

# ÚJV Řež, a. s.: Zvyšujeme bezpečnost jaderných elektráren

V podmínkách energetického sektoru naší země zaujímá jaderná energetika jednoznačně dominantní úlohu. Na jaře roku 2011 se však stala bezpečnost a spolehlivost jaderné energetiky v Evropě hlavním společenským tématem. Ve velké míře k tomu přispěly události v jaderné elektrárně Fukušima v Japonsku během a bezprostředně po vlně tsunami, která způsobila jaderné elektrárně velké problémy. Česká republika je jednou ze zemí Evropy, která přesto i nadále podporuje výrobu elektřiny ve svých jaderných elektrárnách a navíc zvažuje jejich rozšíření.

V roce 2013 zahájila ÚJV Řež, a. s., ve spolupráci s ÚPT AVČR, v.v.i. a společností NETWORK GROUP, s.r.o. s podporou SÚJB řešení projektu MVČR č. VG2013201524 s názvem Nová metoda měření odezvy konstrukce ochranné obálky pro zajištění bezpečnosti jaderných elektráren i v případě těžkých havárií, který se zabývá vývojem systému pro měření tvarových změn kontejnmentů v jaderné elektrárně Temelín.

## Zaměřeno na kontejnment

Jaderný reaktor je komplexní inženýrské dílo multidisciplinárního charakteru, jehož bezpečný provoz hlídá řada systémů ochrany, provozních měření a havarijních bezpečnostních okruhů. Konečným a tím v jistém smyslu nejdůležitějším okruhem ochrany jaderné elektrárny je železobetonová ochranná obálka reaktoru - kontejnment, který je projektován tak, aby při vzniku havarijních podmínek, včetně maximální projektové nehody, spojených s úniky radionuklidů a uvolňovaného ionizujícího záření z reaktoru samého, zabránil těmto únikům či omezil tyto úniky do okolí. Při potenciální poruše na vnitřním zařízení, která by byla spojena s netěsností okruhů chlazení reaktoru, by došlo k úniku horkého chladiva a vzniku přetlaku - projektová těsnost a pevnost kontejnmentu mu musí odolat.

ÚJV Řež, a. s., se v současnosti zabývá údržbou a technickou podporou logického celku Kontejnment v jaderné elektrárně Temelín. Správa železobetonové konstrukce je nedílnou součástí souboru činností, které zajišťuje. Náplň projektu je tedy logickým pokračováním současných činností, která povede k získání nových informací o chování železobetonové konstrukce kontejnmentu při provozu či specifických testech a tím ke zlepšení informovanosti o stavu konstrukce. Nové informace umožní lépe predikovat vývoj stavu konstrukce a její stárnutí, což vedle ekonomických souvislostí vycházejících ze zpřesnění předpokládané životnosti konstrukce a přispěje k celkově větší bezpečnosti obou kontejnmentů v JE Temelín.

## Současný stav a perspektivy

Motivací projektu je zvýšení bezpečnosti jaderné elektrárny monitorováním stavu kontejnmentu, které by mělo určit aktuální stav jeho konstrukčních prvků a umožnit lépe naplánovat jejich údržbu a případnou výměnu.

Jedním ze způsobů aktuálního monitorování tvarových změn konstrukce je metoda, kdy se k měření využívají dva v betonu zabudované měřicí systémy na principu strunových tenzometrů. Získaná data jsou pak využívána projektantem k hodnocení stavu ochranné obálky - kontejnmentu. Data z uvedených systémů nemají charakter limitních hodnot



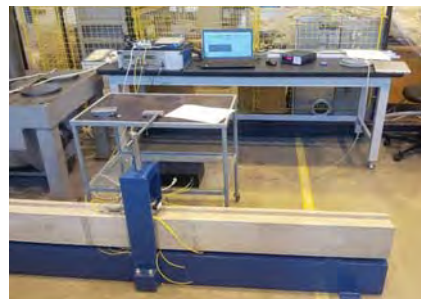
Pohled na jeden z kontejnmentů JE Temelín

pro provozuschopnost obálky, ale představují vstupy pro verifikace modelů a ověřování platnosti průkazu kontejnmentu. Hodnoty sleduje ÚJV Řež, a. s., v rámci vyhodnocování periodického měsíčního měření. Tyto hodnoty pak používá pro verifikaci modelu v rámci průkazného hodnocení obálky.

U stávajících měření ochranné obálky je třeba počítat s omezenou životností současných zabetonovaných a z toho důvodu neobnovitelných senzorů. Je proto nutné tyto systémy postupně doplňovat o další kontrolní měření s vysokou reprodukovatelností, které by v blízké budoucnosti mohly stávající systém doplnit příp. úplně nahradit přesnějším, kalibrovatelným měřením. Jako provozně výhodné se jeví doplnit do vhodných míst na povrch kontejnmentu měřicí čidla a zajistit souběh získávání nových dat se současným systémem měření k prokázání schopnosti měřit relevantní data.

Navrhovatel projektu ÚJV Řež, a. s., proto pracuje na výzkumu nových metod měření a čidel vhodných k dodatečnému umístění na kontejnmenty JE Temelín. Na základě dosavadních poznatků a zkušeností bylo vybráno měření s optovláknovými senzory.

S využitím materiálových vlastností optických vláken lze vytvářet optovláknové senzory pro měření tlaku, tahu, teploty, vlhkosti, obsahu látek atd. Principy senzorů v optických vláknech jsou založeny na změně vlastností optického signálu, ke kterým dochází v senzoru vnějšími vlivy působícími na optické vlákno. Mezi nejrozšířenější dnes patří senzory založené na vláknových Braggových



Testovací pracoviště se senzorovým systémem první generace v prostorách ÚJV Řež, a. s.



Řídicí a vyhodnocovací jednotka senzorového systému

mřížkách. Výsledné parametry měření, jako jsou citlivost či přesnost určují návrhové a výrobní parametry vláknových mřížek samotných a parametry detekční elektroniky. Umístěním více mřížek v optickém vlákne je možné monitorovat měřenou veličinu lokálně i distribuovaně v mnoha zvolených místech.

Optické senzory mají několik zásadních výhod ve srovnání s elektrickými metodami. V prvé řadě se



ÚJV Řež, a. s.

## CHEMIE PALIVOVÉHO CYKLU A NAKLÁDÁNÍ S RADIOAKTIVNÍMI ODPADY

metody a technologie třídění, zpracování, skladování a ukládání odpadů včetně dekontaminace

analýzy pro optimalizaci systémů nakládání s RAO\* v souvislosti s reaktory III. a IV. generace

aplikovaný výzkum bariér úložišť RAO a hodnocení jejich dlouhodobé bezpečnosti

certifikovaná likvidace institucionálního odpadu z nemocnic a průmyslu

nejnovější systémy nakládání s radioaktivním odpadem

charakterizace odpadů a vzorků životního prostředí

mezinárodní přeprava RAO a jaderného paliva



\* RAO = radioaktivní odpady

[www.ujv.cz](http://www.ujv.cz)



## Dodavatel průmyslových armatur, potrubí a potrubních dílů pro klasickou a jadernou energetiku

Člen celosvětové sítě autorizovaných servisních center M.A.R.C. a G.T.C. společnosti GE Energy

**Masoneilan** 

**Consolidated** 

**PERSIA**

- Regulační ventily Masoneilan®
- Vysokotlaké armatury Persta®
- Pojistné ventily Consolidated®
- Speciální vysokotlaké Zero Leakage armatury
- Autorizovaný servis průmyslových armatur a pohonů
- Spojovací potrubí

Moravia Systems a.s., člen skupiny KKG SE

[www.moraviasystems.cz](http://www.moraviasystems.cz)

Kancelář v Hodoníně: Plučárna 1, 695 01 Hodonín, tel. +420 518 344 111, fax +420 518 321 122, info@mtsystems.cz

Kancelář v Praze: Vinohradská 1511/230, 100 00 Praha 10, tel. +420 225 010 456, fax +420 225 010 444, intermos@intermos.cz



jedná o vyhodnocování optického signálu, který je imunní vůči elektromagnetickému rušení. Oproti strunovým tenzometrům, které pro detekci veličiny používají elektromagnetické měniče, se optická metoda vyznačuje vyšší spolehlivostí. V optickém senzorem systému jsou veškeré rozvody od řídicí a vyhodnocovací elektroniky realizovány pomocí optických, elektricky nevodivých kabelů. Senzor může být také kombinován s měřením teploty. Senzorový systém se realizuje v sériově-paralelní topologii, kde je možné umístit až několik desítek čidel na jedno průběžné optické vlákno. Na jednu vyhodnocovací jednotku je možné připojit až 128 takových větví v závislosti na požadované rychlosti měření. Díky přenosu po optickém vlákne je možné umístit měřicí stanoviště i několik kilometrů od měřeného objektu.

### Představení a náplň projektu

Náplní projektu je návrh metody optovláknového měření tvarových změn kontejnmentu jaderné elektrárny Temelín. Hlavní úsilí je zaměřeno na metodu přímého měření tvarových změn kontejnmentu, který je posledním bezpečnostním prvkem v případě havárie reaktoru a současně chrání reaktor před vnějšími vlivy, např. pádem letadla. Proto je žádoucí kontinuálně monitorovat kontejnment, z tvarových odchylek pak predikovat jeho aktuální stav a dokládat, že tento stav odolá maximálnímu plánovanému projektovému zatížení.

Výzkum a vývoj vhodné měřicí metody a její implementace v podmínkách JE Temelín je zaměřen na optovláknové senzory využívající vláknové Braggovy mřížky (FBG). V rámci přípravy a úpravy metody na detekci odraženého signálu z jednotlivých mřížek (senzorů) v optickém kabelu v podmínkách JE, je pozornost zaměřena na odfiltrování parazitních odrazů a odrazů způsobených jinými, než měřenými změnami. Jednou z nejdůležitějších částí tohoto výzkumu je pak samotné umístění optického kabelu se senzory na kontejnment JE, kdy je nutné zajistit maximální stálost upevnění měřicích sekcí senzorů, dostatečnou ochranu vlákna a mřížek s minimálními důsledky na citlivost a přesnost senzorů. S tím souvisí i oblast projektu řešící otázky dostatečného množství a vhodného rozmístění senzorů na obálkách kontejnmentů.

Nedílnou částí tohoto výzkumu je i samotný návrh a výroba vláknových mřížek v optickém vlákně. Vláknové mřížky, které dávají senzoru schopnost velmi přesně zjišťovat absolutní vzdálenost vztažných bodů snímače a detekovat její nejmenší změny, jsou zapisovány do optického vlákna osvětlením přes fázovou masku, která v mnohém předurčí budoucí přesnost a chování senzoru. Proto probíhá v rámci projektu návrh a realizace těchto fázových masek. Předpokládáme, že výsledky projektu naleznou uplatnění i v dalších jaderných elektrárnách a jiných inženýrských stavbách.

### Přínosy a perspektiva projektu

Dosavadní výsledky dosažené při řešení projektu

potvrzují vhodnost využití zvolené metody pro monitorování stavu kontejnmentů v JE Temelín. V další fázi předpokládáme umístění testovacích senzorů na jeden z kontejnmentů, kde bude probíhat dlouhodobý test v reálných podmínkách.

Použitím optického principu měření ve spojení s možností napojení měřicího systému na vysokorychlostní optickou síť předurčuje tento princip k budoucímu masivnímu rozvoji a postupné náhradě doposud používaných klasických měřicích systémů se strunovými tenzometry. Měřicí řetězce jsou již nyní konstruovány tak, aby v budoucnu umožnily i vzdálenou kontrolu a kalibraci za použití optické komunikační sítě. Předpokládá se zapojení systému do aktuálně budované sítě pro přenos vysoce stabilních vlnových délek, která je realizována sdružením CESNET. Tato síť aktuálně slouží k výměně a srovnávání stabilních optických frekvencí mezi zapojenými vědeckými partnery. V plánu je tak její možné využití právě systémem budovaným v jaderné elektrárně Temelín. Pro připojení měřicího systému v Temelíně byly již v letošním roce zahájeny přípravné práce v podobě pokládky nového optického kabelu sdružením CESNET. Po připojení bude možné systém vzdáleně kalibrovat a tím docílit dlouhodobě vysoké stability měření.

**Petr Vomáčka, ÚJV Řež, a. s.,  
Břetislav Mikel, ÚPT AVČR, v.v.i.,  
František Urban, NETWORK GROUP,  
Radek Helán, NETWORK GROUP**

### ÚJV Řež, a. s.: Raising the safety of nuclear power plants

In 2013 launched ÚJV Řež, a. s., in collaboration with and companies NETWORK GROUP, Ltd. with the support of SÚJB the project Ministry of Interior ČR No. VG2013201524 named New method of measuring the response of the containment structure to ensure the safety of nuclear power plants as well as in case of severe accidents, which is engaged in developing a system for measuring the shape changes containments in nuclear power plant Temelín.

### ÚJV Řež, a. s.: Повышение безопасности АЭС

В 2013 г. начал ÚJV Řež, a. s., в сотрудничестве с ÚPT AVČR, v.v.i. и компании NETWORK GROUP, s.r.o. поддержки СÚJB решения проекта МВЧР №. VG2013201524 имени Новый метод измерения отклика в конструкции защитной оболочки, чтобы обеспечить безопасность атомных электростанций, а также в случае тяжелых аварий, которая занимается разработкой системы для измерения форма меняется оболочек в атомной электростанции Темелин.

### Představení řešitelů projektu:

**ÚJV Řež, a. s.**, (dříve Ústav jaderného výzkumu Řež a.s.) byl založen v roce 1955 s orientací na mírové využití jaderné energie. V současnosti se zaměřuje především na inženýrské a projektové činnosti a na aplikovaný výzkum. Podniká v oborech bezpečnosti a spolehlivosti jaderných elektráren, výzkumu a sledování stavu materiálů včetně řízení životnosti komponent, koncepčních a prováděcích projektů, nakládání s radioaktivními odpady. Specializuje se na vývoj a výrobu radiofarmak.

**Ústav přístrojové techniky Akademie věd ČR** byl založen v roce 1957. Po celou svoji historii se v ÚPT AVČR realizoval základní i aplikovaný výzkum. Byl zde mj. vyvinut první plynový laser na území ČR. Po restrukturalizaci v 90. letech pracovníci ÚPT navázali na bohatou historii a dále pokračují v úspěšné práci při řešení výzkumných projektů. Jedním z oddělení ÚPT AVČR, které se podílí na řešení prezentovaného projektu, je oddělení Koherenční optiky, které se zabývá přesnou metrologií délek, odvozených od laserových normálů délky, laserovou interferometrií, stabilizací laserů, optovláknovými senzory a dalšími projekty z oblasti laserové techniky. Práce členů oddělení byla v roce 2012 oceněna zlatou medailí na mezinárodním strojírenském veletrhu v Brně a v roce 2013 cenou Siemens.

**NETWORK GROUP, s.r.o.** působí na trhu od roku 1995 a zaměřuje se na distribuci strukturovaných kabelážních systémů. V roce 2000 rozšířila své aktivity do oblasti osazování desek plošných spojů, kde dnes disponuje technologií pro osazování klasických, SMD i nejmodernějších součástek typu QFN a BGA. V roce 2010 založila také vývojové a technologické pracoviště pro návrh, vývoj a výrobu optických prvků a systémů. Stěžejními aktivitami v této oblasti je vývoj a výroba Braggových vláknových mřížek, optických vláknových senzorů a pokročilých optoelektronických systémů.

## Doosan Škoda Power

- Výrobce a dodavatel zařízení a služeb pro energetiku s více než stoletou tradicí výroby parních turbín vlastního designu
- Součást skupiny Doosan

### Nabízíme:

Optimální řešení projektů turbosoustrojí, turbínových ostrovů a strojoven parních turbín s parními turbínami 10 až 1200 MW vlastního designu v aplikacích pro:

- Kombinované cykly
- Průmysl
- Fosilní elektrárny včetně superkritických
- Jaderné elektrárny
- Obnovitelné zdroje

### Komplexní služby pro naše zákazníky včetně:

- Dlouhodobé údržby
- Modernizací/retrofitů zařízení vlastního designu i zařízení jiných výrobců

### Vybrané projekty v realizaci:

- Modernizace nízkotlakových dílů turbín 2×1000 MW - JE Temelín
- Strojovna s parní turbínou 273 MW - PPC Počerady
- Modernizace parní turbíny 160 MW cizího výrobce, Salmisaari - Finsko
- Modernizace vysokotlakových dílů parních turbín 4×262 MW cizího výrobce, JE Loviisa - Finsko
- Turbosoustrojí s parní turbínou ŠKODA 1×320 MW, PPC Hatay - Turecko
- Strojovny s parní turbínou 39 MW, teplárny Lund a Växjö - Švédsko
- Strojovna s parní turbínou 154 MW, teplárna Vartan - Švédsko
- 3×turbosoustrojí od 122 MW do 138 MW pro PPC, IEC - Israel
- Turbosoustrojí 200 MW, uhelná elektrárna Termotajasero - Kolumbie
- Turbosoustrojí 2×160 MW, uhelná elektrárna Paco - Panama
- Turbínový ostrov 160 MW, PPC s kogenerací Stalowa Wola - Polsko
- Turbosoustrojí 179 MW, PPC, Kelar - Chile

### Kontakt:

Doosan Škoda Power s.r.o.  
Tylova 1/57, 301 28 Plzeň  
Česká republika  
Tel.: +420 378 185 000,  
Fax: +420 378 185 910  
E-mail:  
[doosanskodapower@doosan.com](mailto:doosanskodapower@doosan.com)