

2/420

ročník 1 [66] 2020

V tomto čísle vám představíme společnost ÚJV Řež, detailně se podíváme na systém hodnocení výpočetních programů pro analýzy jaderné bezpečnosti v ČR a na Aarhuskou úmluvu a její výzvy v oblasti využívání jaderné energie. Seznámíme vás s infrastrukturou horkých komor Centra výzkumu Řež, Národním centrem pro energetiku i plovoucí jadernou elektrárnou Akademik Lomonosov. Najdete zde informace o Letní škole jaderného inženýrství, postřehy z proběhlých konferencí a kongresů a aktuality z oboru. Dozvíte se, co má společného havárie Costy Concordie s vyloupením amerického muzea a českou kauzou svary a na následujících stránkách se budeme věnovat i procesu EIA v souvislosti se záměrem výstavby nového jaderného zdroje v lokalitě Dukovany.

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

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

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

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 2/2020, ročník 1 [66]

Vychází 20. 4. 2020

editorial

Vážení čtenáři,

letos si připomínáme 35 let od spouštění Jaderné elektrárny Dukovany. Bylo to tenkrát takové období velkých spouštění bloků VVER-440. V roce 1984 třetí blok Jaderné elektrárny Jaslovské Bohunice, o rok později čtvrtý blok. V první polovině roku 1985 byl také spuštěn první blok JE Dukovany. Připomeňme si tuto pro jadernou energii tak hektickou dobu a přenesme se ve vzpomínkách do Dukovan v roce 1985.

Tzv. fyzikální spouštění reaktoru bylo po všech zkouškách a testech zahájeno na Silvestra 1984 zavezením první palivové kazety do reaktoru. Zavážení paliva bylo ukončeno v druhé polovině ledna 1985, reaktor byl zkompletován, uzavřen a zatěsněn. Proběhly náhřevy, tlakové a pevnostní zkoušky, všechny předepsané testy a všechno se připravovalo na první rozeběhnutí štěpné reakce.

K dosažení minimálního kontrolovatelného výkonu (MKV) – tedy dosažení kontrolované štěpné reakce – došlo poprvé na noční směně 12. února 1985.

Po dosažení MKV a testech na této výkonové úrovni byl postupně zvyšován výkon reaktoru. Na turbínu byla přivedena pára a na výkonu cca 20 % byl první blok EDU připojen k síti a začal do ní dodávat elektrickou energii. To se stalo 24. února 1985. Probíhalo další zvyšování výkonu reaktoru, provedla se spousta dalších testů a zkoušek. Výkon reaktoru byl postupně zvyšován až na úroveň 100 % – to bylo 26. března 1985. Proběhly další zkoušky a testy na výkonu 100 %. 3. května 1985 byl konečně ukončen průkazný 144hodinový chod bloku a 1. blok Jaderné elektrárny Dukovany byl formálně beze změny výkonu převeden do fáze zkušebního provozu. Zkušební provoz byl ukončen 3. listopadu 1985 a první blok EDU přešel do trvalého provozu.

Vzhledem k aktuální epidemiologické situaci není snadné chystat nějaké oslavy, ale třeba se dukovanští pamětníci potkají, a pokud ano, Jaderná energie/Jadrová energia bude u toho.

Aleš John

předseda redakční rady



obsah

představujeme

- ÚJV Řež – na cestě od „výzkumáku“ ke komerčním úspěchům** 06
Ing. Daniel Jiříčka

jaderná bezpečnost a radiační ochrana

- Evaluation of computer codes for nuclear safety analyses in the CR** 10
Ing. Miroslav Hrehor, Ing. Guido Mazzini, Ph.D.,
Ing. Alain Flores y Flores, Ph.D., Ing. Alis Musa, Ph.D.
Aarhuský dohovor a jeho výzvy v oblasti využívání jadrovej energie 20
JUDr. Martin Pospíšil Mgr. Jana Szelecká, LL.M.

výzkum, vývoj a nové technologie

- Národní centrum pro energetiku** 25
Ing. Daneš Burket, Ph.D.
Infrastruktura horkých komor Centra výzkumu Řež (1. díl) 27
Mgr. David Zoul, Ing. Markéta Koplová, Ph.D., RNDr. Mariia Zimina, Ph.D.

provoz a výstavba jaderných zařízení

- Nový jaderný zdroj v lokalitě Dukovany – posuzování vlivů záměru na životní prostředí (EIA)** 34
Ing. Jan Hora
Český a slovenský průmysl a nový jaderný blok 39
Doc. Ing. František Hezoučský, Ph.D.

informace z dozorných orgánů

- Normalizace odchylky aneb co má společného havárie Costy Concordie s vyloupením amerického muzea a českou kauzou svary? (2. díl)** 45
Mgr. Marek Bozenhard

vzdělávání a rozvoj know-how

- Letní škola jaderného inženýrství** 52
doc. Ing. Václav Dostál, Sc.D., Mgr. Tomáš Martanovič, Ing. Pavel Zácha

okno do historie

- Z knihy o historii jaderné energetiky. (2. díl)** 55
Ing. Zdeněk Kříž

zajímavosti z domova i ze světa

- PAES – Plovoucí jaderná elektrárna** 59
Ing. Vladislav Větrovec

aktuality

- První český malý modulární jaderný reaktor byl patentován** 66
Alena Rosáková
Poslední výzva programu H2020 dopadla pro české subjekty velmi pozitivně 67
Jiří Duspiva, Lubor Žezula
SMR 2020 – Konference Malé jaderné reaktory 68
Aleš John
Expertí z CVŘ se podíleli na tvorbě nové knihovny jaderných dat 68
Jiří Kuf

- Kalendář akcí** 69

06

ÚJV Řež - na cestě od „výzkumáku“ ke komerčním úspěchům

Málokterý z českých nadšenců pro jaderné technologie nebo novinářů odolá, aby jméno akciové společnosti ÚJV Řež pečlivě nerozvedl na „Ústav jaderného výzkumu“. Obchodní název na dnešní „ÚJV Řež, a. s.“ se přitom změnil už v roce 2012. a nešlo o samoučelnou slovní ekvilibristiku.

Ing. Daniel Jiříčka

20

Aarhuský dohovor a jeho výzvy v oblasti využíva- ní jadrovej energie

Cílem příspěvku je přiblížit aplikačnú prax Aarhuského dohovoru o prístupe k informáciám, účasti verejnosti na rozhodovacom procese a prístupe k spravodlivosti v záležitostiach životného prostredia (Aarhuský dohovor) v spojitosti s jadrovou tematikou.

JUDr. Martin Pospíšil
Mgr. Jana Szelecká, LL.M.

27

Infrastruktura horkých komor Centra výzkumu Řež (1. díl)

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.

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

39

Český a slovenský průmysl a nový jaderný blok

Všech šest provozovaných jaderných bloků v České republice bylo vybudováno pod koordinací českých podniků a většinou zařízeny výrobky českých a slovenských firem. Pouze projekt jaderného ostrova byl zakoupen a přizpůsoben českým projektantem.

Doc. Ing. František Hezoucký, Ph.D.

ÚJV Řež – na cestě od „výzkumáku“ ke komerčním úspěchům

Ing. Daniel Jiříčka

Málokterý z českých nadšenců pro jaderné technologie nebo novinářů odolá, aby jméno akciové společnosti ÚJV Řež pečlivě nerozvedl na „Ústav jaderného výzkumu“. Obchodní název na dnešní „ÚJV Řež, a. s.“ se přitom změnil už v roce 2012 a nešlo o samoučelnou slovní ekvilibristiku. Změna odráží posun společnosti směrem k aplikaci vědeckých poznatků do zakázek pro komerční zákazníky v konkurenčním prostředí a také rozšíření záběru do dalších oborů.

Jakkoliv jádro a bezpečná energetika zůstávají opěrným bodem servisu pro provozovatele elektráren, investory, státní dozorové orgány a další partnery, své významné místo v produktovém mixu mají, kromě aplikací ionizujícího záření v nukleární medicíně, i další perspektivní oblasti – vodíkové technologie pro dopravu a akumulaci, ekologizace a rozvoj obnovitelných zdrojů nebo pokročilé aplikace materiálového inženýrství. Dnešní ÚJV Řež se, kromě své 65leté historie, prezentuje mezinárodně uznávanými odborníky, technickoinženýrskými a projektovými kapacitami a technologickou infrastrukturou, která je často unikátní nejen v českém, ale i v evropském měřítku.

ÚJV Řež je mateřskou společností a vlastníkem technologické Skupiny ÚJV a členem Skupiny ČEZ.

BEZPEČNOST A EFEKTIVNÍ PALIVOVÝ CYKLUS

Jedním z hlavních úkolů ÚJV Řež zůstává podpora bezpečnosti a spolehlivosti jaderných elektráren typu VVER u nás i ve světě. Z legislativního hlediska jde o průkazy jaderné bezpečnosti při uvádění bloků do provozu,



| Výroba radiofarmak v Řeži |

při prodlužování životnosti jaderných zařízení nebo změnách jejich konfigurace.

Z provozního hlediska zajišťuje společnost řadu podpůrných aktivit pro sledování a kontrolu provozních parametrů, vyhodnocování odchylek a rozvoj kontrolních mechanismů.

Jejich výstupem jsou návrhy konkrétních opatření pro posílení jaderné bezpečnosti a spolehlivosti bloků.

Součástí zvyšování bezpečnosti provozu bloků je i modelování těžkých havárií reaktorů, kterými se v ÚJV Řež systematicky zabýváme přes třicet let. Kompetence týmu Těžkých havárií byly v loňském roce ohodnoceny udělením prestižní ceny amerického Institutu pro výzkum elektrické energie (EPRI) za podporu vývoje, úprav a validace výpočtového kódu MAAP5 (Modular Accident Analysis Program) pro reaktory VVER. Provozovatelům bloků VVER-440 a VVER-1000 umožňuje lépe a rychleji navrhovat opatření programu zvládání těžkých havárií.

ÚJV Řež také poskytuje podporu pro licencování paliva pro energetické reaktory a jeho optimalizované využití v aktivní zóně. Ke zvýšení efektivity využití paliva využívá vlastních výpočtových nástrojů pro optimalizaci palivových vsázek a programů pro monitorování aktivní zóny. Pro JE Dukovany byl takto vyvinut software OPTIMAL. Jeho modernizovaná verze se dnes využívá jak v běžném provozu, tak i pro návrhy palivových cyklů pro reaktory VVER-440. Pro reaktory VVER-1000 se používá výpočtový nástroj LPOpt, který je vhodný pro optimalizaci vsázek libovolného typu reaktoru.

ŘÍZENÍ ŽIVOTNOSTI PODPORUJE NÁVRATNOST INVESTIC DO JÁDRA

Obrovské investice do jaderné energetiky se dají zhodnotit jen efektivním dlouhodobým provozem bloků. Řízení životnosti jaderných



elektráren představuje komplexní systém péče o složité technologie různých typů. V ÚJV Řež zpracováváme programy pro řízení stárnutí konkrétních komponent a jsme autorem řady mezinárodně certifikovaných programů a metodik. Základnu pro řízení životního cyklu tvoří zkoušky mechanických a strukturních vlastností materiálů, hodnocení jejich degradace v náročných podmínkách, svědečné programy tlakové nádoby reaktorů a kvalifikované inspekční metody a postupy. Na projektech kvalifikace zařízení pro jaderné elektrárny spolupracujeme například s velkým výrobcem kabelů, švédskou Habia Cable, kvalifikaci optických kabelů provádíme pro firmy v Jižní Koreji, Holandsku a v dalších zemích.

ÚJV Řež se významně angažuje i v oblasti standardizace. V roce 2019 jsme se například zasloužili o přijetí technického standardu ASTM (American Society for Testing and Materials) pro použití zkušební metody miniaturizovaných těles ve formě tenkých plechů (SPT-Small Punch Test). Lze ji uplatnit i v rámci tzv. svědečných programů materiálových vzorků, tedy pro sledování změn mechanických vlastností materiálů tlakové nádoby reaktoru během provozu elektrárny. Výrazných úspěchů při hodnocení stavu a prodloužení doby životnosti bloků dosáhla ÚJV Řež v posledních letech ve vysoutěžených zakázkách na Ukrajině. Dokončili jsme tam rozsáhlé projekty pro Rovenskou, Chmelnickou nebo Jihoukrajinskou jadernou elektrárnu. Význam těchto prací dokládá i to, že první blok Jihoukrajinské JE byl vůbec prvním blokem tohoto typu mimo Ruskou federaci, který získal povolení prodloužit svůj provoz za původní projektovanou hranici.





Transport paliva z Nigérie |

AKREDITOVANÉ LABORATOŘE A UNIKÁTNÍ VYBAVENÍ

Základnu pro expertní činnosti firmy představují akreditované laboratoře. Působí v oblastech, pokrývajících vybrané vlastnosti materiálů, zkušební měření, zkoušky a analýzy. Jejich specializovaná infrastruktura zahrnuje kromě mikroskopů, laboratorních boxů nebo autoklávů také unikátní komplex polohorkých a horkých komor, zařízení LOCA (Loss-of-coolant accidents), kobaltové ozařovny a další experimentální vybavení. Naše akreditované laboratoře se v rámci mezinárodních porovnávání pravidelně umísťují mezi světovou špičkou, takže jejich služby kromě „domácích“ projektů využívá i řada zahraničních partnerů.

RADIOAKTIVNÍ ODPADY, UKLÁDÁNÍ A PŘEPRAVY PALIVA

ÚJV Řež jako jediná česká firma pokrývá kompletní řetězec služeb v oblasti nakládání s radioaktivními odpady (RAO) – od jejich detekce a identifikace přes zpracování a úpravu (likvidaci) až po přípravu na bezpečné uložení. Upravujeme k uložení přes 95 % insti-

tucionálních radioaktivních odpadů z celé republiky. Komplexně zajišťovanou oblastí nakládání s RAO je také vyřazování jaderných zařízení a pracovišť se zdroji ionizujícího záření z provozu (tzv. decommissioning).



TriHyBus při tankování vodíku |

Řadu let jsme i hlavním expertním pracovištěm pro výzkumnou a vývojovou podporu projektu Hlubinného úložiště v ČR (řízeného SÚRAO) a podporujeme také provoz přípovrchových úložišť RAO v Česku a na Slovensku.

Unikátním mezinárodním projektem jsou přepravy vysoce obohaceného jaderného paliva z výzkumných reaktorů zpět do země jeho původu – Ruské federace a Číny. Těmito přepravami se ÚJV Řež zabývá na základě mezinárodních dohod od roku 2007. Za tu dobu převezly naše speciální týmy v rámci 17 transportů ze 12 zemí na třech kontinentech celkem 713 kg vysoce obohaceného uranu, a další přepravy připravujeme.

ČTYŘICET LET PODPORY PRO DIAGNOSTIKU ONKOLOGICKÝCH PACIENTŮ

ÚJV Řež se profiluje i v oblasti nukleární medicíny, především výrobou radiofarmak pro pozitronovou emisní tomografii (PET). K dnešku provozujeme tři výrobní PET centra a produkci přípravku Fludeoxyglukosa inj. (FDG) pro diagnostiku nádorů pokrýváme většinu trhu v ČR. Kromě FDG produkujeme i Fluorid (18F) sodný ÚJV (NaF) ke stanovení kostních metastáz. Vloni jsme na český trh uvedli radiofarmakum Fluorocholine (18F) ÚJV (FCH) pro včasnou diagnostiku karcinomu prostaty a pro holandskou Quirem Medical začali vyrábět přípravky k léčbě pokročilé rakoviny jater. V ČR je na pracovištích nukleární medicíny aktuálně k dispozici sedmáct PET kamer, ÚJV Řež dodává přípravky značené radionuklidy většinou z nich. A v našem vývojovém PET centru v Řeži stále pracujeme na nových produktech.

SEDMDESÁT LET PROJEKTOVÁNÍ V PRVNÍ ENERGETICKÉ LIZE

V oblasti projektování ÚJV Řež navazuje na bohatou historii podniku ENERGOPROJEKT PRAHA, který stojí za zásadními investicemi v energetickém sektoru bývalého Československa. Projektanti už čtvrté generace dnes v rámci jedné z divizí ÚJV Řež zajišťují soubor všeprofesních projektových a inženýrských služeb po celou dobu života energetického komplexu – od technické koncepce, zpracování projektové dokumentace,

činnosti hlavního projektanta přes projekty zvyšování bezpečnosti a odolnosti, projekty modernizace, ekologizace a zvyšování výkonu zdrojů až po činnosti při vyřazování elektrárn z provozu.

PŘÍPRAVENÍ NA JADERNOU BUDOUCNOST

Zapojení ÚJV Řež do mezinárodní spolupráce a specializovaných projektů nám umožňuje pružně reagovat na trendy a nové výzvy. Mimo jiné rozvíjíme aktivity v oblasti reaktorů čtvrté generace. V rámci spolupráce s instituty z Visegrádské skupiny jsme zapojeni do vývoje plynem chlazeného rychlého reaktoru ALLEGRO, spolupracujeme i na vývoji malého modulárního reaktoru Energy Well s naší dceřinou společností Centrum výzkumu Řež. A samozřejmě jsme připraveni své know-how vložit i do přípravy nových jaderných zdrojů v ČR.

Ing. Daniel Jiříčka



V pozici předsedy představenstva a generálního ředitele ÚJV Řež, a. s. pracuje od roku 2018. Jeho zkušenost v oblasti jaderné energetiky se opírá o dlouholetou praxi v různých odborných a manažerských pozicích v tomto oboru.

Před nástupem do ÚJV Řež vykonával funkci předsedy rady jednatelů a generálního ředitele společnosti ČEZ Inženýring, s.r.o. V letech 2005 až 2014 působil jako předseda představenstva a generální ředitel společnosti ŠKODA PRAHA a.s. a jako předseda rady jednatelů a generální ředitel společnosti ŠKODA PRAHA Invest s.r.o.

Po ukončení studia pracoval v technicko-manažerských pozicích při výstavbě JE Temelín (technik řízení montážních prací, náměstek ředitele Divize výstavba JETE ŠKODA PRAHA).

Daniel Jiříčka je absolventem ČVUT Praha, Fakulty elektrotechnické, oboru ekonomika řízení. Svou kvalifikaci dále rozvíjel i v rámci mezinárodního vzdělávání, např. specializovaného kurzu v oblasti jaderné energetiky v Japonsku.

Evaluation of computer codes for nuclear safety analyses in the Czech Republic

**Ing. Miroslav Hrehor, Ing. Guido Mazzini, Ph.D.,
Ing. Alain Flores y Flores, Ph.D., Ing. Alis Musa, Ph.D.**

Příspěvek informuje o systému hodnocení výpočetních programů pro analýzy jaderné bezpečnosti v České republice, implementovaném Státním úřadem pro jadernou bezpečnost (SÚJB) v České republice. Kvalita a způsobilost kvalifikovaného využití počítačových programů v procesech posuzování jaderné bezpečnosti je stejně důležitá jako kvalita a kvalifikace kterékoli složky související s jadernou bezpečností a podléhá legislativním požadavkům obsaženým mimo jiné v vyhlášce SÚJB č. 408 o řízení Požadavky na systém. Postup pro vyhodnocování výpočtových kódů je obsažen v interní směrnici SÚJB VDS 030 pro vyhodnocení počítačových kódů pro analýzy jaderné bezpečnosti. Klíčovým dokumentem procesu hodnocení je zkušební protokol, ve kterém žadatel – uživatel kódu – demonstruje, jak je kód schopen simulovat vybrané zkušební případy (experimenty, provozní data, simulace s dalšími schválenými výpočtovými kódy), jakož i vlastní schopnost používat kód kompetentně bez negativního uživatelského efektu. Proces testování nenahrazuje proces ověření a ověření provedený autory kódu. Jako příklady jsou uvedeny výsledky testovacích případů pro vyhodnocení kódu TRACE v aplikaci vysokoteplotního helia, kódu ATHLET v aplikaci superkritické vody a kód MELCOR v aplikaci pro vybrané experimenty PHEBUS a STEM.

The paper informs about the system of evaluation of computational programs for nuclear safety analyses in the Czech Republic as implemented by the State Office for Nuclear Safety (SÚJB) in the Czech Republic. The quality and capability of qualified use of computer programmes in nuclear safety assessment processes is as important as the quality and qualification of any nuclear safety-relevant component and is subject to the legislative requirements contained, inter alia, in SÚJB Decree No. 408 on Management System Requirements. The procedure for evaluating computational codes is contained in the SÚJB VDS 030 Internal Guideline for Evaluation of Computer Codes for Nuclear Safety Analyses. A key document of the evaluation process is a test protocol in which the applicant – code user – demonstrates how the code is able to simulate selected test cases (experiments, operational data, simulations with other approved calculation codes), as well as its own ability to apply the code competently without a negative user effect. The test process does not replace validation & verification process done by authors of the code. As examples, results of test cases for the evaluation of TRACE code in high temperature helium application, ATHLET code in supercritical water application, and MELCOR code in the application for selected PHEBUS and STEM experiments are provided.

Assessment of nuclear safety using deterministic or probabilistic assessment methods is undoubtedly one of the processes affecting nuclear safety and radiation protection, as it demonstrates the level of compliance with nuclear safety and radiation protection requirements contained in current legislation. The quality and capability of the qualified use of computational codes in nuclear safety assessment processes is therefore as important as the quality and qualification of any component relevant to nuclear safety. The importance of software products for nuclear safety is covered by the requirements of several separate decrees, which are implementing decrees to Act No. 263/2016 Coll., The Atomic Act of 14 July 2016, in particular

- SÚJB DECREE No. 329 of 26 September 2017 on Requirements for a Nuclear Installation Design, which in § 25 (2) explicitly requires that in the safety assessment verified methods corresponding to the currently achieved level of science and technology should be used
- SÚJB DECREE No. 162 of 25 May 2017 on Safety Assessment Requirements under the Atomic Act, which in § 3 “General Safety Assessment Requirements”, para (1) also requires that safety assessment be performed according to current and practical application proven methodologies in line with current science and technology levels and good practice, and also
- SÚJB DECREE No. 408 of 6 December 2016 on Requirements for a Management System whose general objective is ensuring and improving the level of nuclear safety and radiation protection

The procedure for evaluating computational codes introduced to meet these legislative requirements is contained in the internal SÚJB guideline VDS 030 Evaluation of Computer Codes for Nuclear Safety Analyses. This guideline implements rules for the evaluation of computer programmes based on the standards ISO/IEC 9126-1 "Software Engineering – Product Quality" and ISO IEC 14598-1 "Information Technology – Software Product Assessment".

The purpose of this guideline is to ensure an independent evaluation of the quality and suitability of the computer programmes used in safety documentation, including those received from other countries, while maintaining the rule that quality of computer programmes (their validation and verification) is primarily the responsibility of the origin authoring organization. The SÚJB's independent evaluation of the quality and suitability of the calculation programmes does not in any way replace the necessary validation and verification of software products on the part of the author's organization.

1 PROCESS OF EVALUATION OF COMPUTER PROGRAMMES

The computer codes used for nuclear safety assessment are divided according to VDS 030 into seven areas:

- reactor physic calculations
- thermohydraulic analyses
- calculations of nuclear fuel behaviour
- analysis of severe accidents
- strength calculations of components and piping systems
- calculations of radioactive products propagation
- probabilistic safety and reliability analyses.

For each of these areas an expert evaluation committee has been established, whose members are leading experts of the Czech Republic from the main organizations and research centres in the field of nuclear safety assessment.

The members of the commissions, including their chairmen, are appointed by the SÚJB

chairwoman. There is at least one SÚJB representative in all commissions. The members of the committee do not represent their parent organizations in the commission. These members participate in the activities of the Commission as independent experts and their membership is irreplaceable.

The basic purpose of computer codes evaluation is to provide quantitative and qualitative results indicating the quality of the software product and the user's ability to use it in applications to Czech nuclear facilities.

The evaluation of a software product shall commence when an applicant for evaluation asks in a letter addressed to SÚJB to perform the evaluation of the software product. Request for the evaluation of is forwarded to an appropriate Commission. Codes can only be evaluated if the user organizations can prove their legal acquisition.

The request of the submitting organization at SÚJB is documented, inter alia by:

- an evidence that the author's organization holds a quality assurance document
- an evidence that the author's organization agrees to carry out the evaluation, which may be replaced by the submission of a license agreement between the author's and the user's organizations on use the code.

Other key documents for the evaluation of the code that the submitting organization must provide include:

- abstract of the code (Code Summary)
- technical report(s) on code testing
- user guide – manual instructions for using the programme

1.1 ABSTRACT OF THE CODE (CODE SUMMARY)

Abstract of the code is elaborated by the user organization using the information of the author's organization. The abstract contains the following information:

- a. Description of the problem or function of the code
 - b. Solution method
- a brief description of the physical model,

listing and discussing all assumptions and limitations used

- a brief description of the mathematical model used with the analysis of the compatibility of numerical transcription and verification of the convergence and stability of the numerical process
- c. Limiting the complexity of the problem (constraints arising from the capacity of memory, maximum number of energy groups, nodes, etc.)
- d. Brief characteristics of the code (computer requirements, programming language, structure, memory requirements, calculation speed, etc.)
- e. Testing of the code (technical reports references)

1.2 CODE TESTING TECHNICAL REPORT(S)

Code verification and correct use of the programme is usually demonstrated by submitting a range of test cases containing simulations of available experimental, operational or other appropriate reference data, or by a comparison with the results of calculations with other already assessed computer codes. The technical reports shall include a description of the tests used (test characteristics, input data, results) and evaluation of the results. They also include the analysis of results and determination of the achieved accuracy of individual computational quantities, specification of the programme usability range, etc.

The scope and elaboration of the testing tasks are assessed by 2-3 independent opponents who submit their opinions to the Commission. The Commission has the right to request the processing of additional testing tasks.

If comparative tests do not sufficiently cover the issue (e.g. due to lack of comparative reference data), the scope of the testing is subject to an individual Commission assessment which may result in some restrictions on the application of the code.

1.3 USER GUIDE – INSTRUCTIONS FOR USING THE PROGRAMME

The User Guide, usually prepared by the authoring organization of the code, contains

instructions for the use of the code, (if unreachable, it can be replaced by a description of the quality assurance of input deck, use of the programme, etc.). Opponents can get acquainted with the user guide in the user's workplace (or from a publicly available source). Documentation, which is the output of the evaluation process

- a) Opponent review – elaborated by 2-3 opponents
- b) Minutes of evaluation process – to be provided by the chairperson of the Commission
- c) "Position of the Expert Evaluation Commission on the use of the evaluated computer code" signed by the chairperson of the Commission and all opponents. This position becomes valid only after approval by the SÚJB.

The computer codes that have passed the evaluation procedure and for which the "Opinion of the Expert Evaluation Commission" has been approved are recorded and archived at SÚJB.

2 EXAMPLES OF TESTING SELECTED COMPUTER CODES

2.1 CODE ATHLET IN APPLICATION FOR SCW

2.1.1 CODE DESCRIPTION

ATHLET code (Analysis of Thermal-hydraulics of LEaks and Transients) is developed by GRS for the analysis of the whole spectrum of operational conditions, transients, design-basis accidents and beyond design-basis accidents for nuclear energy facilities. [1]

The code was selected for the simulation of the SCWL (Supercritical Water Loop) designed by CVŘ that is intended to be inserted in the LVR-15 Research Reactor.

This section will present the simulation of **SWAMUP** (Supercritical Water MultiPurpose loop) facility used in the certification process.

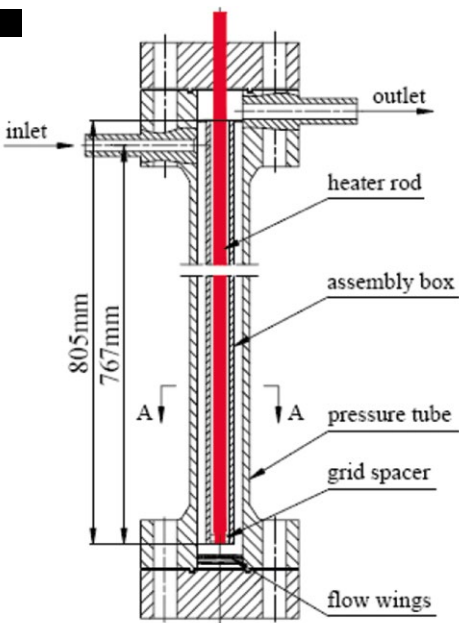
2.1.2 SWAMUP FACILITY

SWAMUP is a Chinese facility which was built in order to address SCW thermo-hydraulic

Fig. 2: Test Section of SWAMUP Facility [2]

capabilities, reaching conditions specific to future Super Critical Water Reactors (SCWR). The facility was designed under a Chinese-European nuclear programme at Shanghai University. The parameters and operating conditions of the facility were initially proposed by CVŘ based on the SCWR Fuel Qualification Test (FQT) facility. [2]. [3]

The aim of the SWAMUP facility, illustrated in Figure 1 is provide out-of-pile thermo-fluid-dynamic data for benchmark activities such as code validation and to study the transition phenomena between super critical and sub critical conditions. Such facility is one of the closest research infrastructure to the future Super Critical Water Loop (SCWL) to be inserted in the LVR-15 Research Reactor. [2]



2.1.3 TEST DESCRIPTION

The configuration prepared to perform the experiments is illustrated in Figure 2. The loop is designed to a maximum pressure that reaches up to 30 MPa, a maximum outlet temperature of 550 °C and a mass flow of 5 t·h⁻¹. The fuel design uses the HPLWR (High Performance Light water Reactor) fuel assembly as a reference. [4] The active channel nodalization can be seen in Fig.3.

2.1.4 MODEL DESCRIPTION OF THE ACTIVE CHANNEL USING ATHLET 3.1A

Based on the technical specification, geometrical details and thermo-hydraulic parameters from [2] a model was created to simulate the same geometry and SCW conditions using ATHLET 3.1A. The model is simulating steady state conditions and a transient case presented in Table 1. The boundary conditions for the steady state are following: heat flux of 428.5 kW·m⁻² generated by the electrical coils, water mass flux of 1,410 kg·m⁻²·s⁻¹. The maximum gradient is -2 MPa·min⁻¹ starting from 25 MPa and arriving to 17 MPa. The whole calculation is performed with a simulation time of 3,000 s.

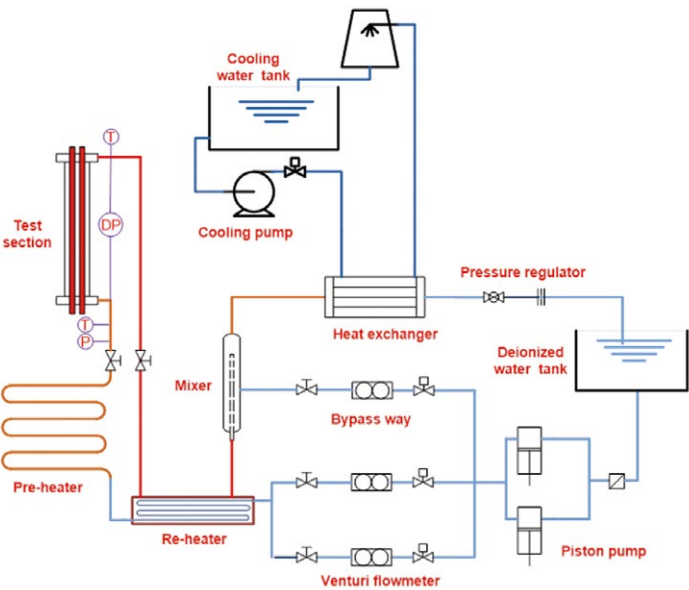


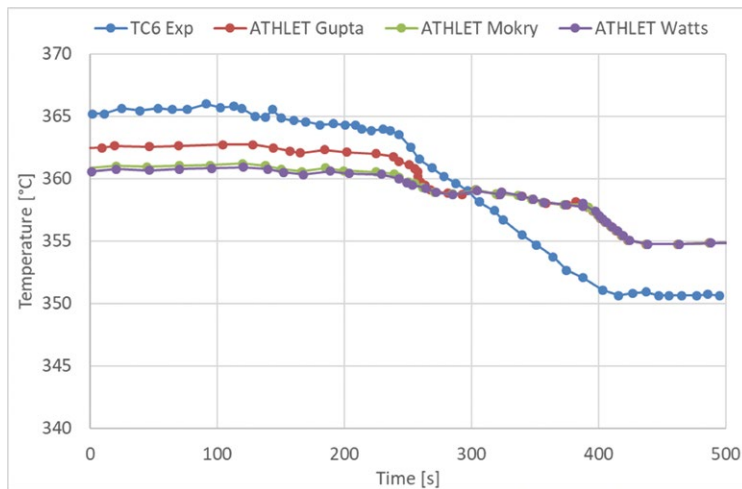
Fig. 1: SWAMUP-II facility [2]

Several experiments have been performed and thermal-hydraulic data has been collected for evaluation. Further, the data was used to validate a modified system code ATHLET-SC. Their result was that the code can predict SCWR phenomenon.

Tab. 1: Steady state conditions [2]

No.	Initial Pressure [MPa]	Final Pressure [MPa]	Δ Pressure [MPa·min ⁻¹]	Mass flux [kg·m ⁻² ·s ⁻¹]	Heat flux [kW·m ⁻²]	Inlet Temperature [°C]
Case 2-D	25	17	-2	1410	428.5	345

Fig. 3: TC6 Rod Temperature



2.1.5 RESULTS AND CONCLUSIONS

The correlation for the supercritical water simulation used in these analyses were Gupta, Mokry and Watts-Chou, which according to [5] are capable to predict the steady state conditions, taking into considerations some discrepancies that were detected during the end of the transient.

The results of the test 2-D showed that the CHF does not occur during the whole experiment during the transition from super critical to sub critical conditions. The ATHLET 3.1A is able to simulate the steady state conditions before the start of the depressurization at 125 s. Only the temperature measured in the Thermal Couples (TC) number 6 and 8 are underestimate of 1-2 °C presented, the results for TC 6 can be seen in Figure 3.

The results showed that Gupta has a better agreement with the experimental values, while Mokry and Watts-Chou correlations under predict the experimental value of 1 °C.

The Gupta, Mokry and Watts-Chou correlations follow this behaviour until 320 s, as shown from the Fig. 4 until they converge in Dittus-Boelter [1]. It is possible to see this behaviour due to the temperature profiles for each TC. In all of the TC, the ATHLET 3.1A code overestimates the temperature at the end of the transient.

Generally the DHT (deteriorated heat transfer) phenomenon has still some lack of

knowledge that has to be addressed with deep analyses and new activities such as international projects. Future analyses are required in order to improve the correlations and the capability of the code to predict the heat transfer.

2.2 CODE TRACE IN APPLICATION FOR HEFUS3 FACILITY

2.2.1 CODE DESCRIPTION

TRAC/RELAP Advances Computational Engine (TRACE) thermal-hydraulic system code [6] [7] was adopted because we already developed the LVR-15 reactor model and because TRACE is considered the successor of the Reactor Excursion and Leak Analysis (RELAP) United States – Nuclear Regulatory Commission (US-NRC) code. It is commonly accepted that computational codes can be used properly only within their assessment range. The assessment issue of TRACE system code for helium cooled systems thermal-hydraulic analyses has been addressed using selected data from the European Helium Cooled Blanket Test Facility (He-FUS3) experiments.

The TRACE has been designed to perform best-estimate analyses of loss-of-coolant accidents (LOCAs), operational transients, and other accident scenarios in pressurized light-water reactors (PWRs) and boiling light-water reactors (BWRs). It can also model phenomena occurring in experimental facilities designed to simulate transients in reactor systems. Models used include multidimensional two-phase flow, nonequilibrium thermo-dynamics, generalized heat transfer, reflood, level tracking, and reactor kinetics. In addition, TRACE is able to simulate several other coolants such as helium and water in subcooled condition and atmospheric pressure (LVR-15 conditions). [8] [9]

For this reason, TRACE code was selected and used for the simulation in the Helium at 7 MPa with a temperature rise from 200 °C up to 900 °C (nominal parameters for HTHL). The correlation adopted for simulating the heat transfer from heat structures to the helium coolant and vice versa implemented in TRACE are Gnielinsky and El Genk [9]. [10]

Line	Description	Diameter (m)	Insulation Thickness (m)	Max Temp (°C)
A	From TS to Economizer [orange]	0.130	0.16	520
B	From Economizer to Air-Cooler [yellow]	0.10	0.10	240
C	From Air-Cooler to Compressor [cyan-blue to violet]	0.10	0.06	100
D	From Tank to Cold By-pass T [lime]	0.10	0.06	140
E	From Economizer to Heater 3 [cyan]	0.10	0.16	420
F	From Heater 3 to Heater 1 [blue]	0.130	0.16	530
G	From Heater 1 to TS [orchid]	0.130	0.16	420
	Economizer [purple]			
H	From Cold By-pass T to Economizer and Cold By-pass [sky-blue]	0.10	0.10	240
I	By-pass heater [green]	0.10	0.10	140
L	By-pass Heaters 3-2 [red]	0.10	0.16	420
P	From Compressor to Tank [violet]	0.040	0.06	100
	Tank [olive]	0.81	0.16	140
	Test section [yellow-green]	0.080	0.16	520
	TS inlet [black to red]	0.13 to 0.08	0.16	420
	TS outlet [red to black]	0.08 to 0.13	0.16	520

Tab. 2: He-FUS3 Pipe Lines Main Characteristics [11]

2.2.2 HE-FUS3 EXPERIMENTAL FACILITY

Italian National Agency for New Technologies (ENEA) Brasimone Research Centre (Italy) was originally designed for thermal-mechanical testing of prototypical module assemblies of the DEMO reactor. Within the frame of the Safety Work Package (WP) 1.5 Task 1.5.3 of the GoFastR (Gas Cooled Fast Reactor) European Collaborative Project, ENEA has offered selected experimental data for the organization of a benchmark exercise aimed at the validation of the system and Computational Fluid Dynamics (CFD) codes for the gas reactor transient analyses [11] [12] [13]. During the project, Research Centre Řež participated with CFD code application (FLUENT).

The He-FUS3 facility was selected within the frame of the European Fusion Technology Programme [14] for the thermal-mechanical and thermal-hydraulic testing of prototypical module assemblies for the European demonstration reactor Helium Cooled Pebble Bed (HCPB) Blanket design [15]. Its eight-shaped loop configuration, described in Table 2 and shown in Figure 4, is arranging the helium flow rate to an experimental Test Section (TS), where the mock-up of the International Thermonuclear Experimental Reactor (ITER) test module [16] can be tested. A simplified actively heated test section is available in the fa-

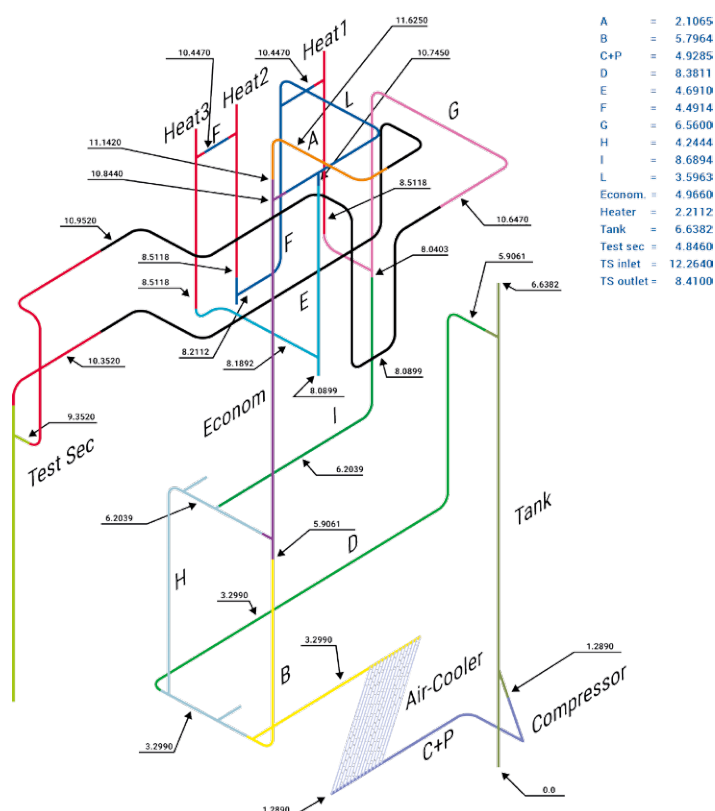
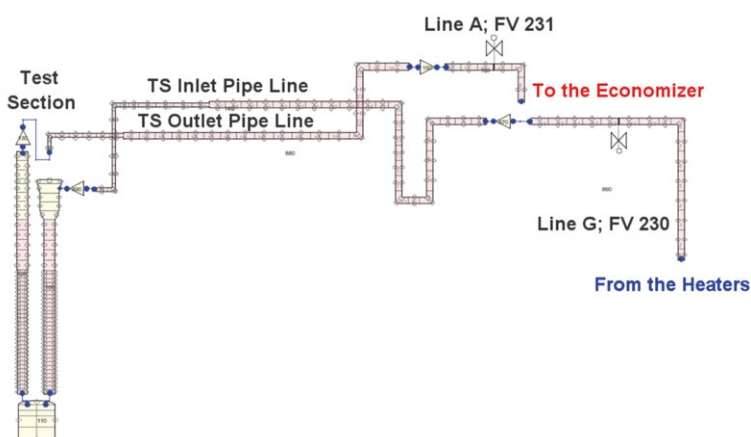


Fig. 4: He-FUS3 Piping Layout 3D Sketch (with height values [m], in black, and length values [m], in blue) [11]

cility: it consists of a 7-pin bundle, 3 m height with a single electrical power of 5.0×10^4 W. The main performance data of the He-FUS3 facility are reported in Table 2.

An example of the thermocouple position are shown in the Table 3 summarized the results obtained in [9]. All calculated data compared to the experimental ones were in close agreement as shown in steady state #1 case Table 4 [9]. The steady state for the case #1 was reached around 1,700 s as show in Figure 5. In the final step the entire model of the He-FUS3 facility was initialized with data relevant to first step start-up steady state test. The TRACE calculation was run in the null transient mode for 1,250 s in order to reach steady state conditions. Measured and calculated helium temperatures along the loop are shown in Table 3. In most cases, the coolant temperatures of interest are within their measurement uncertainty range (estimated at ± 3 °C in [11]) and they present an error <5% with respect to measurements.

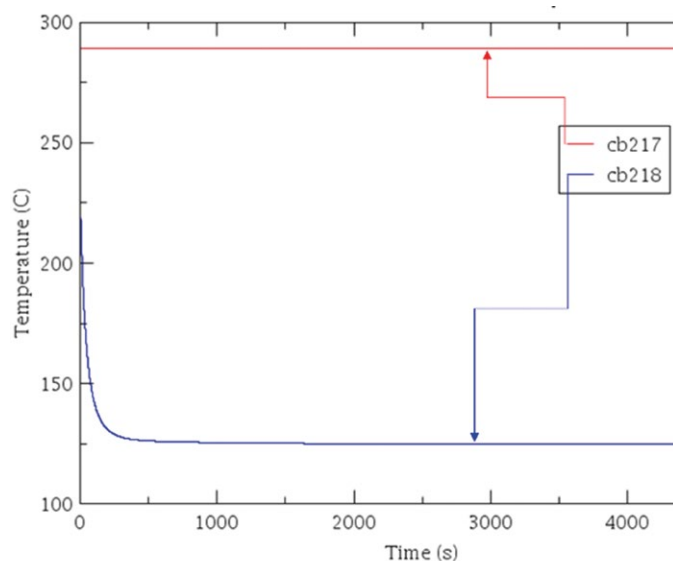
Fig. 5: He-FUS3 nodalization scheme – TS Scheme



Tab. 3: Example of He-FUS3 Measured Parameters

ID	Parameter	ID	Parameter
TR 218	Economizer Outlet Temperature (Hot Side) [°C]	TR 221	Heater E219/3 Outlet Temperature [°C]
TR 217	Economizer Inlet Temperature (Hot Side) [°C]	TIC 222X	Heater E219/2 Outlet Temperature for Power Regulation [°C]
TIC 223X	Heater E219/1 Outlet Temperature for Power Regulation [°C]	TIC 232X	Test Section Inlet Temperature for Regulation Valves V234/V213 [°C]

Fig. 6: Example of TRACE He-FUS3 thermohydraulic model verification – Economizer; Hot Side; Calc #1_2 [9]



2.3 CODE MELCOR IN APPLICATION FOR PHEBUS-FPT3 AND THAI TESTS

2.3.1 CODE DESCRIPTION

The MELCOR code is a fully integrated, system computer code which allows to model the progression of severe accidents in light water nuclear power plants. This code is developed by Sandia National Laboratories for the needs of the US (United States) Nuclear Regulatory Commission. MELCOR is used to perform sensitivity and uncertainty analyses in different applications [17].

The severe accident simulations involve a broad range of phenomena, including thermal-hydraulic feedback in the reactor coolant system and containment; the core overheating, its degradations and the gradual relocation in the bottom of the vessel; the fission products issue, the hydrogen production and deflagration [17].

2.3.2 PHEBUS FPT 3

The PHEBUS FP programme [18] was the centre of an international cooperation investigating, through a series of integral in-pile experiments, key-phenomena involved in the progression of postulated severe accidents in LWRs. The FPT-3 experiment was chosen because in that experiment was used a B_4C control bar similar to the VVER models.

In the PHEBUS facility [19] are reproduced similar conditions to those expected

He-FUS3 Steady State #1 Selected Parameters					Difference	
Parameter	ID _{exp}	Value [°C]	ID _{cal}	Value [°C]	°C ^(a)	% ^(b)
TS Inlet Helium Temperature	TE 101	230	cb_101	234.1	4.1	1.78
TS Outlet Helium Temperature	TE 102	292	cb_102	294.0	2	0.68
Economizer Inlet Temperature (Hot Side)	TR 217	289	cb_217	291.3	2.3	0.80
Economizer Outlet Temperature (Hot Side)	TR 218	122	cb_218	123.1	1.1	0.90
Heater E219/3 Outlet Temperature	TR 221	237	cb_221	240.0	3	1.27
Heater E219/2 Outlet Temperature	TIC 222X	235	cb_222	239.1	4.1	1.74
Heater E219/1 Outlet Temperature	TIC 223X	235	cb_223	237.5	2.5	1.06
TS Inlet Temperature – Regulation	TIC 232X	233	cb_232	236.7	3.7	1.59

Tab. 4: Example of He-FUS3 Steady State #1 Simulation (a: $|ID_{exp} - ID_{cal}|$; b: $(|ID_{exp} - ID_{cal}|) \cdot 100 / ID_{exp}$) from [9]

in a real power plant in case of severe accidents, allowing for an in-depth investigation of the basic phenomena that determine the release, transport, deposition and retention of FPs. These phenomena take place in the core region, in the primary circuit and in the containment system and involve a strong coupling between thermal-hydraulics and chemical/physical processes determining nuclear aerosol behaviour.

Figure 7 shows the schematic representation of the PHEBUS facility compared with the nodalization performed with the MELCOR code.

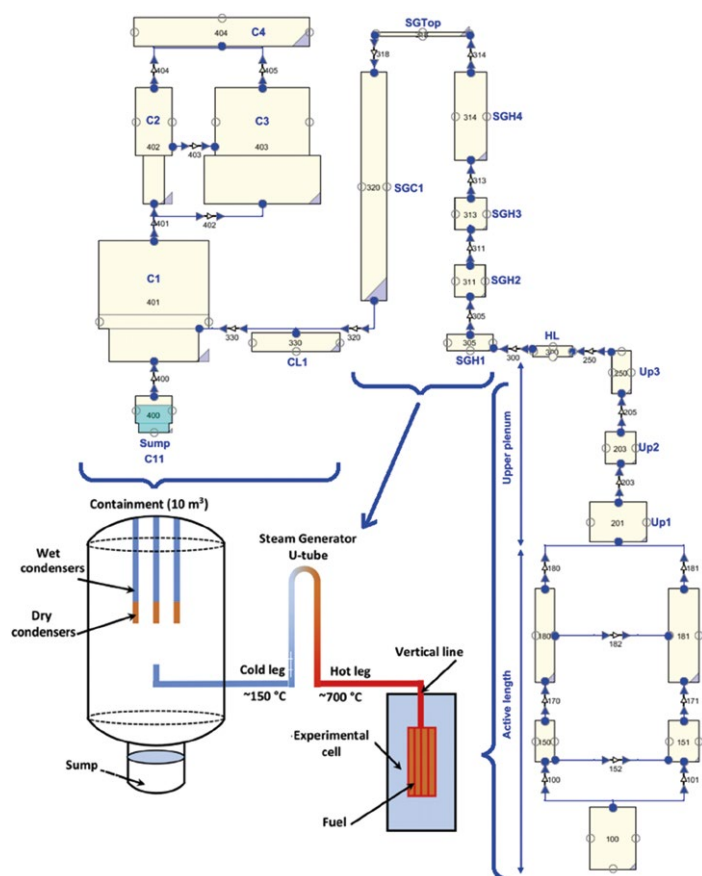


Fig. 7: Schematic representation and nodalization of the PHEBUS experimental facility.

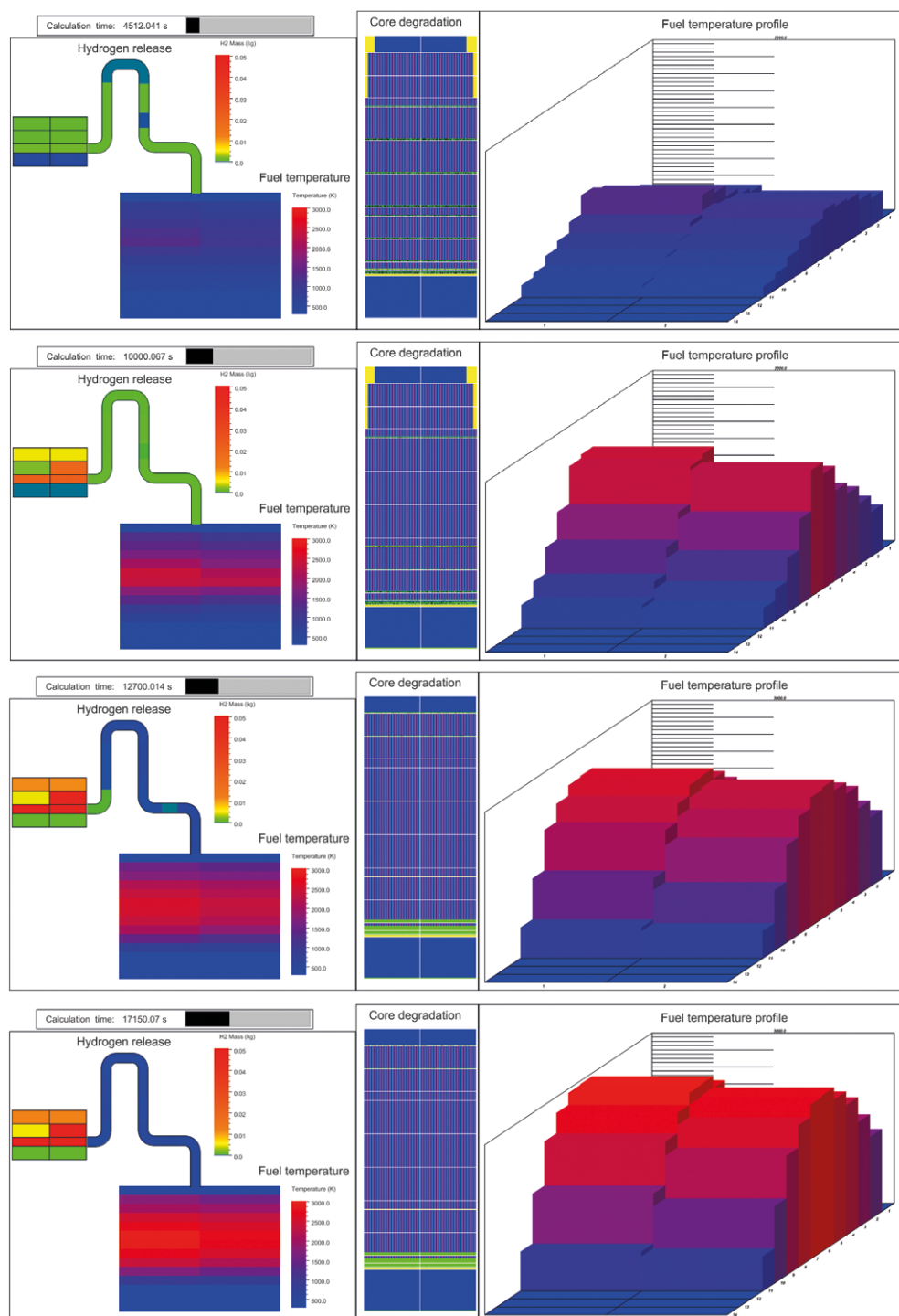
The facility provides a reduced-scale representation of the core, the primary circuit (with the steam generator) and of the containment system of a nuclear power plant, allowing for a detailed analysis of the prototypical conditions expected during a severe accidental sequence. The test train is located in a loop crossing the central part of the PHEBUS driver core which supplies the nuclear power.

MELCOR 2.1 code is capable to follow the progression of relocation of bundle materials during the evolution of the degradation phase (up to 18,000 s). The bundle temperatures in shape and in magnitude are similar to the reference data, as the hydrogen production. MELCOR 2.1 calculation for hydrogen production have a good agreement with the reference value, reaching a total hydrogen production of around 120 g. In addition, some other minor differences are given by the B_4C reaction models. The MELCOR model is using new relocation and the control rod oxidation models in comparison the previous version corrected by some sensitivity coefficients. However, the simplify model for B_4C oxidation with its sensitivity coefficients leads the MELCOR simulation to predict a large initial reaction.

The simulation shows an early hydrogen release around 4,500 s (see Figure 8-A) this early release in the simulation could be due to the reaction of the control rod (boron carbide) with the steam. A second hydrogen release is detected around 1,000 s (see Figure 8-B) similar to the experiment and finally a third hydrogen release peak is reached around 12,700 s (see Figure 8-C).

Despite to the early hydrogen release and the third hydrogen release, the total amount of hydrogen produced is similar to the experiment.

Fig. 8: Evolution of the simulation of the FPT3 experiment. A) Early H_2 release, B) 2nd H_2 release, C) 3rd H_2 release, D) Maximum fuel temperature just before SCRAM.

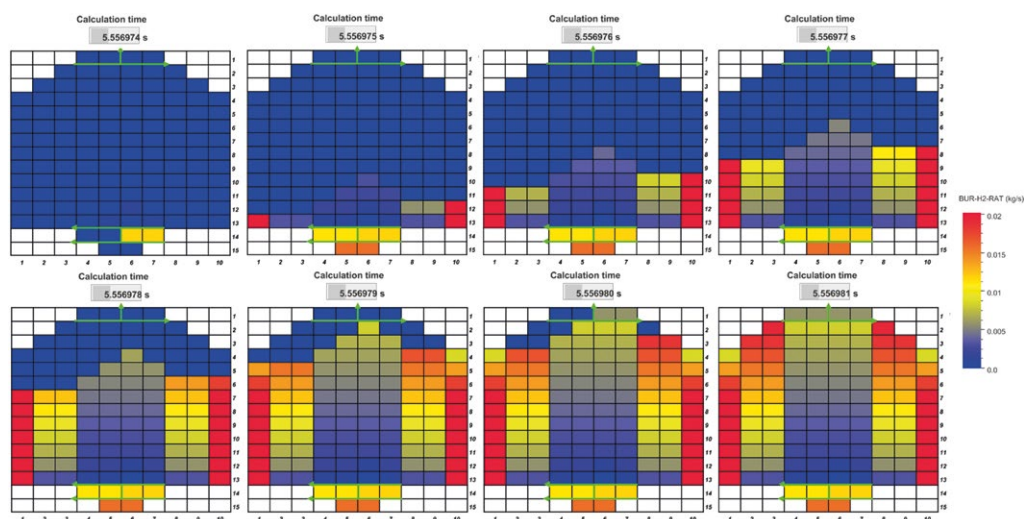


2.3.3 THAI TESTS

The overall objective of the OECD-THAI project is to address open questions concerning the behaviour of hydrogen, iodine and aerosols in the containment of water reactors during severe accidents. The understanding of the processes taking place during such events is essential for evaluating the challenge posed on containment integrity (hydrogen) and for evaluating the amount of airborne radioacti-

vity (iodine and aerosols) during such severe accidents with core damage [20].

From all the set of HD-experiments performed in the THAI campaign it was chosen three representative experiments to be modelled and simulated using the MELCOR code with versions 2.1 and 2.2. Here is presented the simulation with the MELCOR version 2.2 for the HD-24 test.



References:

- [1] G. Lerchl, H. Austregesilo, P. Schöffel, D. v. d. Cron and F. Weyermann, "ATHLET 3.1A: User Manual", March, 2016.
- [2] China Nuclear Power Technology Research Institute, "SWAMUP, Report on out-of-pile SWAMUP test results and test data base".
- [3] A. Vojáček and G. Mazzini, "Analyses of the start-up and shut-down of SCWR fuel qualification test loop", in ICONE 22nd, Prague, May 2016.
- [4] China Nuclear Power Technology Research Institute, "Report on design of the out-of-pile thermal-hydraulic test section for SWAMUP", 2016.
- [5] C. Safety Research Section, "ATHLET 3.1A Heat Transfer Assessment for Supercritical Water", Řež, Czech Republic, October, 2016.
- [6] Division of Risk Assessment and Special Projects, TRACE V5.840. Theory Manual. Field Equations, Solution Methods and Physical Model, Washington D.C.: U.S. Nuclear Regulatory Commission, 2013.
- [7] Division of Risk Assessment and Special Projects, TRACE V5.840 User's Manual, Volume 1: Input Specification, Washington D.C.: U.S. Nuclear Regulatory Commission, 2014.
- [8] Division of Risk Assessment and Special Projects, TRACE V5.840 User's Manual, Volume 2: Modeling Guidelines, Washington D.C.: U.S. Nuclear Regulatory Commission, 2014.
- [9] Guido Mazzini, Miloš Kynčl, Marek Ruščák, Miroslav Hrehor, Alis Musa, Antonio Dambrosio, Vincenzo Romanello, Assessment of the TRACE Code for the He-Cooled Systems Simulation Capability Against Some He-FUS3 Experimental Measurements, ASME, ASME J of Nuclear Rad Sci. July 2019; 5(3): 030914. doi: <https://doi.org/10.1115/1.4043377>, May 10, 2019.
- [10] G. Mazzini, M. Kynčl, M. Ruščák, A. Musa, Experimental and analytical tools for safety research of GEN IV reactors, Paris: EUROSAFE 2017, 2017.
- [11] M. Polidori, He-FUS3 Benchmark Specifications, GoFastR-DEL-1.5-01, Rev. 0, Brasimone: ENEA, 2011.
- [12] Meloni P., Polidori M., HE-FUS3 Experimental Campaign for the Assessment of Thermal-Hydraulic Codes: Post-Test Analysis, Brasimone: ENEA, 2009.
- [13] M. Polidori, He-FUS3 Benchmark Results, GoFastR-DEL-1.5-6, Brasimone: Enea, 2012.
- [14] EUROfusion, European Consortium for the Development of Fusion Energy, available: <https://www.euro-fusion.org/>, Accessed: 20-Aug-2009.
- [15] Porfiri M. T., Mazzini G., "DEMO BB Safety Data List (SDL)," SAE 2.22.1-T001-D019-b, EFDA_D_2MF8KU, Frascati, Rome: ENEA, 2018.
- [16] ITER, ITER Organization, Available: <https://www.iter.org/>, 2018.
- [17] R. O. Gauntt, "MELCOR Computer Code Manuals - Reference Manual Version 2.0", Sandia National Laboratories, 2008.
- [18] P. der Hardt, A. V. Jones, C. Lecomte and A. Tattegrain, "Nuclear safety research: The phebus FP severe accident experimental program", Nuclear Safety, vol. 35, pp. 187-205, 1994.
- [19] T. Haste, "Specification of International Standard Problem ISP-46 (Phebus FPT1), Revision 0", IRSN, 2011.
- [20] OECD/NEA, "Hydrogen and Fission Product Issues Relevant for Containment Safety Assessment under Severe Accident Conditions", 2010.

The THAI test HD-24 consist of experiment involving homogeneous H₂-steam-air mixtures at superheated and saturated conditions. For the HD-24 test, the THAI facility has been modelled in four different ways in order to point out the influence of nodalization. The models were developed from a simple nodalization to a complex one. Two out of four models were discretized by the intersection of several vertical and horizontal planes, while the other two have a toroidal nodalization pattern.

Figure 9 shows the burn hydrogen rate evolution using a specific nodalization, conical in the axial direction and toroidal in the radial direction. Using this conical-toroidal nodalization it was possible to the results had a good agreement with the experiment.

Ing. Miroslav Hrehor



Je absolventem ČVUT FJFI, katedry jaderných reaktorů. Svůj profesní život od ukončení vysoké školy v r. 1972 strávil v oblasti jaderné energetiky se zaměřením na jadernou bezpečnost. Jako člen kolektivu inspektorů jaderné bezpečnosti ČSKAE a později jako náměstek předsedy SÚJB se aktivně zúčastnil tvorby jaderné legislativy a licencování jaderných zařízení. V letech 1999-2006 pracoval jako první delegát ČR v OECD Nuclear Energy Agency v Paříži. Od roku 2006 pracuje v Řeži - od r. 2012 jako ředitel Sekce výzkumu bezpečnosti v Centru výzkumu Řež. Současně je i náměstkem pro jadernou bezpečnost ve Státním ústavu radiační ochrany - SÚRO v.v.i.

Aarhuský dohovor a jeho výzvy v oblasti využívania jadrovej energie

JUDr. Martin Pospíšil, Mgr. Jana Szelecká, LL.M.

Cieľom príspevku je priblížiť aplikačnú prax Aarhuského dohovoru o prístupe k informáciám, účasti verejnosti na rozhodovacom procese a prístupe k spravodlivosti v záležitostiach životného prostredia (Aarhuský dohovor) v spojitosti s jadrovou tematikou. Poukázaním na jednotlivé prípady, ktoré sa vecne dotýkajú využívania jadrovej energie, sa do predia dostáva otázka rovnováhy medzi právom verejnosti zúčastňovať sa na veciach týkajúcich sa životného prostredia na jednej strane a záujmom zachovania bezpečnosti jadrových zariadení na strane druhej. Konkrétne ide o ilustráciu dvoch na seba nadväzujúcich prípadov namietaného porušenia práv ustanovených Aarhuským dohovorom v kontexte výstavby 3. a 4. bloku Jadrovej elektrárne Mochovce.

The aim of the present paper is to provide a short analysis regarding the practice concerning the application of the Aarhus Convention on access to information, public participation in decision-making and access to justice in environmental matters (Aarhus Convention) in relation to the use of nuclear energy. By referring to the individual cases, the question of a balance between the right of the public to participate in environmental matters on the one hand and the interest of maintaining the safety of nuclear installations on the other is being discussed. Specifically, it is an illustration of two sequential cases of alleged violations of the Aarhus Convention in the context of construction of Units 3 and 4 of the Mochovce Nuclear Power Plant.

ZÁKLADNÉ INFORMÁCIE

Dohovor o prístupe k informáciám, účasti verejnosti na rozhodovacom procese a prístupe k spravodlivosti v záležitostiach životného prostredia (ďalej len „dohovor“) bol prijatý dňa 25. júna 1998 v dánskom meste Aarhus počas Štvrtej ministerskej konferencie „Environment for Europe“. Dohovor vstúpil do platnosti dňa 30. októbra 2001 a to uplynutím deväťdesiateho dňa od uloženia potrebného počtu listín o pristúpení u depozitára. Je nutné skonštatovať, že dohovor je jedným z inštrumentov v oblasti environmentálneho práva, ktorý zhmotňuje desiaty princíp Deklarácie o životnom prostredí a rozvoji z Ria de Janeiro v praxi. Už samotný názov prezrádza, že dohovor stavia na troch základných pilieroch, ktorými sú prístup k informáciám, účasť verejnosti a prístup k spravodlivosti vo veciach týkajúcich sa životného prostredia. Navyše, preambula dohovoru explicitne uznáva účasť verejnosti pri ochrane životného prostredia a podporuje prehlbovanie povedomia ve-

rejnosti, ako aj možnosť jej participácie pri autoritatívnych rozhodnutiach zasahujúcich do oblasti životného prostredia.

Garancie práv priznaných dohovorom boli včlenené do práva Európskej únie a následne transponované do slovenského právneho poriadku. Pre Slovenskú republiku dohovor predstavuje prednostnú medzinárodnú zmluvu v zmysle ustanovenia článku 7 ods. 5 Ústavy Slovenskej republiky, a vo vzťahu k Slovenskej republike nadobudol platnosť dňa 5. marca 2006. Tomu predchádzalo vyslovenie súhlasu Národnej rady Slovenskej republiky s dohovorom a uloženie listiny o pristúpení u generálneho tajomníka OSN.

Fundamentálnymi atribútmi dohovoru sú najmä prístup založený na právach, zákaz diskriminácie, vymedzenie orgánov verejnej správy, zapojenie inštitúcií Európskej únie a iných subjektov medzinárodného práva, ako aj existencia mechanizmu vytvoreného na vybavovanie podnetov v prípade nesúla-

du s ustanoveniami dohovoru. Na jednej strane dohovor garantuje verejnosti široké spektrum práv, avšak na strane druhej, kategoricky ukladá orgánom verejnej moci povinnosť zaručiť prístup k informáciám, spravodlivosti ako aj umožniť účasť verejnosti v rozhodovacích procesoch týkajúcich sa životného prostredia.

Dohovor je preto inštrumentom, ktorý poskytuje formu efektívneho uplatnenia práva na život v priaznivom životnom prostredí, a to bez ohľadu na postavenie adresáta tohto práva. Na prvom zasadnutí zmluvných strán (Meeting of the Parties) bolo prijatých niekoľko rozhodnutí, ktorými sa ustanovili procesné pravidlá fungovania administratívneho aparátu dohovoru, v rámci ktorého bol zriadený aj Výbor pre súlad s Aarhuským dohovorom (ďalej len „ACCC“). V zmysle ustanovených právomocí má ACCC posudzovať akékoľvek predloženie veci uskutočnené či už zmluvnými stranami dohovoru, postúpením veci uskutočneným sekretariátom dohovoru alebo obdržaním podnetu zo strany verejnosti.

ACCC ďalej monitoruje, hodnotí a napomáha pri podávaní správ o realizácii súladu s požiadavkami dohovoru a taktiež preskúmava otázky súladu a v prípade potreby vydáva odporúčania. Z hľadiska vecného vymedzenia je účasť verejnosti na rozhodovacích procesoch obmedzená na okruhy činností, ktoré môžu mať povahu zásahov do krajiny. Zoznam vymedzených činností podliehajúcich aktivizácii dohovoru je zakotvený v prílohe I k dohovoru (ďalej len „príloha I“). Článok 6, ods. 1, písm. a) dohovoru rámcovo určuje aktivity spadajúce do jeho výpočtu, pričom jednotlivé fázy využívania jadrovej energie podliehajú dohovoru bez výnimky, nakoľko sú v prílohe taxatívne vymenované.

Explicitné vymedzenie skutočnosti, že jadrové elektrárne predstavujú takú činnosť, pri ktorej sa aplikujú ustanovenia dohovoru, vytvára základ nielen pre tých, ktorí bdejú nad ochranou životného prostredia, ale zároveň otvára možnosti aj tým subjektom, ktoré sa principiálne stavajú proti využívaniu jadrovej energie ako takej. Vzorku verejnosti, ktorá sa domáha svojich práv zakotvených v dohovo-

re prostredníctvom mimovládnej organizácie totiž nerozmieňa na drobné. Je preto možné usudzovať, že pripúšťa určitý nepomer medzi právami čo i len úzkej skupiny jednotlivcov a možnými oprávnenými záujmami inej, ďalšej verejnosti.

Aplikačná prax týkajúca sa uplatňovania garancií dohovoru v Slovenskej republike kumuluje hneď dva prípady, v ktorých bolo namietané porušenie práv vyplývajúcich z dohovoru, práve v súvislosti s výstavbou jadrovej elektrárne. Napriek tomu, že v oboch prípadoch ide o jeden a ten istý projekt, prípady sa mierne rozchádzajú v merite veci.

PRÍPAD 2009/41/SLOVAKIA

Historicky sa pôvod prípadu datuje do roku 2008, a to k vydaniu troch rozhodnutí Úradu jadrového dozoru Slovenskej republiky (ďalej len „ÚJD SR“), týkajúcich sa dostavby 3. a 4. bloku Jadrovej elektrárne Mochovce (ďalej len „JE Mochovce“). Triáda týchto rozhodnutí sa týkala povolenia zmeny stavby pred dokončením podľa zákona č. 50/1976 Zb. o územnom plánovaní a stavebnom poriadku (stavebný zákon) v znení neskorších predpisov, povolenia na zohľadnenie relevantných bezpečnostných zmien a povolenie na implementáciu dokumentu „Changes in the Preliminary Safety Analysis Report“ v súvislosti s výstavbou nových blokov JE Mochovce.

Mimovládne organizácie reprezentujúce dotknutú verejnosť v zostave GLOBAL 2000/Friends of the Earth Austria, Friends of the Earth Europe, Greenpeace Slovakia, Greenpeace International, Za Matku Zem a Via Iuris a v spolupráci s Oekobuero doručili dňa 1. júla 2009 podnet ACCC, v ktorom namietali porušenie článkov 6 a 9 dohovoru Slovenskou republikou. V predmetnom kontexte bolo vyjadrené, že dotknutá verejnosť nebola pojatá do konania podľa zákona č. 24/2006 Z. z. o posudzovaní vplyvov na životné prostredie a o zmene a doplnení niektorých zákonov (ďalej len „zákon o EIA“) v súvislosti s projektom výstavby nových blokov JE Mochovce. Namietaná bola otázka súladu právnej úpravy Slovenskej republiky, ktorá mala mať, podľa dotknutej verejnosti, reštriktívny prístup k spravodlivosti

v konaniach týkajúcich sa životného prostredia, a to z dôvodu absencie účasti mimovládnej organizácie v konaní.

Nasledovala séria opatrení a procesnej komunikácie medzi ACCC a Slovenskou republikou, ktorá bola vyhodnotená na zasadnutí zmluvných strán dohovoru, v rámci ktorého došlo ku konštatácii nesplnenia povinností vyplývajúcich Slovenskej republiky z dohovoru. ACCC na základe poskytnutých podkladov nadobudla presvedčenie, že inklúzia verejnosti nemá byť výlučne súčasťou konania v zmysle zákona o EIA, ale naopak, verejnosť by mala byť súčasťou už počiatočného povoľovacieho konania. V predmetnom prípade ACCC prijala odporúčania, ktorými Slovenskej republike určila preskúmať právny poriadok so zameraním na umožnenie verejnosti včasnej a efektívnej participácie na rozhodovacích procesoch súvisiacich s prehodnocovaním zmien pôvodných povolení, ktoré majú povahu zmeny alebo rozšírenia pôvodných podmienok v súlade s dohovorom.

Z uvedeného dôvodu bola Slovenská republika zaviazaná predložiť ACCC implementačnú správu o prijatí potrebných opatrení k dosiahnutiu súladu právnej úpravy s dohovorom. Výsledok daného procesu možno pozorovať v legislatívnych opatreniach, ktoré vyústili do zrušenia pôvodného ustanovenia § 8 ods. 3 zákona č. 541/2004 Z. z. o mierovom využívaní jadrovej energie (atómový zákon) a o zmene a doplnení niektorých zákonov, a to konkrétne zákonom č. 350/2011 Z. z. Taktiež boli v tejto súvislosti prijaté opatrenia, ktorými sa prehodnotil prístup k účasti verejnosti na rozhodovacích procesoch v konaniach týkajúcich sa životného prostredia s cieľom zosúladenia právnej úpravy s medzinárodnou a európskou legislatívou. Z právnej úpravy sa vypustili podmienky, ktoré podľa ACCC obmedzovali možnosť účasti zainteresovanej verejnosti (občianskej iniciatívy, občianskeho združenia a mimovládnej organizácie) v povoľovacích konaniach. Sled implementačných zmien bol vyhodnotený na zasadnutí zmluvných strán, v rámci ktorého ACCC ocenila pozitívny prístup Slovenskej republiky k prijatiu odporúčaných legislatívnych postupov s cieľom dosiahnutia súladu právnej úpravy s dohovorom.

PRÍPAD 2013/89/SLOVAKIA

Druhý prípad, ktorý odzrkadľuje aplikovanie dohovoru na dostavbu 3. a 4. bloku JE Mochovce, sa taktiež viaže na prístup k spravodlivosti a prístup k informáciám vo veciach týkajúcich sa životného prostredia. Mimovládne organizácie zastupujúce verejnosť v zostave Greenpeace Slovakia, Via Iuris, GLOBAL 2000/Friends of the Earth Austria doručili dňa 10. júna 2013 ACCC podnet, ktorým Slovenskej republike namietali nesplnenie povinností vyplývajúcich z článkov 3, 6 a 9 dohovoru.

Rovnako ako v prvom prípade, aj predmetná vec pozostávala z dvoch línií, oboch úzkosúvisiacich s pokračovaním výstavby jadrových blokov 3. a 4. v Mochovciach. Namietaným bol okrem absencie možnosti účasti

Mgr. Jana Szelecká, LL.M.



Absolventka právnickej fakulty Paneurópskej vysokej školy v Bratislave a fakulty medzinárodného a európskeho práva na University of Amsterdam. V súčasnosti pôsobí na legislatívno-právnom odbore Úradu jadrového dozoru SR.

JUDr. Martin Pospíšil



V roku 1996 absolvoval Právnickú fakultu Univerzity Komenského v Bratislave. O tri roky neskôr obhájil rigoróznu prácu a absolvoval rigoróznú skúšku v odbore správne právo. Od roku 1996 pracuje na Úrade jadrového dozoru Slovenskej republiky a od roku 2003 je nepretržite riaditeľom legislatívno-právneho odboru na tomto úrade. Venuje sa najmä občianskoprávnej zodpovednosti za jadrové škody, príprave atómovej legislatívy (atómového zákona a súvisiacich vyhlášok), súdnym sporom v licenčnom procese k jadrovým zariadeniam a pod.

mimovládnej organizácie v konaní, aj prístup k nakladaniu s citlivými informáciami ÚJD SR. ACCC vyhodnotila počínanie Slovenskej republiky ako nesúladne s dohovorom a uložila Slovenskej republike povinnosť prijať potrebné legislatívne, administratívne, regulačné a praktické opatrenia pre dosiahnutie súladu spornej právnej úpravy s dohovorom. Tomu však predchádzali početné vyjadrenia k hmotnoprávnym aspektom prípadu zo strany mimovládnych organizácií, ACCC ako aj Slovenskej republiky.

Namietané porušenia dohovoru mali mať, podľa mimovládnych organizácií, pôvod v zamedení prístupu k takým informáciám týkajúcich využívania jadrovej energie, ktoré by v zmysle ustanovení zákona č. 350/2011 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 541/2004 Z. z. o mi-erovom využívaní jadrovej energie (atómový zákon) a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov (ďalej len „atómový zákon“) mohli ohroziť bezpečnosť verejnosti. Takéto obmedzenie prístupu bolo vo všeobecnosti aplikované na verejnosť ako takú, bez ohľadu na jej možné postavenie účastníka konania v povoľovacom procese súvisiacom s využívaním jadrovej energie.

V súvislosti so zákonom č. 211/2000 Z. z. o slobodnom prístupe k informáciám a o zmene a doplnení niektorých zákonov (zákon o slobode informácií) v znení neskorších predpisov, bola ÚJD SR prijatá smernica o identifikácii a odstraňovaní citlivých informácií v dokumentáciách pre sprístupnenie verejnosti (ďalej len „smernica o citlivých informáciách“). Smernica o citlivých informáciách v článku 3.2 označovala tie informácie, ktoré mali povahu citlivých informácií a z toho dôvodu nemali byť v zmysle atómového zákona verejnosti sprístupnené. Uvedené skutočnosti boli namietané ako limitujúce prístup verejnosti k jadrovým informáciám, ktoré by mohli mať povahu informácií o životnom prostredí.

Ďalším činiteľom zohrávajúcim úlohu v predmetnej záležitosti bolo aj sprístupnenie Predprevádzkovej bezpečnostnej správy pre 3. a 4. blok JE Mochovce v informačnom stredisku v Mochovciach, avšak s vyčiernenými pasážami obsahujúcimi citlivé informácie

v zmysle vtedy platnej právnej úpravy. Okrem vyčiernenia informácií bola taktiež namietaná rozsiahla forma a umiestnenie dokumentácie k nahliadnutiu. Napriek tomu, že vyjadrenia mimovládnych organizácií poukazovali na neprístupnenie citlivých informácií, absentovalo presné vymedzenie toho, ktoré citlivé informácie by sa týkali životného prostredia a tým spadali pod článok 6 ods. 6 v spojitosti s článkom 4 ods. 4 dohovoru.

Rozhodnutím VI/8i bol konštatovaný nesúlad právnej úpravy prístupu verejnosti k informáciám s ustanoveniami dohovoru a vyjadrené odporúčanie uskutočniť nápravu a uviesť príslušnú legislatívu do súladu s dohovorom. Slovenská republika bola vyzvaná, aby zabezpečila, že dôvody na výnimku zo zverejnenia informácií o životnom prostredí uvedených ako citlivé informácie v častiach 3.1 a 3.2 smernice o citlivých informáciách, sú orgány verejnej moci povinné „vykladať dôvody zverejnenia reštriktívne, ak verejný záujem, ktorému slúži zverejnenie; a či sa požadované informácie týkajú emisií do životného prostredia sa musia zohľadniť“. ACCC požadoval identifikáciu tých druhov informácií uvedených v častiach 3.1 a 3.2 smernice o citlivých informáciách, ktoré sú považované za informácie o životnom prostredí a spadajú do pôsobnosti článku 2 ods. 3 dohovoru. Slovenská republika pristúpila k odporúčaným úkonom ohľadne doručenia správ o pokroku ACCC.

ÚJD SR v rámci svojej pôsobnosti identifikoval oblasti súvisiace s odporúčaniami a prijal náležité opatrenia. Ťažiskovým bodom k dosiahnutiu súladu bolo prijatie novej smernice o identifikácii a odstraňovaní citlivých informácií v dokumentáciách pre sprístupnenie verejnosti (ďalej len „smernica“), čím malo dôjsť k objasneniu a výslovnému definovaniu informácií, ktoré sa v zmysle dohovoru považujú za informácie týkajúce sa životného prostredia. Novela smernice bola schválená dňa 14. júna 2019. Štruktúra článku 3 predmetnej smernice sa týmto nanovo vymedzila, s cieľom zohľadniť definície dohovoru a poskytnúť podrobné zoznamy príslušných informácií. Pre jednoznačnejšiu formuláciu rozdielnosti pojmov boli preto v článku 3 smernice vymedzené pojmy „citlivá informácia“ a „informácia o životnom prostredí“ s prihliadnutím

Zdroje:

- 1 43/2006 Z. z. Oznámenie ministerstva zahraničných vecí Slovenskej republiky, Dohovor o prístupe k informáciám, účasti verejnosti na rozhodovacom procese a prístupe k spravodlivosti v záležitostiach životného prostredia (ďalej len „Dohovor“).
- 2 ECE/CEP/41, dostupné na webovom sídle: <https://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/1998/ece/cep/41.e.pdf>.
- 3 UNCED, Rio Declaration on Environment and Development, Doc. A/CONF.151/26 (vol. I); 31 ILM 874 (1992).
- 4 Dohovor, preambula.
- 5 Smernica Európskeho parlamentu a Rady č. 2003/4/ES z 28. januára 2003 o prístupe verejnosti k informáciám o životnom prostredí, Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2011/92/EÚ z 13. decembra 2011 o posudzovaní vplyvov určitých verejných a súkromných projektov na životné prostredie.
- 6 43/2006 Z. z. Oznámenie ministerstva zahraničných vecí Slovenskej republiky.
- 7 K vysloveniu súhlasu Národnej rady SR s dohovorom došlo uznesením č. 1840 z 23. septembra 2005, k uloženiu listiny o pristúpení SR k dohovoru u depozitára (generálny tajomník OSN) došlo 5. decembra 2005.
- 8 Dostupné na webovom sídle: <https://www.unece.org/env/pp/contentofaarhus.html>.
- 9 Dohovor, čl. 1.
- 10 ECE/MP.PP/2/Add.2, ACCC bol zriadený rozhodnutím I/7.
- 11 Rozhodnutie I/7, ECE/MP.PP/2/Add.8, ods. 15-18.
- 12 Dohovor, čl. 10 ods. 2.
- 13 Dohovor, čl. 6 ods. 1, písm. a).
- 14 Rozhodnutie ÚJD SR č. 246/2008, Rozhodnutie ÚJD SR č. 266/2008, Rozhodnutie ÚJD SR č. 267/2008.
- 15 ECE/MP.PP/2011/11/Add.3.
- 16 Relevantné dokumenty k prípadu dostupné na webovom sídle: <https://www.unece.org/env/pp/compliance/Compliance-committee/41TableSlovakia.html>.
- 17 ECE/MP.PP/2011/11/Add.3, ods. 69.
- 18 ECE/MP.PP/2011/11/Add.3, ods. 64.
- 19 ECE/MP.PP/2011/11/Add.3, ods. 70 a).
- 20 ECE/MP.PP/2011/11/Add.3, ods. 70 b).
- 21 Implementačná správa SR (2012), str. 6.
- 22 Implementačná správa SR (2012), str. 6-7.
- 23 ECE/MP.PP/2014/19, ods. 43 a).
- 24 ECE/MP.PP/C.1/2017/13.
- 25 ECE/MP.PP/C.1/2017/13.
- 26 ECE/MP.PP/C.1/2017/13, ods. 104.
- 27 ECE/MP.PP/C.1/2017/13, ods. 20.
- 28 ECE/MP.PP/C.1/2017/13, ods. 20.
- 29 ECE/MP.PP/C.1/2017/13, ods. 22.
- 30 ECE/MP.PP/C.1/2017/13, ods. 76.
- 31 ECE/MP.PP/C.1/2017/13, ods. 76.
- 32 ECE/MP.PP/C.1/2017/13, ods. 76.
- 33 ECE/MP.PP/2017/2/Add.1.
- 34 ECE/MP.PP/2017/2/Add.1.
- 35 Smernica o identifikácii a odstraňovaní citlivých informácií v dokumentáciách pre sprístupnenie verejnosti (smernica), dostupné na webovom sídle: [https://www.ujd.gov.sk/ujd/Web-Store.nsf/viewKey/SCI/\\$FILE/smernica_citlive_informacie.pdf](https://www.ujd.gov.sk/ujd/Web-Store.nsf/viewKey/SCI/$FILE/smernica_citlive_informacie.pdf).

na dikciu dohovoru. V článku 3 smernice sa stanovuje definícia citlivých informácií, ktorá je ďalej sprevádzaná definíciou informácií týkajúcich sa životného prostredia.

Smernica uviedla na pravú mieru to, že žiadna informácia, ktorá je v zmysle jej ustanovení považovaná za citlivú, nie je informáciou o životnom prostredí. Text smernice teda explicitne stanovuje, že v zozname citlivých informácií nie sú obsiahnuté žiadne informácie týkajúce sa životného prostredia. Úpravou smernice do súčasného znenia sa mal zabezpečiť reštriktívny prístup pri sprístupňovaní informácií týkajúcich sa jadrovej energie. Upravené terminologické členenie smernice stanovilo, že nesprístupnenie informácie

podľa článku 2 ods. 3 dohovoru, musí naplniť jeden z dôvodov zamietnutia podľa článku 4 ods. 4 dohovoru. Naviac je dôvod odmietnutia potrebné vykladať reštriktívnym spôsobom a to v tom zmysle, že každá informácia týkajúca sa životného prostredia sa musí zverejniť bez obmedzenia. Dôvod odmietnutia sprístupnenia informácie spadajúcej pod článok 2 ods. 3 dohovoru musí sledovať verejný záujem, ktorý musí prevážiť povinnosť takúto informáciu zverejniť. Ďalej ÚJD SR žiadal držiteľa doposiaľ získaných povolení o prepracovanie Predprevádzkovej bezpečnostnej správy do podoby neobsahujúcej citlivé informácie.

Správa o posledných prijatých opatreniach v predmetnej oblasti bola ACCC zaslaná na posúdenie k 1. októbru 2019. Ostáva preto zatiaľ otázne ako sa ACCC s uvedeným počínaním za účelom dosiahnutia súladu vysporiada.

ZÁVER

Na základe analýzy vyššie uvedených prípadov je v súvislosti s jeho aplikačnou praxou možné potvrdiť existenciu pilierov participatívnej demokracie, na ktorých dohovor stavia. Verejnosť v podobe či už občianskej iniciatívy alebo mimovládnej organizácie má možnosť domáhať sa svojich práv súvisiacich s právom na priaznivé životné prostredie.

Vzhľadom na široké spektrum oprávnení, ktoré dohovor garantuje, občianska kontrola prispieva k zlepšeniu miery účasti verejnosti na konaniach v súvislosti so životným prostredím. Na druhej strane je nevyhnutné skonštatovať, že príliš obsirna interpretácia oprávnení zainteresovanej verejnosti na prístup k informáciám môže v jadrovej problematike viesť k paradoxnej situácii. A síce, že bezbrehý prístup širokej verejnosti k informáciám o detailoch jadrového zariadenia naopak povedie k zvýšeniu rizika vzniku jadrovej udalosti, a tým nedorozumeným negatívnym následkom na životné prostredie.

Ako dokumentujú uvedené prípady rozhodovacej praxe ACCC vo vzťahu k Slovenskej republike, najstť vyvážený pomer medzi prístupom k informáciám o životnom prostredí v jadre a ochranou širokej verejnosti pred zlovoľnými aktivitami vyplývajúcimi z detailnej znalosti jadrového zariadenia je takmer nemožné.

Národní centrum pro energetiku

Ing. Daneš Burket, Ph.D.

Cílem Národního centra pro energetiku je stimulace dlouhodobé spolupráce mezi předními výzkumnými organizacemi a hlavními aplikačními subjekty na trhu v oboru energetiky a ke sdílení unikátních infrastruktur a know-how odborných týmů stávajících výzkumných center prostřednictvím řešení společných projektů aplikovaného výzkumu. Výzkumná agenda NCE je zaměřena na nové technologie vedoucí ke zvýšení účinnosti, bezpečnosti a spolehlivosti stávajících energetických celků, účinnému nasazení a provozu decentralizovaných zdrojů energie, využití alternativních paliv pro zajištění surovinové nezávislosti a energetické soběstačnosti ČR a zvýšení spolehlivosti a bezpečnosti energetických sítí.

The aim of the National Centre for Energy is to stimulate long-term cooperation between leading research organizations and the main application bodies in the energy market and to share unique infrastructures and know-how of the expert teams of existing research centers through joint applied research projects. The NCE Research Agenda focuses on new technologies leading to increased efficiency, safety and reliability of existing energy units, efficient deployment and operation of decentralized energy sources, use of alternative fuels to ensure raw material independence and energy self-sufficiency of the Czech Republic and increase reliability and security of energy networks.

Program Technologické agentury České republiky (TA ČR) Národní centra kompetence je zaměřený na podporu aplikovaného výzkumu, experimentálního vývoje a inovací. Program podporuje dlouhodobou spolupráci mezi výzkumnou a aplikační sférou a posiluje institucionální základnu aplikovaného výzkumu. Cílem programu je zvýšení efektivity a kvality výsledků aplikovaného výzkumu a transferu technologií v klíčových oborech s perspektivou růstu, zvýšení konkurenceschopnosti podniků a posílení excelence a aplikační relevance výzkumných organizací. Nástrojem pro dosažení tohoto cíle je vybudování dostatečně stabilní a dlouhodobé základny aplikovaného výzkumu (v podobě národních center kompetence), a to prostřednictvím koncentrace výzkumných kapacit a nastavení jejich silné orientace na aplikaci výsledků jejich výzkumu v praxi.

V souvislosti s vyhlášením tohoto programu iniciovalo Centrum výzkumu Řež společně s ČEZ vznik Národního centra pro energetiku. Centrum si klade za cíl stimulaci dlouhodobé spolupráce mezi předními výzkumnými organizacemi a hlavními aplikačními subjekty na trhu v oboru energetiky, sdílení unikátních infrastruktur a know-how odborných týmů stávajících výzkumných center prostřednictvím řešení společných projektů aplikovaného výzkumu se zaměřením na nové technologie vedoucí ke zvýšení účinnosti, bezpečnosti a spolehlivosti stávajících energetických celků, účinnému nasazení a provozu decentralizovaných zdrojů energie, využití alternativních paliv pro zajištění surovinové nezávislosti a energetické soběstačnosti ČR a zvýšení spolehlivosti a bezpečnosti energetických sítí. Do příprav Národního

centra pro energetiku se zapojilo 24 subjektů z výzkumných a vývojových organizací, vysokých škol, Akademie věd ČR a průmyslu – v abecedním pořadí: ATEKO a.s., Centrum výzkumu Řež s.r.o., COMTES FHT a.s., České vysoké učení technické v Praze, ČEZ, a.s., ČEZ Distribuce, a.s., Doosan Škoda Power s.r.o., EGC – EnerGoConsult ČB s.r.o., ELVAC a.s., ENERCON Dobříš, s.r.o., E.ON Distribuce, a.s., MEgA – Měřicí Energetické Aparáty, a.s., Smolo a.s., ŠKODA JS a.s., Ústav chemických procesů AV ČR, v.v.i., Ústav termomechaniky AV ČR, v.v.i., Veolia Energie ČR, a.s., Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Vyncke s.r.o., Vysoké učení technické v Brně, Výzkumný a zkušební letecký ústav, a.s., Výzkumný a zkušební ústav Plzeň s.r.o., ZAT a.s. a Západočeská univerzita v Plzni – a vzniklo tak velmi silné a reprezentativní konsorcium složené ze všech významných

hráčů na poli české energetiky. Nebylo proto překvapením, že TA ČR vyhodnotil podaný projekt tohoto centra jako nejlepší ze všech, které se do programu přihlášily. Přitom o účast v tomto programu se ucházela centra od strojírenství přes energetiku, letectví, kybernetiku, biotechnologie až po medicínu.

Výzkumně vývojová agenda Národního centra pro energetiku byla rozdělena do tří logických segmentů: Účinnost, bezpečnost a spolehlivost energetických celků (vedený Centrem výzkumu Řež), Alternativní zdroje a odpady (vedený Vysokou školou báňskou) a Energetické sítě (vedený Západočeskou univerzitou). Konkrétní dílčí projekty řešené v jednotlivých segmentech byly připraveny primárně na základě potřeb průmyslových partnerů se silnou vazbou na následnou aplikaci.

Segment Účinnost, bezpečnost a spolehlivost energetických celků je v rámci Národního centra pro energetiku největší nejen z pohledu počtu řešených projektů a rozpočtu, ale i z pohledu množství předpokládaných výstupů ve formě užitných vzorů, ověřených technologií nebo patentů, které najdou přímé uplatnění v průmyslové praxi. Hlavními průmyslovými partnery, spolupracujícími na řešení jednotlivých projektů v tomto segmentu, jsou ČEZ, Doosan Škoda Power, Škoda JS a ATEKO. Těžiště výzkumu a vývoje se proto logicky soustřeďuje na turbíny a jejich komponenty, perspektivní metody nedestruktivního testování, povrchové úpra-

Ing. Daneš Burket, Ph.D.

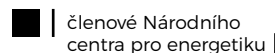


Po absolvování Fakulty jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT v Praze v roce 1994 pracoval postupně na různých pozicích v Jaderné elektrárně Dukovany, kde nakonec vedl oddělení Reaktorová fyzika. Od roku 2007 působil jako ředitel sekce Technická podpora na centrále společnosti ČEZ, kde byl kromě jiného zodpovědný za zavádění programů řízení životnosti na jaderných i klasických elektrárnách a za přípravu dokumentace pro prodloužení životnosti JE Dukovany. Od roku 2016 je ředitelem sekce Výzkum a vývoj v energetice v Centru výzkumu Řež.

Daneš Burket získal titul Ph.D. v oboru jaderné inženýrství, působil ve vědecké radě Fakulty jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT v Praze a v dozorčí a vědecké radě Výzkumného a zkušebního ústavu Plzeň. Byl členem týmů WANO (World Association of Nuclear Operators) Peer Review v japonské společnosti TEPCO a jaderných elektrárnách Fukushima Daiichi a Kashiwazaki Kariwa a v čínské jaderné elektrárně Tianwan. Od roku 2010 je prezidentem České nukleární společnosti.

vy pro zodolňování materiálů nebo například zvyšování účinnosti elektráren.

V dalších číslech tohoto časopisu Vás podrobněji seznámíme s jednotlivými projekty a jejich výsledky.



ÚSTAV TERMOMECHANIKY AV ČR, v. v. i.



Infrastruktura horkých komor Centra výzkumu Řež 1. 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 přetvořen na vzorky vhodného tvaru a rozměru, které jsou pak podrobeny mechanickým zkouškám a metalografickým analýzám (zkouška tahem, vrubové houževnatosti rázem, lomové houževnatosti, rychlosti růstu trhliny při cyklickém zatěžování a za zvýšených teplot, malocyklové únavy a creepu). Hodnocení degradace materiálů je založeno na zkoumání mikrostruktury metalurgických vzorků po mechanické zkoušce. Další užitečnou informací přináší stanovení prostorové distribuce aktivity ve vzorku.

V prvním dílu představíme základní stavební prvky pracoviště, spolu s některými technologiemi zajišťujícími jeho bezpečný a plynulý provoz.

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 the first part we will introduce the basic building elements of the workplace, together with technologies ensuring its safe and smooth operation.

1. ÚVOD

V tomto dílu seznámíme čtenáře se základními stavebními a konstrukčními prvky pracoviště. V následujících dílech pak budou podrobněji představeny podpůrné prostředky, jako jsou např. zavážecí zařízení, či obalový soubor pro transport vysoce aktivních vzorků. Dále pak jednotlivé technologie fungující uvnitř horkých komor a prostředky zajišťující dozimetrickou ochranu celého pracoviště, na kterém je možno teoreticky nakládat s otevřenou aktivitou v řádu až jednotek petabekkerelů.

2. RADIOCHEMIE II

Budova Radiochemie II, se nachází v oploceném a střeženém areálu ÚJV Řež, a. s. Objekt se sestává ze dvou stavebních částí: haly s komplexem horkých komor, a stavebně oddělené třípodlažní přístavby na severozápadní straně, která je využívána jako kancelářské prostory. Hala tvoří stavebně oddělenou část s třemi nadzemními podlažími, kde je vymezeno kontrolované pásmo (KP) a umístěn komplex horkých komor. Budova byla projektována na normální seismickou odolnost, tj. jako běžná stavební konstrukce.

Pracoviště Radiochemie II je koncipováno jako pracoviště III. kategorie pro nakládání s jednoduchými a významnými uzavřenými radionuklidovými zářiči (URZ) a pro práci s otevřenými radionuklidovými zářiči (ORZ).

Pracoviště svým vybavením izolačními a ventilačními zařízeními a úrovní provedení kanalizace splňuje požadavky na standardní vybavení pracoviště III. kategorie s ORZ. Je možno ho považovat za dobře vybavenou chemickou laboratoř s podtlakovými skříněmi a kanalizací napojenou na samostatné záchytné nádrže. Jednotlivá pracovní místa pak svojí vybaveností izolujícími a ventilačními zařízeními splňují požadavky pro pracoviště III. kategorie s ORZ a navíc jsou i dovybavena stíněním před pronikavým zářením gama. Na pracovišti se nacházejí následující samostatná pracovní místa určená pro práci s ORZ:

- horké komory HK1 až HK10, každá svojí vybaveností odpovídá podtlakové hermetizované skříně s manipulátory, s odtahem napojeným na aktivní vzduchotechniku a kanalizací napojenou na samostatné záchytné nádrže
- polohorká komora (PHK), která svojí vybaveností odpovídá podtlakové hermetizované skříně s manipulátory, s odtahem napojeným na aktivní vzduchotechniku a kanalizací napojenou na samostatné záchytné nádrže
- suchý překládací bazén (SPB), obslužné prostory, záchytné nádrže, sklady.
- přípravná metalografických výbrusů vybavená stínícími rukavicovými boxy a radiochemickou digestoří

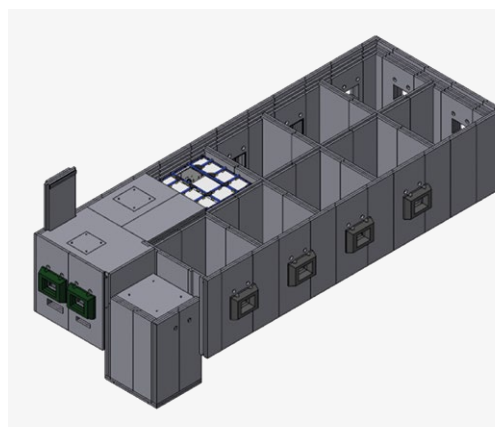
Horké komory a suchý překládací bazén jsou navrženy na maximální provozní aktivitu ekvivalentní 300 TBq ^{60}Co , polohorká komora na maximální provozní aktivitu ekvivalentní 250 GBq ^{60}Co . Pracoviště dále zahrnuje operátorovny horkých komor, jakož i technické zázemí horkých komor (technická hala se vzduchotechnikou a nádržemi na kapalné radioaktivní odpady (RAO), umístěná pod horkými komorami a rovněž zavážecí hala nad horkými komorami). Kromě toho se zde nacházejí čtyři laboratoře a administrativní část objektu.

Na pracovišti je umístěno celkem devět horkých komor typu gama, které se nacházejí ve dvou řadách ve 2. nadzemním podlaží (NP) haly. Uvnitř HK je zajištěno laminární proudění vzdušiny. Stěny, strop a podlaha jsou mohutně dimenzované z hlediska odstínění pronikavého záření gama vrstvou železa o tloušťce 300 až 500 mm. Kanalizace je napojena na samostatné záchytné nádrže, resp. kapalný odpad je shromažďován do sběrných nádob. HK mají zajištěné podtlakové větrání prostoru do systému aktivní vzduchotechniky, který je osazen v jednotlivých větvích filtračními skříněmi typu NSC s dvoustupňovou filtrací, kdy 1. stupeň je osazen HEPA filtry třídy E11 a 2. stupeň HEPA filtry třídy H13. Aktivní vzduchotechnika je napojena na vzduchovod ventilačního komína ÚJV Řež.

Operátorovny jsou umístěny vně biologického stínění HK. Operátor sleduje činnosti stínícími průzory s olovnatými skly nebo kamerovým systémem.

Biologické stínění jednotlivých HK (Obr. 1) tvoří ocel tloušťky 500 mm pro obvodové stěny, 300 mm pro podlahu a 400 mm pro strop. Je dimenzováno podle plánovaného využití na max. aktivitu 300 TBq vztaženo k radioizotopu ^{60}Co . Test zářičem ^{60}Co o aktivitě 300 TBq prokázal [1], [2], [3], že na vnějším povrchu HK typu gama nebude příkon dávkového ekvivalentu (PDE) vyšší než:

- 2,5 $\mu\text{Sv/h}$ pro obvodové stěny v 2. NP
- 150 $\mu\text{Sv/h}$ pod podlahou HK = strop v 1. NP, prostor s omezeným přístupem
- 10 $\mu\text{Sv/h}$ nad stropem HK = podlaha 3. NP



Obr. 1: Biologické stínění horkých komor



Obr. 2: Průzor z olovnatého skla tloušťky 900 mm s párem dálkových manipulátorů

Průzory z olovnatého skla tloušťky 900 mm (Obr. 2), umožňují operátorům průhled do nitra horké komory.

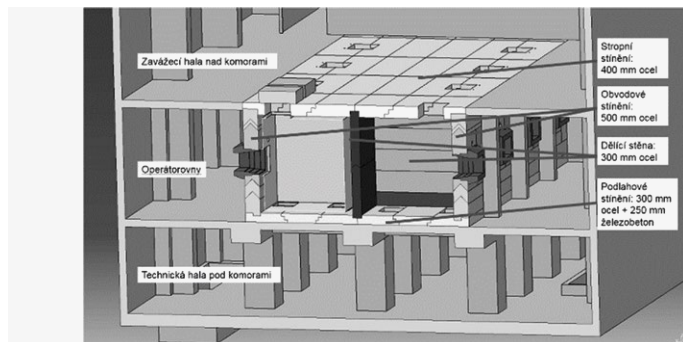
Celková hmotnost biologického stínění přesahuje 2 000 tun oceli, + několik set tun dalších materiálů (olovo, sklo atd.). Uvnitř stínících bloků je umístěn (pro každou horkou komoru) vyjímatelný vnitřní vzduchotěsný box z nerezového plechu opatřený průhledem (viz kapitola 3).

Každá z horkých komor je vybavena párem manipulátorů (master/slave) výrobce Wälischmiller Engineering (Obr. 2). Činnosti uvnitř HK se provádějí z příslušných operátoroven pomocí páru těchto dálkových manipulátorů a elektronických manipulačních zařízení. Pouze polohorká komora je vybavena dvěma páry těchto manipulátorů (jeden pro ovládání skenovacího elektronového mikroskopu, druhý pro ovládání nanoindentoru). Manipulátory procházejí z operátorovny skrze 500 mm biologického stínění a skrze hermetický box až do jeho vnitřního prostoru. Každý z manipulátorů uzvedne břemeno o váze až 5 kg a jejich dosah zahrnuje téměř celý vnitřní prostor boxu.

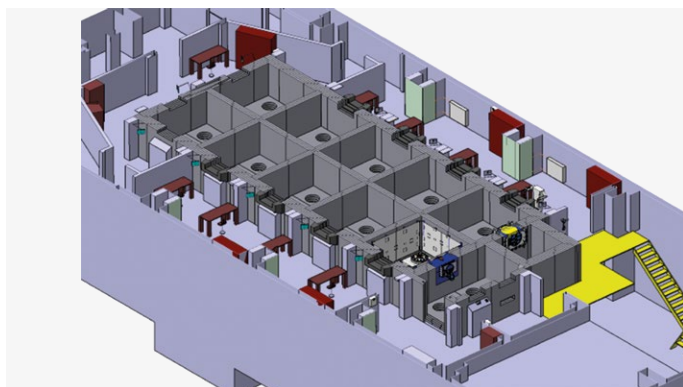
1. podlaží (+ 0,00 m) kontrolovaného pásma tvoří vstupní hala, technická hala pod komorami, jímky kapalného radioaktivního odpadu – tři nádrže na kapalný RAO, jedna pro aktivní hygienické smyčky a jedna pro jímání kondenzátu z klimatizačních jednotek, technická místnost aktivní vzduchotechniky, sklad kontaminovaného materiálu, příprava metalografických výbrusů a příprava ozářených geologických vzorků, stavebnin a keramiky. V prostoru pod horkými komorami v 1. NP haly se provádějí činnosti související s používáním ORZ při dočasném skladování kapalných RAO a údržbě technologií pro stro-

je a zařízení umístěné v jednotlivých horkých komorách. V části prostoru haly, která se nachází v 1. NP, se provádějí činnosti související s používáním zdrojů ionizujícího záření (ZIZ) při příjmu a zpětném odvozu ZIZ v obalových souborech. Případně se zde provádí manipulace s obalovým souborem (OS) jako je vložení/naložení OS při přepravě pomocí automobilu, příprava OS k připojení na HK nebo vložení do SPB. V tomto prostoru jsou vjezdová vrata na úrovni hlavní pozemní komunikace v areálu ÚJV Řež. Při vjezdu nákladního automobilu zde proto platí zvláštní pravidla pro tento účel použití.

2. podlaží (+ 2,70 m) haly (Obr. 4) je tvořeno boxy HK a PHK, operátorovnami HK a PHK, elektrodílnou, rozvodnou nízkého napětí, suchým překládacím bazénem s přestupníkem, skladem osobních ochranných pracovních prostředků (OOPP) a dozimetrických pomůcek, laboratoří výpočetní tomografie a optické absorpční spektroskopie.



Obr. 3: Řez třemi podlažími komplexu horkých komor

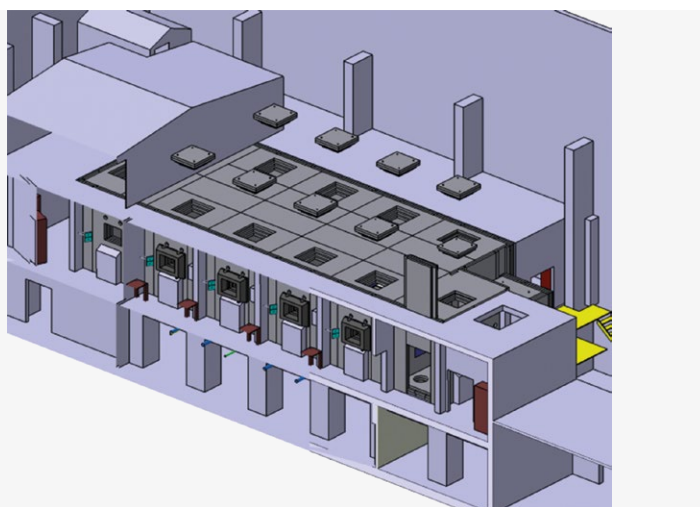


Obr. 4: Řez druhým podlažím komplexu horkých komor

3. podlaží (+ 4,20 m; + 6,99 m) je tvořeno ochozy nad HK a PHK, vstupní a zavážecí halou nad HK a PHK, vjezdem pro kolejový přepravník s obalovým souborem, skladovými prostory, dokovací stanicí pro hermetický box (HB), odkládací místností pro přestupní ochranný kryt (POK), a dekontaminační laboratoří.

V prostoru nad horkými komorami se provádějí činnosti související s používáním zdrojů IZ při jejich příjmu a zpětném odvozu v obalových souborech, převozu mezi komorami pomocí zavážecího zařízení. Dále zde probíhá manipulace s obalovým souborem jako je vyložení/naložení OS při přepravě pomocí tramvajového vozidla, příprava OS k připojení s HK nebo vložení do SPB, spojení obalového souboru s hrdlem HK. Tento prostor také slouží jako obslužný prostor pro horké komory, probíhá zde vstup do komory a manipulační práce se stropním stíněním a s vnitřním hermetickým boxem horké komory při jeho vyjímání z prostoru biologického stínění.

V tomto prostoru jsou vjezdová vrata na úrovni vedlejší pozemní komunikace v areálu ÚJV Řež, s napojením na kolejovou dráhu pro přepravu pomocí tramvajového vozidla. Při vjezdu tramvajového vozidla zde proto platí zvláštní pravidla pro tento účel použití.



Obr. 5: Řez halou horkých komor – celkový pohled na biologické stínění komplexu horkých komor Radiochemie II v CVŘ |

Přístrojové vybavení horkých komor umožňuje pokrýt celý proces materiálového výzkumu, tj. od výroby vzorků ze základního ozařeného materiálu, přes mechanické zkoušky, přípravu metalografických vzorků až po finální analýzu mikrostruktury. Mezi základní technologické vybavení horkých komor patří:

- elektronová svářečka,
- číslíkově řízený (CNC) obráběcí stroj,
- elektrojiskrová řezačka (drátovka),
- univerzální trhací stroj,
- únavový stroj a biaxiální stroj,
- autoklávový zkušební systém,
- zařízení pro creepové zkoušky,
- elektrochemie (umístěná v Alfa komoře),
- příprava metalografických výbrusů
- příprava ozařených geologických vzorků, stavebnin a keramiky
- skenovací elektronový mikroskop (SEM)
- nanoindentor.

3. HERMETICKÝ BOX

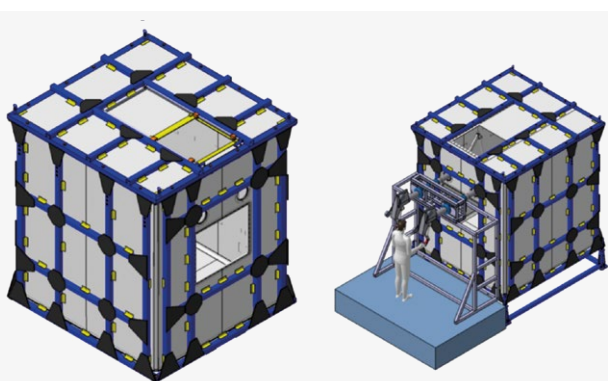
Každá HK je osazena vyjímatelnou mobilní vložkou z nerezového plechu o tloušťce 4-10 mm, zvanou hermetický box (HB) (Obr. 6), hermeticky oddělující kontaminovaný prostor uvnitř od čistých prostor vně HB [4], [5]. Parametry HB jsou: výška: 3 000 mm, šířka: 2 550 mm, hloubka: 2 712 mm, hmotnost: 4 000 kg, nosnost: 4 000 kg.

Uvnitř boxu je zajištěno laminární proudění vzdušiny, je zde umístěno zařízení dané komory a další podpůrné technologie a senzory jako podtlakový senzor, teplotní senzor a radiační gama sonda. Box tvoří fyzickou bariéru pro radioaktivní prach a aerosoly, zabraňuje přímé radioaktivní kontaminaci biologického stínění HK. Vnitřní povrch boxu je upraven pro snadnou dekontaminaci. Všechny prostupy a průchody do HK jsou hermeticky utěsněny a jsou dodatečně radiačně stíněny. Manipulace v komoře jsou povoleny při minimálním podtlaku -150 Pa.

Box má odnímatelný strop, díky čemuž je možno do něj zavést zařízení z vrchu jeřábem. Rovněž samotný box je manipulovatelný halovým jeřábem – poté, co se odpojí od elektrických a datových kabelů, trubic přivádějících kapalná a plynná média (Obr. 7),

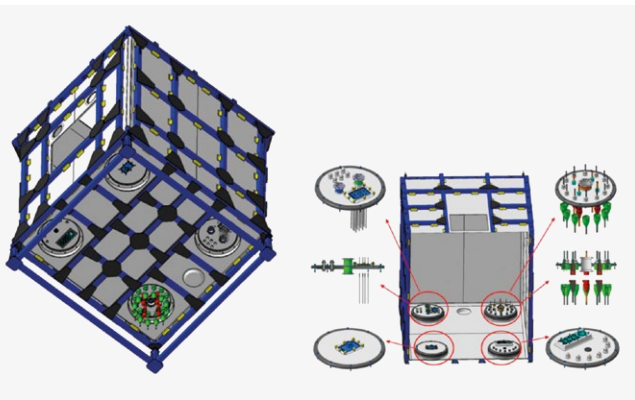
a manipulátorů, je možno box vyjmout z horní komory a opět jej do ní zasunout.

Vyjma dvou HB, které jsou určeny pro práci s alfa-radioaktivními vzorky a jsou proto konstrukčně specifické, je každý ze zbylých 8 HB zaměnitelný s jiným a připojitelný do libovolné HK. Každý HB obsahuje tzv. falešné dno, jež se nalézá cca. 1 m nad úrovní skutečného dna HB. Falešné dno zajišťuje, aby se zářič nemohl dostat mimo dosah dálkových manipulátorů.



Obr. 6: Hermetický box

Před vyjmutím boxu se z HK odvezou všechny ZIZ, provede se hrubá dekontaminace pomocí manipulátorů. Vyjmutí boxu se provede po řádném dozimetrickém proměření celého prostoru boxu, pracovníkem dozimetrické kontroly (PDK). Vyjmutí boxu je povoleno, pouze pokud budou splněny zásady radiační ochrany, aby nedošlo k ohrožení pracovníků vysokým příkonem dávkového ekvivalentu (PDE) a nehrozilo šíření radioaktivní kontaminace v prostoru mimo hermetický box.



Obr. 7: konektory pro kabely a média na dně HB

Následně musí být prostřednictvím halového jeřábu o nosnosti 25 t odstraněno stínění nad příslušnou HK. K tomuto účelu je každý panel stropního stínění vybaven v horní části čtyřmi otvory se závitem, do nichž se zašroubují závěsná oka pro jeřáb.

Box je manipulovatelný tímtož halovým jeřábem. K tomuto účelu je box rovněž vybaven v horní části čtyřmi otvory se závitem, do nichž se zašroubují závěsná oka pro jeřáb. Aby mohl být HB vyjmut, musí být předem správně vyvážen. K tomuto účelu slouží vyvažovací zařízení umístěné na jeřábu nad HB (viz Obr. 8). Pro vstup vazačů na střechnu boxu slouží skládací žebřík.

Po zavěšení boxu k vyvažovacímu zařízení a jeho vyvážení, může být box vyzdvižen ven z komory a bezpečně usazen v zavážecí hale HK na předem připravené speciální stojany, popř. do dokovací stanice, kde se provede jemná dekontaminace boxu, aby bylo možno provést nutné úpravy a opravy zařízení a příslušenství uvnitř i vně boxu. V dokovací stanici je možné upravit konfiguraci experimentů, případně provést opravy technologie ve větším rozsahu. Dokovací stanice je napojena na centrální aktivní vzduchotechniku a je vybavena záchytnou vanou.

Zasouvání HB zpět do HK se řídí obdobnými kroky, prováděnými v opačném sledu. Pakliže však došlo uvnitř vyjmutého boxu k významné redistribuci hmoty a očekávanému posunu těžiště HB, je potřeba před spuštěním HB do HK znovu provést jeho vyvážení.

4. AKTIVNÍ VZDUCHOTECHNIKA

Filtrační skříně NSC s dvoustupňovou filtrací (1. stupeň třída E11, 2. stupeň třída H13) jsou umístěny ve strojovně vzduchotechniky (VZT) v 1. NP haly. Filtrbloky jsou osazeny dvoustupňovými spínači diferenčního tlaku. Signál je zaveden do řídicího systému HK.

Filtrbloky označené F1–F3 jsou napojeny na společné potrubí. Při normálním provozu je odsávání HK zajištěno jen přes jeden filtrblok NSC. V případě havárie, kdy je počítáno se zvýšeným odsávaným množstvím max. 6 590 m³/h budou v provozu dva filtrbloky NSC. Třetí zůstane jako rezerva pro případ poruchy jednoho z dvojice. Jednotlivé filtrbloky jsou do rozvodu aktivní vzduchotechniky připojeny tak, že je možné je provozovat nezávisle na sobě.

Filtrblok F4 je napojen na odsávací větev z technických místností. Filtrblok F5 je vybaven HEPA filtry pro ještě vyšší třídu filtrace, slouží totiž k filtraci vzduchu odsávaného z HK5 s alfa aktivitou. Filtrblok F6 filtruje odtahový vzduch z operátorovny HK10. Filtračním skříním jsou předřazeny automatické plynotěsné klapky se servopohonem pro automatické odstavení filtrbloku.

Pro zajištění bezpečné manipulace s materiálem uvnitř komor a ochrany před případným únikem radioaktivity do okolí je navrženo podtlakové větrání prostor horkých komor. Velikost podtlaku gama komor je volena min. -150 Pa, pro alfa komoru HK5 min. -500 Pa při průtoku vzduchu max. 260 m³/h pro každou HK, resp. PHK. Odsávání je zajištěno přes filtry F1, alternativně F2 a F3. V případě poklesu podtlaku nad -50 Pa bude vyhlášen alarm.

Pro případ nedostatečného provozního podtlaku a havárie je za filtry umístěn pomocný odsávací ventilátor, který zvýší havarijní podtlak na max. -3 500 Pa při průtoku vzduchu max. 400 m³/hod. Filtrace odtahového vzduchu je zajištěna filtrační skříní, kde jsou instalovány HEPA filtry.

Pro zajištění požadované výměny vzduchu v HK, v normálním nebo havarijním režimu, je každá komora osazena přívodním potru-

bím s regulovatelnou klapkou se servopohonem s havarijní funkcí (při výpadku napájení bude uzavřena) (viz Obr. 10). Výdech z filtru NSC je napojen přes pomocný ventilátor a protipožární klapku na společné potrubí vedoucí k výpusti.

Pro zajištění větrání technických místností je navrženo podtlakové větrání s odtahem 125 m³/h pro každou technickou místnost. Pro podtlakové větrání místnosti filtrů VZT je navržen odtah 150 m³/h. Výdech z filtru NSC je napojen na společné potrubí vedoucí k výpusti.

Pro přívod vzduchu z haly do prostoru pod HK je osazeno přívodní potrubí s VZT klapkou ovládanou servopohonem s havarijní funkcí (při výpadku napájení bude uzavřena) (viz Obr. 10). V případě překročení předem stanoveného podtlaku vůči tlaku v hale (měřeného diferenčním snímačem tlaku) bude VZT klapka otevřena.

Přívod vzduchu do operátoroven v případě havárie je zajištěn pomocí prostupů do haly osazených VZT klapkami se servopohonem, které zároveň slouží pro odvod vzduchu větrání v normálním provozu. Potrubí havarijního odsávání operátoroven je napojeno do potrubní trasy od odsávání HK gama.

Odtahové ventilátory aktivní VZT jsou osazeny frekvenčními měniči pro udržení konstantního podtlaku cca 1 500 Pa. Pro signalizaci chodu jsou ventilátory vybaveny diferenčními snímači tlaku. Před ventilátory jsou plynotěsné klapky. V provozu je vždy jeden ventilátor (100% rezerva). Ventilátory se střídají dle časového programu.

Na výstupu odtahového potrubí z objektu je osazena protipožární klapka. V případě výpadku chodu ventilátorů je protipožární klapka uzavřena.

Technický prostor pod HK a nad HK (v závěsací hale) je opatřen havarijním odsáváním. Toto odsávání zajistí v případě havárie v HK, v technickém prostoru pod HK, či v operátorovnách, podtlak v odvětrávaném prostoru a zároveň zabrání šíření kontami-



▲ | Obr. 9: Výměna HEPA filtrů aktivní vzduchotechniky |

< | Obr. 10: Regulovatelné klapky se servopohony s havarijní funkcí |



novaného vzduchu do přilehlých prostor. Pomocí této větve je možno z prostorů odsát až 2 600 m³/hod. vzduchu. Potrubí havarijního odsávání je napojeno do potrubní trasy od odsávání HK gama.

Veškeré odsávací větve v budově obsahují plynotěsné klapky a regulační VZT klapky. Pro snímání tlaku, resp. regulaci průtoku vzduchu ve větvi je na společném potrubí umístěn diferenční snímač tlaku, resp. průtoku vzduchu (měření tlakové difference mezi vnitřkem potrubí a okolním atmosférickým tlakem). Naměřené hodnoty jsou přenášeny do řídicího systému HK, resp. PHK. Havarijní odsávání se aktivuje z řídicího systému HK, nebo pomocí tlačítek v operátorovnách a u vstupu do haly.

Poděkování: Prezentované výsledky byly finančně podpořeny Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy – projekt LQ1603

Výzkum pro SUSEN. Práce byla realizována na velké infrastruktuře Udržitelná energetika (SUSEN) vybudované v rámci projektu 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 radionuklidovými zdroji.

Reference:

- [1] Švrčula, P.; Zoul, D.; Zimina, M.; Petříčková, A.; Adamíková, T.; Schulc, M.; Srba, O., Biological shielding test of hot cells with high active source ⁶⁰Co (300 TBq), Radiation Physics and Chemistry, 2017, Svazek 140, Strany 328-334
- [2] Zoul, D., Průběh defektoskopické zkoušky účinnosti biologického stínění budovaného komplexu horkých komor Radiochemie II, BJE, 2016, Svazek 7/8, Strany 205-2014
- [3] Švrčula, P.; Srba, O.; Zoul, D.; Petříčková, A., Defektoskopická zkouška biologického stínění horkých komor pomocí vysokoaktivního zdroje ⁶⁰Co – 300 TBq, Vesmír, 2017
- [4] 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
- [5] Petříčková, A.; Švrčula, P.; Srba, O.; Mikloš, M., O nových laboratořích na zkoumání radioaktivních materiálů v Řeži, Technický týdeník, 2016

Nový jaderný zdroj v lokalitě Dukovany – posuzování vlivů záměru na životní prostředí (proces EIA)

Ing. Jan Hora

V rámci mezistátního procesu posuzování vlivů na životní prostředí (EIA), který se konal od roku 2016 do roku 2019, byly posouzeny potenciální dopady výstavby nového jaderného zdroje v lokalitě Dukovany na životní prostředí a veřejné zdraví, a to i s ohledem na spolupůsobící účinky provozu stávající elektrárny a stávajícího zázemí. Záměrem procesu EIA je zjistit, popsat a poskytnout komplexní posouzení dopadů na životní prostředí a veřejné zdraví před vlastním stavebním projektem. Proces EIA je řízen Ministerstvem životního prostředí a v České republice je upraven zákonem č. 100/2001 Sb. o posuzování vlivů na životní prostředí, ve znění pozdějších předpisů.

Within the inter-state process of the environmental impact assessment (EIA), which was held from 2016 to 2019, the potential impacts of the construction of new nuclear source at the Dukovany site on the environment and public health were assessed, also considering the co-acting effects of the operation of the existing power plant and existing background. The EIA process is intended to find out, describe and provide comprehensive assessment of the impacts on the environment and public health prior to the construction project proper. The EIA process is managed by the Ministry of the Environment and in the Czech Republic it is regulated by the Act No. 100/2001 Coll. on environmental impact assessment, as amended.

ZDŮVODNĚNÍ POTŘEBY ZÁMĚRU VÝSTAVBY NOVÉHO JADERNÉHO ZDROJE (NJZ)

Příprava a realizace výstavby NJZ je časově velmi náročná (téměř dvě desítky let) a z pohledu legislativy komplikovaná. Zahrnuje naplnění velkého množství požadavků vyplývajících ze znění jednotlivých zákonů a jejich prováděcích právních předpisů, upravujících plánování výstavby jaderného zařízení, jeho umístování, projektování, vlastní výstavbu, uvádění do provozu, vlastní provoz až po následné vyřazení jaderného zařízení z provozu, a to i se zahrnutím transportu radioaktivních materiálů a nakládání s radioaktivními odpady a vyhořelým jaderným palivem.

V rámci zdůvodnění potřeby NJZ jsou rozhodující zejména údaje o energetických bilancích a potenciálu a mixu jednotlivých energetických zdrojů, zpracované a analyzované na koncepční úrovni v aktualizované Státní

energetické koncepci ČR (SEK ČR, 2015). Tyto údaje mají zcela apolitický charakter. SEK ČR identifikuje rychlé tempo dožívání uhelných zdrojů a velmi výrazný pokles instalovaného výkonu zejména uhelných elektráren okolo roku 2035.

Z hlediska potřeb energetiky ČR i závazků ČR ve vztahu k omezování produkce skleníkových plynů je tedy NJZ potřebný zejména jako náhrada za dožívající uhlé zdroje, dále jako náhrada výkonu stávajících bloků v lokalitě. Je přitom nutno zdůraznit, že NJZ je pouze jednou z částí energetického mixu a v energetické koncepci je uvažováno s významným rozvojem i dalších zdrojů, zejména obnovitelných. SEK ČR prošla vlastním procesem posuzování vlivů koncepcí na životní prostředí (SEA).

V další aktualizaci SEK bude (a to i na základě dílčích vyjádření MPO) třeba vzít do úvahy

především aktuální změny v energetice. Posiluje se sice trend směrem k decentralizaci, avšak budoucí energetický mix, jak s ním počítá aktuální dokument, se při zohlednění dostupných podmínek a potřeby zajištění energetické soběstačnosti příliš nezmění. Do aktualizace Státní energetické koncepce, která má být podle zákona zpracovaná do roku 2020, bude zpracovaný také Vnitrostátní plán v oblasti energetiky a klimatu, jehož součástí je také rozvoj jaderné energetiky.

Z důvodu zachování kontinuity výroby, zajištění energetické bezpečnosti a soběstačnosti včetně spolehlivé a efektivní dodávky elektrické energie je tedy třeba začít s přípravou a realizací výstavby NJZ v lokalitě Dukovany v dostatečném časovém předstihu.

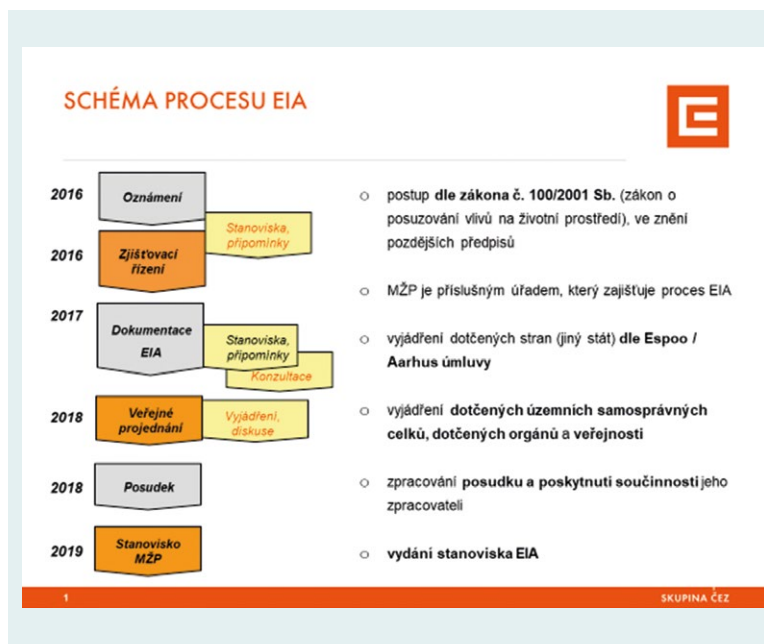
HLAVNÍ KROKY V PŘÍPRAVĚ NJZ

První průzkumné práce byly zahájeny již v roce 2009, byly zaměřeny zejména na potvrzení realizovatelnosti projektu a sběr podkladů pro budoucí proces posuzování vlivů na životní prostředí (EIA), který je podrobněji popsán níže. Proces EIA předchází řízením podle atomového zákona, kterými jsou řízení o povolení k umístění, výstavbě, prvnímu fyzikálnímu spouštění a prvnímu energetickému spouštění jaderného zařízení a povolení k vlastnímu provozu jaderného zařízení. Z hlediska stavebního zákona jsou to pak zejména územní a stavební řízení, která budou zahrnovat soubor staveb v areálu jaderného zařízení a souvisejících a vyvolaných investic, následně pak řízení k povolení zkušebního provozu a vlastní kolaudační souhlas.

PROCES EIA

Smyslem a cílem procesu EIA je popsat a komplexně vyhodnotit předpokládané vlivy připravovaných záměrů na životní prostředí a veřejné zdraví ve všech rozhodujících souvislostech a získat tak objektivní odborný podklad pro vydání rozhodnutí, popřípadě opatření podle zvláštních právních předpisů, kterým je stanovisko EIA. Příslušným úřadem, který zajišťuje proces EIA záměru NJZ v lokalitě Dukovany, je Ministerstvo životního prostředí (MŽP).

Vlastní proces EIA zahrnuje několik dílčích kroků, které jsou definované zákonem EIA.



Obv. 1: Schéma procesu EIA

Vstupním dokumentem je tzv. oznámení záměru, jehož náležitosti jsou stanoveny v příloze č. 3 k zákonu EIA. Oznámení záměru slouží ke zjišťovacímu řízení, jehož cílem je upřesnění informací (obsah a rozsah) z hlediska životního prostředí, které je vhodné uvést v dokumentaci EIA, a to v případě záměrů, které musí projít kompletním procesem EIA.

Dalším krokem je pak zpracování dokumentace EIA, která je stěžejním dokumentem celého procesu. Její náležitosti definuje příloha č. 4 k zákonu EIA a rovněž musí zohlednit specifické požadavky ze závěru zjišťovacího řízení. K dokumentaci EIA se může v zákoně lhůtě (30 dní od jejího zveřejnění) písemně vyjádřit kdokoli, v případě mezistátního posuzování však umožňuje zákon EIA prodloužit MŽP lhůtu pro vyjádření až o dalších 30 dnů pro připomínky ze zahraničí, požádá-li o to dotčený stát. Ostatní lhůty se v takovém případě prodlouží přiměřeně. Dokumentaci EIA včetně překladu zašle MŽP do 10 pracovních dnů po jejím obdržení dotčenému státu s žádostí o vyjádření a nabídne mu předběžné projednávání (konzultace). Pokud dotčený stát projeví o konzultaci zájem, MŽP dohodne termín konzultace a informuje o místě a času konzultace oznamovatele a jeho prostřednictvím zpracovatele dokumentace EIA. Ti jsou pak povinni se konzultace rovněž zúčastnit.

Dokumentaci EIA MŽP bez zbytečného odkladu doručí zpracovateli posudku, kterému MŽP po uplynutí stanovené lhůty pro vyjád-

ření k dokumentaci EIA předá všechna obdržená vyjádření. Zpracovatel posudku zpracuje tento posudek na základě dokumentace EIA a vyjádření k ní podaných, se zohledněním závěrů z veřejného projednání a mezistátních konzultací k dokumentaci EIA.

MŽP vydá na základě dokumentace EIA, vyjádření k ní podaných, veřejného projednání a posudku závazné stanovisko k posouzení vlivů provedení záměru na životní prostředí (stanovisko EIA) ve lhůtě 30 dnů ode dne obdržení posudku.

Mezinárodní úmluvy – tzv. Espoo konvence i Aarhuská úmluva, stejně jako směrnice EU 85/337/EHS, jsou plně implementovány do českého právního řádu, a to včetně způsobu informování veřejnosti a jejího zahrnutí do procesu EIA.

ZJIŠŤOVACÍ ŘÍZENÍ

Proces EIA byl zahájen podáním oznámení záměru (Oznámení EIA), zpracovaném dle přílohy č. 3 zákona EIA. Podání Oznámení EIA ze strany ČEZ, a. s. na MŽP proběhlo dne 20. 7. 2016. Následné zjišťovací řízení, v rámci kterého získalo MŽP připomínky od dotčených správních úřadů (např. Státní úřad pro jadernou bezpečnost, Ministerstvo průmyslu a obchodu, Ministerstvo zdravotnictví, dotčené krajské úřady, atd.), dále vyjádření dotče-

ných územních samosprávných celků (obce a samosprávy krajů), veřejnosti, a to včetně zahraniční, bylo zahájeno dne 28. 7. 2016 a ukončeno dne 6. 12. 2016. MŽP vydalo tzv. závěr zjišťovacího řízení, ve kterém formulovalo doporučení, na které oblasti vlivů záměru na životní prostředí má být v navazující dokumentaci EIA kladen zvýšený důraz. MŽP obdrželo v rámci zjišťovacího řízení rovněž připomínky od všech sousedních států, tj. Německa, Rakouska, Slovenska a Polska a dále i z Maďarska.

DOKUMENTACE EIA

K 30. 6. 2017 bylo dokončeno zpracování dokumentace EIA dle přílohy č. 4 zákona EIA. Jedná se o obsahově rozsáhlý a zásadní dokument procesu EIA v rozsahu cca 500 stran textu (a dalších cca 800 stran přílohových studií), který se podrobně věnuje všem relevantním složkám životního prostředí a veřejného zdraví. Současně zohledňuje a vypořádává požadavky a připomínky uplatněné v rámci zjišťovacího řízení. Předmětem dokumentace EIA je záměr vybudovat, spustit a provozovat v lokalitě Dukovany až dva nové bloky o celkovém čistém elektrickém výkonu do 2 400 MWe. Vlastní dokumentace byla zpracována tzv. obalovou metodou, která zaručuje, že ze všech parametrů zařízení potenciálních dodavatelů (např. USA, Čína, Japonsko, Rusko, Francie, Jižní Korea) jsou vybrány ty nejméně příznivé, tzn. dojde k vyhodnocení všech vlivů v jejich potenciálním maximu.

Dokumentace EIA byla podána na MŽP dne 13. 11. 2017, jako oznamovatel záměru již byla uvedena nově vzniklá dceřiná společnost Elektrárna Dukovany II, a. s. MŽP dokumentaci EIA zveřejnilo a rozeslalo k vyjádření, přičemž MŽP získalo další připomínky od dotčených orgánů, dotčených územních samosprávných celků a veřejnosti.

V rámci procesu EIA MŽP obdrželo cca 16 000 připomínek ze stran široké veřejnosti, a to převážně z Rakouska, většina z nich tvořila předem připravený text, bylo identifikováno cca 10 tzv. vzorových vyjádření. Připomínky z velké části uváděly nesouhlas obecně s jadernou energetikou, poukazyvaly na problematiku konečného uložení vyhořelého jaderného pa-



Obr. 2: Veřejné projednávání EIA v Třebíči 19. 6. 2018

liva, alternativní zdroje energie, konkrétněji se věnovaly např. tématům přeshraničních vlivů na území Rakouska a Německa, jaderné bezpečnosti, radiační ochrany a potenciálního nedostatku technologické vody v souvislosti s klimatickými změnami. Souhlasná vyjádření s dílčími připomínkami byla naopak prakticky bez výjimek obdržena od dotčených obcí z okolí posuzovaného záměru a také od kraj-
ských samospráv.

MEZISTÁTNÍ KONZULTACE A VEŘEJNÁ PROJEDNÁNÍ

Dokumentaci EIA včetně překladů zaslalo MŽP s žádostí o vyjádření rovněž dotčeným státům a v souladu s legislativou nabídlo předběžné projednávání (konzultace). Zájem o tyto konzultace projevilo Německo a Rakousko. Polsko se společně s Maďarskem spokojilo s písemnou formou konzultací. Slovenská republika o mezistátní konzultace neprojevila zájem. Mezistátní konzultace s německými zástupci se pod vedením MŽP uskutečnily dne 6. 4. 2018 v Praze. Hlavní náplní byla odborná diskuse a zodpovězení prezentovaných dotazů zúčastněných expertů. V obdobném formátu proběhly i mezistátní konzultace s Rakouskem, konané ve dnech 10.-11. 4. 2018.

V souvislosti se vztahem k veřejnosti proběhlo dne 3. 5. 2018 veřejné projednání v maďarské Budapešti. Další krok představovaly tzv. veřejné diskuse v Rakousku (Vídeň, 6. 6. 2018) a Německu (Mnichov, 13. 6. 2018), v rámci kterých měla zahraniční veřejnost další možnost se k záměru vyjádřit. Veřejné projednání v ČR, na kterém měl kdokoli možnost uplatnit své dotazy a připomínky, se uskutečnilo dne 19. 6. 2018 v Třebíči a trvalo přibližně 10 hodin.

ZPRACOVÁNÍ POSUDKU

Dne 3. 11. 2018 MŽP doručilo dokumentaci o vlivech záměru na životní prostředí včetně obdržení vyjádření nezávislému zpracovateli posudku. Dne 17. 1. 2019 byly zpracovateli posudku poskytnuty ze strany oznamovatele záměru poslední vyžádané doplňující a vysvětlující podklady nezbytné pro zpracování posudku. Vlastní posudek byl ze strany zpracovatele dokončen dne 14. 6. 2019,



zpracován byl na základě dokumentace EIA a vyjádření k ní podaných, a to rovněž se zohledněním závěrů z veřejného projednání a mezistátních konzultací.

ZÁVAZNÉ SOUHLASNÉ STANOVISKO EIA

MŽP na základě dokumentace EIA, vyjádření k ní podaných, veřejného projednání a posudku vydalo dne 30. 8. 2019 závazné souhlasné stanovisko k posouzení vlivů provedení záměru na životní prostředí (stanovisko EIA). Součástí vydaného stanoviska EIA je řada podmínek pro navazující řízení k omezení či eliminaci vlivů záměru na životní prostředí a veřejné zdraví, rozdělených pro fáze přípravy, výstavby a provozu záměru a také pro následné monitorování a rozbor vlivů záměru na životní prostředí.

Platnost stanoviska je 7 let ode dne jeho vydání. Na žádost oznamovatele příslušný úřad prodlouží platnost stanoviska o 5 let, a to i opakovaně, pokud nedošlo ke změnám podmínek v dotčeném území nebo poznatků a metod posuzování, v jejichž důsledku by záměr mohl mít dosud neposouzené významné vlivy na životní prostředí.

Stanovisko EIA je podkladem pro vydání rozhodnutí v navazujících řízeních (viz definice v § 3 písm. g) zákona EIA) a musí být platné v době vydání těchto rozhodnutí v prvním stupni. Investor je povinen před zahájením každého navazujícího řízení, tedy nejblíže v územním a stavebním řízení, vyhotovit úpl-

ný popis případných změn záměru oproti záměru, ke kterému bylo vydáno stanovisko EIA. Jestliže nedošlo ke změnám záměru, které by mohly mít významný negativní vliv na životní prostředí, příslušný úřad (MŽP) vydá souhlasné závazné stanovisko (tzv. „coherence stamp“). V opačném případě jsou tyto změny předmětem posuzování, pokud se tak stanoví ve zjišťovacím řízení, a záměr bude podléhat novému posouzení v rámci procesu EIA.

NAVAZUJÍCÍ ŘÍZENÍ

Podmínky uvedené ve stanovisku EIA jsou závazné pro navazující řízení – tím nejbližším navazujícím řízením bude řízení o územním rozhodnutí o umístění stavby dle stavebního zákona. V současné době již probíhá zpracování dokumentace pro územní řízení, na její přípravě se podílí široká skupina interních i externích spolupracovníků. Stanovisko EIA se tak stane dalším zásadním podkladem pro přípravu dokumentace pro územní řízení. Relevantní požadavky z podmínek stanoviska EIA budou promítnuty již do etapy zpracování dokumentace pro územní řízení, aby byly vytvořeny předpoklady pro naplnění všech podmínek v rámci další přípravy předmětného záměru. Souběžně jsou zpracovávány podklady pro podání žádosti o povolení k umístění jaderného zařízení dle atomového zákona (nejedná se však o navazující řízení na EIA, stanovisko EIA není podkladem).

ZÁVĚREČNÝ SOUHRN

V rámci mezistátního procesu posuzování vlivů na životní prostředí (EIA), který proběhl v letech 2016-2019 podle zákona č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí (zákon EIA), byly hodnoceny potenciální vlivy záměru Nový jaderný zdroj v lokalitě Dukovany (NJZ EDU) na životní prostředí a veřejné zdraví, a to při jeho přípravě, provádění i provozování, včetně uvažování spolupůsobícího účinku provozu stávající elektrárny a stávajícího pozadí.

Do procesu EIA a jeho jednotlivých kroků se aktivně zapojily všechny sousední státy, tj. Německo, Rakousko, Slovensko a Polsko a dále i Maďarsko, z úrovně dotčených úřadů i veřejnosti byly uplatněny připomínky, vyjádřeny a doplňující dotazy, které byly projednány

v rámci mezistátních konzultací a veřejných diskusí, podrobně byly rovněž vypořádány v rámci oponentního posudku.

MŽP na základě dokumentace EIA, vyjádření k ní podaných, veřejného projednání a posudku vydalo dne 30. 8. 2019 závazné souhlasné stanovisko k posouzení vlivů provedení záměru na životní prostředí (stanovisko EIA). Součástí vydaného stanoviska EIA je řada podmínek pro navazující řízení k omezení či eliminaci vlivů záměru na životní prostředí a veřejné zdraví, rozdělených pro fáze přípravy, výstavby a provozu záměru a také pro následné monitorování a rozbor vlivů záměru na životní prostředí.

Všechny zásadní dokumenty související s procesem EIA jsou k dispozici v Informačním systému EIA zde: https://portal.cenia.cz/eiasea/detail/EIA_MZP469

Ing. Jan Hora



Je absolventem České zemědělské univerzity v Praze, kde vystudoval obor krajinné inženýrství na Fakultě životního prostředí. Od roku 2003 působil na Ministerstvu životního prostředí v odboru posuzování vlivů na životní prostředí a integrované prevence. Ve společnosti ČEZ, a. s., pracuje od roku 2008 v útvaru výstavby jaderných elektráren, kde se nejdříve podílel na přípravě nových bloků v Temelíně, konkrétně na zajištění procesu posouzení vlivů na životní prostředí (EIA) a byl součástí týmu hodnotícího nabídky potenciálních dodavatelů nových jaderných bloků do této lokality. Od zrušení výběrového řízení v roce 2014 zajišťuje pro nové jaderné bloky v lokalitě Dukovany proces EIA, podílí se na přípravě licenční dokumentace podle Atomového zákona pro povolení k umístění a dokumentace pro územní řízení dle stavebního zákona. V současnosti působí jako vedoucí útvaru licencování výstavby jaderných elektráren, ČEZ, a. s.

Český a slovenský průmysl a nový jaderný blok

- jde i o prestiž našeho průmyslu ve světě

doc. Ing. František Hezoučky, Ph.D.

Všech šest provozovaných jaderných bloků v České republice bylo vybudováno pod koordinací českých podniků a většinou zařízení výroby českých a slovenských firem. Pouze projekt jaderného ostrova byl zakoupen a přizpůsoben českým projektantem. Výstavba plánovaných nových bloků v Česku skýtá šanci pro obnovení schopností českého průmyslu. Stručně jsou popsány důležité rysy potenciálních projektů a diskutováno, jak uchopit problém pro užitek české energetiky i českého průmyslu

All six operating nuclear units in the Czech Republic were built under Czech companies' coordination and mostly equipped by products from Czech and Slovak companies. Just design of the nuclear island was bought and then adopted by Czech designer. Completion of the planned new nuclear power unit(s) in Czechia gives chance for restoration of the Czech industry capability. There are shortly described relevant characteristics of potential designs and discussed how to grasp the topic for the profit of the both Czech energy and Czech industry.

V dubnu 2018 jsem v úvodní den Jaderných dnů na Západočeské univerzitě v Plzni přednesl příspěvek o stejném názvu, jaký jsem dal tomuto článku. Něco se od té doby změnilo, určité myšlenky z uvedeného příspěvku už byly akceptovány nebo se staly neaktuálními, nicméně hlavní poslání zůstává – účast českého a slovenského průmyslu na výstavbě nového jaderného zdroje a správný výběr projektu, který bude nejlépe dlouhodobě vyhovovat naší energetice. Zde přináším jen nejdůležitější teze.

ASEK A ČESKÉ JE

Existuje dlouhodobá shoda, že se musí postavit nové jaderné zdroje, především za odstavované elektrárny uhelné, avšak následně i za odstavované bloky dukovanské. Dnes je ale i shoda, že nejekonomičtější řešení je dlouhodobý bezpečný provoz EDU. Při vhodné údržbě mohou bloky EDU pracovat ještě 30 let a po případném vyžhání tlakových nádob reaktoru (TNR) ještě další léta, alespoň některé z nich. Pracovníci EDU provádí velmi užitečnou práci pro zajištění provozu dukovanských bloků do roku 2045 až 2047. To je velmi dobrá zpráva z hlediska energetické bilance, ale i z hlediska ekonomie ČEZu. Ještě nedávno byly totiž některými hodnotáři uváděny (bez analýzy) termíny odstavování bloků EDU po 40 letech provozu, vedly se diskuse

o tom, co to je projektová, ekonomická a skutečná životnost daná stavem zařízení. Přesto, čím blíže budou bloky své reálné životnosti, tím přesnější odhad získáme o jejich skutečném dožití: 50, 55, 60...?

Žádoucí dlouhodobý provoz dukovanských bloků a paralelní výstavba a provoz nových bloků proto vyžaduje zpracovat společný harmonogram zohledňující

- potřeby uvádění (všech) nových bloků do provozu z hlediska energetické bilance České republiky,
- odstavování současných bloků EDU včetně uvolňování provozních specialistů a jejich využití při výstavbě nových bloků a
- plynulý přesun techniky a kapacit specialistů mezi staveništi EDU a ETE, aby ne-

došlo k ekonomickým ztrátám a rozptýlení specialistů do jiných oborů – kolektiv pracovníků sladěný při výstavbě prvního z bloků je velkým bohatstvím pro výstavbu dalších bloků.

Takový objektivní harmonogram, beroucí v úvahu i aktuální energeticko-klimatický balíček, může ukázat na legitimnost přezkoumat postup realizace v jednotlivých lokalitách. Je potřebné si přitom uvědomit, že výstavba dvou bloků v jediné lokalitě bude levnější o společně sdílené zařízení stavenišť, společně využívanou transportní a drahou těžkou zdvihací techniku, společně sdílené některé speciální profese specialistů, kteří mohou přecházet mezi bloky, transportní logistiku atd. Tato hodnota může dosahovat 30 až 40 miliard Kč.

JAKÉ BLOKY STAVĚT?

Projekt, který by měl být vybrán, musí nejlépe vyhovovat z hlediska jaderné a technické bezpečnosti a dát nejvíce práce českému (a slovenskému) průmyslu nejen při výstavbě, ale i během dlouhodobého provozu.

Minimální kritéria výběru by měla být:

1. bezpečnost,
2. objem práce (služby a náhradní díly) pro český a slovenský průmysl na celou dobu životnosti bloků > 60 let, na takové práci vyrostou noví specialisté, které náš průmysl i energetika potřebují, vyrostou při práci, nikoli bez práce nikoli, je tu šance uplatnit se na dalších zakázkách,
3. transfer know-how,
4. cena.

V ASEK se uvažuje o postupné výstavbě tří bloků, možná budou potřebné čtyři. Tyto bloky musí být stejné kvůli synergickým efektům jak ve výstavbě, tak i v provozu – stejné náhradní díly, stejné jaderné palivo, stejná podpůrná pracoviště ÚJV Řež, Ústav aplikované mechaniky (ÚAM), výrobní závody, vysoké školy...

Provozáci si rovněž velmi dobře uvědomují, jak dobré je patřit k větší rodině stejných bloků na (pokud možno blízkém) světě, kvůli sdílení provozních zkušeností. Být jediným blo-

kem svého druhu znamená přijít o jedinečné zdroje provozních informací.

Požizovací cena tedy zdaleka nemůže být jediným výběrovým kritériem. Je třeba brát v úvahu klady a zápory během celého provozního života, nejen období výstavby.

KTERÉ PROJEKTY JADERNÝCH OSTROVŮ BUDOU PRAVDĚPODOBNĚ NABÍZENY

Nabídky zřejmě přijdou z Číny (HPR 1000), Jižní Koreje (APR 1000+, resp. EU APR), USA (AP1000), Francie a Japonska (ATMEA1) a Ruské federace (VVER-1200). Lze předpokládat, že ČEZ tentokrát omezí výzvu na výkonovou úroveň bloků do 1 200 MWe. Tomu odpovídají i výše zmíněné projekty. Potenciální projekty jsou popsány mj. i na stránkách ČEZ, a. s. (<https://www.cez.cz/cs/o-cez/vyrobnizdroje/jaderna-energetika/jaderna-energetika-v-ceske-republice/nove-jaderne-zdroje/nove-dukovany/informace-o-projektu-edu-ii>), takže zde zmíním pouze rysy, které jsou podstatné z hlediska vývoje a užité hodnoty.

- Čínský HPR 1000 vznikl z projektu ACP 1000 a byl dovybaven systémy pasivního odvodu tepla z parogenerátorů a kontejnmentu (SPOT) podle petrohradského projektu VVER-1200. HPR 1000 však nemá lapač coria a spoléhá na udržení případné taveniny uvnitř tlakové nádoby reaktoru. Ve výstavbě jsou čtyři bloky s reaktory HPR 1000 a další dva reaktory tohoto typu se staví v Pákistánu. Provozní zkušenosti jsou zatím minimální. Systém primárního okruhu je třísmýčkový, parogenerátory vertikální.
- Korejský přístup vychází ze sebedůvěry, že mohou nabídnout cokoli, co si zákazník žádá. A tak vzniklo několik modifikací původních projektů APR 1400, APR 1000+, resp. EU APR. Původní APR má pouze dva bezpečnostní dieselgenerátory a jeden rezervní, který mohl zaskočit za libovolný nefunkční systémový. Přestože původní projekty APR byly z ekonomických důvodů s jednoduchým kontejnmentem (a patřily spíše do generace II), na nových obrázcích se již objevuje dvojité kontejnment, a dokonce i náznaky systémů

pasivního odvodu tepla (SPOT) podobné petrohradskému VVER-1200. Hloubku rozpracovanosti nelze z demonstračních modelů a obrázků posoudit. Tyto bloky nikde nejsou ve výstavbě.

- Projekt AP 1000 je dosud na počátku provozu v Číně a pomalu postupuje jeho realizace v USA. Určité výhrady k němu byly vyjádřeny v mém článku "A few unanswered questions about AP 1000", který vyšel v posledním čísle časopisu Bezpečnost jaderné energie na jaře 2018. Tento projekt se neujal nikde v Evropě, dlouhodobé provozní zkušenosti nejsou.
- ATMEA 1 má jednoduchý kontejnment, není dosud nikde realizován a patří spíše do generace II.
- Petrohradský projekt jaderného ostrova VVER-1200 je evolučním pokračováním VVER-1000. Má čtyři aktivní bezpečnostní systémy (podobné jaké známe u VVER-1000, tam jsou tři), má lapač coria a originální systémy pasivního odvodu tepla (SPOT) z parogenerátorů i z dvojitého kontejnmentu. Jde o řešení, které neušlo konkurentům, a tak se v kopii dostalo do nových projektů korejských i čínských. Aktivní bezpečnostní systémy mají

na rozdíl od VVER-1000 čtyřnásobnou redundanci a jde o největší redundanci aktivních bezpečnostních systémů mezi projekty generace III+. Pro český průmysl, ale i českého provozovatele, má tento projekt velmi praktický rys – v první řadě jde o shodnou a osvědčenou ocel primárních komponent s VVER-1000 (materiál 08CH18N10T), o zvládnutou chemii vody primáru i sekundáru, která, jak ukazuje zkušenost, zajišťuje jedny z radiačně nejčistších okruhů a tím radiačně nízkou zátěž personálu, jde o dlouhodobou provozní zkušenost i zkušenost zvládnuté údržby. Máme vybudovanou silnou infrastrukturu podpůrných ústavů a organizací zajišťující prakticky nezávislost. Je toho mnoho, o čem by bylo možné napsat další článek. Bezpečnostní výhodou jsou horizontální parogenerátory s velkým objemem kotlové vody i chladiva ve smyčkách primárního okruhu. Tato výhoda má sice svou stinnou stránku v pomalejším ohřevu primáru po odstávce a pomalejším vychlazení při uvádění bloku do stavu pro výměnu paliva, ale při volbě 18měsíčních období mezi překládkami je tento negativní rys zanedbatelný.

Projekt	AP1000 Westinghouse	APR1000+, APR1400, resp. EU APR	ATMEA1 Framatome – Mitsubishi	HPR1000	VVER1200 / V491 petrohradský
Kritérium	USA	Jižní Korea	Japonsko	Čína	Ruská federace
Bezpečnost	3****	2?	3****	1*	1***
Zapojení č-s průmyslu	3	3	3	2	1
Dopravitelnost	3	3	3	2**	1
Předpoklad získání know-how	3	3	2	3	1
Zkušenost s provozem	3	2	3	2	1
Suma celkem	15	13	14	10	5

* HPR 1000 má SPOT okopírovaný z petrohradského projektu VVER 1200, dosud ale neozkoušený, v detailech neznámý

** velké vertikální parogenerátory – tři na blok, každopádně snazší dopravitelnost než u bloků s pouhými dvěma parogenerátory.

*** SPOTy petrohradského projektu jsou provozně vyzkoušeny

**** jednoduchý kontejnment

? APR 1000+ by měla být modifikací EU-APR. Projekt zatím neexistuje a nebyl nikde realizován. Poslední realizované bloky APR 1400 ve Spojených arabských emirátech mají jednoduchý kontejnment, malou redundanci aktivních bezpečnostních systémů, patří spíše do generace II.



V atmosféře protiruských politických vášní nebude mít výše uvedené hodnocení na různých ustláno. Jde-li o prospěch republiky, měly by jít ale vášně stranou. Koneckonců existuje legitimní otázka, proč američtí astronauti využívají dlouhodobě k cestám do kosmu a zpět ruské rakety. Jsou prostě spolehlivější a dávají větší šanci cestu přežít.

JAKÉ POŽADAVKY BY PROJEKT MĚL TAKÉ SPLŇOVAT? CESTA PRO ČESKÝ PRŮMYSL

V každém případě bude nutné vzít v úvahu důvody, které vedly jiné evropské státy k určitým požadavkům, které mohou být vylučující, jako například

- nutnost plnohodnotného dvojitého kontejnmentu = vyjádřeno v UK GDA pro GIII
- lapač taveniny aktivní zóny, tam kde nebylo dostatečně prokázáno, že udržení taveniny aktivní zóny v tlakové nádobě reaktoru není založeno pouze na výpočtech

- systémy pasivního odvodu tepla z aktivní zóny a kontejnmentu

Dopravní náklady na velké komponenty budou zatěžovat náklady na celkové dílo. Je třeba uvážit i trvalé udržování dopravních cest pro případ potřeby výměny některých velkých komponent. Na úpravu transportních tras je nesmyslné uplatňovat „obálkovou metodu“ (tj. aby trasa vyhověla největším a nejtěžším komponentám libovolného z výrobců, které nakonec nebudou transportovány. Tyto náklady jdou samozřejmě k tíži investora.

Důležité je mít zajištěnu podporu po celou dobu provozování nových bloků. K tomu vede cesta, kterou máme vyzkoušenu ze stavby všech našich jaderných bloků:

- Vyjednat možnost koupě nejlepšího projektu „jaderného ostrova“, který je dnes na trhu, a který nejlépe vyhovuje naší energetice a našemu průmyslu. Je to projekt VVER-1200 petrohradského AEP,

realizovaný v Evropě ve Finsku, Maďarsku, Rusku a Bělorusku. Obvyklá cena projektu celého jaderného bloku (NI, TI, BOP) a projektového inženýrství je ~ 7 % z ceny bloku. Bez turbínového ostrova jde o cca 4 % z ceny bloku. Při opakovaném užití projektu lze vyjednat slevu.

- Vypracovat vlastní projekt konvenčního ostrova a integrovat jej s projektem jaderného ostrova Energoprojektem Praha. Důležitý je kvalitní všeprofesní projekt – bez kolizí a potřeby dopracovávání během výstavby. Proto je role EGP klíčová.
- Použít architekturu projektu systému kontroly a řízení jaderného ostrova a realizovat jej českou technikou ZAT. Algoritmy řízení pro jaderný ostrov neměnit, pouze je kvalifikovaně navázat na algoritmy zařízení strojovny.
- Podobným způsobem postupovat i u elektrozařízení.
- Strojní zařízení strojovny (Doosan Škoda Power spolu s BRUSH SEM – bývalá Škoda ETD).
- Zařízení vnějších objektů i zařízení jaderného ostrova dodat dalšími českými a slovenskými firmami u nichž bude jednak záruka kvality, ale i dlouhodobého servisu.
- Samozřejmostí je celková stavební dodávka českými firmami – včetně dvojitého kontejnmentu.

Že to nejde? Zkuste předstoupit před Francouze a sdělit jim, že základní zařízení do jejich elektráren nebudou dodávat francouzské firmy.

ORGANIZACE VÝSTAVBY

Organizace výstavby by měla být v rukou českého subjektu. Škoda Praha není nyní v dobré kondici, to však neznamená, že k době zahájení výstavby nemůže být.

Co pro to udělat? Minimálně lze

- vytvořit jasnou funkční organizační strukturu a kompetentně ji obsadit,
- personálně posílit,
- vychovat specialisty pro roli GDT.

Role generálního dodavatele technologie (GDT) se může ujmout i jiná firma – např. Škoda JS, mající ambice uplatnit se na mezinárodním trhu jako exportér investičních celků, nikoliv jako pouhý kusovkář.

Poznámka: Jako majetek ČEZu má Škoda Praha spíše zápornou hodnotu. Bylo by dobré ji odkoupit státem a vybudovat silnou investičně inženýrskou firmu, která by obnovila schopnosti řídit velké investiční celky pro domácí i zahraniční akce. To velmi záleží na přístupu MPO a snaze pomoci českému průmyslu k návratu mezi vývozce investičních celků.

ENERGETICKÁ BEZPEČNOST REPUBLIKY

Energetická bezpečnost je jistota, že kdykoliv v budoucnosti bude mít český průmysl a domácnosti dostatek elektrické energie. Nejbezpečnější pro republiku je nezávislost na zahraničních subjektech, ani na těch nejlepších – spoléhat na sebe.

Mít veškerou dokumentaci, schopnost výroby náhradních dílů, údržby domácími firmami, zavedené inženýrské podpory, ... po dobu celé životnosti zařízení. Tomu odpovídají výše uvedené požadavky na projekt a způsob realizace.

SCHOPNOST ČESKÉHO A SLOVENSKÉHO PRŮMYSLU

Existují hlasy, že výstavbu bloků už neumíme. Bohužel je jim bezmyšlenkovitě nasloucháno. Uvádí se příklady Ledvice, Prunéřov, Mochovce. Tyto příklady jsou ale jsou spíše ukázkou selhání celého investorsko-dodavatelského řetězce, v němž hlavní podíl nese investor (majitel – ČEZ, resp. u MO 3, 4 SE – ENEL). Specialisté na výstavbu věděli již na začátku realizace staveb, že nastavená organizace výstavby i výběru řídicího personálu nepovede žádoucím směrem.

Český i slovenský průmysl je na tom dnes tisíckrát lépe, než když jsme začínali, i když některé znalosti a dovednosti bude nutné obnovit. Stále však máme schopnosti podílet se na dodávkách:

- EGP Praha dokáže vytvořit projekt stavební, strojní, elektro i řídicí techniky
- ZAT – veškerá řídicí technika celého bloku, včetně řídicích systémů, bezpečnostních systémů (výroba, dodávka, zprovoznění, údržba, obnovování)
- SIGMA – veškerá čerpací technika (kromě HCČ)

- Doosan Škoda Power – veškeré zařízení turbínového ostrova, včetně subdodávky generátoru 1200 MW od firmy BRUSH SEM (dříve Škoda ETD)
- elektrotechnická zařízení, rozvaděče, včetně jejich výzbroje (EZ, BEZ, PPA Bratislava...)
- veškeré stavební objekty (reaktorovna, kontejnmenty, strojovna, vedlejší objekty, chladicí věže...)
- veškerá (oheň nešířící i nehořlavá) kabeláž
- výměníky tepla (MICO Třebíč, SES Tlmače, KSB...)
- většina armatur pro jadernou i nejadernou část elektrárny
- vysokotlaké nádoby jako kompenzátor objemu atd. (Vítkovice)
- zařízení pro úpravu vody
- vzduchotechnika (ZVVZ Milevsko a Vzduchotechnika Trenčín)
- většina pomocných systémů jaderného ostrova (Královopolská Brno)
- vnitřní části jaderných reaktorů (ŠKODA JS). ŠKODA JS si opět troufá i na tlakové nádoby reaktorů.
- výcvikové trenažéry (simulátory) – pro každou lokalitu (OSC Brno)
- vědecké vedení spouštění (VÚJE Trnava)
- ...

CO JE NUTNÉ OBNOVIT? NEJEN PRO VÝSTAVBU JADERNÝCH BLOKŮ

- investorskou dovednost (ČEZ)
- schopnost řídit velké stavby formou generálního dodavatele

Při takové práci vzniká vysoká přidaná hodnota – pokud se to umí. Vysoká přidaná hodnota vzniká tam, kde je v práci obsažen vysoký podíl duševního umu.

Je těžké si představit, že skladníci pracující ve skladech Amazon či velkoskladech náhradních dílů Mercedes Benz budou nositeli rozvoje národního hospodářství.

CO PŘINESE STAVBA NOVÝCH JADERNÝCH BLOKŮ DOMÁCÍMI SILAMI?

- kvalifikovanou práci pro český průmysl
- dlouhodobou kvalifikovanou práci pro in-

ženýrsko-technickou podporu

- dlouhodobou kvalifikovanou práci pro odborná pracoviště
- servis a výrobu náhradních dílů po celou dobu provozování bloků
- pokračování práce v klubu těch, kteří to umějí – prestiž českého průmyslu

Že už to neumíme? Uměli jsme to nejlíp na světě! V Dukovanech byly uvedeny do provozu čtyři bloky během 28 měsíců. Bez práce, bez nového politického zadání to ale umět nebudeme. MPO by mělo zavelet!

ŘEŠENÍ JE TEDY NASNADĚ

Je potřebné nehledat důvody proč to nejde a pustit se do práce:

- vytvořit kvalifikovaný plán dalšího postupu (módně road map) těmi, kdo to umí,
- začít s projektovou a investiční přípravou,
- rozhodující je najít na vedoucí pozice správné odborníky, ne přátele přátel!

doc. Ing. František Hezoucký, Ph.D.



Absolvent ČVUT, Fakulta strojní, Katedra tepelně energetických zařízení (1965). Profesionální kariéru začal v JE A1 na Slovensku jako operátor, vedoucí bloku a nakonec směnový inženýr. Posléze přešel jako vedoucí energetického spouštění na V1 EBO. V roce 1979 přešel do EDU, kde byl Hlavním inženýrem pro techniku a technologii a posléze Hlavním inženýrem spouštění všech čtyř bloků EDU. Z Dukovan přešel koncem 1987 do ETE na přípravu provozu a spouštění. Od roku 1993 působil ve Westinghouse a Colenco. V roce 1999 se vrátil do ETE a ČEZ. Jako místopředseda představenstva a ředitel divize výstavby ETE spustil oba bloky JE Temelín. Po pětiletém působení na MAAE přešel v roce 2008 k firmě WorleyParsons. Od roku 2010 působí jako nezávislý expert a vysokoškolský učitel na ZČU v Plzni a ČVUT v Praze. Habilitoval v roce 2005 a doktorát obhájil v roce 2019.

Normalizace odchylky

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

(2. část) – Ztroskotání výletní lodi Costa Concordia

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 nejúčinněji 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.

Píše se pátek 13. ledna 2012. Teploty u toskánského ostrova Giglio dosahují přes den příjemných 13 °C, večer teplota padá pod 10 °C. V té době proplouvá kolem ostrova luxusní výletní loď Costa Concordia, aby světly a sirénou pozdravila jeho obyvatele a turisty.

V 20:45 dochází při „blízké plavbě“ k srážce s útesem, dvě hodiny nato se Costa Concordia potápí. Má jediné štěstí – je v blízkosti pobřeží, a tak hloubka, do které usedá, není velká. Na palubě je více než 4 200 lidí, z toho přes tisíc členů personálu. Při havárii umírá 32 osob a 157 jich je zraněných. V průběhu následujících 30 měsíců byl vrak napřímen, vyzvednut a otažen do Janova k sešrotování.

Z hlediska počtu obětí nejde zdaleka o velkou námořní havárii, pohybuje se někde mezi 500.-600. místem smutného žebříčku, finanční škoda je však o mnoho významnější. Jde totiž o největší osobní loď, která se kdy potopila, a zároveň přichází šok – jak může moderní plavidlo, patřící ekonomicky vyspělé organizaci působící v ekonomicky vyspělém státě, ztroskotat během pár hodin, ačkoli mělo splňovat všechna bezpečnostní kritéria?



V tomto díle si přiblížíme událost v lodní dopravě, při níž byly porušeny prakticky všechny předpisy kvůli normalizovaným odchylkám a došlo tak k jedné z největších havárií (z hlediska finančních ztrát) výletní lodě v novodobých dějinách. Soustředit se však budeme jen na několik vybraných aspektů.

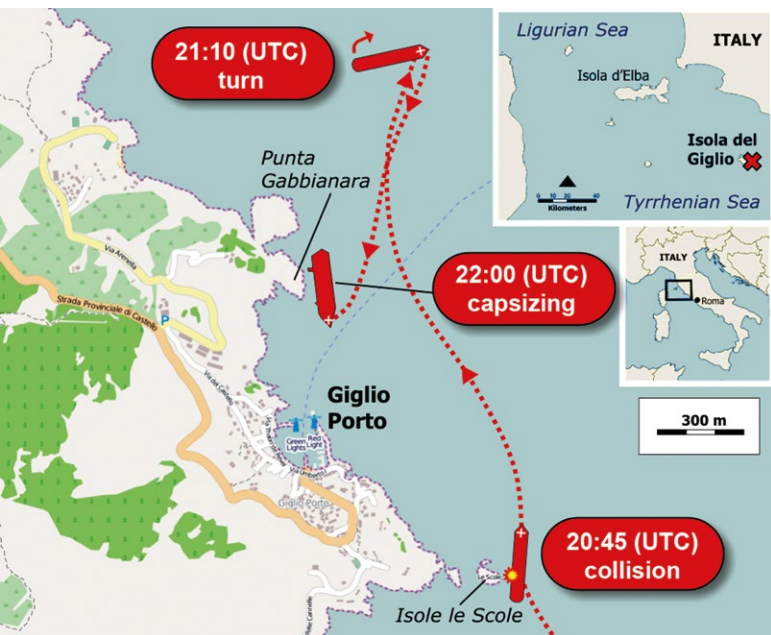
Costa Concordia byla luxusní výletní lodí provozovatele Costa Cruises, spadající pod firmu Costa Crociere vlastněnou mateřskou společností Carnival Corporation. V době svého dokončení v roce 2005 byla s celkovou délkou 290,2 m a výtlačkem 114,147 GT (dvakrát vyšší než Titanic) největší italskou lodí svého druhu.

Kapitánem lodi byl Francesco Schettino (*1960), který vystudoval námořní institut Nino Bixio v Piano di Sorrento a následně pracoval pro trajektovou společnost Tirrenia. V roce 2002 byl najat společností Costa Cruises. Začínal jako důstojník bezpečnosti, poté jako 2. důstojník. V roce 2006 byl povýšen na kapitána nové lodi Costa Concordia. V roce 2008 narazil s Costou Concordií za větrného počasí přídí do přístavních doků v Palermu. V roce 2010 jako kapitán sesterské Costy Atlanticy vplul do přístavu Warnemünde v Německu příliš vysokou rychlostí a poškodil jinou výletní loď z flotily jejich mateřské společnosti Carnival Corporation, AIDAblu. V lednu 2012 ztroskotal s Costou Concordií u ostrova Giglio, následně v roce 2014 přednášel o řízení paniky na římské univerzitě La Sapienza a poté byl v únoru 2015 odsouzen k 16 letům vězení a pětiletému zákazu navigace. Šestnáctiletý trest se skládá z 10 let za zabití, pěti let za vlastní ztroskotání lodi a jednoho roku za její předčasné opuštění. O tom, jak se kapitán dostal do záchranného člunu, se před soudem v Grossetu vedly spory (on sám se měl bránit tvrzením, že do něj „spadl“, když „zakopl“).

Na počátku roku 2012 byl kapitán se svou lodí na pravidelné plavbě po Středozemním moři mezi Palermem, Civitavecchiou, Savonou, Marseille, Barcelonou, Palma de Mallorcou a Cagliari. Osudného 13. ledna nabrala loď proviant a turisty (přičemž některé vysadila) v italském přístavu Civitavecchia. V podvečer vyplouvá do Savony s plánem míjet ostrov Giglio asi ve vzdálenosti 10 km. Jednalo se o jednu z jejích kratších etap v rámci průplavu Středozemním mořem. Byl tedy čas, z marketingových a možná i řady jiných důvodů, které se dnes již obtížně dozvíme, proplout v těsné blízkosti ostrova Giglio. A tak F. Schettino přistoupil k manévru zvanému „inchino“, kterým někdy velké výletní lodě „zdraví“ pevninu – rozhodl, že dojde k odchýlení z kurzu a blízkému proplutí kolem ostrova a jeho přístavu. O pár minut později dochází k tragické události, která způsobila smrt 32 lidí a zničení luxusní výletní lodi s cenou cca 1 miliardy Euro. Náklady na vyzvednutí vraku a jeho následné sešrotování dosáhly nákladů ve výši dalších cca 2 miliard Euro.



Obr. 2: Loď pokřtila v létě 2006 česká modelka Eva Herzigová: Již v tomto okamžiku dochází k první nežádoucí odchylce – láhev šampaňského se o trup lodi nerozbila, což je všeobecně považováno za špatné znamení (foto: informativos.net)



CHRONOLOGIE UDÁLOSTI JE NÁSLEDUJÍCÍ

13. LEDNA 2012

20:45:07 (UTC) dochází k srážce s útesem, při níž téměř okamžitě vypadáva pravé chladicí čerpadlo hlavních motorů, loď zároveň přechází na nouzové napájení z baterií (UPS). **20:46:05** je vyhodnocen lodní black-out, startuje nouzový dieselgenerátor (EDG) a s ním havarijní čerpadla. Vše však po 41 sekundách vypadáva, protože nelze ovládat kormidlo ani znovu najet havarijní čerpadla. Těsně před tím vydává kapitán povel „kormidlo plně na pravobok“, což se stane, ovšem následně je kormidlo plně na pravoboku a nelze s ním manévrovat; pod proudem zůstává jen nouzové osvětlení a systémy mezinárodní komunikace.

20:52:32 hlavní inženýr nařizuje elektrikáři zprovoznit EDG, avšak na něm jsou problémy, systémy nepracují dle projektu, a tak posádka činí několik pokusů, i s použitím šroubováku, jak obnovit nouzové napájení.

20:54:47 je vyhlášen výpadek zásobování elektrické energie na palubě, avšak cestující jsou ujištěni, že je situace pod kontrolou a technici pracují na obnovení provozu lodi.

20:56:00 se zastavuje chladicí ventilátor EDG, EDG je však nadále v činnosti jako jediný zdroj elektrického napájení na lodi.

21:15 je ručně odstaven EDG z důvodu vysoké teploty, hrozí nebezpečí zadření motoru či jeho požáru.

21:20-21:42 posádka se intenzivně snaží

Obr. 3: Ukazuje trasu Costy Concordie během posledních hodin plavby; zdroj: Zpráva Vyšetřovací komise pro námořní oběti Ministerstva infrastruktury a dopravy (MIT)

zprovoznit EDG, je však neúspěšná, zvyšuje se nebezpečí požáru na lodi.

21:33 je kapitánem vyhlášena „všeobecná nouzová situace“, o dvě minuty později následuje povel k opuštění lodi.

21:46 loď se začíná naklánět o 15 stupňů.

21:47 probíhají neúspěšné pokusy o zakotvení.

21:55 náklon lodi je 20 stupňů.

22:11 náklon lodi se zvyšuje na 30 stupňů.

22:18 daří se zprovoznit jeden EDG.

23:00 náklon lodi je již 40 stupňů.

23:36 náklon dosahuje 70 stupňů, na lodi je ještě cca 100 lidí k evakuaci, kapitán je již na břehu.

23:36-01:50 kapitán je pobřežní stráží opětovně vyzván, aby se vrátil na loď.

14. ledna 2012

05:17 na palubě je ještě 30 zraněných. Jejich evakuace byla dokončena v 05:46.

Pátrání po přeživších bylo ukončeno 25. ledna. Dále už pokračovalo pouze hledání obětí.

Po ztroskotání došlo k vyšetřování události v několika nezávislých liniích:

- šetření policie pro účely trestního řízení;
- šetření ministerstva infrastruktury a dopravy;
- mezinárodní šetření European Maritime Safety Agency (EMSA);
- další dílčí šetření pro specifické účely.

Vyšetřovány byly oblasti:

- příčina vlastního ztroskotání;
- činnost posádky;
- stav lodi, dodržování předpisů;
- praktiky v Costa Crociere.



Obr. 4: Probíhající záchrana; foto: Agentura AP

Za přímou příčinu ztroskotání byl jednoznačně označen riskantní rychlý průjezd mělkými vodami v těsné blízkosti ostrova Giglio, nezvládnutá navigace a chyby na straně kapitána a kormidelníka.

Při vyšetřování se zjistilo, že těsné průplavy lodí Costa kolem přístavů byly podporovány managementem společnosti z marketingových důvodů. Odchylování od předepsané či naplánované trasy se dělo ve společnosti Costa Cruises ve velkém měřítku, a co je obzvláště alarmující, nebyla plněna bezpečnostní doporučení pro „blízké“ proplutí. Tato odchylka znormalizovala do té míry, že si asi nikdo z vedení lodi ani společnosti riziko neuvědomoval nebo nepřipouštěl.

Již v minulosti byla Costa Concordia blízko incidentu. 14. srpna 2011 prováděla rovněž těsný průjezd kolem ostrova Giglio. Jednalo se však o pomalý průjezd (6 uzlů) a za ideální viditelnosti přes den, zatímco průjezd 13. ledna 2012 probíhal rychlostí 16 uzlů a navíc v noci.

Citát z vyšetřování: „Z rekonstrukce provedené prostřednictvím záznamů se jasně ukázalo, že navigace poblíž pobřeží probíhala povrchně, s mapou s nedostatečným rozlišením, nevhodnou pro potřeby správného a jednoznač-

ného zhodnocení vzdálenosti od pobřeží, profilu mělčiny a bez znalosti skalních mas; nadto byla navigace prováděna v noci. Navzdory posílené službě na můstku (tři důstojníci ve službě, kadet a kormidelník, poté přišel kapitán) nevyplývá ze záznamů nic o tom, že se jednalo o organizovaný tým, který měl řídit tuto nebezpečnou plavbu se zvláštní péčí, bez ohledu na to, kdo byl v té době velitelem. Neexistují důkazy o varování strojníka, který sloužil ve velínu strojovny. Toto varování má strojník obdržet při plavbě v mělkých vodách či v případě „blízkého proplutí“. Po příchodu kapitána na můstek (T-11 min) se 2. a 3. důstojník přestali zapojovat do navigace – v podstatě pak na můstku nebyli přítomni. Nikdo nesledoval radionavigační systémy (ECDIS, radar), hloubkoměr byl vypnut...“

Tento popis naznačuje, že působil syndrom skupinového myšlení (groupthink; jak je rozebrán v 1. dílu článku) – kapitán byl vnímán posádkou jako lídr, který byl na můstku dominantní. To je samozřejmě přirozené. Nicméně pokud se po příchodu kapitána přestali důstojníci věnovat svým povinnostem a nevyhodnocovali možná rizika, ani o nich neinformovali kapitána – velmi pravděpodobně byl naplněn syndrom v komunikaci „lidé se bojí mluvit/zeptat“ (rovněž bylo rozvedeno v 1. dílu).

Dalším závažným zjištěním v rámci vyšetřování byla jazyková bariéra, jak dokazuje i záznam z řídicího můstku těsně před událostí (začíná okamžikem 5 minut před nárazem do útesu):

20:40:48 Kapitán (v angličtině): Kurs 325; kormidelník potvrzuje: „315“; první důstojník ho opravuje: „325“; kormidelník následně: „335“; kapitán opětovně: „325“; kormidelník potvrzuje: „325“.

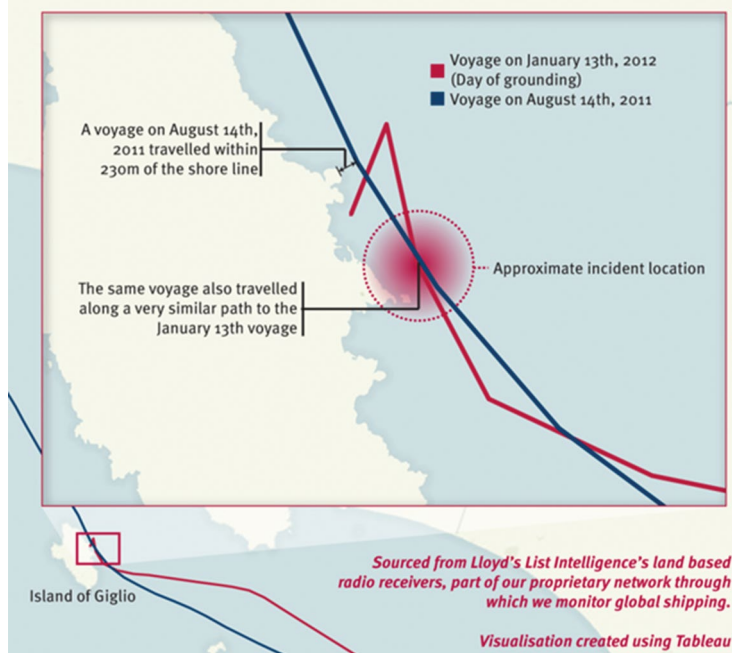
20:42:08 Kapitán „330“; kormidelník odpovídá „330“.

20:43:10 Kapitán „335“ (bez odpovědi); 21:43:33 kapitán „340“ (bez odpovědi).

20:43:44 Rychlost 15,9 uzlů, kapitán zadává anglicky: „350“; Kormidelník potvrzuje „340“, kapitán znovu opakuje „350“ a přidává varování, že jinak skončí na skále. Poté přestává kapitán vydávat rozkazy v kurzu, ale přechází na úhly naklonění kormidla (Starboard – kormidlo na pravobok/Port-kormidlo na levobok).

COSTA CONCORDIA'S PREVIOUS NEAR MISS

Lloyd's List Intelligence data calls into question Costa Crociere's account of previous routes near Island of Giglio



Obr. 5: znázorňuje trasu předchozí „skoroudálosti“ z 14. 8. 2011 (modře) a poslední plavby Costy Concordie 13. 1. 2012 (červeně); zdroj: Lloyd's List Intelligence

20:44:11 Starboard 10 (kormidlo deset stupňů na pravobok).

20:44:15 Starboard 20.

20:44:20 Hard to Starboard (kormidlo plně doprava).

20:44:36 Mid ship (kormidlo do středu).

20:44:43 Port 10 (deset stupňů vlevo), ale kormidelník dosahuje pouze 5 stupňů vlevo.

20:44:45 Port 20, kormidelník však dělá chybný manévr a nastavuje kormidlo doprava, následně se opravuje, to však trvá celých 8 sekund.

20:45:05 Hard to Port (kormidlo plně doleva), kormidelník reaguje správně, ale už je příliš pozdě. O dvě vteřiny později následuje náraz v rychlosti 16 uzlů.

NORMALIZACE ODCHYLKY V JAZYKOVÉ BARIÉŘE

Podle předpisů společnosti Costa je jediným dorozumívacím jazykem mezi posádkou italština. V italštině jsou také veškeré předpisy a metodiky určené pro personál, ten se s nimi musí seznamovat.

- Vzhledem k tomu, že posádka je tvořena lidmi 38 národností a navíc se velmi často obměňuje, zavedlo se nepsané pravidlo dávat pokyny v italštině a angličtině, někdy jen v angličtině. Předpisy však nadále existují pouze v italštině.
- Kormidelník (Indonésan) ve své výpovědi u soudu za pomoci tlumočnicka přiznal, že nerozuměl kapitánovým pokynům vydaným v angličtině.
- 1. inženýr, zodpovědný za veškerou strojní část lodi (Bulhar), uvedl, že během nehody nerozuměl řadě příkazů vydaných v italštině.
- Radiový důstojník (Botsvaňan) prohlásil, že ne vždy rozuměl pokynům vydávaným v italštině a angličtině.
- Bezpečnostní důstojník se cítil být zmatený z postupů při nehodě a pokynů vydávaných v různých jazycích.
- Výcvikový důstojník/trenér uvedl, že při výcviku byla používána v zásadě jen angličtina.
- Mnoho pasažérů potvrdilo, že velká část posádky neovládala angličtinu.

Šetřením bylo zjištěno, že odchylka (najímání personálu neovládajícího italštinu a někdy ani

angličtinu) vznikla v daleké minulosti z důvodu nedostatku personálu a snahou společnosti Costa Crociere „optimalizovat“ náklady. Postupně se jen prohloubila a znormalizovala. Téměř nikomu nepřišlo divné, že existuje neřešená jazyková bariéra. Jde o názorný příklad toho, jak byly vnímány předpisy. Pravidla byla považována za „hloupá a neúčinná“ (viz 1. díl) a nevztahovala se na všechny členy posádky, byť se jednalo o výkonné pracovníky. Management (kapitán i vedení společnosti) o tom věděl, ale v zájmu optimalizace zisků a možná i „ředění problémů“ (viz 1. díl) s tímto stavem prakticky nic nedělal.

HLÁŠENÍ PROBLÉMŮ

Kapitánova hlášení úřadům a záchranným složkám nepopisovala reálnou situaci, ale opakovaně ujišťovala, že je situace „pod kontrolou“ – docházelo k „ředění problémů“ (viz 1. díl). Regulátor ani záchranáři tak neměli reálný přehled o situaci a poté, co F. Schettino opustil můstek a následně loď, měli informace vůbec minimální.

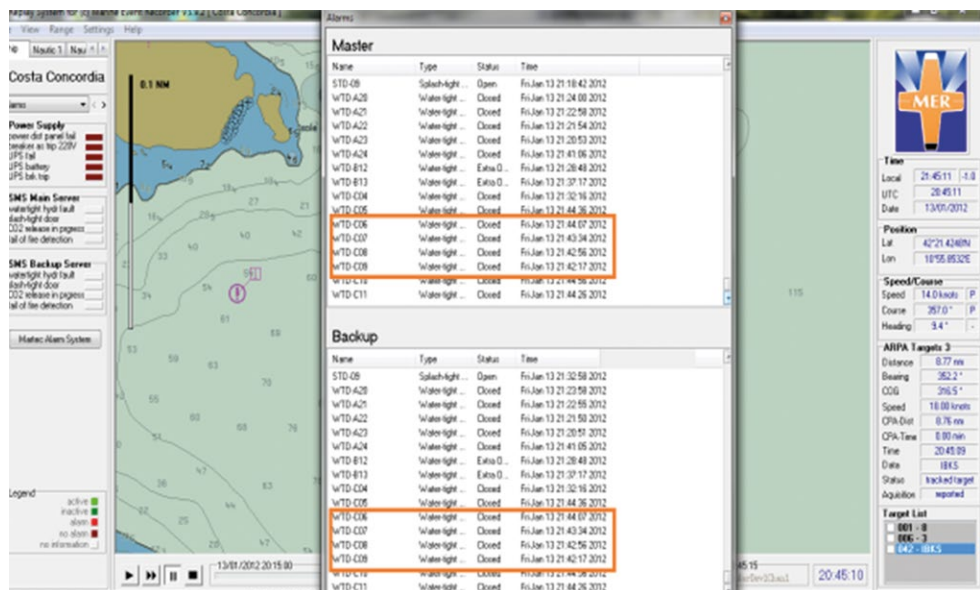
TECHNICKÝ STAV LODI A BEZPEČNOST

Požadavek na projekt lodi stanovuje, že se plavidlo nesmí potopit (musí být stabilní) a musí být ovladatelné i po zaplavení dvou oddílů. (Oddíly jsou části lodi v podpalubí, které jsou mezi sebou odděleny voděodolným/hermetickým uzávěrem.) Z tohoto požadavku vychází i umístění bezpečnostních systémů a dalších komponent lodi. Kapitán příliš důvěřoval konstrukci lodi a spoléhal na dodržení projektových podmínek – předpokládal tedy, že plavidlo neztroskotá, pokud bude mít zaplaveny dva oddíly. Netušil však, že existují další odchylky, např. že se voděodolné dveře nezavírají a jsou chybně signalizovány na můstek. Ve výsledku tak perforace trupu lodi po nárazu vedla k zaplavení dvou oddílů 06 a 07 a netěsné či nezavřené voděodolné dveře způsobily zaplavení dalších dvou sousedících oddílů 05 a 08. Kapitánovo nevědomí o stavu dveří může být svým způsobem považováno za polehčující okolnost, avšak, jak jsem volně uvedl v 1. dílu: „pokud management nedodržuje pravidla, nelze očekávat, že všichni ostatní tato pravidla dodržovat budou“.

Splashtight Door Status

Door Number	Location (Frame #)	Deck	Status
1	252	0	OPEN
2	236	0	CLOSED
3	232	0	CLOSED
4	220	0	CLOSED
5	116	0	CLOSED
6	115	0	OPEN
7	100	0	OPEN
8	28	0	OPEN
9	12	0	OPEN

Obr. 6
Obr. 7



Z následujících obrázků je patrné, že podle ukazatelů na kapitánském můstku byly voděodolné dveře zavřeny (obr. 6), nicméně realita byla jiná (obr. 7). Situace v podpalubí je pak znázorněna na obr. 8 (červené kroužky ukazují neuzavřené vodotěsné dveře); zdroj: Zpráva Vyšetřovací komise pro námořní oběti Ministerstva infrastruktury a dopravy (MIT)

Šetření odhalilo, že v původních předpisech z roku 2006 byl striktní požadavek na uzavírání voděodolných dveří a zkoušku jejich těsnosti po každém otevření/uzavření. Pro obsluhující strojníky to znamenalo přecházet během plavby mezi oddíly „vrchem“, což postupně začali považovat za hloupé/nesmýslné. Zkouška těsnosti dveří tak byla z předpisů odstraněna. Vzhledem k tomu, že každé otevření dveří bylo signalizováno můstkem s alarmem, někdo vymyslel, že bude vhodnější propojit kontakty dveří a ty budou signalizovat trvalé uzavření. Odchylna znormalizovala do té míry, že uzavírání dveří nikdo neřešil a stav jejich těsnosti také ne.

VÝCVIK PERSONÁLU

Po cvičení evakuace lodi, které se konalo 15. října 2011 (jen pár měsíců před ztroskotáním), kapitán Schettino písemně varoval management společnosti Costa Crociere, že výkon jeho posádky klesá a vykazuje kritické nedostatky. Tento stav potvrdil i bezpečnostní důstojník/trenér – „mnohdy se naloduje zcela

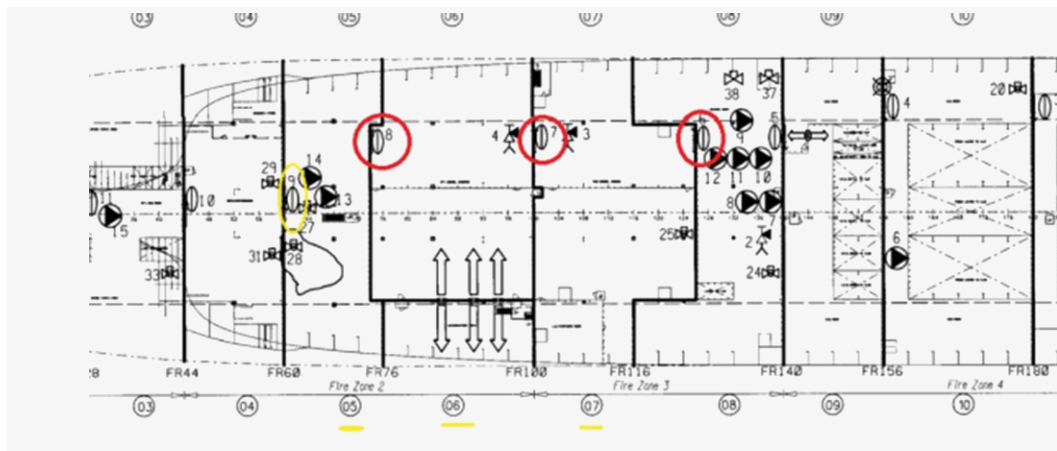
neškolený personál, výcvik tak má probíhat až při jeho službě na lodi“ – přičemž o něm prokazatelně informoval kapitána. Ten mu oznámil, že management společnosti Costa Crociere přenesl odpovědnost za výcvik na velení jednotlivých lodí, které má za úkol zlepšit školicí program na palubě.

Jde o klasické předávání odpovědnosti na nižší úroveň, navíc ve chvíli, kdy tato nižší úroveň vedení poukazuje na zcela zásadní problémy v systému řízení společnosti. Z hlediska kultury bezpečnosti jde o fatální selhání managementu společnosti, která si je vědoma nedodržování pravidel a systémových chyb, avšak nápravu požaduje po svých podřízených, kteří nedokáží zamezit nedodržování daných pravidel. V tomto případě pravděpodobně zapůsobil i syndrom „lidé se bojí mluvit/zeptat“. Tento závěr lze učinit, neboť obdobná situace panovala na všech lodích z flotily Costa.

DALŠÍ ZJIŠTĚNÉ SKUTEČNOSTI

Na kapitánský můstek byly běžně zvány návštěvy, i když to předpisy nedovolují. Při osudném manévru u ostrova Giglio byly na můstku osoby, které mohly kapitána rozptylovat.

Dle výpovědi personálu užil kapitán při večeri minimálně půl karafy vína, ačkoli je požívání alkoholu ve službě zakázáno. Test na alkohol v krvi byl u kapitána negativní, byl však proveden až v ranních hodinách.



Na lodi se pohybovali lidé bez lodních lístků, kteří nebyli v evidenci cestujících, jednalo se často o známé posádky. Ukázalo se, že šlo o běžnou praxi. Ačkoli existuje striktní předpis, že počty osob na palubě mají být hlášeny příslušným orgánům, Costa Concordia skutečný stav nenahlašovala. Ani ve chvíli nehody nedokázala říci, kolik lidí je na palubě, resp. posílala různorodé informace.

V přístavu Civitavecchia bylo nahlášeno 4 246 osob na palubě, 50 minut po kolizi nahlašuje loď 4 231 osob. Ve 4:50 informuje o 4 754 osobách na palubě. Skutečných (legálních) pasažérů a posádky bylo dle oficiální zprávy z vyšetřování 4 229.

ZÁVĚREČNÉ ZHODNOCENÍ

Vyšetřování identifikovalo soustavné porušování desítek předpisů, zjednodušování postupů a pouhé formální dodržování bezpečnostních procedur.

Rovněž různá bezpečnostní cvičení probíhala pouze formálně. Nový personál nebyl zacvičený, takže nevěděl, co dělat. Tomu zkušenému přišla cvičení zbytečná.

Ačkoli je z hlediska práva a předpisů vina kapitána jednoznačná, pracoval ve společnosti s velmi nízkou úrovní kultury bezpečnosti. Na některé odchylky sám neúspěšně upozorňoval, o řadě jiných vůbec nevěděl, a tak na ně ani nemohl reagovat.

Bylo zajímavé sledovat i vývoj pozice společnosti Costa Crociere směrem k F. Schettino-vi. Ze začátku za ním plně stála a odhodlaně

prohlašovala, že za něj zaplatí veškeré soudní výdaje. S probíhajícím vyšetřováním, při němž byly odhalovány systémové nedostatky v celé firmě, nakonec „hodila kapitána přes palubu“ a raději „vykoupila“ svou vinu zaplacením pokuty 1 mil. Euro.

Následující díl přiblíží další dvě události spojené s „normalizací odchylky“ – půjde o vyloupení Muzea Isabelly Stewart Gardnerové v Bostonu a havárii raketoplánu Challenger. V posledním dílu pak bude rozebrána česká kauza „svary“ z pohledu normalizace odchylek a uvedeny další události, které mají velmi pravděpodobně stejnou kořenovou příčinu.

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.

Letní škola jaderného inženýrství

**doc. Ing. Václav Dostál, Sc.D.,
Mgr. Tomáš Martanovič, Ing. Pavel Zácha**

Letní škola jaderného inženýrství je již tradiční, každoroční týdenní akce, pořádaná na počátku září sdružením Czech Nuclear Education Network. Je určena studentům, zájemajícím se o problematiku budoucího vývoje jaderné energetiky. Týdenní program, odehrávající se zpravidla v jižních Čechách, sestává z tematicky zaměřených přednášek z praxe i teorie, netradičních jaderných témat nebo třeba exkurze na simulátor jaderné elektrárny Temelín. Jedním z hlavních cílů akce je představení a výměna paradigmat a perspektiv, z kterých je na problematiku mírového využití jaderné energie pohlíženo nejen v České republice, ale i ve světě. XIII. Letní škola jaderného inženýrství se bude konat na počátku září letošního roku, a těšíme se na všechny zájemce, ať už v pozici účastníků nebo přednášejících. Informace k Letní škole jaderného inženýrství lze najít na webu lsji.cz.

The Summer School of Nuclear Engineering is a traditional one-week event organized at the beginning of September by the Czech Nuclear Education Network. It is organized for students interested in the future development of nuclear energy. Weekly programme, usually taking place in the south of the Czech Republic, consists from thematic lectures from practice and theory, non-traditional nuclear topics or excursions to the simulator of the nuclear power plant Temelín. One of the main goals of the event is to introduce and exchange paradigms and perspectives, from which the peaceful use of nuclear energy is viewed not only in the Czech Republic, but also in the world. XIII. Summer School of Nuclear Engineering will be held at the beginning of September this year and we are looking forward to all those interested, either as participants or as speakers. Information on Summer School of Nuclear Engineering can be found at the website lsji.cz.





■ | Jako každý rok před JE Temelín (2009). |



| Hádejte s námi „jaderná přísloví“...(2019) | ■

Letní škola jaderného inženýrství je již tradiční, každoroční týdenní akce, kterou pořádá na počátku září sdružení CENEN (Czech Nuclear Education Network).

CENEN je česká síť organizací aktivních v oblasti vzdělávání a odborné přípravy v jaderné energetice. Členy CENEN nejsou přímo univerzity, ale jednotlivé katedry, které nabízejí studentům předměty související s jadernou energetikou. Napomáhají tak přímému přístupu k tomuto vzdělávání v České republice. Neakademickými členy sdružení CENEN jsou Státní úřad pro jadernou bezpečnost (Letní školu tradičně zahajuje jeho předsedkyně paní Dana Drábová) a nejvýznamnější společnosti na poli jaderné energetiky, průmyslu a výzkumu.

| Společenská hra Temelíne dostav se, z doby, kdy jsme všichni doufali (2013). | ■

Letní škola je určena studentům, kteří se zajímají o problematiku budoucího vývoje jaderné energetiky, a není podmínkou, aby se jednalo pouze o studenty technických oborů. Letní školy se již několik ročníků pravidelně účastní i studenti společensko-vědních oborů a naplňují tak jeden z hlavních cílů akce, jímž je výměna paradigmat a perspektiv, ze kterých je na problematiku mírového využití jaderné energie pohlíženo nejen v České republice, ale i ve světě.

Týdenní program Letní školy probíhá zpravidla v jižních Čechách, je sestaven z tematicky zaměřených přednášek z teorie i praxe a zahrnuje i netradiční jaderná témata. Každý den je věnován určité oblasti důležité pro jadernou energetiku. První přednášky jsou zaměřené na vzdělávání – posluchači získají základní rozhled a upevní si znalosti z oblasti jaderné energetiky. Další blok přednášek je věnován výzkumu – v loňském ročníku školy například přinesli mladí výzkumníci z CVŘ studentům zajímavé informace o projektu SUSEN a jeho výsledcích. Přednášky byly zaměřeny na jaderné palivo a jeho inspekce, nedestruktivní metody testování, horké komory, jejichž unikátní design je prací odborníků z CVŘ, či možnosti využití vodíku (nejen) v dopravě. V programu nechybějí ani





Účastníci LSJI u hotelu Nežárka, aneb všechny dráty vedou do jaderek (v pozadí 400kV linka V433 Dasný – Slavětice).

kům sponzorů je možné studentům zajistit ubytování a stravování, studenti si hradí pouze náklady ve výši jednoho tisíce korun, protože všechno dobré by mělo mít svou cenu. Organizátoři a přednášející pracují z lásky k jádru – jsme jim za to velice vděční a rádi bychom jim znovu i touto cestou poděkovali za podporu.

Již nyní se těšíme na příští, v pořadí již třináctou Letní školu jaderného inženýrství, která se bude konat opět na počátku září letošního roku v jižních Čechách, a těšíme se na všechny zájemce, ať už v pozici účastníků nebo přednášejících. Informace najdete na webu lsji.cz.

informace českých státních orgánů například o naplňování Národního akčního plánu rozvoje jaderné energetiky v ČR či zajištění dodávek elektrické energie v budoucnosti, představují se i zástupci českého a zahraničního průmyslu a nechybí ani atraktivní přednášky na různá zajímavá témata – třeba kyberbezpečnost nebo termojaderná fúze. Unikátní částí programu je každoročně návštěva simulátoru JE Temelín, jejímž cílem je studentům ukázat vysoký standard profese našich operátorů a nechat je nahlédnout až do kuchyně provozu jaderného reaktoru. Letní škola jaderného inženýrství je jedinou v ČR, která tuto možnost nabízí a jsme na to náležitě pyšní. Každá přednáška je zakončena diskuzí na probírané téma. Studenti jsou velmi zvědaví a často přicházejí s neotřelými dotazy. Odborný program Letní školy je doplněn nejrůznějšími relaxačními aktivitami, jakými jsou třeba soutěže s jadernou tematikou, kinematografie věnující se tomuto tématu či další jaderné i nejaderné (nejen sportovní) činnosti.

Fungování Letní školy je možné díky sponzorům, mezi něž tradičně patří ČEZ, a. s., Škoda JS a. s., Česká nukleární společnost, Centrum výzkumu Řež s. r. o., TES s. r. o. nebo NUVIA a. s. a v posledních letech i jihokorejská KHNP (Korea Hydro & Nuclear Power). Díky příspěv-

doc. Ing. Václav Dostál, Sc.D.



V roce 2000 absolvoval studium oboru Tepelná a jaderná energetická zařízení na Fakultě strojní Českého vysokého učení technického v Praze. Doktorské studium v oboru Jaderné inženýrství na Massachusetts Institute of Technology ukončil v roce 2004 obhajobou práce zaměřené na tepelný oběh s nadkritickým oxidem uhličitým pro pokročilé jaderné reaktory. Od roku 2005 do roku 2007 pracoval jako postdok na Tokyo Institute of Technology v týmu, který se věnoval vývoji olovo-vizmutem chlazeného varného rychlého jaderného reaktoru. Po návratu nastoupil na Ústav energetiky Fakulty strojní Českého vysokého učení technického v Praze. Zde připravil k akreditaci studijní program Jaderná energetická zařízení, který připravuje odborníky pro jaderný průmysl. Studijní program navazuje a rozšiřuje jaderné vzdělávání nabízené na tomto pracovišti. Zastával pozici místopředsedy sdružení CENEN a nadále je jeho aktivním členem. Od roku 2019 je členem výboru ČNS. Na částečný úvazek pracoval v ÚJV Řež. V současnosti je částečně zaměstnán na ZČU a v CVŘ. Jeho hlavním vědeckým zaměřením je, kromě již zmiňovaného tepelného oběhu s nadkritickým oxidem uhličitým, termohydraulika jaderných reaktorů a návrh nových jaderných systémů.

Z knihy „Vznik a historie státního dozoru nad jadernou bezpečností“ 2. 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)“, kterou vydala v roce 2012 Česká nukleární společnost ve Vydavatelství a nakladatelství Zsolt Staník vám budeme přinášet některé vzpomínky na začátky tohoto mladého, ale dynamicky se rozvíjejícího odvětví.

RADA PRO JADERNOU BEZPEČNOST, JEJÍ VZNIK A HISTORIE

Pro zvýšení odborné podpory nového oddělení a s cílem zapojit do této nové činnosti další kvalifikované odborníky bylo navrženo vytvořit v rámci ČSKAE Radu pro jadernou bezpečnost. V návaznosti na usnesení pléna ČSKAE byla v září 1972 ustavena Rada pro jadernou bezpečnost (Rada) jako nezávislý poradní orgán ČSKAE pro odborné a objektivní posuzování bezpečnosti jaderných zařízení v ČSSR. Předsedou Rady byl jmenován světoznámý odborník v oblasti dozimetrie ionizujícího záření akademik František Běhounek, který byl zároveň členem pléna ČSKAE. Po jeho úmrtí v roce 1973 byl do čela Rady jmenován akademik Bohumil Kvasil, v té době rektor ČVUT.

Poradní orgán měl zpočátku asi deset členů: Igor Chochlovský (Chemoprojekt), Jiří Müller, Čestmír Raisigl (Energoprojekt), Josef Ševc (hygienická služba ČR), Jozef Trnovec (hygienická služba SR), Adolf Zbytovský (Škoda), Josef Velart (ČEZ), Pavel Kovanic (ÚJV), Au-

gustin Ševčík (FMPE), Jiří Beránek, Zdeněk Kříž a František Neuman (ČSKAE). V té době odborníci na jadernou bezpečnost u nás pochopitelně nebyli, protože to byla nová odborná disciplína.

Jednalo se převážně o zkušené pracovníky z oblastí, které s jadernou bezpečností souvisejí (projektanti, zástupci hygienických orgánů, zástupci výzkumu a ministerstva). Rada pro jadernou bezpečnost se snažila uplatňovat požadavky jaderné bezpečnosti a postupně zavést schvalovací proces pro jaderná zařízení. Kromě toho Rada sledovala všechny události a informace v oblasti jaderné bezpečnosti ve světě, neboť v té době jich bylo velmi málo a většinu bylo možno získat jen prostřednictvím MAAE.

V průběhu doby došlo k rozšíření počtu členů Rady a k řadě změn směřovaných ke zkvalitnění a rozšíření její činnosti. K první aktualizaci složení Rady došlo v červnu 1978. Za dobu své existence měla Rada celkem 15 řádných zasedání, na nichž se

zabývala posuzováním jaderné bezpečnosti výzkumných reaktorů VVR-S, TR-0 v Řeži, ŠR-0A a ŠR-0B ve Vochově a jaderných elektrárn V-1, V-2, A-1 v Jaslovských Bohunicích a v Dukovanech. Dále se zabývala připomínkováním bezpečnostních požadavků – kritérií pro umístování, projektování, zajištění jakosti a spouštění a provoz, která byla později vydána ČSKAE ve formě obecně závazných právních předpisů.

Důležitým zasedáním Rady bylo její 7. zasedání 22. 5. 1975 /6/. Jako mimořádný bod na toto jednání byl na žádost předsedy ČSKAE J. Neumanna zařazen návrh vládního zmocnění pro výstavbu JE V-1 a V-2 rozšířit JE V-1 v Jaslovských Bohunicích o další dva bloky ve stejném provedení (tj. opakování projektu V-230). Členům Rady byl teprve na jednání rozdán podklad k tomuto bodu. Hlavním argumentem návrhu bylo zpoždění mezi JE V-1 a V-2, které by mohlo vyvolat schodek v energetické bilanci.

Nutno připomenout, že nedlouho před tímto jednáním byl u nás posuzován technický projekt JE V-2 v provedení V-213, který byl již vybaven na standardní maximální projektovou havárii potřebnými bezpečnostními systémy (havarijní chlazení, vakuo-barbotážní systém). Předseda ČSKAE uvedl, že s návrhem na opakování byla seznámena Státní plánovací komise a Federální ministerstvo paliv a energetiky, které s ním vyslovily předběžný souhlas, a že ministři již vedou se sovětskou stranou jednání o jeho realizaci. Jako hlavní přednosti návrhu byly uvedeny využití zařízení staveniště, připravenost stavbařů, úspora projektových prací a opakovaná výroba zařízení. Do diskuse se aktivně zapojila převážná většina členů Rady, kteří připomínali, že čtyři podmínky přijaté předsednictvem vlády v roce 1970 pro výstavbu JE V-1 v ČSSR nejsou dostatečně plněny, zejména bod 1 – kontrola zařízení primárního a sekundárního okruhu. Návrh sliboval, že výrobci a provozovatel budou vybaveni zařízeními pro předprovozní a provozní kontroly nejvyšší úrovně, tak aby pravděpodobnost havárie s prasknutím potrubí byla snížena alespoň o řád. Návrh dále doporučoval, aby

kontrolními orgány dozoru byly Úřady bezpečnosti práce ČSR a SSR.

Členové Rady kriticky poukazovali na to, že řada připomínek při hodnocení Technického projektu V-1 nebyla dosud splněna. Dále členové Rady kritizovali i to, že Rada dostala tuto informaci těsně před jednáním a tím je na ni vytvářen nepřipustný časový tlak. Dále diskutující uváděli, že v SSSR již došlo ke změně na projekt V-2, že V-1 již je bezpečnostně zastaralá a že návrh znamená z hlediska jaderné bezpečnosti nezdůvodněný krok zpět. Mnozí vyslovili rovněž názor, že ani uváděné časové úspory nejsou prokazatelné a navíc, že návrh odporuje kritériím pro projektování JE, které plénum projednalo. Z podrobného záznamu z jednání vyplývá, že převážná většina členů nedoporučila plénu ČSKAE tento návrh přijmout. Je vhodné uvést ty členy Rady, kteří svůj negativní názor vyjádřili nejotevřeněji: I. Chochlovský – Chemoprojekt, J. Müller – Energoprojekt, J. Velart – ČEZ a E. Kunz – IHE.

Na následujícím jednání pléna ČSKAE dne 10. 6. 1975 předseda Rady akademik B. Kvasil přednesl stanovisko Rady, ale neuspěl, protože už bylo předem rozhodnuto. Výsledek jednání potvrdil, že kolektivní orgán – plénum ČSKAE – je již přežitkem a že význam jaderné bezpečnosti u nás ještě není pochoopen a nemá potřebnou podporu. S ohledem na složení lze říci, že plénum ČSKAE mělo politicko-ekonomický charakter, a proto bylo samozřejmě připraveno návrh na opakování zastaralých bloků u nás podpořit bez ohledu na to, že tyto bloky neodpovídají standardu bezpečnosti ve světě.

Ve snaze přesvědčit státní a politické orgány o tom, že rozhodnutí opakovat JE V-1 je nesprávné, byla v oddělení jaderné bezpečnosti a záruk ČSKAE vypracována zpráva s názvem Vliv technického řešení bezpečnosti jaderné elektrárny na následky pro její okolí v případě těžké havárie.

Zpráva srovnávala tři varianty: první varianta bylo řešení projektu V-1 (V-230), tj. bez havarijního chlazení pro velkou LOCA havárii

Vznik a historie státního dozoru nad jadernou bezpečností Československé komise pro atomovou energii (1970-1992)

Zdeněk Kříž



Zsolt Staník, Praha, 2012

s hermetickými boxy jako třetí bariérou. Druhá varianta byla podobná řešení 3. a 4. bloku JE Kozloduj s havarijním chlazením a třetí varianta odpovídala technickému řešení projektu V-213 tj. havarijní chlazení aktivní zóny a barbotážní systém jako třetí bariéra.

Pro porovnání byla zvolena lokalita Jaslovské Bohunice, avšak vliv lokality (rozdělení obyvatelstva v okolí, topografie terénu) je mnohem menší než rozdíly v technickém řešení z hlediska bezpečnosti. Ve zprávě byly stanoveny zdrojové členy aktivit, které mohou uniknout,

jejich šíření v okolí a proveden výpočet individuálních a kolektivních dávek. Hodnoty zdrojových členů byly stanoveny na základě zahraniční literatury, pro šíření aktivit byla využita konzervativní doporučení Hydrometeorologického ústavu pro výpočet dávek, doporučení čs. hygienických orgánů (IHE). Vliv opatření havarijních plánů (evakuace, ukrytí, jódová profylaxe) nebyl uvažován. Jednalo se pouze o orientační výpočet a srovnání s použitím konzervativních předpokladů.

Dá se říci, že byla provedena zjednodušená studie obdobná známé zprávě WASH-740 z USA z roku 1957. Přes všechny nepřesnosti a odhady byl výsledek více než průkazný. Hodnoty individuálních i kolektivních dávek se lišily u obou krajních případů (varianty 1 a 3) o několik řádů. To mělo přesvědčit naše orgány, že opakování JE V-1 je neodpovědné a přineslo by značné riziko.

Od roku 1980 nebyla Rada již svolávána, neboť požadavky na činnost poradního orgánu v otázkách jaderné bezpečnosti se s průmyslovým rozvojem jaderné energetiky podstatně změnily. Jak ukázalo období spouštění obou bloků JE V-1, činnost orgánů dozoru vyžaduje operativní řešení problémů souvisejících s vydáváním jednotlivých souhlasů a kontrolou plnění stanovených požadavků přímo na místě, což nemohla Rada v existujícím složení, s platným statutem a stylem práce plnit. Obdobně v oblasti přípravy požadavků jaderné bezpečnosti se situace změnila, neboť legislativní zajištění činnosti státního dozoru nad jadernou bezpečností se postupně řešilo mimo Radu: byl vydán stavební zákon č. 50/76 Sb., usnesení předsednictva vlády ČSSR č. 195/77 a č. 156/79 a budoucí zákon o státním dozoru nad jadernou bezpečností byl ve stadiu přípravy. Rada posoudila základní soubor požadavků jaderné bezpečnosti ve formě výnosů ČSKAE č. 2, 4, 5 a 6, který byl postupně legislativně vydáván v období 1978-80.

Proto se jevilo jako účelné vytvořit z Rady orgán plnící funkci koordinačního orgánu hlavních orgánů dozoru v oblasti jaderné energetiky (ČSKAE, hlavní hygienik ČSR a SSR, předsedové Českého a Slovenského úřadu

bezpečnosti práce – ČÚBP, SÚBP). Období spouštění obou bloků JE V-1 ukázalo, že vzájemná informovanost a koordinace činnosti orgánů dozoru je velmi naléhavá. Tento orgán měl rovněž plnit funkci koordinačního orgánu při spolupráci orgánů dozoru ČSSR a SSSR v jaderné energetice, která se připravovala. Kromě zástupců zmíněných orgánů dozoru se předpokládalo, že členy nového poradního orgánu budou i další nezávislí odborníci. Předsedou nově vzniklé poradní a koordinující skupiny orgánů dozoru by měl být zástupce státního dozoru nad jadernou bezpečností ČSKAE, který byl orgánem na federální úrovni a zajišťoval dozor nad bezpečností JE jako celku.

Z uvedených důvodů bylo doporučeno v roce 1981 ukončení činnosti RJB a zřízení nového orgánu včetně přípravy nového statutu a jmenování jeho členů. Po vydání zákona č. 28 v roce 1984 a posílení dozoru ČSKAE v letech 1988–1989 nebylo ustavení Rady prioritou, a proto k němu nedošlo.

V roce 1991 byl připravován návrh na ustavení Rady pro jadernou bezpečnost, která by úsek hlavního inspektora ČSKAE podporovala hlavně z hlediska technické expertizy. Tento návrh byl v souladu s dokumenty MAAE, které doporučovaly, aby orgán dozoru měl technickou podporu k dispozici, což by posílilo jeho nezávislost z hlediska odborné expertizy. Členy Rady měl jmenovat předseda ČSKAE na základě návrhu hlavního inspektora. S ohledem na připravované rozdělení federace a očekávaný zánik ČSKAE k tomuto ustavení opět nedošlo.

Konečně v roce 1999 byly ustaveny dva poradní orgány dozoru: Rada pro jadernou bezpečnost a Rada pro radiační ochranu, kterým předsedali prof. František Klik a prof. Vladimír Klener. Obě Rady byly ustaveny tehdejším předsedou SÚJB Jánem Štullerem a pokračovaly ve své činnosti za předsednictví Dany Drábové.

Ing. Zdeněk Kríž

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 dozorní 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.



Plovoucí jaderná elektrárna Akademik Lomonosov se dostává do provozu

Vladislav Větrovec

Flotila jaderných ledoborců primárně určená k udržování tzv. severní mořské cesty je ukázkou využití malých jaderných reaktorů pro civilní potřeby. Zejména v severních částech Ruska je mnoho míst, kde je vybudována autonomní elektrická síť. Jedním z takových oblastí je Čukotka, kde je v provozu autonomní Čaun-Bilibinská elektrická síť. Začátkem 21. století vznikl nápad na plovoucí elektrárnu, která by byla dotažena na místo určení, připojena k pobřežní infrastruktuře a dodávala do místní sítě teplo a elektrickou energii. Za základ projektu Plovoucí jaderné elektrárny byly využity zkušenosti s provozem jaderných ledoborců s osvědčenými reaktory KLT 40 M. V září letošního roku dorazila do přístavu města Pevek plovoucí jaderná elektrárna pojmenovaná Akademik Lomonosov. Znamená to, že se do své závěrečné fáze dostává jeden z dlouhých a unikátních projektů v oblasti jaderné energetiky.

The fleet of nuclear icebreakers primarily designed to maintain the so-called North Sea Road is an example of the use of small nuclear reactors for civilian needs. Especially in the northern parts of Russia there are many places where an autonomous electricity network is built. One such area is Chukotka, where the autonomous Chaun-Bilibin electricity network is in operation. At the beginning of the 21st century, the idea of a floating power plant, which would be pulled to its destination, connected to the offshore infrastructure, supplied heat and electricity to the local grid. The experience of the operation of nuclear icebreakers with proven KLT 40 M reactors was used as the basis of the Floating Nuclear Power Plant project. This means that one of the long and unique nuclear projects is coming to its final stage.

V září letošního roku dorazila do přístavu města Pevek plovoucí jaderná elektrárna (PAES) pojmenovaná Akademik Lomonosov, v Rosatomu familiárně nazývaná „Plavuška“. Znamená to, že se do své závěrečné fáze dostává jeden z dlouhých a unikátních projektů v oblasti jaderné energetiky.

V Česku i v dalších zemích je důležitým tématem náhrada stávajících jaderných zdrojů novými a příkladem podobné záměny je i plovoucí jaderná elektrárna Akademik Lomonosov. Jejím cílem je nahradit dosluhující jadernou elektrárnu a uhelnou teplárnu a snížit na Čukotce výrobu energie pomocí uhlí. K tomu bude sloužit dvojice tlakovodních reaktorů umístěných na plavidle bez vlastního pohonu. Rosatom, který projekt realizuje, tím získá referenci pro své plovoucí jaderné elektrárny, se kterými vstupuje na světový trh, a ukáže v praxi některé výhody malých modulárních reaktorů.

JADERNÉ REAKTORY NA MOŘI

Elektrárna, která přijede na místo určení, zakotví u břehu a dodává elektřinu na souš, není ve světě ničím neznámým. Takové elektrárny většinou spalují zemní plyn a použití reaktorů k napájení obcí a průmyslových podniků na souši je unikátní. Historie zná jediný případ: V 60. a 70. letech americká plovoucí jaderná elektrárna Sturgis (MH-1A) napájela

oblast Panamského průplavu a později vojenskou základnu.

Energetické použití námořních jaderných reaktorů je tedy na trhu něčím novým, ale ne tak plovoucí jaderná zařízení jako taková. Po celém světě jsou provozovány desítky vojenských plavidel (ponorek, křižníků nebo letadlových lodí), kterým energii pro pohyb



dodává jaderný reaktor. Od roku 1959 provozuje Rusko jaderné ledoborce a dnes flotila Rosatomflotu čítá tři lodě a staví se tři nová plavidla, která se stanou nejvýkonnějšími ledoborci na světě. V minulosti proběhly také pokusy o stavbu civilní jaderné lodě pro přepravu zboží. Jedinou z nich, která zůstala v provozu je ruská Sevmorput, která přepravuje náklady po Severní mořské cestě.

REAKTOR

Srdcem Akademika Lomonosova je dvojice malých tlakovodních reaktorů KLT-40S. Vznikly úpravou KLT-40M, které používá například ledoborec Vajgač, pro čistě energetické využití. Akademik Lomonosov totiž oproti ledoborcům nemá lodní šrouby a musí být přepravován pomocí remorkérů. Na použitý typ reaktorů navazuje RITM-200, který bude používat nová generace ledoborců LK-60 (V dubnu začaly zkoušky pilotního plavidla Arktika) a který je také určen pro pozemní použití v malých jaderných elektrárnách.

Oproti palivu pro klasické jaderné elektrárny, jehož obohacení nepřekračuje 5 %, používají námořní reaktory palivo z důvodu objemu aktivní zóny obohacené pod 20 %. Značně se liší i palivový cyklus. Během výměny paliva je vyměněna celá aktivní zóna a výměny budou v případě Akademika Lomonosova probíhat každé tři roky. Použité palivo bude dochlazováno ve skladu na palubě až do doby, kdy celá elektrárna projde komplexní údržbou. Protože údržba bude probíhat v domovské loděnici, na původní místo připluje jiná elektrárna, která tu v dalším cyklu původní nahradí.

Projektová doba provozu Akademika Lomonosova je 40 let, tedy čtyři desetileté výrobní cykly. Nabízí se otázka, jestli bude v budoucnu prodloužen provoz podobně, jako tomu bývá v případě klasických jaderných elektráren. Analogii bychom našli v případě ledoborců Vajgač a Tajmyr, které používají reaktory KLT-40M. Původně měly mít život-



| Plovoucí jaderná elektrárna Akademik Lomonosov přijíždí do přístavu Pevek |

nost 100 000 hodin provozu. Ukázalo se ale, že po uplynutí této doby nebyla životnost vyčerpána a bylo schváleno prodloužení až na 200 000 hodin. Tuto dobu vyčerpá Tajmyr podle plánu po 36 letech, což je zároveň předkládaná délka provozu Akademika Lomonosova.

PROVOZNÍ PARAMETRY AKADEMIKA LOMONOSOVA

výkon tepelný	150 MWt
výkon elektrický (čistý)	2×30 MWe
výroba (elektrický režim)	77 MWe
výroba (kogenerace)	70 MWe
	+ 50 Gcal/h
počet palivových kazet	121
palivo cermet (UO_2 v matrici ze slitiny Al-Si)	
průměrné obohacení	14,1 %
výměna paliva	celá AZ zároveň
délka kampaně	28 měsíců
průměrné vyhoření paliva	45 MWd/kgU
projektová doba provozu	40 let
provozní personál	58 osob

ROZMĚRY

AKADEMIKA LOMONOSOVA

délka	140 m
šířka	30 m
ponor	5,6 m
výtlak	21 000 t

Vladislav Větrovec



během studia na Fakultě jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT stál u zrodu zpravodajského portálu Atominfo.cz o jaderné energetice, kde nyní působí jako šéfredaktor. Již několik let také publikuje populárně naučné články o jaderné energetice, které se zaměřují především na současné inovativní projekty.

BEZPEČNOST

Během projektování konstrukcí, systémů a komponent plovoucí elektrárny byla kromě parametrů lokality zohledněna i přírodní a člověk vyvolaná rizika, která mohou hrozit během přesunu elektrárny podél plavebních cest. Z regulatorního pohledu plavidlo dále splňuje požadavky dokumenty OPB-88/97 (Obecné požadavky pro zajištění bezpečnosti jaderných elektráren ruského dozorného orgánu Rostechnadzor), Ruského registru pro námořní plavbu a další regulace.

Použitá technologická řešení vychází z těch, které jsou léta používány na jaderných ledoborcích. Plavidlo má například dvojitý trup, který zabraňuje jeho potopení v případě nárazu ledoborce nebo jiné lodi. Akademik Lomonosov je dále uzpůsoben tak, že jej nepoškodí sedmimetrové vlny a vítr o rychlosti až 200 km/h.

MEZI INHERENTNÍ

BEZPEČNOSTNÍ PRVKY PATŘÍ:

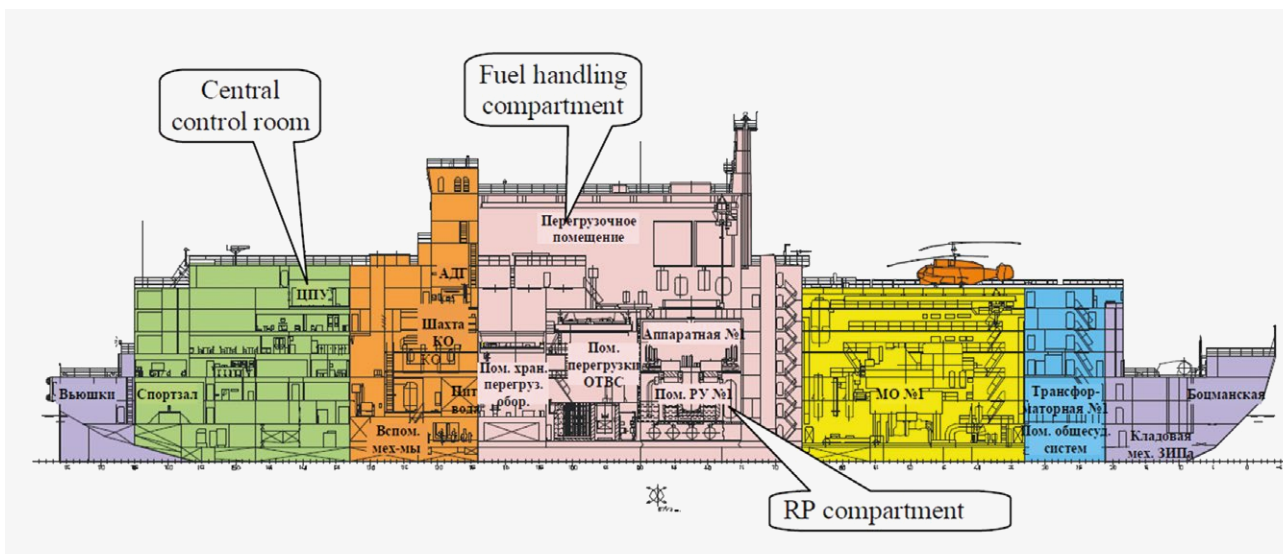
- Vysoká tepelná vodivost paliva, díky které má relativně nízkou teplotu a je v něm obsaženo menší množství tepelné energie.
- Kompaktní modulární design zařízení pro výrobu páry s krátkým potrubím mezi hlavními komponentami, který nezahrnuje dlouhá potrubí s velkým průměrem a který používá omezovače průtoku. Tímto způsobem je vyloučena velká a střední LOCA.

NĚKTERÉ BEZPEČNOSTNÍ PRVKY:

- Havarijní tyče jsou do AZ vkládány silou stlačených pružin.
- Kompenzační tyče zajišťují do AZ působení gravitace.
- Pasivní systém odvodu tepla používá ve všech svých okruzích přirozenou cirkulaci.

Výstavba plovoucí JE v Baltických loděnicích v Petrohradě





■ | Dispozice PAES |

- kulaci chladiva a odpařuje vodu z nádrží.
- Nádrže havarijního chladicího systému prodlužují čas pro zvládnutí mimořádné situace v případě výpadku aktivního havarijního chladicího systému.
- Ochranná obálka.
- Pasivní systém pro chlazení dna tlakové nádoby zajišťuje udržení roztavené AZ v reaktorů.
- Pasivní systém pro chlazení kontejnmentu snižuje tlak uvnitř kontejnmentu a omezuje únik radioaktivity do životního prostředí.

BEZPEČNOSTNÍ PARAMETRY

Pravděpodobnost tavení

aktivní zón 10^{-6} reaktorroků

pravděpodobnost

velkého úniku 10^{-7} reaktorroků

čas bez zásahu operátora 1,5 h

HISTORIE VÝSTAVBY

Kýl Akademika Lomonosova byl položen v dubnu 2007 v loděnici společnosti Sevmaš v Severodvinsku. V srpnu 2008 ale Rosatom zrušil smlouvu se Sevmašem (údajně kvůli jeho vytížení vojenskými zakázkami) a stavba se přemístila do loděnice Baltijského závodu v Petrohradě, který staví ruské jaderné ledoborce. Druhé slavnostní pokládání kýlu proběhlo v květnu 2009 po podpisu nové smlouvy v hodnotě 10 miliard rublů. Trup lodi byl spuštěn na vodu v červnu 2010 a montáž reaktorů proběhla v říjnu 2013.

První zkoušky plavidla začaly v polovině roku 2016 a na první část své cesty loď vyrazila v květnu 2018. Plavila se z Petrohradu do Murmánsku, kde později proběhlo spouštění reaktorů. Původně mělo být palivo zavezeno do reaktorů už v Petrohradě, ale námořní právo neupravuje plavbu jaderných plavidel bez vlastního pohonu. Aby se zabránilo dvojímu výkladu legislativy a sporům se zeměmi, podél jejichž břehů by byla jaderná elektrárna přepravována, bylo rozhodnuto palivo zavést až v Murmánsku. V tomto domovském přístavu ruských jaderných ledoborců také proběhlo celé spouštění reaktorů.



■ | Montáž reaktorů jednoho z reaktorů KLT-40 S v loděnicích v St. Petersburgu |



Kompletace reaktoru v reaktorové části plavidla

PŘENOSOVÁ SOUSTAVA

Akademik Lomonosov bude připojen do přenosové soustavy Čukotského autonomního okruhu a pro tuto síť to bude znamenat výrazné změny. Původně zde byly provozovány Anadyrská uhelná a plynová teplárna, Čaunská uhelná teplárna, Evgeki-notská uhelná teplárna a Bilibinská jaderná elektrárna (z velké části slouží také pro dodávky tepla, takže by měla správně být označována také teplárna).

Tato soustava je specifická tím, že leží oddělená sibiřskými pláněmi od jednotné ruské přenosové soustavy a navíc jsou rozděleny na jednotlivé energetické uzly. V souhrnu se v celé této oblasti ročně vyprodukuje 650 000 Gcal tepla a 480 GWh elektřiny. Bilibinská elektrárna se na dodávkách tepla podílí 24 % (159 000 Gcal/rok) a 47 % na výrobě elektřiny (47 223 GWh/rok). Jde přitom o dominantní bezemisní zdroj v této oblasti, ještě je zde od roku 2002 provozována větrná elektrárna s výkonem 2,5 MW.

Nejvýraznější proměnou projde Čaun-Bilibinský uzel, protože v něm budou uzavřeny obě teplárny a nahrazeny plovoucí jadernou elektrárnou. V současnosti odebírá město Pevek teplo z Čaunské teplárny a pro ostatní sídla tohoto uzlu jej vyrábí Bilibinská JE a malé obecní zdroje. Odstavování Bilibinské elektrárny začalo v lednu 2019, kdy ukončil provoz první z jejích čtyř bloků. Záměna uhelné a jaderné elektrárny plovoucí jadernou elektrárnou přinese této oblasti ekologičtější energetický mix. Pokles uhlí bude kompenzován jádrem a plynem. Podíl uhlí na výrobě tepla klesne ze 70 na 65 % a na výrobě elektřiny ze 61 na 47 %.

Připojení plovoucí jaderné elektrárny vyžaduje vybudování pobřežní infrastruktury, která zajistí její kotvení a bude z ní vyvádět elektřinu, teplo i odsolenou mořskou vodu. Její stavba začala v roce 2016 a byla značně omezena počasím. Většina stavebního materiálu a část stavební techniky byla přivážena po Severní mořské cestě ze vzdálených částí Ruské federace. Průběh prací komplikovalo to, že zde v zimě dosahuje teplota i minus 50 stupňů Celsia a námořní trasa spojující Čukotku se zbytkem země bývá několik měsíců v roce neprůchozí kvůli ledu.

Akademik Lomonosov byl původně určen pro jinou lokalitu. Jedním z nich byla i námořní základna Viljučinsk na Kamčatce. Nakonec bylo rozhodnuto, že díky tarifním podmínkám, které platí na Čukotce, bude výhodnější referenční plovoucí elektrárnu umístit do Peveku a Viljučinsk získal připojení na plynovod.



| Plovoucí jaderná elektrárna Akademik Lomonosov |

| Velín plovoucí jaderné elektrárny |



Aktuality

První český malý modulární jaderný reaktor byl patentován

Společnost Centrum výzkumu Řež, dceřiná společnost ÚJV Řež, významně pokročila v procesu vývoje vlastního malého reaktoru s označením Energy Well, který spadá do kategorie tzv. malých modulárních reaktorů. Projektový tým vedený Markem Ruščákem získal patent od Úřadu průmyslového vlastnictví a zahájil přípravu nejaderné experimentální jednotky reaktoru.

Experimentální jednotka (tzv. mock-up) bude sloužit pro ověření designu a základních fyzikálních vlastností — materiálové kompatibility, termohydrauliky a dalších. Experimentální jednotka by měla být plně funkční do deseti let. Na ni pak naváže projekt vlastního demonstrátoru, který bude už plnohodnotným simulátorem provozu, a tedy i reálným podkladem pro komerční výrobu.

Projekt Energy Well, který staví na znalostech tří generací jaderných inženýrů z Řeže, běží už několik let. Má za sebou základní ekonomickou studii, která potvrdila komerční potenciál a také studii proveditelnosti. Před dvěma lety vzbudil velkou pozornost i na mezinárodní konferenci o malých jaderných reaktorech v americké Atlantě.

Základní myšlenkou modulárních reaktorů, včetně konceptu Energy Well, je stavebnicová struktura okruhů. To, zjednodušeně řečeno, umožňuje uložit primární jaderný okruh do jedné kompaktní nádoby, kterou

lze od zbytku elektrárny po vyčerpání paliva oddělit a relativně snadno vyměnit za jinou. Okruhy, které se starají o vlastní výrobu energie (tedy nejaderné — sekundární a terciární) lze dále využívat pro další „čerstvé“ palivo.

Jednou ze základních podmínek takového uspořádání je možnost uzavření primárního, jaderného okruhu jako kompaktní „bezzásahové zóny“ menších rozměrů. Po „vyhoření“ paliva v něm zůstane jeho zbytek bezpečně uložen a je možné ho pak (po nutném dochlazení) transportovat zpět k výrobci. Projekt Energy Well předpokládá, že palivo, resp. primární okruh, by se takto vyměňovaly asi jednou za sedm let. Hlavní myšlenka konstrukce palivové zóny reaktoru Energy Well leží ve využití speciálních tekutých solí (tzv. Flibe) jako chladiva. Zařízení by pak mělo v běžném provozu zajistit výkon kolem 20 MWt. Dodávky elektrické energie a tepla produkované takovým reaktorem jsou využitelné například pro čištění vody, zajištění dodávek energie pro uzavřené komunity, záložní systémy jiných energetických zdrojů nebo pro bezemisní výrobu vodíku. Jednotky by bylo možné také řetězit do větších celků.

Pokud se v Řeži podaří v budoucnu dotáhnout projekt Energy Well do stadia komerční licence, bude to pro český průmysl znamenat obchodní příležitosti s vysokou přidanou hodnotou a významně to podpoří rozvoj našich jaderných kompetencí.

Alena Rosáková

Poslední výzva programu H2020 dopadla pro české subjekty velmi pozitivně

Na jaře loňského roku vyhlásila Evropská komise poslední výzvu (NFRP-2019-2020) v části Euratom (Euratom Research and Training Programme) programu H2020 (Horizon 2020 Framework Programme) s termínem podání návrhů projektů 25. 9. 2019. V prvním únorovém týdnu tohoto roku byly výsledky vyhlášeny a pro subjekty z České republiky dopadly velmi pozitivně.

Z hlediska obecných čísel podaných návrhů do celé výzvy bylo podáno celkem 62 návrhů projektů do 13 ze 17 oblastí výzkumu, z nichž bylo vybráno 31 projektů. Podíváme-li se na zastoupení subjektů v projektech z pohledu evropských organizací, pak celkový počet podaných účastí všech subjektů je 929, neboli v průměru má každý projekt takřka 15 účastníků. Podíváme-li se na podané projekty z pohledu českých institucí, pak jednotlivých projektů se účastnilo celkem 11 subjektů, z nichž pouze 4 neuspěly ani v jednom z projektů, u kterých se předpokládá podpora financování z EC.

Detailnější pohled na českou účast ukazuje, že z přijatých 31 projektů jsou tři koordinovány českými subjekty

- APAL (Advanced PTS Analysis for LTO) koordinovaný ÚJV Řež, a. s.
- ECC-SMART (Joint European Canadian Chinese Development of Small Modular Reactor Technology) koordinovaný Centrem výzkumu Řež s.r.o.
- A-CINCH (Augmented Cooperation in Education and Training in Nuclear and Radiochemistry) koordinovaný Českým vysokým učením technickým v Praze

Náplně jednotlivých přijatých projektů se samozřejmě velmi liší, neboť i definice cílů jednotlivých oblastí výzkumu byly odlišné. Z přehledu získaných účastí českých subjektů je patrné, že české subjekty jsou zapojeny v 19 projektech s počtem účastí 32 ze sedmi institucí různého spektra jejich typů

- velký podnik – ÚJV Řež, a. s. (účast ve 12 projektech)
- výzkumné organizace – Centrum výzkumu Řež s.r.o. (účast v 8 projektech), Státní ústav radiační ochrany, v. v. i. (účast ve 2 projektech) a Státní ústav jaderné, chemické a biologické ochrany, v.v.i. (účast v 1 projektu)
- vysoké školy – České vysoké učení technické v Praze (účast v 5 projektech), Vysoká škola chemicko-technologická v Praze (účast v 1 projektu)
- malý a střední podnik – Evalion s.r.o. (účast ve 3 projektech)

Chceme-li vyzdvihnout alespoň některé z projektů, pak nemůžeme nezmínit projekt na výzkum SMR na bázi superkritické vody podporující i koordinaci aktivit ze zemí mimo EU, pilotní projekt pro budoucí přístup k řízení výzkumu PreDIS, který soustředí prakticky celou výzkumnou základnu ze zemí EU (celkem 48 účastníků), podporu výzkumu reaktorů Gen IV v projektech SafeG (výzkum plynem chlazeného rychlého reaktoru Allegro) nebo PUMMA (Plutoniová paliva pro reaktory Gen IV z pohledu palivového cyklu či bezpečnostních limitů pro celé spektrum typů Gen IV reaktorů), ale i pro řešení otázek současných reaktorů spojených s prodlužováním jejich provozu v projektech APAL (otázka tlakových teplotních šoků na tlakovou nádobu) či zvyšováním schopností predikovat chování pasivních systémů využitím CFD simulací v projektu PASTELS.

A na závěr, podíváme-li se na výsledky hodnocení projektů, pak ČR skončila na pátém místě z pohledu výše přiznané podpory pro zúčastněné subjekty v projektech vyhodnocených pro udělení podpory s částkou 7,827 mil. €. To znamená nejen velký úspěch, ale zároveň veliký závazek pro úspěšné a velmi přínosné naplnění cílů jednotlivých projektů z pohledu rozvoje výzkumu a vývoje jaderné energie jak v ČR, tak v EU.

Jiří Duspiva, Lubor Žežula

SMR 2020 – Konference Malé jaderné reaktory / Small Modular Reactors

Ve čtvrtek 13. 2. 2020 se ve velké aule FJFI uskutečnil již 6. ročník mezinárodní konference Malé jaderné reaktory – SMR 2020, kterou uspořádala pod záštitou MPO a Inženýrské akademie České republiky agentura Event Era ve spolupráci s FJFI ČVUT v Praze.

Konference se zúčastnilo 180 českých i zahraničních odborníků a studentů. Ti si vyslechli nejen příspěvky o stavu české jaderné energetiky, ale zejména o konkrétních projektech SMR světových firem. Britský Rolls-Royce například referoval o projektu PWR 400MW, korejský KHNP představil svůj reaktor SMART 100, který by měl být postaven v Saudské Arábii. Ruský Rosatom prezentoval model RITM-200, ten připravují k výstavbě hned na několika vzdálených lokalitách. Velmi zajímavá byla informace CVŘ o projektu Energy Well, který za uplynulý rok zaznamenal významný pokrok a počátkem roku 2020 byl patentován. Potřebnou kompetenci pro řízení SMR nabídla příbramská společnost ZAT, která představila svůj systém měření a regulace SANDRA. A padla i zmínka o plovoucí jaderné elektrárně Akademik Lomonosov, která byla vloni dopravena do čukotského Peveku a spuštěna v autonomní síti Čaun-Bilibino.

Program konference ale neobsahoval pouze „technická“ sdělení. Přednášející nabídli posluchačům i několik pohledů na legislativní proces ať již z úhlu českých zákonů, či z pozice doporučení a pravidel MAAE.

Velmi zajímavé bylo vystoupení Dr. Helen Cook z australské společnosti Global Nuclear Energy Advisory. Ta ve svém příspěvku ukázala, jak se poučit z chyb při výstavbě velkých jaderných bloků a přímo definovala, čeho se v projektech SMR vyvarovat. Mimo jiné uvedla klíčovou myšlenku: „Příběh SMR není o technických finesách a technologiích, je to příběh o příležitosti pro byznys“. Zásadní tedy je neutápět se v technických detailech, ale zaměřit se na efektivitu, jednoduchost a celkový přínos projektu.

V Čechách si asi na malý modulární reaktor ještě počkáme, nicméně pro teplárenské účely by takový opakovaný projekt SMR mohl být zajímavým řešením. Třeba i tímto směrem může být zaměřen domácí koncept Energy Well.

Malé modulární reaktory jsou rozhodně životaschopnou vývojovou linií jaderných reaktorů, to také letošní konference SMR 2020 jednoznačně potvrdila.

Aleš John

Experti z CVŘ se podíleli na tvorbě nové knihovny jaderných dat

V posledním lednovém týdnu roku 2020 vydala Mezinárodní agentura pro atomovou energii ve Vídni novou knihovnu IRDFF-II (International Reactor Dosimetry and Fusion File). Nová knihovna bude sloužit pro hodnocení fluencí na nádobu reaktoru a díky ní bude možné odhadovat dávky ještě přesněji než doposud. Na tvorbě knihovny se vlastním měřením integrálních účinných průřezů a jejich validacemi podíleli experti z oddělení Neutronové výpočty Centra výzkumu Řež. Za zmínku stojí, že

jedno z referenčních polí bylo definováno právě v řežském experimentálním reaktoru LR-0.

Více detailů najdete v publikaci IRDFF-II: A New Neutron Metrology Library, která vyšla v lednovém čísle časopisu Nuclear Data Sheets (Volume 163, January 2020, Pages 1-108).

Knihovna IRDFF-II je k dispozici na adrese <https://www-nds.iaea.org/IRDFF/>

Jiří Kuf

Kalendář akcí

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/

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

23. 09. 2020, 10.00 h. – 24. 09. 2020, 12.30 h.

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 širší veřejnosti. Více informací na www.jadernedny.cz

Nuclear Energy Conference 2020

06. 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/

Nuclear Encounter 2020

08. 10. 2020 – 09. 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>

PRO-ENERGY CON 2019

05. 11. 2020, 10.00 h – 06. 11. 2020 14.00 h

Hotel Kurdějov
Kurdějov 88

Desátý ročník konference zaměřené na odborníky všech energetických odvětví. Více informací na <https://proenergycon.cz/>

Kalendář akcí

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

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

Mediální partneri časopisu

all·for **power**





🏠 / 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

V příštím čísle vám představíme hlavní československé 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 budování hlubinných úložišť na Slovensku a porovnáme hlavní technické parametry projektů HÚ ve vybraných vyspělých zemích. V příštím čísle 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 seriálu na pokračování