatele a životní prostředí z hlediska jaderné bezpečnosti a radiační ochrany, návrh koncepce bezpečného ukončení provozu úložiště, vyhodnocení zabezpečení jakosti, odhad dopadů a soulad s předpisy (PROUZA 2003).

Kapitola hodnocení vlivu na životní prostředí musí být obsažena v bezpečnostní zprávě, která je předkládána pro účely územního řízení. Je to nezbytná podmínka pro vydání povolení k umístění jaderného zařízení nebo pracoviště s velmi významným zdrojem ionizujícího záření podle §13, odst. 4 zákona č. 18/1997 Sb. a dále hodnocení vlivu staveb na životní prostředí podle Zákona č. 244/1992 Sb. Musí být dokladováno, že v lokalitě nedochází k narušení přírodních zdrojů minerálů, uhlovodíků a vody. Také musí být popsány známé přírodní zdroje v okolí úložiště. V této části také musí být nastíněn program monitorování. Úložiště musí zabezpečit dlouhodobou izolaci ukládaného odpadu.

Dle LIETAVY (2006) musí geologické a hydrogeologické podmínky lokality, která bude vybrána pro stavbu hlubinného úložiště, zajišťovat dlouhodobou stabilitu této stavby a bariér, které budou bránit úniku radionuklidů z uložených radioaktivních materiálů do životního prostředí. Zásah do krajiny způsobený výstavbou a provozem by neměl narušovat požadavky na funkční využití území a soubor staveb by měl plnit předpoklady dané územním plánem se zřetelem na péči o životní prostředí a ochranu jeho složek – půdy, vody a ovzduší.



V nejbližším okolí staveniště se nesmějí nacházet kulturně historické památky ani žádné známé archeologicky cenné lokality. Oblast by také neměla zasahovat do ochranných pásem a chráněných území. Předpokládá se, že pro výstavbu vlastního úložiště bude potřeba 29,5 ha půdy, přičemž by měla převažovat zemědělská půda nižší bonity. Je však nutné brát v úvahu trvalý zábor zemědělské půdy pro stavbu komunikací, které budou spojovat staveniště se silniční a železniční sítí. V tomto ohledu se předpokládá, že bude nutno zabrat přibližně 3 km pro silniční síť a 5-10 km pro železniční vlečku. A také je nutné zohlednit dočasný zábor zemědělské půdy, jako například pokládka kabelů či výstavba elektrického vedení. Skryvka zeminy by měla být využita později na ozelenění ploch a rekultivaci pozemků po ukončení výstavby a těžená hornina by mohla být využita jako kamenivo vhodné pro stavebnictví. Po ukončení výstavby se předpokládá, že rezervní a manipulační plochy budou upraveny sadbovou výsadbou.

Je možné se domnívat, že v době období výstavby dojde k zhoršení kvality ovzduší, a to zejména navýšení prašnosti a emisí. Dle LIETAVY (2006) lze očekávat, že tyto negativní vlivy budou srovnatelné s vlivy z oblastí, kde se provozují doly a kamenolomy. Avšak povinnosti provozovatelů jsou dány Zákonem č. 309/1991 Sb. o ochraně ovzduší před znečišťujícími látkami, dalšími právními předpisy upravujícími znečištění ovzduší jsou vyhláška MŽP č. 205/1993 Sb. a vyhláška MŽP č. 270/1993 Sb.

Další složkou životního prostředí, na kterou je nutné brát zřetel při výstavbě, je vliv úložiště na vodu. Musí být posouzen vliv na změnu vodního režimu v území, vliv na množství a kvalitu vody. Legislativně rámcem pro ochranu podzemních a povrchových vod je vyhláška MLVH ČSR č.6/1977 Sb. o ochraně jakosti povrchových a podzemních vod. Přípustné stupně znečištění vod jsou definovány v Nařízení vlády ČR č.171/92 Sb., které závazně stanovuje podmínky pro vypouštění odpadních, zvláštních a důlních vod do vod povrchových. V případě, že by výstavba úložiště mohla nějakým způsobem ovlivnit podzemní vody určené k zásobování obyvatelstva pitnou vodou, bude nutné vyhodnotit jejich kvalitu i z hlediska platných norem - např. ČSN 75 7111 a ČSN 75 7214.

V průběhu výstavby a provozu úložiště se nepředpokládá, že by mělo dojít k významné kontaminaci vody. Avšak je možné, že dojde k úkapům pohonných hmot a maziv. Ani nelze vyloučit ovlivnění kvality půdy, a to v důsledku postupu

kontaminantů referenčními cestami v poli vzdálených interakcí. Výstavbou hlubinného úložiště lze také počítat s tím, že bude ovlivněn charakter krajiny. Základními právními předpisy vztahující se k území, půdě a geologickým podmínkám, jsou Zákon ČNR č. 334/1992 Sb. o ochraně zemědělského půdního fondu, vyhláška MLVH ČSR č.99/1977 Sb. o postupu při ochraně lesního půdního fondu, Zákonem č. 44/1988 Sb. o ochraně a využití nerostného bohatství (horní zákon) ve znění Zákona č. 541/1991 Sb.

Stejně jako budou lidé chráněni před účinky ionizujícího záření a toxicitou chemických polutantů, budou i přiměřeně chráněny rostlinné a živočišné druhy. Základním právním rámcem ochrany flóry a fauny je Zákon ČNR č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny a vyhláška MŽP č. 395/1992 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona ČNR č. 114/1992 Sb. Vliv na ekosystémy bude pravděpodobně hrát nejvýznamnější roli v období výstavby, neměly by však být způsobeny nezvratné změny v přilehlých ani vzdálených ekosystémech. Vlastní provoz zasáhne do života ekosystémů pouze minimálně.

### **3 Cíle**

Cílem práce bylo vyhodnotit aktuální situaci kolem problematiky ukládání jaderného odpadu v České republice a provést analýzu vlivu na životní prostředí na příkladu vybrané modelové lokality.

Zásadami pro vypracování bylo shromáždit dostupné údaje o původu, typu a charakteru jaderného odpadu a definovat aktuální problémy spojené s plánováním a výstavbou úložišť. Úkolem bylo získané poznatky doplnit o širší environmentální aspekty vlivu vybudování a provozu plánovaných úložišť a následně zohlednit při hodnocení konkrétní modelové lokality.

## **4 Metodika**

### **4.1 Získávání podkladů**

Pro literární rešerši jsem podklady získával především z odborných publikací, sborníků a internetových portálů, především z portálu Správy úložišť radioaktivních odpadů. Dále jsem využil bezplatného poradenství v informačním středisku výše zmíněné Správy úložišť radioaktivních odpadů, kde mi poskytli informace i ke konkrétní lokalitě. Nemohu opomenout mého konzultanta Ing. Smolíka, starosta obce Pačejov, který mi poskytl mnoho cenných informací k potenciálnímu hlubinnému úložišti v jejich obci. Využil jsem i technické zprávy - PŘEDBĚŽNÁ STUDIE PROVEDITELNOSTI – PAČEJOV NÁDRAŽÍ (2006) - vydané pro lokalitu Březový potok, kde jsou také analyzována potenciální rizika a dopady týkající se životního prostředí.

### **4.2 Podstata výběru vhodné lokality**

Práce na výběru lokality započaly již v devadesátých letech a trvaly až do roku 2003. Nejprve na základě výsledků dílčích zpráv a studií Českého geologického ústavu, které se týkaly hydrologie, seismicity, pohybů zemské kůry, geofyziky a inženýrské geologie, bylo vybráno 27 geologických těles a územních celků, které byly určeny jako vhodné pro další výzkum. Poté byla vypracována kritická rešerše v Ústavu jaderného výzkumu Řež, a.s. Cílem bylo shromáždit veškeré geologické informace a provést výběr oblastí vhodných pro další etapu. Oblasti byly vybrány s ohledem na petrografický charakter hornin, nakonec byly vybrány oblasti s granitoidními horninami. V závěru bylo navrženo 8 lokalit. Poté následovala fáze regionálního mapování, tato fáze probíhala mezi roky 2002 a 2003. Na základě těchto informací bylo pro realizace dalších etap vybráno šest relativně vhodných lokalit umístěných v prostředí granitoidních masivů: Březový potok (Pačejov, Plzeňský kraj), Čertovka (Lubenec, Plzeňský a Ústecký kraj), Horka (Budišov, Vysočina), Hrádek (Rohozná, Vysočina), Čihadlo (Lodhěřov, Jihočeský kraj), Magdaléna (Božejovice, Jihočeský kraj).

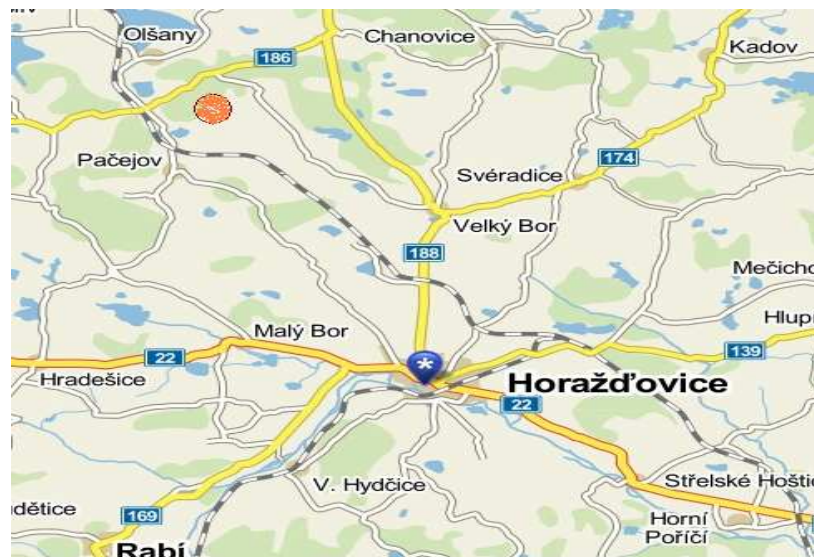
### 4.3 Vymezení modelového území - lokalita Březový potok

Lokalitu Březový potok SÚRAO zvažuje jako jednu z možných pro umístění hlubinného úložiště. Jak lze vidět na následujících dvou obrázcích – č. 6, 7 - tato lokalita se nachází v Plzeňském kraji přibližně 6 km severozápadně od města Horažďovice, na rozhraní správních obcí s rozšířenou působností Nepomuk a Horažďovice, na území katastrů obcí Pačejov, Kvášňovice, Olšany, Maňovice, Chanovice, Velký Bor.



Obr. č. 6: Poloha lokality Březový potok v rámci ČR

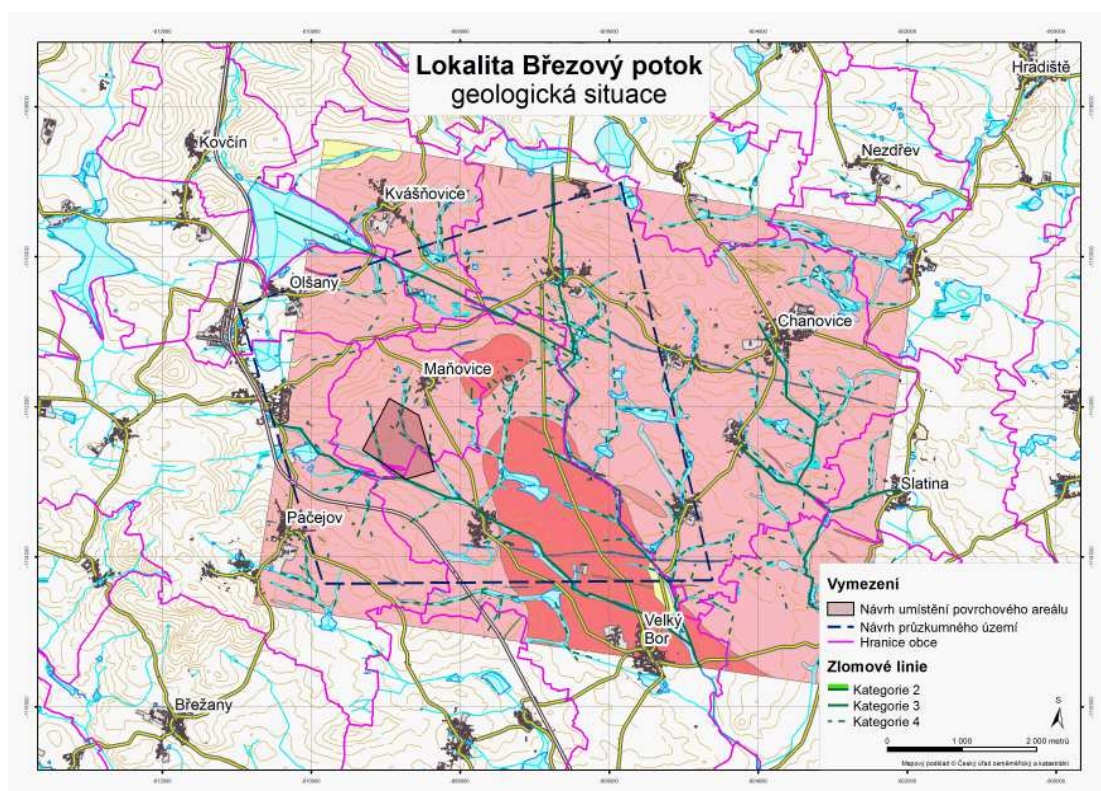
(Zdroj: Mapy [online], 2013)



Obr. č. 7: Lokalizace zájmového území

(Zdroj: Mapy [online], 2013)

Zájmové území povrchového areálu lokality Březový potok se nachází přibližně v 485 – 510 m n. m. Terén je mírně zvlněný, pozvolna se svažující na jihovýchod. Z hlediska geologické stavby je toto území tvořeno zejména granodiority blatenského typu, které utvářejí převážnou část širšího okolí. Při povrchu jsou granitoidy navětralé a rozpadají se na písčité eluvium obsahující balvany různé velikosti, které se nacházejí rozptýleně na většině území. Geologickou situaci v okolí lokality Březový potok je možné vidět na obrázku č. 8.



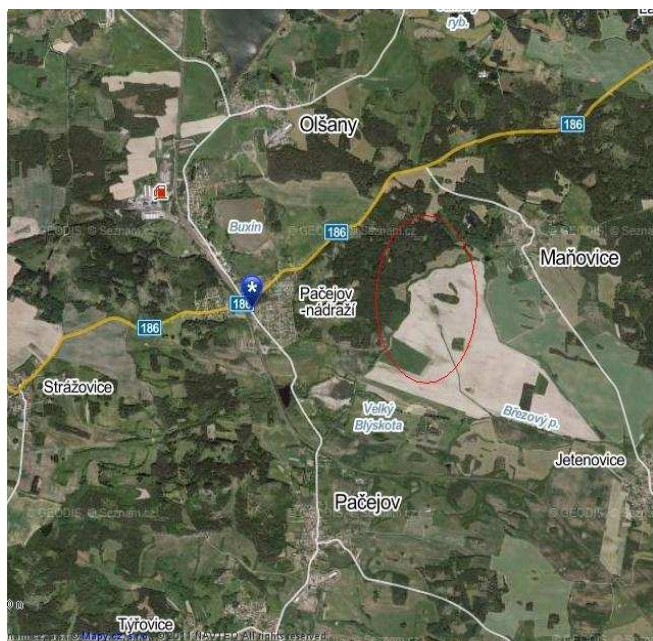
Obr. č. 8: Geologická situace v okolí lokality Březový potok  
(Zdroj: SÚRAO)

Na základě PŘEDBĚŽNÉ STUDIE PROVEDITELNOSTI – PAČEJOV NÁDRAŽÍ (2006) lze rozptylové podmínky hodnotit na základě dvou kritérií, a to z hlediska ventilačního faktoru a podle výskytu četnosti větrů o rychlosti 2 m/s a menší. Při větrech o vyšší rychlosti se již nepříznivé rozptylové podmínky nevyskytují. O výskytu inverzí v této lokalitě nejsou dostupné žádné informace,

proto se zde klade důraz především na kritérium ventilačního faktoru, který lze odvodit za vzorce:  $D = [d/(d+b)] \cdot (d/t)$ , přičemž  $d$  = šířka údolí v úrovni vrcholů okolního terénu,  $b$  = šířka údolí na jeho dně,  $t$  = jeho střední hloubka. Ventilační faktor pro toto území vychází 40-60, z čehož vyplývá, že se jedná o území převážně s omezenými možnostmi přirozené ventilace, směrem na východ je však situace uspokojivá.

Zájmové území povrchového areálu, jehož letecký snímek je zobrazen na obr. č. 9, spadá do hlavního povodí řeky Otavy. Dle hydrologického pořadí celé toto území spadá do dílčího povodí 1-08-01-114 Březového potoka. Vodními plochami, které se nacházejí v blízkosti zájmového území, jsou rybník Zákup, který náleží do sousedního povodí potoka Hájek, a rybník Velký Blýskota. Dále nelze opomenout místní zdroje pitné vody (vrty a studny), zejména pro obce Pačejov, Maňovice a Jetenovice, které se také nacházejí na tomto území, avšak s výjimkou zdrojů pro Chanovice, která mají stanovená ochranná pásma I. a II. stupně, ty se však nacházejí v dostatečné vzdálenosti a mimo povodí povrchového areálu, u ostatních vodních zdrojů nejsou určena žádná ochranná pásma. Ve vzdálenosti 22 km od lokality se dále nachází vodárenský odběr z povodí toku Otavy pro úpravnu vody Pracejovice, která je hlavním zdrojem pro Strakonice.

Na základě mapy potenciální přirozené vegetace (NEUHÄUSLOVÁ A KOL. 1997) je možné toto území zařadit do jednotky biková doubrava. Tuto jednotku lze považovat za druhově chudou doubravu, která se nachází na substrátech chudých též na živiny. Vyskytuje se zde především dub zimní, ostatní listnaté stromy se vyskytují jen řídce, jedná se především o břízu, habr, buk, jeřáb ptačí a lípu srdčitou. Keřové patro je vyvinuto slabě. Druhově pestré je zde však zastoupeno patro mechové.



Obr. č. 9 : Letecký snímek lokality Březový potok a jejího blízkého okolí  
(Zdroj: Mapy [online], 2012)

Z hlediska přírodních a krajinných hodnot se dotčené území nejeví jako významné. Avšak širší okolí zájmového území lze považovat za hodnotnější, a to zejména díky specifickým geologickým podložím, jakým je žula, dále je zde vyšší podíl zalesnění, rybníky a rybníční soustavy. Lesy však nejsou původního složení, jedná se především o málo hodnotné jehličnaté monokultury smrku či borovice. Území je především využíváno pro zemědělskou výrobu, výhradně obdělávání orné půdy, lesnictví, těžba dřeva, v širším okolí se nacházejí louky, pastviny a také chovné rybníky, v severní části lokality dále probíhá těžba kamene.

Podle PŘEDBĚŽNÉ STUDIE PROVEDITELNOSTI – PAČEJOV NÁDRAŽÍ (2006) zemědělská půda na vymezeném území náleží k následujícím hlavním půdním jednotkám (HPJ):

- HPJ 32 (50 % území), II. až V. třída ochrany, kambizemě na hrubých zvětralínách, propustných minerálně chudých substrátech, středně těžké lehčí s vyšším obsahem grusu
- HPJ 65 (20 % území), V. třída ochrany, glejové organozemě na nivních uloženinách, lehké až velmi těžké s vyšším obsahem organických látek



- HPJ 50 (10 % území), III. třída ochrany, kambizemě, na žulách, rulách, středně těžké lehčí až středně těžké, sklon k dočasnému zamokření
- HPJ 64 (10 % území), gleje na nivních uloženinách, jílovitých materiálech, středně těžké až velmi těžké
- HPJ 37 (5 % území), V. třída ochrany, kambizemě na pevných substrátech, závislé na srážkách
- HPJ 74 (5 % území), V. třída ochrany, gleje, půdy středně těžké až velmi těžké, často zrašelinělé

Lesní půda či pozemky dle katastrálního zákona určené k plnění funkci lesa patří k mezotrofním až oligotrofním hnědým půdám.

V zájmovém území se nenachází žádná archeologická památka či krajinná památková rezervace ani žádná městská či vesnická památková rezervace. Lze tedy říci, že z hlediska kulturní a historické hodnoty není toto území nijak významné.

## **5 Výsledky a diskuze**

### **5.1 Vyhodnocení aktuální situace ukládání radioaktivního odpadu v ČR**

Radioaktivním odpadem a jeho ukládáním se podrobně věnuje kapitola č. 2 této práce. Problematika radioaktivního odpadu a jeho ukládání nabyla na důležitosti v poslední době zejména v souvislosti s aktuálními událostmi u nás i ve světě. Jedná se zejména o havárii JE v japonské Fukušimě, diskusi kolem dostavby JE Temelín nebo i nedávné rozhodnutí o odklonu od jaderné energetiky v Německu.

Požadavky na nakládání s radioaktivními odpady v ČR jsou definovány v zákonu č. 18/1997 Sb., (atomový zákon) v §§ 24-31 a ve vyhlášce SÚJB č. 307/2002 Sb. v §§ 46-55. Dále tuto problematiku upravuje Koncepce nakládání s radioaktivními odpady a vyhořelým jaderným palivem v ČR, která byla vydána v červnu 2001, a dále byl tento dokument Ministerstva průmyslu a obchodu ČR schválen vládou v květnu roku 2002 (usnesení vlády č. 487 ze dne 15. 5. 2002).

Dle SÚJB se úložištěm radioaktivního odpadu rozumí buď prostor, objekt či zařízení v podzemí či na povrchu, které slouží k ukládání radioaktivního odpadu. V České republice se nacházejí 4 přípovrchová úložiště radioaktivních odpadů, z toho jedno – Hostím- bylo roku 1997 uzavřeno. Další 3 úložiště – Dukovany, Richard a Bratrství – jsou v provozu.

Již několik let probíhá výběr lokality pro výstavbu hlubinného úložiště, které bude sloužit k ukládání vysokoaktivních radioaktivních odpadů a vyhořelého jaderného paliva, a jehož cílem je zajistit izolaci těchto odpadů od biosféry po nezbytně nutnou dobu. První etapa výběru lokality započala již v devadesátých letech a trvala až do roku 2003. Nejprve na základě výsledků dílčích zpráv a studií Českého geologického ústavu, které se týkaly hydrologie, seismicity, pohybů zemské kůry, geofyziky a inženýrské geologie, bylo vybráno 27 geologických těles a územních celků, které byly určeny jako vhodné pro další výzkum. Poté byla vypracována kritická rešerše v Ústavu jaderného výzkumu Řež, a.s. Cílem bylo shromáždit veškeré geologické informace a provést výběr oblastí vhodných pro další etapu. Oblasti byly posuzovány s ohledem na petrografický charakter hornin, nakonec byly vybrány oblasti s granitoidními horninami. V závěru bylo navrženo 8 lokalit. Poté následovala etapa regionálního mapování, která probíhala mezi roky

2002 a 2003. Na základě těchto informací bylo pro realizace dalších etap vybráno šest relativně vhodných lokalit umístěných v prostředí granitoidních masivů: Březový potok (Pačejov, Plzeňský kraj), Čertovka (Lubenec, Plzeňský a Ústecký kraj), Horka (Budišov, Vysočina), Hrádek (Rohozná, Vysočina), Čihadlo (Lodhěřov, Jihočeský kraj), Magdaléna (Božejovice, Jihočeský kraj).

## **5.2 Analýza vlivu uvažované výstavby v lokalitě Březový potok na okolní prostředí**

Z uvažovaných šesti potenciálně vhodných lokalit pro výstavbu hlubinného úložiště v ČR byla v rámci této práce posuzována konkrétní lokalita Březový potok v Plzeňském kraji.

### **5.2.1 Podstata výběru lokality Březový potok**

Základním materiálem, podle kterého byla konkrétní lokality hodnocena byla PŘEDBĚŽNÁ STUDIE PROVEDITELNOSTI – PAČEJOV NÁDRAŽÍ (2006). Podle této studie bylo zájmové území povrchového areálu vymezeno na základě následujících zásad:

- možnost umístění povrchového areálu dle potřebných parametrů v rozsahu od optimálních 19 ha (500 x 380 m), případně minimálních 15 ha (395 x 350 m)
- maximální využití rovinných částí terénu
- vyloučení nebo minimalizace zásahů do lesních porostů
- možnost zavlečkování a napojení na silniční síť
- vyhnutí se střetům zájmů (např. respektování ochranných pásem)

Dle starosty obce Pačejov ING. SMOLÍKA se v současné době vybírají tři z výše zmíněných šesti lokalit, ve kterých proběhnou geologické výzkumy. Tyto výzkumy není možné z finančních důvodů provést ve všech šesti lokalitách. V případě, že si obce, resp. obyvatelé nebudou přát geologický průzkum, neměl by být prováděn.

### **5.2.2 Základní parametry uvažované stavby a provozu**

Uvažovaná stavba bude rozdělena na dvě části, a to část povrchovou a podzemní, které budou navzájem propojeny technologickými provozy. Úloha povrchového areálu spočívá především v příjmu transportních obalových souborů a překládce vyhořelého jaderného paliva do úložných obalových souborů. V areálu se budou nacházet objekty nutné pro přípravu a ukládání radioaktivních odpadů a vyhořelého paliva, dále objekty nutné pro těžební činnost včetně technických zázemí všech těchto objektů, také zde budou objekty pro administrativu, informační služby apod. Do areálu budou celkem tři vstupy, dva pro silniční dopravu a personál, jeden pro železniční dopravu.

Na základě PŘEDBĚŽNÉ STUDIE PROVEDITELNOSTI – PAČEJOV NÁDRAŽÍ (2006) se počítá s celkovou plochou areálu přibližně 19 ha. Největší část areálu budou zabírat tzv. rezervní a manipulační plochy, které budou použity pro zařízení staveniště hlubinného úložiště a také budou sloužit jako rezerva pro výstavbu dalších možných provozů. Mimo povrchový areál vlastního úložiště budou umístěny dva objekty pro větrání důlního díla, a to nadzemní části dvou výdušných jam, svým rozsahem však nepřesáhnou 100 m<sup>2</sup>. Podzemní část bude umístěna v hloubce 500 až 1000 m, bude sestávat z přístupových šachet a tunelů a z rozsáhlé sítě chodeb pro ukládání, pro větrání, drenáž a komunikační napojení. Dále je nutné zajistit silniční napojení staveniště přípojkou na nejbližší státní silnici, železniční napojení staveniště a elektrické vedení vysokého napětí dvěma samostatnými nezávislými vedeními 22 kV do centrální trafostanice s rozvodnou, napojení na celostátní telefonní síť, zásobování areálu pitnou vodou, jímání a zneškodnění odpadních vod – v areálu řešeno odkalovací jímkou důlních vod, čistírnou důlních vod, centrální čistírnou odpadních vod.

### **5.2.3 Specifikace nutných změn v krajině spojených s výstavbou**

Zájmové území je tvořeno vrcholovou partií zaobleného hřbetu mezi dvěma údolními levostranných přítoků Březového potoka. Maximální převýšení je přibližně 12 m, nadmořská výška se zde pohybuje od 492 – 502,5 m n. m.

Před samotným umístěním hlubinného úložiště by samozřejmě bylo zapotřebí několik terénních úprav. Došlo by ke zrušení stávajícího vedení vysokého napětí 22 kV v délce přibližně 1,1 km a byla by nutná jeho přeložka v přibližné délce 1,2 km. Dále by došlo k přeložkám jedné nebo obou vodotečí protínajícím zájmové území, délka přeložky u jižní vodoteče by byla 590 m u severní vodoteče 930 m. Dotčené území by bylo napojeno na železniční a silniční síť, avšak konkrétní technická studie zatím není známa. Lze však předpokládat, že povrchový areál hlubinného úložiště by byl napojen na silnice I/22 a I/20. Toto napojení je navrženo prostřednictvím silnice II/188, která se nachází v katastrálním území obcí Živoříce-Oselce-Defurovy Lažany-Velký Bor-Horažďovice, dále by byly využity úseky silnic II/186 Defurovy Lažany-Plánice-Klatovy a III/18631 Velký Bor- Jetenovice-Maňovice. Návrh by nicméně měl minimalizovat zásahy do krajinného a přírodního prostředí. Dále se počítá s výstavbou parkovacích stání před vjezdem do průmyslové zóny. Kolejové napojení by s největší pravděpodobností nemohlo být řešeno jinak než novou příjezdovou vlečkou s eventuálním napojením na celostátní železniční trať vedoucí z Plzně do Českých Budějovic (viz obrázky č. 10, 11 v kapitole 8) .

#### **5.2.4 Budování potřebné infrastruktury**

Co se týká technické infrastruktury, je nutné zajistit dodávku elektrické energie, tepla, pitné vody a dále naopak zajistit odkanalizování a vypouštění odpadních a důlních. Nejprve tedy požadavek na elektrickou energii – požadovaný výkon není možné zajistit ze současných rozvodů. Referenční projekt (EGP Invest, spol. s.r.o. 1999) navrhuje zásobování areálu nejpravděpodobněji dvěma nezávislými trasami velmi vysokého napětí 110 kV, transformovna 110/22 kV by se nacházela na území povrchového areálu. Oba přívody budou mít vlastní transformátor. Jako záložní napájení je bráno v úvahu to ze stávající transformovny velmi vysokého napětí 110/22 kV Horažďovice, byla by však nutná realizace přívodního vedení o délce 9,4 km. Teplo bude zajišťováno pomocí areálového centrálního zdroje – plynová kotelna, z čehož vyplývá, že bude nutné vystavět přípojku plynovodu. Povrchový areál bude napojen novým plynovodním přívodem, který bude napojen za stávajícího plynovodu mezi Pačejovem a Velešicemi, délka tohoto nového

vodovodního řadu bude přibližně 2 km. V areálu by měly být vystavěny dva vodojemy, je navrhováno zásobování pitnou vodou z místního zdroje, vzhledem k tomu, že není možné, z důvodu jejich omezené kapacity, napojit areál na vodovodní řad v rámci místní vodárenské soustavy nebo skupinového vodovodu. Bude nutné vyhledat nový vodní zdroj, uvažuje se o využití vody z protékajících místních vodotečí, což s sebou nese i nutnost vystavět úpravnu vody v rámci povrchového areálu. Součástí areálu by také měla být čistírna odpadních vod. Předpokládá se, že instalována technologie s vysokou účinností čištění vody, tak aby bylo zajištěno dodržení všech limitů pro vypouštění do povrchových vod.

### **5.3 Vliv stavby a provozu na jednotlivé složky prostředí**

V úvahu lze brát několik potenciálních vlivů, které by mohly souviset s výstavbou, následným provozem a případně i obdobím po ukončení provozu hlubinného úložiště. Jedná se především o vlivy radiační, dále hluk, emise a v neposlední řadě také možný psychologický vliv na obyvatele.

#### **5.3.1 Krajina**

Lze předpokládat, že areál bude na první pohled viditelný, nejvyšší budovou bude těžní věž přibližně 60 m vysoká a dále zde bude objemná hala pro manipulaci s vyhořelým jaderným palivem a radioaktivními odpady. Je tedy možné se domnívat, že ve zdejší krajině bude povrchový areál působit nevzhledně. V současné době je prostředí harmonicky vyvážené zastoupením polí, lesů a sídel (viz obrázky č. 12-14 v kapitole 8), areál zde bude pohledově exponován a lze tedy usoudit, že bude působit rušivě. Dalším zásahem do krajiny bude nově vybudovaná infrastruktura, vzhledem k tomu, že silniční přípojky budou vedeny lesními porosty. Výstavbou povrchového areálu dojde také k určitému záboru zemědělského půdního fondu různé bonity, avšak třída ochrany I. – tedy nejcennější bonita- se zde nevyskytuje, objevují se zde pouze zemědělský půdní fond třídy ochrany II. – V. Lesní pozemky by povrchovým areálem neměly být dotčeny vůbec nebo jen ve velmi malé míře. Jak již ale bylo uvedeno výše, tyto pozemky však budou dotčeny

v nemalé míře při výstavbě silniční komunikace. Negativně může být krajinný ráz ovlivněn také například nevhodným umístěním felonie rubaniny (prostor využitý ke skladování vytěženého materiálu spojeného s budováním úložiště) v areálu.

### 5.3.2 Voda

Zájmové území se nenachází v záplavovém území, avšak nachází se v blízkosti Březového potoka, je tedy možné, že by mohlo vlivem extrémních přívalových srážek dojít zaplavení povrchového areálu. V PŘEDBĚŽNÉ STUDIE PROVEDITELNOSTI – PAČEJOV NÁDRAŽÍ (2006) je uvedeno, že Březový potok má malou vodnost pro vypouštění vyčištěných odpadních a upravených důlních vod, bude tedy nutno dbát na dodržení předepsaných limitů pro vypouštění do povrchových vod. Při vypouštění vyčištěných odpadních vod a také upravených důlních vod je nutno využít nejmodernějších technologií. Dlouhodobý průměrný průtok Březového potoka je 14 l/s, předpokládané stálé maximální množství vypouštěných vod je 12,3 l/s, z kvantitativního hlediska je tedy možné předpokládat, že se zvýší pravidelný průtok v korytě Březového potoka. V areálu je také zakomponována retenční nádrž srážkových vod, aby se zamezilo riziku negativního kvantitativního ovlivnění zrychleným odtokem ze zpevněných ploch v případě přívalových dešťů. Stavba povrchového areálu by neměla nějak významně změnit hydrologické podmínky dané oblasti, lze se domnívat, že vliv bude pouze lokální. V žádném případě by nemělo dojít k ohrožení zásob podzemních vod. Je však možné se domnívat, že významný vliv bude mít výstavba části spojující povrchový areál a hlubinné úložiště. Není vyloučen ani pokles hladiny podzemní vody a případný pokles průtoků v povrchových tocích. Je možné se obávat i poklesu hladiny ve studních či v pramenech, příp. i úplné ztráty vody. Avšak nemělo by se jednat o změny ve velkém měřítku. Případné ztráty vodních zdrojů by byly řešeny zajištěním náhradním zásobováním vodou. Konkrétní technické řešení hlubinné části a jeho propojení s nadzemním areálem budou navrženy později na základě detailnějšího průzkumu hydrogeologických poměrů lokality.

### 5.3.3 Rostliny a živočichové

Orientačním průzkumem zájmového území bylo dle PŘEDBĚŽNÉ STUDIE PROVEDITELNOSTI – PAČEJOV NÁDRAŽÍ (2006) potvrzeno, že je zde snížený výskyt bioty z hlediska druhové rozmanitosti, příp. vzácnosti. Rostlinstvo se zdá být poměrně uniformní, převládají prvky hercynské flóry. Fauna je též hercynská, vyznačuje se nižší druhovou diverzitou.

### 5.3.4 Zemědělská výroba

Zájmové území povrchového areálu je vymezeno na zemědělském půdním fondu různé bonity, avšak půda I. bonity se zde nevyskytuje. Jsou zde půdy II. až V. třídy ochrany. Jedná se o plochy orné půdy, jež jsou zemědělsky intenzivně využívány zemědělským družstvem Velký Bor. Na základě sdělení pana VÁCLAVA ŠMATA, předsedy ZD družstva Velký Bor, je v zájmovém území uplatňován šestihonný osevňovací postup. Převážně se zde pěstují obiloviny, jeteloviny a okopaniny. Zastoupení kvalitnějších travních porostů a porostů s dřevinami je zanedbatelné. Na okrajích zájmového území se nacházejí tři malé lesíky, ty však budou s největší pravděpodobností zakomponovány do areálové zeleně.

Ekonomicky je možné posoudit ztrátu zemědělské a lesní výroby jako ztrátu příjmu, a to zábořem zemědělské a lesní půdy. Dle ING. SMOLÍKA lze také předpokládat, že ztráty budou vyvolány snížením zisků z prodeje zemědělských produktů, a to zejména, že mohou být negativně vnímány z důvodu jejich produkce v blízkosti úložiště. Stejnou obavu má i předseda zemědělského družstva Velký Bor VÁCLAV ŠMAT. Jedná se sice spíše o faktor psychologický, nicméně možný.

Vyhodnocení rizika ztráty zemědělské půdy a výroby bude konkretizováno až v závislosti na přesném umístění a vymezení povrchové areálu, což v současné době ještě není přesně známo. Celkový rozsah ploch se předpokládá 19 ha, což bude pro katastr obce Maňovice znamenat úbytek zemědělské půdy přibližně 9,5 %. Vzhledem k tomu, že zemědělská půda v tomto katastru tvoří asi 192 ha, znamenal by tento úbytek v porovnání s ostatními uvažovanými lokalitami pro výstavbu úložiště nejvyšší ztrátu zemědělské půdy.



### 5.3.5 Člověk

V období výstavby se nepředpokládá přítomnost žádných radioaktivních materiálů, z čehož vyplývá, že se není třeba obávat žádných přímých radiačních vlivů na obyvatelstvo. V období provozu úložiště je však nutné brát v úvahu potenciální vliv vlastního vyhořelého jaderného paliva a radioaktivního odpadu a také ostatní materiál, který bude ve styku s tímto radioaktivním odpadem. Složky životního prostředí, jakými jsou ovzduší, povrchové a podzemní vody a také potravinové řetězce lze považovat za možné cesty transportu radionuklidů. Je nutno se tedy vyhnout jakýmkoli zdravotním rizikům spojených s provozem jaderných zařízení, což je zakotveno i v příslušné legislativě. Musí být zajištěny také požadavky na radiační ochranu v případě havarijních situací.

Staveniště povrchového areálu a příjezdové komunikace lze považovat za potenciální zdroj hluku a emisní zátěže ovzduší. Lze se tedy domnívat, že v etapě výstavby hlubinného úložiště budou zdrojem hluku, také prachu a emisí do ovzduší především zvýšená doprava a dále také stavební stroje. Nelze opomenout výstavbu železničních a silničních přístupových komunikací, která samozřejmě bude také zdrojem hluku a prašnosti. Vzdálenost potenciálního staveniště a obytné zástavby by se měla pohybovat okolo 500 m. Po dokončení staveb by se však již neměl v okolí povrchového areálu nacházet žádný významný zdroj těchto vlivů, půjde tedy zpravidla o vlivy dočasné. Jediný zdroj, který lze uvažovat je tedy pak pouze doprava, která bude nutná k zajištění provozu hlubinného úložiště, avšak zde se výraznější vliv nepředpokládá. Až v době ukončování a uzavírání hlubinného úložiště lze opět počítat se zvýšenou dopravou spojenou s demontáží a likvidací různých zařízení, kdy bude zřejmě možné opět zaznamenat zvýšení hluku a případně i prašnosti.

Jako psychologické vlivy na obyvatelstvo je možné brát v úvahu především pocit určitého diskomfortu, a to z důvodu narušení obytného, příp. rekreačního prostředí.

## 5.4 Analýza rizik spojených s výstavbou a provozem

Mezi potenciální rizika lze zařadit případnou ztrátu lesní a zemědělské produkce. Toto se však bude odvíjet od přesného umístění povrchového areálu a přístupových komunikací. Pro výstavbu povrchového areálu bude nejprve zapotřebí vyjmout zemědělské pozemky ze zemědělského půdního fondu. Celkový rozsah ploch se odhaduje přibližně na 19 ha. Nelze ani opomenout riziko, že může dojít ke snížení poptávky po zemědělských výrobcích, a to zejména z důvodu obav o jejich potenciální závadnost.

Za jedno z největších potenciálních rizik lze považovat případnou radiační havárii. Těmto rizikům by se však mělo předejít dodržením technických a bezpečnostních limitů a požadavků, které jsou zakotveny v platných právních normách a technologických postupech při výstavbě a provozu.

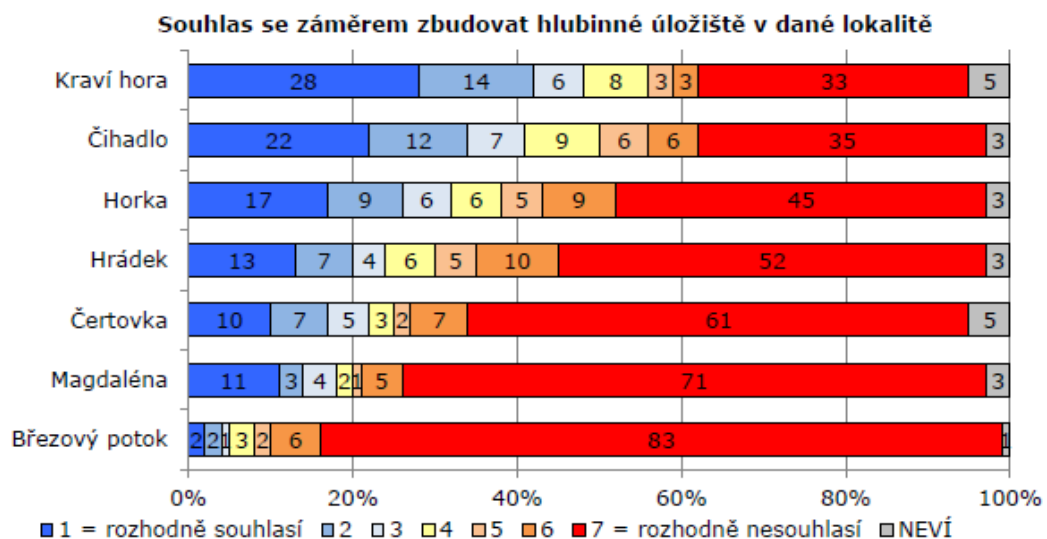
Dalšími riziky jsou již zmíněné neradiační vlivy, za které je možné považovat hluk, prašnost či emise. Samozřejmě vystavením těmto jevům je velice pravděpodobné, a to zejména v době přípravy a výstavby úložiště. Důvodem bude zejména realizace dopravní a technické infrastruktury. K tomu může přispět i skutečnost, že lokalita Březový potok je území, které má omezené možnosti přirozené ventilace. Tento faktor může ve zmíněných dočasných etapách zhoršit rozptylové podmínky v zájmovém území.

Nepředpokládá se, že by povrchový areál a hlubinné úložiště měly významný negativní dopad na vodní složku prostředí. Lze se domnívat, že dojde ke zvýšení průtoku vody v Březovém potoce, jenž má obvykle malou průtočnost. Neměl by být ani nijak významně ovlivněn kvantitativní faktor podzemních vod. Jediným rizikem je pouze možný pokles hladiny podzemních vod a zánik některých lokálních zdrojů podzemních vod, vše by ale mělo proběhnout pouze lokálně a případné změny by měly být nahrazeny jinou formou zásobování, jakými lze považovat například výstavbu jiných zdrojů či napojení na existující vodní systém. V této lokalitě se s největší pravděpodobností nevyskytují žádné chráněné druhy rostlin a živočichů. Lesíky na okraji zájmového území lze využít jako součást areálové zeleně. Je možné se však domnívat, že zde existuje vysoké riziko spíše estetického vlivu stavby na krajinu a její ráz.

## 5.5 Veřejné mínění

Na základě informací, které mi poskytl starosta obce, ale i po pohovoru s několika lidmi z obce Pačejov, není stanovisko k vybudování hlubinného úložiště kladné. Toto tvrzení potvrzuje i zápis č. 7 z roku 2003 ze schůze zastupitelstva obce Pačejov přístupného na webových stránkách obce, ze kterého jasně vyplývá, že obec Pačejov je jednoznačně proti výstavbě i průzkumným pracím. Dle serveru IDNES.CZ „asi největší odpor vůči úložišti trvá už roky v okolí Pačejova na Klatovsku.“ V jedné z reportáží České televize je patrné, že žádná z dotčených obcí v lokalitě Březový potok nesouhlasí s průzkumnými vrty. Na základě VÝZKUMU VEŘEJNÉHO MÍNĚNÍ (2012), které bylo vypracováno Centrem pro výzkum veřejného mínění Sociologického ústavu Akademie věd ČR, jehož zadavatelem bylo SÚRAO, byly zjištěny následující výsledky: v lokalitě Březový potok je jednoznačně nejvýraznější nesouhlas s provedením geologických průzkumů, celých 53 % respondentů rozhodně nesouhlasí. Dále 83 % nesouhlasí se záměrem vybudovat hlubinné úložiště, což je opět absolutně nejvyšší procento ze všech lokalit viz následující tabulka.

Tabulka č.4: Souhlas se záměrem zbudovat hlubinné úložiště v dané lokalitě  
(Zdroj: SÚRAO)



Z tabulky vyplývá, že stupeň obav v lokalitě Březový potok je opravdu vysoký. Obyvatelé se obávají poškození životního prostředí a ruchu během budování úložiště. V lokalitě Březový potok panuje velký odpor k vybudování úložiště. Dle sdělení ING. SMOLÍKA zde započaly protesty již v době, kdy se objevily první informace o možnosti vybudování úložiště v této lokalitě, kdežto v ostatních v úvahu připadajících obcích se vlna protestu začíná objevovat teprve pomalu až v současné době. V Pačejově také bylo založeno občanské sdružení „Jaderný odpad, děkujeme, nechceme“, které zde pořádá jednou ročně protestní pochod, dále pořádá i jiné akce jakými jsou sportovní turnaje, plesy (viz obrázky č. 15, 16 v kapitole 8). Podle České televize má toto občanské sdružení přibližně 5000 členů.

## 6 Závěr

Bakalářská práce se zabývá hodnocením aktuálního stavu problematiky úložišť radioaktivního odpadu se zaměřením na hodnocení potenciální výstavby a provozu hlubinného úložiště na modelové lokalitě Březový potok. V současné době se nejvhodnějším řešením, jak si poradit s vysokoaktivními odpady a vyhořelým jaderným palivem, ukazuje výstavba hlubinného úložiště. Do výběru vhodné lokality pro výstavbu takového zařízení se promítá celá řada faktorů od vhodných předpokladů z hlediska geologického či technického až po hledisko společenské přijatelnosti. Aktuálně je předběžně vytipováno 6 vhodných lokalit, z nichž jednou je i lokalita Březový potok nacházející se v Plzeňském kraji nedaleko od Horažďovic v blízkosti obce Pačejov.

Plocha nadzemního areálu uvažovaného úložiště by měla zabírat plochu o rozloze přibližně 19 ha a bylo by zde zapotřebí provést terénní úpravy i v souvislosti s napojením na technickou a dopravní infrastrukturu. Jako hlavní rizika výstavby a provozu zde byly vyhodnoceny narušení kvality obytného prostředí v době výstavby úložiště, kdy jde zejména o čistotu ovzduší a hluk. Ze studia podkladů a vlastního sledování vyplývá, že dalšími riziky zde mohou být ovlivnění hladiny podzemní vody, povrchových vod a vodních zdrojů a že evidentní vliv výstavby a provozu úložiště v lokalitě Březový potok bude z pohledu záboru zemědělské půdy a změny krajinného rázu.

Nejpodstatnějším vlivem spojeným s výstavbou se ovšem aktuálně ukazuje aspekt psychologický především z obavy o zdravé životní prostředí a nezávadnost zde produkovaných zemědělských komodit. Tento fakt koresponduje i s nedávno probíhajícím průzkumem veřejného mínění, kdy až 83% obyvatel se staví proti případné výstavbě úložiště. Otázkou zůstává, zda je tento výsledek odrazem obecně negativního postoje k této problematice, nedostatečnou informovaností nebo koncepcí při výběru a schvalování potenciálně vhodných lokalit.

Výstavba a provoz hlubinného úložiště bude mít jistě i pozitivní vlivy na dotčenou oblast, jako jsou vytváření pracovních míst, infrastruktury, zájem investorů apod., které ovšem tato práce zatím neřeší. V současnosti zde probíhá výběr tří nejvhodnějších lokalit, kde by bylo vhodné začít s geologickými průzkumy. To vše by mohlo být případně zohledněno v navazující diplomové práci,

stejně tak jako podrobnější průzkum veřejného mínění v oblasti spojený s důkladnější informovaností.

## 7 Literatura

- ANONYMUS 1: *Obsah zadávací bezpečnostní zprávy pro povolení umístění úložiště radioaktivních odpadů.* Státní úřad pro jadernou bezpečnost, Praha 2009.
- ANONYMUS 2: *Koncepce nakládání s radioaktivními odpady a vyhořelým jaderným palivem v ČR.* MPO, Praha 2001.
- DALIBA, Jaroslav. *Jaderná energetika.* ČVUT, Praha 1995.
- DLOUHÝ, Zdeněk.: *Disposal of Radoactive Waste.* Publisher of technical literature, Prague 1982.
- DLOUHÝ, Zdeněk.: *Nakládání s radioaktivním odpadem a vyhořelým jaderným palivem.* VUT, Brno 2009.
- DUŠÁKOVÁ, Romana. *Nové trendy v ukládání radioaktivního odpadu.* Diplomová práce. FEL ZČU, Plzeň 2010.
- HÁLA, Jiří. *Radioaktivita, ionizující záření, jaderná energie.* Konvoj, Brno 1998
- HNUTÍ DUHA: *Politika nakládání s radioaktivními odpady a její nedostatky.* AZ Color Print, Brno 2003.
- HNUTÍ DUHA: *Nakládání s vyhořelým jaderným palivem ve světě.* AZ Color Print, Brno 2003.
- MATAL, Oldřich. *Jaderná zařízení a jejich bezpečnost.* CERM, Brno 2011.
- NACHMILLER, Lumír: *Ukládání vyhořelého jaderného paliva doma a ve světě.* Sborník referátů ze semináře ‚Konec palivového cyklu‘. Česká nukleární společnost 2001.
- ŠTAMBERG, Karel: *Technologie jaderných paliv.* Vydavatelství ČVUT, Praha 2005.
- NEUHÄUSLOVÁ, Zdenka a kol.: *Mapa potenciální přirozené vegetace ČR.* Botanický ústav ČSAV a Kartografie Praha,a.s. Praha 1997

VOKÁL, Antonín. *Bariéry hlubinného úložiště radioaktivních odpadů 2011*  
: výsledky projektu MPO FR-TII/362 Výzkum vlastností materiálů pro  
bezpečné ukládání radioaktivních odpadů a vývoj postupů jejich hodnocení.  
ÚJV Řež, 2012.

Internetové zdroje:

ANONYMUS 3: *Výzkum veřejného mínění*. Sociologický ústav AV ČR, v.v.i.  
[online] 2012 [cit. 2013-02-01]. Dostupné z  
<http://www.surao.cz/cze/O-SURAO/Aktuality/Vyzkum-verejneho-mineni>

PROUZA, Zdeněk. *Postup zpracování předběžné bezpečnostní zprávy pro povolení  
výstavby úložiště radioaktivních odpadů*. [online] 2003 [cit. 2012-08-20]. Dostupné  
z  
[http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/dokumenty/publikace/MP\\_umistení\\_rad\\_od  
padu1.pdf](http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/dokumenty/publikace/MP_umistení_rad_odpadu1.pdf)

LIETAVA, Peter. *Referenční projekt hlubinného úložiště: Posouzení vlivu  
hlubinného ukládání na životní prostředí – dokumentace EIA*. [online] 2006 [cit.  
2012-08-21]. Dostupné  
z [http://www.surao.cz/cze/content/download/270/1582/file/p2\\_eia\\_rp\\_99.pdf](http://www.surao.cz/cze/content/download/270/1582/file/p2_eia_rp_99.pdf)

*Budoucí hlubinné úložiště*. [online]. [cit. 2012-07-30]. Dostupné z  
<http://www.surao.cz/cze/Uloziste-radioaktivnich-odpadu/Budouci-hlubinne-uloziste>

*Co je hlubinné úložiště*. [online]. [cit. 2012-07-30]. Dostupné z  
[http://www.surao.cz/cze/Uloziste-radioaktivnich-odpadu/Budouci-hlubinne-  
uloziste/Co-je-hlubinne-uloziste](http://www.surao.cz/cze/Uloziste-radioaktivnich-odpadu/Budouci-hlubinne-uloziste/Co-je-hlubinne-uloziste)

*Zahraniční přístupy k hlubinnému ukládání*. [online]. [cit. 2012-07-30]. Dostupné z  
[http://www.surao.cz/cze/Uloziste-radioaktivnich-odpadu/Budouci-hlubinne-  
uloziste/Zahranicni-pristupy-k-hlubinnemu-ukladani](http://www.surao.cz/cze/Uloziste-radioaktivnich-odpadu/Budouci-hlubinne-uloziste/Zahranicni-pristupy-k-hlubinnemu-ukladani)



*Koncept hlubinného úložiště v ČR.* [online]. [cit. 2012-07-30]. Dostupné z <http://www.surao.cz/cze/Uloziste-radioaktivnich-odpadu/Budouci-hlubinne-uloziste/Koncept-hlubinneho-uloziste-v-CR>

*Strategie výběru lokality v ČR.* [online]. [cit. 2012-07-30]. Dostupné z <http://www.surao.cz/cze/Uloziste-radioaktivnich-odpadu/Budouci-hlubinne-uloziste/Strategie-vyberu>

*Zvažované lokality v ČR.* [online]. [cit. 2012-07-30]. Dostupné z <http://www.surao.cz/cze/Uloziste-radioaktivnich-odpadu/Budouci-hlubinne-uloziste/Zvazovane-lokality>

*Nakládání s radioaktivními odpady.* [online]. [cit. 2012-07-30]. Dostupné z <http://www.sujb.cz/jaderna-bezpecnost/nakladani-s-radioaktivnimi-odpady/>

*Nakládání s vyhořelým jaderným palivem.* [online]. [cit. 2012-07-30]. Dostupné z <http://www.sujb.cz/jaderna-bezpecnost/nakladani-s-vyhorelym-jadernym-palivem/>

*Odpor lidí v Pošumaví k jadernému úložišti trvá, nechtějí ani průzkum.* [online]. [cit. 2012-05-18]. Dostupné z <http://www.ceskatelevize.cz/ct24/regiony/177502-odpor-lidi-v-posumavi-k-jadernemu-ulozisti-trva-nechteji-ani-pruzkum/>

*Obyvatelé Pošumaví protestovali proti jadernému úložišti.* [online]. [cit. 2012-01-07]. Dostupné z <http://www.ceskatelevize.cz/ct24/regiony/159565-obyvatele-posumavi-protestovali-proti-jadernemu-ulozisti/>

*Zápis ze zastupitelstva obce č. 7/2003.* [online]. [cit. 2012-01-07]. <http://www.pacejov.cz/zapis-c-7-180903/d-7481/p1=1033>

*Jaderné úložiště v plánech nechceme, bouří se obce na Plzeňsku.* [online]. [cit. 2012-10-12]. Dostupné z

[http://plzen.idnes.cz/plzensky-kraj-odmita-do-uzemniho-planu-zakreslit-jaderne-uloziste-1f4-/plzen-zpravy.aspx?c=A121012\\_103710\\_plzen-zpravy\\_pp](http://plzen.idnes.cz/plzensky-kraj-odmita-do-uzemniho-planu-zakreslit-jaderne-uloziste-1f4-/plzen-zpravy.aspx?c=A121012_103710_plzen-zpravy_pp)

Stránky občanského sdružení „Jaderný odpad- děkujeme, nechceme!“ [online]. [cit. 2012-10-12]. Dostupné z <http://www.jadernyodpadne.unas.cz/>

Mapy.cz [online]. [cit. 2013-02-08]. Dostupné z [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz).

Osobní sdělení:

Osobní rozhovor se starostou obce Pačejov Ing. Vladimírem Smolíkem. Pačejov, 3.3.2012, 25.2.2013.

Osobní návštěva v Informačním středisku SÚRAO, Praha. 14.9.2012.

Osobní rozhovor s předsedou ZD Velký Bor Václavem Šmatem. Velký Bor, 28.2.2013

## 8 Přílohy



**Obr. č. 10:** Případné vedení železniční vlečky 1 (Autor: Petr Kulich)



**Obr. č. 11:** Případné vedení železniční vlečky 2 (Autor: Petr Kulich)



**Obr. č. 12:** Pohled na zájmové území 1 (Autor: Petr Kulich)



**Obr. č. 13:** Pohled na zájmové území 2 (Autor: Petr Kulich)



**Obr. č. 14:** Pohled na zájmové území 3 (Autor: Petr Kulich)



**Obr. č. 15:** Informační nástěnka s informacemi o hlubinném úložišti a protestních akcích, Obecní úřad Pačejov ( Autor: Petr Kulich)



Obr. č. 16: Detail nástěnky, Obecní úřad Pačejov (Autor: Petr Kulich)