

3/4 2010

idea

ročník 1 [66] 2020

V tomto čísle vám představíme hlavní české a slovenské autority v oblasti vyřazování a ukládání radioaktivních odpadů, společnosti SÚRAO a JAVYS.

Detailně se zaměříme na kritéria a hodnocení potenciálních lokalit pro umístění hlubinných úložišť včetně legislativních aspektů zapojení obcí do procesu dalšího vývoje. Seznámíme vás s aktuálním stavem a dalším postupem přípravy hlubinných úložišť na Slovensku a porovnáme hlavní technické parametry projektů HÚ ve vybraných vyspělých zemích. Na následujících stránkách si mimo jiné přečtete o projektech VaV, podporujících vývoj hlubinných úložišť nebo společném evropském programu pro nakládání s radioaktivními odpady (EURAD) a chybět v něm nebudou ani pravidelné rubriky a další díly seriálů na pokračování.

jaderná energie

jadrová energia

Jaderná energie

Jadrová energia

Základní úlohou časopisu „Jaderná energie/Jadrová energia“ je přispívat k úrovni kultury jaderné bezpečnosti. Časopis je psaný v českém a slovenském jazyce, vědecké a odborné články, abstrakty a anotace též v anglickém jazyce. Časopis vychází čtyřikrát ročně nákladem 400 výtisků a v elektronické podobě, která je volně dostupná na adrese jadernaenergie.online

OBSAH ČASOPISU JE ZAMĚŘEN NA:

- jadernou bezpečnost a radiační ochranu s důrazem na ochranu životního prostředí, zdraví profesionálních pracovníků a obyvatelstva,
- výzkum, vývoj a nové technologie,
- provoz a výstavbu jaderných elektráren,
- zpracování a ukládání radioaktivních odpadů,
- aplikace radioizotopů a ionizujícího záření,
- aktuální informace z dozorných orgánů,
- vzdělávání a rozvoj know-how.

Vydavatel:

Centrum výzkumu Řež s.r.o.
Hlavní 130, Řež
250 68 Husinec
Česká republika
IČO: 26722445

Úrad jadrového dozoru SR
Bajkalská 27
P.O.Box 24
820 07 Bratislava
Slovenská republika
IČO: 30844185

Redakční rada:

Ing. Aleš John, MBA – předseda
Ing. Daneš Burket, Ph.D., doc. Ing. Václav Dostál, Ph.D., Ing. Jiří Duspiva, PhDr. Tomáš Ehler, MBA,
Ing. Miroslav Hrehor, Ing. Jiří Hůlka, prof. Ing. Jan John, CSc., Ing. František Pazdera, CSc.,
Ing. Alena Rosáková, prof. Ing. Vladimír Slugeň, DrSc., Mgr. Petr Šuleř, Ing. Radek Trtílek,
Ing. Zdeněk Típek, Mgr. Miriam Vachová, Mgr. Ilona Vysoudilová, RNDr. Marek Vyšinka, Ph.D.,
RNDr. Vladimír Wagner, CSc., Ing. Jan Zdebor, CSc.

Grafika, sazba, jazykové korektury a tisk:

TOP Partners, s.r.o.
Classic 7 Business Park
Jankovcova 49
170 00 Praha 7
Česká republika

Redakce:

Michal Šafránek – šéfredaktor
redakce@jadernaenergie.online
+420 775 374 384
Mgr. Tereza Smékalová, Ing. Jiří Kuf,
Ing. Jan Procházka, Jan Trejbal.

Adresa redakce:

Centrum výzkumu Řež s.r.o.
Hlavní 130, Řež
250 68 Husinec
Česká republika

Registrace MK ČR

Časopis Jaderná energie/Jadrová energia
byl zapsán do evidence periodického tisku
Ministerstva kultury České republiky a bylo
mu přiděleno evidenční číslo MK ČR E 4671.
ISSN 2694-9024

Číslo 3/2020, ročník 1 [66]

Vychází 20. 7. 2020

editorial

Vážení a milí čtenáři,

procházíme nelehkým obdobím. Pandemie koronaviru, která nečekaně zasáhla do života všem spoluobčanům, ale vyvolala nebývalou vlnu solidarity a prokázala mimořádnou schopnost a šikovnost českých a slovenských firem a institucí při vývoji a výrobě ochranných pomůcek a prostředků.

V souvislosti s pandemií vyšlo také najevo, jak důležitá je i v době centralizovaného evropského trhu soběstačnost jednotlivých států, a to nejen materiálová, ale i energetická. Je tedy na místě zamyslet se i nad soběstačností naší elektrizační soustavy, která může být v budoucnu ohrožena.

Česká republika se hlásí k závazku Evropské unie ke snížování emisí CO₂, který počítá s postupným útlumem především hnědouhelných elektráren. Tyto zdroje se aktuálně podílejí na výrobě elektrické energie téměř 40 procenty. V souladu s tímto závazkem dojde postupně do roku 2040 v České republice k odstavení instalovaného výkonu v rozsahu cca 8 000 MW_e, který by měl být pro udržení soběstačnosti kompenzován jinými zdroji.

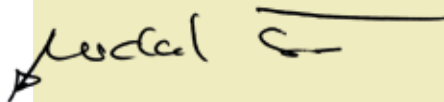
Státní energetická koncepce pracuje v první řadě s výstavbou pátého bloku Jaderné elektrárny Dukovany, k jejíž realizaci jsme teď opět o trochu blíže. Vláda ČR totiž koncem dubna odsouhlasila dvě smlouvy se společností ČEZ. Vedle zastřešující dohody schválila také smlouvu, která definuje územní povolení k umístění stavby i výběr dodavatele do roku 2024.

Důležité rozhodnutí padlo v době pandemie i na poli výstavby hlubinného úložiště jaderného odpadu, které je i ústředním tématem tohoto čísla. Ve čtvrtek 18. června schválila Rada Správy úložiště radioaktivních odpadů (SÚRAO) zúžení vytipovaných lokalit z devíti na čtyři.

Dovolte mi, abych vám jménem redakce a redakční rady popřál nejen příjemné čtení následujících stránek, ale i pevné zdraví a pohodové prožití letních měsíců.

Michal Šafránek

šéfredaktor



obsah

představujeme

SÚRAO 06

Ing. Tomáš Kovalovský, Mgr. Martina Bílá

JAVYS 09

Mgr. Miriam Žiaková

medailonek významných osobností

prof. MUDr. Vladislav Klener, CSc. 12

Ing. Karla Petrová

výzkum, vývoj a nové technologie

Infrastruktura horkých komor Centra výzkumu Řež (2. díl) 14

Mgr. David Zoul, Ing. Markéta Koplová, Ph.D., RNDr. Mariia Zimina, Ph.D.

Informace z dozorných orgánů

Normalizace odchylky, aneb co má společného havárie Costy Concordie s vyloupením amerického muzea a českou kauzou svary? (3. část) 21

Mgr. Marek Bozenhard

zadní část palivového cyklu, odpady a vyřazování

Kritéria a hodnocení potenciálních lokalit k umístění HÚ 29

pro účely zúžení počtu lokalit

RNDr. Lukáš Vondrovic, Ph.D., Jaromír Augusta, Ph.D., Ing. Antonín Vokál, CSc.

Legislativní aspekty zapojení obcí do procesu přípravy HÚ 35

PhDr. Tomáš Ehler, MBA, JUDr. Jan Prachař

Výzkumné aktivity CVŘ v oblasti ukládání RAO 38

Ing. Jan Prehradný, Ph.D., Ing. Pavel Kús, Ph.D., Ing. Jan Hadrava,

Ing. Tomáš Černoušek, Ph.D.

Projekt EURAD, Evropský výzkum v oblasti ukládání radioaktivních odpadů 44

Ing. Lucie Hausmannová, Ph.D., Ing. Markéta Dohnálková, Ing. Lucie Gorčica

Plán VaV SÚRAO – klíčové priority výzkumu a vývoje do roku 2030 47

Ing. Antonín Vokál, CSc.

Legislatívne zabezpečenie realizovateľnosti zadnej časti 52

jadrovej energetiky na Slovensku

JUDr. Martin Macášek, prof. Ing. Vladimír Slugeň, DrSc.

Vývoj hlbinného úložiska v Slovenskej republike 58

Ing. Adela Mršková

okno do historie

Z knihy o historii jaderné energetiky (3. díl seriálu) 62

Ing. Zdeněk Kříž

zajímavosti z domova i ze světa

Mezinárodní transporty VJP 64

Ing. Alena Rosáková

aktuality

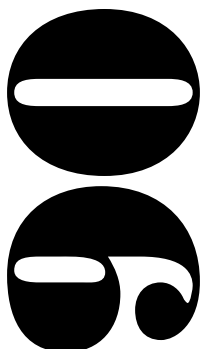
Nový studijní obor na FJFI – Decommissioning 66

Kateřina Čubová, Lenka Thinová

Roman Havlín novým ředitelem Jaderné elektrárny Dukovany 67

Aleš John

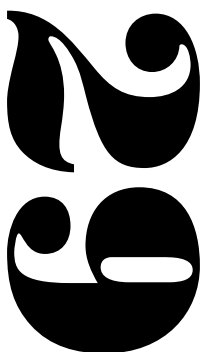
Kalendář akcí 68



SÚRAO

Předkládaný článek představuje SÚRAO jako organizační složku státu, jeho působnost, aktivity a další činnosti, které souvisí s běžným ukládáním všech druhů radioaktivních odpadů vznikajících na území České republiky.

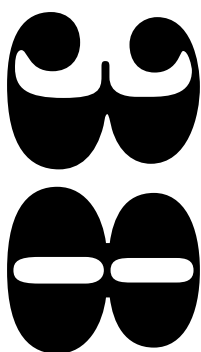
Ing. Tomáš Kovalovský, Mgr. Martina Bílá



Kritéria a hodnocení potenciálních lokalit k umístění HÚ pro účely zúžení počtu lokalit

Článek popisuje metodický proces hodnocení potenciálních lokalit hlubinného úložiště v ČR za účelem zúžení jejich počtu z devíti na čtyři.

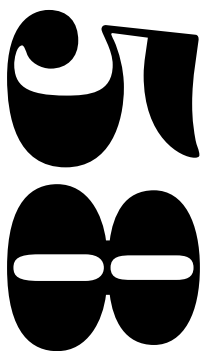
RNDr. Lukáš Vondrovic, Ph.D.,
Jaromír Augusta, Ph.D.,
Ing. Antonín Vokál, CSc.



Výzkumné aktivity CVŘ v oblasti ukládání RAO

Článek popisuje výzkum Centra výzkumu Řež v oblasti nakládání s radioaktivními odpady od základních sorpčních procesů, přes následnou fixaci kontaminovaných sorbentů do pevných matric. Zároveň jsou popsány výzkumné aktivity v oblasti trvalého ukládání radioaktivních a nebezpečných odpadů.

Ing. Jan Prehradný, Ph.D.,
Ing. Pavel Kůs, Ph.D., Ing. Jan Hadrava,
Ing. Tomáš Černoušek, Ph.D.



Vývoj hlubinného úložiště v Slovenskej republike

Počas takmer 25 ročnej histórie programu vývoja HÚ na Slovensku boli dosiahnuté čiastkové výsledky predovšetkým v oblasti geologického prieskumu pre výber lokality. Článok okrem stručného popisu dosiahnutého stavu načrtáva aj niektoré výzvy najbližších období, predovšetkým v oblasti aktualizácie stratégie vývoja HÚ, popísanej vo Vnútroštátnom programe v gescii Národného jadrového fondu.

Ing. Adela Mršková

SÚRAO

Ing. Tomáš Kovalovský, Mgr. Martina Bílá

Předkládaný článek představuje SÚRAO jako organizační složku státu, jeho působnost, aktivity a další činnosti, které souvisí s běžným ukládáním všech druhů radioaktivních odpadů vznikajících na území České republiky.

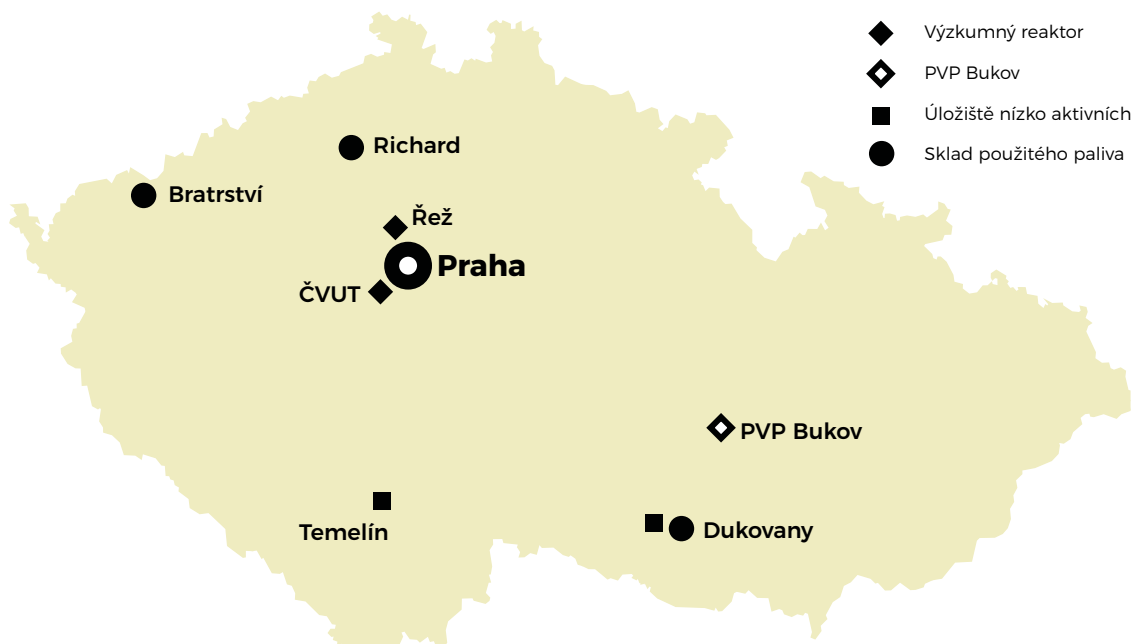
This article introduces the SÚRAO (Radioactive Waste Management Organization) as the organizational unit of the state, its scope, activities and other activities related to the common disposal of all types of radioactive waste produced in the Czech Republic.

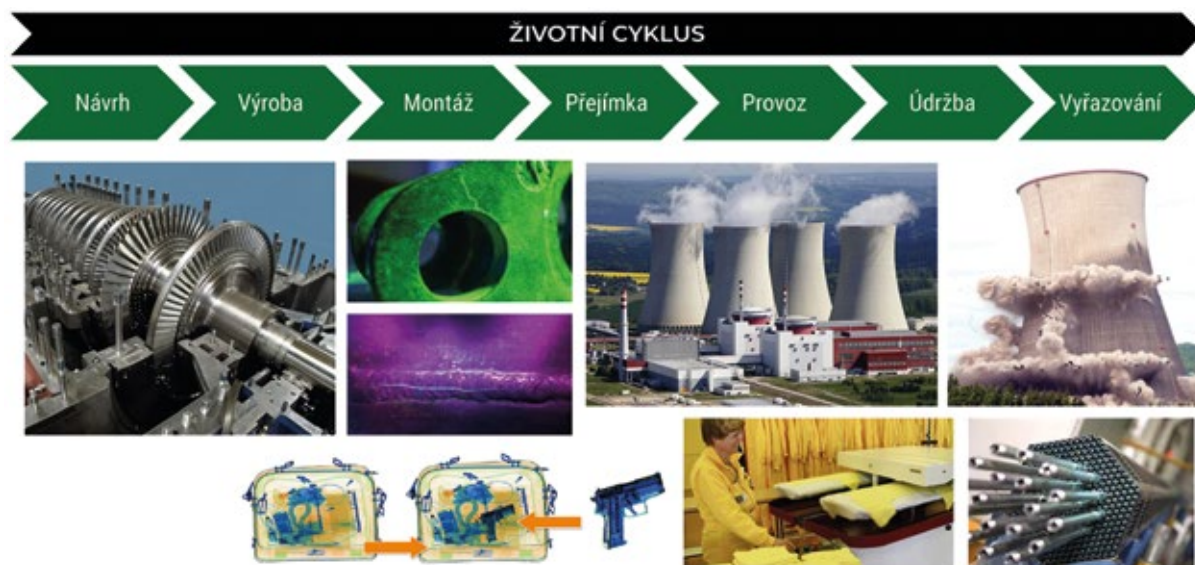
Správa úložišť radioaktivních odpadů (SÚRAO) má za úkol pro stát zajišťovat bezpečné ukládání všech druhů radioaktivních odpadů v souladu s požadavky na jadernou bezpečnost, radiační ochranu, ochranu člověka i životního prostředí.

SÚRAO z pohledu svých aktivit směrem k veřejnosti spravuje velmi těžkou až „složitou“ agendu, která je předmětem mnoha odborných i veřejných diskuzí. V aktuální době se SÚRAO nachází ve velice exponovaném období, které je ostře sledované naší politickou sférou, médií a veřejností, protože směřujeme k finalizaci procesu posuzování lokalit pro plánované hlubinné úložiště (HÚ) v ČR. Výsledkem našeho úsilí bude doporučení čtyř nevhodnějších lokalit, které zůstanou předmětem dalších činností přípravy projektu HÚ.

Navazující články pojednávají jednak o projektu HÚ a zužování lokalit, ale i sofistikovaném přístupu SÚRAO k řešení takto složité problematiky, jíž se věnují naši zaměstnanci, kteří jsou špičkami v oboru s národní i mezinárodní působností.

Rádi bychom poukázali na to, že HÚ řeší všechny vyspělé země, které používají jádro k výrobě energie: Finsko, Švédsko, Švýcarsko, Francie, Spojené státy, Německo, Kanada ale ... i sousední Slovensko. Zdaleka v tom nejsme sami, a navíc vzájemně spolupracujeme.





Česká republika (bývalé Československo) je od roku 1972 jadernou velmocí. Dlouhodobě vyrábíme 40 % elektrické energie z jádra a do budoucna se má podíl v energetickém mixu zvyšovat. Uhelné elektrárny dožijí roce 2035-2045. Protože se náš stát rozhodl pro výrobu elektrické energie z jádra, je nutné řešit všechny fáze palivového cyklu, tedy i jeho konec.

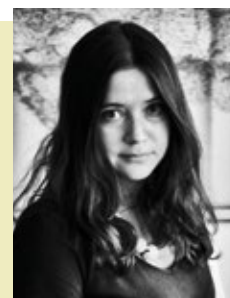
Je potřeba si uvědomit, že SÚRAO neřeší pouze vyhořelé jaderné palivo, které se do budoucna stane odpadem, ale také bezpečné ukládání všech odpadních produktů z lékařství, strojírenství, běžného průmyslu a odpadů, které vzniknou při vyřazování z provozu jaderných elektráren. Projekt HÚ tu není kvůli kapacitě, ale kvůli tomu, že skladování na povrchu má časově omezenou životnost.

Projekt HÚ je tu proto, abychom vysokoaktivní odpad, tedy vyřazenou technologii JE, a použité jaderné palivo nebo odpad z přepracování zneškodnili bezpečně a s maximálním ohledem na životní prostředí. Vnímáme to jako celonárodní téma, jako projev celospolečenské zodpovědnosti naší generace, která zjednodušeně řečeno „si po sobě uklidí, jak nejlépe umí“.

LEGISLATIVNÍ BÁZE

Dlouhodobou strategií státu v oblasti nakládání s RAO upravuje Konceptce nakládání s radioaktivními odpady a vyhořelým jaderným palivem v ČR (dále jen Konceptce), jejíž poslední aktualizace byla schválena usnesením vlády č. 597 ze dne 26. 8. 2019.

Mgr. Martina Bílá



Vystudovala český jazyk a dějepis na Univerzitě Hradec Králové a více než deset let působila jako redaktorka Českého rozhlasu se zaměřením na společenská témata a popularizaci vědy.

Ve Správě úložišť radioaktivních odpadů pracuje od roku 2019, nyní jako vedoucí oddělení komunikace. Věnuje se mediálnímu obrazu SÚRAO, tu ve sdělovacích prostředcích prezentuje jako vysoce specializovanou instituci s velmi specifickým tématem, která ale řeší problematiku týkající se nás všech.



SÚRAO

SPRÁVA ÚLOŽIŠŤ
RADIOAKTIVNÍCH
ODPADŮ

Podle § 113 odst. 5 atomového zákona SÚRAO vykonává činnost na základě vládou schválené Koncepce, schváleného statutu, ročního, tříletého a pětiletého plánu činnosti.

Činnosti SÚRAO jsou financovány z prostředků jaderného účtu, vytvářeného původci radioaktivních odpadů, který je součástí státních finančních aktiv.

V této souvislosti SÚRAO:

- zajišťuje bezpečný provoz úložišť Richard, Bratrství a Dukovany, včetně monitorování již uzavřeného úložiště Hostim a zajišťuje bezpečné uložení RAO, které vznikají na území ČR
- vede evidenci převzatých radioaktivních odpadů a jejich původců a spravuje poplatky za ukládání radioaktivních odpadů
- zajišťuje přípravu projektu hlubinného úložiště za účelem bezpečného nakládání s VAO a VJP
- zajišťuje monitoring dalších možností dle Koncepce, kde cílem je rozpracovat všechny možné varianty pro rozhodovací proces
- zajišťuje dohled nad tvorbou rezerv pro vyřazování JZ a kontrolu tvorby prostředků na ukládání VAO a VJP na jaderném účtu; posuzuje dostatečnost prostředků na pokrytí uvažovaných aktivit vyřazování JZ a výstavbu HÚ

- zajišťuje komunikaci a srozumitelným způsobem sděluje informace o dlouhodobém řešení způsobu nakládání s RAO a VJP všem dotčeným subjektům i širší veřejnosti a zároveň umožňuje dotčené veřejnosti účinně participovat na naplňování cílů Koncepce
- stanovuje strategicky opodstatněné, vědecky, technologicky, ekologicky, finančně a společensky přijatelné zásady a cíle pro nakládání s RAO a VJP v ČR za účelem snížení objemu RAO, zvýšení efektivity a bezpečnosti

Ing. Tomáš Kovalovský



Absolvent magisterského studia Stavební fakulty ČVUT. V předcházejícím působišti ČEZ, a. s. prošel různými pozicemi – od specialistů až po vedoucí pozice, pracoval jako projektový manažer Design Authority JE. Zajišťoval přípravu licenčních dokumentů pro provoz obou českých jaderných elektráren (JE), nastavoval pravidla řízení konfigurace pro JE a řídil rozvojové projekty divizní úrovně. Ve své praxi se také podílel na výstavbě uhelných elektráren, na prodloužení životnosti JE Dukovany a působil i jako mezinárodní inspektor WANO (World Association of Nuclear Operators).

Nyní pracuje jako projektový manažer pro provoz a přípravu úložišť, zástupce ředitele Správy úložišť radioaktivních odpadů (SÚRAO). Po technické stránce zajišťuje řízení a koordinaci projektů a investičních akcí společnosti v oblasti provozu úložišť, přípravy hlubinného úložiště v ČR a souvisejících aktivit v oblasti komunikace, IT, ekonomika a správa.

JAVYS

Mgr. Miriam Žiaková

Príspevok predstavuje spoločnosť JAVYS, a.s., ktorej 100% akcionárom je Ministerstvo hospodárstva Slovenskej republiky. Jej úlohou je zodpovedné a kompetentné zabezpečovanie záverečnej časti jadrovej energetiky s dôrazom na bezpečnosť, kvalitu a ochranu životného prostredia. Svojimi aktivitami sa podieľa na energetickej bezpečnosti Slovenska a postupne si vybudovala významné postavenie aj v medzinárodnom priestore.

The contribution is presented by JAVYS, a.s., of which 100% is a shareholder of the Ministry of Economy of the Slovak Republic. Its role is responsible and competent provision final part of nuclear energy with an emphasis on safety, quality and environmental protection environment. Through its activities, it participates in the energy security of Slovakia and gradually has built a significant position in the international arena.

Spoločnosť JAVYS, a.s. je akciovou spoločnosťou, ktorej 100% akcionárom je Ministerstvo hospodárstva Slovenskej republiky. Jej úlohou je zodpovedné a kompetentné zabezpečovanie záverečnej časti jadrovej energetiky s dôrazom na bezpečnosť, kvalitu a ochranu životného prostredia. Svojimi aktivitami sa podieľa na energetickej bezpečnosti Slovenska a postupne si vybudovala významné postavenie aj v medzinárodnom priestore.

Medzi hlavné aktivity spoločnosti JAVYS, a.s. patrí vyradovanie jadrových elektrární JE A1 a V1 v Jaslovských Bohuniciach, nakladanie s rádioaktívnymi odpadmi, vyhoreným jadrovým palivom, inštitucionálnymi rádioaktívnymi odpadmi (IRA0) a rádioaktívnymi materiálmi neznámeho pôvodu (RMNP) v rámci územia Slovenskej republiky.

Vyradovanie jadrových elektrární je zložitý proces a v mnohých aspektoch je odlišný od demontáže nejadrového zariadenia. Rovnako ako počas vlastnej prevádzky jadrovej elektrárne, aj počas procesu vyradovania pri už odstavenom reaktore a odstránenom jadrovom palive musí ostať zachovaná disciplína, systémovosť prác, kvalita a kontrola celého procesu a vysoká úroveň kultúry bezpečnosti pri riadení procesu. Významnú úlohu zohráva aj ekonomické hľadisko, aby aj v záverečných etapách životnosti jadrovej elektrárne ostali plne zachované a funkčné všetky atribúty konvenčnej a radiačnej bezpečnosti tak pre zamestnancov, ako aj pre verejnosť.

VYRAĐOVANIE JADROVEJ ELEKTRÁRNE A1 V JASLOVSKÝCH BOHUNICIACH

Vyradovaná jadrová elektrárňa A1 bola prvou jadrovou elektrárnou v bývalej ČSSR. Práce

na projektoch začali v roku 1956, spustená do prevádzky bola v roku 1972. Elektrárňa A1 bola koncipovaná ako experimentálna a mala overiť možnosti energetickeho využitia reaktorov na prírodný urán. Počas prevádzky elektrárne došlo k dvom vážnym nehodám, oboj pri výmene paliva. Prvá sa stala v roku 1976, druhá v roku 1977. Z dôvodov vysokých nákladov na opravu a faktu, že už boli v lokalite Jaslovské Bohunice vo výstavbe nové reaktory typu VVER (JE V1), nebola prevádzka na JE A1 obnovená, a to uznesením federálnej vlády ČSSR z roku 1979, kedy





bolo zároveň rozhodnuté pripraviť jej postupné vyradenie. Vyradenie JE A1 je realizované kontinuálnym spôsobom vyradenia, v členení na päť na seba nadväzujúcich etáp, s plánovaným ukončením vyradenia JE A1 v roku 2033. Pribežným znižovaním inventára rádioaktivity dekontamináciou a demontážou technologických zariadení, systémov a stavebných konštrukcií vyradených objektov JE A1 a pokračovaním v spracovávaní rádioaktívnych odpadov z vyradenia a historických prevádzkových RAO spoločnosť JAVYS, a.s. v roku 2019 zrealizovala všetky plánované činnosti vyradenia JE A1 v súlade s harmonogramom prác.

VYRAĎOVANIE JADROVEJ ELEKTRÁRNE V1 V JASLOVSKÝCH BOHUNICIACH

Vláda Slovenskej republiky prijala záväzok definitívne odstaviť oba bloky JE V1 dňa 14. 9. 1999, pričom bol určený termín pre odstavenie 1. bloku na koniec roku 2006 a 2. bloku na koniec roku 2008. Potom nasledovalo obdobie ukončovania prevádzky, ktoré zahŕňalo dochladzovanie a odvoz vyhorelého jadrového paliva, prípravy elektrárne na demontáž a demoláciu, ako aj vypracovanie potrebných analýz a príslušnej licenčnej dokumentácie pre vydanie povolenia na vyradenie. Multi-kriteriálnou analýzou bola zvolená alternatíva bezprostredného vyradenia (IDO). Jej hlavnou črtou je bezprostredná a plynulá demontáž zariadení v čo najkratšom čase po skončení prevádzky, nasledovaná demoláciou budov až na dno stavebnej jamy a prípravou lokality na ďalšie priemyselné využitie.

Vyradenie JE V1 sa uskutočňuje v dvoch etapách s termínom ukončenia v roku 2025. Prvá etapa sa realizovala od 20. júla 2011 do 31. decembra 2014, druhá etapa začala 1. januára 2015 a je naplánovaná do 31.12.2025. Jedným z najvýznamnejších projektov, ktoré JAVYS, a.s., realizovala v roku 2019 bola demontáž a transport všetkých dvanástich stoštyridsaťpäť ton vážiacich parogenerátorov do priestorov bývalej strojovne V1.

NAKLADANIE S RÁDIOAKTÍVNÝMI ODPADMI

Nakladanie s rádioaktívnym odpadom realizuje spoločnosť JAVYS, a.s. na technologických linkách jadrových zariadení v Jaslovských Bohuniciach a v Mochovciach moderným a bezpečným spôsobom. Spracované níz-



■ Zhodnocovanie odpadov |

■ Demolácia stolice turbíny TG 22 |

koaktívne RAO sú v jadrových zariadeniach Technológie na spracovanie a úpravu rádioaktívnych odpadov (TSÚ RAO) a Finálne spracovanie kvapalných rádioaktívnych odpadov (FS KRAO) následne vložené a upravené cementáciou do vláknobetónových kontajnerov a prepravené na Republikové úložisko rádioaktívnych odpadov v Mochovciach (RÚ RAO). RÚ RAO v Mochovciach predstavuje multibariérové úložisko povrchového typu, ktoré je určené na konečné uloženie pevných a spevnených nízko aktívnych rádioaktívnych odpadov, vznikajúcich pri prevádzke a vyradovaní jadrových elektrární, vo výskumných ústavoch, v laboratóriách a nemocniciach v Slovenskej republike.

Spoločnosť JAVYS, a.s. je tiež oprávnenou organizáciou na nakladanie so žiaričmi a rádioaktívnymi odpadmi neznámeho pôvodu, nepoužívanými žiaričmi a rádioaktívnymi materiálmi. Realizáciou týchto činností plní celospoločenskú zodpovednú úlohu, spočívajúcu predovšetkým v ochrane životného prostredia a zdravia obyvateľov Slovenska.

Ďalšou z činností spoločností, ktoré zastrešuje JAVYS, a.s. je preprava a skladovanie vyhoreného jadrového paliva. Vyhoreté jadrové palivo vyprodukované v reaktorových blokoch jadrových elektrární v Slovenskej republike je po dosiahnutí stanovených parametrov následne prepravované a dlhodobo skladované v jadrovom zariadení Medzisklad vyhoreného paliva JAVYS, a.s. v Jaslovských Bohuniciach.

Niektoré služby poskytuje spoločnosť aj zahraničným partnerom, pričom poskytovanie takýchto služieb má pre spoločnosť významný vplyv na ďalší rozvoj potenciálu a stabilizáciu v medzinárodnom priestore, kde patrí dlhodobo medzi významných partnerov. Tretím stranám poskytuje dodatočné služby opierajúc sa o profesionalitu, kvalitu a garantovaný odborný prístup.

Všetky činnosti, ktoré spoločnosť vykonáva, realizuje pri dodržaní zásad jadrovej bezpečnosti, radiačnej ochrany, bezpečnosti ochrany zdravia pri práci, požiarnej ochrany a ochrany životného prostredia.



Mgr. Miriam Žiaková



V oblasti médií a PR pracuje tridsať rokov. V roku 1990 začínala ako redaktorka a moderátorka v regionálnom rádiu a TV, neskôr uspela v konkurze do TV Markíza, kde prešla pozíciami redaktorky a moderátorky hlavnej spravodajskej relácie, redaktorky publicistiky a vedúcej vydania spravodajstva. Neskôr pracovala ako vedúca vydania a zástupkyňa šéfredaktora v spravodajstve Slovenskej televízie a následne niekoľko rokov ako riaditeľka komunikácie Slovenskej televízie. Slovenskú televíziu opustila pre pozíciu šéfredaktorky týždenníka Markíza a v roku 2008 prešla definitívne z médií do oblasti PR. Stala sa riaditeľkou komunikácie a hovorkyňou Ministerstva školstva SR, neskôr riaditeľkou komunikácie a hovorkyňou Ministerstva hospodárstva SR a od roku 2016 pracuje ako hovorkyňa spoločnosti JAVYS, a.s. Externe poskytovala PR poradenstvo pre viaceré spoločnosti, príležitostne moderuje rôzne odborné konferencie.

prof. MUDr. Vladislav Klener, CSc

Ing. Karla Petrová



Dne 30. 6. 2020 ukončil ve svých 93 letech svou obdivuhodně dlouhou pracovní činnost prof. MUDr. Vladislav Klener, CSc., který po završení svého působení ve funkci ředitele Státního ústavu radiační ochrany v roce 1996, působil jako odborný poradce a konzultant ve Státním úřadu pro jadernou bezpečnost v Sekci radiační ochrany. Po dobu téměř 25 let předával mladším generacím své bohaté zkušenosti a zajišťoval kontinuitu v tradičně vysoké úrovni radiační ochrany u nás.

Významně přispíval také k udržení dobrého renomé české radiační ochrany v zahraničí. Jeho názory a stanoviska se vždy těšily značnému respektu a byly přijímány jako zásadní. Za toto obětavé dlouhodobé působení patří prof. Klenerovi veliký dík od všech, kteří měli tu čest s ním spolupracovat.

Vladislav Klener se narodil dne 15. 1. 1927 v Bratislavě. V březnu r. 1939, po okupaci českých zemí a vzniku Slovenského štátu, odešla

rodina do Prahy, kde se v r. 1946 rozhodl pro studium medicíny, které ukončil v r. 1951. V letech 1952 až 1960 působil jako lékař internista v jižních Čechách. V lednu 1961 nastoupil v Ústavu hygieny práce a nemocí z povolání do úseku hygieny záření vedené doc. MUDr. Janem Müllerem, CSc. Zde se podílel na dlouhodobé studii osob kontaminovaných osteotropními radionuklidy ^{90}Sr a ^{226}Ra . V roce 1965 mu studijní pobyt v Japonsku umožnil podrobněji se seznámit s dokumentací ke sledování následků atomového bombardování v Hirošimě a Nagasaki v r. 1945 a získat tak více informací o radioepidemiologických studiích. V tomtéž roce se zúčastnil jako československý delegát ustavujícího sjezdu International Radiation Protection Association – IRPA, a později byl i členem jejího výkonného výboru.

V roce 1970 se stal ředitelem Centra hygieny záření v nově vzniklém Institutu hygieny a epidemiologie (CHZ-IHE). Z této funkce byl donucen odstoupit v roce 1982 z politicky motivovaných důvodů souvisejících s perzekucí jeho manželky ze strany komunistického režimu. V letech 1982–1989 potom působil na 3. lékařské fakultě a vedl výuku v hygieně záření. Přednášel také na Fakultě jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT a částečně pokračoval v odborné práci i na CHZ-IHE.

Politické události v roce 1989 vedly k řadě organizačních a personálních změn. Na základě otevřeného výběrového řízení se MUDr. Klener, CSc. stal opět ředitelem CHZ-IHE. V roce 1991 získal titul profesora pro obor hygiena. Jeho profesorská přednáška byla zaměřena na zdravotnickou problematiku radiačních nehod. V roce 1995 došlo k přesunu agendy ochrany před zářením z působnosti

ministerstva zdravotnictví do nově zřízeného Státního úřadu pro jadernou bezpečnost (SÚJB) a ke vzniku Státního ústavu radiační ochrany (SÚRO), jako jeho odborně-metodické a výzkumné základny. Prof. Klener působil ve funkci ředitele SÚRO až do svého odchodu do důchodu v roce 1996. Poté pokračuje v odborné práci na SÚJB s malou přestávkou až do 30. 6. 2020.

Z jeho publikační činnosti stojí za zmínku řada časopiseckých článků, několika instruktivních brožur a studijních textů, ale zejména jeho zásluha jako editora a autora dvou knižních publikací se zřetelným pedagogickým zaměřením. V r. 1987 vyšla v Avicenu „Hygiena záření“ v rozsahu přes 450 stran, která byla první českou souhrnnou monografií oboru. Je také editorem a spoluautorem knihy „Principy a praxe radiační ochrany“ vydané SÚJB v r. 2000. Jako velmi přínosné se jeví jeho erudované překlady stěžejních ICRP doporučení 103 a 101 do češtiny, které jsou dostupné v elektronické podobě na webu SÚJB široké veřejnosti.

K mimopracovním zájmům patří láska k hudbě, sám hrál na klavír. Sportovně se angažoval ve skautském hnutí, v mládí byl vůdcem skautského oddílu a ještě do r. 2015 stál v čele skupiny Oldskautů! Má slabost pro hory. Byl členem horolezeckého oddílu v Písku.

Jeho elán, životní energie, trvalý zájem o živé diskuse na jakémkoliv téma a neutuchající potřeba aktivně pomáhat a přispívat k rozvoji radiační ochrany, ale i jinde, jsou hodny obdivu.

Ing. Karla Petrová

Infrastruktura horkých komor Centra výzkumu Řež 2. díl

**Mgr. David Zoul, Ing. Markéta Koplová, Ph.D.,
RNDr. Mariia Zimina, Ph.D.**

V tomto článku si klademe za cíl seznámit čtenáře s novým pracovištěm horkých komor, které bylo v uplynulých letech postaveno v Řeži u Prahy. Náš výzkumný program je zaměřen na strukturální diagnostiku a studium mechanických vlastností materiálů vystavených vysokým dávkám neutronové radiace v jaderných a termojaderných reaktorech. Dále pak na výzkum a vývoj špičkových technologií a materiálů v oblasti rychlých reaktorů a v oblasti termojaderné fúze. Získání komplexního popisu degradace strukturálních a mechanických vlastností konstrukčních materiálů komponent jaderných reaktorů po dlouhodobé provozní expozici slouží k hodnocení jejich životnosti, spolehlivosti a bezpečnosti.

Původně neaktivní kovový materiál je vystaven vysokému neutronovému toku, tlaku, teplotě, chemickým vlivům prostředí. Vzniklý materiál s vysokou aktivitou je v horkých komorách upraven na vzorky vhodného tvaru a rozměru, které jsou pak podrobeny mechanickým zkouškám a metalografickým analýzám (zkouška tahem, rázová zkouška vrubové houževnatosti, zkouška lomové houževnatosti, zkouška rychlosti růstu únavové trhliny při cyklickém zatěžování a za zvýšených teplot, zkoušky malocyklové únavy a creepu). Hodnocení degradace materiálů je založeno na zkoumání mikrostruktury metalurgických vzorků po mechanické zkoušce. Další užitečnou informaci přináší stanovení prostorové distribuce aktivity ve vzorku.

V tomto dílu se blíže seznámíme se způsoby zavážení vysoce radioaktivních materiálů do komor, jakož i způsoby přesouvání těchto těles mezi jednotlivými komorami.

In this article, we aim to acquaint our readers with the new workplace called hot cells, which was built in Řež near Prague in recent years. Our research programme is focused on structural diagnostics and study of mechanical properties of materials, exposed to high doses of neutron radiation in nuclear and thermonuclear reactors. Furthermore, it contains the research and development of high technology and materials in the field of fast reactors and thermonuclear fusion. Obtaining a comprehensive description of degradation of structural and mechanical properties of construction materials for nuclear reactor components after long-term operational exposure serves to assess their durability, reliability, and safety.

The originally inactive metal material is exposed to high neutron flux, pressure, temperature, and environment. The resulting highly active material is cut into samples of suitable shape and size, which are then subjected to mechanical testing and metallographic analysis (tensile, fracture toughness, crack growth rate under cyclic loading and elevated temperatures, low-cycle fatigue and creep tests) in hot cells. Evaluation of material degradation is based on the examination of the microstructure of metallurgical samples after mechanical testing. Another useful information is the determination of the spatial distribution of activity in the sample.

In this section, we will introduce the methods of loading of high-radioactive materials into the cells, as well as the methods of moving these objects between the cells.

1. ÚVOD

V této části se budeme věnovat způsobům zavážení vzorků do horkých komor. Představíme též konstrukci a funkci suchého překládacího bazénu pro příjem obalových souborů a vyložení vzorků, dále pak přestupníků pro transport vzorků mezi některými komorami.

2. ZAVÁŽECÍ ZAŘÍZENÍ

Transport radioaktivních materiálů/vzorků mezi komorami zajišťuje speciální zavážecí stroj (Obr. 1), pohybující se nad stropním stíněním. [1] Radioaktivní materiál je transportován ve „stínícím zvonu“ o dostatečné stínící vrstvě. Vstup materiálu do horké komory probíhá pomocí otevíratelného otvo-

Obr. 1: Zavážecí zařízení



ru ve stropu stínění a boxu tak, aby nedošlo k úniku radiace, ohrožující bezpečný provoz komplexu horkých komor.

Zavážecí zařízení (ZZ) je určeno pro dopravu zdrojů ionizujícího záření (ZIZ) o průměru do 400 mm, délce maximálně 500 mm, hmotnosti do 50 kg, mezi deseti horkými komorami (HK) umístěnými vedle sebe ve dvou liniích, jednou polohorkou komorou (PHK) a suchým překládacím bazénem (SPB) v hale. Stroj pojíždí po pojezdové dráze umístěné na okraji betonové plošiny na podlaží +6,99 m, nad blokem komor. Pro dopravu ZIZ a dalšího materiálu do komor jsou určeny kruhové otvory o průměru 665 mm uvnitř stropních zátek jednotlivých komor (Obr. 2). Zařízení najede do požadovaných pozic manipulačních otvorů v bezobslužném režimu, a to z libovolné HK, PHK nebo SPB do libovolné jiné komory. Zařízení je navrženo s dostatečným počtem laserových antikolizních prvků, aby bylo zabráněno případné kolizi s nahodilým předmětem v trase pojezdu nebo k dalším kolizím během manipulace s dopravovaným materiálem.



Obr. 2: Zavážecí zařízení otvírá stropní zátku horké komory

Zařízení je schopné těsného propojení stínicího zvonu s hermetickým boxem, ve kterém je udržován konstantní podtlak, otevření vnitřního boxu, vysunutí/spuštění schránky se ZIZ do hermetického boxu, zasunutí/vytažení schránky se ZIZ do zvonu, zavření zvonu a vnitřního boxu, přesun zavážecího zařízení nad požadovanou komoru.

Zavážecí zařízení je vybaveno systémem pro bezobslužné navádění nad manipulační otvory komor, který umožňuje dálkové ovládnání zařízení. Informace o poloze zařízení, provozních stavech a poruchách jsou znázorněny na zobrazovacím panelu v operátorovněch. Všechny části zavážecího zařízení, které mohou při provozu přijít do styku se ZIZ, jsou vyrobeny z nerezové oceli.

Stínicí zvon slouží jako biologické stínění přepravního koše. Tvoří tedy ochranu osob před ionizujícím zářením. Základní těleso stínicího zvonu je tvořeno dutým ocelovým válcem o síle stěny 400 mm, který ve spodní části přechází ve stupňovité sedlo kruhového průřezu, jež nasedá na stupňovitý vstupní otvor do horkých komor.

2.1. VÝSLEDKY MCNP SIMULACE STÍNICÍCH VLASTNOSTÍ

Pro simulaci byl použit výpočetní kód MCNP (Monte Carlo N-Particle transport code), který je univerzálním výpočetním kódem pro simulaci transportu různých druhů částic ve 3D látkovém prostředí.

Byl uvažován bodový zdroj ^{60}Co s aktivitou 300 TBq, který byl umístěn na ocelové zátce. Materiálové složení bylo aproximováno v maximální možné míře dle platných norem. Mezi pístem, tyčí pístu a příslušnými stěnami zvonu byla předpokládána netěsnost ve tvaru kruhové vzduchové štěrbině s šířkou 1 mm. Simulován byl tok fotonů na povrchu zvonu v různých bodech, který byl převeden na příkon prostorového dávkového ekvivalentu $H^*(10)$ podle hodnot konverzních faktorů doporučených ICRP (International Commission on Radiological Protection). Výsledky simulace jsou zobrazeny na obrázku 3.

hyby pojezdového vozíku jsou ovládány pomocí tlačítek rádiového dálkového ovládání. Pomocí tlačítek lze najet na libovolné pozice. Veškeré ochrany a koncové spínače zůstávají funkční. Pomocí tlačítek lze ovládat zvedání/ukládání zátek a spuštění/zvedání zvonu. Pomocí rádiového dálkového ovládání nelze ovládat pohyb transportního koše, toto lze pouze z operátoroven HK.

Nouzový režim

K obsluze zařízení je použit dálkový ovladač napojený přímo pomocí kabelu a konektoru na PLC pro obsluhu pohonů. Obsluhovat je možné na fyzické úrovni řízení pohonů. Jsou omezeny některé blokové funkce řízení. K obsluze tohoto režimu má práva jen školená obsluha.

Havarijní režim

Předpokládá se výpadek všech výkonných pohybových agregátů, případně výpadek napájecího napětí. Pohyby zařízení je možné obsluhovat manuálně prostřednictvím kliky.

2.5. POPIS ZÁKLADNÍCH ALGORITMŮ PROVOZU ZAVÁŽECÍHO ZAŘÍZENÍ

Obecné algoritmy pro vykonání příkazu v bezobslužném režimu:

- Před provedením příkazu v automatickém režimu, provede zavážecké zařízení vnitřní kontrolu systémů. Na základě této kontroly vydá zprávu, že zařízení je připraveno k vykonání zadaného příkazu, po kvitaci obsluhou se následně provede požadovaný úkon. V případě negativní kontroly systém odešle zprávu o zjištěných neshodách nebo poruchách.
- V případě vzniklých neshod zjištěných během kontroly systému je obsluze umožněno ovládat zavážecké zařízení v manuálním režimu.
- Zavážecké zařízení může pracovat v bezobslužném režimu pouze při zatažené zátku ve stínicím zvonu.

Transport materiálu mezi manipulačními otvory jednotlivých komor („z pozice 1 do pozice 2“)

- Po zadání požadovaných pozic provede zavážecké stroj příkaz v bezobslužném režimu.
- Při dosažení pozice 2 systém ohlásí (vizuálně, akusticky, ve vizualizaci na PC v operátorovně) splnění požadovaného příkazu.
- Přesnost polohování zavážeckého zařízení je ± 1 mm.

Svislý posuv stínicího zvonu:

- Příkaz je proveden pouze pokud je zavážecké zařízení v požadované pozici nad manipulačním otvorem (manipulační otvor musí být bez zátky).
- Algoritmus je ukončen při dosažení dolní polohy, tj. dosednutí stínicího zvonu do manipulačního otvoru stropního panelu stínění, kdy dojde k utěsnění zvonu s přírubou hermetického boxu nebo při dosažení horní polohy zvonu.

3. OBALOVÝ SOUBOR

Standardní příjem vzorků do komory je realizován pomocí vlastního transportního obalového souboru (OS) ŠKODA 300 TERA typu B (U) (Obr. 5, 6) z ochuzeného uranu o hmotnosti 3 600 kg, který byl navržen pro transport vzorků do maximální aktivity 300 TBq ^{60}Co tak, že příkon dávkového ekvivalentu kdekoli na povrchu OS nepřekročí 2 mSv/h.



Obr. 5: Obsluha zbaví obalový soubor protipádové ochrany

Obr. 6: Ve vertikální pozici se pomocí jeřábu přesune na připravené (odzátkované) sedlo na stropní desce horké komory |



Obr. 8: Pracovníci provedou vysunutí vnitřního hnízda do prostoru komory.

jeřábu usazen obalový soubor. Jeřáb je ovládán dálkově, aby nedošlo k ohrožení operátora. Po dosednutí na HK slouží obalový soubor jako stínící element. (Obr. 7, 8) V dalším kroku je obsluhou z obalového souboru dálkově vysunuto vnitřní hnízdo přímo do prostoru HK, kde následně operátor HK provede vyložení/naložení hermetických pouzder se vzorky z/do obalového souboru (Obr. 8, 9).

OS byl konstruován pro přímé zavezení do jednotlivých komor. Konstrukce OS dovoluje jeho přímé hermetické napojení na vstupní hrdlo kterékoli z komor a přímé spuštění hnízda do útrobu komory prostřednictvím dálkového ovládání.

Na zvolené komoře se pomocí halového jeřábu odstraní zátku. Na vzniklý otvor je pomocí

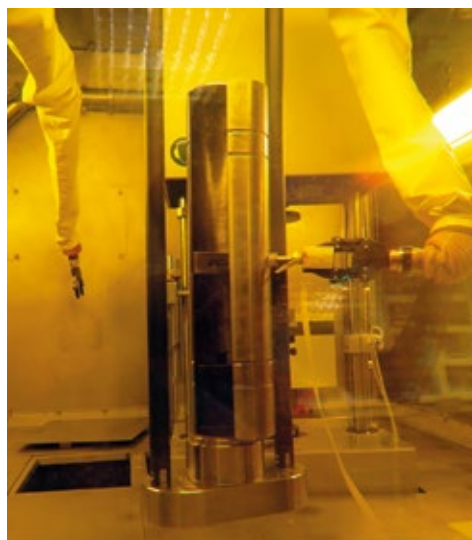
4. SUCHÝ PŘEKLÁDACÍ BAZÉN (SPB)

Je určen pro příjem a předávání hermetických schránek nebo obalů s aktivními vzorky, které jsou dovezeny nebo odváženy v nestandardních transportních obalových souborech. Hermeticky uzavřené schránky či obaly tvoří např. zavařená kovová pouzdra nebo



Obr. 7: Po dosednutí obalového souboru na hrdlo komory se provede dozimetrická kontrola radiální těsnosti spojení

Obr. 9: Operátor horké komory provede naložení/vyložení hnízda pomocí manipulátorů z operátorovny. Poté bude vnitřní hnízdo obsluhou vtaženo zpět do obalového souboru



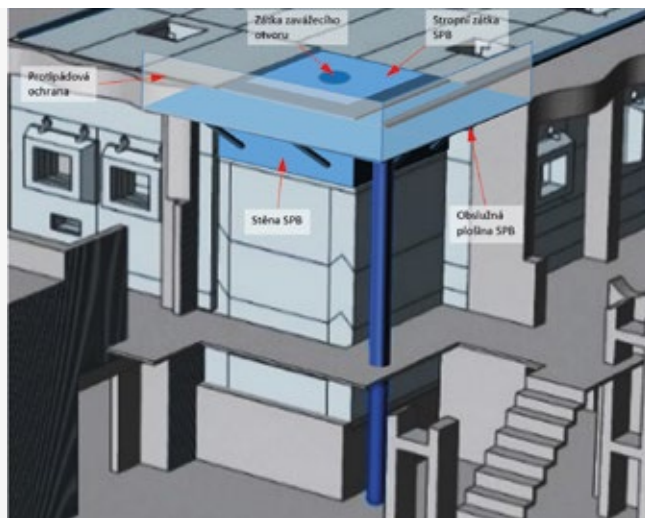


Obr. 10: Obsluha přimontuje k OS zpět protipádovou ochranu a připraví jej k transportu

dvojitě těsněné hermetické schránky takového provedení, aby je bylo možné bezpečně přijmout v SPB. V prostoru SPB je možno provádět pouze vyložení nebo naložení hermetických schránek a obalů do obalového souboru nebo přeložení ze SPB do HK6 a to přes hermetický přestupník, který je k tomuto účelu určený. SPB není určen pro činnosti vedoucí k porušení hermetičnosti schránek a obalů (balení, vybalování vzorků), to může probíhat výhradně v sousední HK6. SPB lze použít rovněž pro manipulace s jednoduchými a významnými uzavřenými radionuklidovými zářiči.

SPB má stejné biologické stínění jako HK. Po vložení obalového souboru do SPB, dojde k uzavření SPB. SPB nedisponuje průzorem, další manipulace proto probíhají prostřednictvím dálkových manipulátorů zprostředkovaně, pomocí radiačně odolného kamerového systému. Možná je i nakládka obalového souboru obráceným postupem, s podmínkou umístění zdrojů IZ do hermetických schránek. SPB umožňuje polohování kontejneru pomocí hydraulické zdvihací plošiny nosnosti 8 000 kg a manipulaci pomocí portálového jeřábu nosnosti 2 000 kg, které jsou součástí vnitřního vybavení SPB.

Po vyjmutí hermetických pouzder se zdroj IZ z obalového souboru se zářiče transportují z prostoru bazénu hermetickým přestupníkem (viz kapitola 5) do HK6, ve které se nachází stíněný trezor pro dočasné ukládání vzorků.

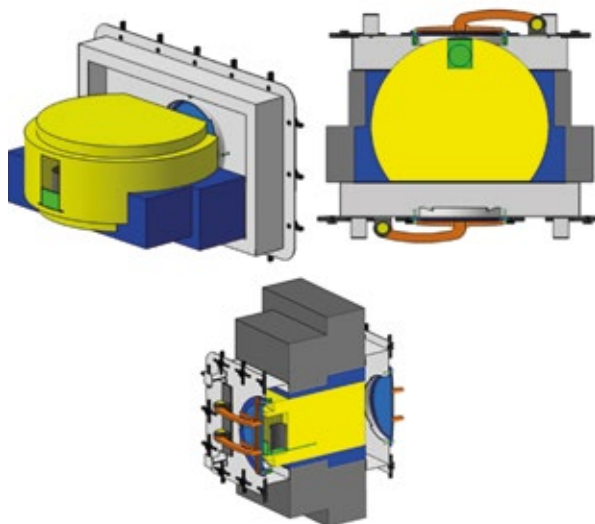


Obr. 11: Suchý překládací bazén

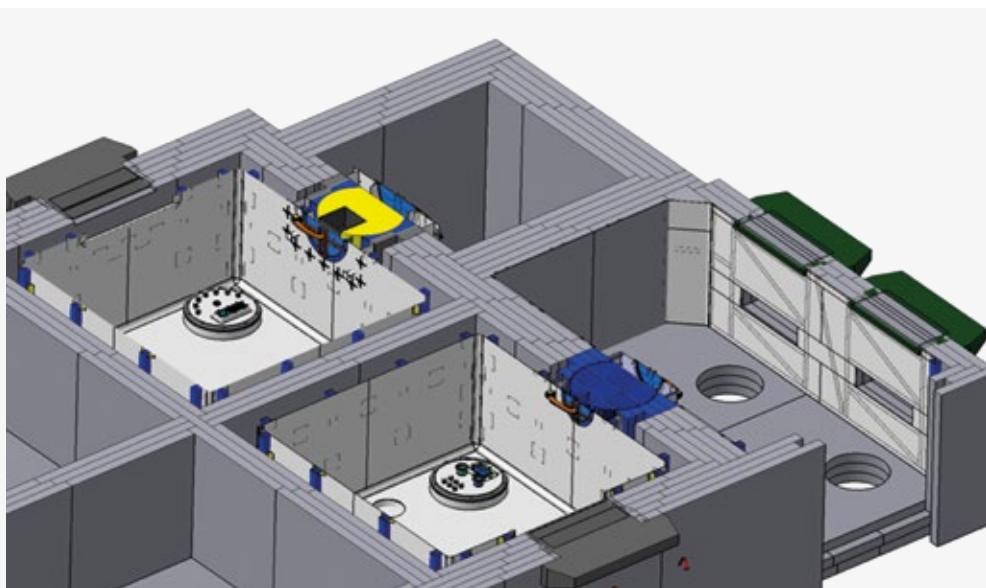
Výška konstrukce SPB je 6 990 mm. Konstrukce je uzavřena stropní zátkou o tloušťce 400 mm (shodná tloušťka se stropním stíněním všech ostatních horkých komor). Stropní zátka je tvořena dvěma částmi – stropní zátkou SPB a zátkou otvoru pro zavážení vzorků (ve stropní zátce SPB). Horní hrana stropu (resp. stropní zátky) SPB se nalézá ve shodné výšce, jako stropní stínění ostatních komor, které dohromady tvoří jednotlitou podlahu třetího patra komplexu horkých komor Radiochemie II (zavážecí haly), nad níž se pohybuje zavážecí zařízení.

5. PŘESTUPNÍKY

Další ze způsobů transportu vzorků mezi některými komorami představují tzv. „přestupníky“ (Obr. 12, 13). Jejich design zaručuje



Obr. 12: Přestupník SPB/HK6



Obr. 13: Umístění přestupníků uvnitř HK |

snadnou odnímatelnost hermetických boxů a zároveň radiační těsnost, aby se zabránilo průstřelům záření do sousedních komor. Přestupníky jsou otočné – poháněné dálkově ovládaným elektromotorem. V případě poruchy či výpadku však mohou být ovládány manuálně prostřednictvím dálkového manipulátoru.

Operátor manipulátorem otevře hermetická dvířka přestupníku a vloží do přestupníku vzorek. Po uzavření hermetických dvířek se otočením přestupníku o 180° vzorek přemístí na stranu sousední komory, kde si jej operátor po otevření dalších hermetických dvířek převezme.

Poděkování: Prezentované výsledky byly finančně podpořeny Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy ČR – projekt LQ1603 Výzkum pro SUSEN. Práce byla realizována na velké infrastruktuře Udržitelná energetika (SUSEN), vybudované v rámci projektů CZ.1.05/2.1.00/03.0108 a CZ.02.1.01/0.0/0.0/15_008/0000293.

Mgr. David Zoul



Absolvoval Matematicko-fyzikální fakultu Univerzity Karlovy v Praze v oborech Bezpečnost jaderných zařízení a Kvantová biofyzika. Na Fakultě jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT v Praze poté získal akreditaci pro výkon zdravotnického povolání v oboru radiologická fyzika. V letech 2001-2013 pracoval ve Fakultní nemocnici v Motole a v Nemocnici Na Homolce jako dohlížející osoba v oblasti radiodiagnostiky a jako lékařský fyzik v oboru radiační onkologie, se zaměřením na léčbu dětské leukémie. Od roku 2004 je členem České společnosti fyziků v medicíně (ČSFM).

V letech 2006-2013 přednášel lékařskou fyziku na 2. lékařské fakultě Univerzity Karlovy v Praze a Fakultě biomedicínského inženýrství ČVUT.

Od roku 2014 pracuje ve společnosti Centrum výzkumu Řež v oblasti dozimetrie ionizujícího záření, kde se zabývá mimo jiné výzkumem a vývojem organických integrujících dozimetrů a přístrojů pro gama tomografii. Současně vykonává soustavný dohled nad dodržováním požadavků radiační ochrany na pracovištích s otevřenými a uzavřenými radio-nuklidovými zdroji.

Reference:

- [1] Petříčková, A.; Srba, O.; Švrčula, P.; Mikloš, M.; Svoboda, P.: Introduction of hot cell facility in Research Centre Řež, BJE, 2015, Svazek 23 (61), Číslo 7/8, Strany 343-348

Normalizace odchylky

aneb co má společného havárie Costy Concordie s vyloupením amerického muzea a českou kauzou svary?

(3. část) - Vyloupení muzea Isabelly Stewart Gardnerové a havárie raketoplánu Challenger

Mgr. Marek Bozenhard

Pojem „normalizace odchylky“ (normalization of deviance) poprvé použila americká socioložka Diane Vaughan při vyšetřování havárie raketoplánu Challenger. Z hlediska bezpečnosti jde o alarmující stav, který po čase nemusí být vůbec odhalitelný z pohledu organizace a jedince, jenž je součástí této organizace. A především, bývá velmi obtížně odstranitelný. Ovlivňuje chování, jednání, rozhodování a vnímání rizika, může mít tedy vliv i na jadernou bezpečnost a zabezpečení, radiační ochranu a technickou bezpečnost.

Článek shrnuje syndromy, které vedou k odchýlenému chování a mohou vyústit až do „normalizace odchylky“ a v neposlední řadě se zabývá možnostmi, kterak vznik odchylek co neúčinněji omezit.

Rozebírá rovněž několik konkrétních příkladů, jejichž hlavním příčinou byla právě „normalizace odchylky“ – půjde o ztroskotání výletní lodi Costa Concordia (2012), loupež uměleckých děl z muzea v Bostonu s astronomickou škodou (1990), havárii raketoplánu Challenger (1986) a „kauzu svary“, která zaměstnává naši jadernou komunitu od roku 2015.

The term “normalization of deviance” was coined by American sociologist Diane Vaughan when reviewing the Challenger disaster. In terms of safety, this is an alarming state that over time may not be detectable at all from the perspective of the organization and the individual who is part of that organization. And, above all, it is very difficult to remove. It affects behaviour, actions, decision-making and risk perception and can therefore also affect nuclear safety and security, radiation protection and technical safety.

The article summarizes syndromes that lead to deviating behaviour and can result in “normalization of deviation” and last but not least it deals with possibilities how to reduce deviations in the most effective way.

It also analyses some specific examples, the main cause of which was “normalization of deviation” – capsizing of the Costa Concordia cruise liner (2012), the theft of artwork from the Boston Museum with astronomical damage (1990), the Space Shuttle Challenger accident (1986) and the “cause welds”, which has been keeping our nuclear community busy since 2015.

V tomto díle si připomeneme dvě významné události z konce 20. století, jejichž příčinou byla znormalizovaná odchylka. Ta, jak jsme si uvedli v předchozích dílech, se musela vytvořit během řady let a následně „znormalizovat“ do té míry, že vedla i k posunutému vnímání rizika. Riziko se následně projevilo již zmíněným „fatálním selháním“ systému. V případě loupeže v bostonském muzeu je škoda odhadována na 500 mil. USD, historická hodnota odcizených uměleckých děl je však nevyčíslitelná. V případě havárie raketoplánu Challenger přišlo o život všech sedm astronautů a rovněž přímá finanční újma byla nezanedbatelná – jen samotná ztráta raketoplánu přišla NASA na přibližně 3 miliardy USD.

LOUPEŽ V MUZEU ISABELLY STEWART GARDNEROVÉ, BOSTON, 1990

Zakladatelka bostonského muzea, Isabella Stewart Gardnerová (14. dubna 1840 – 17. července 1924), byla přední americká sběratelka a mecenáška umění a filantropka. Svůj dlouholetý sen o založení vlastního muzea završila 1. ledna 1903, kdy bylo muzeum nesoucí její jméno a vybudované po vzoru benátských renesančních paláců slavnostně otevřeno – nejprve pro zvané hosty, o měsíc později již pro širokou veřejnost. Rozsáhlá sbírka dnes zahrnuje více než 7 500 obrazů, plastik, tapiserií, nábytku, keramiky, 1 500 vzácných knih a rukopisů a 7 000 dalších předmětů pocházejících z různých období od starověkého Říma.

Isabella Stewart Gardnerová žila ve čtvrtém patře muzea, které sloužilo jako sídlo ředitelů muzea i po její smrti. Když se však čtvrtou ředitelkou stala v září roku 1989 Anne Hawleyová, více než osmdesátiletou tradici přerušila a do muzea se nepřestěhovala. O šest měsíců později bylo muzeum vyloupeno.

Tím se dostáváme k jedné z největších a dosud neobjasněných loupeží umění, k níž došlo dne 18. března 1990 v časných ranních hodinách. Muzeum Isabellly Stewart Gardnerové vyloupili dva zloději. Při 81 minut trvajících akci zneškodnili jedině dva hlídače a odcizili 13 uměleckých děl, jejichž hodnota se odhaduje na 500 milionů USD. Žádný z uloupených obrazů a dalších artefaktů dosud nebyl nalezen, vyšetřování nadále probíhá.

Chronologie události je následující: V 1.24 hodin u muzea zazvonili dva muži oblečení jako policisté. Do domovního telefonu tvrdili, že jedou prošetřit ohlášené rušení pořádku, což znělo v podstatě věrohodně, neboť právě dobíhala Noc sv. Patrika a flamendři se ještě potulovali ulicemi. První strážný, který u pultu centrální ochrany hovor přijímal, příchozí sledoval na obrazovce. Druhý, tehdy pětadvacetiletý hlídač, který poprvé sloužil noční směnu, byl v té době na obchůzce.

Strážným sedícím u pultu centralizované ochrany muzea byl tehdy třiaadvacetiletý student Berklee College of Music. Ten již v dřívějším rozhovoru prohlásil, že je to „nejnudnější práce na světě“ a přiznal, že často přijíždí do práce pod vlivem marihuany, i když to údajně nebyl případ předmětné služby. Protože „se cítil nucen poslouchat požadavky policejních důstojníků“, rozhodl se „policisty“ pustit dovnitř, a navíc na jejich přání odvolal svého kolegu z obchůzky. Svým rozhodnutím příchozí vpustit porušil hned dvě hlavní pravidla:

- nikoho nepouštět do muzea po otevíracích hodinách, s výjimkou těch, kteří měli speciální povolení, nebo byli přímo povoláni muzejním personálem
- nikdy nenechat bezpečnostní pult bez dozoru

Falešní policisté jej pod záminkou potřeby identifikace vylákali od pultu, kde byl jediný hlásič poplachu napojený na policii, svázali ho a následně pult centralizované ochrany obsadili. Po návratu druhého strážného z obchůzky svázali i jeho. Oba zajatce dopravili





Obr. 2: Jediná mořská scénérie Rembrandta van Rijna, Kristus v bouři na Galilejském moři, 1633; zdroj: gardnermuseum.org

do suterénu muzea, zalepili jim oči i ústa lepicí páskou a přivázali je k potrubí a ponku. Tak je také později ráno našli skuteční policisté přivolání ranní směnou, která se nemohla dostat do budovy.

Poté lupiči vypnuli bezpečnostní systémy a odcizili 13 uměleckých děl, včetně obrazu Koncert od Jana Vermeera, tří obrazů od Rembrandta, čtyř od Edgara Degase, jednoho od Édouarda Maneta a jednoho od Govaerta Flincka, které za tímto účelem vyřezali z rámců.

Před odchodem přibalili ještě videokazety se záznamy bezpečnostních kamer monitorujících jejich příchod a vytištěná varování z detektorů pohybu. Nevěděli však, že jejich originály byly uloženy na pevném disku...

Vedení muzea si zcela jistě uvědomovalo velkou bezpečnostní slabinu, na kterou ostatně poukazovala i bezpečnostní zpráva vypracovaná již rok před událostí. Hlavním problémem byl již samotný nábor hlídačů – přijímání byli lidé bez ohledu na kvalifikaci a zejména bez skutečného zájmu o profesionální výkon služby. Chybělo rovněž jejich dostatečné proškolení a řádný dozor. S přihlédnutím k rozsahu a unikátnosti muzejní sbírky a zejména její nevyčíslitelné umělecké hodnoty byl také naprosto neadekvátní počet strážných. Celé

muzeum hlídaly pouze dvě osoby, z nichž jedna kontrolovala pult centrální ochrany a druhá prováděla obchůzku. Chybělo víceúrovňové zabezpečení, jakási analogie ochrany do hloubky, přestože jedním z doporučení bezpečnostní zprávy bylo přesunout celý bezpečnostní systém do kontrolní místnosti přístupné pouze těm, kdo mají klíče.

Normalizovanou odchylku pozorujeme v tom, že bezpečnostní pracovníci opakovaně porušovali předpisy a pravidla a ani se tím příliš netajili (pravidla jsou hloupá a neúčinná, viz první díl). Stráž nebyla žádným způsobem vycvičena na různé situace. Její pracovníci například nevěděli, jak se mají chovat, když přijde neohlášená policie, ačkoli existovalo

Obr. 4: Interiér jedné z dotčených místností muzea; zdroj: gardnermuseum.org



```

Date: 03/18 Time: 01:54 Panel: 02 P2 Status: ALARM
Alarm Point: 09 DUTCH ROOM
!SOMEONE IS IN THE DUTCHROOM. INVESTIGATE IMMEDIATELY!!!

Date: 03/18 Time: 01:54 Panel: 02 P2 Status: NORMAL
Alarm Point: 09 DUTCH ROOM
!SOMEONE IS IN THE DUTCHROOM. INVESTIGATE IMMEDIATELY!!!

Date: 03/18 Time: 01:55 Panel: 02 P2 Status: ALARM
Alarm Point: 09 DUTCH ROOM
!SOMEONE IS IN THE DUTCHROOM. INVESTIGATE IMMEDIATELY!!!

Date: 03/18 Time: 01:55 Panel: 02 P2 Status: NORMAL
Alarm Point: 09 DUTCH ROOM
!SOMEONE IS IN THE DUTCHROOM. INVESTIGATE IMMEDIATELY!!!

Date: 03/18 Time: 01:55 Panel: 02 P2 Status: ALARM
Alarm Point: 09 DUTCH ROOM
!SOMEONE IS IN THE DUTCHROOM. INVESTIGATE IMMEDIATELY!!!

Date: 03/18 Time: 01:55 Panel: 02 P2 Status: NORMAL
Alarm Point: 09 DUTCH ROOM
!SOMEONE IS IN THE DUTCHROOM. INVESTIGATE IMMEDIATELY!!!

Date: 03/18 Time: 01:55 Panel: 02 P2 Status: ALARM
Alarm Point: 09 DUTCH ROOM
!SOMEONE IS IN THE DUTCHROOM. INVESTIGATE IMMEDIATELY!!!

```

Obr. 3: Výpis hlášení z pohybových čidel.
zdroj: gardnermuseum.org

obecné pravidlo zamítnutí vstupu komukoli, kdo se předem nenahlásí. Celkově však nevní- mali rizika a necítili se být zranitelní. Viděli, že k tomu, aby „správně“ pracovali, stačí „přečkat“ přidělenou směnu – vždyť k výkonu služby nepotřebují žádný speciální výcvik ani cílené vzdělání. Registrovali, že při najímání do ostrahy je rozhodující ochota sloužit v „nudné“ službě a mít za to nějaký zisk, nikoli zodpo- vědný přístup zohledňující reálné zvažování faktů a rizik. Čím více jsou tyto odchylky po- voleny, tím více se normalizují.

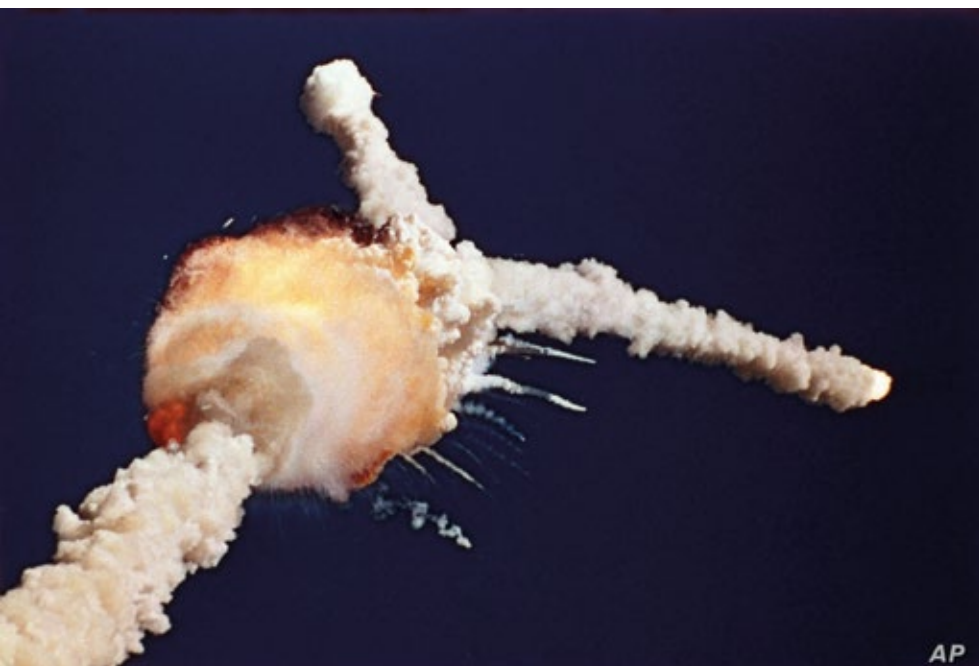
FBI loupež nadále vyšetřuje. Stopy vedou k členům bostonské mafie – u jednoho z nich našla policie při domovní prohlídce v roce 2012 (nařízené kvůli jinému deliktu) uniformy policistů. Ten však žádný podíl na loupeži ne- přiznal ani na smrtelné posteli v roce 2016. Existuje rovněž verze, že byla sbírka prodána někdy kolem roku 2000 ve Filadelfii do ne- známých rukou. Je velice pravděpodobné, že lupiči, kteří použili uniformy policistů, byli v muzeu zaměstnání nebo měli přinejmen- ším nadstandardní informace. V každém případě věděli o tajných dveřích i chodbách, které využili.

Ani přes vysokou odměnu 10 mil. USD, kterou muzeum nabízí za stopu vedoucí k nalezení uloupených artefaktů, se stále žádný z nich nepodařilo vypátrat. Prázdny rámy na stě- nách jsou tak smutnou každodenní připo- mínkou vydařeného loupeže a zároveň vyjádře- ním naděje, že se odcizená díla jednou vrátí na svá místa.

HAVÁRIE RAKETOPLÁNU CHALLENGER

Touto událostí by se bylo slušelo celý seriál za- hájit – ostatně právě na jejím pozadí/příkladu americká socioložka Diane Vaughan zavedla nový pojem „normalizace odchylky“, viz prv- ní díl. Popis a analýza havárie je všeobecně známá, neboť se jednalo o mediálně vysoce zajímavou událost – na jejím šetření se kro- mě expertů NASA podíleli i přední američtí vědci. Vyšetřovatelé měli k dispozici velké množství dat – záznamy rozhovorů, svědectví, výpovědi, elektronickou a jinou komunika- ci. Dal se tak velmi dobře analyzovat scénář události i veškeré kroky, které jí přecházely. Rovněž vyšetřovací zprávy – jedna i pro Kon- gres USA – jsou rozsáhlé a nabízejí celou řadu odhalených odchylek, příčin a následně reali- zovaných nápravných opatření. A právě proto, že byla havárie vyšetřena do značné hloubky a mnoho závěrů je známých, a to i díky jejímu širokému zdokumentování a popularizaci, za- řadil jsem tuto událost až do předposledního dílu. Nepůjde o komplexní rozbor, ale zamě- ření na několik aspektů, díky nimž mohla Di- ane Vaughan zformovat a objasnit svou teorii „normalizace odchylky“, tedy na faktické koře- nové příčiny této havárie.

D. Vaughan rekonstruuje kroky vedoucí k osu- dovému rozhodnutí, aby prokázala, že to, co se stalo v NASA, nebyla machinace, podvod nebo zneužití, ale katastrofální chyba. Proč se manažeré NASA, kteří nejenže měli před startem všechny informace, ale byli před ním dokonce i varováni, rozhodli pokračovat? Při vyprávění o tom, jak se rozhodnutí odehrá- valo očima manažerů a techniků, objevuje Vaughan postupný sestup do špatného úsud- ku, podporovaný kulturou organizace, provo- zující vysoce rizikové technologie. Odhaluje, jak a proč lidé z NASA, byť opakovaně čelili důkazům, že se něco děje, normalizovali od- chylku tak, aby pro ně byla přijatelná.“ (zdroj: The Challenger Launch Decision: Risky Tech- nology, Culture, and Deviance at NASA, Diane



Obr. 5: Raketoplán Challenger při havárii.
Zdroj: voanews.com

Vaughan, University of Chicago Press, 1996 – Social Science)

Challenger (ev. č. OV-099) byl jedním z šesti provozovaných raketoplánů vystavených v rámci programu „Space Shuttle“. Sestava raketoplánu se skládala z dvou pomocných startovacích stupňů SRB (Solid Rocket Boosters), odhazovací nádrže ET (External Tank) a družicového stupně (Orbiter), který byl vybaven hlavními motory SSME (Space Shuttle Main Engines), viz obrázek 6.

Celková délka sestavy při vzletu byla 56,14 m. Vzletová hmotnost se u jednotlivých exemplářů i jejich misí lišila a pohybovala se přibližně kolem 2 050 tun. Přistávací hmotnost také kolísala a závisela zejména na množství nákladu, dopravovaného zpět na Zemi; obvykle se pohybovala od 90 do 115 tun.

Raketoplán Challenger byl zničen 28. ledna 1986, 73 sekund po startu své desáté mise (STS-51-L). Všechny sedm astronautů na palubě zahynulo.

Přímou příčinou havárie bylo selhání SRB, tedy pomocných raket na tuhá paliva. Následující obrázek č. 7 ukazuje skladbu pomocných raket:

Abychom pochopili souvislosti vztahující se k vzniku události, musíme se vrátit do minu-

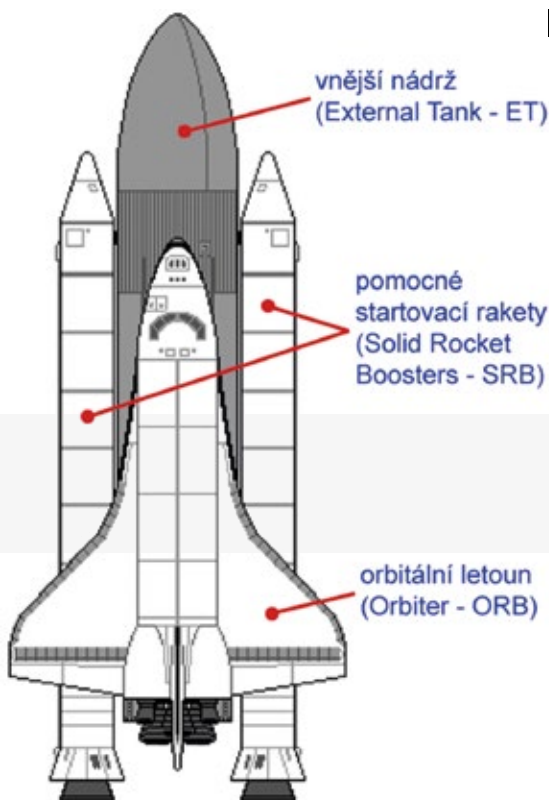
losti. Prakticky žádná událost totiž nevzniká v čase, kdy se projeví. Analýza historie je tedy naprosto klíčová – poukazuje na chyby či odchylky, které bylo možno odhalit a zastavit.

V prosinci 1973 šéf NASA James C. Fletcher zveřejňuje rozhodnutí o vítězi výběrového řízení na výrobu pomocných startovacích raket SRB. K všeobecnému překvapení byla vybrána firma Morton Thiokol (MT) z Utahu, jejíž řešení bylo ze všech čtyř přihlášených firem nejkomplicovanější: SRB musela být vyrobena a pospojována až na místě, protože výrobní závod firmy MT ležel 3 200 kilometrů od kosmodromu. Přeprava rakety SRB o celkové hmotnosti 600 tun a délce přes 40 metrů v kuse byla nemožná.

Firma MT navrhla rozdělit pomocné startovací rakety SRB na čtyři mohutné válce, tvořené vždy dvěma základními segmenty, každý o délce 8 m a šířce 3,5 m, aby se daly bez větších potíží přepravovat i po železnici.

Důvod výběru nabídky firmy MT, jak naznačilo vyšetřování, byl prostý – šéf NASA pocházel z Utahu a snažil se, jak bylo zcela běžné, přilepšit svému regionu. Jednalo se o prvotní odchylku – z politických důvodů bylo vybráno složitější a drahé řešení.

Již první testování vyrobených SRB ukazovalo, že existuje problém v mís-



Obr. 6: Hlavní komponenty sestavy raketoplánu Challenger (zdroj: OFRII.com)

Je třeba zdůraznit, že o-kroužky segmentů SRB byly z hlediska bezpečnosti klasifikovány jako třída 1 bez redundance, což znamená, že selhání takovýchto komponent by přineslo fatální následky. Šlo tedy o nejdůležitější součásti raketoplánu, jejichž závada způsobila úmrtí všech členů posádky a zničení celého stroje.

Firma MT se snažila na zjištěné odchylky reagoval:

- byl použit jiný tmel;
- pohyby segmentů se nedaly příliš řešit.

vznikla tak pouze drobná opatření:

- degradaci o-kroužků se rovněž příliš nezabývala – předpokládalo se, že problém vyřeší nový tmel.

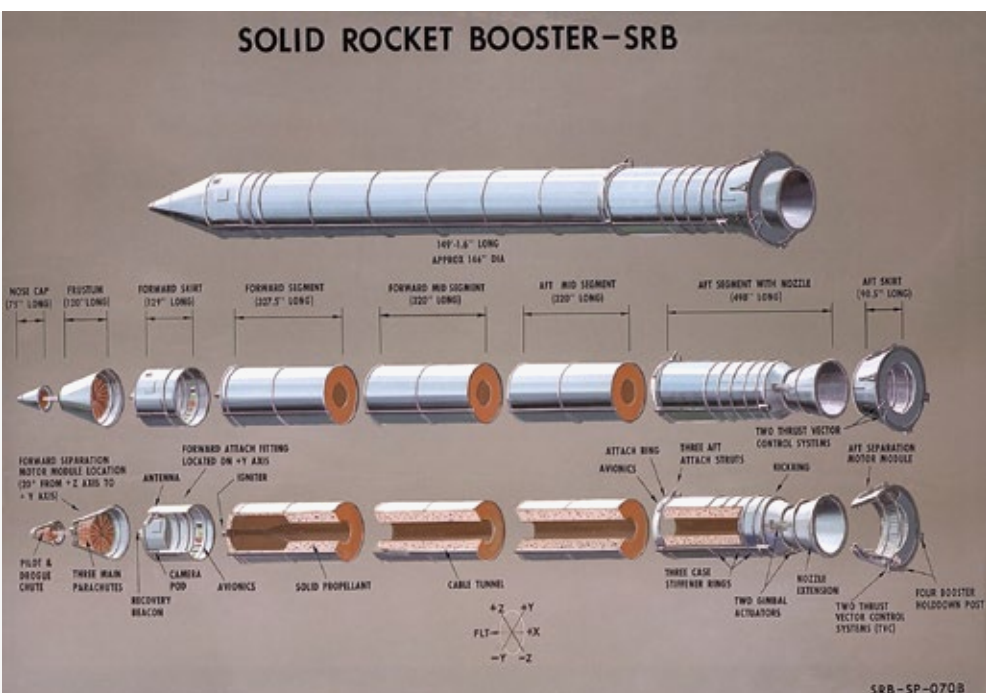
Záměna tmelu situaci trochu zlepšila, ale odchylky neodstranila – ty nadále existovaly a byly známé minimálně skupině odborníků, která pracovala na řešení problému.

tech. kde jsou jejich jednotlivé díly spojeny. Spoje se nechovaly podle očekávání, vznikla tak odchylka od očekávání, a to z následujících důvodů:

- degradoval izolační tmel v místě spoje;
- docházelo k pohybu segmentů;
- docházelo k degradaci těsnících o-kroužků.

V dubnu 1981 začínají raketoplány startovat s upravenými spoji SRB, které však stále vykazují odchylku od očekávání. Proto byla vytvořena pracovní skupina (MT a NASA), která měla řešit přetrvávající odchylky SRB, ovšem tentokrát již „v běhu“. Skupina vyhodnocovala degradaci spojů při skutečných letech,

SOLID ROCKET BOOSTER—SRB



Obr. 7: Schéma skladby pomocných raket SRB (zdroj: Zpráva Rogersovy komise)



Obr. 8: Demontovaná SRB (zdroj: collectspace.com) |

zpracovávala mnoho materiálů, avšak jejími výsledky/závěry byla víceméně jen další a další varování, která byla předávána vedení. Skutečné nápravné opatření nepřišlo. Bylo totiž v zásadě nerealizovatelné bez generální změny projektu SRB a pravděpodobně i změny dodavatele. Prakticky při každém letu tak byla pozorována „nějaká“ degradace spoje, ale se stoupajícím množstvím startů začínala být odchylka vyhodnocována jako „úroveň přijatelného rizika“. Koncem roku 1985 byla pracovní skupina rozpuštěna, aniž by dosáhla jakéhokoli pokroku nebo realizované nápravy. Někteří z jejích členů s tímto krokem nesouhlasili a důrazně varovali před zjištěnými riziky. Manažeři – zejména ti z NASA – však neslyšeli. Riziko se stalo přijatelným, tedy odchylka se plně znormalizovala.

Brzy poté, co byla pracovní skupina rozpuštěna, přišel 28. leden 1986. Na Kennedyho vesmírném středisku na Floridě panovalo velmi chladné počasí, $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$. V tento den proběhl ostrý spor mezi MT a NASA. Někteří pracovníci firmy MT upozorňovali na to, že pokles teploty může ovlivnit pružnost a spolehlivost o-kroužků spojů SRB. Několik inženýrů proti startu dokonce protestovalo, neboť těsnění spoje nikdy nebylo testováno při nízké teplotě. Vedení MT však na inženýry zatlačilo: „Sundejte si své inženýrské helmy a nasadte manažerský klobouk, pokud znemožníme start, přijdeme o důvěru a zakázky“. NASA

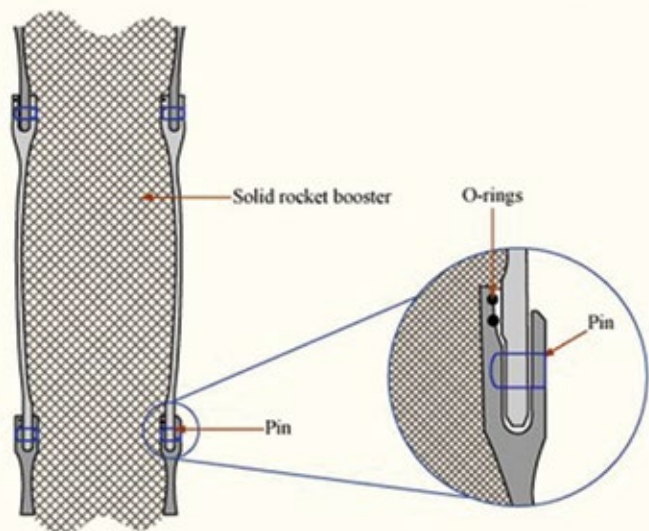
navíc zároveň žádala o jednoznačný průkaz, že chladné počasí ohrožuje start, přičemž technici MT jej nedokázali během krátké doby dodat a zdůvodnit. Ředitel NASA Jesse Moore tak jednoduše prohlásil, že představitelé NASA i jejich dodavatelé považují podmínky za přijatelné.

V ČASE 73 SEKUND OD STARTU DOCHÁZÍ K DESTRUKCI RAKETOPLÁNU.

Příčiny havárie:

- Vybrané složité řešení SRB (dodavatel) z důvodů, jež nesouvisely s bezpečností, avšak byly obvyklé.
- Ačkoli byly známy nedostatky/odchylky SRB, nepodařilo se je odstranit ani přes počáteční intenzivní snahu.
- Byla posunuta hranice přijatelného rizika, neboť dosud nedošlo k fatálnímu selhání.
- Testování trvalo dlouho a bylo shromážděno mnoho výsledků; otázka, zda výsledky poskytl „přijatelné riziko“ nebo ne, postupně ztratily význam. Členové týmu si tak dlouho opakovali, že tyto výsledky jsou „přijatelné“, až toto rozhodnutí začali normalizovat a nezkoumali ho v míře, v jaké tak měli učinit.
- Zapůsobil rovněž syndrom skupinového myšlení, kdy byl poslední odpor rozbit managementem, který pod tlakem prioritizoval splnění mise a upozadil životy astronautů.

Obr. 9: Detail problémového místa spoje (zdroj: MIT)



ale využije nové materiály a výpočetní výkon. Cítil také, že by mohl výrazně snížit náklady při vytváření lepšího produktu, což se mu částečně podařilo (nikoli však v takové míře, v jakou doufal). Nedávno (31. května 2020) jsme byli svědky prvního úspěšného startu jeho kosmické lodě „Space Dragon“ a před ním vypuštění nosných raket „Falcon Heavy“. Nutno však zmínit, že i řada jeho testů byla zprvu neúspěšná.

Jaký tedy učinit závěr z uvedených dvou událostí? Syndromy a symptomy byly prakticky identické se ztroskotáním lodi Costa Concordia, které bylo rozebráno v 2. díle. Opět vznikla iluze „nezranitelnosti“ a došlo k posunu ve vnímání rizika. V případě problému raketoplánů byl vlastně každý start až do osudného 28. ledna 1986 událostí „near miss“ („skoroudálost“).

Následná opatření:

- Starty raketoplánů byly dočasně zastaveny. Proběhly modifikace spojů SRB, byl doplněn třetí o-kroužek, spoj byl dále vyztužen a překryt.
- SRB se přestaly „recyklovat“.
- Byl vydán zákaz startů při teplotě pod 12 °C.
- Proběhla reorganizace NASA, včetně vnitřních procedur a předpisů, a došlo k omezení tlaku na počet startů.

Sedmnáct let trvalo relativně klidné období, během něhož se opět začala pomalu prosazovat nová idea nezranitelnosti, která byla postupně normalizována a vedla k havárii raketoplánu Columbia.

Jak se z havárie Challengeru poučili jiní? Řada zainteresovaných subjektů tuto normalizaci odchylky vnímala jako potenciální signál, že existují větší specifické problémy v rámci operací NASA a průmyslu jako celku. Jedním z nich byl podnikatel Elon Musk, vlastník firem Tesla Motors a SpaceX, který odhalil a následně využil normalizace odchylky v srdci průmyslu. Zamýšlel se nad tím, proč jsou rakety a vesmírné aktivity tak drahé, pomalu se rozvíjejí a postrádají větší inovace. Když začínal s projektem SpaceX, uvědomil si, že normalizovaným odchylkám unikne v případě, že nebude stavět na existující technologii,

V posledním díle se přesuneme do roku 2015 v České republice, kdy byla odhalena domácí „normalizovaná odchylka“ v kauze „svary“. Budou uvedeny i další nové mezinárodní události, které mají pravděpodobně za příčinu normalizovanou odchylku.

Mgr. Marek Bozenhard



Působí na Státním úřadě pro jadernou bezpečnost jako inspektor a vedoucí oddělení kontroly provozu a zpětné vazby. Je odborníkem na hodnocení lidského faktoru a zpětné vazby z provozních zkušeností. Zastává funkci místopředsedy Zkušební komise pro zkoušky zvláštní odborné způsobilosti pracovníků vykonávajících činnosti zvláště důležité z hlediska jaderné bezpečnosti. Absolvoval kurz ČEZ, a.s. „Beta“ na operátora JE Temelín.

Před nástupem na SÚJB pracoval jako projektant v divizi Energoprojekt Praha ÚJV Řež, a.s. Vystudoval jadernou chemii na Přírodovědecké fakultě University Karlovy v Praze.

Kritéria a hodnocení potenciálních lokalit k umístění HÚ pro účely zúžení počtu lokalit

**RNDr. Lukáš Vondrovic, Ph.D., Jaromír Augusta, Ph.D.,
Ing. Antonín Vokál, CSc.**

Předkládaný článek popisuje metodicky proces hodnocení potenciálních lokalit hlubinného úložiště v ČR za účelem zúžení jejich počtu z devíti na čtyři. Pro tento účel byla odvozena vylučující a porovnávací (klíčová) kritéria, a to technická proveditelnost, provozní a dlouhodobá bezpečnost a vlivy na životní prostředí v oblastech hlubinného úložiště. V celkem třinácti klíčových kritériích byly definovány příslušné indikátory rozvíjející každé konkrétní kritérium. Aplikované hodnocení bylo založeno na přiřazení vah jednotlivým indikátorům a kritériím a známkovém hodnocení. Výsledky provedeného hodnocení a citlivostní analýza prokázaly jeho robustnost a spolehlivé odlišení čtyř lokalit pro další etapu prací.

This article describes the methodology applied to the process of the evaluation of potential sites for the construction of a deep geological repository in the Czech Republic. The assessment methodology was applied in order to reduce the number of candidate sites from nine to four. For this purpose, both exclusion and comparison key criteria were defined with concern to technical feasibility, operational and long-term safety and environmental characteristics. A total of 13 key criteria were defined accompanied by the relevant indicators that specified each criterion. The assessment was based on the conversion of the fair value of each indicator to a grade (mark), the calculation of the grade of each criterion, the sums of the product weightings of the various indicators and their overall weightings in terms of each criterion, and the sums of the weightings of each of the criteria. The evaluation and sensitivity analysis demonstrated the robustness of the solution and the reliable differentiation of the four sites destined for the next stage of deep geological repository development.

1. ÚVOD

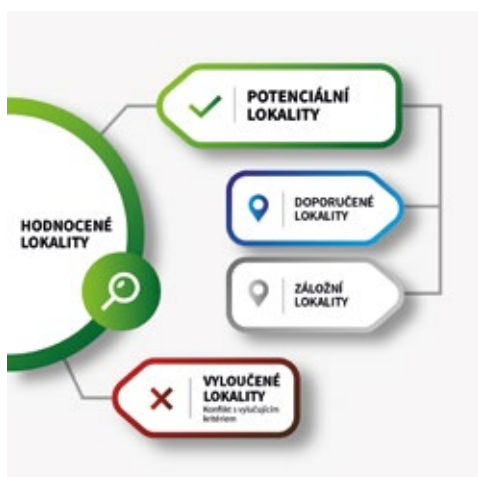
Ukládání radioaktivních odpadů v České republice je prováděno Správou úložišť radioaktivních odpadů (SÚRAO). Pro účely trvalého zneškodnění vysoce aktivních odpadů dle platné Koncepce nakládání s VJP a RAO pak SÚRAO realizuje projekt přípravy hlubinného úložiště. Jde o zařízení, kde má být uloženo vyhořelé palivo z jaderných reaktorů a všechny ostatní radioaktivní odpady nepřijatelné do stávajících přípoверхových úložišť. V České republice bude toto zařízení umístěno ve vhodném krystalinickém horninovém masivu zhruba 500 metrů pod zemským povrchem se zahájením provozu od roku 2065. Bezpečnostní funkce hlubinného úložiště jsou zajišťovány systémem geologických a inženýrských bariér, které se navzájem doplňují a zajišťují ochranu člověka a životního prostředí před průnikem

radionuklidů z uloženého inventáře. První bariéru představuje stabilní horninový blok. Dalšími uměle vytvořenými bariérami budou ukládací ocelové obalové soubory a bentonitové výplně úložných prostor. Hlubinné úložiště musí splnit legislativní požadavky atomového zákona č. 263/2016 Sb a jeho prováděcích vyhlášek. Tyto požadavky musí být splněny nejen ve fázi provozu úložiště, ale zejména po jeho uzavření. V současné fázi přípravy hlubinného úložiště je kladen důraz na vývoj ukládacího konceptu a výběr lokality. V roce 2020 je hodnoceno celkem devět potenciálních lokalit (Obr. 1) v krystalinickém horninovém prostředí. Tento výběr je realizován v postupných krocích za účelem postupné redukce jejich počtu. Popisovaná kritéria v tomto příspěvku byla odvozena pro účely redukce počtu lokalit z devíti na čtyři v roce 2020.

Obr. 1: Potenciální lokality hlubinného úložiště v letech 2014–2020

2. ODVOZENÍ KRITÉRIÍ A POSTUP HODNOCENÍ

Pro účely redukce počtu potenciálních lokalit a odlišení těch relativně vhodnějších (zúžení na čtyři doporučené) byla na základě příslušné legislativy a jiných požadavků – zejména zákonů č. 263/2016, 100/2001, vyhlášky č. 378/2016 a metodického pokynu SÚRAO MP.22, Vokál et al. (2017) kompilována jak kritéria, která vylučují umístění hlubinného úložiště na konkrétní lokalitě, tak kritéria, pomocí kterých lze odlišit relativně vhodnější lokality (klíčová kritéria). Odvození těchto hodnotících kritérií proběhlo také na základě zhodnocení stávajícího souboru popisných dat o jednotlivých lokalitách dle metodiky hodnocení Vondrovic et al. (2019). Geologická data, tvořící podstatnou část znalostní báze pro popis lokalit a hodnocení, byla získána studiem přípoверхové části potenciálních lokalit bez provádění prací se zásahem do pozemku (vrtů). Další sadou dat jsou syntetizující popisné modely lokalit (geologický, hydrogeologický, transportní). K dispozici pro účely porovnání lokalit jsou také předběžné odhady dlouhodobého vývoje lokalit (erozní, seismická, klimatická a vertikální stabilita). Poslední sadou dat jsou pak předběžná projektová řešení (umístění podzemního a povrchového areálu). Získaný stupeň poznání neumožňuje sice zhodnotit lokality v podrobnosti plného splnění požadavků zejména vyhlášky č. 378/2016 o umístění jaderného zařízení, nicméně umožňuje od sebe lokality vzájemně odlišit. Odlišení je



provedeno prostřednictvím tzv. klíčových kritérií. Ta musí být vyhodnotitelná na základě současného stavu poznání, musí potenciální lokality od sebe věrohodně odlišit a nesmí vzájemně mezi sebou korelovat (např. vycházet z přepočtu stejných dat). Kritéria jsou dále specifikována do úrovně indikátorů (dílkých charakteristik kritéria).

Vlastní hodnocení lokalit bylo provedeno ve dvou krocích. V prvním kroku – vyloučení rizik (Obr. 2) – byla zhodnocena pravděpodobnost naplnění vylučujících kritérií dle vyhlášky č. 378/2016 na každé lokalitě. Ve druhém kroku – uplatnění přednosti – pak byly hodnocené lokality mezi sebou vzájemně porovnány v jednotlivých klíčových kritériích v oblastech bezpečnost, technická proveditelnost a vlivy hlubinného úložiště na životní prostředí. Vlastní výpočet hodnocení je založen na váhovém ocenění významnosti jednotlivých indikátorů a kritérií a jejich známkovém ocenění. Váhy indikátorů byly stanoveny expertním odhadem příslušných hodnotitelů. Váhy 13 klíčových kritérií pak byly stanoveny Saatyho expertním porovnáním (Saaty 1980) významnosti kritérií širokým hodnotitelským kolektivem. Jedná se o vzájemné porovnání relativní důležitosti jednotlivých kritérií pomocí hodnotící matice. Výsledné váhy jsou pak výsledkem průměru hodnocení celkem 26 expertů.

Obr. 2: Proces hodnocení lokalit

3. KLÍČOVÁ KRITÉRIA PRO POROVNÁNÍ LOKALIT

Zatímco vylučující kritéria jsou dána legislativními požadavky (vyhláška č. 378/2016 a jiné), kritéria pro porovnání lokalit musela být definována za splnění výše uvedených předpokladů dle požadavků interního dokumentu SÚRAO MP.22 (Vokál et al. (2017)). Hodnotitelským týmem bylo definováno celkem třináct klíčových kritérií. Tato kritéria byla dále specifikována do dílčích indikátorů. Těmto indikátorům byly hodnotitelskými týmy přiřazeny váhy v rámci každého kritéria.

PROJEKTOVÁ KRITÉRIA

K1: Velikost využitelného horninového masivu

Kritérium hodnotí zejména velikost využitelného horninového masivu a jeho rezervu pro uložení předpokládaného inventáře radionuklidů na konkrétní lokalitě. Definované tři indikátory (Využitelnost horninových bloků, Fragmentace území a Fragmentace podzemní části HÚ) pak reflektují prostorovou konfiguraci úložiště vzhledem ke zjištěným geologickým podmínkám.

K2: Dostupnost infrastruktury

K zajištění výstavby a provozu hlubinného úložiště jsou v procesu projektové přípravy kladeny požadavky na dostupnost stavby a její napojení na infrastrukturu. Pro účely porovnání lokality byl definován pouze jeden indikátor, a to Možnost trvalého uložení rubaniny v blízkém okolí, představující předpokládaný nadbytek objemu rubaniny z výstavby podzemní části hlubinného úložiště po odečtení předpokládaného objemu ukládacích míst v blízkém okolí.

BEZPEČNOSTNÍ KRITÉRIA

K3: Popsatelnost a predikovatelnost homogenních bloků

Geologické podmínky v potenciální lokalitě musí být takové, aby bylo možné ji co nejpřesněji popsat a vytvořit 3D strukturně-geologický model. V rámci tohoto kritéria byl hodnocen nejen samotný horninový blok uvažovaný pro umístění podzemní části hlubinného úložiště, ale byly popsány geologické podmínky v jeho širším okolí. Definované indikátory (Stupeň křehkého porušení masi-

vu – zlomové struktury, Stupeň křehkého porušení masivu – puklinové systémy a Stupeň duktilní deformace) pak reflektují přítomnost ploch křehké nespojitosti v horninách ve velkém měřítku (zlomy), menším (puklinové systémy) nebo interní stavbu horniny (duktilní deformace).

K4: Variabilita geologických vlastností

Velká variabilita vlastností neumožňující připravit důvěryhodný 3D geologický, hydrogeologický, či geochemický model je jedním z vylučujících kritérií. V této fázi výběru lokality pro HÚ (zužování potenciálních lokalit z počtu 9 na 4), kdy byly prováděny převážně povrchové geologické práce, však tento faktor slouží pro porovnání lokalit. V definovaných indikátorech (Prostorová variabilita horninového prostředí a Petrologická variabilita hornin) je hodnoceno, zda je v horninovém masivu více různých horninových těles a jaké jsou jejich vztahy, či jak je hornina v příslušném bloku různorodá.

K5 Charakteristika proudění vody v okolí HÚ a transportní charakteristiky (rychlost proudění vody v úložišti a propustnost horninového masivu)

Hodnocení hydrogeologických a transportních charakteristik lokality je důležitým vstupem pro posouzení bezpečnosti hlubinného úložiště. Za nejdůležitější způsob šíření radionuklidů do okolního životního prostředí (biosféry) je považována jejich migrace prou-

RNDr. Lukáš Vondrovic, Ph.D.



Vystudoval obor Strukturní geologie na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy. Působí jako vedoucí úseku přípravy úložišť radioaktivních odpadů. Je členem OECD/NEA a předsedá expertní skupině IGSC Crystalline Club. Odborná praxe 12 let v oblasti geologie, 6 let v oblasti přípravy hlubinného úložiště.



Obr. 3: Použitá kritéria ve druhém kroku hodnocení

dící podzemní vodou. Definované indikátory (Doba dotoku z HÚ do oblasti drenáže, Rychlost proudění v úrovni HÚ, Propustnost v prostoru HÚ, Sestupná vertikální složka proudění, Maximální propustnost poruchových zón do 500 m od hranice HÚ, Specifický průtok v prostoru HÚ, Poměr ředění) pak reflektují charakteristiky rychlostního pole proudění podzemní vody na základě zpracovaných hydraulických modelů lokality.

K6: Identifikace a umístění drenážních bází

Místa, v nichž může docházet k drenáži podzemní vody z prostor hlubinného úložiště (drenážní báze), ovlivňují bezpečnost lokality. Proudění podzemní vody je významný faktor ovlivňující mobilitu radionuklidů v horninovém prostředí. Hlubinné úložiště je vhodné situovat tak, aby transportní cesty radionuklidů, směřující do drenážních bází, byly co nejdelší a transport radionuklidů byl co nejpomalejší. Na základě výše uvedených skutečností byly dle vypočtených hydraulických modelů lokality definovány indikátory zahrnující jednotlivé aspekty předpokládaných transportních cest radionuklidů z úrovně úložiště do biosféry – tedy kam a do kolika toků voda z úložiště teče a jak daleko je úložiště od nejbližší drenáže. Jde o indikátory – Počet drenážních toků, Zastoupení drenáže z plochy HÚ v jediném toku, Zastoupení drenáže z plochy HÚ v jediném povodí, Horizontální vzdálenost HÚ od místa drenáže.

K7: Seismická a geodynamická stabilita

Geologická stavba území k umístění hlubinného úložiště musí zaručit stabilitu hlubinného úložiště po dobu nejméně statisíců let.

Podle § 18, odst. 2, písm. g), i), či j) vyhlášky č. 378/2016 Sb. musí být posouzen výskyt endogenních a exogenních jevů (g), předpokládaný vývoj klimatu (i), či zranitelnost horninového prostředí z hlediska dlouhodobých klimatických změn (j). Definované indikátory (Hodnota maximálního horizontálního zrychlení, Výškový gradient, Procentuální podíl plochy reliéfu postiženého a přetvořeného mladými cykly zpětné eroze a svaňovými deformacemi a Výskyt vulkanických hornin paleogenního až holocenního stáří a kyselek) pak reflektují významné stabilitní parametry – seismicitu, náchylnost k erozi nebo zahloubení a pravděpodobnost budoucí vulkanické aktivity.

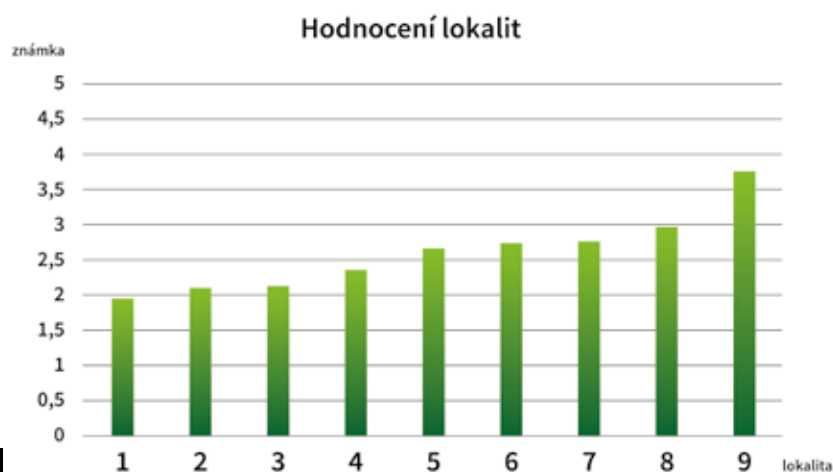
K8 Charakteristiky, které by mohly vést k narušení hlubinného úložiště budoucími aktivitami člověka

Narušení úložiště budoucími aktivitami člověka může na základě mezinárodních doporučení mít dva hlavní důvody, a to buď narušení úložiště s cílem získat uložené VJP jako sekundární surovinu, nebo narušení úložiště s cílem využít dostupné zdroje v území. Důležitá je zabránit neúmyslnému narušení úložiště člověkem po ztrátě informací o existenci úložiště v druhém důvodu. Definovaný indikátor (Ložiskové poměry na lokalitě) reflektuje pravděpodobnost narušení díky přítomnosti zásob nerostných surovin.

KRITÉRIA PROVOZNÍ BEZPEČNOSTI

K9 Jevy ovlivňující šíření radioaktivní látky

V případě hlubinného úložiště jde především o posouzení dopadu možné mimořádné události v horké komoře, kde se bude vyjímat vyhořelé palivo ze skladovacích a přepravních obalových souborů a vkládat do ukládacích obalových souborů. K šíření radioaktivní látky by mohlo dojít i při mimořádné události během přepravy VJP ze skladů do HÚ. Definovaný indikátor (Rozložení a hustota osídlení a jeho vývoj z hlediska šíření radioaktivní látky) reflektují charakteristiky pro výpočet kolektivní dávky a vyhodnocení četnosti předpokládaných přeprav obalových souborů od původce na konkrétní lokalitu.



Obr.4: Výsledky výpočtu hodnocení

ENVIRONMENTÁLNÍ KRITÉRIA

K10 Vliv na povrchové vody a vodní zdroje

Kritérium posuzuje možnosti dopadu vlivů hlubinného úložiště (v celém životním cyklu – výstavba, provoz, uzavření) na povrchové a podzemní vody, včetně zdrojů využívaných pro zásobování obyvatelstva. Je hodnocena přítomnost vodních zdrojů malého i velkého měřítka v různé vzdálenosti od lokality (indikátory Vliv na odtokové poměry a kvalitu povrchových vod v bezprostřední blízkosti povrchového areálu, Ovlivnění vodních zdrojů v blízkosti a Ovlivnění významných vodních zdrojů).

K11 Vlivy na ochranu přírody a krajiny

Kritérium zahrnuje posouzení dopadu výstavby a provozu hlubinného úložiště včetně související dopravní infrastruktury na území přírody a krajiny, na které se při umístování, realizaci a využívání staveb vztahují určitá omezení (ochranné podmínky) dle zákona o ochraně přírody a krajiny a jeho prováděcích vyhlášek. Definované indikátory (Vlivy na biodiverzitu, Vlivy na migrační koridory a migračně významná území, Vlivy na ptačí oblasti a evropsky významné lokality Natura 2000, Vlivy na krajinu) pak reflektují jednotlivé významné komponenty potenciálních vlivů hlubinného úložiště na krajinné prvky.

K12 Vlivy na zemědělský půdní fond a pozemky určené k plnění funkcí lesa

Hodnocené kritérium zahrnuje odhadované nároky na odnětí zemědělské půdy (ZPF) a pozemků určených k plnění funkcí lesa vy-

volané výstavbou hlubinného úložiště, a to ve dvou indikátorech Vlivy na zemědělský půdní fond a Vlivy na pozemky určené k plnění funkcí lesa.

K13 Vlivy na obyvatelstvo, hmotný majetek a ochranu památek

Kritérium zahrnuje hodnocení narušení kvality obytného a rekreačního prostředí nebo změn ve využití stavebních objektů a zásahu do zájmů památkové ochrany. Dva definované indikátory (Narušení faktorů pohody a Vlivy na obytné, rekreační nebo památkově chráně-

Ing. Jaromír Augusta, Ph.D.



Vystudoval obor Konstrukce a dopravní stavby na Fakultě stavební ČVUT. Působí jako vedoucí oddělení projektových a inženýrských činností SÚRAO. Je členem Česká tunelářská asociace ITA-AITES a Společnosti pro trhací techniku a pyrotechniku. Vlastní autorizační osvědčení pro obor Geotechnika, zkoušení a diagnostika staveb, osvědčení odborné způsobilosti báňský projektant a závodní a byl jmenován soudním znalcem v oboru stavebnictví: expanzní rozpojovací práce, trhací práce a jejich vlivy na okolí a geotechnika. Odborná praxe 25 let v oblasti geotechniky, 4 roky v oblasti přípravy hlubinného úložiště.

né objekty) pak hodnotí vliv povrchového areálu na obyvatelstvo v bezprostřední blízkosti povrchových areálů hlubinného úložiště.

4. STANOVENÍ VAH KRITÉRIÍ

Pro stanovení počet třinácti hodnocených kritérií byl pro účely odvození jejich vah aplikován Saatyho postup kvantitativního porovnání pomocí matice párových hodnocení. Při této metodě se všechny dvojice kritérií hodnotí vzájemně a kvantitativně dle expertního odhadu příslušného odborníka. Tým hodnotitelů se skládal z 27 odborníků, kteří byli nominováni organizacemi, jež se podílely na zpracování podkladů pro hodnocení a byly seznámeny s problematikou přípravy HÚ v širších souvislostech, nejenom z pohledu jejich odbornosti. Výsledné váhy ukazují na relativně vyšší významnost pro porovnání lokalit bezpečnostních kritérií (tj. K3-K9) – 68,7%, dále projektových (K1 a K2) – 16,5% a environmentálních (K10-K13) s váhou 14,9%. Toto rozdělení akcentuje v současném hodnocení zejména kritéria dlouhodobé bezpečnosti, z nich pak kritéria geologická a hydrogeologická. Z projektových kritérií je akcentována velikost horninového masivu, z environmentálních kritérií pak charakteristiky, které se vážou na ochranu vodních zdrojů. Pro porovnání vlivu výpočtu na celkové hodnocení byla provedena i citlivostní analýza výpočtu.

5. VÝSLEDKY HODNOCENÍ

Po přiřazení hodnot jednotlivým indikátorům byly hodnotitelskými týmy převedeny tyto indikátory na známkové hodnocení kdy známka 1 znamená mezi devíti lokalitami relativně nejlepší lokalitu a známka 5 relativně nejhorší lokalitu. Následně byly vypočteny hodnoty jednotlivých kritérií a celkové známky lokalit. Nižší známka znamenala relativně vhodnější lokalitu. Pro kontrolu bylo provedeno celkem dvanáct různých porovnávacích výpočtů.

Provedené porovnání lokalit dle metodiky Vondrovic et al. (2019) a následné citlivostní analýzy dle vzájemných porovnávacích výpočtů na prvních čtyřech odlišilo čtyři lokality s drobnými obměnami ve vzájemném pořadí. S významným rozdílem (odskokem) ve výsledných hodnotách následuje zbývajících pět lokalit, opět s drobnými změnami vzájemného pořadí. Provedené hodnocení lze tedy interpretovat jako robustní, které dokáže odlišit čtyři lokality od zbylých, za použití váhového hodnocení, nebo i bez nich. Rozdíl mezi vhodnějšími čtyřmi lokalitami a relativně méně vhodnějšími pěti lokalitami se pohybuje v rozmezí rozdílů známek od 11% do 17,8% mezi čtvrtou a pátou vyhodnocenou lokalitou, což spolehlivě diferencuje obě skupiny lokalit.

Ing. Antonín Vokál, CSc.



Vystudoval obor Chemie na VŠCHT a absolvoval roční studijní pobyt na univerzitě ve Velké Británii. Působí jako koordinátor výzkumu a vývoje a manažer projektu: výzkumná podpora pro hodnocení bezpečnosti hlubinného úložiště v SÚRAO. Vlastní zvláštní odbornou způsobilost k vykonávání činností zvláště důležitých z hlediska radiační ochrany. Odborná praxe 43 let v oblasti jaderného výzkumu, 26 let v oblasti přípravy hlubinného úložiště.

Reference:

- [1] Saaty, T. L. (1980): The Analytic Hierarchy Process. McGraw-Hill, New York.
- [2] Vokál A., Pospíšková I., Vondrovic L., Steinerová L., Kováčik M. a Čech P. (2017): Metodický pokyn SÚRAO MP.22, Požadavky, indikátory vhodnosti a kritéria výběru lokalit pro umístění hlubinného úložiště, vydání 03, 2017.
- [3] Vondrovic et al. (2019): Metodika zúžení počtu lokalit pro hlubinné úložiště v ČR v letech 2019–2020, MS SÚRAO, TZ 423/2019.

recenzoval: Ing. Radek Trtílek, ÚJV Řež, a. s.

Legislativní aspekty zapojení obcí do procesu přípravy HÚ

PhDr. Tomáš Ehler, MBA, JUDr. Jan Prachař

Základní principy nakládání s radioaktivním odpadem a vyhořelým jaderným palivem jsou bezpečnost, udržitelnost a transparentnost. V právním řádu ČR předpokládá atomový zákon v ustanovení § 108 odst. 4 existenci zvláštního zákona upravujícího respektování zájmů obcí a jejich občanů v procesech souvisejících s přípravou a povolováním hlubinného úložiště. Nicméně respektování zájmů dotčených obcí a občanů je v principu zajištěno (viz např. EIA), resp. předpisy EU plně implementovány v rámci stávající legislativy. Věcný návrh zákona o zapojení obcí, který byl předložen vládě v květnu 2020, rozšiřuje účastenství dotčených obcí v souvisejících procesech a v případech, kde to odpovídá povaze procesu, umožňuje přímé zapojení občanů nad rámec principů zastupitelské demokracie. Právo veta pro dotčené obce není aplikováno, podobně jako v řadě dalších členských zemí EU, tak, aby bylo možné naplnění veřejného zájmu oproti partikulárním zájmům omezeného kruhu osob.

The basic principles of radioactive waste and spent fuel management are safety, sustainability and transparency. The Czech Atomic Act stipulates in the Section 108 (4) provision of the existence of a special Act regulating respect for the interests of municipalities and their citizens in certain processes related to finding or permitting processes of the deep geological repository. However, the interests of the municipalities and citizens concerned, and EU legislation respectively are already sufficiently respected and implemented in the current legislation (e.g. EIA). A draft general principles of laws on municipal involvement submitted to the government in May 2020 expands the participation of the municipalities concerned in related processes and allows for direct citizen involvement beyond the principles of representative democracy where it is appropriate to the nature of the process. The right of veto for the municipalities concerned is not applied, as in many other EU member states, to fulfill the public interest above the particular interests of a limited circle of people.

Jedním ze základních principů nakládání s radioaktivním odpadem (RAO) a vyhořelým jaderným palivem (VJP) je, kromě bezpečnosti a udržitelnosti, i transparentnost a otevřený přístup k informacím. Unijní legislativa v tomto ohledu stanovuje členským zemím povinnost zajistit účinnou informovanost veřejnosti a možnost zapojení všech zúčastněných stran, včetně místních orgánů a veřejnosti, do procesu rozhodování. [1] V českém právu atomový zákon [2] v souladu s § 1 odst. 1 zpracovává příslušné předpisy Evropského společenství pro atomovou energii a Evropské unie, zároveň navazuje na přímo použitelné předpisy Euratomu a Evropské unie a upravuje mj. nakládání s RAO a VJP.

Atomový zákon v ustanovení § 108 odst. 4 předpokládá existenci zvláštního zákona upravujícího respektování zájmů obcí a jejich občanů do určitých procesů souvisejících

s vyhledáváním lokality pro ukládání radioaktivního odpadu v podzemních prostorech a při povolování provozu úložiště. [3] Nutno uvést, že toto ustanovení bylo do návrhu zákona doplněno až na základě pozměňovacího návrhu obsaženého v usnesení výboru pro životní prostředí Poslanecké sněmovny, v důvodové zprávě k atomovému zákonu tedy není citované ustanovení vůbec zmíněno a zejména není definován postup, jakým způsobem zajistit respektování zájmů dotčených obcí a občanů, resp. jaká míra jejich participace odpovídá naplnění tohoto ustanovení.

Hlubinné úložiště je výjimečnou stavbou co do komplexnosti a délky výstavby i provozu. Na straně jedné představuje strategický projekt, vychází z veřejného zájmu a dotýká se základních bezpečnostních zájmů státu. [4] Na straně druhé stanovuje český atomový zákon institut respektování zájmů dotčených

obcí a občanů, z čehož některé právní výklady odvozují dokonce i právo veta v povolovacích procesech vedoucích k výstavbě úložiště. [5] Nicméně právo veta by znemožnilo naplnění veřejného zájmu, resp. mu nadřadilo partikulární zájmy omezeného kruhu osob, mj. proto také nenáleží obcím ani v rámci výstavby jiných podobně významných zařízení, např. výstavby dopravní, vodní či energetické infrastruktury. Institut práva veta dotčených obcí či občanů ve vztahu k výstavbě úložiště není zaveden ani v řadě jiných evropských zemích, např. SRN, Francii či Velké Británii, naopak ve Finsku či Švédsku je aplikován. [6] Rozdílnost tohoto institutu a přístupu je ostatně dána historií, kulturou a vývojem každé země s ohledem na odlišné právní řády, zkušenosti a odlišné podmínky. Základním a společným principem by mělo být „vytváření partnerství a hledání rovnováhy mezi zájmy státu a zájmy obcí“. [7]

Vláda ČR usnesením č. 27 z 16. ledna 2017 neschválila první návrh věcného záměru zákona o zapojení obcí do výběru lokality hlubinného úložiště vysokoaktivních radioaktivních odpadů, a to na základě ne-

JUDr. Jan Prachař



Vystudoval práva na Západočeské univerzitě v Plzni. Správu radioaktivních odpadů vedl v letech 2011-2014, v jejím čele je opět od roku 2019. Ve svém profesním životě se mimo jiné zabýval legislativní přípravou zákonů a podzákoných právních předpisů v oblasti jaderného, obchodního, korporátního, správního a finančního práva. Absolvoval stáž na International School of Nuclear Law na Univerzitě v Montpellier, kde získal postgraduální diplom z mezinárodního jaderného práva. Od května 2018 je předsedou představenstva České jaderné asociace.

gativního stanoviska Legislativní rady vlády, mj. k institutu tzv. suspenzivního veta obcí (tj. přehlasovatelné Senátem Parlamentu ČR). Návrh nového věcného záměru zákona předložilo Ministerstvo průmyslu a obchodu vládě v květnu 2020. Způsob zapojení obcí a občanů je volen s ohledem na povahu konkrétního procesu. Návrh zakládá účastenství dotčených obcí v řízení o stanovení chráněného území pro ukládání radioaktivního odpadu v podzemních prostorech. V některých případech jsou zájmy občanů respektovány pouze zapojením obcí v duchu zastupitelské demokracie a pouze v případech, kde to odpovídá povaze procesu, umožňuje přímé zapojení občanů. Návrh rovněž upravuje pravidla procesu zúžení v úvahu připadajících lokalit pro přípravu a umístění hlubinného úložiště, jakož i pravidla procesu výběru finální a záložní lokality pro umístění a výstavbu hlubinného úložiště. Podle Plánu legislativních prací vlády na rok 2020 by v druhé polovině tohoto roku měl být návrh zákona předložen vládě a v r. 2021 nabýt účinnosti.

Závěrem je třeba konstatovat, že příprava zákona o zapojení obcí neznamená, že by ČR doposud neplnila své závazky vyplývající z výše uvedené unijní legislativy nebo že by zájmy dotčených obcí a občanů nebyly

Poznámky:

- [1] Čl. 10 Směrnice Rady 2011/70/Euratom ze dne 19. července 2011, kterou se stanoví rámec Společenství pro odpovědné a bezpečné nakládání s vyhořelým palivem a radioaktivním odpadem.
- [2] Zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon, ve znění pozdějších předpisů.
- [3] „Postup při stanovení průzkumného území pro ukládání radioaktivního odpadu v podzemních prostorech, postup při stanovení chráněného území pro ukládání radioaktivního odpadu v podzemních prostorech, postup při povolování provozování úložiště radioaktivního odpadu a postup, jak zajistit respektování zájmů obcí, kterým náleží příspěvek z jaderného účtu dle § 117 odst. 1, a jejich občanů v těchto procesech, stanoví zvláštní zákon.“
- [4] Viz Bezpečnostní strategie ČR (2015) ale i usnesení vlády týkající se bezpečnostních zájmů státu v oblasti jaderné energetiky (485/2019, 630/2019 aj.).
- [5] Viz např. Připomínky obcí a spolků sdružených v Platformě proti hlubinnému úložišti k návrhu věcného záměru zákona o zapojení dotčených obcí a jejich občanů do řízení směřujících k výběru lokality pro ukládání radioaktivního odpadu v podzemních prostorech a k povolení provozování úložiště radioaktivních odpadů (27. 9. 2019). Ke stažení na <https://www.platformaprotiulozisti.cz/>
- [6] Srov. West Julia M. a McKinley Linda E. (2007). Building confidence in the safe disposal of radioactive waste. In: Radioactivity in Environment 9/2007, s. 227-249; a Gesetz zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle (2017).
- [7] Koncepce nakládání s radioaktivními odpady a vyhořelým jaderným palivem v České republice (2019).

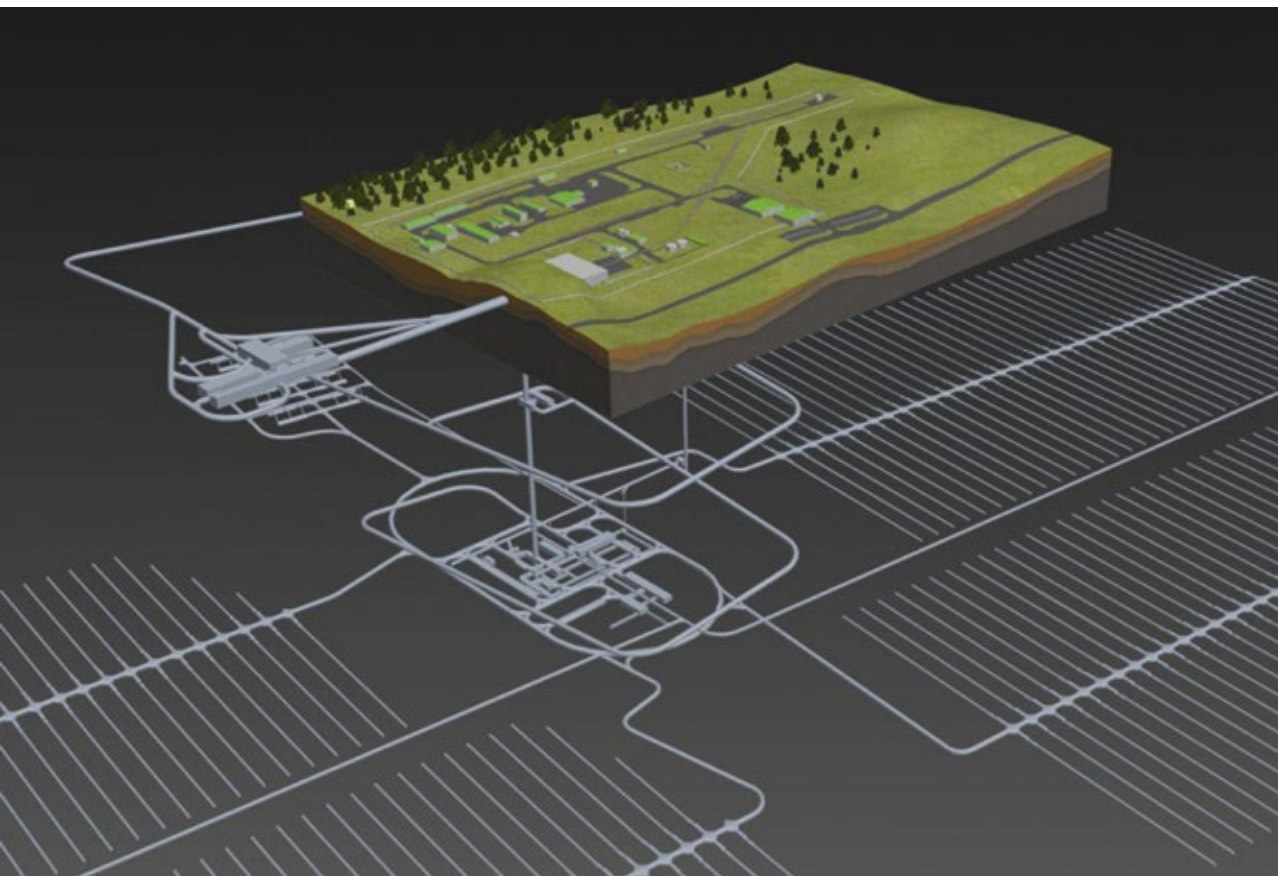
v rámci přípravy projektu a výstavby úložiště respektovány. Naopak, proces EIA a navazující řízení, zejména podle stavebního zákona, jsou příklady zajištění respektování zájmů v případě povolování provozování úložiště; současně opakované screeningové transpoziciční šetření Evropské komise neshledala problém v transpozici čl. 10 zmíněné směrnice v ČR. Zároveň však, s ohledem na specifický charakter projektu hlubinného úložiště a vysokou poptávku po zapojení dotčené veřejnosti do všech spojených procesů, je žádoucí zvláštním zákonem naplnit ustanovení § 108 odst. 4 atomového zákona, a to adekvátním rozšířením účastenství obcí a zapojením občanů v řízeních směřujících k výběru lokality a výstavby hlubinného úložiště RAO a VJP.

recenzoval: Ing. Radek Trtílek, ÚJV Řež, a. s.

PhDr. Tomáš Ehler, MBA



Absolvent Univerzity Karlovy v Praze a Institutu pro průmyslový a finanční management, v současnosti doktorské studium na Vysoké škole ekonomické v Praze. Po krátkém působení v Hospodářské komoře ČR nastoupil v roce 2006 do diplomatické služby (MZV ČR), naposledy v letech 2014–2018 vedl obchodně-ekonomické oddělení Velvyslanectví ČR ve Spolkové republice Německo, od dubna 2019 ředitelem odboru jaderné energetiky Ministerstva průmyslu a obchodu ČR.



Vizualizace hlubinného úložiště radioaktivního odpadu. Zdroj: SÚRAO

Výzkumné aktivity CVŘ v oblasti ukládání RAO

**Ing. Jan Prehradný, Ph.D., Ing. Pavel Kůs, Ph.D.,
Ing. Jan Hadrava, Ing. Tomáš Černoušek, Ph.D.**

Článek popisuje výzkum Centra výzkumu Řež v oblasti nakládání s radioaktivními odpady od základních sorpčních procesů, přes následnou fixaci kontaminovaných sorbentů do pevných matic. Zároveň jsou popsány výzkumné aktivity v oblasti trvalého ukládání radioaktivních a nebezpečných odpadů.

The article describes the research of the Research Centre Řež in the field of radioactive waste management from basic sorption processes, through the subsequent fixation of the contaminated sorbents into solid matrices. There are research activities in the field of permanent storage of radioactive and hazardous waste described.

Centrum výzkumu Řež s.r.o. (CVŘ) se díky aktivitám specializovaného oddělení s názvem Jaderný palivový cyklus věnuje široké škále činností v oblasti nakládání s radioaktivními odpady. Tyto aktivity pokrývají výzkum a vývoj technologií na likvidaci zejména kapalných radioaktivních odpadů. K základním používaným technologiím patří sorpce a iontová výměna, a dále též membránové separační procesy. Kromě samotné technologie čištění je důležitým aspektem následná aplikace a finální úprava odpadu do formy vhodné k uložení. Finální úprava odpadu je optimalizována pomocí unikátních zařízení, jmenovitě experimentální technologií solidifikační linkou a také patentovanou linkou na práci s taveninou soli. Do výzkumných aktivit CVŘ patří v neposlední řadě také výzkum, zaměřený na trvalou likvidaci odpadu – použitého jaderného paliva – prostřednictvím hlubinného ukládání do stabilních geologických formací. Tento typ trvalého uložení se považuje v současnosti za jediný udržitelný způsob, jak bezpečně uzavřít jaderný palivový cyklus. Kromě výzkumných prací je však v této oblasti vyvíjeno i konkrétní průmyslové řešení v podobě kontejnerové linky na finální zpracování odpadu.

SKUPINA ÚPRAVY TECHNOLOGICKÝCH VOD

Zatímco fixace či uskladnění pevných radioaktivních odpadů (tzv. RAO) je disciplína relativně jednoduchá, likvidace odpadů kapalných představuje zcela odlišnou a výrazně náročnější úlohu. První fáze zpracování kapalných odpadů vyvíjená v CVŘ je zaměřena na úpravu technologických vod se specifickými kontaminacemi. Pro tyto účely vyvíjíme nejmodernější metody pro testování ionexových a sorpčních hmot – ty následně slouží k selektivnímu odstranění daného kontaminantu. Práce jsou prováděny v laboratorních podmínkách s následným přenosem do poloprovozního měřítka. Další oblastí vývoje jsou

membránové a elektromembránové technologie, které s výhodou doplňují sorpční technologie a zvyšují tak celkovou účinnost čistícího procesu.

Jako jeden z příkladů lze uvést práci na projektu TA ČR REKYBO (REgenerace KYseliny BOrité), kdy výsledkem projektu byl komplexní návrh procesu, při kterém byla kyselina boritá odstraňována/regenerována z vody primárního okruhu přímo v provozních podmínkách Jaderné elektrárny Temelín.

V rámci úzké spolupráce s ÚJV Řež, a. s. je v současné době řešena zajímavá problematika zpracování kapalných odpadů z hy-

Obr. 1: Příklady sorbentů

potetické velké projektové havárie jaderné elektrárny. Tato problematika je řešena pomocí sorpčních hmot, které jsou schopny selektivně odstranit např. cesium a stroncium jakožto největší nositele radioaktivity v havarijním roztoku. V rámci společného projektu s názvem MPO SEVACC bylo testováno přes 60 typů sorbentů s různou účinností na jednotlivé kontaminanty. Předpokládaným výsledkem projektu je vývoj a návrh optimalizované sorpční kolony.

SKUPINA ODPADŮ

Ihned po fázi úpravy technologických vod přechází celý proces likvidace odpadu do fáze likvidace kontaminovaných sorbentů. Široká skupina výzkumníků, zabývajících se zpracováním a optimalizací odpadů, zajišťuje podporu v oblasti výzkumu a vývoje inovativních řešení při zpracování odpadů s důrazem na snižování objemů produkovaných odpadů. Zabýváme se zde celou škálou různých typů odpadů, od přechodně aktivních až po středně aktivní, včetně nebezpečných odpadů, nicméně fáze testování a ověřování je realizována bez zdroje ionizujícího záření – aktivita je simulována stabilními izotopy. Tímto přístupem si zajistíme možnost opakovat experimenty, aniž bychom si kontaminovali zařízení a technologie. Oblast zpracování odpadů je soustředěna na technologie zahušťování a vysokoteplotní mineralizaci kapalných i pevných odpadů, s důrazem na stabilizaci konečného produktu v solidifikační matici.

EXPERIMENTÁLNÍ TECHNOLOGICKÁ LINKA - ETL

Aktuálním trendem v oblasti nakládání s radioaktivními odpady je orientace na nové technologie a procesy pro snižování objemu radioaktivních odpadů z hlediska dopadů na životní prostředí. Pro nové reaktory LWR GEN III se vychází z požadavků EUR (European Utility Requirements). Pro solidifikaci kapalných nízko a středně aktivních radioaktivních odpadů jsou v EU nejčastěji využívány metody bitumenace, vitrifikace a cementace,



kteří jsou známy již mnoho let. Jiné formy těchto odpadů, např. solné bloky přesycených koncentrátů, nejsou ve státech EU pro ukládání do úložišť povoleny.

V současné době se pro solidifikaci začínají uplatňovat i další matrice, jako jsou syntetické polymery, alkalicky aktivované materiály, geopolymery nebo syntetické horniny. Tyto nové materiály výrazně rozšiřují možnosti imobilizace nebezpečných a radioaktivních odpadů.

V rámci projektu SUSEN (Sustainable Energy) byla v ČR vybudována laboratoř pro nakládání s kapalnými a semi-kapalnými radioaktivními odpady. Laboratoř je zaměřena na nové, modernější a účinnější technologie solidifikace zmíněných odpadů. V rámci této laboratoře byla postavena čtvrtprovozní technologická linka pro výzkum, vývoj a testování solidifikace kapalných radioaktivních odpadů s cílem minimalizace výsledných objemů těchto odpadů. Linka a její zařízení jsou koncipovány jako modulární systém, tj. jednotlivá zařízení mohou být provozována samostatně nebo po jednotlivých solidifikačních větvích a technické řešení linky umožňuje dle potřeby rozšíření nebo výměnu některých komponent. Jako stabilizační médium jsou studovány především polysiloxanové a geopolymerní matrice v interakci s vysoce zahuštěnými kapalnými superkoncentráty. Výsledné matrice jsou srovnávány s konvenčními solidifikačními metodami.



Obr. 2: Příprava polysiloxanové matrice

MSO v Energy Technology Engineering Center (ETEC), Lawrence Livermore National Laboratory (LLNL) a Oak Ridge National Laboratory (ORNL). Během posledních deseti let bylo doloženo, že oxidace látek pod hladinou taveniny soli je perspektivní metodou při zpracování nebezpečných, toxických nebo radioaktivních odpadů. Možné použití roztavené soli lze rozdělit do následujících skupin:

- obecná likvidace odpadů
- specifické úpravy odpadů z konkrétních zařízení
- využití jako zařízení pro úpravu jiných materiálů

V současné době je technologická linka využívána například v rámci projektu NPU II – R4S 3.3: *Zvýšení účinnosti zpracování odpadů*, kde předmětem je optimalizace solidifikačního procesu s důrazem na poměrové složení plniva, pojiva a aktivátoru. Ze zkoušek je doposud zřejmé, že nalezení vhodného složení je klíčové pro konečnou podobu matrice s požadovanými vlastnostmi. Dále se prokazuje, že k vybranému pojivu se váže pouze jeden druh odpadu určený ke stabilizaci. Hlinitokřemičitany svými vlastnostmi poukazují na použitelnost pro anorganické odpady s určitou zrnitostí a polysiloxany jsou vhodné ke stabilizaci organických odpadů s obsahem volně vázané vody do 2% hm. Výstupem projektu je předpokládán užitečný vzor způsobu solidifikace radioaktivních a nebezpečných odpadů.

MOLTEN SALT OXIDATION LINE - MSO

Další unikátní technologií, která byla v CVŘ vyvinuta, je tzv. Molten Salt Oxidation Line – tedy linka, pracující na principu spalování pod hladinou roztavené soli. Cílem v této oblasti je ověření technologie s bezplamenným spalováním pod hladinou taveniny soli pro použitelnost účinné oxidace nebezpečných organických látek. Aplikovatelnost technologie vychází z pozitivních zkušeností, získaných v laboratorním měřítku, kde byla prokázána vysoká účinnost zachytu nebezpečných plyných produktů v tavenině soli na jednotkách

Lze zpracovávat materiály, které je možné mineralizovat jak v pevné fázi o definované zrnitosti, tak kapalné látky s viskozitou od 1 – 10.000 mPa.s.

Tato technologie je stěžejní součástí projektu TA ČR NCK DP10, WP 2.03 *Vývoj oxidačních reaktorů k využití procesu s taveninou soli pro zpracování a likvidaci nebezpečných odpadů*. Projekt si klade za cíl přispět k vývoji a optimalizaci bezplamenných spalovacích reaktorových systémů MSO v oblasti oxidace nebezpečných kapalných a semi-kapalných odpadů. Významným cílem tohoto projektu je zjištění hlavních dispergačních charakteristik tavenin soli na bázi Na_2CO_3 , K_2CO_3 a eutektických směsí. Hlavními výstupy jsou poté předpokládány užitečný vzor a ověřená technologie.

CVŘ se v široké míře uplatňuje také v rámci mezinárodních výzkumných projektů. Jako reprezentativní příklady lze uvést řešení projektů HORIZON 2020 – EUROfusion WPSAE a PREDIS NFRP-10.

První zmíněný projekt se věnuje výzkumu a vývoji v oblasti odpadového hospodářství u připravovaného fúzního reaktoru DEMO s důrazem na separaci deuteria a tritia, včetně možností recyklace materiálů s obsahem wolframu.

Obr. 3: Složitá konstrukce experimentální technologické linky

Druhý projekt volně navazuje na výstupy projektu THERAMIN se zaměřením na snižování objemu odpadů u procesů tepelného zpracování a imobilizace pevných organických odpadů. Výstupem je nadnárodní podpora odpadového hospodářství s tepelnými procesy a recyklací použitých poživ. včetně komplexního řešení technologie s vysokým stupněm inovace v rozsahu od zpracování RAO a nebezpečných odpadů, až po zpracování nežádoucích meziproductů tepelného zpracování.

SKUPINA HLUBINNÉHO UKLÁDÁNÍ

V Centru výzkumu Řež je samozřejmě vyvíjen celý odpadový cyklus včetně finálního uzavření. CVŘ se tak zabývá výzkumem, který je zaměřen na ukončení palivového cyklu formou trvalé likvidace odpadu (jedná se zejména o vysoce aktivní odpad) prostřednictvím hlubinného ukládání do stabilních geologických formací. Takový způsob trvalého uložení do hlubinného úložiště je považován za jediný udržitelný způsob, jak s tímto odpadem bezpečně nakládat. Hlubinné úložiště představuje multibariérový systém, skládající se z inženýrské bariérové ochrany (zahrnující úložný obalový soubor a geotechnickou ochranu bentonitem) a z přírodní bariérové ochrany, kterou tvoří geologické prostředí. Hlavním cílem těchto bariér je zabezpečit dlouhodobou izolaci radionuklidů od okolního prostředí.



Centrum výzkumu Řež je jako výzkumná organizace pověřeno realizovat výzkum pro Evropský společný výzkumný program (EJP) v oblasti nakládání s radioaktivními odpady a jejich likvidace. Pro tyto účely Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy udělilo CVŘ mandát, na jehož základě jsme se stali za Českou republiku oficiální tzv. research entitou. Současně s tímto mandátem bylo CVŘ pověřeno Ministerstvem průmyslu a obchodu podílet se na aktivitách v rámci naplňování Koncepce nakládání s radioaktivními odpady a vyhořelým jaderným palivem v České republice. Oba tyto mandáty uplatňujeme v rámci probíhajícího mezinárodního projektu EU-RAD a také v rámci přípravy jeho pokračování.

V CVŘ se např. zabýváme pokročilým korozním výzkumem zaměřeným na hlubinné úložiště. Dlouhodobě zajišťujeme pomocí anaerobních rukavicových boxů (Obr. 5) anaerobní prostředí pro korozní experimenty, vyznačující se nízkou koncentrací kyslíku, která je menší než 1 ppm (obj.) a současně slouží pro přípravu vzorků v inertní atmosféře.

Anaerobní boxy jsou vybaveny přístroji a zařízením, umožňujícími hodnocení korozních parametrů pomocí elektrochemických metod a hodnocení migračních parametrů v inertním prostředí.

Obr. 4: Vylévání taveniny soli do připravené nádoby

Mezi pokročilá zařízení patří také bioreaktor s chemostatickým režimem, který slouží pro kultivaci anaerobních a aerobních organismů a umožňuje simulovat různé podmínky (např. podzemní plyny) a růst referenčních kmenů bakterií.

Další část výzkumu se vztahem k hlubinnému úložišti je zaměřena na mechanické testy geopolymerních a cementových materiálů a jejich charakterizace. Zde využíváme metody, jako jsou síťová analýza velikosti částic, měření specifického povrchu, porozity a distribuce šířek pórů a jejich objemu pomocí metody sorpce plynu. Všechny tyto metody jsou intenzivně využívány například v inovativním projektu TA ČR – *Nové anorganické materiály pro jaderný průmysl*, kde jsme hlavním řešitelem projektu, a kde hledáme materiály, které budou v budoucnu splňovat náročná kritéria pro bezpečnost jaderných zařízení.

Výzkumné aktivity CVŘ v oblasti hlubinného ukládání vyhořelého jaderného paliva (VJP) probíhají v rámci mnoha projektů a zahrnují velmi různorodé činnosti. V posledních letech jsme se v oblasti hlubinného ukládání podíleli na výzkumu v rámci veřejné zakázky *Výzkumná podpora pro bezpečnostní hodnocení hlubinného úložiště pro SÚRAO*, kterou koordinovala mateřská společnost ÚJV Řež. Ve veřejné

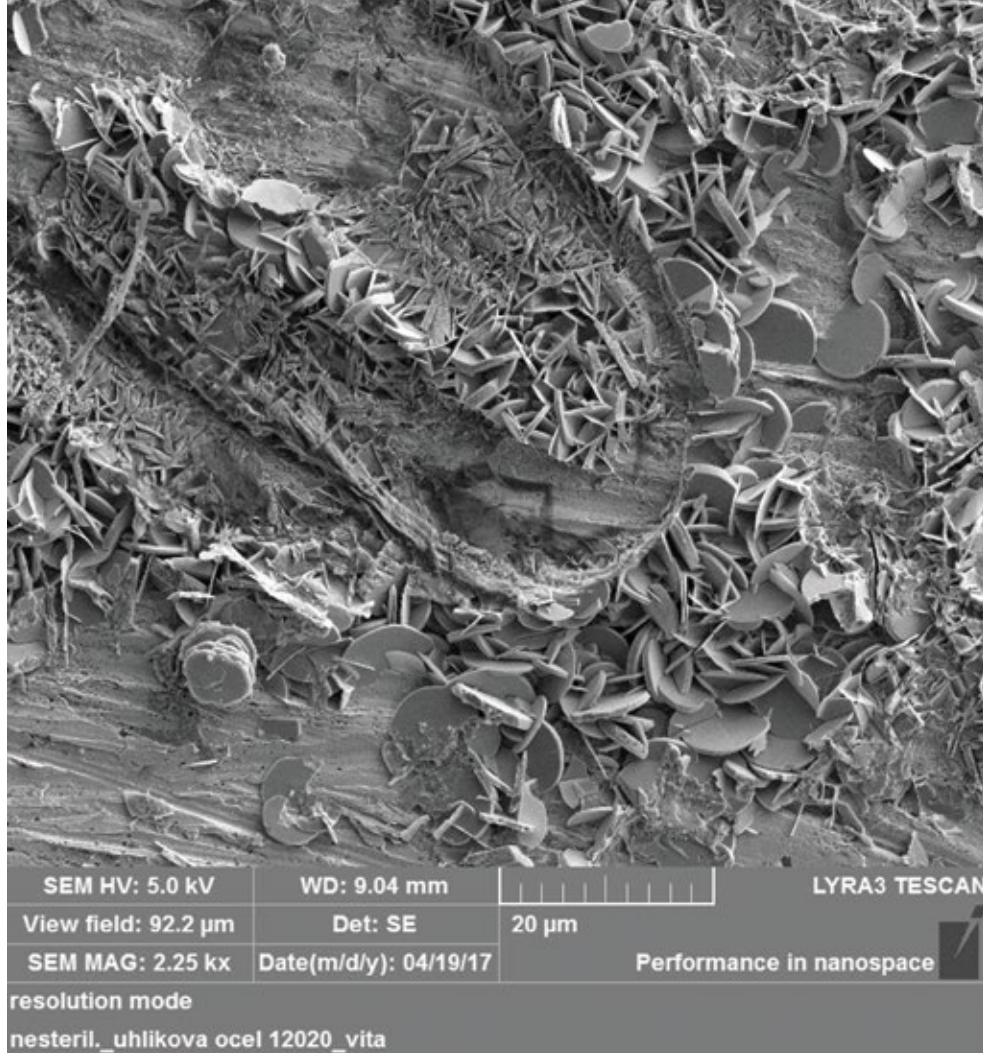
zakázce se jednalo především o výzkumnou činnost zaměřenou na oblast chování obalových souborů pro VJP a RAO, nepřijatelných do přípovrchových úložišť. Dále jsme se věnovali charakterizaci chování tlumicích a výplňových materiálů a dalších konstrukčních materiálů a jevů v prostředí hlubinného úložiště a dále charakterizaci probíhajících procesů, ovlivňujících jejich vlastnosti.

Také v rámci mezinárodních projektů jsme v CVŘ aktivní – zapojili jsme se intenzivně například do projektu MIND (Microbiology in Nuclear Waste Disposal), financovaného v rámci programu HORIZON 2020, který byl zaměřen na problematiku mikrobiálních procesů souvisejících s ukládáním středně aktivních odpadů a vysoce aktivních odpadů. V projektu jsme se zabývali studiem interakce mikroorganismů a bentonitu za různých teplot a tlaků v anaerobním prostředí a dále mikrobiální korozi. Dílčí část výzkumu v projektu MIND zahrnovala mikrobiální korozi úložného obalového souboru, kde jsme pozorovali duální korozní chování (urychlení a inhibice korozní rychlosti) biofilmu (Obr. 6) vlivem změny teploty za anaerobních podmínek.

Výsledky projektu MIND naznačují, že znalost mikrobiální koroze pro stanovení možného poškození úložného obalového souboru



Obr. 5: Anaerobní boxy |



Obr. 6: Biofilm na uhlíkové oceli v nesterilním prostředí po expozici 240 dnů za anaerobních podmínek

ru z hlediska modelování korozní rychlosti po uzavření úložiště v podmínkách relevantních pro úložiště není dostatečná a vyžaduje další výzkum. Přestože je riziko mikrobiální koroze v hlubinném úložišti relativně nízké, přesvědčivý důkaz stále chybí a touto problematikou se i nadále budeme zabývat.

Velmi diskutovanou oblastí v rámci odpadového hospodářství z jaderných elektráren je zejména vyhořelé jaderné palivo, z tohoto důvodu se v současnosti zaměřujeme na výzkum, týkající se samotného vyhořelého jaderného paliva. Formou asociační dohody jsme zapojeni do řešení mezinárodního projektu DISCO (Modern Spent Fuel Dissolution and Chemistry in Failed Container Conditions), který je zaměřen na rozpouštění vyhořelého jaderného paliva za podmínek selhání úložného obalového souboru.

Odpadové hospodářství je nikdy nekončící proces, který bude lidstvo provázet nejspíše navždy. Z tohoto důvodu je v CVŘ oblast nakládání s radioaktivními a nebezpečnými odpady jednou z klíčových činností a je jí přikládán dlouhodobý význam. Centrum výzkumu Řež se proto zapojuje do nových, pokud mož-

no dlouhodobých projektů, které se touto problematikou zabývají, a to nejenom na úrovni českých projektů, ale v poslední době zejména na úrovni mezinárodní kooperace.

Ing. Jan Prehradný, Ph.D.



Je absolventem Fakulty jaderné a fyzikálně inženýrské v oboru jaderné inženýrství, kde také získal titul Ph.D. V rámci profesní praxe prošel několika významných pracovišť v České republice. Konkrétně pracoval na pozici inspektor asistent na Státním úřadě pro jadernou bezpečnost, ve společnosti Škoda JS a.s. jako výpočtář palivových vsázek na JE Dukovany a JE Temelín a také jako projektový manažer na Fakultě strojní ČVUT v Praze. V současnosti působí v CVŘ jako vedoucí oddělení Jaderný palivový cyklus. Na Fakultě strojní ČVUT v Praze a na Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity pravidelně vyučuje několik předmětů týkajících se jaderné bezpečnosti, reaktorové fyziky a jaderných technologií. Je dlouholetým členem Czech Young Generation v rámci České nukleární společnosti.

recenzoval: Ing. Radek Trtílek, ÚJV Řež, a. s.

Projekt EURAD, evropský výzkum v oblasti ukládání radioaktivních odpadů

**Ing. Lucie Hausmannová, Ph.D.,
Ing. Markéta Dohnáková, Ing. Lucie Gorčica**

EURAD je evropským projektem podporovaným Evropskou komisí pomocí dotačního programu Horizon 2020. Jedná se o pětiletý projekt, který začal v červnu 2019. V rámci projektu EURAD jsou řešena všechna aktuální témata spojená s problematikou ukládání radioaktivního odpadu. Je rozdělen do 13 podprojektů, které jsou nejen výzkumného charakteru, ale je zaměřen také na strategické studie a problematiku dlouhodobého uchování a předávání znalostí, tzv. knowledge management, nebo trénink budoucích expertů.

Na projektu se podílí 105 významných organizací z 23 zemí. Česká republika je zde zastoupena 8 institucemi. Celý projekt je v hodnotě 60 milionů EUR, kdy přibližně polovina je hrazena z Evropské unie a zbylé finance si organizace zajišťují samy.

EURAD is a European project supported by European Commission within the Horizon 2020 grant programme. It is a 5 years project which started in June 2019. EURAD addresses all topics connected to a waste management. It is divided into 13 work packages applying of research and development, strategic studies and knowledge management.

In the project 105 organisations from 23 countries are participating. Czech Republic is represented by 8 institutions. Total cost is 60 million EUR, half of this is financed by European Union and rest must be self-arranged by organisations.

1 HISTORIE EU PROJEKTŮ

Evropská unie podporuje výzkum a vývoj v oblasti ukládání radioaktivního odpadu formou mezinárodních projektů. Jejich cílem je společné řešení aktuálních problémů, sdílení znalostí, výsledků a zkušeností a podpora praktických dovedností v této oblasti. Společně tak země zapojené do těchto projektů získají jedinečné znalosti a know-how za dotačního příspěví Evropské unie. Tyto projekty byly dříve realizovány formou rámcových dotačních programů a jejich náplní bylo vždy jedno výzkumné téma či oblast, jednalo se například o realizaci in-situ experimentu, společné řešení jednoho výzkumného tématu, nebo systém vzdělávání mladých profesionálů v oblasti nakládání s radioaktivními odpady. Před několika lety bylo stanoveno, že tyto projekty budou řešeny společně, pod hlavičkou jednoho velkého projektu, čímž bude garantována jejich propojenost a důležitost z pohledu všech relevantních institucí

řešících problematiku nakládání s radioaktivními odpady. V rámci příprav naplnění této vize vznikl společný program JOPRAD, kde byla definována výzkumná témata a jejich priority v dokumentu nazvaném Strategic Research Agenda (SRA). Tento dokument položil základy projektu EURAD. Nově uplatněný mechanismus přípravy projektu na společné celoevropské platformě a způsob jeho financování prostřednictvím relevantních institucí v pozici národních beneficentů (tzv. mandátních organizací) se stane pilotním vzorem pro další evropské výzkumné projekty i v jiných oblastech výzkumu a vývoje.

České výzkumné instituce společně se Správou úložišť radioaktivních odpadů (SÚRAO) se aktivně podílí na řešení EU projektů již od roku 2005. Pomocí těchto projektů jsou řešeny ty oblasti, jejichž porozumění je nutné k realizaci hlubinného úložiště v ČR, a to za snížených nákladů, které jsou financovány z EU.

2 PROJEKT EURAD

Projekt EURAD si klade za cíl vytvářet a spravovat znalosti na podporu členských států EU při provádění směrnice 2011/70/Euratom (směrnice o odpadech) s přihlédnutím k různým rozsahům a fázím vývoje národních programů členských států. Jedná se o pětiletý projekt, který byl zahájen v červnu 2019 a je realizován v rámci dotačního programu Horizon 2020. Projekt je tematicky rozdělen na 13 částí, které se nazývají Work Package (WP).

První WP je zcela zaměřená na řízení a koordinaci tohoto projektu a vede ji francouzská agentura zodpovědná za nakládání s radioaktivními odpady ANDRA, která je také koordinátorem celého projektu. Další WP již řeší konkrétní úkoly, které byly stanoveny na základě prioritizace potřeb daných států. Nejvíce a tedy 7 WP je výzkumného charakteru, dále jsou v projektu 2 WP zabývající se strategickými studiemi a 3 WP jsou spojená s předáváním a uchováváním znalostí a informací, tzv. knowledge management.

Výzkumná témata

1. Hodnocení chemického vývoje v úložných buňkách (jednotkách) středně a vysokoaktivních odpadů hlubinného úložiště.
2. Vývoj numerických metod a nástrojů pro modelování sdružených procesů.
3. Porozumění transportu plynu v jílových materiálech.
4. Zhodnocení vlivu vysoké teploty na jílové materiály.
5. Interakce cementu, organiky a radionuklidů
6. Charakterizace vyhořelého jaderného paliva před jeho uložením.
7. Základní porozumění mobilitě radionuklidů.

Strategické studie

1. Nakládání s radioaktivním odpadem v celém jeho cyklu.
2. Analýza nejistot a rizik.

Knowledge management

1. Rešerše aktuální úrovně znalostí v oblasti ukládání radioaktivních odpadů.
2. Sestavení postupů při navrhování úložišť.
3. Návrh kurzů pro vzdělávání v této problematice.

Do projektu EURAD je celkem zapojeno 105 organizací z 23 států. Tyto organizace jsou rozděleny do tří kategorií, dle jejich zaměření. Jedná se o národní agentury zodpovědné za nakládání s radioaktivním odpadem (tzv. WMO), výzkumné organizace (tzv. RE) a technické podpůrné organizace (tzv. TSO). Pro efektivní fungování projektu je pro každý zúčastněný stát udělen mandát jen jedné organizaci v každé kategorii. Na tyto organizace jsou pak navázány třetí strany.

Náklady na projekt jsou 59,9 milionu EUR, z čehož 32,5 milionu EUR je hrazeno z prostředků EU. Zbylé finance si účastníci projektu zajišťují sami.

3 ZAPOJENÍ ČESKÉ REPUBLIKY DO PROJEKTU EURAD A JEHO PŘÍNOSY

Česká republika je v projektu zastoupena třemi organizacemi s mandátem Ministerstva průmyslu a obchodu – Správou úložišť radioaktivních odpadů (SÚRAO) v roli WMO, Centrem výzkumu Řež (CVŘ) v roli RE a Státním ústavem radiační ochrany (SÚRO) v roli TSO. SÚRAO má pro své výzkumné

Ing. Lucie Hausmannová, Ph.D.



Lucie Hausmannová vystudovala ČVUT v Praze, Fakultu stavebního inženýrství životního prostředí se zaměřením na geotechniku (ukončení v roce 2011). Od roku 2009 byla zaměstnána na katedře Centra experimentální geotechniky (ČVUT, FSv), kde pracovala na projektech zaměřených na testování bentonitu pro jeho použití v hlubinném úložišti RAO. V Centru experimentální geotechniky pokračovala ve vzdělání v rámci doktorského studia v oboru Fyzikální a materiálové inženýrství, které úspěšně ukončila v roce 2017. Po ukončení studia byla přijata na SÚRAO do oddělení Výzkumu a vývoje systému inženýrských bariér v hlubinném úložišti, v roce 2019 se stala vedoucí tohoto oddělení. Cílem práce celého oddělení je navržení inženýrských bariér na základě výsledků výzkumných projektů a rozsáhlých mezinárodních konzultací.

potřeby na sebe napojeno ještě pět organizací (České vysoké učení technické v Praze, Technickou univerzitu v Liberci, Univerzitu Karlovu, Ústav geoniky Akademie věd ČR a ÚJV Řež), které koordinuje.

SÚRAO, společně se svými třetími stranami, je zapojena do většiny WP, kde se účastní v rozdílné míře dané aktuálním stavem přípravy hlubinného úložiště v ČR. V roli leadera se aktivně podílí na WP – knowledge management – Guidance – Průvodce předáváním znalostí, která si klade za úkol vytvoření praktické příručky výzkumu a vývoje hlubinného úložiště pro státy v úvodních fázích programu nakládání s radioaktivním odpadem. CVŘ je zapojeno do řešení jednoho výzkumného WP a SÚRO se podílí na strategických studiích a knowledge managementu.

Přínosy projektu pro ČR jsou nové poznatky z testování kandidátních materiálů, jež se předpokládají využít v inženýrských bariérách českých úložišť radioaktivního odpadu, numerické řešení dlouhodobých procesů v hlubinném úložišti, nebo také prohloubení spolupráce se světovými odborníky a vzájemné sdílení metodik a postupů. Výstupy pomohou k lepšímu porozumění daným tématům, mohou vést k optimalizaci konceptu hlubinného úložiště a celkovému zvýšení úrovně národního výzkumu.

recenzoval: Ing. Radek Trtílek, ÚJV Řež, a. s.

Ing. Markéta Dohnálková



Markéta Dohnálková vystudovala Vysokou školu báňskou – Technickou univerzitu Ostrava, Fakultu stavební, obor Geotechnika se zaměřením na podzemní stavby (ukončení v roce 2009). Od roku 2009 je zaměstnancem Správy úložišť radioaktivních odpadů, kde pracuje na pozici Odborný specialista pro výzkum a vývoj hlubinného úložiště. Dlouhodobě se věnuje především technickým projektům vedoucím k prokázání bezpečnosti konstrukčních prvků v hlubinném úložišti, in-situ experimentům a mezinárodním projektům.

Ing. Lucie Gorčica



Lucie Gorčica vystudovala Vysokou školu báňskou – Technickou univerzitu Ostrava, Hornicko-geologickou fakultu, obor Geologické inženýrství (ukončení v roce 2013). Od roku 2014 je zaměstnancem Správy úložišť radioaktivních odpadů, kde pracuje na pozici Specialista pro technický rozvoj. Dlouhodobě se věnuje především projektům v oblasti projektového řešení hlubinného úložiště.

Plán VaV SÚRAO - klíčové priority výzkumu a vývoje do roku 2030

Ing. Antonín Vokál, CSc.

Tento článek stručně shrnuje základní cíle a klíčové priority aktualizovaného plánu výzkumu a vývoje (VaV) SÚRAO navazujícího na plán VaV SÚRAO připravovaný v letech 2013 až 2014. Aktualizace plánu VaV zohledňuje aktualizaci Konceptu nakládání s radioaktivními odpady a vyhořelým jaderným palivem v České republice schválenou usnesením vlády č. 597 ze dne 26. srpna 2019, požadavky nového atomového zákona č. 263/2016 Sb. a jeho prováděcích předpisů, a především nové poznatky a zkušenosti získané řešením výzkumných projektů od roku 2014.

This article briefly summarizes the basic objectives and key priorities of the updated SURAO Research and Development (R&D) Plan, which is a follow-up to SURAO's R&D programme under preparation in SURAO from 2013 to 2014. The new knowledge and experience acquired are included in this R&D plan, which fully takes into account the updated Concept of Radioactive Waste and Spent Nuclear Fuel Management in the Czech Republic approved by Government Resolution No. 597 of 26 August 2019 and the requirements of the new Atomic Act No. 263/2016 Coll. and its implementing regulations.

ÚVOD

V současné době je v procesu připomínkování nový plán výzkumu a vývoje (VaV) (Vokál a kol., 2020), který navazuje na plán VaV SÚRAO (Pospíšková et al., 2014) připravovaný v letech 2013 až 2014, na jehož základě byla iniciována a implementována řada výzkumných projektů SÚRAO, které přinesly mnoho nových poznatků a zkušeností. Tento článek stručně shrnuje základní cíle a klíčové priority tohoto plánu VaV, který je zaměřen zejména na výběr lokality a přípravu technického řešení hlubinného úložiště pro období do roku 2025 až 2030.

Na rozdíl od předchozího plánu VaV, aktualizovaný plán zahrnuje i výzkumné činnosti potřebné pro provoz stávajících úložišť ÚRAO Dukovany a ÚRAO Richard a pro uzavírání úložiště Bratrství a VaV potřebné pro řešení problematiky odpadů typu NORM a TENORM.

V plánu VaV je rovněž zahrnut výzkum zaměřený na analýzy alternativních strategií konce palivového cyklu jako je dlouhodobé sklado-

vání, pokročilé přepracování paliva či možnost využití mezinárodního úložiště radioaktivních odpadů, které mohou významně ovlivnit i oblast nakládání s VJP a radioaktivními odpady.

Aktualizovaný plán VaV byl rozdělen na tři hlavní oblasti:

- 1) VaV pro přípravu hlubinného úložiště
- 2) VaV pro bezpečný provoz provozovaných úložišť
- 3) VaV pro ukládání materiálů kontaminovaných přírodními radionuklidy

VAV PRO PŘÍPRAVU HLUBINNÉHO ÚLOŽIŠTĚ

Z pohledu výzkumu a vývoje požadavky na VaV HÚ výrazně přesahují běžné požadavky na přípravu ostatních jaderných zařízení či úložišť určených pro nízko aktivní odpady vzhledem k potřebě prokazovat bezpečnost v horizontu statisíců let po jeho uzavření. Na rozdíl od procesu umístování jaderných elektráren, který zpravidla vychází již z konkrétního projektu jaderné elektrárny, při přípravě hlubinného úložiště současně probíhá jak příprava projektu hlubinného úložiště, tak i proces umístování

hlubinného úložiště. Příprava projektu HÚ se dále odlišuje od projektu ostatních jaderných zařízení tím, že horninové prostředí je důležitou komponentou vlastního technického řešení a výběr inženýrských bariér či uspořádání úložiště jsou výrazně závislé na vlastnostech horninového prostředí.

Příprava hlubinného úložiště vychází především z potřeby prokázat bezpečnost úložiště po dobu statisíců let. Bezpečnost úložiště je zajišťována společně stabilním horninovým prostředím a systémem inženýrských bariér. Nejdůležitějším imperativem, zejména ze začátku přípravy hlubinného úložiště, je však porozumět vlastnostem, událostem a procesům, které mohou ohrozit bezpečnost úložiště.

V příštím období se SÚRAO chce zaměřit na systematický výzkum a vývoj technického řešení hlubinného úložiště tak, aby na konci roku 2023 byl připraven, a zdůvodněn referenční a alternativní návrh koncepčního technického řešení HÚ, vhodného pro podmínky krystalinického horninového prostředí ČR.

V první řadě budou na základě české legislativy formulovány projektová východiska a projektové požadavky pro celé úložiště, které budou dekomponovány až do úrovně jednotlivých komponent úložiště. Projektová východiska a požadavky budou vycházet především z bezpečnostních požadavků. Na základě těchto požadavků bude navrženo vhodné technické řešení pro referenční lokalitu, včetně návrhu způsobu výroby nejdůležitějších komponent úložiště a souvisejících technologií.

Hlavním cílem pro období zhruba do roku 2025 až 2030 je vybrat a zdůvodnit optimální koncept úložného systému pro podmínky ČR na základě archivních informací o potenciálních lokalitách a informací z výzkumných prací a připravit podklady pro výběr finální a záložní lokality.

Plán VaV pro přípravu hlubinného úložiště je rozdělen do následujících výzkumných oblastí:

- 1) Řízení výzkumu a vývoje
- 2) Strategické studie nakládání s VJP a RAO
- 3) Aktualizace inventáře a vlastností odpadů

- 4) Výběr a charakterizace lokalit
- 5) Výběr koncepčního technického řešení HÚ
 - a. Projektové řešení úložiště
 - b. Výzkum a vývoj ukládacích obalových souborů
 - c. Výzkum a vývoj výplní ukládacích vrtů a tunelů
 - d. Výzkum a vývoj ostatních komponent úložiště
- 6) Hodnocení bezpečnosti HÚ
 - a. Hodnocení provozní bezpečnosti úložiště
 - b. Hodnocení bezpečnosti transportu
 - c. Hodnocení dlouhodobé bezpečnosti
- 7) Výzkumné experimenty v PVP Bukov
- 8) Hodnocení vlivu úložiště na životní prostředí

VÝZKUM A VÝVOJ PRO BEZPEČNÝ PROVOZ PROVOZOVANÝCH ÚLOŽIŠŤ RAO

SÚRAO v současné době provozuje 3 úložiště radioaktivních odpadů:

1. přípovrchové úložiště Dukovany, které slouží zejména pro ukládání RAO z jaderných elektráren EDU a ETE
2. podzemní úložiště Richard, které je určeno pro radioaktivní odpady vznikající ve zdravotnictví, průmyslu, zemědělství či výzkumu
3. podzemní úložiště Bratrství určené pro ukládání odpadů kontaminovaných přírodními radionuklidy

Výzkum a vývoj provozovaných úložišť je především svázán s aktualizací bezpečnostních rozborů zohledňujících, jak stav úložiště, tak i nové poznatky získané v ČR a ve světě.

UKLÁDÁNÍ ODPADŮ TYPU NORM/TENORM

NORM/TENORM odpady jsou odpadní materiály s obsahem přírodních radionuklidů, které vznikají při činnostech nesouvisejících se záměrným mírovým využíváním jaderné energie a ionizujícího záření.

Potřeba odstraňovat významná množství odpadů charakteru NORM/TENORM jako RAO v podmínkách ČR by mohla mít významné dopady na kapacitní, případně jiné technické možnosti provozovaných úložišť RAO, a může

proto v budoucnu ohrožit bezproblémové plnění povinností SÚRAO vyplývajících z atomového zákona č. 263/2016 Sb., případně dalších právních předpisů a dokumentů (např. Koncepte nakládání s RAO a VJP v ČR).

SÚRAO plánuje následující aktivity:

1. provedení analýzy a predikce vzniku odpadů charakteru NORM/TENORM, a zpracování přehledu dostupných způsobů jejich odstraňování v podmínkách České republiky (ČR),
2. vyhodnocení případných rizik vzniku významných objemů odpadů tohoto charakteru, které by bylo nutno v budoucnu odstraňovat jako radioaktivní odpad (RAO) uložením v úložištích radioaktivních odpadů (ÚRAO) a
3. vyhodnocení možností ukládat perspektivně tyto odpady na specializovaných skládkách určených k ukládání velmi nízkou aktivních odpadů.

Ing. Antonín Vokál, CSc.



Vystudoval obor Chemie na VŠCHT a absolvoval roční studijní pobyt na univerzitě ve Velké Británii. Působí jako koordinátor výzkumu a vývoje a manažer projektu: výzkumná podpora pro hodnocení bezpečnosti hlubinného úložiště v SÚRAO. Vlastní zvláštní odbornou způsobilost k vykonávání činností zvláště důležitých z hlediska radiační ochrany. Odborná praxe 43 let v oblasti jaderného výzkumu, 26 let v oblasti přípravy hlubinného úložiště.

recenzoval: Ing. Radek Trtílek, ÚJV Řež, a. s.





Skupina ÚJV

LIDÉ | INOVACE | TECHNOLOGIE



ŠKODA PRAHA a.s. má dlouholeté vynikající zkušenosti s výstavbou energetických celků doložené řadou úspěšných referencí a navazuje na dlouholetou tradici vývozu českých energetických celků v roli koordinátora českých výrobců zajišťující vývoz technologických celků a dílčích zařízení.

1. 7. 2020 se ŠKODA PRAHA stala součástí Skupiny ÚJV, člena Skupiny ČEZ.



CVŘ

Centrum
výzkumu Řež



Skupina ÚJV je uskupení společností, jejichž je ÚJV Řež, a. s. 100% vlastníkem. Jsou to společnosti, které se zaměřují na výzkum a vývoj, projekční a inženýrské služby, technický inženýring, výrobu speciálních produktů a zařízení i expertní činnosti v oblastech energetiky, průmyslu a zdravotnictví a doplňují tak portfolio služeb poskytovaných mateřskou společností.

Skupina ÚJV, člen Skupiny ČEZ

www.skupinaujv.cz



🏠 / Odběr časopisu

ZDARMA Vám Pošleme nové číslo e- mailem

Chcete dostávat časopis **Jaderná energie / Jadrová energia** na e-mail hned jak vyjde? Přihlaste se k jeho odběru. Stačí vyplnit tento formulář:

Jsem:

O jadernou energii se zajímám jako:

Odesláním formuláře souhlasím se zpracováním osobních údajů pro účely odběru časopisu. [Zásady zpracování osobních údajů](#)

CHCI ČASOPIS ZDARMA

Legislatívne zabezpečenie realizovateľnosti zadnej časti jadrovej energetiky

JUDr. Martin Macášek, prof. Ing. Vladimír Slugeň, DrSc.

Článok je zameraný na aktuálne zmeny a harmonizáciu legislatívnych predpisov pre zadnú časť jadrovej energetiky na Slovensku. Dôraz v uvedených zákonoch je kladený na vytvorenie mechanizmov, ktoré umožnia jej úspešnú a bezpečnú realizovateľnosť prostredníctvom garantovania dostatku zdrojov. Kľúčovými vlastnosťami preto musia byť predvídateľnosť, kontinuita a dlhodobá udržateľnosť. Slovenská republika v roku 2018 prijala nové zákony o Národnom jadrovom fonde (Zákon 308/2018 Z. z.) a o radiačnej ochrane (Zákon 87/2018 Z. z.), ktoré reflektujú doterajší stav a majú dobrý potenciál dosiahnuť stanovené ciele v budúcnosti.

Paper is focused on actual improvements and harmonisation of legislation in the back-end part of nuclear power engineering in Slovakia. Legislation's accent is given on the creation of mechanism which enables successful and safe realisation of back-end tasks through guaranteeing adequate resources. The key characteristics therefore must be predictability, continuity and sustainability. The Slovak Republic adopted new laws about National nuclear fund (Law 308/2018) and radiation protection (Law 87/2018) in 2018, which reflect actual situation and have a good potential to achieve the perspective goals.

ÚVOD

Jadrová energetika ako celosvetovo jediné priemyselné odvetvie systémovo rieši problém bezpečnej a úplnej likvidácie svojich zariadení a odpadu, ktorý vznikol tak za prevádzky, ako i počas finálneho štádia vyradovania jadrových zariadení. To sa realizuje nielen technickými činnosťami, ale aj vytvorením systému na kontinuálny výber finančných prostriedkov na ich realizáciu (vrátane ich finálneho uloženia).

Hoci technologicky ide v súčasnosti o technicky realizovateľné projekty, rôzne právne systémy, ekonomická sila a historický vývoj v krajinách, ktoré prevádzkujú jadrové energetické reaktory, viedli k tomu, že každá krajina si vytvorila svoj vlastný systém, ktorý môže byť iný tak legislatívou, ako aj vecným stavom a pripravenosťou krajiny dané činnosti realizovať.

V SR v súčasnosti existuje v dvoch lokalitách desať jadrových zariadení. Toto spektrum zahŕňa jadrové elektrárne a tiež nereaktorové jadrové zariadenia na nakladanie s rádioaktívnymi odpadmi a vyhoreným jadrovým palivom. Aktuálne sa realizuje vyradovanie dvoch jadrových elektrární (A1 a V1). Prehľad jadrových zariadení je uvedený v tabuľke 1.

Slovenská republika má svoj systém zadnej časti jadrovej energetiky (ZČJE) upravený v komplexe troch zákonov a jedného uznesenia vlády SR:

Atómový zákon č. 541/2004 Z. z. sa primárne venuje technickej (t.j. jadrovej a radiačnej) bezpečnosti prevádzky a vyradovania jadrových zariadení a nakladania s vyhoreným jadrovým palivom¹ (VJP) a rádioaktívnym odpadom (RAO).

Názov jadrového zariadenia	Rok spustenia	Vlastník	Typ jadrového zariadenia podľa atómového zákona
JE A1 Bohunice, 1 × HWGCR	1972	JAVYS, a.s.	JZ s jadrovým reaktorom v etape vyradovania
JE V1 Bohunice, 2 × VVER440/230	1978, 1980	JAVYS, a.s.	JZ s jadrovým reaktorom v etape vyradovania
JE V2 Bohunice, 2 × VVER440/213	1984, 1985	SE, a.s.	JZ s jadrovým reaktorom v prevádzke
JE Mochovce 1, 2, 2 × VVER 440/213	1998, 1999	SE, a.s.	JZ s jadrovým reaktorom v prevádzke
JE Mochovce 3, 4, 2 × VVER 440/2013	stavba	SE, a.s.	JZ s jadrovým reaktorom v etape výstavby
Medzisklad vyhoretého paliva, Jaslovské Bohunice	1987	JAVYS, a.s.	Jadrové zariadenie určené na skladovanie vyhoretého jadrového paliva
Technológie na spracovanie a úpravu rádioaktívnych odpadov (JZ TSÚ RAO), Jaslovské Bohunice	2000	JAVYS, a.s.	Jadrové zariadenie určené na spracovanie rádioaktívnych odpadov
Republikové úložisko rádioaktívnych odpadov (JZ RÚ RAO), Mochovce	2001	JAVYS, a.s.	Jadrové zariadenie určené na trvalé uloženie rádioaktívnych odpadov
Finálne spracovanie kvapalných rádioaktívnych odpadov (JZ FS KRAO), Mochovce	2007	JAVYS, a.s.	Jadrové zariadenie určené na spracovanie rádioaktívnych odpadov
Integrálny sklad rádioaktívnych odpadov (IS RAO), Jaslovské Bohunice	2017	JAVYS, a.s.	Jadrové zariadenie určené na spracovanie a skladovanie rádioaktívnych odpadov

Zákon o radiačnej ochrane č. 87/2018 Z. z. rieši (dlhodobú) bezpečnosť životného prostredia a zdravia obyvateľstva, vrátane definície práv a povinností dovozcov a predajcov žiaričov ako inštitucionálnych RAO.

Oba tieto zákony sú potom organicky previazané so zákonom o Národnom jadrovom fonde (NJF) č. 308/2018 Z. z., ktorý zabezpečuje finančnú bezpečnosť realizácie činností ZČJE v dlhodobom horizonte viac ako polstoročia, ako aj umožňuje financovať vzdelávanie odborníkov pre tieto budúce činnosti.

Na základe zákona č. 238/2006 Z. z. (predchodcu zákona č. 308/2018 Z. z.) vláda SR v roku 2015 schválila Vnútroštátnu politiku a vnútroštátny program nakladania s vyhoretým jadrovým palivom a rádioaktívnymi odpadmi v SR (VPP), ktoré predstavujú vlastný dlhodobý plán realizácie ZČJE, ktoré v súčasnosti prechádzajú procesom aktualizácie.

Takto vytvorený legislatívny rámec sa, s prihliadnutím na aktuálne technicko-ekonomicko-legislatívne prostredie, snaží vytvoriť funkčný systém tak, aby boli všetky ciele ZČJE efektívne naplnené pri zachovaní všetkých požiadaviek na bezpečnosť.

ZÁKON Č. 308/2018 Z. Z. O NÁRODNOM JADROVOM FONDE

Zákon č. 308/2018 Z. z. o Národnom jadrovom fonde bol prijatý dôsledkom evolúcie európskych právnych predpisov (primárne nariadenie Rady č. 2011/70/EURATOM), ako aj relevantných podmienok v Slovenskej republike. Namiesto opakovanej novelizácie predchádzajúcej právnej úpravy (zák. č. 238/2006 Z. z.) bol pripravený nový zákon č. 308/2018 Z. z., ktorý v plnej miere prevzal všetky práva a záväzky predchodcu aktuálneho NJF.

Novým zákonom prišlo k vytýčeniu jasnej hranice zodpovednosti medzi prevádzkovateľmi jadrových elektrární ako pôvodcami RAO a VJP a štátom, ktorý je (v zmysle platných medzinárodných zmlúv) vecne zodpovedným za bezpečné nakladanie s vyhoretým jadrovým palivom a rádioaktívnymi odpadmi až do ich finálneho uloženia na úložisku. Finančná zodpovednosť za tieto činnosti pritom po správnom zostala na pôvodcoch odpadov.

Prvýkrát sa v zákone č. 308/2018 Z. z. tiež explicitne vymenovali hlavné zásady a princípy financovania ZČJE, hoci väčšina princíпов

bola zohľadnená už v predchádzajúcej právnej úprave. Tieto zásady a princípy sa explicitne vymenovali za tým účelom, aby pôsobili prierezo vo v ostatných ustanoveniach návrhu zákona a aby sa nimi museli riadiť všetky činnosti ZČJE a osoby, ktoré sú v zákone uvádzané.

V súlade s medzinárodnými štandardmi ako aj vzhľadom k tomu, že SR výkonom svojej zodpovednosti za dlhodobé skladovanie, vyradovanie a ukládanie RAO a VJP poverila štátom 100% kontrolovanú organizáciu, zaviedlo sa obdobie, počas ktorého bude držiteľ povolenia na prevádzku jadrového zariadenia odvádzať finančné prostriedky na účet NJF s tým, že NJF je zodpovedný za stanovenie výšky finančných prostriedkov na pokrytie všetkých činností ZČJE. Tak sa zabezpečilo, aby boli primerané prostriedky k dispozícii vtedy, keď to bude potrebné. V dôsledku toho sa následne výrazne zvýšila aj miera jadrovej bezpečnosti v tejto záverečnej časti mierového využívania jadrovej energie.

Zákon č. 308/2018 Z. z. tiež rozšíril povinnosť odvádzať finančné prostriedky do jadrového fondu aj na iné prevádzkované jadrové zariadenia ako jadrové zariadenia na výrobu elektriny², ktoré sa budú vyradovať z prevádzky po ich odstavení, pričom vzniknutý rádioaktívny odpad sa bude následne ukladať v príslušnom úložisku. Tým sa zjednotil prístup k finančnému zabezpečeniu likvidácie všetkých jadrových zariadení a súčasne sa zvýšila miera finančného zabezpečenia ZČJE.

Predchádzajúci zákon (zákon č. 238/2006 Z. z.) neupravoval pravidlá, podľa ktorých sa mali vypočítavať povinné príspevky a povinné platby do NJF, ale ich výšku stanovovala priamo Národná rada SR zmenou zákona. V záujme zvýšenia transparentnosti, ako aj expertízy pri určovaní týchto súm, nový zákon č. 308/2018 Z. z. zaviedol, že výšku povinných príspevkov a platieb (ako hlavných zdrojov finančných prostriedkov NJF) navrhuje Rada správcov NJF v spolupráci s prevádzkovateľmi jadrových zariadení. Výpočet musí byť vykonaný na základe budúcich činností a ich rozsahu, stanovených vo VPP. Samotné výšky jednotlivých príspevkov a platieb následne vyhlasuje vláda nariadením.

Na strane výdavkov nový zákon 308/2018 Z. z. podrobnejšie špecifikoval štruktúru a rozsah oprávnených nákladov, ktoré môžu byť hra dené z prostriedkov NJF. Okrem „štandardných“ činností ako sú vyradovanie, nakladanie s RAO, IRAO, VJP, rádioaktívnymi materiálmi neznámeho pôvodu a budovanie úložísk, zákon č. 308/2018 Z. z. priniesol aj relatívne prelomové ustanovenie, ktoré umožňuje čerpať zdroje NJF aj na „podporu vzdelávania, zvyšovanie kvalifikácie a odbornosti na účel uchovania a rozširovania vedomostí a podporu výskumu a vývoja“³.

Čerpanie finančných zdrojov NJF však zák. č. 308/2018 Z. z. limitoval ustanovením, že finančné prostriedky NJF je možné použiť iba v súlade s VPP a to do výšky naakumulovaných finančných prostriedkov.

Dokumenty Vnútroštátna politika a vnútroštátny program sa tak stali kľúčovým ekonomicko-právno-technickým nástrojom všetkých zainteresovaných zložiek štátu, ako aj prevádzkovateľov jadrových zariadení. Definovaním koncového stavu tiež určujú dnešnú i budúcu podobu jadrového priemyslu na Slovensku.

ZÁKON Č. 87/2018 Z. Z. O RADIAČNEJ OCHRANE

Zákon č. 87/2018 Z. z. o radiačnej ochrane s účinnosťou od 1. 4. 2018 nahradil pôvodný zákon č. 355/2007 Z. z. o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia. Nová právna úprava poskytuje nový ucelený legislatívny rámec radiačnej ochrany pri všetkých druhoch aplikácii a nakladania so zdrojmi ionizujúceho žiarenia, nakoľko v sebe v jednej komplexnej štruktúre inkorporuje všetky dovtedy vydané nariadenia vlády SR pre túto oblasť, ako aj príslušné smernice Európskej únie.

Z pohľadu hlavného vplyvu zákona č. 87/2018 Z. z. na zákon č. 308/2018 Z. z. je zásadné splnomocňovacie ustanovenie zákona č. 308/2018 Z. z., ktoré vyžaduje, aby „stanoviská orgánov štátnej správy v oblasti radiačnej ochrany z hľadiska radiačnej ochrany a ochrany zdravia pri práci k navrhovanému vnútroštátnemu programu...“⁴ boli súčasťou VPP. Hlavnými orgánmi štátnej správy v ob-

lasti radiačnej ochrany z hľadiska radiačnej ochrany a ochrany zdravia pri práci sú ministerstvo zdravotníctva SR, Úrad verejného zdravotníctva SR a regionálne úrady verejného zdravotníctva, Ministerstvo dopravy a výstavby SR, Ministerstvo obrany SR, Ministerstvo vnútra a Slovenská informačná služba.

Zákon č. 87/2018 Z. z. je so zákonom č. 308/2018 Z. z. organicky previazaný vo viacerých oblastiach, napr. pri žiaričoch, pri ktorých sa predpokladá ožiarenie osôb alebo pri rádioaktívnych materiáloch neznámeho pôvodu.

Žiadateľ na vydanie povolenia, ktorý bude nakladať s vysokoaktívnym žiaričom tak napr. musí najskôr na účet NJF zložiť zábezpeku vo výške úplných nákladov spojených so zberom, triedením, skladovaním, spracovaním, úpravou na uloženie a uložením nepoužívaného vysokoaktívneho žiariča ako rádioaktívneho odpadu. Oslobodenie od uvedenej povinnosti má žiadateľ, ktorý predložil:

- „zmluvu o spätnom odbere žiariča výrobcom alebo dodávateľom,
- zmluvu o komerčnom poistení nákladov na likvidáciu žiariča pre insolventnosť v čase, keď sa žiarič stane nepoužívaným alebo opusteným alebo
- zmluvu o likvidácii žiariča s držiteľom povolenia na zber, triedenie, skladovanie, spracovanie, úpravu na uloženie a uloženie inštitucionálneho rádioaktívneho odpadu v čase, keď sa žiarič stane nepoužívaným.“⁵

V oblasti ochrany obyvateľstva a životného prostredia pred rádioaktívnym materiálom (napr. tiež žiaričom) tak NJF vstupuje do systému ako posledná inštančia umožňujúca ich bezpečné vyhľadanie, spracovanie a uloženie. Ak vlastník rádioaktívnych materiálov neznámeho pôvodu nie je známy, náklady nesie štát a na ich úhradu sa použijú prostriedky NJF.

Motiváciu zabezpečiť bezpečnú likvidáciu vysokoaktívnych žiaričov poskytuje NJF ich držiteľom prostredníctvom ustanovenia, že vráti sumu zloženú ako zábezpeku držiteľovi povolenia na vykonávanie činnosti vedúcej

k ožiareniu, ak ten odovzdá vysokoaktívny žiarič inému držiteľovi povolenia na vykonávanie činnosti vedúcej k ožiareniu, a ktorý s ním bude nakladať, odovzdá ho oprávnenej organizácii alebo ho vráti dodávateľovi alebo výrobcovi, čo preukáže jadrovému fondu písomným potvrdením preberajúcej organizácie. Racionálna výnimka zákona 308/2018 Z. z. však definuje, že uvedené neplatí, ak držiteľ povolenia vymení vysokoaktívny žiarič za rovnaký nový⁶.

VNÚTROŠTÁTNA POLITIKA A VNÚTROŠTÁTNY PROGRAM SLOVENSKEJ REPUBLIKY

Už v predchádzajúcom zákone o NJF (zák. č. 238/2006 Z. z.) bolo obsiahnuté, že NJF (2006) v spolupráci s ostatnými ústrednými orgánmi štátnej správy a s držiteľmi povolení vydanými podľa atómového zákona zabezpečuje tvorbu, aktualizáciu a priebežné plnenie úloh, vyplývajúcich z tzv. Stratégie záverečnej časti mierového využívania jadrovej energie.

prof. Ing. Vladimír Slugeň, DrSc.



V roku 1985 ukončil medziodborové štúdium Jadrová energetika na Elektrotechnickej fakulte SVŠT v Bratislave. Je autorom 6 kníh, 12 vysokoškolských skrípt a vyše 500 vedeckých a odborných prác (H-index 14). Bol zodpovedným riešiteľom 14 medzinárodných vedeckých projektov v oblasti jadrového paliva, materiálového výskumu a jadrovej bezpečnosti. Od roku 2005 je riadnym profesorom v odbore jadrová energetika (DrSc. 2010). V roku 2015 založil v Bratislave European Decommissioning Academy. Od roku 2004 je predsedom SNUS a v rokoch 2009-2011 bol prezidentom ENS so sídlom v Bruseli. Od 2009 je členom predsedníctva World Nuclear Council. V rokoch 2011-2015 bol prvým riaditeľom Ústavu jadrového a fyzikálneho inžinierstva FEI STU. Od 2007 je podpredsedom Rady správcov Národného jadrového fondu SR, kde zastupuje Ministerstvo financií SR.

Na základe tohto zákona č. 238/2006 Z. z. vláda Slovenskej republiky prijala dňa 21.5.2008 uznesenie č. 328/2008, ktorým schválila Stratégiu záverečnej časti jadrovej energetiky (ďalej tiež ako „SZČJE“).

V roku 2014 vláda SR uznesením č. 26/2014 zo dňa 15.1.2014 schválila jej revidovanú verziu s názvom Stratégia záverečnej časti mierového využívania jadrovej energie v SR.

Smernica 2011/70/EURATOM bola do slovenského právneho poriadku implementovaná zákonom č. 143/2013 Z. z., ktorý novelizoval Atómový zákon aj predchádzajúci zákon o NJF č. 238/2006 Z. z.. Uvedená novela v zákone zakotvila požiadavku nemať len všeobecnú „stratégiu“, ale definovala jej kľúčové časti – vnútroštátnu politiku a vnútroštátny program – a ich obsah.

Nakoľko smernica 2011/70/EURATOM určila, že členské štáty majú poslať Európskej komisii na posúdenie svoje (už kompletne a záväzné) VPP najneskôr do 23. augusta 2015, využila Slovenská republika existenciu Stratégie záverečnej časti mierového využívania jadrovej energie v SR, vrátane jej platného záverečného stanoviska Ministerstva životného prostredia SR k procesu cezhraničného posudzovania vplyvov na životné prostredie, a na jej základe pripravila prvú VPP v novej požadovanej štruktúre.

Táto vnútroštátna politika a vnútroštátny program boli prijaté vládou SR dňa 8. 7. 2015 uznesením vlády č. 387/2015.

VPP vypracúva a aktualizuje Rada správcov NJF, ktorá ju aj predkladá ministerstvu hospodárstva SR na prerokovanie. Ministerstvo hospodárstva ju následne predkladá Vláde SR na schválenie.

Do VPP okrem nakladania s VJP a RAO sú zahrnuté aj ostatné činnosti súvisiace so záverečnou časťou mierového využívania jadrovej energie v Slovenskej republike, vrátane vyradovania jadrových zariadení.

Ciele VPP v oblasti nakladania s vyhoretým jadrovým palivom a rádioaktívnymi odpadmi síce nie sú legislatívne definované, ale tvoria zásady ZČJE.

Systém financovania činností záverečnej časti mierového využívania sa okrem princípu „znečisťovateľ platí“ riadi aj princípmi proporcionality, nediskriminácie, transparentnosti, hospodárnosti, primeraného zhodnocovania a dostatočnosti zdrojov, ako aj posudzovania vplyvov na životné prostredie (EIA) a informovanie a zapojenie verejnosti do rozhodovania v súlade s platnými právnymi predpismi.

JUDr. Martin Macášek



Štúdium absolvoval na Právnickej fakulte Univerzity Komenského a Fakulte elektrotechniky a informatiky Slovenskej technickej univerzity v Bratislave, absolvoval tiež Medzinárodnú školu jadrového práva na Univerzite Montpellier 1.

Od roku 2009 pôsobí v jadrovej energetike. Po nástupe do Jadrovej vyradovacej spoločnosti, a.s. pracoval ako projektový manažér, vedúci odboru plánovania vyradovania JE V1 a poradca pre riaditeľa projektu vyradovania JE V1. Od roku 2016 je v pozícii manažéra pre vyradovanie jadrových zariadení na útvare generálneho riaditeľa. Súčasťou jeho agendy je synergická koordinácia činností vyradovania, nakladania s RAO a komunikácia s odbornou a laickou verejnosťou, ako aj medzinárodná spolupráca.

Od roku 2013 je zástupcom spoločnosti JAVYS v Programe pre výmenu vedeckých a technických skúseností pri vyradovaní jadrových zariadení pri OECD-NEA, kde od roku 2017 vykonáva aj funkciu predsedu Správnej rady. V rámci OECD-NEA tiež pôsobí v komisii pre Vyradovanie jadrových zariadení a obnovu lokalít (CDLM) a v pracovnej skupine pre jadrovú zodpovednosť pri preprave (WPNLT). Na Slovensku je členom Medzirezortnej pracovnej skupiny pre otázky zodpovednosti za jadrovú škodu voči tretím osobám.

ZÁVER

Takto definovaný komplex právnych predpisov vytvára dostatočne robustný, ale pritom i flexibilný systém na realizáciu činností ZČJE. Osobitne dôležitým prvkom je, že SR zachováva nepretržitú kontinuitu vo výbere a správe finančných prostriedkov na realizáciu činností ZČJE, ktorú realizuje od 1. 1. 1995. Takéto vytvorenie reálneho predpokladu na jej úspešné zabezpečenie stabilizuje celé priemyselné odvetvie a aj vytvára rozumnú mieru stability u všetkých účastníkov – štátu, prevádzkovateľov i verejnosti.

Samozrejme každý systém, ktorý je vytvorený na pôsobenie počas až takmer jedného storočia, bude potrebné pravidelne preskúmať a aktualizovať. V najbližšom období by sa ďalšie legislatívne úpravy mali sústrediť na od-

stránenie aktuálnej absencie rezervy pri výpočte plánovaných nákladov na vyradovanie JZ a vyriešenie dilemy existencie NJF ako štátneho účelového fondu (ktorý je tak súčasťou štátneho rozpočtu) a apolitickou potrebou priemyslu čerpať v definovanom čase naplánované prostriedky na vyradovanie JZ a nakladanie s RAO a VJP.

Poznámky:

¹V súlade s terminológiou používanou v platnom Atómovom zákone používa tento článok termín „vyhoreté jadrové palivo“. Legislatívna terminológia však v budúcnosti bude musieť reagovať na vecný stav, ktorým je, že materiál, ktorý právo v súčasnosti nazýva VJP, je z pohľadu jeho vlastníka (prevádzkovateľa jadrovej elektrárne) stále energetickou surovinou (zdrojom). Či už pre účely jeho konverzie na MOX palivo alebo pre budúce využitie v reaktoroch IV. generácie. A kým sa ho vlastník (prevádzkovateľ) vyslovne nevzdá a neoznačí ho ako už nevyužiteľné rezíduum štiepnej reakcie, je nevyhnutné rešpektovať jeho vlastnícke právo k tomuto predmetu, vrátane možnosti s ním nakladať.

² Zák. č. 308/2018 Z. z., §10 ods. 3

³ Zák. č. 308/2018 Z. z., § 12 ods. 1 písm. j)

⁴ Zák. č. 308/2018 Z. z., § 6 ods. 6 písm. g)

⁵ Zák. č. 87/2018 Z. z., § 30 ods. 9

⁶ Zák. č. 308/2018 Z. z., § 12

Integrálny sklad rádioaktívnych odpadov (IS RAO) v lokalite Jaslovské Bohunice je ďalším z ukončených projektov BIDSF realizovaných v rámci procesu vyradovania jadrovej elektrárne V1. Zdroj: JAVYS



Vývoj hlbinného úložiska v Slovenskej republike

Ing. Adela Mršková

Riešením otázky nakladania s vyhoretým jadrovým palivom sa Slovenská republika musela začať intenzívne zaoberať po rozdelení ČSFR. Počas takmer 25 ročnej histórie programu vývoja HÚ na Slovensku boli dosiahnuté čiastkové výsledky predovšetkým v oblasti geologického prieskumu pre výber lokality. Článok okrem stručného popisu dosiahnutého stavu načrtáva aj niektoré výzvy najbližších období, predovšetkým v oblasti aktualizácie stratégie vývoja HÚ, popísanej vo Vnútroštátnom programe v gescii Národného jadrového fondu.

The Slovak Republic had to start addressing the issue of spent nuclear fuel management intensively after the division of the Czech and Slovak Federal Republic. During the almost 25-year history of the DGR development program in Slovakia, partial results have been achieved, especially in the area of geological survey for site selection. In addition to a brief description of the status achieved, the article also outlines some challenges in the near future, especially in the area of updating the DGR development strategy, described in the National Program under the auspices of the National Nuclear Fund.

HISTÓRIA VÝVOJA HÚ NA SLOVENSKU

Prvé štúdie k problematike hlbinného úložiska na Slovensku boli spracované už začiatkom 90. rokov v bývalej ČSFR, na ktoré nadviazal v rokoch 1996 až 2001 program vývoja hlbinného úložiska na Slovensku v gescii Slovenských elektrární. V rámci programu bolo vypracovaných vyše 60 štúdií a správ, ktoré obsahovali realizačné štúdie, podklady pre bezpečnostné rozbory, analýzy pre zapojenie verejnosti a predovšetkým boli spracované úvodné geologické mapovania a prieskumy.

Na Slovensku bol už v tomto období hodnotený potenciál geologického prostredia pre vybudovanie HÚ. Na základe medzinárodných odporúčaní boli stanovené charakteristiky vhodnej lokality na Slovensku (aspekty dlhodobého vývoja územia, geologické riziká, geologická stavba, hydrogeologické pomery, geochemické aspekty, inžiniersko-geologické vlastnosti, výskyt prírodných zdrojov surovín, legislatívna ochrana územia – spolu 58 charakteristík), ktoré predstavovali prvý krok k výberovým kritériám pre hodnotenie vhodnosti lokalít pomocou multikritériálnej analýzy.

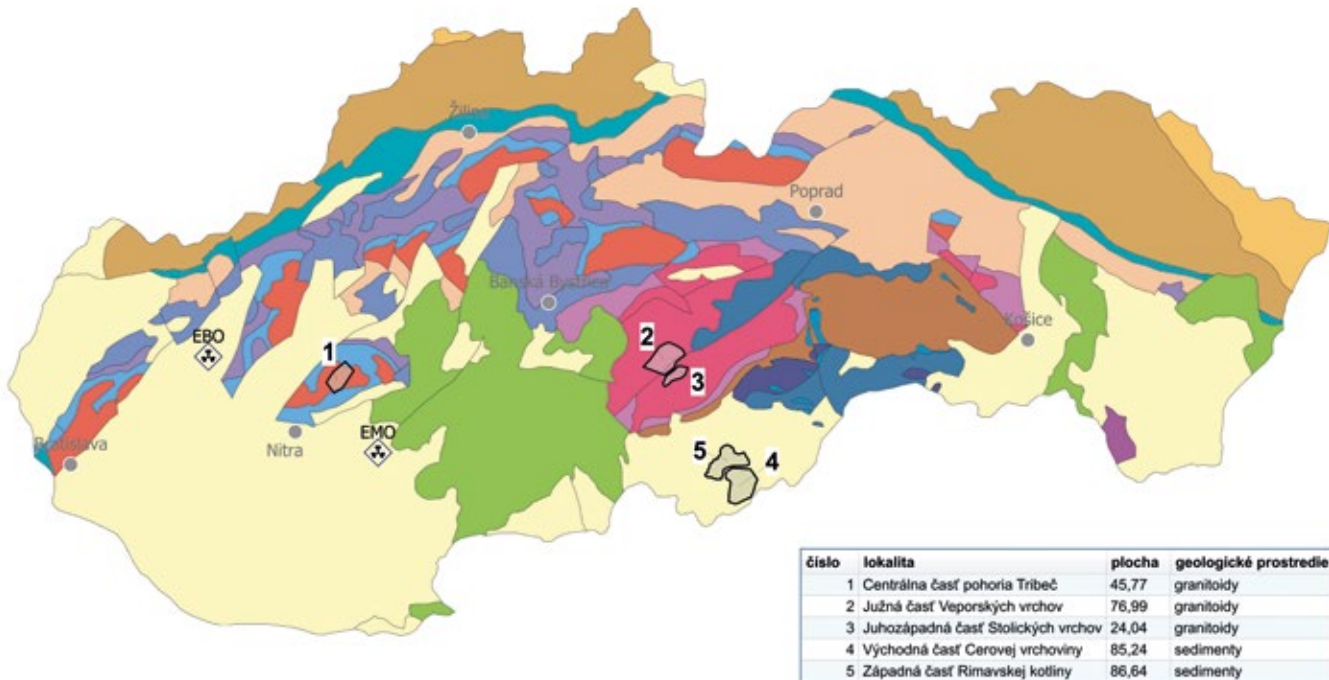
Výsledkom hodnotenia archívnych informácií a máp a základným geologickým prieskumom bolo navrhnutých 5 lokalít perspektívnych pre ďalší geologický prieskum, s ktorými sa uvažuje aj v súčasnosti

Všeobecne možno povedať, že v rokoch 1996–2001 boli vykonané práce, ktoré položili základný kameň pre vybudovanie programu vývoja HÚ v Slovenskej republike.

Od roku 2001 bol pozastavený program HÚ pod gesciou Slovenských elektrární a tieto boli následne v roku 2004 privatizované. V sektore jadrovej energetiky došlo k významnej reorganizácii kompetencií, čo významne ovplyvnilo aj pokračovanie programu vývoja HÚ. Nástupníckou organizáciou pre činnosti záverečnej časti mierového využívania jadrovej energie sa stala spoločnosť JAVYS, a.s., ktorá bola v roku 2010 poverená Ministerstvom hospodárstva SR pokračovať v programe vývoja HÚ.

VÝVOJ HÚ - SÚČASNOŠŤ

Program, ktorý sa realizoval pod názvom „Hlbinné úložisko – výber lokality, 1. etapa“ a bol koncipovaný na obdobie rokov 2013–2016, bol v prvom rade zameraný na zhodnote-



Obr. 1 : Lokality jadrových zariadení a študijno-prieskumné lokality pre umiestnenie hlbinného úložiska v Slovenskej republike na mape základných geologických štruktúr (zdroj: ŠGÚDŠ)

nie predchádzajúcich aktivít s cieľom využiť poznatky získané v minulosti. Ukázalo sa, že predovšetkým štúdie z oblasti výberu lokality možno i naďalej plnohodnotne akceptovať a nadviazať na tieto štúdie s ďalšími aktivitami pri výbere lokality HÚ. V rámci tejto etapy boli vypracované prehodené kritériá výberu lokality, bola aktualizovaná štúdia realizovateľnosti HÚ na Slovensku, boli vypracované odporúčania pre prácu s verejnosťou a v neposlednom rade boli vypracované plány pre ďalšie etapy programu vývoja HÚ.

V rokoch 2017–2018 program vývoja HÚ pokračoval realizáciou projektu „Hlbinné úložisko – výber lokality, 2. etapa – I. časť“ konzorciom dodávateľov ŠGÚDŠ (Štátny geologický ústav Dionýza Štúra), ÚJV Řež, a. s. a DECOM, a.s. [1]. V rámci realizovaného projektu bol vypracovaný Projekt geologickej úlohy, Rámcový program vývoja a výskumu v oblasti hlbinného ukládania vrátane požiadaviek pre jeho implementáciu a Návrh implementácie systému ekonomickej stimulácie lokalít dotknutých vývojom a prevádzkou hlbinného úložiska.

- Projekt geologickej úlohy rieši návrh a projektovanie relevantných geologických a technických prác pre dve perspektívne lokality v dvoch rôznych horninových prostrediach: „Tribeč“ a „Západná časť Rimavskej kotliny“, ktoré boli navrhnuté implementátorom programu vývoja HÚ, spoločnosťou JAVYS, a.s., ako lokality s najlepšimi vlastnosťami geologického prostredia. Projekt geologickej úlohy obsahuje zadefinovanie projektovaných geologických prác a metód, s uvedením rozsahu a spôsobu ich aplikácie. Súčasťou projektovej prípravy vrtných prác je analýza možností a výber potenciálne vhodných miest na realizáciu vrtných prác.
- V ďalšom dokumente bol rozpísaný Rámcový program vývoja a výskumu pre všetky fázy a oblasti vývoja HÚ. Celý proces až do etapy uzavretia úložiska je plánovaný prakticky na 100 a viac rokov. Z tohto dôvodu bolo možné detailnejšie opísať predovšetkým činnosti na nasledujúcich 15–20 rokov (fáza výberu lokality). Významnou súčasťou dokumentu je návrh programu na udržiavanie vzdelanostnej

úrovne. Bol pripravený stručný prehľad potenciálnych oblastí spolupráce medzi českým a slovenským programom vývoja HÚ v oblasti vedy, výskumu a vývoja.

- Jednou z úloh Vnútroštátneho programu nakladania s vyhoretým jadrovým palivom a s rádioaktívnymi odpadmi v SR bolo navrhnúť systém ekonomickej stimulácie lokalít dotknutých vývojom a prevádzkou úložísk. Návrh ekonomickej stimulácie lokalít bol čiastočne inšpirovaný systémami podpory dotknutých lokalít v okolitých štátoch a bol rozpracovaný v troch variantoch, buď s priamym finančným príspevkom dotknutým obciam alebo s možnosťou podpory formálneho združenia dotknutých miest. V dokumente bol tiež rozpracovaný harmonogram a postupnosť jednotlivých krokov, vrátane zodpovednosti za ich realizáciu. Popri návrhu stimulácie dokument obsahuje aj podmienky a odporúčania pre oblasť zapojenia verejnosti, ktorá je v rozhodovacom procese o výbere lokality mimoriadne dôležitá.

AKO ĎALEJ?

Ďalšie pokračovanie projektu bolo navrhnuté ako súbor odborných a podporných činností, ktoré by mali byť realizované a koordinované do roku 2025. Komplexný súbor odborných činností zahŕňa prieskumné geologické práce pre výber lokality s realizáciou prieskumných vrto v dvoch lokalitách, výskumné práce potrebné pre preukazovanie bezpečnosti (od analýzy zdrojového člena, cez štúdie obalových súborov a tlmiacich materiálov, tvorbu databáz až po vypracovanie bezpečnostných analýz) a návrh projektových riešení pre bezpečnostný koncept.

Pri riešení jednotlivých úloh je potrebné nadviazať aj na medzinárodné projekty, predovšetkým výskumný projekt Európskej komisie EURAD, do ktorého sú zapojení tiež zástupcovia SR a ktorého cieľom je pomôcť členským štátom získať know-how potrebné pre implementáciu bezpečného dlhodobého manažmentu rádioaktívnych odpadov.

Plány geologických, výskumných a inžinierskych činností sú podrobne prepracované

a realizovateľné, avšak je potrebné poznamenať, že podobne ako mnohé iné krajiny aj Slovensko stojí pred otázkou vyriešenia niektorých socio-ekonomických otázok, z ktorých jednou je voľba optimálneho prístupu k zapájaniu verejnosti do projektu HÚ, predovšetkým v aktuálne prebiehajúcej fáze výberu lokality. Preto jednou z najťažších výziev najbližšieho obdobia bude vypracovať podrobný plán rozhodovacieho procesu, ktorý zohľadní aj zapojenie všetkých dotknutých aktérov zodpovedným spôsobom.

VNÚTROŠTÁTNY PROGRAM

Všetky vyššie uvedené činnosti boli realizované a sú plánované v súlade s platným Vnútroštátnym programom nakladania s vyhoretým jadrovým palivom a rádioaktívnymi odpadmi v SR, ktorý bol prijatý vládou SR v roku 2015 [2]. Vnútroštátny program je v zmysle Smernice 2011/70/EURATOM [3] kľúčovým dokumentom pre určenie činností pri riešení nakladania s rádioaktívnym odpadom a vyhoretým jadrovým palivom a za jeho vypracovanie v Slovenskej republike priamo zodpovedná Rada správcov Národného jadrového fondu.

Národný jadrový fond v súlade so svojimi kompetenciami stanovenými v Zákone o Národnom jadrovom fonde č. 308/2018 Z. z. v súčasnosti pripravuje aktualizáciu Vnútroštátneho programu, ktorej ambíciou je zohľadniť a rozpracovať aj témy ako napríklad:

- Upresniť kroky v rozhodovacom procese výberu lokality, ktoré predchádzajú samotnému EIA procesu a územnému konaniu.
- Definovať v zhode s odporúčaniami Európskej komisie parciálne kľúčové ukazovatele napredovania projektu.
- Identifikovať kompetencie jednotlivých aktérov v procese rozhodovania a nadväzne nejasne určené kontrolné mechanizmy.

Rovnako musí byť prehodnotený postoj k účasti SR na projekte medzinárodného úložiska, ktoré je stále uvažované ako jedna z alternatív riešenia manažmentu rádioaktívnych odpadov v SR.

Vnútroštátny program z roku 2015 určil aj hlavné míľniky pre ďalší vývoj HÚ: rozhodnutie o umiestnení hlbinného úložiska v roku 2030 a uvedenie HÚ do prevádzky v roku 2065. Je však zrejmé, že čiastkové míľniky k dosiahnutiu konečného cieľa musia byť pružne prehodnotené v kontexte súčasného napredovania projektu.

V rámci procesu aktualizácie vnútroštátneho programu je na začiatok roka 2021 naplánovaná aj medzinárodná hodnotiacia misia ARTEMIS, ktorej odporúčania budú tiež zapracované do finálnej podoby tohto strategického dokumentu.

ZÁVER

Ambíciou Národného jadrového fondu je v rámci aktualizácie vnútroštátneho programu zapojiť do diskusie počas samotnej prípravy dokumentu čo najširší okruh dotknutých aktérov a vypracovať strategický do-

kument, ktorý bude prínosom aj pre úspešné napredovanie projektu HÚ. K širšej celonárodnej odbornej diskusii o problematike riešenia záverečnej časti jadrovej energetiky a predovšetkým hlbinného ukladania rádioaktívnych odpadov a vyhorelého jadrového paliva by malo pomôcť aj plnenie programového vyhlásenia novej vlády, schválené 30. apríla 2020, ktorá takýmto spôsobom deklarovala relevantnosť tejto problematiky. Medzi kľúčovými témami celonárodnej diskusie by mal byť ako postoj k vývoju hlbinného úložiska na Slovensku a možnosti budovania spoločného úložiska v Európe, tak aj samotný proces výberu lokality pre HÚ a stanovenie míľnikov a kompetencií v rámci neho.

Bilancovať posun v tomto národne strategickom projekte budeme o niekoľko rokov, ale dovedy čaká všetkých zainteresovaných veľa úloh a náročných rozhodnutí.

recenzoval: Ing. Radek Trtílek, ÚJV Řež, a. s.

Poznámky:

- [1] Slaninka I., Havlová V., Mršková A.: B.4 Záverečná správa úlohy, Hlbinné úložisko - výber lokality 2. etapa, 1. časť, ŠGÚDŠ, ÚJV Řež, Decom, 2018.
- [2] Návrh Vnútroštátnej politiky a Vnútroštátneho programu nakladania s vyhoretým jadrovým palivom a rádioaktívnym i odpadmi v SR ako aktualizácia strategického dokumentu Stratégia záverečnej časti mierového využívania jadrovej energie v Slovenskej republike, schválený uznesením vlády SR č.387/2015.
- [3] Smernica Rady 2011/70/EURATOM z 19. júla 2011, ktorou sa zriaďuje rámec Spoločenstva pre zodpovedné a bezpečné nakladanie s vyhoretým jadrovým palivom a rádioaktívnym odpadom. Úradný vestník EÚ 2010/L 199/48-56, 2011.

Ing. Adela Mršková



Je absolventkou Fakulty elektrotechniky a informatiky, Slovenskej technickej univerzity v Bratislave. Po nástupe do VUJE, a. s. sa venovala témam havarijného plánovania, modelovaniu aj príprave havarijných plánov, neskôr pracovala aj na projektoch ukladania rádioaktívnych odpadov. Tejto téme a súvisiacim socio-ekonomickým otázkam sa venuje aj v súčasnosti, s krátkou prestávkou počas pôsobenia v Spojenom výskumnom centre Európskej komisie v Ispre (Taliansko), najprv v spoločnosti DECOM, a.s. a od roku 2018 na Národnom jadrovom fonde.

Z knihy „Vznik a historie státního dozoru nad jadernou bezpečností“

3. část

Ze vzpomínek Zdeňka Kříže

Tak jak se vyvíjely od poloviny padesátých let jaderné technologie, vyvíjel se i názor na bezpečnost a zejména pravidla v tomto novém odvětví. Prvotní linie byla zaměřena především na nešíření jaderných zbraní, vznikla Mezinárodní atomová agentura (MAAE), ale začínaly se formovat i národní dozory. V Československu vznikla Československá atomová komise (ČSKAE) a skupinka jaderných inženýrů kolem Ing. Jiřího Beránka a Ing. Zdeňka Kříže začala formulovat první pravidla jaderné bezpečnosti.

O počátcích jaderného dozoru v Československu poutavě píše Ing. Zdeněk Kříž, z jehož knihy „Vznik a historie státního dozoru nad jadernou bezpečností Československé komise pro atomovou energii (1970–1992)“, vám přinášíme některé vzpomínky na začátky tohoto mladého, ale dynamicky se rozvíjejícího odvětví.

ZMĚNA ORIENTACE JADERNÉHO PROGRAMU NA LEHKOVODNÍ REAKTORY TYPU VVER

Počátkem roku 1970 vláda ČSSR rozhodla změnit orientaci československého jaderného programu na reaktory sovětské konstrukce VVER-440 (vodovodňannj energetičeskij reaktor – VVER). Bylo to na základě srovnávací studie bloků VVER-440 a CANDU-600 v období, kdy se JE A-1 připravovala ke spuštění. To znamená, že určitou dobu u nás existoval souběžně program těžkovodní a program lehkovodní.

Krátce po rozhodnutí vlády odletěla na konzultaci do Moskvy skupina čtyř odborníků: Jiří Beránek (ČSKAE), Augustin Ševčík (Federální ministerstvo paliv a energetiky – FMPE), Josef Ševc (Ministerstvo zdravotnictví ČSR) a Čestmír Raisigl (Energoprojekt Praha – EGP). Zde byla tato skupina seznámena s koncepcí bezpečnosti tlakovodních reaktorů VVER-440 (typ 230), které se bývalý Sovětský svaz rozhodl exportovat do zahraničí.

Na základě informací poskytnutých sovětskými odborníky naše delegace pochopila, že

bezpečnostní koncepce této elektrárny se silně odlišuje od koncepce západních tlakovodních reaktorů. Jednalo se v podstatě o tlakovodní energetický reaktor označovaný na západě jako PWR, kde byla hlavním dodavatelem a výrobcem firma Westinghouse, a proto později dostal přezdívku „Eastinghouse“. Jako tzv. maximální projektová havárie s únikem chladiva bylo definováno v projektu prasknutí potrubí primárního okruhu o průřezu 200 mm opatřené dýzou o průřezu 32 mm na rozdíl od maximálního průměru potrubí primárního okruhu 500 mm tak, jak byla definována v obdobných západních projektech reaktorů typu PWR. Tomu pochopitelně odpovídala velmi malá kapacita systému havarijního doplňování primárního okruhu a nedostatečná kapacita a velikost pro třetí bariéru (záchyt radioaktivních látek), pro kterou byl použit ruský termín „zaščitnaja oboločka“, od které byl později odvozen český termín – ochranná obálka.

Místo standardního plnotlakého kontejnmentu – masivní betonové těsné budovy okolo primárního okruhu a reaktoru – měl projekt okolo zařízení primárního okruhu systém tzv. hermetických boxů, jejichž objem byl více než



pětkrát menší než běžný objem plnotlakého kontejnmentu. Hermetické boxy byly na střeše budovy vybaveny osmi pojistnými klapkami („klapany“) o průměru asi jeden metr, které se měly otevřít při přetlaku v hermetických boxech cca 1 atp., ke kterému by došlo při havárii spojené s prasknutím primárního potrubí. Klapky by se po odpuštění parovzdušné směsi a poklesu tlaku v hermetických boxech zavřely. Tím mělo být zajištěno, že v první fázi havárie spojené s prasknutím potrubí unikne do okolí jen aktivita v chladivu, která je neporovnatelně menší než aktivita v jaderném palivu. Po uzavření klapky by již k velkému úniku radioaktivity do okolí nedošlo. Projekt hermetických boxů však neobsahoval žádná kritéria pro jejich těsnost, spolehlivost uzavíracích klapky a spolehlivost sprchového systému, kterými byly hermetické boxy vybaveny. V klasifikaci typů kontejnmentů by se toto technické řešení dalo označit jako kontejnment s uvolněním tlaku. Není známo, že by takový typ kontejnmentu byl navržen a realizován jinde ve světě.

Byl to v určitém slova smyslu předchůdce tzv. ventilovaného kontejnmentu, který byl v 80. letech navrhován jako opatření ke snížení tlaku v kontejnmentu při těžké havárii. Odlišnost od tehdejší praxe byla způsobena tím, že se sovětský přístup k jaderné bezpečnosti vyvíjel v izolaci od ostatního světa a preferoval prevenci prasknutí potrubí před opatřeními na zvládnutí této havarijní situace. Muselo uběhnout ještě dalších pět let, než se sovětský přístup přiblížil západnímu konzervativnímu bezpečnostnímu přístupu. Kromě toho existovalo ještě mnoho dalších technických odlišností v projektu těchto bloků, ale tyto byly nejmarkantnější.

Projekt byl nabídnut československé straně s tím, že obdobné projekty se kromě Sovětského svazu ve Voroněži a na Kole budují v bývalé NDR (lokality Greifswald) a v Bulharsku (lokality Kozloduj).

Členům naší delegace bylo jasné, že vyjednávací prostor prakticky neexistuje, protože výstavba byla schválena na nejvyšší vládní a politické úrovni. Proto se členové delegace dohodli, že v cestovní zprávě navrhnou vládě podmínky, za kterých by bylo možné tyto bloky provozovat v ČSSR. Cílem těchto podmínek bylo bezpečnostní deficit bloků VVER-

Ukončil s vyznamenáním v roce 1964 studium na Fakultě technické a jaderné fyziky ČVUT jako jaderný inženýr. Po ukončení studia nastoupil do Ústavu jaderného výzkumu v Řeži (ÚJV), kde pracoval jako výzkumný pracovník v úseku jaderné energetiky. V roce 1970 přešel do nově vzniklého oddělení jaderné bezpečnosti a záruk Československé komise pro atomovou energii (ČSKAE). Zde se aktivně podílel na rozvoji a prosazování státního dozoru nad jadernou bezpečností. Postupně prošel různými funkcemi až po funkci hlavního inspektora jaderné bezpečnosti (1989–1992). V roce 1993 přijal nabídku pracovat v Mezinárodní agentuře pro atomovou energii (MAAE) ve Vídni. Zde jeho hlavními úkoly bylo využívání provozních zkušeností prostřednictvím systému IRS a podpora činnosti orgánů dozoru v jaderné energetice. Podílel se na přípravě několika doporučení a účastnil se řady misí MAAE. Kromě několika výzkumných zpráv je autorem asi čtyřiceti prezentací, článků a publikací věnovaných dozorcí činnosti. Po návratu z MAAE v roce 2001 nastoupil opět do ÚJV Řež jako vedoucí vědeckého sekretariátu. V období 2001–2011 byl předsedou Poradního výboru pro jadernou bezpečnost předsedkyně SÚJB Dany Drábové a od roku 2004 externím členem Výboru pro bezpečnost jaderných zařízení ČEZ, a. s.

440 (230) alespoň částečně kompenzovat. Podmínky zněly:

- 1. Vznik větších poruch primárního (a některých částí sekundárního) potrubí bude vyloučen zvýšenou kontrolou výrobního a montážního procesu (s dohodnutou účastí čs. odborníků), jakož i pravidelnou kontrolou po dobu celé životnosti elektrárny.*
- 2. Pro elektrárny budou vybrány lokality a staveniště, které umožní v maximální míře stanovit široká ochranná pásma podle sovětských požadavků pro reaktor typu VVER, při výběru staveniště bude respektováno i potenciální integrální riziko pro obyvatelstvo vně ochranného pásma.*
- 3. Projekty elektráren budou obsahovat průkaznou dokumentaci o jaderné bezpečnosti a ve všech etapách budou řádně projednány s příslušnými čs. orgány.*
- 4. Havarijní plán těchto elektráren bude obsahovat účinná ochranná opatření i pro případ nepředvídané nehody větší, než jaká se podle projektu uvažuje za největší pravděpodobnou.*

Z dnešního pohledu se může zdát, že to není mnoho, ale je nutno uznat, že ve své době tyto podmínky dobře vystihovaly hlavní bezpečnostní deficity bloků VVER-440 (230) a navrhovaly možnosti jejich částečné kompenzace.

Mezinárodní transporty VJP

Ing. Alena Rosáková

ODVOZY JADERNÉHO MATERIÁLU - ČESKÝ PŘÍSPĚVEK K BEZPEČNĚJŠÍ PLANETĚ

Specifickou součástí nakládání s radioaktivními materiály jsou přepravy paliva z výzkumných reaktorů. Tento materiál by bez mezinárodně koordinované spolupráce mohl představovat velké riziko zneužití. Vysoce obohacený uran (až 90 % podílu izotopu U-235), který se dříve ve výzkumu používal, se v rámci boje proti světovému terorismu postupně vrací zpět do zemí svého původu. Ve většině současných výzkumných reaktorů se už používá nízko obohacené palivo (<20 %), které představuje minimální riziko zneužití.

PALIVO SE VRACÍ DOMŮ

Použité ozářené palivo se vrací do zemí svého původu k přepracování. Nejrozsáhlejší program odvozu do USA zahrnuje celkem 212 přeprav. V přepravách do dalších zemí hraje jednu z hlavních rolí tým specialistů společnosti ÚJV Řež. Za třináct let se podílel na přepravách více než 700 kg vysoko obohaceného uranu. První vlna odvozu probíhala v letech 2007–2015 ze zemí bývalého východního bloku v programu RRRFR (The Russian Research Reactor Fuel Return).

PROGRAM RRRFR

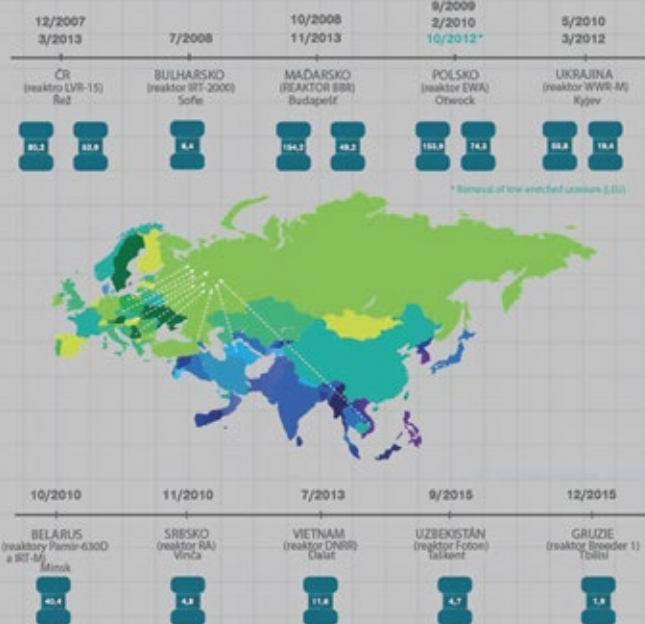
(Repatriace paliva z výzkumných reaktorů ruského typu):
Celkem uskutečněno 38 odvozů z 15 zemí, ještě zbývá Bělorusko a Kazachstán.

- ÚJV Řež, a. s., se zatím podílela na 15 odvozech z 10 zemí
- Počet odvezených použitých palivových souborů: 3585

711
Kg

odvezeného uranu

Kde všude ÚJV Řež, a. s., pomáhala odvézt vysokoobohacené palivo



projekt RRRFR |



PROJEKT MNSR

(Odvoz ozářeného vysoko obohaceného uranu z reaktorů MNSR do Číny)

Čínské kompaktní výzkumné reaktory (MNSR):

- výzkumný reaktor s nízkým výkonem (~30 kW)
- obsahuje cca 1 kg vysokoobohaceného (90%) uranu
- slouží k neutronové akční analýze, ke vzdělávání a výcviku
- využíván v Číně, Ghaně, Íránu, Nigérii, Pákistánu a v Sýrii

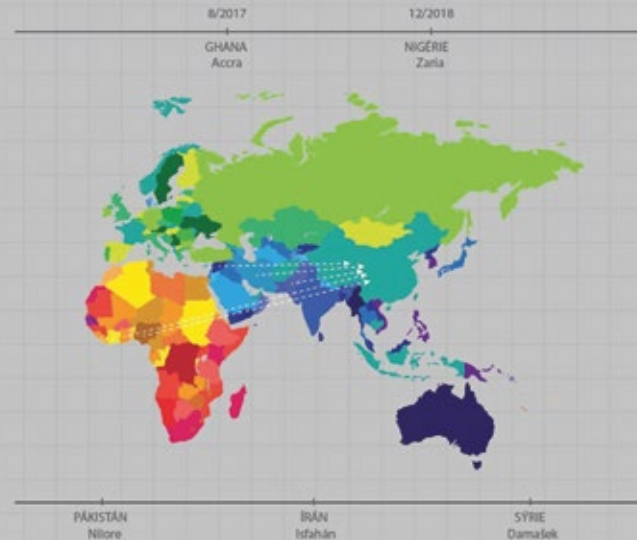
Aktivity ÚJV Řež:

- iterační podpora
- testování zařízení a školení místního personálu
- dodávka, údržba a inspekce obalových souborů a pomocného vybavení
- technická podpora v místě odvozu
- dohled při nakládání a vykládky paliva a manipulaci s obalovými soubory



Nový SROCA MNSR obalový soubor vyrobený spol. SROCA, Ji. a. s.

ÚJV, Řež, a. s., partner Global Threat Reduction Initiative (Inicativa za globální snížení jaderné hrozby).
Plánované odvozy do Číny



NA ŘADĚ JE ČÍNA

Špičkový výkon v přepravách do Ruska otevřel řežským cestu k dalším prestižním zakázkám. Současný mezinárodní projekt MNSR (Miniature Neutron Source Reactor) reprezentuje plán odvozů ozářeného paliva z malých čínských reaktorů typu MNSR, umístěných v Africe a Asii, zpět do Číny. V rámci tohoto programu se již ÚJV Řež podílela v letech 2016–2017 na přepravě z Ghany a v roce 2019 z Nigérie.

ÚJV Řež splnila svou misi zatím v 17 přepravách ze 12 zemí. Celkové množství přepraveného vysoce obohaceného uranu se zastavilo na váze 713 kg. Další plánované přepravy se týkají výzkumných zařízení v Pákistánu, Íránu a Sýrii.

Česká republika prostřednictvím ÚJV Řež významně přispívá ke snižování jaderné hrozby a zachování bezpečné planety pro nás všechny.



Letecký transport do RF

Ing. Alena Rosáková



Po studiu oboru Automatizované systémy řízení v ekonomice na VŠE v Praze působila řadu let ve společnostech zaměřených na informační technologie. Mimo vedení marketingových a propagačních aktivit se věnovala také řízení komerčních projektů a tvorbě obchodní strategie v segmentu technického vzdělávání pro podnikovou klientelu a státní správu. Spolupracovala na partnerských projektech pro Apple a Microsoft. Absolvovala mezinárodní kurz a certifikaci CIMA. Od roku 2013 pracuje na seniorní pozici v marketingu ÚJV Řež, a. s., kde zodpovídá za spolupráci s médii, copywriting, projekty interní komunikace a také se věnuje koordinaci komunikačních aktivit dceřiných společností Skupiny ÚJV.

Aktuality

Vyřazování jaderných zařízení z provozu – nový studijní program na Fakultě jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT v Praze

Vyřazování jaderných zařízení je v Evropě i ve světě stále aktuálnějším tématem. Kromě jaderných elektráren se vyřazují i pracoviště III. kategorie (např. ve zdravotnictví) a uzavírají a sanují se také oblasti po těžbě radioaktivních surovin. Význam, který je na Fakultě jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT v Praze (FJFI ČVUT) těmto otázkám přikládán, se odrazil i v zavedení nového specializovaného programu „Vyřazování jaderných zařízení z provozu“. Po kvalifikovaných odbornících se specializací zaměřenou na vyřazování ja-

derných zařízení z provozu a nakládání s radioaktivními odpady je dlouhodobá poptávka nejen v ČR, ale i v Evropě.

FJFI ČVUT je první, kdo bude vychovávat specialisty pro tyto vysoce kvalifikované práce a poskytne jim komplexní vzdělání v českém nebo anglickém jazyce. Kromě moderních přednáškových učeben disponuje řadou unikátních měřicích zařízení a odborně vybavenými laboratořemi včetně školního reaktoru, kde lze získat cenné praktické zkušenosti. Snahou bylo vytvořit vysoce odbornou a zajímavou náplň studia, která by neodradila studenty svou náročností a zároveň splnila požadavky, kladené na absolventa moderního studijního programu při hledání uplatnění nejen v ČR, ale i v zahraničí.

Absolvent tohoto studijního programu bude vybaven schopností analytického a odborného myšlení a širokou škálou praktických dovedností. Bude schopen se uplatnit v celém řetězci vyřazovacích prací jaderných zařízení, ve všech procesech souvisejících s nakládáním s radioaktivními odpady i při přípravě a realizaci projektů úložišť radioaktivních odpadů. Nemalou oblastí uplatnění odborníků v této oblasti je a bude plánování, výstavba a provoz hlubinných úložišť. Dostatečné znalosti z oblasti atomové legislativy a působnosti státní správy umožní absolventovi uplatnit se také ve státních odborných institucích jako je SÚJB, SÚRAO, SÚRO v. v. i., IAEA apod.

Kateřina Čubová, Lenka Thinová



Roman Havlín novým ředitelem Jaderné elektrárny Dukovany

V souvislosti se zajištěním dalšího dlouhodobého provozu Jaderné elektrárny Dukovany převzal dne 1. června 2020 od Miloše Štěpanovského funkci ředitele elektrárny Roman Havlín, dosavadní ředitel útvaru Bezpečnost divize Jaderná energetika společnosti ČEZ.

Roman Havlín je v řadě již čtrnáctým ředitelem JE Dukovany. Dlouhodobě připravované střídání stráží na postu ředitele EDU je jedním z výsledků programu generační obměny vedoucích manažerů ve Skupině ČEZ.

Roman Havlín (47) se na funkci ředitele elektrárny v Dukovanech chystal v rámci tohoto programu již delší dobu a během devíti předcházejících měsíců se s dosavadním ředitelem Milošem Štěpanovským intenzivně zúčastňoval důležitých pracovních jednání a procesů tak, aby výměna na postu ředitele proběhla hladce a bez zádrhelů.

Roman Havlín je absolventem VUT v Brně. Svoji profesní kariéru v JE Dukovany zahájil v roce 1996 jako směnový operátor na blokové dozorně, postupně prošel také dalšími útvary provozu. Od roku 2013 vedl útvar Bezpečnosti EDU, v posledních letech – až do května letošního roku – měl na starosti v divizi Jaderná energetika společnosti ČEZ bezpečnost obou našich jaderných elektráren. Očekává se, že kromě zajištění bezpečného a stabilního provozu EDU a dokončení generační obměny jejího personálu se v nové funkci soustředí na budoucí dlouhodobý provoz stávajících jaderných bloků.

Aleš John



Kalendář akcí

Plánované termíny se mohou měnit v souvislosti s národní epidemiologickou situací.
Aktuální kalendář akcí naleznete na stránkách www.jadernaenergie.online

NURETH 19

29. 8. 2020 – 3. 09. 2020

Brusel, Belgie

19. ročník setkání International Topical Meeting on Nuclear Reactor Thermal Hydraulics (NURETH 19) je určené zájemcům z řad odborníků i studentů zabývajících se chlazením jaderných reaktorů a tematicky pokrývá široké rozpětí od klasických lehkovodních, přes reaktory chlazené kovy, solemi, plynem až po malé modulární reaktory a další typy pokročilých technologií.

Více informací na <https://www.nureth19.com>

ENERGOCHEMIE 2020

10. 09. 2020 – 11. 09. 2020

Hotel Atom

Velkomeziříčská 640, Třebíč

42. ročník mezinárodního odborného semináře určeného k výměně zkušeností nejširšího okruhu pracovníků energetických provozů a úpraven vod v průmyslových podnicích i elektrárnách, správců zařízení, vodohospodářů, chemiků a radiochemiků jaderných i konvenčních energetických a teplárenských provozů, pracovníků radiační kontroly, výzkumných a vývojových pracovišť, vysokých škol, specialistů dodavatelských firem z oboru a dalších.

Více informací na www.energochemie.cz

Konference Energetika 2020

23. 09. 2020 – 24. 09. 2020

Orea Hotel Voroněž

Křížkovského 47, Brno

Další ročník konference pořádaný společností EGÚ Brno, a.s.

Více informací na

www.egubrno.cz/konference/

Konference Nový jaderný zdroj pro ČR – stav přípravy v r. 2020

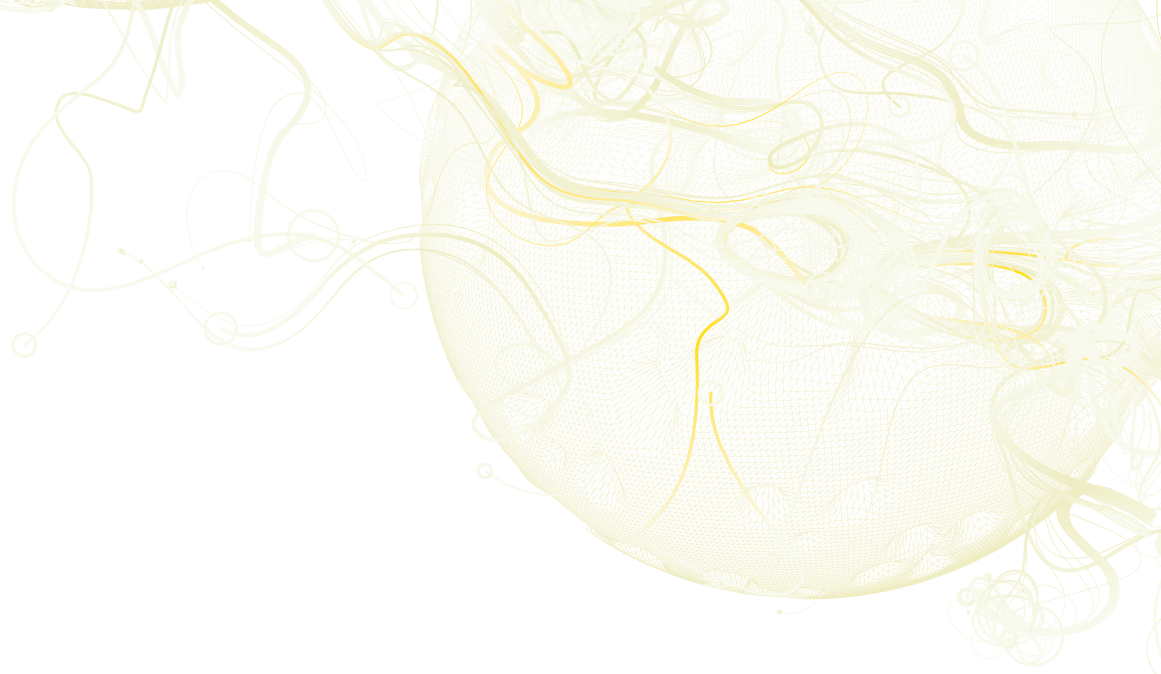
23. 09. 2020 – 24. 09. 2020

Fakulta strojní, Západočeská univerzita v Plzni,

Univerzitní 2762/22, Plzeň 3

Celostátní odborná konference pořádaná v rámci zahájení akce Jaderné dny 2020.

Více informací na www.jadernedny.cz



Jaderné dny 2020

23. 09. 2020 - 27. 10. 2020

Fakulta strojní, Západočeská univerzita v Plzni,
Univerzitní 2762/22, Plzeň 3

10. ročník akce, která má za cíl přiblížit různé oblasti využívání jaderné energie nejen studentům středních a vysokých škol, ale i široké veřejnosti.

Více informací na www.jadernedny.cz

Zvyšování životnosti komponent energetických zařízení v elektrárnách

29. 09. 2020 - 1. 10. 2020

Hotely Šumava a Srní
Srní 117

Konference tematicky navazuje na předchozí ročníky. Ústředním tématem konference je hodnocení životnosti energetických zařízení (turbín, kotlů, parogenerátorů i dalších) v klasických a jaderných elektrárnách s cílem prodloužení životnosti za původně projektované parametry, s uplatněním moderních diagnostických technik a výsledků materiálového a konstrukčního vývoje.

Více informací na <http://srni.vzuplzen.cz/>

SAFE AND SUSTAINABLE FUEL CYCLE BACK END 2020

29. 09. 2020 - 30. 09. 2020

Hotel Pyramida
Bělohorská 24, Praha 6

Druhý ročník konference SSFC 2020 se zaměří na výzkum a vývoj v oblasti konce palivového cyklu radioaktivních odpadů na území České republiky.

Více informací na www.ssfc.cz

Nuclear Energy Conference 2020

6. 10. 2020

Smetanův sál Autoklubu ČR
Opletalova 29, Praha 1

Mezinárodní odborná konference s podtitulem „Jaderná energetika v čase globální změny klimatu“ je zaměřená na omezování emisí skleníkových plynů a další perspektivu jaderné energetiky.

Více informací na
www.nec2020.eu/index.php/cs/

Kalendář akcí

Nuclear Encounter 2020

8. 10. 2020 - 9. 10. 2020

Hotel pod Lipou
Harmónia 3018, Modra, Slovensko

Třetí ročník profesního setkání provozovatelů JE, dodavatelů a servisních organizací jaderných elektráren. Více informací na <http://nuclearencounter.alveda.cz>

All for Power conference & exhibition 2020

26. 11. 2020 - 27. 11. 2020

Clarion Congress Hotel Prague
Freyova 33, Praha 9

15. ročník odborné konference zaměřené na energetické investiční a technologické celky. Více informací na www.afpc2020.com

ČESKO-SLOVENSKÉ ENERGETICKÉ FÓRUM

24. 11. 2020 - 25. 11. 2020

Hotel NH Collection Olomouc Congress
Legionářská 1311/21, Olomouc

Třetí ročník konference pořádané asociací energetických manažerů a významnými českými a slovenskými energetickými společnostmi má podtitul „Uhlíková neutralita: pouze jedna z mnoha změn ovlivňující současnou energetiku.“

Více informací na www.cskonference.cz

PRO-ENERGY CON 2020

5. 11. 2020 - 6. 11. 2020

Hotel Kurdějov
Kurdějov 88

Desátý ročník konference zaměřené na odborníky všech energetických odvětví.

Více informací na <https://proenergycon.cz/>

Mediální partneri časopisu

all·for **power**



Nový jaderný zdroj pro ČR – stav přípravy v roce 2020

23.–24. září 2020

místo konání
zahájení
oslovení účastníci

Západočeská univerzita v Plzni
v 10 hodin

Dana Drábová, Vladivoj Řezník, Bohdan Zronek,
Petr Závodský, František Krček, Miroslav Holeček,
Tomáš Ehler, Tomáš Čechák

záštitu poskytli

ministr průmyslu a obchodu ČR Karel Havlíček
a rektor Západočeské univerzity
Miroslav Holeček

Více informací a registrace na www.jadernedny.cz

**CELOSTÁTNÍ
KONFERENCE**
v rámci zahájení
Jaderných
dnů

JADERNÉ DNY 2020

Kampus ZČU v Plzni – 23. 9. – 27. 10. 2020

Ve dnech 23. září – 27. října 2020 se budou v kampusu Západočeské univerzity v Plzni konat již tradiční Jaderné dny. Akce má za cíl přiblížit různé oblasti využívání jaderné energie zejména studentům středních a vysokých škol, ale také široké veřejnosti. Pořadatelem je Západočeská univerzita ve spolupráci se ŠKODA JS a.s. a CENEN (Czech Nuclear Education Network).

Po celou dobu trvání jsou Jaderné dny 2020 doprovázeny již tradiční expozicí interaktivních modelů zařízení z oblasti využívání jaderné energie a přednáškami a soutěžemi pro studenty středních škol. Podrobné informace k celému průběhu Jaderných dnů je možné získat na webu jadernedny.cz.

V příštím čísle vám představíme společnost EGP a ZAT a jejich role při výstavbě a provozu jaderných elektráren. Vysvětlíme vám, co znamená rizikově orientované rozhodování. Detailně se zaměříme na periodické hodnocení bezpečnosti jaderných elektráren na Slovensku a plnění podmínek SÚJB pro Jadernou elektrárnu Dukovany. Seznámíme vás s novými softwarovými nástroji pro projektování a s projektem hodnocení životnosti a stárnutí kabelů. V rámci tématu prodlužování životnosti vám přinese-
me informace o judikátech Evropské komise a o svědečném programu materiálu tlakových nádob reaktorů, o jejich hodnocení a výpočtu jejich radiční expozice. Těšit se můžete i na aktuální informace z oblasti jaderné energetiky a na další díly seriálu na pokračování.