

České vysoké učení technické v Praze  
Fakulta stavební

Inženýrství životního prostředí  
Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství

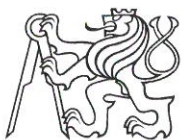


DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Příprava technického zadání rekonstrukce ÚRAO Richard  
Litoměřice**

**The radioactive waste repository Richard Litoměřice  
reconstruction study**

Vypracoval: Bc. Adéla Joštová  
Vedoucí práce: Ing. Martin Dočkal, Ph.D.  
Rok: 2019



## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Joštová Jméno: Adéla Osobní číslo: 423196  
Zadávací katedra: Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství  
Studijní program: Stavební inženýrství  
Studijní obor: Inženýrství životního prostředí

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Příprava technického zadání rekonstrukce ÚRAO Richard Litoměřice  
Název diplomové práce anglicky: The radioactive waste repository Richard Litoměřice reconstruction study

Pokyny pro vypracování:

Podle pokynů externího zadavatele spolupracujte na přípravě technického zadání II. etapy rekonstrukce úložiště. Obsahem bude zhodnocení variant a podkladů pro zpracování projektové dokumentace. Teoretickou a rešeršní část práce zaměřte na úložiště Richard, nakládání s RAO a legislativní podmínky pro návrh rekonstrukce. Návrh technického řešení rekonstrukce doplňte o analýzu variant řešení.

Seznam doporučené literatury:

Podklady SÚRAO k rekonstrukci úložiště Richard Litoměřice.

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Martin Dočkal, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 10.10.2018

Termín odevzdání diplomové práce: 6.1.2019

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

  
Podpis vedoucího práce

  
Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

*Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.*

10.10.2018

Datum převzetí zadání

  
Podpis studenta(ky)

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: Příprava technického zadání rekonstrukce ÚRAO Richard Litoměřice zpracovala samostatně za použití uvedené literatury a pramenů.

Dále prohlašuji, že nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu §60 zákona č. 121/200 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících a právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne .....

.....

Bc. Adéla Joštová

## **Poděkování**

Nejvíce děkuji celé organizaci SÚRAO za téma a za možnost s ní na této práci spolupracovat. Jmenovitě chci poděkovat paní Ing. Renatě Hladové za šanci a příjemnou spolupráci, panu Ing. Martinovi Březinovi za věcné připomínky a rady a celému dotčenému týmu ze SÚRAO, a to jak z centrály SÚRAO v Praze, tak i ze samotného ÚRAO Richard v Litoměřicích. Dále děkuji rodině za podporu a trpělivost, tátovi za korekturu češtiny, mámě za udržování domácí pohody a v neposlední řadě patří velký dík mému chlapci za ohromnou trpělivost a soucit v posledních fázích práce.

Bc. Adéla Joštová

*Název práce:* **Příprava technického zadání rekonstrukce ÚRAO Richard Litoměřice**

*Autor:* Bc. Adéla Joštová

*Studijní program:* Stavební inženýrství

*Obor:* Inženýrství životního prostředí

*Druh práce:* Diplomová práce

*Vedoucí práce:* Ing. Martin Dočkal, Ph.D.

Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství, Fakulta stavební, České vysoké učení technické v Praze

*Abstrakt:* Hlavním tématem práce je příprava rekonstrukce úložiště radioaktivního odpadu Richard v Litoměřicích, a to zejména druhé etapy této rekonstrukce, ve spolupráci se Správou úložišť radioaktivních odpadů. Výsledkem práce je Technická zpráva zadávacího řízení projektové dokumentace. Teoretická část se věnuje nakládání s radioaktivním odpadem, Správě úložišť radioaktivních odpadů a samotnému úložišti Richard.

*Klíčová slova:* Radioaktivní odpad, SÚRAO – Správa úložišť radioaktivních odpadů, Úložiště radioaktivních odpadů, Obalový soubor, Rekonstrukce

*Title:* **The radioactive waste repository Richard Litoměřice reconstruction study**

*Author:* Bc. Adéla Joštová

*Abstract:* The main topic of this thesis is preparation of reconstruction of nuclear waste repository Richard in Litoměřice, in particular its 2nd phase, in cooperation with the Radioactive waste repository authority. The result is a technical report of the project documentation necessary for the tender process. Theoretical part focuses on dealing with nuclear waste, radioactive waste repository authority and repository Richard itself.

*Key words:* Radioactive waste, SÚRAO – Radioactive waste repository authority, Radioactive waste repository, Waste package, Reconstruction

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Nakládání s radioaktivními odpady (RAO)</b>	<b>10</b>
2.1	Dělení RAO . . . . .	11
2.2	Nakládání s RAO . . . . .	12
2.2.1	Obalové soubory (OS) . . . . .	13
<b>3</b>	<b>SÚRAO – Správa úložišť radioaktivních odpadů</b>	<b>16</b>
3.1	Existující úložiště . . . . .	18
3.1.1	Úložiště radioaktivních odpadů Dukovany . . . . .	18
3.1.2	Úložiště radioaktivních odpadů Bratrství . . . . .	22
3.1.3	Úložiště radioaktivních odpadů Richard . . . . .	25
3.1.4	Úložiště Hostim . . . . .	26
3.2	Hlubinné úložiště . . . . .	27
3.3	Financování . . . . .	31
3.3.1	Jaderný účet . . . . .	31
<b>4</b>	<b>Úložiště radioaktivního odpadu Richard</b>	<b>33</b>
4.1	Lokalita . . . . .	34
4.2	Historie . . . . .	36
4.3	Provoz . . . . .	41
4.3.1	Speciální komory . . . . .	43
4.3.2	EU Phare . . . . .	43
4.4	Monitoring . . . . .	45
4.5	Zkušebna obalových souborů . . . . .	46
<b>5</b>	<b>Rekonstrukce ÚRAO Richard</b>	<b>49</b>
5.1	Etapa I . . . . .	49
5.2	Etapa II . . . . .	50
5.2.1	Příjezdová komunikace . . . . .	51
5.2.2	Zával . . . . .	52

5.2.3	Objekt přejímky RAO . . . . .	53
<b>6</b>	<b>Upravené řešení</b>	<b>58</b>
6.1	Příjezdová komunikace . . . . .	58
6.1.1	Komunikace vně areálu . . . . .	58
6.1.2	Komunikace uvnitř areálu . . . . .	59
6.2	Objekt (uzel) přejímky RAO . . . . .	60
6.2.1	Změny . . . . .	61
<b>7</b>	<b>Legislativní rámec</b>	<b>64</b>
7.1	EIA . . . . .	64
<b>8</b>	<b>Závěr</b>	<b>66</b>
<b>9</b>	<b>Terminologie</b>	<b>68</b>
<b>10</b>	<b>Použité zkratky a znaky</b>	<b>71</b>
	Seznam obrázků	73
	Seznam příloh	75
	Citace	75
	Zdroje	77
	Přílohy	82

# 1. Úvod

Odpad jako takový je, bohužel, nedílnou součástí lidské společnosti. Ve světle aktuálního dění se alespoň ve vyspělém světě objevují tendence množství vzniklého odpadu a jeho charakter, ovlivňovat například skrze zákazy a nařízení (evropský zákaz jednorázových plastových výrobků, 2018). Zda se ale dočkáme budoucnosti, ve které odpad bude eliminován na zcela minimální množství, je nejisté. Proto musíme pracovat s aktuální situací, ve které je otázku odpadů nezbytné řešit.

Tato práce se věnuje velmi diskutovanému a veřejností těžce přijímanému tématu, a to odpadu radioaktivnímu. Pod pojmem radioaktivní odpad si většina zřejmě představí vyhořelé jaderné palivo z produkce elektrické energie v jaderných elektrárnách. Radioaktivní odpad však zahrnuje i materiál z mnoha dalších odvětví lidské činnosti, někdy i možná trochu překvapivých.

Že vzniká radioaktivní odpad například ve zdravotnictví při používání rentgenových zářičů, či při léčbě chemoterapií, se dá předpokládat, ale že radioaktivní odpad vzniká i v zemědělství či ve školství může být pro mnoho jedinců novinkou. V těchto případech se jedná převážně o nízko a středně aktivní odpady. Výše zmiňované vyhořelé jaderné palivo je odpadem vysoce aktivním, se kterým je nakládáno odlišně než s dalšími dvěma kategoriemi.

Má práce se zabývá řešením otázky nízko a středně aktivních odpadů. Tento druh odpadů je v České Republice ukládán do úložišť radioaktivních odpadů, která jsou pod správou SÚRAO – Správa úložišť radioaktivních odpadů. Na základě zadání SÚRAO, a s její pomocí, tato práce vznikla.

V létě 2018 jsem se zúčastnila pilotního projektu Letní škola SÚRAO, ze kterého vzešla spolupráce mezi mnou a SÚRAO. Podle zadání je pro SÚRAO požadovaným výstupem této práce Technická zpráva zadávacího řízení projektové dokumentace. Ta bude v budoucnu součástí celé zadávací dokumentace k druhé etapě rekonstrukce ÚRAO Richard v Litoměřicích. V práci je Technická zpráva



přiložena jako příloha č. 1. Práce se detailněji věnuje celé druhé etapě rekonstrukce ÚRAO Richard, především změnám oproti již existující studii, které vznikly v rámci spolupráce.

Teoretická část práce se věnuje nakládání s radioaktivním odpadem a legislativě s tím spojené. Dále se v práci nachází odpověď na otázku: Co je vlastně SÚRAO a čím se zabývá? V neposlední řadě je v práci popsáno samotné ÚRAO Richard, včetně jeho nevěštní historie.

## 2. Nakládání s radioaktivními odpady (RAO)

Na základě platné české legislativy nejsou RAO předmětem odpadového zákona (zákon č. 185/2001 Sb.). Problematice nakládání s RAO a obecně veškerým tématům souvisejícím s ionizujícím zářením se v ČR věnuje samostatný atomový zákon – zákon č.263/2016 Sb., v platném znění.

Tento zákon definuje RAO následovně:

*„...věc, která je radioaktivní látkou nebo předmětem nebo zařízením ji obsahujícím nebo jí kontaminovaným, pro kterou se nepředpokládá další využití a která nesplňuje podmínky stanovené tímto zákonem pro uvolňování radioaktivní látky z pracoviště.”[1]*

Ve skutečnosti se jedná o velmi malý objem odpadu, ve srovnání s běžnými, například komunálními, odpady. Nicméně objem v tomto případě není rozhodujícím parametrem. Nejvýznamnější je riziko, které takovéto odpady představují pro životní prostředí. Proto je jim věnována taková pozornost a nespádají pod odpadový zákon. Nakládání s RAO se řídí legislativními požadavky, je na ně dohlíženo státními kontrolními institucemi a je to proces, který zahrnuje značné množství kroků. A nezbytné k nakládání s RAO je povolení Státního úřadu pro jadernou bezpečnost (SÚJB).

Odpadem se radioaktivní materiál stává až v okamžiku, kdy tak určí jeho původce, případně SÚJB. Poté, kdy původce usoudí, že daný radioaktivní materiál již není možné využít jiným způsobem, prohlásí jej za radioaktivní odpad a ten předá držiteli povolení k nakládání s RAO. Na specializovaném pracovišti je RAO upraven do formy vhodné k uložení do úložiště radioaktivních odpadů (ÚRAO). Stát pak přebírá zodpovědnost za jeho bezpečné a trvalé oddělení od životního prostředí.

## 2.1 Dělení RAO

RAO vznikají ve všech možných odvětvích lidské činnosti. Zdroj jejich vzniku je jedním z možných kritérií dělení RAO.

- **Institucionální RAO** - institucionální odpad je souhrnný název pro odpady vznikající např. v průmyslu, školství, zemědělství, výzkumu a zdravotnictví. Tyto odpady mohou obsahovat přírodní i uměle vyrobené radionuklidy.
- **RAO z jaderné energetiky** - toto jsou odpady vzniklé v provozu jaderných energetických zařízení. Těchto odpadů je vyprodukováno mnohonásobně více, což je pochopitelné z charakteru tohoto odvětví.

Dále RAO vznikají při těžbě a úpravě uranových rud či v jaderném zbrojním průmyslu, ani jedna z těchto činností se však v ČR nevyskytuje. Ještě existuje možnost vzniku sekundárních RAO například při úpravě RAO.

RAO lze rozdělit i tak, jak k nim přistupuje česká legislativa, a to podle skupenství:

- **Kapalné RAO** – jedná se například o chladicí vodu z primárního okruhu v jaderných elektrárnách (JE).
- **Plynné RAO**
- **Pevné RAO**

V České Republice se smějí ukládat jen pevné RAO. Pokud vzniknou RAO jiné než pevné, jsou různými procesy upraveny do pevného skupenství, aby mohly být na území ČR uloženy. Pokud se tedy hovoří o RAO jedná se v drtivé většině o RAO v pevném skupenství.

Často je používáno dělení podle míry aktivity.

- **Velmi nízko aktivní RAO**
- **Nízko aktivní RAO**
- **Středně aktivní RAO**
- **Vysoce aktivní RAO**

Toto dělení se v praxi, podle třídění Evropské komise, překrývá s dělením podle negativního působení odpadu na okolní prostředí.[8] Dělení se odvíjí od poločasu rozpadu obsažených radionuklidů a produkce tepla.

- **Přechodně aktivní RAO**– odpady, které obsahují prvky s poločasem rozpadu menším než 1 rok a po 5 letech je možné s nimi nakládat jako s normálním komunálním odpadem (jedná se například o odpady z nemocnic).
- **Nízko a středně aktivní RAO** – odpady, které vykazují nízkou tepelnou aktivitu.
  - **Krátkodobé** – obsahují prvky s poločasem rozpadu mezi jedním a 30 lety.
  - **Dlouhodobé** – obsahují prvky s poločasem rozpadu delším než 30 let.
- **Vysoce aktivní RAO** – tyto odpady vykazují vysokou produkci tepla.

Nejvíce odpadů vznikajících na území ČR je z kategorie nízko a středně aktivních RAO. Tyto odpady jsou, pod záštitou státu – jím pověřenou organizační složkou státu SÚRAO, ukládány do zařízení pro to dělaných, kterým se říká ÚRAO – Úložiště radioaktivních odpadů. V České Republice se nacházejí 3 provozovaná úložiště – ÚRAO Richard, ÚRAO Bratrství a ÚRAO Dukovany.

Samotnou kapitolou pak jsou vysoce aktivní odpady. V tomto případě se jedná zejména o vyhořelé jaderné palivo. Pro upřesnění je třeba zopakovat, že dle atomového zákona není VJP považováno za odpad, dokud jej za odpad neprohlásí jeho vlastník. VJP je aktuálně skladováno ve speciálních kontejnerech CASTOR v meziskladech přímo v areálech obou jaderných elektráren, kde bylo vyprodukováno. V současné době věda nezná postup, kterým by bylo možné tuto surovinu, na kterou se obecně nahlíží jako na odpad, dále využít. Jako nejbezpečnější a zároveň ekonomicky nejpříjemnější řešení se aktuálně na mezinárodní úrovni jeví koncept hlubinných úložišť.

## 2.2 Nakládání s RAO

Každý stát musí řešit radioaktivní odpady, které vznikly na jeho území, samostatně. To znamená, že k trvalé likvidaci těchto odpadů musí dojít na území daného státu. Obecně se považuje za nepovolené vyvážení RAO přes hranice za jiným účelem než jeho úpravou či přepracováním. Úpravou je myšleno například spalování. Ale i „zbytek“ z této úpravy – popel, jenž je stále radioaktivní, se vozí k trvalé likvidaci (uložení) zpět do státu, kde vznikl. U přepracování odpadů je to obdobné, přepracovaný odpad se v upravené formě (např. vitrifikát) vrací zpět do

země svého vzniku. Proces přepracovávání odpadů je velmi složitý a nebezpečný a provádí se jen v několika málo státech světa, např. ve Francii, či v Rusku.

V ČR se nakládání s RAO řídí podle Koncepce nakládání s radioaktivním odpadem a vyhořelým jaderným palivem, kterou vydává a nejméně jedenkrát za deset let vyhodnocuje, případně aktualizuje Ministerstvo průmyslu a obchodu. Aktuálně platná verze Koncepce byla schválena 29. listopadu 2017, a to usnesením vlády České republiky č. 852/2017. O závěrech z těchto činností je MPO povinno, na základě atomového zákona (Hlava IV.), informovat Evropskou komisi.

Atomový zákon a zejména jeho prováděcí předpis, vyhláška č. 377/2016 Sb., též stanovuje technická a administrativní pravidla pro nakládání s RAO. V atomovém zákoně a ve vyhlášce 379/2016 Sb. jsou stanoveny podmínky přepravy RAO.

Původce je povinen co nejvíce omezit objem vnikajícího RAO a nést veškeré finanční náklady spojené s odpadem, a to od okamžiku vzniku odpadu až po jeho bezpečné uložení. O poslední fázi nakládání s RAO se stará Správa úložišť radioaktivního odpadu – viz. kapitola 3. SÚRAO – Správa úložišť radioaktivních odpadů.

V atomovém zákoně jsou též uvedeny podmínky, za kterých lze získat povolení pro vývoz RAO mimo území státu. Zákon zcela zakazuje dovoz RAO z cizích zemí přes hranice ČR.

### **2.2.1 Obalové soubory (OS)**

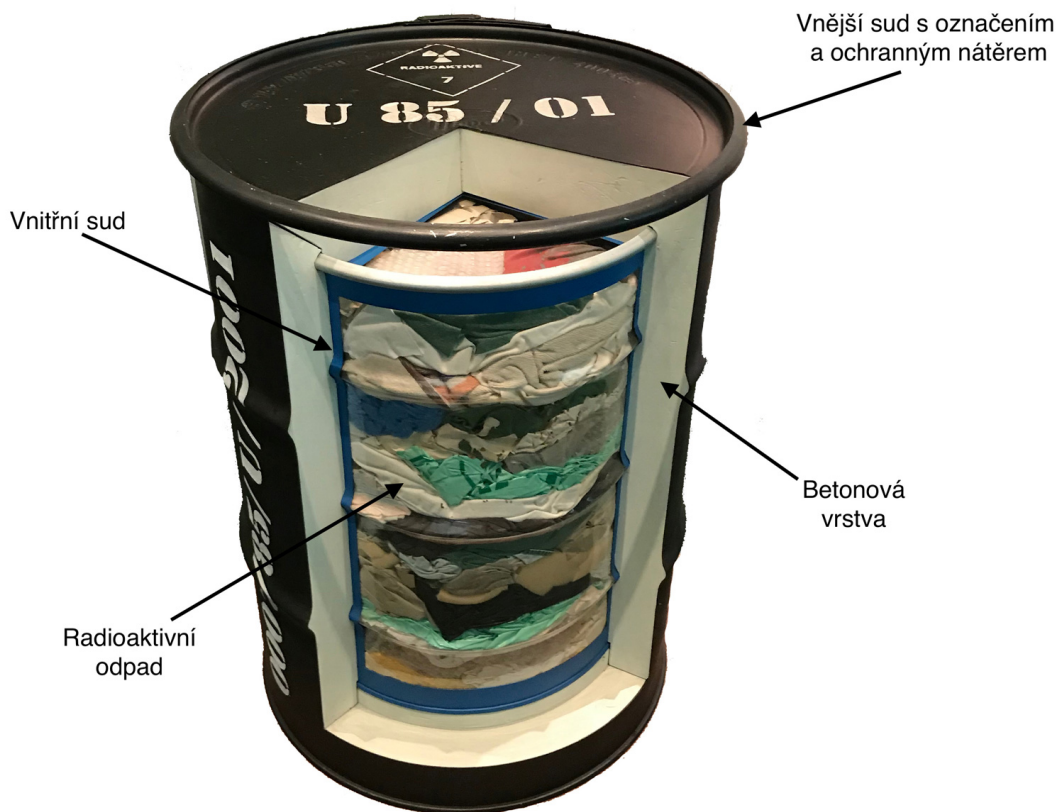
RAO je skladován/ukládán v takzvaných obalových souborech – OS. O typovém schvalování těchto souborů pojednává Vyhláška č. 379/2016 Sb.

RAO je nejprve roztríděn, následně dojde k jeho zpracování a úpravě, po které bude možno takto upravený odpad bezpečně uložit (bezpečně trvale oddělit od životního prostředí).

Při zpracování dochází ke stabilizaci kapalných odpadů. Pro zpevnění kapalných odpadů se využívá vícero způsobů. Řadí se mezi ně například solidifikace – zpevnění pomocí ztužidla např. bitumenu – v tomto případě je kapalný odpad zahuštěn a následně zalit do bitumenové (asfaltové) matrice. Dalším způsobem je vitrifikace. Při té dochází vytvoření podobné matrice, ale tužidlem je zde sklo. Vzniká sklovitá tavenina – vitrifikát. Pevný odpad může být lisován.

V okamžiku, kdy je odpad takto upraven, je obvykle plněn do standardních obalových souborů. Tomuto obalovému souboru se říká „sud v sudu“. Jedná se o menší ocelový sud (objem kolem 100 l), ve kterém je umístěn samotný odpad. Tento menší sud je uvnitř většího ocelového sudu (dnes se používají sudy o objemu 216 l, dříve to byly sudy 200 litrové). Volný prostor mezi sudy je vyplněn betonovou směsí a tím kolem vnitřního sudu vznikne ochranná betonová vrstva. Následně je vnější sud uzavřen víkem, opatřen speciálním antikoročním nátěrem a řádně označen. Každý takovýto OS má svou průvodní dokumentaci, která obsahuje všechny potřebné informace o OS (váha, forma odpadu, množství radionuklidů a ostatní).

### Obalový soubor „Sud v sudu“



Obrázek 2.1: Obalový soubor „Sud v sudu“. Foto autor

Existují samozřejmě i jiné typy OS, například obalový soubor MOZAIK a jiné nestandardní OS. V České Republice je však největší množství odpadů uloženo v takovýchto obalových souborech „sud v sudu“.

Všechny OS musí být ozkoušeny a prověřeny zkušebnou obalových souborů a musí vyhovět všem požadavkům. Až poté mohou být schváleny a užívány k tomuto účelu. SÚRAO provozuje na základě pověření od SÚJB vlastní zkušebnu obalových souborů. Tato zkušebna je umístěna v areálu ÚRAO Richard.

Úpravu RAO do podoby vhodné k uložení do ÚRAO, mohou provádět pouze subjekty, které mají pro tuto činnost speciální povolení vydávané SÚJB. Mezi největší subjekty patří ČEZ, a. s., jako provozovatel obou JE na našem území a ÚJV Řež, a. s. Tito původci (a zároveň zpracovatelé) pak na základě platných smluv upravený RAO předávají státu, který je v tomto případě zastoupen svou organizační složkou SÚRAO, k jeho konečné likvidaci. SÚRAO je v ČR jediným subjektem, který má oprávnění spravovat úložiště. Ostatní původci RAO využívají služeb držitelů povolení pro zpracování RAO pro likvidaci svých odpadů. Seznam všech původců RAO eviduje a má pod správou SÚRAO, aktuálně je v seznamu více jak 100 původců RAO.

Finálním krokem v celém procesu nakládání s RAO je jejich konečné bezpečné oddělení od životního prostředí. K tomu v ČR slouží povrchová a tzv. přípovrchová úložiště. (Jednotlivým úložištím a provozu na nich se věnují kapitoly 3. a 4.). Do existujících a provozovaných úložišť jsou ukládány **pouze nízko a středně aktivní RAO**. Pro ukládání vysoce aktivních RAO v České Republice aktuálně potřebné specializované pracoviště neexistuje.

### 3. SÚRAO – Správa úložišť radioaktivních odpadů

Posláním organizace je zajišťovat **bezpečné** ukládání již vzniklých či budoucích RAO v souladu s požadavky na jadernou bezpečnost a ochranu životního prostředí. [56]

Správa úložišť radioaktivních odpadů byla na základě atomového zákona zřízena ke dni 1.6. 1997 jako státní organizace Ministerstvem průmyslu a obchodu ČR. Nyní je SÚRAO od 1.1. 2001 organizační složkou státu.

Statut organizační složka státu znamená, že daná organizace není právnickou osobou, je orgánem, jenž v zákonem dané oblasti zastupuje stát a nakládá s jeho majetkem. Mimo jiné to například i znamená, že zaměstnanci SÚRAO jsou zaměstnanci samotného státu.

To, že se jedná defacto o součást státní správy lze vyčíst i z faktu, že ředitel společnosti je jmenován/odvoláván ministrem průmyslu a obchodu.

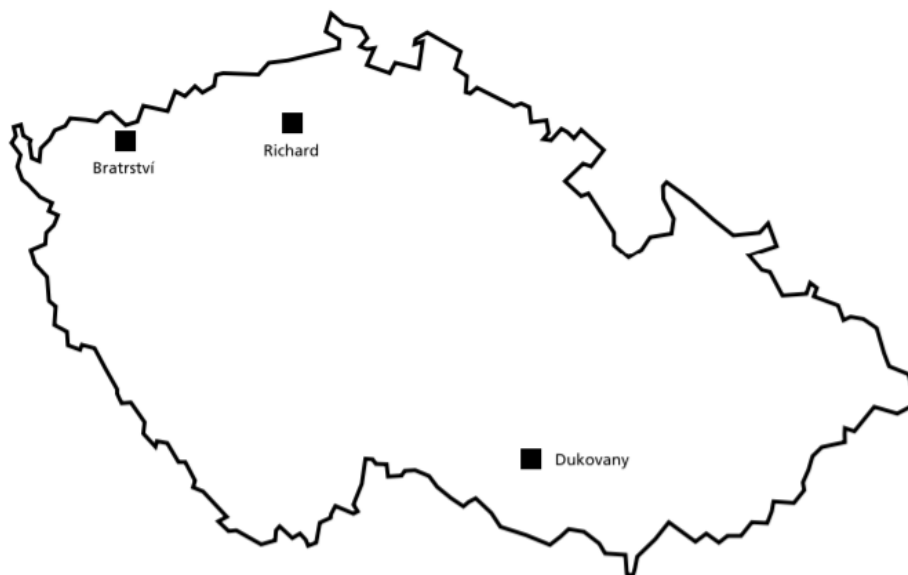
Náplní Správy úložišť RAO je zajištění všech činností spojených s bezpečným ukládáním RAO vzniklého na území České Republiky. Tyto činnosti jsou vymezeny v zákoně. Dle zákona mezi ně patří například:

- „**b)** *monitorování vlivu úložiště radioaktivního odpadu na okolí,*“ [2]
- „**c)** *institucionální kontrola úložiště radioaktivního odpadu,*“ [3]
- „**f)** *správa poplatků za ukládání radioaktivních odpadů,*“ [4]
- „**m)** *poskytování příspěvků obcím podle § 117,*“ [5]



V praxi existují pro SÚRAO dvě nejdůležitější činnosti a to:

1. zajištění správy a bezpečného provozu existujících úložišť nízko a středně aktivních radioaktivních odpadů. Těmi jsou ÚRAO Bratrství, ÚRAO Richard a ÚRAO Dukovany.



Obrázek 3.1: Umístění úložišť v rámci ČR. [9]

2. příprava hlubinného úložiště pro ukládání vyhořelého jaderného paliva a vysokoaktivních radioaktivních odpadů.

V neposlední řadě se SÚRAO zabývá výzkumem a vývojem na poli nakládání s RAO.

Správa se řídí i dalšími právními předpisy, mezi které patří například zákoník práce, stavební zákon, důlní zákon, vlastní interní přepisy apod. Dále se její činnost řídí také Konceptí nakládání s radioaktivními odpady a vyhořelým jaderným palivem v ČR.

Na činnost správy dohlíží Rada SÚRAO. Ta je poradním orgánem při Ministerstvu průmyslu a obchodu ČR. Hlavním úkolem rady, jejíž členi jsou jmenováni ministrem daného ministerstva, a jsou mezi nimi zástupci orgánů státní správy, původců odpadu a veřejnosti, je dohlížení na hospodárné a účelné využívání finančních prostředků, se kterými SÚRAO hospodaří.

## 3.1 Existující úložiště

Hlavní funkcí všech úložišť je bezpečná izolace RAO od životního prostředí, a to po nezbytně dlouhou dobu, než samovolným přirozeným rozpadem radioaktivních látek dojde k jejich přeměně na látky stabilní, které již pro své okolí nebezpečné nejsou. Tato doba se samozřejmě liší podle druhu ukládaných odpadů.

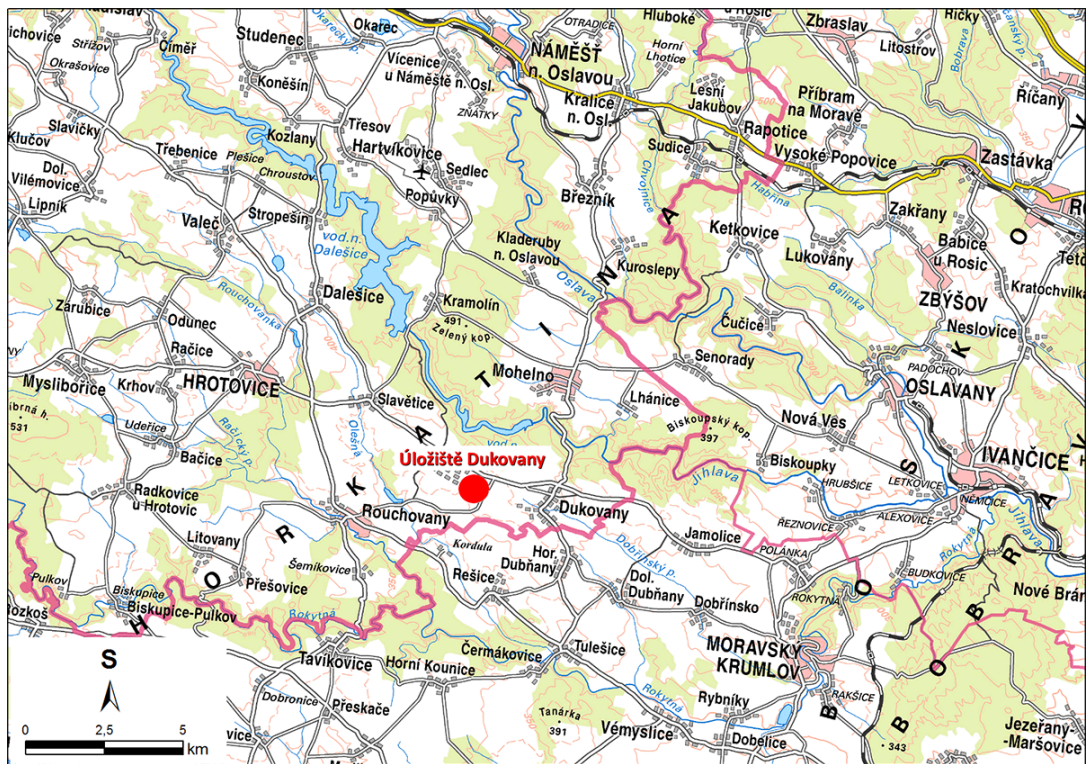
V České Republice existují aktuálně tři provozovaná úložiště RAO, které slouží pro ukládání **pouze nízko a středně aktivních radioaktivních odpadů**. Všechna tato úložiště jsou pod správou SÚRAO a majetkem státu. Jejich uspořádání a koncepce se liší. Každé úložiště je jedinečné a je třeba k němu přistupovat individuálně. Podrobněji se jednotlivým úložištím budou věnovat následující kapitoly.

### 3.1.1 Úložiště radioaktivních odpadů Dukovany

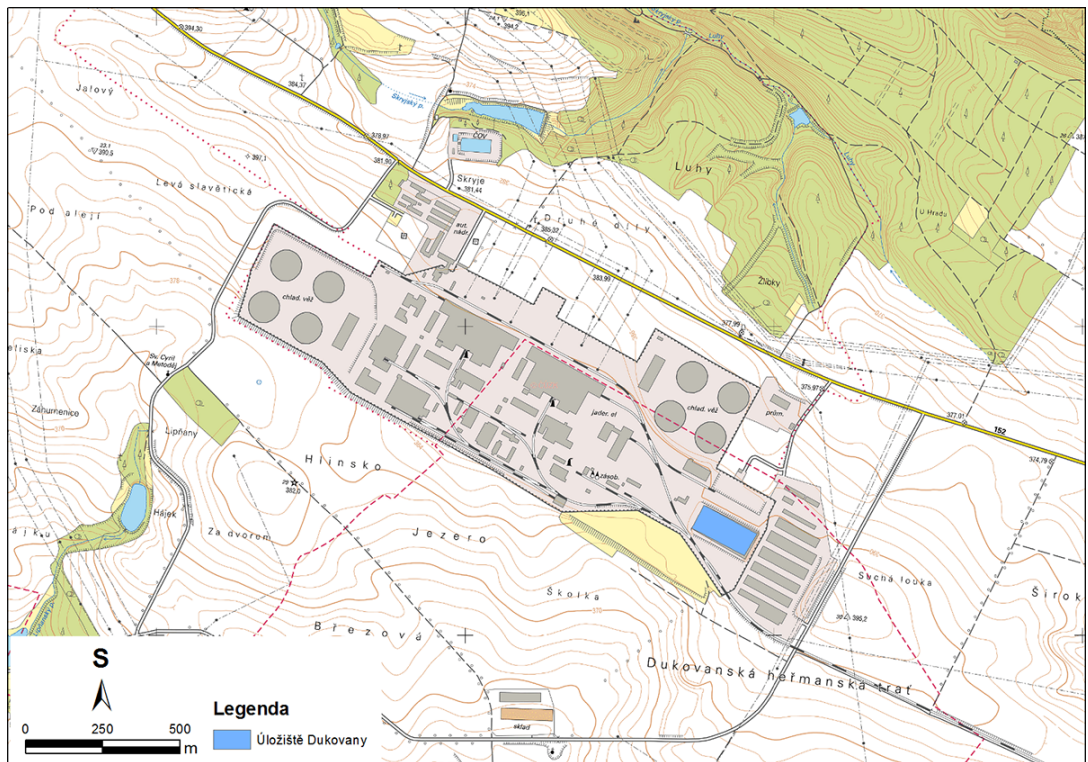
Jedná se o nejmladší z úložišť na území ČR, které bylo uvedeno do trvalého provozu v roce 1995. Výstavba úložiště začala již v roce 1987 elektrárenskou společností ČEZ a.s. (v té době České energetické závody, s.p.). Nyní je úložiště v majetku státu. [10]

ÚRAO Dukovany je určeno pro ukládání nízko aktivních odpadů, jež pocházejí z provozu obou našich jaderných elektráren – JE Dukovany a JE Temelín. Tyto odpady se správně označují jako provozní odpady z jaderné energetiky.

Úložiště Dukovany se nachází přímo v areálu jaderné elektrárny Dukovany na katastrálním území obce Rouchovany v okrese Třebíč a zabírá plochu cca 1,3 ha.



Obrázek 3.2: Orientační plán umístění úložiště [11]



Obrázek 3.3: Plán umístění úložiště v rámci JE Dukovany [12]

S kapacitou 55 000 m<sup>3</sup>, která by měla pokrýt veškerou produkci RAO vzniklého za celou dobu, a to i v případně prodlouženého provozu obou našich JE na 40 let, se jedná o největší ÚRAO na území ČR. Tento objem úložných prostor by měl být schopen pojmut necelých 180 000 obalových souborů, ty mají nejčastěji podobu 200 l sudů.

Avizovaná kapacita je zajištěna počtem 112 železobetonových jímek, které jsou uspořádány do čtyř řad po 28 jímkách. Rozměry jedné jímky jsou 5,3 x 5,4 x 17,3 m, při optimálním ukládání se do ní vejde 1 600 standardních obalových souborů.

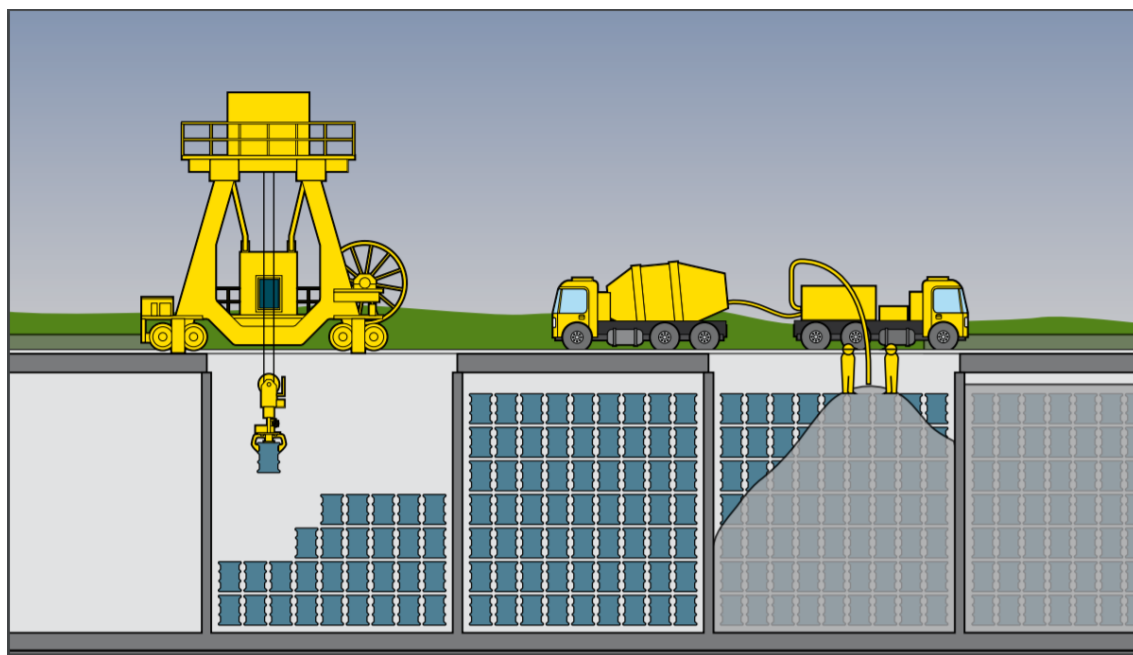
Provoz na ÚRAO Dukovany vypadá následovně: Nejprve je upravený (bezpečně zajištěný v ukládacím obalu) odpad, přepravovaný v transportních kontejnerech, předán pracovníky elektrárny SÚRAO, respektive jeho zástupcům, na místě. Společně s daným obalovým souborem je předána i potřebná dokumentace – průvodní list, která obsahuje veškeré informace o odpadu, o jeho původu a vlastnostech (hmotnost, typ a aktivitu radionuklidů atp.). V tomto okamžiku přebírá odpovědnost za odpad a jeho bezpečné uložení stát.

Následně jsou sudy za pomoci pojízdného portálového jeřábu, který v prostoru úložiště obstarává veškerou manipulaci s odpadem, a jehož kabina je odstíněna od případných účinků radioaktivního záření, aby nedošlo k jakémukoliv ohrožení osoby ovládající stroj, vyskládány na pojízdnou rampu. Zde jsou pracovníkem SÚRAO zkontrolovány, zda splňují všechny požadavky – podmínky přijatelnosti pro další postup, jímž je uložení do jímky. Tyto podmínky přijatelnosti jsou chválené Státním úřadem pro jadernou bezpečnost, patří mezi ně například: intenzita radioaktivního záření na povrchu sudu či neporušená těsnost obalového souboru.

V naprosté většině případů jsou dané podmínky splněny a lze přistoupit k dalšímu kroku, kterým je přesun OS pomocí jeřábu na předem jasně určené místo v ukládací jímce. Tím, že má každý sud v jímce své místo, lze přesně monitorovat, jak jsou radioaktivní látky v jímce rozloženy.

Jakmile je daná jímka zcela zaplněna sudy, dojde k uzavření dané části úložiště. Volné prostory mezi OS jsou zaplněny speciální betonovou směsí, aby se předešlo možnosti pohybu radionuklidů v případě porušení OS například korozí. Po zalití jímky betonem je na vzniklou vrchní plochu položena silná vrstva polyethylenu. Tato vrstva zabraňuje průniku povrchových a srážkových vod do prostoru jímky. Nakonec je povrch jímky zakryt betonovými panely.

Jímky, které se zrovna plní, jsou zakryty pojízdnou střechou, aby se do jejich prostoru nedostala dešťová voda.



Obrázek 3.4: Schéma principu ukládání [13]

Po naplnění kapacity celého úložiště se počítá s konečným uzavřením pomocí několika izolačních a drenážních vrstev. Součástí uzavření je i plán na střežení a kontrolní monitoring po dobu min 300 let. Podle informací, které o radioaktivních látkách známe, by za tuto dobu měla radioaktivita uložených látek poklesnout na hodnotu, která již pro životní prostředí nebude nijak ohrožující.

Nejnáchylnější jsou takováto úložiště k možnosti porušení ochranných inženýrských bariér nežádoucím výskytem proudící vody. Nejenže protékající voda přispívá k rychlejší degradaci materiálů, ale slouží též jako nosič případných uvolněných radionuklidů a tím jednoduššímu šíření do okolního životního prostředí. K tomu, aby se do prostoru úložiště žádná voda nedostala, slouží multibariérový systém, který je obvykle tvořen kombinací inženýrských a přírodních bariér, které tvoří synergický celek (navzájem zlepšují své vlastnosti). V tomto konkrétním případě můžeme mezi inženýrské bariéry zařadit samotnou konstrukci jímek a bezpečnostních obalových souborů kolem odpadu. Přírodní geologická bariéra zde nemá tak významnou roli, i když prostředí ve kterém je zbudována JE je tvořeno nepropustnými jílovými sedimenty, jelikož je úložiště zbudováno nad terénem, není tedy třeba obávat se vniknutí podzemních vod do jeho prostor.

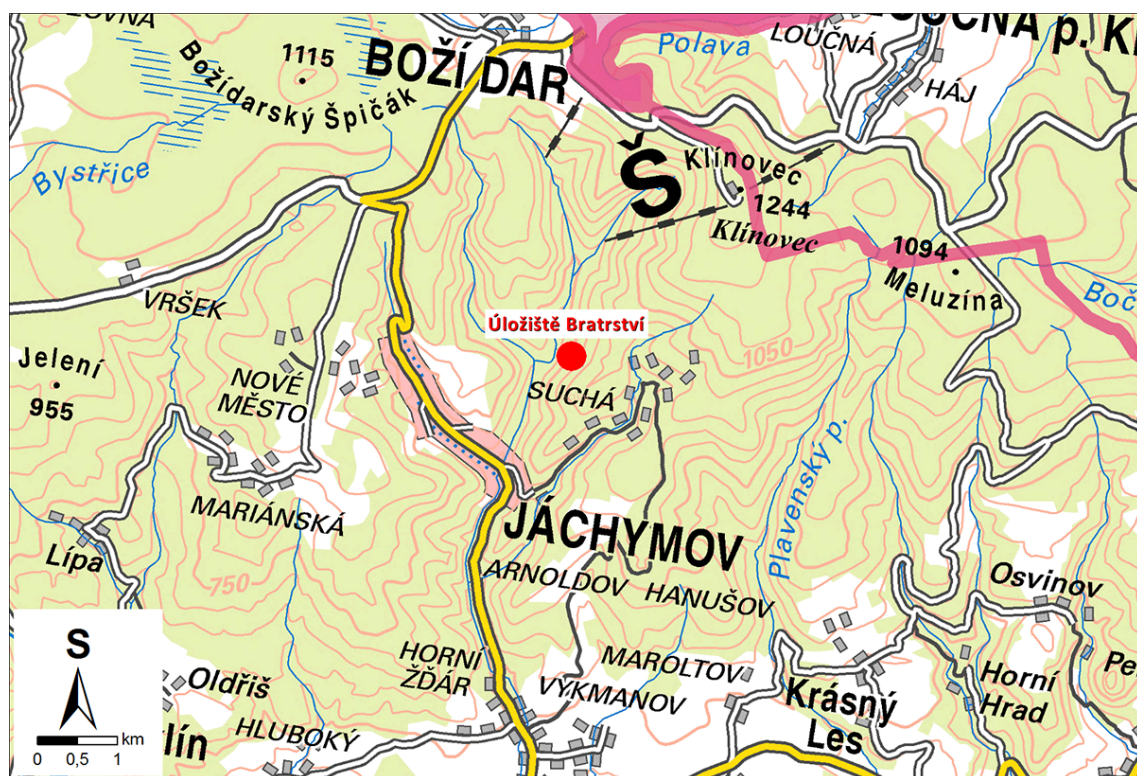
I přes všechna tato opatření je součástí úložiště drenážní systém. Vody v něm zachycené jsou svedeny do kontrolní jámy, kde se kontrolují a v případě kontaminace je s vodou nakládáno jako s ostatními provozními odpady z jaderné energetiky.

Provoz úložiště je dle předpokladů plánován do roku 2100, kdy dojde k naplnění jeho kapacity. Od začátku, po celou dobu provozu i oněch zmiňovaných 300 let po konečném uzavření úložiště, je a bude prováděn monitoring samotného ÚRAO i jeho okolí. Požadavky na monitorování takového zařízení plynou z atomového zákona a z příslušné vyhlášky Státního úřadu pro jadernou bezpečnost. Monitorování je prováděno na základě plánu, který je tímto úřadem schválen. Monitorovací služby pro stát zajišťuje na komerční bázi provozovatel JE Dukovany ČEZ, a.s. Tyto služby zahrnují monitorování osob, pracoviště, výpustí, nejbližšího okolí úložiště a všech činností, které s tím souvisí.

Provoz úložiště je, jako veškerá činnost SÚRAO, financován z jaderného účtu. Roční náklady na bezpečný provoz úložiště se ročně pohybují v částce kolem 20 mil. korun.

### **3.1.2 Úložiště radioaktivních odpadů Bratrství**

Úložiště Bratrství se nachází v prostorech bývalého uranového dolu Bratrství u Jáchymova v Karlovarském kraji v oblasti Krušných hor a bylo uvedeno do provozu roku 1974. Do tohoto úložiště jsou ukládány pouze institucionální odpady neobsahující žádné jiné než přírodní radionuklidy (nejvíce uran a radium). [14]

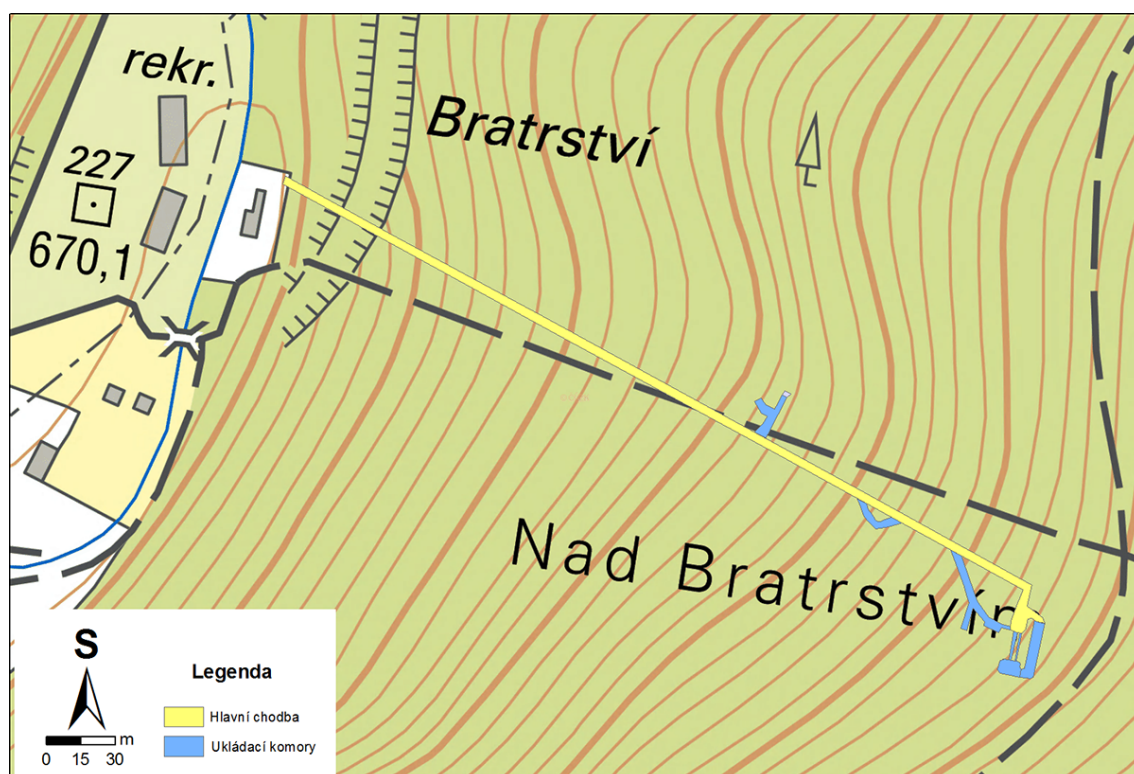


Obrázek 3.5: Orientační plán umístění ÚRAO [15]

Pro potřeby úložiště byla předělána jen nepatrná část celého dolu. Celková kapacita ÚRAO Bratrství je 1 200 m<sup>3</sup>. Tato kapacita úložiště je téměř vyčerpána. Aktuálně probíhá studie na bezpečné definitivní uzavření úložiště. Ukončení provozu se předpokládá postupně po roce 2020. Uzavření tohoto úložiště by nemělo provoz SÚRAO nijak omezit, jelikož již v posledních letech je zde ukládáno jen několik desítek OS ročně. SÚRAO získala v roce 2016 od Státního úřadu pro jadernou bezpečnost povolení pro skladování takovýchto odpadů od roku 2017 v úložišti Richard.

Zvláštností bývalého dolu Bratrství je, že jedna z těžních štol, které se říkalo Zdař bůh byla takzvaně „slepá“. To znamená, že neústila až napovrch. Těžní věž se společně se svou strojovnou nacházela v podzemí a na povrch byla vytěžená ruda dopravována vodorovnou štolou, která je nyní využívána jako úložiště.

Zajímavá je ovšem i celá historie dolu Bratrství, který se rozkládá cca na 9,8 km<sup>2</sup> a systém jeho chodeb měří více než 80 km. Z těchto chodeb nyní úložiště Bratrství zabírá nepatrnou část upravené těžební stoly v délce 385 m s 5 postranními ukládacími komorami. Příznivá je pro potřeby ukládání stálá teplota v dole, která se pohybuje kolem 10 °C.



Obrázek 3.6: Plán chodeb úložiště [16]

Důlní činnost se v okolí Jáchymova, podle dostupných dokumentů, objevuje již v období jeho založení v roce 1516. V této době je důl Bratrství součástí důlního komplexu na těžbu stříbra. Když bylo stříbro v lokalitě vytěženo, přešlo se na těžbu těžkých kovů. Koncem 19. století se zde, po objevení radioaktivity, začala těžit uranová ruda. V té době byly doly v okolí Jáchymova zajímavé pro vědkyni velkého jména – Marie Curie-Sklodovská. Tato žena zasvětila celý svůj život zkoumání radioaktivity. Společně se svým manželem, Pierrem Curie, izolovali a tím prokázali, existenci radioaktivních prvků polonia a radia. Spojení mezi výzkumníci a Jáchymovem je, že radium se jí podařilo izolovat z rudy vytěžené právě zde. Marie Curie-Sklodovská byla též první ženou, které obdržela Nobelovu cenu [17], a to hned dvakrát. Poprvé za zkoumání radiačních jevů a podruhé za objevení zmiňovaných dvou prvků. Výskyt radioaktivity byl i zdrojem vzniku dodnes aktivních lázní, využívajících mírně radioaktivní rudu k léčebným účelům.

Po druhé světové válce následuje průmyslová těžba uranu, kterou zde, za zcela nevyhovujících podmínek, provádějí především političtí vězni. Toto období trvalo do roku 1964, kdy byla těžba ukončena. Odhaduje se, že za tuto dobu zde bylo vytěženo a do SSSR zdarma převezeno 7 200 tun uranu.



Po deseti letech byly dokončeny úpravy dolu, a jak již bylo zmiňováno, jeho část od té doby slouží nepřetržitě jako ÚRAO.

I na tomto úložišti je samozřejmě prováděno monitorování, které je zde ale specifické kvůli zvýšenému podílu přírodních radionuklidů v přirozeném pozadí. Tato jedinečnost je zohledněna v monitorovacím programu, který je opět schválen SÚJB. Součástí programu je i odběr blízkých povrchových a důlních vod.

Dalším specifikem je zde systém umělého odvětrávání dolu. To je uvedeno do funkce pouze pokud je plánováno, že do dolu budou sestupovat osoby. Ty na místo smějí až po úplném odvětrání prostor a po celou dobu pobytu mají s sebou dozimetr a příslušná efektivní dávka, které jsou vystaveni, se počítá podle délky pobytu a naměřených hodnot.

Jelikož je ÚRAO Bratrství zároveň i důlním dílem, na jeho bezpečný provoz dohlíží i Oblastní báňský úřad. S tím souvisí, že radiační monitorování je obohaceno ještě o geotechnická a hydrogeologická měření.

Z výsledků veškerých monitorování vyplývá, že úložiště odpovídá všem bezpečnostním limitům.

ÚRAO Bratrství je také financováno z jaderného účtu. Zde je tomu třeba především proto, že v minulosti zde bylo uloženo velké množství RAO, ke kterým nebyla vytvářena žádná finanční rezerva pro dlouhodobou péči či uzavření ÚRAO, proto je nezbytné, aby se o financování staral tímto způsobem stát. Mimo jiné tato povinnost vyplývá od 1.1. 2000 z atomového zákona. Náklady spojené s provozem úložiště Bratrství se účtují společně s úložištěm Richard a tato částka se meziročně pohybuje kolem 20 mil. Kč.

### **3.1.3 Úložiště radioaktivních odpadů Richard**

ÚRAO Richard se věnuje samostatná kapitola – 4. ÚRAO Richard.

Jak již bylo několikrát zmíněno, hlavní zájmem těchto staveb a celé SÚRAO je bezpečné uložení RAO a zamezení tak nežádoucích vlivů, které by radioaktivní materiál mohl mít na životní prostředí a člověka.

Všechna aktuálně provozovaná úložiště mají svou Občanskou kontrolní komisi (OKK), u ÚRAO Dukovany je tato komise nazývána Občanská bezpečnostní komise (OBK). Tyto komise mají za úkol zvýšit povědomí o činnosti a záměrech SÚRAO u veřejnosti v dané lokalitě. Komise je vždy na 4 roky sestavena ze zástupců dotčených obcí a zástupce kraje a případně zástupci komerčního sektoru (OBK Dukovany), kteří jsou v úzkém kontaktu se zástupci SÚRAO v dané lokalitě. Jedním z důvodů vzniku těchto uskupení je snaha SÚRAO být co nejvíce transparentní a udržovat tak dobré sociální vztahy s veřejností.

- **OKK Bratrství** – Založena roku 2017. Jejimi členy jsou zástupci obcí Jáchymov, Boží dar, Loučná pod Klínovcem, města Ostrov a zástupce Karlovarského kraje.
- **OKK Richard** – Vznikla v září 2015. Zastoupeni v komisi jsou město Litoměřice, Ústecký kraj a obce Žalhostice a Miřejovice.
- **OBK Dukovany** – Tato komise funguje od roku 1996. V této komisi mají své zástupce ČEZ a. s., jež je provozovatelem JE Dukovany, sdružení obcí Energoregion 2020 a Ekoregion 5 a obce Dukovany a Rouchovany.

### 3.1.4 Úložiště Hostim

Na území ČR se nachází i jedno již uzavřené úložiště. Je jím úložiště Hostim. Nachází se nedaleko Berouna v bývalém vápencovém lomu Hostim I, který je znám též pod názvem Alkazar. [18]

Odpad byl do dvou chodeb lomu o objemu cca 1690 m<sup>3</sup> ukládán od roku 1959 pouze do roku 1964. ukládání měli na starost pracovníci Ústavu pro výzkum, výrobu a využití radioizotopů (ÚVVVR). Po ukončení ukládání převzal záštitu nad úložištěm stát.

V letech 1991–1994 zde byla soukromou společností provedena inventarizace navezených odpadů. Na základě jejich zjištění se potvrdilo, že v roce 1964 byly víceaktivní obaly a zářiče převezeny do ÚRAO Richard. Zároveň bylo rozhodnuto, že menším bezpečnostním rizikem je definitivní uzavření úložiště betonovou směsí než přesun daných odpadů na jinou lokalitu. Toto uzavření proběhlo roku 1997.



Obrázek 3.7: Pohled na uzavřený vchod do úložiště [19]

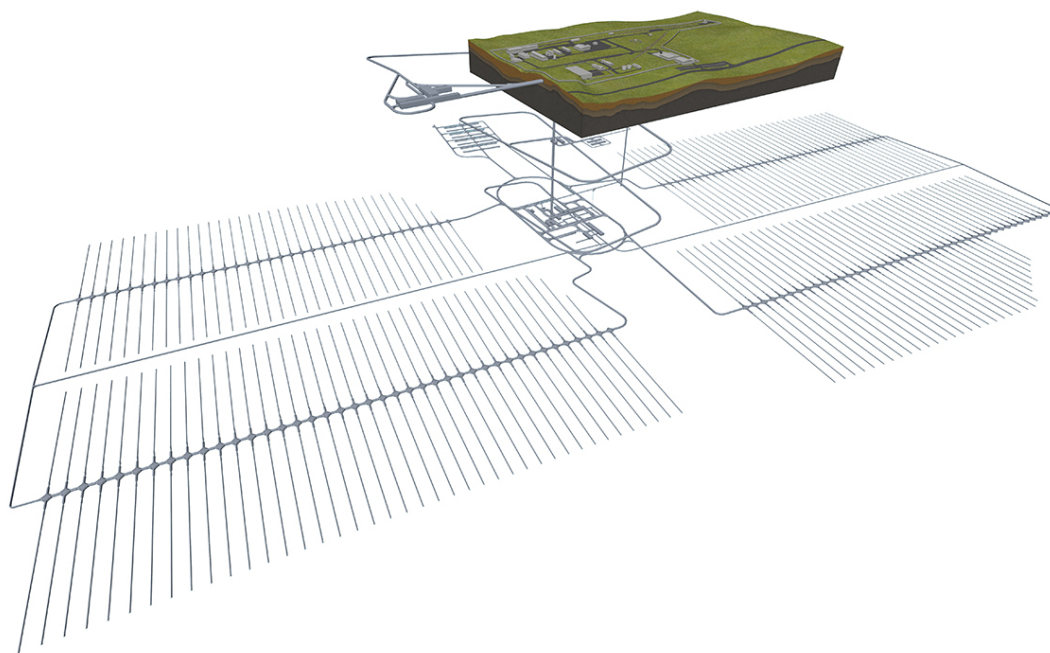
Aktuální v lokalitě probíhá institucionální kontrola, která je součástí procesu uzavírání úložišť. Monitorovány jsou především povrchové a podzemní vody v okolí uzavřeného úložiště. Po celou dobu monitorování nebyla zjištěná žádná kontaminace těchto zdrojů.

### **3.2 Hlubinné úložiště**

Další nedílnou součástí činností SÚRAO je příprava definitivního řešení pro vysoceaktivní odpady, především pro vyhořelé palivo z JE. Podle aktuální vědeckých poznatků se jako nejvhodnější řešení toho problému jeví výstavba hlubinného úložiště. [20]

Toto téma je samo osobě velmi složité a vystačilo by rozhodně pro mnohem více než jednu diplomovou práci, ale nic nebrání nastínění si zde možností, kterými se SÚRAO prozatím rozhodla v této oblasti vydat. Naprosto nejdůležitějším kritériem jakéhokoli hlubinného úložiště kdekoli na světě je DLOUHODOBÁ BEZPEČNOST. Ta se uvažuje na deseti až sta tisíce let do budoucnosti. To je samozřejmě nepředstavitelně dlouhá doba, proto výzkumy a studie jsou velmi důležitou částí celého procesu.

Většinou část této sekce SÚRAO tedy zabírá výzkum. Nyní se ve fázi výzkumu uvažuje s úložištěm, které bude cca v hloubce 500 m pod povrchem v co možná nejméně porušeném bloku krystalinické horniny. Jeho konečné rozměry a uspořádání bude vycházet z parametrů konečné lokality.



Obrázek 3.8: Obecná vizualizace hlubinného ukládání (vertikální poloha OS) [21]

Časový rozvrh prací souvisejících s uvedením hlubinného úložiště do provozu vypadá v dnešní době následovně:

- **2018** – výběr 4 lokalit z aktuálních 9. (Březový potok, Čertovka, Čihadlo, Horka, Hrádek, Kraví hora, Magdaléna, Na Skalném – EDU západ, Janoch – ETE jih)



Obrázek 3.9: Orientační plánek devíti vybraných lokalit [22]

- **2022** – výběr 2 finálních lokalit
- **2025** – výběr lokality finální (zamítnutá lokalita bude sloužit jako záložní v případě neočekávaných změn)
- **2030** – vybudování podzemní laboratoře ve vybrané lokalitě
- **2050** – zahájení výstavby hlubinného úložiště
- **2065** – uvedení úložiště do provozu

Jak je patrné z časového harmonogramu výběr finální lokality je velmi obtížným úkolem, který zahrnuje nepřehledné množství proměnných. Od nejdůležitějších parametrů zajišťujících dlouhodobou bezpečnost až po socioekonomické faktory a veřejné mínění. Konečné rozhodnutí pro danou lokalitu nicméně nebude rozhodnutím SÚRAO, ta vydává jen doporučení, ale rozhodnutím politickým.

Je zcela jasné, že veřejnost má v rozhodování velkou roli, ale v konečném důsledku bude hlavním rozhodovacím kritériem právě dlouhodobá bezpečnost. Aby měla především dotčená veřejnost co nejvíce možných informací o průběhu projektu, vznikla v roce 2010 takzvaná Pracovní skupina pro dialog o hlubinném úložišti. Skupina zanikla v roce 2017. Členy této skupiny byli zástupci obcí poblíž vytypovaných lokalit, místních i celostátních ekologických organizací, zástupci obou komor parlamentu, státních institucí odpovídajících za bezpečné ukládání RAO (MPO, MŽP, SÚJB a SÚRAO) a humanitní i techničtí odborníci. Cílem skupiny byla co největší transparentnost celého procesu tvorby hlubinného úložiště a posílení pozice dotčených obcí.

I přesto, že skupině již vypršel mandát, její činnost přinesla výsledky. Z její činnosti vyšel návrh zákona o zapojení obcí a přispěla k uvažovaným kritériím výběru. Nejvíce hmatatelným výsledkem však je příspěvek i pro obce, ve kterých bude prováděn výzkum, i když nebudou dále vybrány jako vhodné. Tento příspěvek činí 600 000 Kč ročně plus 0,40 Kč za každý m<sup>2</sup> z území v katastru obce, na kterém je stanoveno průzkumné území.

Velkou část SÚRAO zabírá výzkum, a to především výzkum, který má přinést co nejvíce reprezentativní údaje v oblasti hlubinného ukládání. Pro tyto účely má SÚRAO k dispozici Podzemní výzkumnou laboratoř Bukov. Ta se nachází cca 550 m pod povrchem v oblasti uranového dolu Rožná v Dolní Rožínce, jehož infrastruktura je používána pro přístup do pracoviště, což značně omezilo náklady na vybudování takového díla. Důl Rožná byl do roku 2017 nejdéle provozovaný uranovým dolem ve střední Evropě.

Pracoviště Bukov je generickou laboratoří. Takovéto laboratoře slouží po celém světě k co nejpresnějšímu pochopení fungování horninových masivů v daných hloubkách. SÚRAO tyto prostory podzemních chodeb, aktuálně měřících necelého půl kilometru, využívá pro experimenty jak výzkumné, tak demonstrativní. Velkou část zabírají zkoušky OS a jejich izolace od okolního prostředí. Pro tuto funkci je hodně zkoumán bentonit. U něho se předpokládají ideální těsnící vlastnosti, které bude možno využít v reálném HÚ. Neméně důležité je ale i školení lidí, kteří podzemní chodby vytvářejí. Ti se zde učí, jak vytvořit výrub, který co nejméně poškodí a poruší okolní nevyrubanou horninu.

Kromě svých domácích výzkumů SÚRAO spolupracuje i na výzkumech mezinárodních. Například dochází ke společným výzkumům v podobné laboratoři ve Švýcarsku. Zmiňované Podzemní pracoviště Bukov dosahuje světových kvalit a na české poměry se jedná o velmi výjimečný projekt.

Jak již bylo zmíněno, každý stát se musí o jaderný odpad vzniklý na svém území postarat sám, a i když to ve spoustě odvětvích není běžnou praxí na poli konečného řešení této otázky funguje velká mezinárodní spolupráce. Nejdále jsou v tomto ve Finsku, kde už výstavbu hlubinného úložiště zahájili. Uvažují o jiné koncepci než my v ČR – ukládání do měděných kontejnerů v sedimentační hornině, ale i tak se nejen my, ale i celý odborný svět těší na jejich poznatky a zjištění.

I z malého množství výše uvedených informací o celém procesu HÚ je patrné, jak ohromně složitý proces to je. Proto je jeho průběhu věnována taková pozornost a časový plán je velmi orientační. Za tuto dobu se může změnit mnohé, od materiálů, jiných způsobů konečného řešení až po jiné využití vyhořelého paliva, které my teďka vnímáme jako odpad, i přesto, že je v něm obsaženo stále velké množství energie, které jen dnes neumíme (ještě) plně využít.

### 3.3 Financování

Vznikem atomového zákona přešla odpovědnost péče o RAO na stát. Pro tuto dlouhodobou činnost je zapotřebí nemalých finančních prostředků. Z tohoto důvodu je tvorba RAO právě atomovým zákonem zpoplatněna. Vybrané prostředky jsou kumulovány na tzv. Jaderném účtu. Z tohoto účtu je pak hrazena veškerá činnost organizační složky státu SÚRAO. [23] [54]

#### 3.3.1 Jaderný účet

Jaderný účet je založen u České národní banky a je spravován Ministerstvem financí ČR. Účet je součástí účtů státních finančních aktiv. S peněžními prostředky na účtu lze nakládat na základě atomového zákona. Z tohoto účtu jsou mimo jiné placeny příspěvky dotčeným obcím.

Rezervy na účtu pocházejí především z poplatků spojených s ukládáním RAO. Přijetím poplatku se stát – SÚRAO zavazuje k bezpečnému uložení přijatých odpadů. Tyto poplatky jsou rozděleny na dva typy:

- **Pravidelný poplatek** – Tento poplatek pravidelně platí energetická jaderná zařízení a výzkumná zařízení, jejichž jmenovitý tepelný výkon přesahuje 1 MW. Energetická zařízení mají vyšší poplatek stanovenou na 55 Kč za každou vyrobenou MWh. Výzkumná jaderná zařízení platí za stejnou jednotku 30 Kč/MWh.

- **Jednorázový poplatek** – Tento poplatek hradí jakýkoli subjekt, který je původcem RAO, kromě původců, kteří platí poplatek pravidelný. Zde se výše poplatku odvíjí od množství odpadu v m<sup>3</sup>. Výše poplatku se liší, dle zákona může dosahovat až 300 000 Kč za RAO v jiné formě než „*forma standardní ukládací jednotky splňující limity a podmínky pro nakládání s radioaktivním odpadem schválené Úřadem*“ [6]. V praxi se SÚRAO za standardní OS (200/216 l sud) platí za uložení kolem 33 000 Kč a za skladování kolem 39 000 Kč.

Původců radioaktivních odpadů je v dnešní době v České Republice registrováno více než 100. Největším původcem, a tedy přispěvatelem na jaderný účet, je, logicky, provozovatel obou našich jaderných elektráren ČEZ a. s. Dalšími původci jsou např. Ústav jaderného výzkumu v Řeži, Ústav jaderných paliv na Zbraslavi a nemocnice.

SÚRAO vznikla na základě nutnosti dlouhodobé péče o RAO, kterou by v požadované míře žádný soukromý subjekt nedokázal zabezpečit. Záštitu nad tímto problémem, svou organizační složkou SÚRAO, tedy převzal stát. To, že nad RAO převzal pomocí SÚRAO záštitu stát zaručuje, že o uložené odpady bude v souladu s legislativou řádně a bezpečně postaráno, bez rizika vyčerpání finančních prostředků. Na provoz stávajících úložišť prostředky na jaderném účtu více než dostačují. Důležitá je však ona rezerva na dlouhodobou péči a v případě, kdy by byl jaderný účet vyčerpán, závazky přejdou na stát, kde mají jednu z priorit. Cílem SÚRAO, potažmo státu, je na prvním místě několikrát zmiňovaná dlouhodobá bezpečnost. Významnou roli má i otevřenost a transparentnost vůči veřejnosti. Pro všechny zájemce by měly být informace o RAO a nakládání s ním snadno dostupné. Pokud je o tyto odpady správně postaráno, žádnou hrozbou pro životní prostředí ani člověka nejsou.



## 4. Úložiště radioaktivního odpadu Richard

Úložiště Richard, části jehož rekonstrukce se práce věnuje, se nachází nedaleko města Litoměřice v prostorech po bývalém vápencovém dole s označením Richard II u paty vrchu Bídnice. Areál se rozkládá celkově na ploše 16 ha. Jsou zde ukládány nízko a středně aktivní institucionální odpady ze zdravotnictví, výzkumu, průmyslu a zemědělství. Součástí povrchového areálu je informační středisko přístupné veřejnosti a zkušebna obalových souborů. Nově jsou v celém areálu pořádány dny otevřených dveří, při kterých má veřejnost možnost nahlédnout i do podzemních částí úložiště. [24]



Obrázek 4.1: Orientační poloha ÚRAO Richard [25]

Celková kapacita úložiště je nyní 19 000 m<sup>3</sup>, přičemž samotné ukládací chodby mají kapacitu kolem 10 000 m<sup>3</sup>. Tyto prostory jsou nyní zaplněny z cca 70 %. Úložiště je v provozu od roku 1964.

Úložiště je, minimálně v evropském měřítku, jedinečné svou ideální horninovou strukturou, která slouží jako přírodní bariéra.

## 4.1 Lokalita

Úložiště využívá části prostor bývalého vápencového dolu Richard II. Ten je součástí velkého důlního komplexu rozděleného na části Richard I, II a III, které mají dohromady chodby a překopy v délce kolem 40 km. Celý tento komplex se nachází pod vrchem Bídnice u Litoměřic. Celý areál je od roku 1976 součástí území Chráněné krajinné oblasti České středohoří.

Vrch Bídnice je tvořen nepropustnými křídovými slínovci. Mezi nimi se v hloubce 70-80 m pod povrchem nalézá cca 5 m silná vrstva vápence. Jedná se o jílový vápenec, který je zde uložen subhorizontálně. Po vrstvě vápence pokračují dále do hloubky slínovce. Ty jsou pak střídány jemnozrnnými pískovci.

Celé úložiště se díky nepropustnosti slínovců nachází nad hladinou podzemní vody. To je velmi výhodné pro účely úložiště, jelikož v dole je kromě povrchových vod, které sem zatékají zasucenými větracími komíny, téměř sucho.

Geologická skladba lokality je patrná z přílohy č. 2.

Prostory bývalého dolu Richard II byly mezi lety 1960 až 1964 pro potřeby úložiště upraveny do stávající podoby. Stabilita chodeb je zajištěna železobetonovými rámy, stěny jsou vyztuženy stříkaným betonem a podlahy zpevněné betonem obsahují kanalizační systém. Ten končí do retenční jímky, která je umístěna mimo podzemní areál. Nicméně, jak již bylo zmíněno, důl je velmi suchý, proto kanalizace není hojně využívána.



Obrázek 4.2: Obslužná chodba se vzduchotechnikou [26]

Obslužné chodby, které mají dohromady délku 630 m, jsou 6-8 m široké a 3-5 m vysoké. Z nich je přístup do vyztužených ukládacích chodeb, které jsou postupně plněny OS a již v průběhu plnění je zde připraven systém na konečné uzavření – zalití segmentu vhodným typem betonu.



Obrázek 4.3: Téměř zaplněná ukládací komora [27]

V dole je po celou dobu roku stálá teplota kolem 10 °C. K odvětrávání dolu není využíváno starého odvětrávacího systému, ale slouží k tomu nově vybudovaná vzduchotechnika s výkonným ventilátorem.

## 4.2 Historie

Prostor je uložištěm RAO od roku 1964, jeho historie je ale mnohem delší. Vápenec se zde začal těžit již v první polovině 19. stol. Vytěžený vápenec byl používán buď přímo jako stavební surovina, nebo po rozemletí a vypálení jako vápno. To, že se vápenec těžil důlní cestou, není vůbec obvyklé. Mnohem častěji se vápenec těží v povrchových lomech, místní podmínky byly ale pro podpovrchovou těžbu vhodné, proto se přistoupilo k tomuto nezvyklému řešení. Vhodnost podmínek dala vzniknout právě třem samostatným dolům – Richard I, II a II.

V období druhé světové války si místní doly pro své účely vybrali nacisté. Nacisté důlní dílo postupně přetvářeli na prostory pro utajenou podzemní fabriku. V této době zde působily převážně dvě německé firmy:

- **Auto Union A. G. Chemnitz** – Ta zde vyráběla komponenty a součástky do svých motorů Maybach – typ HL 230. Byla zde i opravná motorů tanků Panther a Tiger.
- **Osram** – Podzemní továrna byla částí celého koncernu, který se specializoval na výrobu elektronického vybavení (molybdenové a wolframové dráty, elektronky atp.).

Místo určené pro válečnou výrobu dostalo krycí název Richard, lze se také setkat s kódovým označením B 5.

Pro Němce v těchto továrnách pracovali vězni z nedalekých pracovních a koncentračních táborů (Litoměřice a Terezín). Vězni zde pracovali ve dvousměnném nepřetržitém provozu v naprosto nedostačujících podmínkách.

I přesto, že zcela dokončeno bylo jen několik výrobních hal firmy Auto Union, obsahovalo podzemí široké zázemí, od laboratoří až po kantýnu a hygienické zázemí.



Obrázek 4.4: Pohled do jednoho z výrobních sálů [28]



Obrázek 4.5: Výdejní okno v kantýně [28]



Obrázek 4.6: Původní hygienické zázemí poničené nezvanými hosty [28]

Po skončení války bylo dílo ponecháno v různých stadiích rozpracovanosti a jeho vnitřní vybavení bylo odvezeno jako trofejní materiál Rudou armádou. Po odvezení materiálu zde byla roku 1946 Čížkovickými cementárnami obnovena těžba vápence. Těžba tímto způsobem byla v těchto podmínkách velmi nerentabilní v porovnání s otevřenými lomy, proto byla těžba po několika letech v roce 1963 ukončena.

V 60. letech 20. století již padla myšlenka na další jiné využívání dolů. Zvažováno bylo vojenské či civilní využití prostor. Chvilí byly prostory využívány pro skladování potravin až nakonec bylo rozhodnuto, že část prostor (Richard II) bude využita pro skladování RAO.

Zbylé části dolu Richard I a III byly uzavřeny a zakonzervovány. Nyní je část dolu Richard I majetkem Památníku Terezín a zbytek patří státu. Do komplexu je vstup přísně zakázán, i přesto se najdou lidé, kteří i přes velké nebezpečí do prostor vstupují. Proto jsou ve spojovací chodbě mezi Richardem I a prostorem úložiště zbudována a zazděna ocelová vrata, skrz které není možné se do prostoru úložiště z této strany dostat. Jediným vchodem do podzemní části úložiště je tedy hlavní vstup z povrchového areálu úložiště, kterému se říká vstupní portál.



Obrázek 4.7: Foto uzavřeného vstupu do prostor ÚRAO, pohled z části dolu Richard I. [28]

Nyní jsou prostory (kromě ÚRAO Richard) ponechány vlastnímu osudu a chátrají. Čas od času se objeví iniciativa pro zachování alespoň jejich části a zpřístupnění veřejnosti, aby se nezapomnělo na oběti, které podzemní továrna nejen z řad vězňů měla. Tyto iniciativy však naráží nejen na nedostatek zájmu z vyšších míst, ale především na finanční stránku věci. Obnovit, či jen zachovat, i malou část podzemních prostor by bylo velmi nákladné.



Obrázek 4.8: Fotografie chátrajících prostor (Richard I) [28]



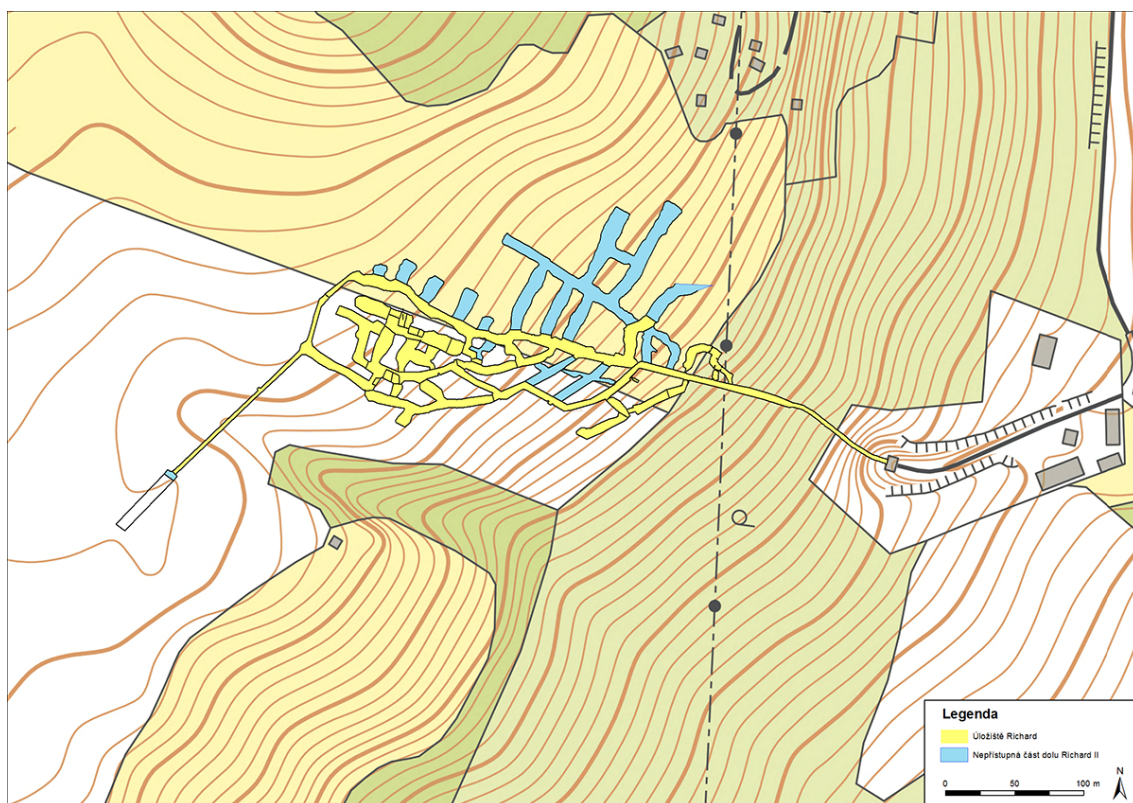


Obrázek 4.9: Fotografie chátrajících prostor (Richard I) [28]

Můžeme tedy hledět pozitivně alespoň na to, že i přes nechvalnou historii místa si pořád našlo využití i v dnešní době a je nám ideální ochranou před uloženým radioaktivním odpadem a bude tomu tak i nadále. Provoz ÚRAO Richard je zatím po jeho rekonstrukci a navýšení kapacity plánován nejméně do roku 2050.

### 4.3 Provoz

Prostor úložiště lze rozdělit na povrchovou a podpovrchovou část. Povrchový areál se skládá z budovy recepce, informačního centra, provozních budov, laboratoře, komunikací, z místa, kde probíhají zkoušky obalových souborů a ze zastřešeného vjezdu do podzemí. Areál je oplocen.



Obrázek 4.10: Mapa povrchové a podpovrchové části ÚRAO Richard.[29]

Podpovrchová část využívá bývalého vápencového dolu Richard II. Jak je patrné z předchozí obrázku, zatím nejsou využívány všechny podzemní prostory. Zpřístupnění a upravení větší části pro potřeby úložiště je předmětem probíhající rekonstrukce.

Ročně je na úložiště dopraveno a uloženo na několik set OS. Poté, co je materiál původcem označen za odpad a řádně upraven a zapečetěn v obalovém souboru, je nákladní vozidlem dopraven do areálu úložiště. Následně je zkontrolována průvodní dokumentace OS a pokud není objeven jakýkoliv nesoulad, dojde k vykládce sudů. V průběhu vykládání, které je prováděno pomocí vysokozdvížného vozíku, probíhají kontrolní měření vyzařované aktivity a vážení všech sudů. V případě, že jsou splněny všechny podmínky přijatelnosti, které byly stanoveny a jsou dozorovány SÚJB, následuje přesun OS, opět za pomoci vysokozdvížného vozíku, do podzemních prostor úložiště. Zde je každý sud uložen na určené místo. Každý sud má v ukládacích komorách svou přesnou polohu, proto je jasné, a i zpětně dohledatelné rozložení odpadu.

ÚRAO Richard je jaderným zařízením. Na dodržování bezpečného provozu dohlíží zástupci SÚJB a jelikož se jedná o podzemní dílo i inspektoři Státní báňské správy

ČR. Kontrola je prováděna pomocí inspekci daných institucí několikrát do roka. Pravidelně jsou zde nacvičovány havarijní cvičení a neustále jsou přítomny všechny prvky báňské ochrany (záchranný důlní vozík, samozáchranné důlní přístroje pro každého, kdo vstupuje do podzemí).

### **4.3.1 Speciální komory**

Několik komor je v úložišti vyhrazeno pro odpady, které nesplňují podmínky přijatelnosti k ukládání. Komory tedy neslouží pro ukládání, nýbrž pro dlouhodobé skladování OS. Rozhodně to neznamena, že by sem bylo ukládáno vyhořelé jaderné palivo. I tyto odpady mají limity a podmínky, které musí splnit, aby mohly být v prostoru úložiště skladovány.

Jedná se o odpady, které mají vyšší aktivitu (např. vyřazené ozařovací hlavice z nemocnic, či tzv. historické odpady, to jsou odpady umístěné v ÚRAO před vznikem SÚRAO). Takovéto odpady jsou zde skladovány buď do doby, kdy budou splňovat podmínky pro uložení v ÚRAO Richard, nebo do doby, než bude vybudováno hlubinné úložiště a budou moci být bezpečně trvale uloženy v něm.

Od roku 2017 je zde vyhrazena komora pro skladování RAO obsahujících přírodní radionuklidy, které byly v minulosti ukládány v ÚRAO Bratrství.

### **4.3.2 EU Phare**

Mezi lety 2005 a 2007 zde probíhal mezinárodní evropský projekt programu Phare. Jeho cílem bylo experimentální ověření funkčnosti konečného uzavření zaplněných ukládacích komor.



Obrázek 4.11: Informační tabule o projektu u uzavřených komor. [30]

Pro projekt byl upraven systém chodem 8/2, 9 a 12. Po úpravě do nich byl převezen odpad z let 1965-1985. Jednotlivé obalové soubory s odpadem byly vyzvednuty ze svých míst, zkontrolovány, v případě potřeby přebaleny do nových OS a převezeny na daná místa v upravených komorách. Po zaplnění byly komory zaplněny speciálně navrženou betonovou směsí.

Z každé várky betonu byly odebrány vzorky, které jsou nyní uloženy poblíž uzavřených komor v úložišti. Tyto vzorky jsou v pravidelných intervalech, po dobu ještě 40 let, podrobovány zkouškám pevnosti v tlaku. Zjišťují se tím změny případné změny vlastností po dlouho době v tomto prostředí.

Kolem uzavřených komor byl též pro sledování případného průsaku vod vystaven drenážní systém zakončený retenční jímkou. Do dnešní doby nebyla v jímce zachycena jakákoli voda.

Projekt proběhl za finančního přispění Evropské unie ve výši necelého 1 milionu €. Česká Republika se podílela částkou okolo 600 tisíc €.

Tento projekt byl demonstrací a ověřením, zda tento navržený systém a jeho technologie budou splňovat požadavky na trvalé bezpečné uzavření komor. Plné výsledky pokusu budou známy až po vypršení doby stanovené na jeho průběh.

Podmínky provozu budou zmodernizovány právě probíhající rekonstrukcí úložiště. Největší přínos rekonstrukce pro provoz bude nová moderní přejímací hala.

## 4.4 Monitoring

Jako na všech úložištích, i zde probíhá monitorování prostředí. Děje se tak na základě platného monitorovacího programu, schváleného SÚJB.

Monitoruje se okolí úložiště, pracovní prostředí a osoby. Monitorování okolí zahrnuje pravidelný odběr vod, podzemních, důlních i povrchových, a jejich kontrolu akreditovanou laboratoří a kontrolu ovzduší pomocí sítě stacionárních termoluminiscenčních dozimetřů umístěných na hranicích úložiště. Pracovní prostředí je monitorováno kontinuálním měřením pomocí přístrojů umístěných uvnitř úložiště. Na třech pevných bodech jsou umístěny přístroje na měření koncentrace radonu v prostředí. Dále je monitorován dávkový příkon, povrchová kontaminace (pomocí stěrů z povrchů) a je prováděna kontrola pracovních pomůcek a dopravních prostředků.



Obrázek 4.12: Stacionární přístroj na monitorování radonu v ÚRAO Richard [31]

U osob je sledováno vnitřní a vnější ozáření. Vnější ozáření u pracovníků SÚRAO kontrolují filmové dozimetry. Každá osoba, která vstupuje do kontrolovaných prostor úložiště je vybavena elektrickým dozimetrem. Pro všechny osoby je obdržena dávka a doba pobytu zaznamenána a archivována. Vnitřní ozáření způsobuje přítomnost

radonu v prostředí. Přítomnost a koncentrace radonu je kontinuálně měřena a před každým pohybem osob v úložišti je uvedena do provozu vzduchotechnika, která koncentraci radonu sníží.

Hodnoty vnějšího ozáření a data, zpracovaná z hodnot koncentrace radonu a doby jednotlivých osob strávených v podzemí, jsou nakonec sečteny a tím vznikne hodnota celkového ozáření.

U žádné z monitorovaných veličin se nevyskytují hodnoty, které by se byť jen blížily povoleným limitům.

Jelikož se jedná o důlní dílo, jsou sledována i geotechnická a hydrogeologická data, která kontrolují stabilitu a bezpečnost důlního díla.

## 4.5 Zkušebna obalových souborů

Součástí povrchového areálu je i Zkušebna obalových souborů a radioaktivních látek zvláštní formy. Jedná se o laboratoř, která má jako jediná v ČR pověření od SÚJB k provádění daných zkoušek. V roce 2006 byla zkušebna zrekonstruována a vybavena novým technickým vybavením.

Obalové soubory používané pro přepravu, skladování a ukládání radioaktivních látek musejí být velmi odolné a splňovat přísné požadavky. Typy a náležitosti zkoušek, kterými se tyto vlastnosti prověřují, vycházejí z vyhlášky SÚJB č. 379/2016 Sb. Mezi zkoušky prováděné na výrobcích, vzorcích či prototypch patří například:

- **Mechanické zkoušky**
  - **Pádová zkouška** – Pro tento typ zkoušek slouží v areálu dálkově ovládaný sloupový otočný jeřáb s únosností 5 tun a vyhláškou definovaná ocelová dopadová plocha, jejíž pevnost zajišťují 6 m hluboké základy. Při zkoušce je OS spuštěn volným pádem z výšky až 9 m na dopadovou plochu.



Obrázek 4.13: Sloupový jeřáb, který je využíván pro pádové zkoušky. [32]

- **Zkouška průrazem** – při této zkoušce je snaha prorazit OS nárazem zkušební tyče
- **Tlaková zkouška zatížením** – zde dochází k zatížení OS pětinasobkem jeho vlastní váhy po dobu 24 hodin
- **Pád na trn** – volný pád z výšky na ocelový trn
- Dopad 500 kg těžké ocelové desky na OS
- **Tepelná zkouška** – Při zkoušce je OS vystaven plamenům o teplotě 800 °C po dobu 30 minut. U menších testovaných vzorků se využívá regulovatelné elektrické pece, u větších vzorků se používá venkovní pálící pracoviště s propanbutanovými hořáky.



Obrázek 4.14: Tepelná zkouška na venkovním pálícím pracovišti [33]

- **Zkouška těsnosti** – OS je ponořen do tlakové nádoby, kde je vystaven podtlaku a zkoumá se, zda nedochází k únikům vzduchu z OS.

Po provedení zkoušek je vyhotoven protokol o provedených zkouškách, který je jedním z podkladů pro typové schválení a obdržení licence na daný OS od SÚJB.

Každý OS musí splňovat jiná předepsaná kritéria podle svého typu a určení. Po provedení zkoušek musí obalový soubor zůstat neporušen, nesmí dojít k rozptýlení jeho obsahu a stínící vlastnosti musí zůstat beze změny.

Kalibrace měřících přístrojů, správné pracovní postupy a profesionalita personálního obsazení je pravidelně kontrolována pracovníky SÚJB, kteří též hodnotí nezávislost zkušebny a jejího řízení.



## 5. Rekonstrukce ÚRAO Richard

Práce se zabývá jednou z etap rekonstrukce ÚRAO Richard. Cílem celé rekonstrukce je úprava podzemních prostor a tím zvýšení kapacity a prodloužení provozuschopnosti úložiště, výstavba moderní přejímací haly, rekonstrukce inženýrských sítí a příjezdových komunikací. Jelikož se jedná o velmi rozsáhlý projekt, je rozdělen na jednotlivé etapy, které probíhají v časové souslednosti za sebou.

Předmětem práce je etapa II.

Pro pochopení a lepší představu je k této kapitole přiložen plán podzemí s číslováním chodeb (příloha č. 3).

### 5.1 Etapa I

První etapa se zabývá úpravou vnitřních prostor úložiště. Etapa I by měla probíhat od konce roku 2018.

Konkrétně se jedná o prostor, kterému se říká „H“. To je prostor vymezený stávajícími komorami 4, 5, 7, 8/1, 10, 15/1, 15/5 a 24, které tvarem připomínají písmeno „H“. Ty jsou aktuálně částečně zaneseny horninou. V rámci rekonstrukce bude část těchto prostor připravena rovnou pro ukládání a zbylá část bude sloužit jako chodby komunikační a přístupové.

Dále etapa I zahrnuje přípravu komor. Ty jsou nyní nezajištěné a částečně zaplněné horninou. Výsledkem rekonstrukce těchto prostor bude jejich zajištění příprava na ukládání. I po rekonstrukci však chodby budou zaplněny sutinami (hornina z těchto prostor a z prostoru „H“). Do budoucna se uvažuje o využití části nyní nepřístupného dolu Richard I pro ukládání těchto sutin a tím uvolnění prostor. Aktuálně toto ale možné není, proto je třeba skladovat horninu na těchto místech.

Etapa II bude probíhat až po ukončení činností etapy I.

## 5.2 Etapa II

Pro druhou etapu rekonstrukce SÚRAO nechala v roce 2016 vypracovat studii. Z této studie práce vychází, odkazuje se na ni a navazuje na ni. Většina informací níže v této kapitole se nachází, či vyplývá z již existující studie. Pro pochopení změn a úprav si zde studii přiblížíme, aby bylo jasné kde a k jakým změnám následně došlo. [34]

Etapa II má více částí a pro potřeby SÚRAO se dělí na jednotlivé moduly.

- **M1 – Příjezdová komunikace**
- **M2 – Objekt přejímky RAO**
- M3 – Pracoviště vstupu do kontrolovaného pásma
- M4 – Pátevní přístupová štola
- M5 – Úložné komory
- M6 – Větrací systém vč. zabezpečení větracích děl
- M7 – Zásobování elektrickou energií
- M8 – Komunikační systémy
- M9 – Vodní hospodářství rekonstrukce ÚRAO
- M10 – Laboratoře

Jednou z nejdůležitějších činností v rámci této etapy, kterou je třeba řádně vyřešit, je problém zasucených větracích komínů (M6). Po vyřešení tohoto problému bude možno uvažovat o prostorech dolu jako o suchých, toto jsou totiž jediná místa, kudy se do dolu dostává povrchová voda. O řešení tohoto problému však práce nepojednává.

Tato práce se nevěnuje všem výše zmíněným bodům. Pro lepší přehlednost si dovoluji udělat vlastní zjednodušené dělení, jen těch částí, které předmětem práce jsou.

1. Příjezdová komunikace
2. Zával
3. Objekt přejímky RAO

Nyní si jednotlivě přiblížíme, jak k těmto částem přistupuje existující studie.

### 5.2.1 Příjezdová komunikace

Část rekonstrukce zabývající se komunikací lze rozdělit na dvě části: na komunikaci mimo areál a uvnitř areálu ÚRAO.

- **Komunikace vně areálu** – Zde se jedná o připojení areálu na silnici III. třídy č. 24715. Řešení zahrnuje část od křížení s touto silnicí až po vjezdovou bránu do areálu. Délka příjezdové komunikace k areálu je cca 400 m. Kvůli nízké intenzitě provozu zůstane komunikace ve stejné stopě, ve které nyní existuje. Stejně zůstane i příčné uspořádání komunikace. I po rekonstrukci, při které se předpokládá kompletní výměna konstrukce vozovky, zde bude jednopruhová obousměrná komunikace široká 3,5 m. Oproti stávajícímu stavu bude v polovině délky komunikace zřízena výhybna o šířce 6 m. Ke změně nedojde ani u odvodnění vozovky, to zůstane zachováno. Nová vozovka bude shodně příčně vypádována směrem k nebezpečné krajnici. Kde v okolním terénu dochází ke vsakování dešťových vod.
- **Komunikace uvnitř areálu** – Zde je rekonstrukce komunikace nutná, protože dojde k nové pokládce inženýrských sítí a tím k porušení komunikace stávající. Dále se počítá s rozšířením zpevněných ploch podle nové budovy přejímky. S tím souvisí i zbudování zpevněné plochy pro otáčení vozidel, počítá se s tím, že do budovy budou couvat. A jelikož je část těchto prostor ve svahu, dojde i ke zbudování opěrných zdí, ty budou sloužit k zajištění stability okolních svahů. Parametry komunikace a vozovky počítají s pohybem maximálně třinápravových nákladních vozidel. Způsob odvodnění komunikace zůstane zachován stávající. To znamená, že nové vozovky budou taktéž vypádovány k otevřenému odvodňovacímu žlabu, který bude zakončen vpustí u budovy recepce. Dojde ke změně povrchu vozovky, aktuálně jsou komunikace v areálu pokryty zámkovou dlažbou, rekonstrukce počítá s vybudováním vozovek asfaltových.

## 5.2.2 Závál

Jedná se o zával v části chodby č. 1. Stabilizace závalu a jeho vytěžení bude součástí druhé etapy. Jedná se však o tak specifický problém, že o něm studie nehovoří. Nicméně ohledně řešení závalu byly v roce 2018 vytvořeny dva nezávislé odborné posudky. Každý z nich nabízí jiný způsob řešení závalu.

- První posudek považuje stávající stav závalu za stabilní. Pravděpodobně zde byla vytvořena přirozená horninová klenba, čímž došlo k vyrovnání vnitřních a vnějších sil a byl nastolen rovnovážný stav.  
Posudek tedy nabízí řešení ve formě odtěžení uvolněné horniny, úpravě klenbového tvaru stropu a zajištění vzniklé klenby pomocí definitivního ostění. Problém, který zde vyvstává a autor posudku ho zmiňuje, je výška nově vzniklé klenby, která by činila cca 10 m. Autor zároveň navrhuje způsob monitorování prostor. [35]
- Druhý posudek uvažuje variantu, že se zde nacházejí další oblasti se zhoršenou geologií a může tedy docházet k dalším výlomům.  
Na tomto základě se autor přiklání k řešení pomocí zaplavení závalu popílkovým stabilizátorem HBZS. Tento litý stabilizátor má nízkou objemovou hmotnost a dokáže tedy zaplnit veškeré volné prostory. Nepotřebuje dodatečné hutnění a po zatuhnutí je objemově stálý a plně únosný. Po vyplnění prostoru daným způsobem zde bude možno prorazit chodbu požadovaného příčného profilu standardním způsobem s odpovídajícím vyztužením (stříkaný beton, kari sítě a kotvy). [36]

Tyto dva posudky se ve svých závěrech i navržených řešeních liší. Proto bude třeba provést další hodnocení problému. Po ukončení etapy I bude zával přístupný i z druhé strany, což by mohlo přinést nové poznatky a zjištění, které by mohly k řešení přispět.



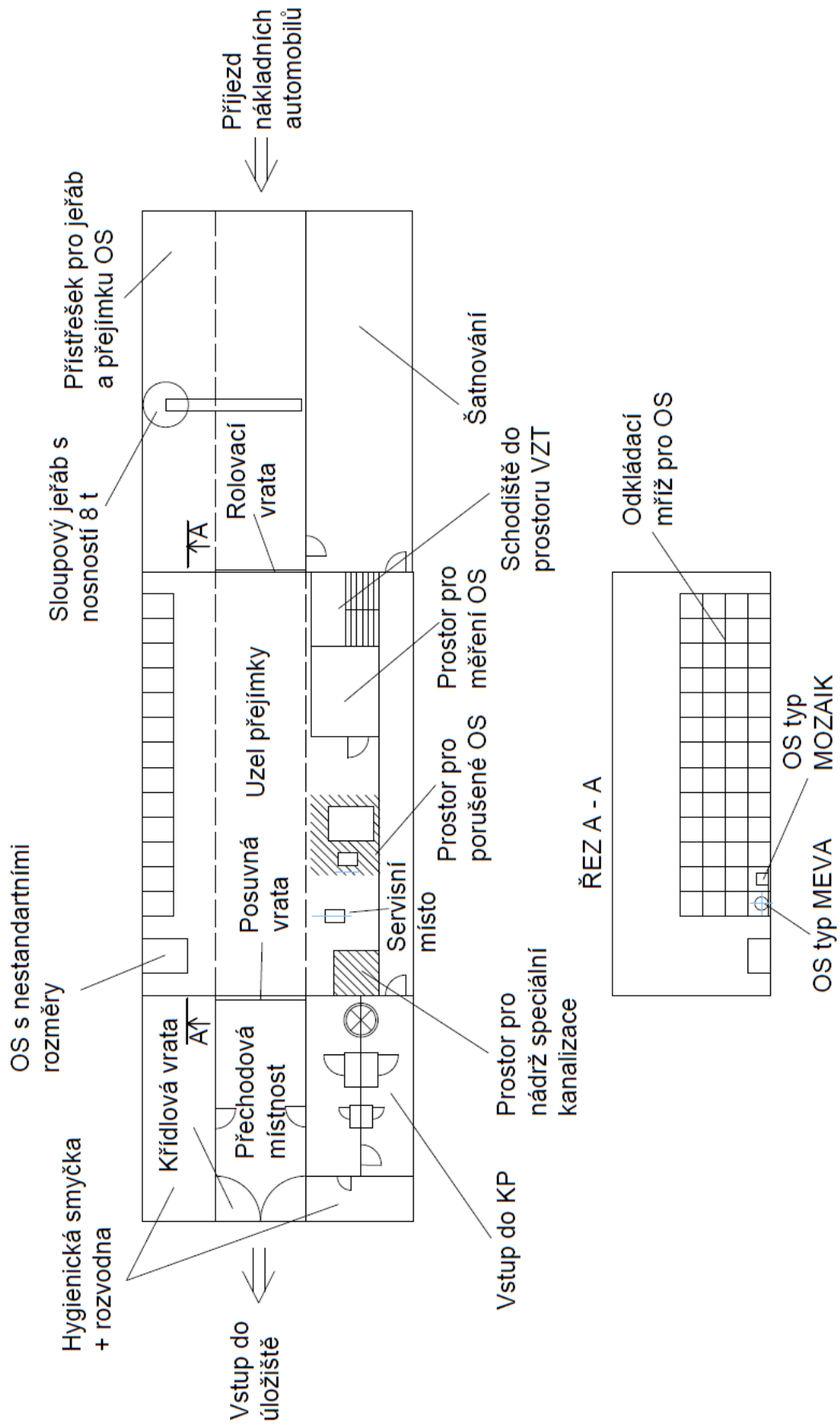
Obrázek 5.1: Pohled na zával v chodbě č. 1 s pomyslným měřítkem (papír A4). Foto Archiv SÚRAO

### **5.2.3 Objekt přejímky RAO**

Studie pracuje s objektem přejímky jako s variantním řešením, přičemž hlavní rozdíl spočívá v použité zdvihací technologii, od které se odvíjí celá koncepce budovy.

#### **5.2.3.1 Objekt přejímky RAO se sloupovým jeřábem**

V této variantě je jako zdvihací prostředek uvažován sloupový jeřáb umístěný vně samotné budovy přejímky pod přístřeškem, který na budovu přímo navazuje. Jeřáb bude sloužit pro přeložení OS z nákladního vozidla na transportní prostředek – manipulátor. Ten pak OS převezde do perforované vertikální mříže, kde bude OS dočasně uložen před převezemím na úložnou/skladovací pozici přímo v úložišti. Mříž zajišťuje prostor pro 52 OS a má 4 patra.



Obrázek 5.2: Návrh varianty půdorysu objektu přejímky RAO se sloupcovým jeřábem [37]

Jedná se o částečně dvoupatrový objekt, jehož součástí je přístřešek před vjezdem, kde je umístěn sloupový jeřáb. V přízemí se nachází všechny prostory potřebné pro provoz uzlu přejímky (příjem a odbavení OS), jako jsou šatny, hygienické zázemí, vstup do kontrolovaného pásma, prostor pro dočasné skladování OS, nádrž speciální kanalizace apod. Ve druhém patře je umístěna kuchyňka, odpočinková místnost s hygienickým zázemím, serverovna, administrativní prostory, strojovna vzduchotechniky a její šachta.

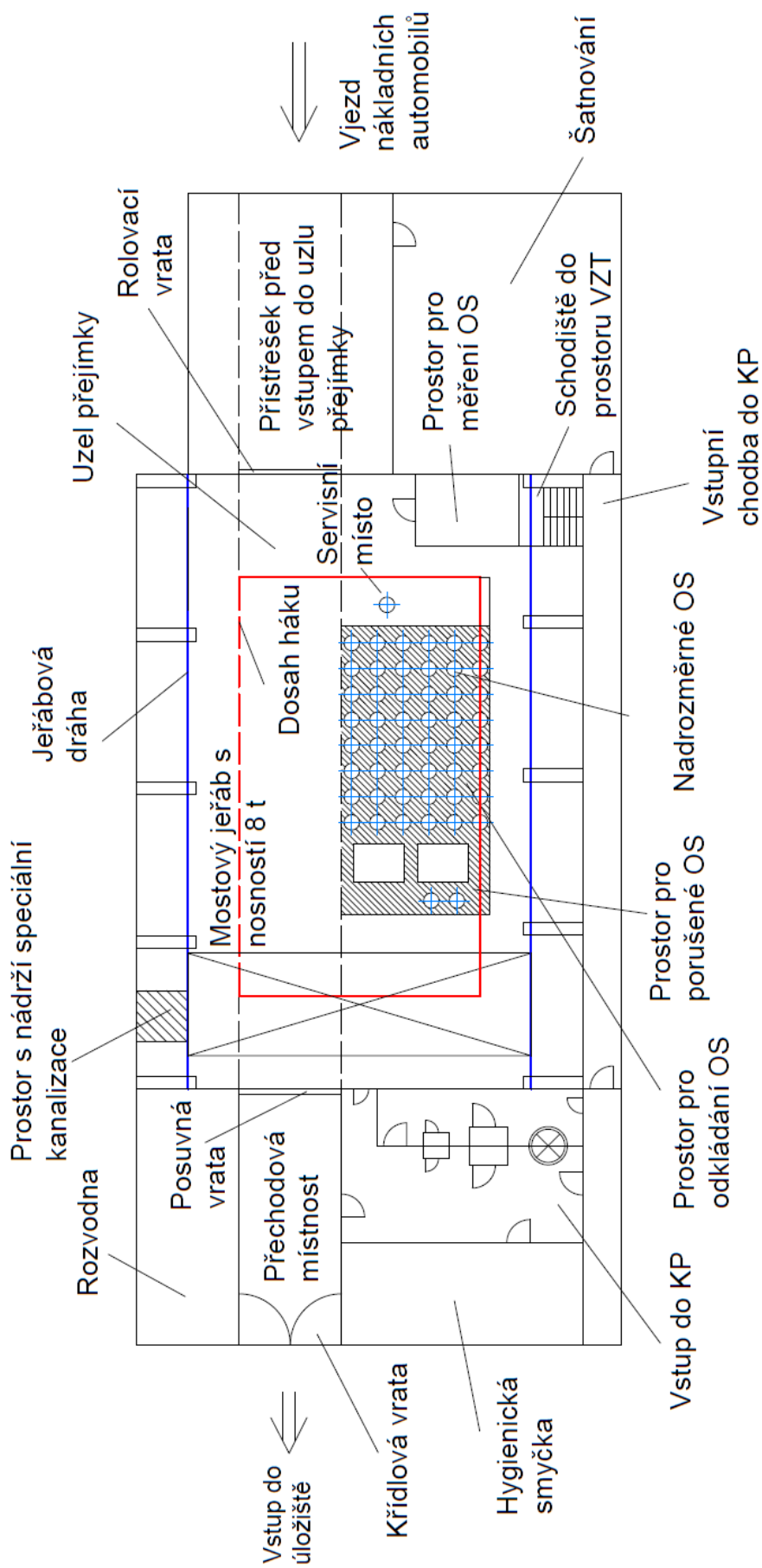
U této varianty je navrhovaná plocha uzlu přejímky odhadnuta přibližně na 240 m<sup>2</sup>.

### **5.2.3.2 Objekt přejímky RAO s mostovým jeřábem**

V této variantě je uzel přejímky tvořen halou s dvounosníkovým mostovým jeřábem. Před vjezdem do budovy je opět přístřešek, který bude sloužit k očištění nákladních prostředků před vjezdem do prostoru haly. Prostor pro dočasné skladování OS před jejich uložením na konečnou/skladovací pozici je řešen jako vodorovný perforovaný rošt s kapacitou 50 skladovacích míst, 48 z toho pro standardní OS (216 l sudy) a 2 pro OS nestandardních rozměrů.

Objekt je také řešen jako částečně dvoupatrový. Ve druhém patře se zde počítá s ochozem, který bude sloužit pro potřeby exkurzí a jako přístup k mostovému jeřábu. Architektonicky jsou zde navrženy dvě varianty. Jedna počítá se zalomením budovy, vyplývajícím z reliéfu terénu v místě, kde bude budova stát. Druhé uvažuje budovu rovnou, bez zalomení.

V tomto případě je navrhovaná plocha odhadnuta přibližně na 420 m<sup>2</sup>.



Obrázek 5.3: Návrh varianty půdorysu objektu přejímky RAO s mostovým jeřábem [38]



Obě varianty mají samozřejmě mnoho věcí společných. Jedná se o věci, které jsou třeba pro bezpečné fungování uzlu přejímky jako celku. Podrobněji se celému uzlu přejímky bude práce věnovat v následující kapitole. Ta se bude věnovat konkrétnějšímu řešení postaveném především na této studii.

## 6. Upravené řešení

V rámci mé práce bylo, po nastudování studie a jejího variantního řešení, cílem přimět zainteresované osoby ze SÚRAO k znovuotevření tématu etapy II. Na několika společných sezeních byla zvolena finální volba zdvihacího zařízení, což bylo stěžejní rozhodnutí pro celý projekt.

V této kapitole bude postupně a podrobněji popsáno přesnější řešení zájmových bodů etapy II – komunikací a objektu přejímky, které bylo upřesněno na základě požadavků zaměstnanců SÚRAO na oněch schůzkách.

Mým úkolem bylo požadované úpravy a změny implementovat do studie a vytvořit tak jasnější představu budoucí finální verze, která bude podkladem pro výběrové řízení na dodavatele. Konkrétně se jedná o technickou zprávu zadávací dokumentace výběrového řízení na druhou etapu rekonstrukce ÚRAO Richard. Tato výsledná technická zpráva je přiložena jako příloha č. 1.

### 6.1 Příjezdová komunikace

Dělení této části rekonstrukce zůstává stejné, a to na komunikace vně a komunikace uvnitř areálu. Komunikace zajišťují příjezd vozidel k areálu úložiště a vlastní dopravu uvnitř areálu.

#### 6.1.1 Komunikace vně areálu

Tato část zahrnuje příjezdovou komunikaci ze silnice III/24715 ke vstupní bráně areálu ÚRAO. Součástí komunikace je mostek při napojení z veřejné komunikace. Komunikace zůstane ve stávající stopě i příčném uspořádání, nově zde bude uprostřed zřízena výhybna v celkové délce 6 m. Délka příjezdové komunikace je cca 400 m. Výsledný povrch komunikace bude asfaltový.

Oproti studii se uvažuje i s možností osvětlení příjezdové komunikace v celé délce pro lepší přehlednost situace pro zaměstnance na vstupu do ÚRAO.

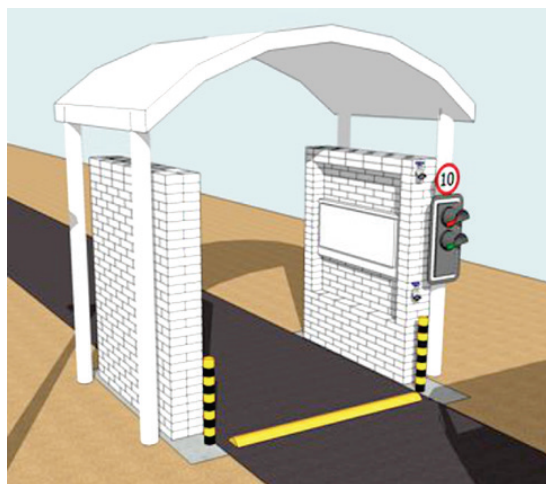
Velkou změnou je návrh nových parkovacích ploch vně areálu před budovou recepcce. Parkoviště bude sloužit pro parkování veřejnosti v rámci dnů otevřených dveří a exkurzí. Zda k realizaci dojde není jisté kvůli majetkovým poměrům daných ploch. I přesto bude návrh parkoviště součástí projektu.

### 6.1.2 Komunikace uvnitř areálu

Zde se jedná o rekonstrukci komunikací. V rámci etapy II dojde k pokládce nových inženýrských sítí, při kterých budou komunikace narušeny. Zároveň budou upraveny zpevněné plochy související s výstavbou nové budovy přejímky (např. prostor pro otáčení vozidel apod.). Zpevněné plochy budou umožňovat pohyb maximálně třinápravových nákladních vozidel sloužících pro přepravu OS s RAO. Povrch nově vzniklých a opravených komunikací bude zhotoven ze snadno rozebíratelné dlažby, aby byl umožněn rychlý a bezproblémový přístup k inženýrským sítím.

Oproti studii tato část nezahrnuje osvětlení uvnitř areálu. To bude řešeno v rámci jiného projektu společně s tvorbou nového oplocení.

Zároveň bude vně objektu přejímky nově zbudován rám na měření radioaktivity - stacionární portálové měřidlo radioaktivity.



Obrázek 6.1: Příklad umístění portálového měřidla (od firmy NUVIA) [39]

V příložené technické zprávě je tato část nazývána modul 1 – M1.

## 6.2 Objekt (uzel) přejímky RAO

Vybrána byla varianta s dvounosíkovým mostovým jeřábem, umístěným uvnitř haly přejímky. Toto bylo nejdůležitější rozhodnutí, na jehož základě bylo možno uvažovat o dalším rozložení celého objektu přejímky. Architektonické řešení je jen nastíněno ve studii, konečná podoba bude záležet na projektantech vybraných výběrovým řešením. Jasný je ovšem účel, funkce a činnosti, které v uzlu přejímky budou probíhat a na jejichž základě bude finální podoba objektu vytvořena.

Základem pro technické budovy je nejprve znát účel a tím vnitřní vybavení a budovu následně stavět jak obálku kolem daných technologií a všech potřebných prostor pro bezpečné a optimální užívání prostor. Proto je v technické zprávě, která bude sloužit jako podklad pro výběr projektantů, podrobně popsáno, jaké činnosti budou v uzlu přejímky prováděny a jaké technické a technologické vybavení je pro to třeba.

Podrobněji je tedy vše popsáno v Technické zprávě ZD (příloha č. 1), ale i přesto si zde fungování uzlu přejímky přiblížíme.

Uzel přejímky slouží pro příjem, odbavení a následný přesun OS na konečnou ukládací/skladovací pozici v úložišti.

- **Příjem a odbavení** – Nákladní vůz, který do areálu dovezl OS, pozadu zajede pod přístřešek, který přímo navazuje na budovu přejímky. Zde je mokrou cestou očištěn od případných nečistot. Následně vůz, stále pozadu, zajede do samotného prostoru haly přejímky. Zde bude nákladní prostor vozidla odstrojen, aby byl umožněn snadný přístup drapáku mostového jeřábu k přivezeným OS. Poté jsou jednotlivé OS přemísťovány pomocí jeřábu. Během přenosu jsou OS zvaženy, a u všech OS je provedena kontrola a evidence. U každého OS je při povrchu měřen dávkový příkon, zda OS vyhovuje přijímacím požadavkům. Pokud odbavení proběhne v pořádku, je OS přemístěn jeřábem na dočasnou skladovací pozici v hale přejímky.

Pokud nejsou náležitě splněny všechny podmínky příjmu, je takový OS dočasně uložen na určené místo a po vyložení všech ostatních OS je vrácen dodavateli.

Ze zákona vyplývá povinnost stanovené množství OS kontrolovat detailně na skenovacím zařízení. Typ zařízení ani náležitosti výběru OS však ještě nejsou zcela známy, v prostoru přejímky se tím však počítá a provoz na to bude připraven.

- **Přesun** – Po odbavení všech OS nákladní vůz opustí prostor uzlu přejímky a přistoupí se k zavážení OS do podzemních prostor úložiště. OS bude pomocí jeřábu naložen na manipulátor. Ten ho skrz chodby dopraví k předem určené pozici v úložišti. Portál – vstup do podzemí je situován přímo v budově. Manipulátor s OS tedy neopustí prostor uzlu přejímky.

Část uzlu přejímky bude kontrolovaným pásmem, jeho rozložení ještě není zcela jasné a bude záviset na architektonickém zpracování budovy. Do KP se bude vcházet přes hygienickou smyčku. Všechny odpadní vody z této smyčky budou akumulovány ve dvou speciálních kontrolních jímkách, které budou umístěny pod podlahou haly přejímky (HS je podrobněji popsána v Technické zprávě ZD – M3).

Uzel přejímky bude navržen tak, aby umožnil odbavení a uskladnění OS ze dvou nákladních prostředků denně. To znamená 50 OS.

### 6.2.1 Změny

Technická zpráva se od studie liší v několika bodech. Nejvýznamnějším je, že se již nejedná o variantní řešení, ale byla zvolena konečné varianta zdvihačím prostředku, a to **mostový jeřáb**. Ten bude mít speciální povrch jeřábových kleští, aby nedošlo k žádnému poškození ochranného laku OS. Součástí jeřábové kočky bude váha, aby možné OS vážit již při první manipulaci s nimi. Nosnost jeřábu byla stanovena na 8 t, protože se uvažuje s OS nestandardních rozměrů až do hmotnosti 7,5 t. Bylo učeno, že nosná konstrukce jeřábu bude vybudována na únosnost 10 t, kdyby bylo třeba v budoucnu manipulovat s těžšími prvky.

Byla zvolena forma čištění nákladních vozidel přepravujících OS s RAO před vjezdem do přejímací haly. Bude se jednat o čištění mokrou cestou, což pro projekt znamená vybudování dalších dvou jímek (možnost přečerpávání) v prostorách přístřešku, kde bude k omývání docházet a začlenění vhodné vodovodní přípojky, která umožní napojení vysokotlaké hadice. V jímkách bude shromažďována voda z mytí dopravních prostředků a bude pravidelně kontrolována, aby při případné kontaminaci nedošlo k úniku takovéto vody do kanalizačního systému. Součástí obou jímek bude LAPOL.

Dále bylo rozhodnuto, že OS se nebudou ukládat na vyvýšený perforovaný rošt, protože vyrovnávání teplot, kvůli kterému bylo toto řešení vytvořeno, není třeba. Projekt bude tedy mít prostor pro dočasné skladování pro 50 OS (48 běžných OS

a 2 pro nestandardní OS) na speciálně upraveném povrchu v úrovni podlahy haly přejímky.

Dále v budově, která bude řešena jako otevřená hala s jednotlivými pracovními místy, musí být prostor pro skenovací zařízení OS. To slouží pro komplexní kontrolu přivezených OS (kvantitativní a kvalitativní charakterizace přejímaných odpadů). Konkrétní přístroj není ještě vybrán, bude určen později.

Studie uvažovala, že část haly bude odstíněna pomocí zdi a v takto vzniklém prostoru bude vytvořena horká komora. Bylo rozhodnuto, že takový prostor není potřeba, protože v prostoru přejímky nebudou probíhat žádné destruktivní zkoušky. Místo pevně obezděného prostoru se přistoupilo k řešení případných problému, kdy bude potřeba odstínění, k vybavení haly mobilními stínícími prvky. Je tedy nutné při návrhu haly počítat s prostorem na jejich uskladnění, aby byly kdykoli v prostoru k dispozici.



Obrázek 6.2: Uvažovaný systém stínění s obchodním názvem NuRad8200 od firmy NUVIA. Jedná se aktuálně o do značné míry unikátní systém na bázi betonové stavebnice a suchého zdění s případným kotvením. [40]

Ve studii se uvažuje s prostorem pro parkování dvou vysokozdvížných vozíků v prostorech haly. Tyto prostory v budově nebudou, manipulátor budou parkovat v existujících garážích mimo novou budovu přejímky. Je zde ale třeba vymezit prostor pro parkování záchranného důlního vozíku.

Součástí haly přejímky bude hygienická smyčka. Ta se uvažuje pro kapacitu 20 osob (5 osob ženského pohlaví a 15 osob pohlaví mužského). Zde bude oproti studii třeba přehodnotit rozložení špinavých a čistých šaten s hygienickým zázemím, aby se dalo vhodně stanovit kontrolované pásmo. HS musí splňovat velké množství požadavků a podrobně se jí věnuje část Technické zprávy ZD M3. Součástí haly budou 2 jímky speciální kanalizace, do kterých budou odtékat odpadní vody z uzlu přejímky, u kterých hrozí potenciální kontaminace. Jímky budou vybaveny varovnou signalizací úrovně hladiny a voda v nich bude před vypuštěním do veřejné kanalizace podrobována kontrole. Uvažuje se o jímkách o objemu 2 m<sup>3</sup> (2 x 2 m<sup>3</sup>).

Další změnou, která ne úplně souvisí s budovou přejímky, ale přímo na ni navazuje, je zrušení rozšíření přístupové štoly, se kterým studie uvažuje. Přístupová chodba zůstane ve stávajícím průřezu.

Na základě těchto změn byla sestavena aktuálně platná Technická zpráva ZD, která bude sloužit jako podklad pro výběrové řízení na dodavatele této části rekonstrukce ÚRAO Richard. Zpráva je přiložena k této práci jako příloha č. 1.

## 7. Legislativní rámec

Otázka legislativy, u takového projektu je náročná. ÚRAO Richard je totiž jaderným zařízením – pracoviště IV. kategorie a zároveň důlním dílem.

Z těchto specifikací vychází, že se projekt musí řídit atomovým zákonem – zákon č.263/2016 Sb., v platném znění a horním zákonem – zákon č. 44/1988 Sb., v platném znění. Jelikož se jedná o rekonstrukci a budování nových staveb bude se projekt řídit i stavebním zákonem – zákon č.183/2006 Sb., v platném znění.

Dále se zde musí promítnout požadavky SÚJB a OBÚ.

Ke každé části rekonstrukce bude vydávat povolení jiný úřad. Pro konstrukce před portálem, před vstupem do podzemí, se bude vyjadřovat MPO; pro podzemní prostory problematika spadá pod příslušný báňský úřad a pro komunikaci mimo areál, projekt spadá pod správu města Litoměřice (stavební úřad).

Toto je jen shrnutí hlavních právních předpisů, kterými se projekt rekonstrukce bude muset řídit. Samozřejmě jsou i další předpisy jako BOZP či náležitosti požární ochrany.

### 7.1 EIA

Mým úkolem v rámci práce bylo zabývat se i otázkou, zda pro tento projekt – rekonstrukce ÚRAO Richard, etapa II, bude třeba řešit EIAu. I přesto, že SÚRAO následně rozhodla, že na tuto problematiku je ještě příliš brzy, bych zde ráda uvedla svá zjištění.

Po hlubším studiu zákona č. 100/2001 Sb. – Zákon o posuzování vlivu na životní prostředí v platném znění a po konzultaci se zaměstnanci MŽP a Krajského úřadu Ústeckého kraje jsem došla k následujícím závěrům:



Podle tabulky záměrů, která je přílohou zákona, dle mého názoru spadá jaderné zařízení a pracoviště IV. kategorie ÚRAO Richard do kategorie „12 - Zařízení určená pro konečné uložení, konečné zneškodnění nebo dlouhodobé skladování plánované na více než 10 let vyhořelého nebo ozářeného jaderného paliva a radioaktivních odpadů na jiném místě, než na kterém jsou vyprodukovány.“[7] Přičemž podlé této tabulky záměry této kategorie vždy podléhají procesu EIA a to pod záštitou MŽP.

Otázkou zde ale je, že se nejedná o nový záměr, ten zůstává stále stejný – činnost ani účel zařízení se nemění, jen v něm dojde k modernizaci za pomoci rekonstrukce určitých částí. Jedná se tedy o změnu ne záměru, ale ve stejném záměru. Po mých konzultacích s lidmi, kteří se procesem EIA zabývají a právní konzultaci jsem přesvědčena, že správným postupem je oznámení změny a jejích náležitostí příslušnému krajskému úřadu (Ústecký krajský úřad). Ten má ze zákona 30denní lhůtu na vyjádření, zda se jedná o významnou či nevýznamnou změnu.

Pokud Úřad shledá, že se jedná o nevýznamnou změnu, celý proces je u konce.

Pokud ovšem bude Úřadem rozhodnuto, že se jedná o změnu významnou, postoupí celý proces k vyšší instanci, kterou bude MŽP.

Na MŽP opět k dojde posouzení o významnosti změny. To může mít stejné výsledky – nevýznamná změna z pohledu MŽP, proces je u konce; významná změna, přistoupí se ke zjišťovacímu řízení.

Zjišťovací řízení je již součástí zákona o vlivu na životní prostředí a na základě jeho zjištění bude stanoveno, zda je nezbytný celý proces EIA či ne, standardně jako u každého zjišťovacího řízení.

Výše zmíněná fakta jsou mým vlastním zjištěním a nejsou nijak závazná. SÚRAO předpokládá, že v okamžiku, kdy bude rozhodnuto o aktuálnosti tohoto tématu, nechá zpracovat odbornou právníckou analýzu problému.

## 8. Závěr

V práci je popsána studie, ze které se vycházelo při tvorbě požadovaného výstupu práce – Technická zpráva zadávacího řízení projektové dokumentace (příloha č. 1). V textu jsou jasně patrné změny oproti této studii, které při bližším řešení na schůzkách s povolanými lidmi v SÚRAO vznikly. Na základě těchto sezení a původní studie byla vytvořena ona Technická zpráva. Jedná se o aktuálně platnou verzi dokumentu.

Praktická část práce se věnuje především dvěma fázím (modulům) celé rekonstrukce: komunikacím (vně a uvnitř areálu) a objektu přejímky RAO. U těchto modulů bylo třeba vyřešit nejvíce otázek a upřesnit jejich požadované řešení. Výsledek je detailně popsán v Technické zprávě (Modul – M1 a Modul – M2).

Na začátku práce je popsán proces nakládání s RAO v České Republice včetně mnoha způsobu dělení RAO. Dále následuje přiblížení organizační složky státu SÚRAO, pod kterou problematika bezpečného oddělení OS s RAO od životního prostředí spadá. Jsou zde popsána ostatní zařízení, která slouží k ukládání či skladování RAO na našem území a to: ÚRAO Dukovany, ÚRAO Bratrství a již uzavřené úložiště Hostim. ÚRAO Richard je v práci popsáno detailně, včetně jeho provozu a historie, protože rekonstrukce, která je hlavním tématem práce, probíhá právě na tomto úložišti u Litoměřic.

Krátce se v práci nachází i zmínka o celém procesu hlubinného úložiště, který je nedílnou součástí činností SÚRAO. Tato část je zde hlavně pro srovnání koncepce nakládání s nízko a středně aktivními odpady oproti nakládání s odpady vysoce aktivními.

Nakonec se práce věnuje legislativním požadavkům, kterým činnosti rekonstrukce takto střeženého zařízení – jaderné zařízení, pracoviště IV. kategorie a zároveň důlní dílo, podléhají.

Závěrem mi přijde vhodné zopakovat, že nejdůležitějším axiomem v konečné fázi nakládání s jakýmkoli radioaktivními odpady je a snad vždy bude dlouhodobá bezpečnost.

## 9. Terminologie

- **Radioaktivita** – samovolný děj, při kterém dochází k přeměně nestabilního jádra určitého prvku na stabilnější jádro jiného prvku. Během procesu se uvolňuje radioaktivní záření. [41]
- **Radioaktivní odpad** – věc, která je radioaktivní látkou nebo předmětem nebo zařízením ji obsahujícím nebo jí kontaminovaným, pro kterou se nepředpokládá další využití a která nesplňuje podmínky stanovené tímto zákonem pro uvolňování radioaktivní látky z pracoviště. [1]
- **Institucionální odpady** – odpady vyprodukované institucemi – školství, zemědělství, věda, výzkum, zdravotnictví apod.
- **Poločas rozpadu** – veličina ( $T_{1/2}$ ), která charakterizuje rychlost radioaktivní přeměny jádra. Doba, za kterou dojde k přeměně poloviny atomů daného radioaktivního nuklidu. [42]
- **Nuklid** – látka složená z atomů totožného prvku, které mají stejné nukleonové číslo (počet protonů a neutronů v jádře).
- **Radionuklidy** – nuklidy prvků, které jsou schopné samovolné radioaktivní přeměny jader. Každý radionuklid má svůj charakteristický poločas rozpadu, druh přeměny a aktivitu. [44]
- **Přírodní radionuklid** – radionuklidy, které vznikají výhradně činností přírody. Jejich hlavním zdrojem jsou horniny (geologické podloží). [43]
- **Skladování RAO** – umístění RAO do prostoru, objektu nebo zařízení na předem omezenou dobu s úmyslem jej znovu vyjmout. [54]
- **Ukládání RAO** – trvalé umístění RAO do prostoru, objektu nebo zařízení bez úmyslu jej znovu vyjmout. [54]
- **Nakládání s RAO** – souhrn veškerých činností, které jsou s materiálem prováděny po prohlášení, že se jedná o odpad – sběr, skladování, přesuny, zpracování, konečné uložení apod. (platí obecně u všech odpadů). [54]

- **Solidifikace** – proces ztužení odpadů vhodným typem ztužidla (cement, bitumen, sklo – zde je pro výslednou matici užíván pojem vitrifikát). Výsledkem tohoto procesu je matrice. Tato matrice je stálá a inertní vůči svému okolí.
- **Organizační složka státu** – organizační útvar, který v dané oblasti veřejné správy zastupuje stát. Útvar sám není právní osobou, ale nakládá se státním majetkem. Tento typ instituce vznikl v roce 2001 uvedením Zákona č. 219/2000 Sb. - Zákon o majetku České republiky a jejím vystupování v právních vztazích v platnost. [51]
- **Jaderný účet** – státní finanční rezerva sloužící pro bezpečné uložení RAO, na kterou přispívají všichni původci RAO. Je pod správou Ministerstva financí.
- **Standardní obalový soubor** – 216 l sud. („sud v sudu“).
- **Zasucený** – geologický výraz pro prostor zavalený sutí.
- **Inženýrská bariéra** – umělá bariéra, která zabraňuje úniku látky do okolí a zároveň chrání svůj obsah z venku.
- **Přírodní bariéra** – přirozené vlastnosti daného prostředí, které kladně přispívají k požadovanému účelu – brání úniku nežádoucích látek do okolního prostředí.
- **Dlouhodobá bezpečnost** – zajištění bezpečnosti alespoň na dobu, po kterou je materiál potenciálně nebezpečný pro své okolí a představuje, byť jen sebemenší, hrozbu pro životní prostředí.
- **Energoregion 2020** – dobrovolné a nezávislé sdružení vytvořené obcemi a právnickými osobami z neziskové oblasti v okruhu 20 km od Jaderné elektrárny Dukovany. Hlavním předmětem činnosti sdružení je zastupovat a hájit zájmy obyvatel regionu ve vztahu k jaderné energetice a všem ostatním provozům a činnostem, které ovlivňují životní prostředí. [45]
- **Ekoregion 5** – dobrovolný svazek obcí v pětikilometrovém pásmu JE Dukovany, který sdružuje obce: Dukovany, Horní Dubňany, Mohelno, Rešice, Rouchovany a Slavětice. [46]
- **Bentonit** – jílovitá hornina, která vyniká svými izolačními vlastnostmi. Při kontaktu s vodou bobtná a dokáže několikanásobně zvětšit svůj objem, čímž se dobře přizpůsobuje okolí a zajišťuje vysokou těsnost.

- **Bitumen** – jinak živice je souhrnné označení pro organické kapaliny, které jsou vysoce viskózní, černé barvy a zcela rozpustné v sirouhlíku. Nejznámějšími zástupci této skupiny jsou asfalt a dehet. [47]
- **Dozimetr** – přístroj, který se používá pro měření dávek ionizujícího záření (také detektor záření či radiometr).
- **Popílkový stabilizátor** – směs popílku z fluidního spalování uhlí a záměsové vody. Výplňový materiál, který má velmi nízkou objemovou hmotnost. Lítý vyplní všechny volné prostory a po zatuhnutí a ztvrdnutí je nerozpavitelný, plně únosný a objemově stálý. [48]
- **Horká komora** – komplexní pracoviště pro práci s radioaktivním materiálem, které zajišťuje radiační ochranu personálu. [49]

## 10. Použité zkratky a znaky

- **BOZP** – Bezpečnost a ochrana zdraví při práci
- **EDU** – Elektrárna Dukovany
- **EIA** – Environmental impact assessment
- **ETE** – Elektrárna Temelín
- **EU** – European Union
- **HS** – Hygienická smyčka
- **HÚ** – Hlubinné úložiště
- **JE** – Jaderná elektrárna
- **KP** – Kontrolované pásmo
- **LAPOL** – Lapák tuků a olejů
- **m** – metr
- **MPO** – Ministerstvo průmyslu a obchodu
- **MWh** – MegaWatt hodina
- **MŽP** – Ministerstvo životního prostředí
- **OBK** – Občanská bezpečnostní komise
- **OBÚ** – Obvodní báňský úřad
- **OKK** – Občanská kontrolní komise
- **OS** – Obalový soubor
- **RAO** – Radioaktivní odpad

- **SSSR** – Svaz socialistických sovětských republik
- **SÚJB** – Státní úřad pro jadernou bezpečnost
- **SÚRAO** – Správa úložišť radioaktivních odpadů
- **ÚJV** – Ústav jaderného výzkumu (ÚJV Řež)
- **ÚVVVR** – Ústav pro výzkum, výrobu a využití radioizotopů
- **VJP** – Vyhořelé jaderné palivo
- **ZD** – Zadávací dokumentace
- **€** - Euro, jednotná měna EU



# Seznam obrázků

2.1	Obalový soubor „Sud v sudu”. Foto autor . . . . .	14
3.1	Umístění úložišť v rámci ČR. [9] . . . . .	17
3.2	Orientační plán umístění úložiště [11] . . . . .	19
3.3	Plán umístění úložiště v rámci JE Dukovany [12] . . . . .	19
3.4	Schéma principu ukládání [13] . . . . .	21
3.5	Orientační plán umístění ÚRAO [15] . . . . .	23
3.6	Plán chodeb úložiště [16] . . . . .	24
3.7	Pohled na uzavřený vchod do úložiště [19] . . . . .	27
3.8	Obecná vizualizace hlubinného ukládání (vertikální poloha OS) [21] .	28
3.9	Orientační plánek devíti vybraných lokalit [22] . . . . .	29
4.1	Orientační poloha ÚRAO Richard [25] . . . . .	33
4.2	Obslužná chodba se vzduchotechnikou [26] . . . . .	35
4.3	Téměř zaplněná ukládací komora [27] . . . . .	36
4.4	Pohled do jednoho z výrobních sálů [28] . . . . .	37
4.5	Výdejní okno v kantýně [28] . . . . .	38
4.6	Původní hygienické zázemí poničené nezvanými hosty [28] . . . . .	38
4.7	Foto uzavřeného vstupu do prostor ÚRAO, pohled z části dolu Richard I. [28] . . . . .	39
4.8	Fotografie chátrajících prostor (Richard I) [28] . . . . .	40
4.9	Fotografie chátrajících prostor (Richard I) [28] . . . . .	41

4.10	Mapa povrchové a podpovrchové části ÚRAO Richard.[29]	42
4.11	Informační tabule o projektu u uzavřených komor. [30]	44
4.12	Stacionární přístroj na monitorování radonu v ÚRAO Richard [31]	45
4.13	Sloupový jeřáb, který je využíván pro pádové zkoušky. [32]	47
4.14	Tepelná zkouška na venkovním palcím pracovišti [33]	48
5.1	Pohled na zával v chodbě č. 1 s pomyslným měřítkem (papír A4). Foto Archiv SÚRAO	53
5.2	Návrh varianty půdorysu objektu přejímky RAO se sloupovým jeřábem [37]	54
5.3	Návrh varianty půdorysu objektu přejímky RAO s mostovým jeřábem [38]	56
6.1	Příklad umístění portálového měřidla (od firmy NUVIA) [39]	59
6.2	Uvažovaný systém stínění s obchodním názvem NuRad8200 od firmy NUVIA. Jedná se aktuálně o do značné míry unikátní systém na bázi betonové stavebnice a suchého zdění s případným kotvením. [40]	62

# Seznam příloh

- Příloha č.1: Technická zpráva zadávací dokumentace výběrového řízení
- Příloha č.2: Geologický řez ÚRAO Richard
- Příloha č.3: Plán podzemních chodeb ÚRAO Richard

# Citace

- [1] ČESKO. § 3 odst. 2 písm. a) zákona č. 263/2016 Sb., atomový zákon. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2019 [cit. 3. 1. 2019]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-263#p3-2-a>
- [2] ČESKO. § 113 odst. 4 písm. b) zákona č. 263/2016 Sb., atomový zákon. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2019 [cit. 3. 1. 2019]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-263#p113-4-b>
- [3] ČESKO. § 113 odst. 4 písm. c) zákona č. 263/2016 Sb., atomový zákon. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2019 [cit. 3. 1. 2019]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-263#p113-4-c>
- [4] ČESKO. § 113 odst. 4 písm. f) zákona č. 263/2016 Sb., atomový zákon. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2019 [cit. 3. 1. 2019]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-263#p113-4-f>
- [5] ČESKO. § 113 odst. 4 písm. m) zákona č. 263/2016 Sb., atomový zákon. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2019 [cit. 3. 1. 2019]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-263#p113-4-m>
- [6] ČESKO. § 131 odst. 1 písm. a) zákona č. 263/2016 Sb., atomový zákon. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2019 [cit. 3. 1. 2019]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-263#p131-1-a>
- [7] ČESKO. fragment #f6124533 zákona č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o posuzování vlivů na životní prostředí). In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2019 [cit. 3. 1. 2019]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-100#f6124533>

# Zdroje

- [8] DOČKAL, Martin. Radioaktivní odpad: Přednáška č.11 - Radioaktivní odpad. Dostupné také z: <http://storm.fsv.cvut.cz/pro-studenty/predmety/bakalarske-studijni-programy/stavebni-inzenyrstvi-bc/inzenyrstvi-zivotniho-prostredi-bc/odpady-a-kontaminace/?lang=cz>
- [9] SÚRAO. Obrázek na str. 13, Brožura Bratrství: 3 úložiště. In: [surao.cz](http://www.surao.cz) [online]. Praha: CRS, 2015 [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/data/original/files/pr/brozury/brozura-bratrstvi.pdf>
- [10] SÚRAO. Brožura Dukovany: ÚRAO DUKOVANY. In: [surao.cz](http://www.surao.cz) [online]. Praha: CRS, 2014 [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/data/original/files/pr/brozury/brozura-dukovany.pdf>
- [11] SÚRAO. Orientační plán umístění úložiště Dukovany. In: [surao.cz](http://www.surao.cz) [online]. [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/data/original/images/mapy/topo/mapa-uloziste-dukovany.png>
- [12] SÚRAO. Úložiště je v jihovýchodní části areálu Jaderné elektrárny Dukovany. In: [surao.cz](http://www.surao.cz) [online]. [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/data/original/images/mapy/topo/mapa-uloziste-dukovany.png>
- [13] SÚRAO. Obrázek na str. 5, Brožura Dukovany. In: [Surao.cz](http://www.surao.cz) [online]. Praha: CRS, 2014, 2014 [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/data/original/files/pr/brozury/brozura-dukovany.pdf>
- [14] SÚRAO. Brožura Bratrství: ÚRAO BRATRSTVÍ. In: [surao.cz](http://www.surao.cz) [online]. Praha: CRS, 2015, 2015 [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/data/original/files/pr/brozury/brozura-bratrstvi.pdf>
- [15] SÚRAO. Orientační plán umístění úložiště Dukovany. In: [surao.cz](http://www.surao.cz) [online]. Praha [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/uloziste-bratrstvi>

- [16] SÚRAO. Detail úložiště radioaktivních odpadů Bratrství. In: surao.cz [online]. Praha [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/uloziste-bratrstvi>
- [17] BUREŠ, Jiří. Marie Curie-Sklodovská - radiace, polonium, radium | životopis. converter.cz [online]. 2002 [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: <http://www.converter.cz/fyzici/curie-sklodowska.htm>
- [18] Uzavřené úložiště Hostim [online]. [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/uloziste-hostim>
- [19] SÚRAO. Uzavřená přístupová chodba do úložiště Hostim. In: surao.cz [online]. Praha [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/uloziste-hostim>
- [20] SÚRAO - Hlubinné úložiště [online]. [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/hlubinne-uloziste>
- [21] SÚRAO. Obecná vizualizace hlubinného úložiště. In: surao.cz [online]. Praha [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/hlubinne-uloziste/projektove-reseni>
- [22] STEINEROVÁ, Lucie. Správa úložišť radioaktivních odpadů: Prezentace Letní škola SÚRAO 2018. Praha, 2016.
- [23] SÚRAO - Financování [online]. [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/financovani>
- [24] SÚRAO. Brožura Richard: ÚRAO RICHARD. In: surao [online]. Praha: CRS, 2014, 2014 [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/data/original/files/pr/brozury/brozura-richard.pdf>
- [25] SÚRAO. Orientační plán umístění úložiště. In: Surao.cz [online]. Praha [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/uloziste-richard>
- [26] SÚRAO. Vzduchotechnika úložiště. In: Surao.cz [online]. Praha [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/uloziste-richard>
- [27] SÚRAO. Ukládací komora s obalovými soubory. In: Surao.cz [online]. Praha [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/uloziste-richard>
- [28] GAZSI, Roman. V podzemí továrny Richard. Podzemní továrna Richard [online]. 2000-2014: MARF, 2000-2014 [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: <http://richard-1.com/v-podzemi-tovarny-richard-i/uvodem.html>
- [29] SÚRAO. Ukládací komora s obalovými soubory. In: Surao.cz [online]. Praha [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/uloziste-richard>

- [30] Evropský projekt uzavření ukládacích komor [online]. [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/richard360/>
- [31] Monitorování radonu v důlním ovzduší [online]. [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/richard360/>
- [32] SÚRAO. Jeřáb. In: Surao.cz [online]. Praha [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/uloziste-richard>
- [33] SÚRAO. Tepelná zkouška obalových souborů probíhá za teploty několika set stupňů. In: Surao.cz [online]. Praha [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/zos>
- [34] SDRUŽENÍ "METROPROJEKT + ÚJV ŘEŽ - ÚRAO RICHARD". Studie rekonstrukce úložiště radioaktivního odpadu Richard: Průvodní a souhrnná technická zpráva. Praha, 2016.
- [35] ZEMÁNEK, Igor. ODBORNÝ POSUDEK: MÍSTA ZÁVALU V NEZPŘÍSTUPNĚNÉ CHODBĚ ČÍSLO JEDNA NA ÚRAO RICHARD. Praha, 2018.
- [36] ZLÁMAL, Jaromír. ÚRAO RICHARD II: ODBORNÝ POSUDEK MÍSTA ZÁVALU V NEZPŘÍSTUPNĚNÉ CHODBĚ 1. Praha, 2018.
- [37] SDRUŽENÍ "METROPROJEKT + ÚJV ŘEŽ - ÚRAO RICHARD". Studie rekonstrukce úložiště radioaktivního odpadu Richard: Průvodní a souhrnná technická zpráva, str. 29. Praha, 2016.
- [38] SDRUŽENÍ "METROPROJEKT + ÚJV ŘEŽ - ÚRAO RICHARD". Studie rekonstrukce úložiště radioaktivního odpadu Richard: Průvodní a souhrnná technická zpráva, str. 37. Praha, 2016.
- [39] Stínění radiace - NUVIA [online]. [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: <https://www.nuvia.cz/cs/produkty/94-stineni-radiace>
- [40] Stínění radiace - NUVIA [online]. [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: <https://www.nuvia.cz/cs/produkty/94-stineni-radiace>
- [41] Radioaktivita - Wikiskripta [online]. [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: <https://www.wikiskripta.eu/w/Radioaktivita>
- [42] Efektivní, fyzikální a biologický poločas - WikiSkripta [online]. [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: [https://www.wikiskripta.eu/w/Efektivn%C3%AD,\\_fyzik%C3%A1ln%C3%AD\\_a\\_biologick%C3%BD\\_polo%C4%8Das](https://www.wikiskripta.eu/w/Efektivn%C3%AD,_fyzik%C3%A1ln%C3%AD_a_biologick%C3%BD_polo%C4%8Das)

- [43] Radiobiologie | 4.2.2 PŘÍRODNÍ RADIONUKLIDY [online]. [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: <http://fbmi.sirdik.org/4-kapitola/42/422.html>
- [44] Radionuklid - WikiSkripta [online]. [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: <https://www.wikiskripta.eu/w/Radionuklid>
- [45] Energoregion 2020 [online]. [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: <https://portal.energoregion.cz/o-nas-a-kontakt/>
- [46] Ekoregion5.cz [online]. [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: <https://portal.energoregion.cz/o-nas-a-kontakt/>
- [47] Živice - Wikipedie [online]. [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%BDivice>
- [48] Popílkový stabilizátor | AWT Rekultivace [online]. [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: <https://www.awt-rekultivace.cz/cs/sluzby/popilkovy-stabilizat>
- [49] Popílkový stabilizátor | AWT Rekultivace [online]. [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: <http://www.vfnuclear.com/cz/horka-komora>
- [50] O nás | obkjedu.cz [online]. [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: <https://www.obkjedu.cz/o-nas/>
- [51] ČESKO. zákon č. 219/2000 Sb., o majetku České republiky a jejím vystupování v právních vztazích. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2019 [cit. 3. 1. 2019]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-219>
- [52] ČESKO. zákon č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o posuzování vlivů na životní prostředí). In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2019 [cit. 3. 1. 2019]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-100?text=zm%C4%9Bna>
- [53] ČESKO. vyhláška č. 317/2002 Sb., Státního úřadu pro jadernou bezpečnost o typovém schvalování obalových souborů pro přepravu, skladování a ukládání jaderných materiálů a radioaktivních látek, o typovém schvalování zdrojů ionizujícího záření a o přepravě jaderných materiálů a určených radioaktivních látek (o typovém schvalování a přepravě). In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2019 [cit. 3. 1. 2019]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2002-317/zneni-20090330?text=vyhlaska%20%C4%8D%20379%2F2016>
- [54] ČESKO. zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2019 [cit. 3. 1.



2019]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-263?text=%C4%8Dinnosti%20spr%C3%A1vy>

[55] Aktualizace koncepce nakládání s VJP a RAO [online]. Praha, 2017 [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/data/original/files/koncepce-nakladani-s-rao-v-cr.pdf>

[56] SÚRAO [online]. Praha, 2019 [cit. 2019-01-03].

## Příloha č.1

# Technická zpráva zadávací dokumentace výběrového řízení

# OBSAH

<b>SEZNAM TABULEK</b> .....	<b>2</b>
<b>1. ÚVOD</b> .....	<b>3</b>
<b>1.1 Základní údaje</b> .....	<b>3</b>
1.1.1 Předmět dokumentace .....	3
1.1.2 Údaje o objednateli .....	3
1.1.3 Místo stavby .....	3
<b>2. PŘEDMĚT A CÍLE ŘEŠENÍ PROJEKTU</b> .....	<b>3</b>
<b>3. PROJEKTOVÁ VÝCHODISKA</b> .....	<b>4</b>
<b>4. LEGISLATIVA</b> .....	<b>5</b>
<b>5. PŘÍSTUP K ŘEŠENÍ PROJEKTU</b> .....	<b>6</b>
<b>6. ČLENĚNÍ A VÝSTUPY Z PROJEKTU</b> .....	<b>8</b>
<b>7. KONCEPCE A TECHNICKÉ ŘEŠENÍ MODULŮ</b> .....	<b>8</b>
<b>7.1 Modul M1 – Příjezdová komunikace a úpravy komunikací uvnitř areálu</b> .....	<b>8</b>
7.1.1 Technické řešení komunikací.....	8
<b>7.2 Modul M2 – Objekt přejímky RAO</b> .....	<b>8</b>
7.2.1 Základní legislativní rámec.....	8
7.2.2 Výchozí projektové údaje .....	8
7.2.3 Účel a funkce uzlu přejímky RAO .....	9
7.2.4 Koncepce objektu přejímky RAO .....	9
7.2.5 Architektonicko – stavební řešení .....	11
7.2.6 Stavebně konstrukční řešení.....	12
7.2.7 Požárně bezpečnostní řešení .....	12
7.2.8 Technologické rozvody NN .....	13
<b>7.3 Modul M3 – Pracoviště vstupu do kontrolovaného pásma</b> .....	<b>13</b>
7.3.1 Výchozí projektové údaje .....	13
7.3.2 Funkce HS .....	13
7.3.3 Hygienické zázemí HS .....	14
7.3.4 Technologické řešení a vybavení HS.....	14
7.3.5 Prostor pro dovybavení OOPP.....	14
<b>7.4 Modul M4 – Ukládací komora a komunikační chodba</b> .....	<b>15</b>
7.4.1 Geologická stavba a tektonické poměry úložiště Richard.....	15
7.4.2 Úpravy dosud nevyužívaných prostor úložiště .....	18
<b>7.5 Modul M5 – Větrací systém vč. zabezpečení větracích děl</b> .....	<b>19</b>
7.5.1 Vzduchotechnické systémy objektu příjmu RAO .....	19
7.5.2 Větrací systém ÚRAO .....	19
<b>7.6 Modul M6 – Sanace zasucených svislých děl</b> .....	<b>19</b>
<b>7.7 Modul M7 – Rozvody elektroinstalace a elektronických komunikací</b> .....	<b>20</b>
7.7.1 Technologické rozvody NN .....	20
7.7.2 Monitorování radiačních parametrů prostředí na pracovištích .....	20
7.7.3 Komunikační systémy .....	21
7.7.4 Stávající stav .....	21
7.7.5 Nový stav – objekt přejímky RAO .....	22
<b>7.8 Modul M8 – Vodní hospodářství</b> .....	<b>23</b>

**SEZNAM ZKRATEK**

Zkratka	Popis zkratky
CCTV	Kamerový dohled
ČSN	Česká technická norma
EDPS	European Data Protection Supervisor
EKV	Elektronická kontrola vstupu
EZS	Elektrický zabezpečovací systém
HBZS	Hlavní báňská záchranná stanice
HS	Hygienická smyčka
ID card	Identifikační karta
JJZ	Jihojihozápad
KP	Kontrolované pásmo
MP	Metodický pokyn
MU	Mimořádná událost
LAPOL	Odlučovač tuků a olejů
OOPP	Osobní ochranné pracovní pomůcky
OS	Obalový soubor
OzKP	Odchod z KP
PC	Personální počítač
RAO	Radioaktivní odpad
RK	Radiační kontrola
SEOD	Systém osobní elektronické dozimetrie
SK	Strukturovaná kabeláž
SPB	Stupeň požární bezpečnosti
SSV	Severoseverovýchod
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
TED	Terminál elektronické dozimetrie
ÚRAO	Úložiště radioaktivních odpadů
VAD	Výdejní automat dozimetrů
VdoKP	Vstup do KP
VN	Vysoké napětí
VV	Vysokozdvížený vozík
VZT	Vzduchotechnika

**SEZNAM TABULEK**

Tab 4.1	Seznam hlavních právních předpisů pro návrh rekonstrukce ÚRAO Richard.....	5
Tab 7.5	Geotechnické parametry .....	16

## 1. ÚVOD

Předmětem této části je průvodní a souhrnná technická zpráva, která je součástí Zadávací dokumentace k veřejné zakázce Projektová dokumentace pro rekonstrukci ÚRAO Richard – etapa II.

### 1.1 Základní údaje

#### 1.1.1 Předmět dokumentace

Rekonstrukce úložiště radioaktivního odpadu na dole Richard II.

#### 1.1.2 Údaje o objednateli

Správa úložišť radioaktivních odpadů, Dlážďená 6, 110 00 Praha 1

#### 1.1.3 Místo stavby

Místo stavby:	Úložiště radioaktivních odpadů Richard
	Příjezdová komunikace k areálu
	Podzemní prostory dolu Richard II
	Povrchové území nad dolem Richard II
Katastrální území:	Litoměřice

## 2. PŘEDMĚT A CÍLE ŘEŠENÍ PROJEKTU

1. Dokumentace rekonstrukce ÚRAO Richard – etapa II bude zpracována v úrovni pro sloučené územní řízení a stavební povolení a bude obsahovat:
  - Úprava podlahy komunikační chodby č. 1 do definitivního stavu.
  - Úprava a zajištění komory č. 31 a v případě potřeby i dalších komor pro ukládání OS s RAO.
  - Stabilizace a zmáhání závalu v části chodby č. 1.
  - Posouzení a případný projekt úpravy větracího systému podzemí ÚRAO Richard.
  - Zajištění stávajících svislých děl, s výjimkou provozovaného větrního komína.
  - Rekonstrukce příjezdové komunikace od silnice III/24715 až k hranici areálu ÚRAO Richard.
  - Návrh parkovací plochy před vstupem do areálu ÚRAO Richard
  - Nový objekt přejímky RAO s integrovaným vstupem do KP.
  - Řešení potřebných inženýrských sítí a vnitřních rozvodů vč. kamerových a monitorovacích systémů.
2. Řešení musí zohlednit geotechnické, hydrogeologické a provozně bezpečnostní podmínky budování a provozu ÚRAO.
3. Zařízení staveniště bude umístěno v areálu ÚRAO, vč. skladovacích a parkovacích ploch a případných mezideponií materiálu.

### 3. PROJEKTOVÁ VÝCHODISKA

Při návrhu technického řešení rekonstrukce ÚRAO Richard – etapa II bude dodavatel vycházet z následujících požadavků:

jedná se o jaderné zařízení a pracoviště IV. kategorie, ve smyslu zákona 263/2016 Sb., v platném znění a ve smyslu zákona 44/1988 Sb. v platném znění je ÚRAO Richard důlním dílem. Navržené technické řešení musí splňovat veškeré relevantní požadavky pro projektování jaderného zařízení a zároveň důlního díla.

- je nutné zohlednit to, že úložiště i během rekonstrukce musí být provozováno, tj. musí být umožněno nakládat s RAO v souladu s povolením. Při práci musí být dodrženy všechny požadavky, týkající se fyzické ochrany, radiální ochrany, jaderné bezpečnosti, báňské bezpečnosti a bezpečnosti práce. V průběhu realizace rekonstrukce bude docházet k přerušení prací z provozních důvodů ÚRAO Richard (např. ukládání odpadů, pravidelné i mimořádné revize a prohlídky atd.). V HMG rekonstrukce bude nutné uvažovat s časovým prostorem pro ukládání.
- v uzlu přejímky RAO ani ve vlastním důlním díle se nebudou provádět činnosti, při kterých by se uvolňovaly radioaktivní látky do ovzduší, (jedná se o činnosti spojené s uložením RAO, tj. transport RAO ve schválených obalech a formě a dále jejich uložení).
- uzel přejímky a vjezd do důlního díla musí být řešen tak, aby nevznikaly nové potenciální RAO (bláto, sníh, dešťová voda atd.).
- Horninový materiál z podzemních prostor a prací prováděných v podzemí bude uložen v dosud nevyužívaných podzemních prostorech ÚRAO.
- do ÚRAO Richard jsou přijímány pouze OS splňující Podmínky přijatelnosti pro ukládání, nebo skladování ÚRAO Richard. V případě zjištění porušeného OS se vrací jeho dodavateli, případně se upraví v areálu ÚRAO.
- 
- uvažovat s přejímkou a manipulací nejen OS – sudů 216 l s max. hmotností 600 kg, a dále s OS o nestandardní velikosti 2000 x 1500 x 1000 mm o hmotnosti max. 7500 kg a OS Mozaik o hmotnosti 1500 kg a rozměrech 500 x 500 x 800 mm.
- při zatížení přístupové komunikace za provozu ÚRAO uvažovat s intenzitou dopravy 2 nákladní automobily bez přívěsu denně.
- pro kapacity nově vytvořené hygienické smyčky a šatnování bude uvažováno s 20 osobami.
- Únik radioaktivních aerosolů s ohledem na charakter ukládaných RAO a použitých OS se při manipulacích s OS v objektu přejímky RAO nepředpokládá jako provozní stav, proto není požadována aktivní vzduchotechnika. Pokud by teoreticky takový havarijný stav nastal, bude řešen jinými prostředky než VZT.

## 4. LEGISLATIVA

Při řešení technického návrhu rekonstrukce ÚRAO Richard se v oblasti legislativy bude vycházet především z těchto právních předpisů:

**Tab 4.1 Seznam hlavních právních předpisů pro návrh rekonstrukce ÚRAO Richard**

Právní předpis
Zákon č.263/2016 Sb., v platném znění (Atomový zákon)
Zákon č.183/2006 Sb., v platném znění (Stavební zákon)
Zákon č. 44/1988 Sb., v platném znění (Horní zákon)
Zákon České národní rady č.61/1988 Sb., v platném znění (o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě)
Vyhláška SÚJB č. 359/2016 Sb., č. 377/2016 Sb. a č. 422/2016 Sb. v platném znění (o radiační ochraně)

Další související předpisy – výběr:

### Bezpečnost a ochrana zdraví při práci (BOZP)

Za BOZP odpovídají vedoucí pracovníci na všech stupních řízení (Zákoník práce). Pro zajištění bezpečnosti a hygieny práce při stavebních pracích jsou určeny zejména tyto předpisy:

- Zákon č. 262/2006 Sb. Zákoník práce v platném znění
- Zákon č. 309/2006 Sb. ze dne 23. května 2006 o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v platném znění a platné právní předpisy dle § 23 tohoto zákona (nařízení vlády 101/2005 Sb., 378/2001 Sb., 406/2004 Sb. a 168/2002 Sb.)
- Nařízení vlády č. 591/2006 ze dne 12. prosince 2006 o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích.
- Nařízení vlády č. 361 z 12. prosince 2007, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci,
- Nařízení vlády č.201/2010 Sb., kterým se stanoví způsob evidence a hlášení a zasílání záznamu o úrazu,
- Nařízení vlády č. 362/2005 Sb. O bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky,
- Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. O ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

Při činnosti prováděné hornickým způsobem v podzemí je nutné řídit se ještě následujícími předpisy a normami:

- Vyhláška č. 15/95 Sb., o oprávnění k hornické činnosti a činnosti hornickým způsobem, jakož i k projektování objektů v platném znění (novelizace Vyhláškou č. 298/2005 Sb.),
- Vyhláška ČBÚ č. 447/2002 Sb. o hlášení závažných událostí a nebezpečných stavů, závažných provozních nehod (havárií), závažných pracovních úrazů a poruch technických zařízení
- Vyhláška ČBÚ č. 22/1989 o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci a bezpečnosti provozu při hornické činnosti a při činnosti prováděné hornickým způsobem v podzemí

### Protipožární zabezpečení stavby

Při výstavbě, montáži, provozu a užívání stavby nebo zařízení, musí být respektovány platné právní předpisy, vyhlášky a normy ČSN k zajištění požární ochrany, které se týkají projektované stavby a zařízení. Zhotovitel po celou dobu provádění a dokončování díla bude v zájmu zabránění vzniku požáru činit nezbytná protipožární opatření v souladu s platnou právní úpravou vymezenou:

- Zákonem ČNR č. 133/1985 Sb o požární ochraně, ve znění pozdějších předpisů – úplné znění zák. č. 91/1995 Sb.
- Vyhláškou MV ČR č. 21/1996 Sb, kterou se provádějí některá ustanovení zákona ČNR „o požární ochraně“.

## 5. PŘÍSTUP K ŘEŠENÍ PROJEKTU

Předmět rekonstrukce ÚRAO Richard – etapa II je navržen v členění do modulů, vyjma částí předmětu díla, které jsou společné pro rekonstrukci - jako celek.

Pod společné části řadíme:

- Odhad nákladů
- Harmonogram postupu výstavby

Pod pojmem Modul míníme ucelený funkční celek ÚRAO Richard zabezpečující v procesu ukládání RAO konkrétní funkci v celém systému.

Na základě výše uvedené definice jsou navrženy následující hlavní a související (vedlejší) moduly, přičemž pod těmito pojmy míníme:

- Hlavní modul je modul plnící základní funkci spojenou s ukládáním RAO.
- Související (vedlejší modul) je modul, který zabezpečuje podpůrné funkce pro hlavní moduly napříč dvou nebo vícero hlavními moduly.

Moduly jsou řazeny ve směru toku RAO.

### **Hlavní moduly:**

Modul M1	Příjezdová komunikace
Modul M2	Objekt přejímky RAO
Modul M3	Pracoviště vstupu do kontrolovaného pásma
Modul M4	Podzemní část – úložná komora a komunikační chodba

### **Související (vedlejší) moduly**

Modul M5	Větrací systém
Modul M6	Zajištění větracích děl, zmáhání závalu
Modul M7	Rozvody elektro a komunikace
Modul M8	Vodní hospodářství rekonstrukce ÚRAO
Modul M9	Modernizace stávající laboratoře



K jednotlivým modulům byly přiřazeny následující cíle řešení projektu.**Modul M1 Příjezdová komunikace**

- Úpravy příjezdové komunikace k areálu ÚRAO a vjezdu do ÚRAO od napojení na veřejnou slaniční síť.
- Výstavba parkovacích ploch před vjezdem do areálu.
- Úpravy a opravy komunikací uvnitř areálu.
- Osazení stacionárního portálového měřidla radioaktivity.

**Modul M2 Objekt přejímky RAO**

- Stavební řešení objektu přejímky RAO na vstupu do úložiště s ohledem na pracoviště přejímky a jeho technologické vybavení.

**Modul M3 Pracoviště vstupu do kontrolovaného pásma**

- Návrh pracoviště vstupu do kontrolovaného pásma a jeho technologické vybavení.

**Modul M4 Podzemní část – úložná komora a komunikační chodba**

- úpravy stávající komory 31 v případě potřeby i dalších komor.
- definitivní úpravy podklad komunikační chodby v komoře 1.

**Modul M5 Větrací systém**

- Prověření stávajícího větracího systému úložiště, prověření jeho účinnosti s ohledem na požadavky báňské bezpečnosti a podmínky radiační ochrany, v případě nedostatečnosti návrh nového řešení.

**Modul M6 Zajištění větracích děl, zmáhání závalu**

- Prověření stávajících svislých děl (vč. zasucených) a jejich zabezpečení proti nekontrolovanému vnikání vody do ÚRAO.
- Stabilizace a zmáhání závalu v části chodby č. 1.

**Modul M7 Rozvody elektro a komunikací**

- Posouzení kapacity el. přípojky a transformátoru včetně důlních rozvodů, případně návrh elektrické přípojky VN a trafostanice pro objekt přejímky RAO a úpravené úložiště.
- Posouzení zasíťování ÚRAO (optické kabely), instalace nového kamerového systému, monitorování parametrů prostředí.

**Modul M8 Vodní hospodářství rekonstrukce ÚRAO**

- Zdravotně technické instalace v objektu přejímky RAO, přípojka vody, přípojka kanalizace
- Řešení odvodu všech odpadních vod (např. důlních, povrchových, atp.).

**Modul M9 Modernizace stávající laboratoře**

- Modernizace a dovybavení existující laboratoře v areálu ÚRAO.

## 6. ČLENĚNÍ A VÝSTUPY Z PROJEKTU

Dokumentace bude členěna podle legislativních požadavků zákona č. 183/2006 Sb. v platném znění, resp. jeho příslušných prováděcích vyhlášek.

Dále musí dokumentace (její příslušné části) splňovat požadavky stanovené SÚJB pro povolovací činnost a požadavky OBÚ, které vyplývají ze zákona č. 44/1988 Sb. a vyhlášky č. 104/1988 Sb. v platném znění.

## 7. KONCEPCE A TECHNICKÉ ŘEŠENÍ MODULŮ

### 7.1 Modul M1 – Příjezdová komunikace a úpravy komunikací uvnitř areálu

#### 7.1.1 Technické řešení komunikací

Obsahem tohoto modulu je zajištění příjezdu vozidel k areálu Úložiště radioaktivního odpadu Richard a vlastní dopravní obsluhy uvnitř uzavřeného areálu.

Komunikace a zpevněné plochy budou tedy řešeny ve dvou částech, a to v části vlastního připojení areálu ÚRAO ze stávající silnice III/24715 k vjezdové bráně a dále uvnitř areálu pro zajištění manipulačního prostoru během navážení odpadu k objektu přejímky RAO.

Současně musí být zohledněn provoz v rámci rekonstrukce (s ohledem na harmonogram prací).

Hlavní příjezdová komunikace zůstává ve stávající stopě a nemění se ani její příčné uspořádání. Vzhledem k možnosti využití pozemku uprostřed komunikace bude však zřízena výhybna v celkové šířce 6 m pro případnou možnost míjení vozidel. Součástí komunikace je mostek na připojení ze silnice III/24715.

Délka příjezdové komunikace je cca 400 m. Výsledný povrch této části komunikace bude asfaltový.

Součástí bude i návrh nových parkovacích ploch před vjezdem do areálu.

Komunikační úpravy uvnitř areálu musí zahrnovat rekonstrukci stávající vozovky porušené po pokládce inženýrských sítí, a dále úpravy zpevněných ploch v souvislosti s výstavbou objektu přejímky RAO, osazení stacionárního portálového měřidla radioaktivity (rám) a případné vyvolané změny.

Parametry zpevněných ploch musí umožnit provoz max. pro třinápravová nákladní vozidla sloužící k přepravě RAO.

Povrch komunikací uvnitř areálu bude navržen ze snadno rozebíratelné dlažby.

### 7.2 Modul M2 – Objekt přejímky RAO

Pracoviště (uzel) přejímky RAO je součástí nově navrhovaného objektu přejímky RAO.

#### 7.2.1 Základní legislativní rámec

Veškeré technologické zařízení a manipulační prostředky musí být v souladu s příslušnou legislativou. Základní legislativní dokumenty týkající se technologických zařízení a manipulačních prostředků, které jsou součástí uzlu přejímky a jsou v kontaktu s OS naplněnými radioaktivním odpadem, musí naplňovat požadavky především zákona č. 263/2016 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a zákona č. 61/1988 Sb. o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě a příslušných prováděcích vyhlášek (vše v platném znění).

#### 7.2.2 Výchozí projektové údaje

Předmětem manipulací a transportu jsou následující typy OS s RAO:

- a) Jednoduchý OS

Jedná se o ocelový sud o objemu 216 l s oboustranně pozinkovaným pláštěm o síle 1,2 mm, opatřený zvnějšku asfaltovým nátěrem a s víkem připevněným svěracím kruhem se šroubovým uzávěrem. Výška sudu je 820 mm, průměr je 595 mm a hmotnost se pohybuje do 600 kg.

**b) OS typu MOZAIK**

Tento OS má tvar ocelového kvádrů s vloženým stíněním a svarem uzavřeným nerezovým pouzdem pro upravený RAO. Rozměry OS jsou 500 x 500 x 750 mm. Max. hmotnost je 1 500 kg.

**c) OS s nestandardními rozměry**

Rozměry u tohoto OS mohou být až 2 000 x 1 500 x 1 000 mm. Hmotnost může být až 7 500 kg.

Objekt přejímky RAO vč. jeho technologického vybavení bude navržen tak, aby zajistil:

- 50 skladovacích pozic pro OS s RAO;
- odvoz 50 sudů uzlu přejímky do úložných komor za 1 den;
- přejímku a dočasné skladování OS o max. rozměrech 2000 x 1500 x 1000 mm a hmotnosti max. 7500 kg.
- kontrolu OS (proměření, skenování, atp.).

### 7.2.3 Účel a funkce uzlu přejímky RAO

Objekt přejímky RAO je určen pro:

- 1) příjem obalových souborů s upraveným RAO;
- 2) odbavení OS pomocí mostového jeřábu na servisním místě, zde bude možné provést také případnou dekontaminaci OS otěrem;
- 3) přemístění OS na skladovací pozici v uzlu přejímky a jeho přípravě k transportu do úložné/skladovací komory;
- 4) manipulační prostor pro OS, které nevyhověly limitům a podmínkám pro uložení/skladování před jejich vrácením dodavateli;
- 5) prostor pro skladování stínících prvků;
- 6) parkování záchranného důlního vozíku;
- 7) skladování a případně dekontaminaci otěrem veškerého příslušenství a zařízení pro odbavování OS.
- 8) kontrolu limitů a podmínek přijatelnosti pomocí speciálního zařízení např. ultrazvukového skeneru na přítomnost kapalin a gama monitoru;
- 9) objektem přejímky prochází průjezdný prostor do navazujícího důlního prostoru ÚRAO Richard. Pro vstup do KP bude realizována hygienická smyčka, která bude součástí objektu;
- 10) zajištění prostoru pro proměrování materiálu a techniky uvolňované z kontrolovaného pásma;
- 11) možnost čištění vozidel v přístřešku před samotnou přejímací halou mokrou cestou.

### 7.2.4 Koncepce objektu přejímky RAO

#### 7.2.4.1 Popis uzlu přejímky

Pracoviště (uzel) přejímky RAO tvoří hala s dvounosíkovým mostovým jeřábem o nosnosti 8 t, přičemž konstrukce pro uložení mostového jeřábu bude připravena i na nosnost 10 t, příjezdová komunikace do dolu, která prochází celou délkou haly budovy přejímky, servisní místo pro odbavování OS, prostor pro jejich dočasné skladování a prostor pro porušené OS. Dále bude v

hale vymezen prostor pro parkování záchraného důlního vozíku. Součástí vybavení haly budou také 2 nádrže speciální kanalizace (kontrolní nádrže) a zařízení na skenování OS.

Před vjezdem do budovy přejímky bude umístěn přístřešek. Tento přístřešek bude sloužit k očištění transportních prostředků s OS mokrou cestou před vjezdem do vnitřních prostor haly objektu přejímky RAO, dále jeho součástí budou 2 nádrže pro odpadní vodu z mytí vozidel. Součástí těchto nádrží bude LAPOL.

#### 7.2.4.2 Funkce uzlu přejímky

Hlavními činnostmi prováděnými v uzlu přejímky jsou činnosti související s odbavením OS s RAO a jejich přípravou k uložení/skladování v podzemní části ÚRAO Richard.

Půdorysné schéma varianty objektu přejímky RAO s mostovým jeřábem se nachází příloze „Objekt přejímky RAO“.

Uzel přejímky je vybaven dvounosíkovým mostovým jeřábem s nosností 8 t a skenovacím zařízením (např. gama monitor). Jeřáb slouží především k vykládání OS z transportních prostředků a jejich přemístění na servisní místo, následně k transportu OS na skladovací pozici v hale budovy přejímky a jeho umístění na manipulátor.

#### 7.2.4.3 Popis činností v uzlu přejímky

Transportní prostředek s OS nejprve zajede po zadu pod přístřešek, kde se očistí od nečistot, a poté s přepravovanými OS zajede do budovy přejímky. Zde budou obsluhováni, podle platného předpisu, stanoveny OS, které jeřáb přemístí na válečkový pojezd před skenovací zařízení. Toto zařízení je určeno pro kvantitativní a kvalitativní charakterizaci přejímaných odpadů. Zbylé OS budou opět pomocí jeřábu přemístěny rovnou na dočasné skladovací pozice. Zde se provede vlastní odbavení OS, které zahrnuje následující činnosti:

- 1) kontrola a evidence OS (čtečky identifikačních kódů atd.);
- 2) měření dávkového příkonu jednotky RAO;
- 3) kontrola hmotnosti – hmotnost OS bude možné měřit při jeho transportu na mostovém jeřábu;
- 4) kontrola přítomnosti volných kapalin;
- 5) kontrola radionuklidů a jejich aktivit.

Pokud bude potřeba na OS provádět další operace, je možné využít servisní místo. Servisní místo je řešeno jako otevřené.

Po úspěšném odbavení budou OS, které prošly přes skenovací zařízení, přemístěny pomocí jeřábu na připravenou pozici v odkládací ploše OS. Ta obsahuje celkem 50 skladovacích pozic, 48 pozic pro 216 l sudy a 2 pozice pro OS s nestandardními rozměry. Skladovací plocha bude v úrovni podlahy.

Pokud se při přejímce zjistí poškození OS, bude ho možné skladovat do doby, než bude přepraven zpět dodavateli.

Pro transport OS z uzlu přejímky do štoly bude použit manipulátor. Mostovým jeřábem se příslušný OS umístí na manipulátor, a ten jej dopraví do štoly k úložné/skladovací pozici.

#### 7.2.4.4 Základní skladba technologického zařízení

##### Mostový jeřáb

Mostový jeřáb je řešen jako dvounosíkový a je určen především pro manipulace s OS v uzlu přejímky. Při výstavbě budovy přejímky může být využit pro montážní a transportní činnosti. Dále může být využit pro různé montážní, opravárenské a servisní činnosti důlních zařízení či

manipulátorů. Povrch jeřábových kleští musí mít speciální povrchovou úpravu, aby nedošlo k žádnému poškození ochranného laku na OS.

### **Manipulátor**

Manipulátor je určen pro transport OS s RAO z uzlu přejímky k příslušné úložné/skladovací pozici v podzemní části ÚRAO. Manipulátor je poháněn dieselovým nebo elektrickým motorem a musí vyhovovat všem báňským předpisům.

### **Kontrolní nádrže vč. čerpací techniky**

Vody z kontrolovaného pásma a HS se budou shromažďovat ve dvou sběrných nádržích odpadních vod – kontrolní jímky. Jímky o pracovním objemu 2 x 2 m<sup>3</sup>, budou umístěny pod podlahou haly přejímky RAO. Prostor sloužící pro umístění nádrží bude vybaven oblicovkou z nerezové oceli. Před vyčerpáním nádrží bude odebrán vzorek a bude provedena radiochemická analýza, která určí způsob nakládání s těmito vodami.

Kontrola zaplnění jímek je zabezpečena měřením hladin v nádržích. Výstupy měření jsou vyvedeny na pracovní panel umístěný v místnosti s trvalou obsluhou. Měření hladin v nádržích bude opatřeno světelnou signalizací výstražné úrovně zaplnění nádrže.

### **Vzduchotechnika**

Vzduchotechnické zařízení objektu přejímky RAO je popsáno v modulu M5 viz. níže v textu.

### **Zařízení na kontrolu OS v hale přejímky**

Pro kontrolu OS při jejich příjmu, tj. kontrolu hlavních údajů deklarovaných o OS a jeho obsahu v přejímacím protokolu, bude v objektu přejímky RAO instalováno příslušné zařízení sloužící pro kvantitativní a kvalitativní charakterizaci přejímaných odpadů (skenovací zařízení).

## **7.2.5 Architektonicko – stavební řešení**

### **7.2.5.1 Účel objektu**

Objekt přejímky RAO bude sloužit pro příjem, odbavení a servis OS, pro pohyb přepravních prostředků pro manipulaci s OS a parkování záchranného důlního vozíku, dočasné skladování OS, které nevyhověly podmínkám přijatelnosti pro uložení, po dobu vykládky ostatních OS před jejich vrácením původci. Objekt přejímky RAO bude tvořit kontrolované nebo sledované pásmo s hygienickou smyčkou.

### **7.2.5.2 Umístění objektu**

Objekt přejímky RAO navazuje na důlní prostor ÚRAO Richard. Při návrhu i výstavbě objektu přejímky RAO se musí zohlednit to, že úložiště musí být stále provozováno a musí být umožněno nakládat s RAO v souladu s povolením. Musí být dodrženy všechny požadavky, týkající se fyzické ochrany, radiační ochrany, jaderné bezpečnosti, báňské bezpečnosti a bezpečnosti práce.

### **7.2.5.3 Dispoziční a provozní řešení, užitkové plochy**

Je řešením zakázky. Rámcové řešení dispozice objektu je naznačeno v příloze „Objekt přejímky RAO“. Objekt se bude skládat z uzlu přejímky, vstupu do KP - příslušných technických a všech dalších potřebných částí, vč. sociálního zázemí i s ohledem na potřeby řešení havarijních stavů.

### **7.2.5.4 Užívání objektu osobami s omezenou schopností pohybu a orientace**

Objekt přejímky RAO neslouží k užívání veřejnosti, užívání objektu osobami s omezenou schopností pohybu a orientace se neuvažuje.

### **7.2.5.5 Kapacity, orientace, osvětlení a oslunění**

#### **7.2.5.5.1 Kapacity objektu**

Pro návrh hygienické smyčky a šatnování je uvažováno s 20 osobami (15 mužů a 5 žen).

Objekt přejímky RAO zajistí 50 dočasných skladovacích pozic pro OS s RAO.

### 7.2.5.5.2 Orientace objektu

Objekt přejímky RAO plynule navazuje na stávající přístupovou komunikaci i štolu do důlního prostoru. Průjezd objektem směrově zachovává stávající průjezd do důlního prostoru. Objekt je orientován ve směru vstup do objektu – vstup do důlního prostoru východ – západ.

## 7.2.6 Stavebně konstrukční řešení

### 7.2.6.1 Zajištění stavební jámy

Součástí realizace zakázky. Zájmová oblast je tvořena sedimentárními horninami křídly, které jsou tektonicky porušené. Horninové prostředí, ve kterém je vyražen podzemní komplex Richard, je tvořeno třemi typy sedimentárních hornin v subhorizontálním uložení, které mají kvalitativně odlišné vlastnosti. Kvartérní pokryv je tvořen jílovitými eluviálně–deluviálními hlínami. Dle vrtu V1 (z = 245,53 m n.m., Bpv) byl kvartér reprezentovaný jíly zastižen do hloubky 6 metrů. Pod nimi až do hloubky 21,8 m se nachází středněturonské sedimenty reprezentované souvrstvími prachovitých slínovců jílovitých až silně jílovitých, tektonicky narušených, do hloubky 13,8 m silně zvětralých, níže pak zvětralých. Tyto zeminy a horniny jsou bobtnavé.

Propustnost nadložních vrstev lze celkově charakterizovat jako minimální s koeficientem filtrace  $10^{-6} - 10^{-12}$  m/s.

### 7.2.7 Požárně bezpečnostní řešení

Stanovení koncepčních požadavků na výše uvedený předmět projektu „Objektu přejímky RAO“.

#### Koncepce řešení požární bezpečnosti

- Řešený objekt navazuje na páteřní přístupovou štolu do podzemní části úložiště. Z tohoto důvodu bude požární riziko v prostoru objektu přistavovanému před vyústění, požárně odděleno.
- Na hranici důlního díla a přístavěného objektu se předpokládají konstrukce v VII. SPB jak je obvyklé u staveb tohoto typu. Ve vlastním objektu se předběžně předpokládají požadavky na požární odolnost konstrukcí do IV. SPB.
- Konstrukce budou provedeny s požadovanou požární odolností.
- Z řešeného objektu se bude unikat po nechráněných únikových cestách.
- Únikové cesty z důlního díla jsou přístavbou dotčeny.
- Pro případný přístup jednotek HBZS a IZS je příjezd přímo k objektu po komunikacích, jejichž řešení je součástí modulu M1.
- Pro objekt bude jako vnější zdroj požární vody sloužit stávající požární nádrž v areálu o objemu 30 m<sup>3</sup>.
- V objektu se nepředpokládá instalace vyhrazených požárně bezpečnostních zařízení dle §4 vyhl.246/2001 Sb. ve znění pozdějších předpisů.
- V objektu se nepředpokládá instalace zařízení zajišťujících požární bezpečnost objektu – nevzniká požadavek na požární rozvaděč, ani požadavky na záložní zdroj a kabelové trasy s funkční integritou.
- Nepředpokládají se požadavky na elektroinstalace ani potrubí a jejich izolace z hlediska třídy reakce na oheň.

#### Elektroinstalace osvětlení

Řešením je nová elektroinstalace osvětlení v nově vybudovaném objektu přejímky RAO.

Napájení zařízení a obvodů bude v soustavě TN.

Pro objekt přejímky RAO bude provedena ochrana proti úderu blesku.

**Napěťová soustava**

Napájení důlního díla: 3 N, 50 Hz, 400 V, IT s izolovaným středem a hlídačem izolačního stavu.

**Ochrana před nebezpečným dotykovým napětím neživých částí**

V soustavě 220V-DC / IT je ochrana automatickým odpojením od zdroje s hlídáním izolačního stavu dle ČSN 33 2000-4-41 ed. 2. Zvýšená ochrana je dosažena zemněním a doplňujícím pospojováním.

**7.2.8 Technologické rozvody NN**

Projekt musí řešit rozvody NN pro technologická zařízení v objektu přejímky, jak pro technologii mimo KP, tak pro technologie v KP.

Veškeré kabely budou typu CXKHDH – se zvýšenou ochranou proti mechanickému poškození.

**7.3 Modul M3 – Pracoviště vstupu do kontrolovaného pásma**

Pracoviště vstupu do kontrolovaného pásma je součástí nově navrhovaného objektu přejímky RAO.

**7.3.1 Výchozí projektové údaje**

Pracoviště se skládá ze dvou částí, z hygienické smyčky a společného prostoru pro dovybavení osob OOPP. Předpokládaná kapacita HS je 20 osob s tím, že je uvažováno 15 osob mužského pohlaví a 5 osob ženského pohlaví nebo návštěvy. Pracoviště HS bude kompletně umístěno v objektu přejímky OS s návazností na systémy osobní dozimetrie, kontroly kontaminace osob a ID cards. Evidence vstupu do úložné a skladovací části v důlním díle Richard II. je součástí stávajícího systému fyzické ochrany. Je prováděna při vstupu do portálu.

**7.3.2 Funkce HS**

HS řešená pro vstup do kontrolovaného pásma musí plnit základní funkce (vycházející z legislativy spojené se vstupem a výstupem osob z KP) a doplňující funkce zlepšující obslužnost a vazby na navazující systémy.

Standardní základní funkce pro vstup do KP a výstup z KP jsou následující:

Poznámka: U funkce je uvedeno, pro jaký režim je užívána tj. vstup do KP (VdoKP) a odchody z KP (OzKP).

- a) Zamezení odchodu z KP kontaminovaných osob. (OzKP).
- b) Zamezení výnosu z KP kontaminovaných předmětů. (OzKP).
- c) Převléknutí civilního oděvu a vystrojení pracovním oděvem do KP (VdoKP) (OzKP).
- d) Vystrojení prostředky osobní dozimetrické kontroly vstupujícího do KP (VdoKP).
- e) Vystrojení ochrannými pomůckami a prostředky (VdoKP).
- f) Možnost nestandardního vstupu a výstupu z KP při mimořádných situacích (havárie, úrazy atd.) (VdoKP) (OzKP).
- g) Dekontaminaci osob při odchodu z KP (OzKP).
- h) Sledování kontaminace pracovních oděvů (OzKP) na hodnotu pro uvolnění do ŽP.
- i) Hygienické zázemí pro osoby vstupující a vystupující z KP (toalety, prostředky a místa očisty – sprchy atd.) (VdoKP) (OzKP).
- j) Nakládání s potenciálně kontaminovanými vodami z výlevky a havarijní sprchy v KP.

Doplňující základní funkce

- k) Evidence vstupu a výstupu osob z KP a do KP (VdoKP) (OzKP) (systémy osobní dozimetrie, kontroly kontaminace osob a ID cards).
- l) Kontrola stavu a vybavenosti prostředky osobní dozimetrie (VdoKP) (OzKP).
- m) Přenos a zpracování informací z prostředků monitorování (VdoKP) (OzKP).

- n) Dohled nad dodržováním zásad provozu a pohybu osob v HS (VdoKP) (OzKP) (systémy osobní dozimetrie, kontroly kontaminace osob a ID cards a kamerový systém).
- o) Informovanost zodpovědné osoby o nestandardních stavech v HS (zjištění poruchy, kontaminace atd.) (VdoKP) (OzKP).
- p) Zobrazení a archivace informací z prostředků a zařízení v HS – přenos vybraných informací do nadřazeného informačního systému (VdoKP) (OzKP).
- q) Provoz s minimálními požadavky na obslužný personál („bezobslužný provoz“) (VdoKP) (OzKP).

Provedení HS se odvíjí od způsobu naplnění výše uvedených funkcí.

V základní úrovni je naplnění funkcí zabezpečeno:

- technologickým řešením a přístrojovým vybavením HS,
- hygienickým zázemím ve stavbě s příslušným prostředím, médii a energiemi.

### 7.3.3 Hygienické zázemí HS

Řešení hygienického zázemí HS ve stavbě se zabezpečením příslušného prostředí a médií obecně vychází z normy ČSN 73 4108 Hygienická zařízení a šatny.

Na straně KP HS je toaleta a tzv. havarijní sprcha pro dekontaminaci a převlečení kontaminovaných pracovníků. Dále je zde prostor – místnost pro uložení kontaminovaných pracovních oděvů a zázemí pro úklid (výlevka a místnost pro úklidové prostředky). Podle povahy pracoviště je zabezpečeno nakládání s odpadní vodou. Voda z havarijní sprchy a z výlevky úklidu je před vypuštěním do kanalizace jímána do kontrolní jímky a proměřena (radiochemická analýza), zda splňuje podmínky pro vypuštění do životního prostředí.

### 7.3.4 Technologické řešení a vybavení HS

Jelikož ÚRAO Richard je jaderné zařízení a pracoviště IV. kategorie, technologické řešení musí zabezpečit radiační kontrolu osob a vynášených předmětů a zařízení z KP.

Radiační kontrola zahrnuje:

- osobní dozimetrii pro osoby vstupující do KP ÚRAO;
- měření kontaminace osob v HS při odchodu z KP ÚRAO;
- měření kontaminace drobných předmětů a zařízení při vynášení z KP ÚRAO.

Je zavedenou praxí, aby evidence vstupu a výstupu z KP byla vázána na technické prostředky zabezpečení, např. turniket, nebo dveře se zavíračem s připojenou čtečkou osobních evidenčních karet. Turniket/dveře umožní vstup do KP načtené osobě na čtečce, pokud jsou splněny zadané podmínky pro vstup.

Výše uvedené prostředky a zařízení zabezpečují spolu se šatnovou částí v hygienickém zázemí vstupní část do KP.

Pro kontrolu dodržení zásad pohybu osob v HS, bude do komunikačního datového systému zapojena kamera. Kamera by měla být součástí kamerového systému ÚRAO.

### 7.3.5 Prostor pro dovybavení OOPP

Společný prostor pro dovybavení OOPP navazuje na HS a slouží k dovybavení osob ochrannými prostředky nutnými pro vstup do podzemí (helma, důlní lampa, samozáchranný přístroj).

Všechny výše zmíněné prostory tvoří kompaktní celek a je nutno je příslušně odvětrávat, vytápět a zajistit potřebnou intenzitu osvětlení v souladu s hygienickými předpisy.



## 7.4 Modul M4 – Ukládací komora a komunikační chodba

### 7.4.1 Geologická stavba a tektonické poměry úložiště Richard

#### 7.4.1.1 Geologická stavba

Úložiště ÚRAO Richard je situováno v části důlního komplexu Richard II, který je vyhlouben ve světle šedých jílovitých vápencích báze svrchního turonu. Subhorizontální vápencová deska je ze 70-90 % tvořena  $\text{CaCO}_3$  s příměsí jílových minerálů, podřadné jemnozrné psamitické frakce a akcesorickým pyritem a glaukonitem. Jílovitý vápenec má nepravidelný až lasturnatý lom a lavicovitou odlučnost. Vápencová poloha má tvar subhorizontální desky s maximální mocností přes 5 m na JJZ v prostoru Richard I. Směrem k SSV se mocnost snižuje a v prostoru čeleb Richard III klesá pod 2 m a postupně vyklíňuje.

V nadloží vápencové polohy jsou vyvinuty šedé slínovce svrchního turonu až senonu s podružnými převážně decimetrovými vložkami světle šedých jílovitých vápenců a se slabou psamitickou příměsí. Průměrná mocnost slínovců nadloží úložiště je cca 40 m s tím, že nad chodbami Richarda II v místě stávajících komor 26 až 28 přesahuje cca 60 m. Konkrétní hodnoty lze zjistit v mapě izolinií mocnosti nadloží úložiště RAO a celého dolu Richard, která byla zpracována v roce 2001 (GEOTIP s.r.o.).

Podloží vápencové polohy, které bylo důlními díly zastiženo zejména v prostorech Richard II a III, je tvořeno slínovci středního turonu s proměnlivým podílem jílovité a vápnité složky a se slabou psamitickou příměsí. Jedná se o jílovitý slínovec s převahou jílových minerálů nad  $\text{CaCO}_3$  (méně než 35%), v němž se vedle podřadné jemnozrné psamitické frakce vyskytuje akcesorický glaukonit, sádrovec a pyrit. Hornina má šedou až tmavošedou barvu a zřetelnou tence deskovitou odlučnost. Navětralé partie počvy dolu jsou střípkovitě rozpadavé a úlomky slínovců při kontaktu se vzdušnou vlhkostí jílovitě zvětrávají. Celková mocnost slínovců podloží úložiště je cca 50 m.

Pokryv lokality je tvořen kvartérními zeminami.

#### 7.4.1.2 Strukturně-tektonické poměry

Z hlediska strukturně-tektonického ÚRAO Richard leží v horninovém bloku severně od litoměřického hlubinného zlomu s doprovodnou čedičovou intruzí Radobýlu. Uplatňuje se zde zejména tektonika směrů S-J, SSZ-JJV až SZ-JV a V-Z až SV-JZ. Jižně od litoměřického zlomu ke korytu Labe zaklesávají křídové sedimenty o 70-80 m, výrazněji se uplatňuje zejména tektonika směru SV-JZ a v tomto bloku jsou situovány jímací vrty Píšťanského meandru. Svrchní partie milonitizované zóny litoměřického zlomu i ostatních zjištěných zlomů mají v zájmovém území v důsledku podrcení a vyvlečení pelitických hornin předpokládaný i ověřený (vizuálně např. zlom na čelbách Richardu I) výrazný podíl jílovité výplně. Nižší podíl jílovité výplně a poněkud vyšší propustnost lze na zlomech očekávat v hlubších partiích křídové pánve tvořených psamitickými horninami případně v křídovém fundamentu. (kristalinikum, permokarbon), a to zejména v širší tektonicky oslabené (rozpuštěné) zóně podél osy zlomu v horninách se sníženým obsahem jílovitých materiálů. Horninový blok s úložištěm je dále segmentován zejména zlomy s větším hloubkovým dosahem. Charakter tektonického porušení je obdobný stavu puklinových systémů ve výrubech důlního komplexu Richard. Pukliny jsou převážně sevřené případně vyhojené kalcitem a sádrovcem s povlaky rezavého limonitu. Během několikaletého monitoringu v podzemí nebyl s výjimkou úměrných nehomogenit (zasučené větrací komíny, vrty) zjištěn vizuálně patrný trvalý přítok z nadloží do výrubů dolu Richard I.

#### 7.4.1.3 Klimatické poměry

Zájmové území je teplé a suché s mírnou zimou. Dlouhodobý roční srážkový úhrn ze srážkoměrné stanice HMÚ Litoměřice (174 m n.m.) je 473 mm se srážkovými maximy v letních měsících (červen 58 mm, červenec 68 mm, srpen 58 mm) a srážkovými minimy v zimním období (leden 27 mm, únor 22 mm, březen 24 mm). Dlouhodobá průměrná roční teplota je 8,5°C.

#### 7.4.1.4 Hydrogeologické poměry

Vodohospodářsky významným celoplošným kolektorem zájmové oblasti je křídový kolektor cenoman-spodní turon. Vodohospodářsky významným lokálním kolektorem zájmové oblasti jsou kvartérní štěrkopísky údolní nivy Labe. Oba kolektory jsou na jižním okraji zájmového území

(Litoměřice a zejména Píšťanský meandr) intenzivně využívány především pro zásobování pitnou vodou.

#### Hydrologické charakteristiky – Důlní vody

Drenážní systém kontrolovaně odvádí z úložiště důlní vody, které mají v případě úložiště RICHARD svůj původ ve srážkových vodách pronikajících nadložím nad úložištěm (staré větrací šachty). Před vypuštěním do městské kanalizace jsou důlní vody zachyceny a kontrolovány v retenční nádrži.

#### 7.4.1.5 Na lokalitě jsou pravidelně měřeny průtoky vody, která vytéká z drenážního systému z prostoru úložiště Richard II. Inženýrskogeologické poměry horninového masivu

Horninové prostředí, v kterém je vyraženo důlní dílo, je tvořeno třemi typy sedimentárních hornin v subhorizontálním uložení s různými navzájem odlišnými vlastnostmi. Z geotechnického hlediska se jedná o prostředí vyloženě anizotropní.

Nejlepší vlastnosti vykazují jílovité vápence (báze svrchního turonu), v kterých je vedena větší část štol. Hornina je nevětrálá, dosti pevná, kompaktní, nepravidelného až lasturnatého lomu. Místy má lavicovitou odlučnost podle vrstevních ploch.

O něco horší vlastnosti mají nadložní slínovce, které na mnoha místech po rozšíření chodeb tvoří vodorovné stropy důlního díla. Tyto tmavě šedé slínovce zde mají výraznou odlučnost podle vrstevních ploch. Mocnost oddělujících se desek indikovaná ve štole je nejčastěji 30 cm, většinou však dochází vlivem zvětrání v nezajištěných výrubech k občasnému uvolňování tenkých cca 10 cm šupin.

U dna výrubu byly obnaženy tmavě šedé jílovité slínovce (střední turon), které vykazují podstatně nejhorší technické vlastnosti. Jsou měkčí, zřetelně tence deskovitě vrstevnaté, při povrchu štol navětrálé a drobně střípkovitě zozpadavé. Kromě jílovitých materiálů jako je illit a kaolonit má hornina příměs kalcitu a jemnozrnného písku až siltu. V následující tabulce se uvádí fyzikální a mechanické vlastnosti těchto materiálů zjištěné během průzkumných prací doplněné dalšími geotechnickými parametry:

**Tab 7.5 Geotechnické parametry**

Parametr	nadložní slínovec	těžený vápeneč	podložní jílovitý slínovec
objemová hmotnost přirozená vlhká $\gamma$ ( $\text{kg/m}^3$ )	2450	2500	2400
pórovitost $n$ (%)	16,0	12,6	17,6
vlhkost přirozená $w$ (%)	5,8	3,7	7,0
pevnost v prostém tlaku (MPa)	10	38	9
pevnost v příčném tlaku $\sigma$ (MPa)	0,45	2,50	0,42
bobtnací tlak (MPa)			0,034
index bobtnání $B$ (%)			0,33
kategorie pevnosti dle ČSN 73 1001 ( $R_x$ )	R4	R3	R4
hustota diskontinuit dle ČSN 72 1001 ( $D_x$ )	D3	D2-D1	D4-D5
stupeň ražnosti (ON 73 7508)	1. stupeň	1. stupeň	1. stupeň

Jak je z tabulky patrné, podstatně nejhorší vlastnosti má podložní jílovitý slínovec, který je na mnoha místech přítomen v počvách a bocích důlního díla. Z důvodu rychlého větrání a následného rozpadání byly tyto úseky u dna chodeb opatřeny betonovou obezdívkou. Z tohoto materiálu je zhotoven vyrovnávací násyp pod betonovými podlahami. Prosakující voda způsobila nepravidelné bobtnání tohoto materiálu, následkem čehož došlo k popraskání betonových podlah a následné destrukci zděných příček. Tento jev je velmi markantní v části Richard I. a v chodbě spojující Richard I. s úložištěm RAO. V samotném úložišti se tento jev projevuje ojediněle, neboť je zde funkční drenážní systém, který nedovoluje hromadění vody na podlahách.

Hornina je v podzemí převážně suchá, jen výjimečně na několika místech stojí na počvě voda, nebo je rozbahněná (část Richard I.). Voda se do podzemí dostává v omezeném množství, převážně jen podél starých, dnes zavalených nebo neudržovaných větracích šachet a je zadržována v depresích nerovného dna, které je tvořeno téměř nepropustnými jílovitými slínovci. O malém pohybu puklinové vody svědčí vysrážené hydroxidy Fe na některých puklinách viditelných ve stěnách důlního díla a velmi ojediněle se vyskytující kapky vody na některých dislokacích. Obecně však platí, že horniny jak nadložní, tak těžené vrstvy, tak i podloží jsou pro vodu téměř nepropustné. Propustnost horninového masivu je tedy především podmíněna puklinatostí. Pukliny jsou však dotovány jen minimem srážkových vod, které proniknou málo propustným hlinitojílovitým pokryvem tvořeným svahovými hlínami a měkkým eluviem slínovců.

#### 7.4.1.6 Geomechanické zhodnocení výrubů z hlediska stability

Současný stav celého důlního díla je výsledkem působení celé řady faktorů. Ty byly v minulosti především podmíněny různými účely využití podzemních prostor. Při hodnocení stability podzemních prostor musíme brát v úvahu nejen prostory provozovaného úložiště, ale především okolní nezajištěné prostory (stařiny), jejichž možná nestabilita by mohla mít vliv na bezpečnost úložiště.

V současnosti se v důlním komplexu Richard vyskytují tyto typy podzemních výrubů:

**1. typ chodby** z předválečné těžby jsou malého profilu (šířka 3 m, výška 2 m). Zachovaly se na některých místech ve všech třech částech důlního komplexu. Profil chodby s příznivě zaklenutým stropem, vedený přísně v ložiskové poloze těžných vápenců, je z hlediska stability výrubu bezproblémový. Projevy nestability se omezují pouze na opadávání ojedinělých úlomků horniny vlivem zvětrání.

**2. typ chodby** z předválečné těžby rozšířené pro účely podzemní továrny v letech 1944–45. Výrub o původně malém profilu byl hornickými příbírkovými pracemi rozšířen na profil šířky 8–11 m a výšce 5–6 m. Protože nadloží pevných vápenců nebylo v tomto případě dostatečně mocné, došlo k přetížení zeslabené vápencové klenby v důsledku zvětšení rozpětí stropu. Toto přetížení v kombinaci se seismickými účinky iniciovanými trhacími pracemi způsobilo ztrátu pevnosti horniny až pod mez její únosnosti a tím došlo k prolomení a postupnému opadání zbytků vápencové klenby. To často až na kontakt s nadložními slínovci, které v současné době tvoří vodorovný strop výrubů. Uvolněná hornina, ležící na počvách v celé řadě prostor, které zůstaly ve válečném stádiu úprav, je právě z těchto rozšiřovacích prací. Jedná se o horninu sestřelenou trhacími pracemi nebo opadanou bezprostředně po nich, v důsledku přerozdělení napětí v okolí výrubu a přechodem do rovnovážného stavu.

**3. typ výrubu** tvoří chodby rozšířené, jak již bylo uvedeno u předešlého případu s tím rozdílem, že nadloží pevnějších vápenců bylo dostatečně mocné a nedošlo k prolomení stropu. Chodby byly při rozšiřování zahlobeny do méně pevných jílovitých slínovců (platí i pro předcházející případ), což komplikuje geostatickou situaci chování výrubu.

**4. typ výrubu** jsou chodby z poválečné těžby vápence (západní část Richarda I.). Výrub je veden pouze ve vápencové lavici, která zde dosahuje největší mocnosti, což s vhodně volenou geometrií výrubu umožnilo zvětšení těžebního profilu na šířku 11 m a výšku 6 m. Chodby tvoří ortogonální systém důlního pole, ve kterém jsou ponechány dostatečně dimenzované horninové pilíře, které bezpečně přenášejí koncentrované napětí v důsledku odlehčení horninového masivu výlomem tzn., že nedochází k překročení pevnosti horniny, a tudíž k porušování stěn výrubu. Projevy nestability se v tomto případě omezují pouze na opadávání horniny v důsledku zvětrávání stěn a stropů výrubu.

Štoly jsou otevřeny již více jak 30 let. Lze plně předpokládat, že v hornině bylo dosaženo rovnovážného stavu. Bližším vyšetřením stěn a stropů výrubu i opěrných konstrukcí bylo zjištěno, že na převládající šířku výlomu kolem 6–8 m je hornina (vápnitý slínovec) dobře samonosná, netlačivá s bezpečně vytvořenou přirozenou klenbou kolem vylámaného prostoru. Menší destrukce byly pozorovány ve stěnách v místech křížení některých štol, kde se zvýšená napětí soustřeďují po výlomu v nárožních pilířích a dochází snadno k překročení pevnosti horniny. Po narušení povrchových partií se pak oblast zvýšených napětí vzdálí do nitra masivu.

#### 7.4.1.7 Charakteristika horninového masivu a důlních děl

Horninový masiv v úrovni ražeb důlních děl je tvořen vápenci. Mocnost nadloží nad stropem důlních děl v prostoru komor ukládání RAO se pohybuje v rozmezí 45–75 m.

Průřez důlních děl je vesměs obdélníkový šířky 3–11 m a výšky 2–6 m. Díla jsou ražena z větší části pouze ve vápencové vrstvě, avšak z části zasahují stropem do nadložních slínovců, či počvou do podloží.

Výztuž důlních děl v místě úložiště je provedena ze železobetonových rámu, místy se zátahem stropu železobetonovými pažinami. Okolní chodby, přiléhající k úložišti (severní strana) jsou rovněž řídce vyztuženy železobetonovými rámy. Mezilehlé plochy stropu se postupně ve vrstvě vápenců deskovitě zavalují až na styk se slínovci, které se následně šupinovitě odlučují.

#### **Napětí v masivu a stabilita okolí výrubu:**

Napětí v masivu je v prostoru nadloží ukládacích komor závislé na objemové hmotnosti a mocnosti nadloží. Povrch v tomto prostoru tvoří zahrádkářská kolonie s drobnými stavbami, takže přitížení povrchu je z tohoto pohledu zanedbatelné.

*Pro stabilitu výrubu jsou rozhodující následující skutečnosti:*

- a) Stabilita rovnovážné klenby ve stropě díla. Bude docházet k postupnému opadu horniny a tvorbě rovnovážné klenby.
- b) Stabilita stěny výrubu, přenášející zatížení z rovnovážné klenby. Na křížích chodeb bude patrna nestabilita v rozích křížení projevující se drcením masivu v rozích kříže zhruba do hloubky rovné polovině šířky chodby.

Závěrem nutno upozornit, že výpočty, ze kterých jsou výše uvedené závěry, jsou teoretické s platností pro homogenní horninový masiv bez výraznější tektoniky. Na stabilitu masivu v bezprostředním okolí ukládacích chodeb RAO pak zejména působí vlhkostní změny ve spojitosti s nulovou údržbou výrubů.

Na základě výše uvedené charakteristiky horninového masivu a provedených pevnostních výpočtů lze konstatovat:

- napětí v horninovém masivu a v okolí výrubů nezpůsobí rozdrčení horniny v mezichodbových prostorách (celících).
- v místech, kde je horninový masiv vystaven extrémním podmínkám (vlhkost), zejména při šířkách výrubů nad 6 m a výškách nad 4 m bude velmi pravděpodobně docházet k vývalům horniny ze stropu a částečně z boků chodeb a k vytváření rovnovážné (beznapěťové) klenby. Úplný zával chodby ve stařinách nedosáhne vrcholem své rovnovážné klenby povrchu terénu.

#### 7.4.2 Úpravy dosud nevyužívaných prostor úložiště

V rámci etapy II dojde i k úpravám v podzemní části úložiště. Upravena bude komora č. 31, v případě potřeby i další komory. Vnitřní prostory ÚRAO Richard budou upravovány ve stejném režimu jako u Rekonstrukce ÚRAO Richard – etapa I.

Suť, která vznikne v průběhu úprav, zůstane v podzemních prostorech úložiště.

Součástí úprav v podzemní části ÚRAO bude finální úprava podlahy v chodbě č. 1.

## 7.5 Modul M5 – Větrací systém vč. zabezpečení větracích děl

### 7.5.1 Vzduchotechnické systémy objektu příjmu RAO

Vzduchotechnika musí zajišťovat požadované parametry prostředí na základě předloženého zadání.

#### 7.5.1.1 Základní legislativní rámec

- a) Vyhláška SÚJB č. 422/2016 Sb. o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje.

#### 7.5.1.2 Výchozí projektové údaje

- a) MP. 26 Pravidla pro práci v kontrolovaném pásmu, 30. 9. 2014.
- b) Větrná rozvaha úložiště radioaktivních odpadů Richard v Litoměřicích, 15. 11. 2013.
- c) Parametry prostředí - externí:
- zimní výpočtová teplota vzduchu -12 °C
  - letní výpočtová teplota vzduchu +32 °C
  - výpočtová entalpie 56 J/ kg<sub>sv</sub>
- d) Objekt jako celek má dva základní provozní režimy vzduchotechniky:
- provoz s obsluhou
  - provoz bez obsluhy

#### Popis pracoviště přejímky a vstupu do kontrolovaného pásma

Pracoviště přejímky RAO tvoří hala se zvedacím zařízením, prostorem pro manipulaci obalových souborů (OS), servisním místem, prostorem pro porušené OS, prostorem s nádržemi speciální kanalizace, s místem pro parkování záchraného důlního vozíku a prostorem pro vjezd a stání nákladního dopravního prostředku. Hala je od přechodové místnosti oddělena vraty a od venkovního prostředí rolovacími vraty. Hala je navržena tak, aby mohla být ve sledovaném nebo kontrolovaném pásmu, dle potřeby provozovatele.

### 7.5.2 Větrací systém ÚRAO

Větrání stávajícího úložiště je průchodním větrním proudem podle vyhlášky 22/1989 Sb. Českého báňského úřadu. Rychlost proudění důlních větrů v přístupové štolě musí být podle §122 Sb. Min. 0,3 m/s, složení ovzduší při vstupu osob do ÚRAO musí odpovídat §120 vyhl. 22/1989 Sb. Rovněž se zde sleduje koncentrace radonu, která zde nesmí překročit přípustnou hodnotu (kap 8.3.5. Monitorování radiačních parametrů prostředí) při vstupu osob do dolu.

Tyto podmínky bude třeba dodržet i nadále po zbudování nové budovy přejímky RAO.

## 7.6 Modul M6 – Sanace zasucených svislých děl

Celý systém podzemní prostor dolu Richard je suchý (na stěnách a stropu nejsou patrné úkapy). Ojedinelá místa s úkapy a soustředěnými výrony jsou ta, kde jsou staré, dnes již nefunkční, větrací díla s nedostatečným utěsněním.

První je v místě štolové zarážky na styku komor 43 a 44. Zde je umístěno odběrné místo a organizovaný svod ze stropu. Druhé je rovněž v krátké zarážce v chodbě 2, naproti napojení chodby na komory 1 a 4. Zde je zřízena „studánka“ se svodem do drenážního systému dolu. Třetí je v místě zasuceného komínu na konci komory 21/4 (z této komory je místo nepřístupné) a po straně chodby 420/1. Zde je zřízena sběrná jímka a přítoky do dolu jsou zde největší. Čtvrté místo je pak v propojovací chodbě mezi komorami 39 a 40. Místo je však nepřístupné, jedná se o nepoužívanou část dolu Richard II bez zajištění a z větší části zaplněné napadávkou a sutí. Na povrchu terénu je toto místo zakryto betonovou deskou.

Sanace se bude v zásadě týkat dvou odlišných avšak dosti neznámých typů dnes zasucených svislých děl, kudy proniká do dolu povrchová voda.

- Větrací komíny – Předpokládá se, že komín je kruhový, vyztužený vyzdívkou. Světlý průměr komína je 3–4 m. Komín je buď zcela, nebo z větší části vyplněn horninou. Mocnost pokryvu (kvartér) se předpokládá 1–2 m.
- Větrací vrty – Pro tento případ se jedná především o vrt u kříže chodeb 1 a 2. Předpokládá se, že, postup sanačních prací bude principiálně shodný, půjde ale pravděpodobně o menší rozsah prací.

Stabilizaci a zmáhání závalu bude nutné projekčně řešit až po ukončení Rekonstrukce ÚRAO Richard – I. etapa z důvodu přístupnosti k danému prostoru. Bude nutné nechat vypracovat odborné posudky možností zmáhání a na jejich základě doprojektovat dílčí část modulu 6.

## 7.7 Modul M7 – Rozvody elektroinstalace a elektronických komunikací

V rámci zpracování dokumentace bude zhodnocen stávající stav hlavního přívodu napájení z rozvodné sítě a posouzena dostatečnost stávajícího řešení. Na základě zhodnocení bude zpracován případný návrh na změnu nebo úpravu.

V rámci rekonstrukce úložiště radioaktivního odpadu Richard bude v dolu Richard II řešena úprava osvětlení a vedení kabelových tras a osazení nových zásuvkových skříní.

Nouzové osvětlení bude řešeno svítidly s autonomní baterií. Ovládání osvětlení ve štolách (chodby) bude místně pomocí tlačítkových ovladačů přímo v dole nebo ovládání z rozvaděče. Dálkové ovládání bude možné i z vrátnice.

### Ochrana před nebezpečným dotykovým napětím neživých částí

Dle ČSN 33 2000-4-41 ed.2 bude provedena ochrana:

- základní – automatickým odpojením od zdroje.
- zvýšená – chráničem a doplňujícím pospojováním.

#### 7.7.1 Technologické rozvody NN

Projekt bude řešit rozvody NN pro technologická zařízení v podzemním úložišti RAO, kabelové konstrukce pro kabely, páteřní vnitřní uzemnění v prostorách RAO, požární utěsnění kabelových tras. Veškeré kabely budou typu CXKHDH – se zvýšenou ochranou proti mechanickému poškození. Připojení rozvaděčů bude přes oddělovací transformátor.

#### 7.7.2 Monitorování radiačních parametrů prostředí na pracovištích

Musí být zajištěno zabezpečení monitorování parametrů prostředí na pracovištích ÚRAO Richard (v navrhovaném objektu přejímky RAO a ve vlastním důlním díle Richard II), kde by mohlo dojít k zvýšení ozáření osob v místech možného pobytu v těchto prostorech.

##### 7.7.2.1 Výchozí projektové údaje

PROGRAM MONITOROVÁNÍ ÚRAO RICHARD,

VNITŘNÍ HAVARIJNÍ PLÁN ÚRAO RICHARD.

##### 7.7.2.2 Přístupy k monitorování

Soustavné, nepřetržité (kontinuální) - je spojeno s danou praxí, musí potvrzovat, že dané pracovní podmínky zůstávají bezpečné, v souladu s požadavky povolení;

pravidelné (periodické) - v určených lhůtách se opakuje a jeho cílem je rovněž, potvrzovat, že dané pracovní podmínky zůstávají bezpečné, v souladu s požadavky povolení;

operativní – prováděné při určité činnosti s cílem zhodnotit a zajistit přijatelnost této činnosti z hlediska systému limitů a podmínek povolení.

### 7.7.2.3 Současný stav zabezpečení monitorování pracovního prostředí

Program monitorování v oblasti měření pracovního prostředí zahrnuje:

- monitorování zevního ozáření – měření příkonu dávkového ekvivalentu  $\gamma$  záření;
- monitorování povrchové kontaminace;
- monitorování ovzduší – měření objemové aktivity radonu;
- monitorování ovzduší – měření objemové aktivity  $^3\text{H}$  ve vzduchu.

Obecně platí, že monitorování musí být zabezpečeno pro všechny projektem - provozem zabezpečované a uvažované stavy. Monitorování je zabezpečeno pro níže uvedené režimy provozu ÚRAO:

- Režim 1 Přejímka odpadu a umístování do úložiště, manipulace s odpadem
- Režim 2 Normální provoz – bez manipulace s odpadem
- Režim 3 Normální provoz – bez přítomnosti osob v podzemí
- Režim 4 Činnost řídicí se zvláštními předpisy, např. havarijním plánem

### 7.7.2.4 Hodnocení monitorování prostředí

Standardní prostor vymezený pro pohyb osob v ÚRAO je dán vymezeným kontrolovaným pásmem. Pro tento prostor musí být zabezpečeno monitorování.

Monitorování musí pokrývat normální provozní režimy ÚRAO Richard, tak i mimořádné události. Návrhy a doporučení na úpravy a doplnění monitorování prostředí vychází z legislativy. Výsledkem bude i návrh na úpravy a doplnění stávajícího monitoringu prostředí.

### 7.7.3 Komunikační systémy

Řešením bude též instalace slaboproudých zařízení v rámci nově budovaného objektu přejímky a v rámci úprav důlního díla.

- přenos dat – posouzení stávajících datových sítí, návrh rozšíření
- vybavení pracoviště pro vstup do kontrolovaného pásma (KP) – modul M3
- SKŘ – systém kontroly řízení
- SEOD – systém elektronické osobní dozimetrie (systémy osobní dozimetrie, kontroly kontaminace osob a ID cards).
- telefonní rozvody
- CCTV – kamerový dohled
- EZS - elektrická zabezpečovací signalizace a EKV – elektronická kontrola vstupu

### 7.7.4 Stávající stav

#### Datové sítě

V současné době je v objektu ÚRAO Richard využívána datová síť jako společná pro administrativní i technologické potřeby. Případné rozdělení je možné virtuálně.

#### SEOD – systém osobní elektronické dozimetrie

Stávající systém SEOD se nachází v objektu přejímky. Registrace vstupu probíhá na pracovišti v objektu vrátnice.

#### CCTV – kamerový dohled

V objektu ÚRAO Richard a v důlní části se jsou instalovány analogové a IP kamery. Přenos z důlní části probíhá po vlastním optickém kabelu. Záznam a monitorování kamer je ve vrátnici.

#### EZS, EKV

Stávající systém EZS Apollo. Systém využívá vlastní přenosovou síť. Evidenci vstupujících do vlastního důlního díla ÚRAO tedy i do KP a vystupujících z ÚRAO KP je v současnosti prováděno u vstupu u portálu. Není vázán na žádné prostředky tvořící bariéru (pouze evidence). V současnosti se střežený prostor vlastního ÚRAO – důlní dílo kryje s vymezením KP.

## 7.7.5 Nový stav – objekt přejímky RAO

### **Strukturovaná kabeláž – administrativní a technologická síť**

Nově budovaná struktura sítě umožňuje fyzické rozdělení na administrativní a technologickou síť.

Objekt přejímky bude pokryt signálem WiFi.

### **Požadavky na rozvody SK**

Strukturovaná kabeláž bude v provedení v kategorii 6a (nejnovější standard EIA/TIA 568A), což odpovídá třídě E dle norem ISO 11801, EN 50173 a ČSN EN 50173. Zhotovitel vypracuje měřicí protokoly jednotlivých FTP segmentů dle EN50173/ISO11801.

Strukturovaná kabeláž musí splňovat tyto evropské a světové normy: EN50173, ČSN EN 50173, ISO 11801, EIA TIA 568A, EN 50174, ČSN EN 50174.

### **Telefonní rozvody**

### **Vybavení pracoviště vstupu do kontrolovaného pásma (KP)**

**Osobní dozimetrie** – připojeno do systému SEOD ÚRAO.

**Terminál** – TED – slouží jako čtečka dozimetrů součástí čtečka IDS, případně jiného typu zavedeného kódu (čárového atd).

**Administrátorská stanice** – PC SEOD s aplikačním software určená pro automatický sběr, pracování, zobrazení – prezentaci dat, archivaci a přenos dat do počítačové sítě RK z vybraných systémů a zařízení ÚRAO.

**Výdejní automat dozimetrů** – VAD – určený k automatickému výdeji filmových dozimetrů.

### **Povrchová kontaminace osob v HS**

**Monitor kontaminace osob** – s výstupní zábranou – bariérou a čtečkou identifikačních prvků pro evidenci osob s vazbou na SEOD určený pro kontrolu kontaminace osob při odchodu z KP, akustický a vizuální alarm při překročení nastavené úrovně.

**Měření kontaminace** - pro samoobslužnou kontrolu vynášených předmětů a náradí z KP.

**Prostředky výpočetní techniky** – server vč. UPS, Administrátorské PC

### **Měření kontaminace – portálové monitory**

Pro evidenci pohybu dopravních prostředků a zamezení neoprávněného vyvezení radioaktivních materiálů emitujících záření gama budou zvolené hranice vybaveny stacionárními portálovými měřidly dopravních prostředků.

Portálová měřidla budou připojena do technologické sítě do systému radiační kontroly s monitoringem na vrátnici a administrativním pracovišti vstupního objektu. Prostor pro kontrolu bude vybaven kamerovým systémem se záznamem a s evidencí registračních značek. Výjezd z kontrolovaného prostoru bude blokován mechanickými prostředky (závora, brána, vrata) v návaznosti na systém měření kontaminace.

### **Monitor pro charakterizaci odpadů**

V objektu přejímky v prostoru uzlu přejímky bude instalován monitor pro spektrometrickou charakterizaci radioaktivních odpadů. Monitor bude připojen datově do technologické sítě (skenovací zařízení).



## **Kamerový systém**

Doplnění kamery na sledování pohybu osob v hygienické smyčce (HS) na hranici KP v uzlu přejímky RAO, a přechodové místnosti. Kamerovým systémem budou dále monitorovány všechny vstupy kontrolované systémem EKV (elektronická kontrola vstupu).

Navržena instalace IP FullHD kamer s integrací do stávajícího kamerového systému s přenosem a záznamem na vrátnici. Napájení kamer PoE.

## **EZS – elektrická zabezpečovací signalizace**

Je nutné zabezpečit evidenci osob vstupujících do KP a svázat tento vstup s příslušnou bariérou (elektronický zámek, čtečka ID karet).

Bude zabezpečena:

- a) „Evidence vstupu a odchodu osob z KP a kontrola oprávněnosti vstupu do KP (informace v systému).
- b) „Evidence vstupu a odchodu osob z důlního díla ÚRAO – portál a kontrola oprávněnosti vstupu do KP (informace v systému).

Systémy SEOD mohou zabezpečovat i další funkce. Podle druhu systému lze sledovat oprávněnost vstupu – vstup je umožněn, pokud jsou splněny všechny podmínky pro vstup (např. oprávněnost vstupu na dané pracoviště, školení, zdravotní prohlídka, výměny filmových dozimetřů, nepřekročení dávky, atd.).

Evidence vstupu a výstupu z KP bude vázána technické prostředky zabezpečení např. turniket, nebo dveře se zavíračem s připojenou čtečkou osobních evidenčních karet. Turniket, nebo případně dveře se zavíračem s příslušným kováním a zámkem s čtečkou mohou být řešeny pro jednosměrný (podle dispozice může být i obousměrný průchod).

Dále bude provedeno zabezpečení vstupního objektu kontakty na dveřích a vratech a prostorovou ochranou čidly PIR (PIR+MW). Přenos poplachu a ovládání systémů z vrátnice.

## **Ostatní**

V objektu přejímky bude provedeno monitorování hladiny kapaliny v jímkách s přenosem na vrátnici a na administrativní pracoviště vstupního objektu.

## **7.8 Modul M8 – Vodní hospodářství**

V rámci rekonstrukce úložiště radioaktivního odpadu Richard dojde k úpravě stávajících areálových rozvodů pitné vody a kanalizací (jednotná a důlní).

### **Splašková a dešťová kanalizace:**

Areál je napojen na veřejnou jednotnou kanalizaci přípojkou BE DN 200. Stávající kanalizační přípojkou v dolní části areálu jsou odváděny splaškové odpadní vody, dešťové odpadní vody a důlní vody, které prošly kontrolou v havarijní jímce (nebyla-li zjištěna jejich kontaminace) do veřejné kanalizace vedené směrem na lokalitu Na Bídnicí.

### **Důlní (havarijní) kanalizace:**

Tato kanalizace odvádí vody z podzemí dolu Richard do havarijní (retenční) jímky. Tato jímka je upravena tak, aby v případě zjištění kontaminace důlních vod, byl odtok z jímky před nátokem do stávající šachty uzavřen.

Stávající důlní kanalizace je z plastového potrubí PVC DN 150, vedena je v těsném souběhu s dešťovou kanalizací, revizní šachty jsou pro obě stoky společné.

### **Havarijní (retenční) jímka:**

Stávající havarijní jímka je umístěna v zeleni před objektem vrátnice. Jímka je železobetonová, uvnitř složená z 2 nádrží (kameninových hrnců) o objemu 3000l a 500l propojených potrubím DN

100, na kterém je osazeno šoupě DN 100. Odtok z jímky do veřejné kanalizace je potrubím DN 100 s šoupětem DN 100.

Do jímky jsou svedeny důlní vody, za účelem kontrolního měření před jejich vypouštěním do jednotné kanalizace. V případě, že koncentrace radionuklidů překročí vyšetřovací úroveň podle programu monitorování, bude jímka vyčerpána a objem odvezen k likvidaci odbornou firmou mající k takové činnosti příslušná oprávnění

S ohledem na technický stav jímky, bude navržena její celková rekonstrukce.

#### ZTI (zdravotně technické instalace) v objektu přejímky RAO:

Objekt přejímky RAO bude napojen na areálový pitný vodovod PEd40 a areálovou jednotnou kanalizaci.

Pro případ kontaminace pracovníků bude součástí sociálního zařízení u vstupu do dolu umístěna výlevka a sprcha, tvořící hygienickou smyčku. Splaškové vody z těchto zařizovacích předmětů jsou odváděny zvláštním potrubím (speciální kanalizací) do kontrolních jímek v objektu přejímky RAO. V těchto nádržích bude odebrán vzorek, na základě jeho rozboru se jímka buď vypustí do jednotné kanalizace, nebo v případě, že koncentrace radionuklidů překročí požadované úrovně do životního prostředí, bude nádrž vyčerpána a objem odvezen k likvidaci odbornou firmou mající k takové činnosti příslušná oprávnění.