

Nezávazný projektový rámec: Metoda hodnocení integrity materiálu tlakové nádoby reaktoru JE VVER-1000 při těžké havárii spojené s tavením jaderného paliva. (TITXSUJB938)

Jako základ pro zadání projektu ve veřejné zakázce dle §2 odst 2 písmena g) zákona č.130/2002 Sb. podle podmínek programu veřejných zakázek v aplikovaném výzkumu a inovacích pro potřeby státní správy BETA2, který byl schválen usnesením vlády České republiky č. 278 ze dne 30. 3. 2016.

Předběžně uvažovaný typ zadání – Bude určeno

RESORT : Státní úřad pro jadernou bezpečnost, Senovážné náměstí 1585/9 , 1585/9, 110 00, Praha 1

Zástupce odborného gestora VaV: Dana Kovačevićová

Výkonný projektový (odborný) zástupce na straně resortu (odborný garant) pro úkony v informačním systému ISRB: Tereza Marková

Projekt realizuje výzkumné potřeby:

TISUJB0009 Vývoj metod hodnocení integrity materiálu tlakové nádoby reaktoru (TNR) jaderných elektráren typu VVER-1000 při těžké havárii spojené s tavením jaderného paliva (P)

Vazba potřeby na resortní strategie a koncepce: Předložená potřeba je plně v souladu se strategií SÚJB (Vnitřní směrnice „VDK 101 STRATEGIE STÁTNÍHO ÚŘADU PRO JADERNOU BEZPEČNOST“), jehož aktivity jsou v souladu s podmínkami stanovenými Atomovým zákonem zaměřeny zejména na kontrolu jaderně energetických zařízení s cílem zajistit jejich bezpečný a spolehlivý provoz. Jednou ze strategických os Strategie SÚJB je „využívání výsledků vědy a výzkumu“. Tato osa postihuje nutnost držet krok s nejnovějšími poznatky vědy a výzkumu v dané oblasti pro fungování SÚJB jako profesionálního a důvěryhodného státního orgánu. Rostoucí mezinárodní tlak na zvyšování odolnosti provozovaných jaderných elektráren proti následkům tzv. těžkých havárií nutí držitele povolení k provozu reaktorů k přijetí strategií pro zvládnutí těžkých havárií a implementaci vhodných dodatečných opatření, které mohou zabránit jejich nepříjemným následkům. Implementace dodatečných opatření obsahuje mj. provedení technicky extrémně náročných změn projektu, které musí být velmi dobře výpočetně i experimentálně ověřené, aby byla prokázána jejich funkčnost a současně jejich přijatelný vliv na provoz zařízení. Získání informací o možnostech navrhovaných strategií, jejich přínosech a nevýhodách je nejen v zájmu SÚJB (zajištění kvalifikované rozhodovací schopnosti), ale jedná se také o klíčovou část obhajoby dlouhodobého provozu jaderné elektrárny Temelín na mezinárodní úrovni.

Vazba na podprogram : Výzkum a vývoj v oblastech jaderné bezpečnosti jaderných zařízení a radiační ochrany

Realizace výzkumné aktivity za účelem kvalitnějšího a efektivního výkonu státní správy s požadavkem Novost, Dozorová činnost. V současné době neexistují dostatečné znalosti o chování materiálu tlakové nádoby reaktoru typu VVER při vysokých teplotách nad cca 350°C. Znalosti o chování tlakových

nádob reaktorů jiných typů (PWR), nejsou obecně přenositelné vzhledem k odlišnostem materiálu, i výroby i konstrukci.

EN Název projektu

A method to estimate integrity of nuclear reactor pressure [wessel-vessel](#) in severe accident with core melting.

CS Klíčová slova: Integrita, TNR typu VVER-1000, těžká havárie, vysoká teplota nad 350°C, mechanické vlastnosti materiálu, in-vessel retention, roztavení paliva

EN keywords: Integrity, [TNR-RPV](#) type VVER-1000, severe accident, high temperature above 350°C, mechanical properties of material, in-vessel retention, fuel melting

Hlavní obor CEP: Průmysl (J) : Jaderná energetika (JF)

CS Hlavní cíle projektu

Vyvinutí nyní neexistující metodiky hodnocení integrity TNR typu VVER-1000 při vysokých teplotách způsobených roztavením paliva v důsledku těžké havárie, včetně zjištění nezbytných vstupních dat, zejména mechanických vlastností materiálu TNR při teplotách nad 350 °C. Veškerá dosud prováděná hodnocení integrity TNR se vztahují na projektem očekávané stavy, které nepředpokládají teploty vyšší než 350 °C. Udržení integrity TNR při těžké havárii s tavením aktivní zóny je nezbytným předpokladem úspěšné aplikace strategie in-vessel [melt](#) retention. Hodnocení integrity TNR při těžké havárii bude proto jedním z nezbytných průkazů proveditelnosti této strategie.

EN Main project goals

Development of a non-existent methodology for evaluating the integrity of VVER-1000 [TNRs-RPVs](#) at high temperatures due to fuel melting during severe accident, including the identification of necessary input data, in particular the mechanical properties of [TNR-RPV](#) material at temperatures above 350 °C. All [TNR-RPV](#) integrity assessments carried out so far relate to conditions expected by the project, do not assume temperatures above 350 °C. Maintaining [TNR-RPV](#) integrity in a severe core meltdown accident is a prerequisite for a successful in-vessel [melt](#) retention strategy. Assessing the integrity of [TNR-RPV](#) in a severe accident will therefore be one of the necessary demonstrations of the feasibility of this strategy.

Bližší popis cíle ve vztahu k potřebě (options)

Vybrané vazby na resortní strategii

Předložená potřeba je plně v souladu se strategií SÚJB (Vnitřní směrnice „VDK 101 STRATEGIE STÁTNÍHO ÚŘADU PRO JADERNOU BEZPEČNOST“), jehož aktivity jsou v souladu s podmínkami stanovenými Atomovým zákonem zaměřeny zejména na kontrolu jaderně energetických zařízení s cílem zajistit jejich bezpečný a spolehlivý provoz. Jednou ze strategických os Strategie SÚJB je „využívání výsledků vědy a výzkumu“. Tato osa postihuje nutnost držet krok s nejnovějšími poznatky vědy a výzkumu v dané oblasti pro fungování SÚJB jako profesionálního a důvěryhodného státního

Naformátováno: Čeština

orgánu. Rostoucí mezinárodní tlak na zvyšování odolnosti provozovaných jaderných elektráren proti následkům tzv. těžkých havárií nutí držitele povolení k provozu reaktorů k přijetí strategií pro zvládnutí těžkých havárií a implementaci vhodných dodatečných opatření, které mohou zabránit jejich nepřijatelným následkům. Implementace dodatečných opatření obsahuje mj. provedení technicky extrémně náročných změn projektu, které musí být velmi dobře výpočetně i experimentálně ověřené, aby byla prokázána jejich funkčnost a současně jejich přijatelný vliv na provoz zařízení. Získání informací o možnostech navrhovaných strategiích, jejich přínosech a nevýhodách je nejen v zájmu SÚJB (zajištění kvalifikované rozhodovací schopnosti), ale jedná se také o klíčovou část obhajoby dlouhodobého provozu jaderné elektrárny Temelín na mezinárodní úrovni.

Charakter projektu: Aplikovaný výzkum experimentální vývoj

Doplňující informace k projektu - uvažovaný způsob řešení (options):

V současné době neexistují dostatečné znalosti o chování materiálu tlakové nádoby reaktoru typu VVER při vysokých teplotách nad ~~určité~~ hodnoty zkoumané v době projektování těchto reaktorů před jejich výstavbou a tedy ani metodika umožňující hodnocení integrity tlakové nádoby při vysokých teplotách (resp. bezpečnostní rezervy do ztráty funkce tlakové nádoby). Existují určité znalosti o chování tlakových nádob reaktorů jiných typů (PWR), ale ty nejsou obecně přenositelné vzhledem k odlišnostem materiálu, ~~i~~ výroby a konstrukce. Vývoj metodiky hodnocení integrity tlakové nádoby reaktoru při vysokých teplotách je zásadní částí ověření funkčnosti jakékoli strategie zvládnutí těžkých havárií na jaderné elektrárně.

Obdobné projekty (vypořádání podobnosti):

Ve světě existují obdobné metody hodnocení integrity tlakové nádoby reaktoru, jsou ale určeny pro jiné materiály a jiné konstrukce tlakových nádob reaktoru, než je u elektráren VVER-1000. Tyto metody mohou poskytnout jistou míru inspirace, ale nejsou plně použitelné, protože pro VVER-1000 bude jednak potřeba získat specifická materiálová data, a také bude potřeba zohlednit konstrukční odlišnosti reaktorů typu VVER. Vzhledem k vyššímu výkonu reaktoru typu VVER-1000 není možné použít zjednodušené metody hodnocení integrity TNR při těžké havárii, které byly použity pro hodnocení reaktorů s nižšími výkony (pro která nejsou ostatní metody validována a pravděpodobně jejich použití není bez zásadních změn možné). Specifická materiálová data pro VVER-1000 nejsou dostupná. Resort nemůže s jistotou vyloučit, že data existují (je možné, že jsou nebo budou naměřena v Rusku), nicméně k nim není přístup a i pokud by se dale je podařilo koupit, je velmi pravděpodobné, že cena bude neúnosně vysoká (a naopak spolehlivost limitovaná). Resortu není známo, že by v současnosti nebo v minulosti proběhl obdobný projekt v ČR. Projekt se v určité míře doplňuje s projektem TITXSUJB830 Zvýšení bezpečnostní rezervy aplikací strategie IVMR pro VVER 1000, ale projekty jsou navzájem zcela nezávislé.

Popis výzkumné činnosti AV/EV/I"

Projekt je kombinací aplikovaného výzkumu a experimentálního vývoje. V první části budou zkoumány materiálové vlastnosti ocelí použitých na výrobu tlakové nádoby reaktoru (RPVTNR) z Temelín typu VVER-1000 v oblasti teplot nad 350°C téměř do teploty tavení. Na základě výsledků

Naformátováno: Čeština

tohoto aplikovaného výzkumu bude ~~vyvinuta metodika a usuzováno na~~ vyvinuta metodika zachování integrity RPV-TNR pro těžké havárie spojené s tavením jaderného paliva, kteřá bude ověřena pilotními výpočtovými analýzami. V následném kroku bude vyvinuta a certifikována metodika posuzování této integrity regulátorem (SÚJB).

Pro naplnění cíle jsou požadovány následující výsledky:

Výsledek č. 1 kód: Nmet	
Metodika hodnocení integrity materiálu tlakové nádoby reaktoru při vysokých teplotách způsobených roztavením vnitřních částí reaktoru včetně palivových článků.	
<i>Výsledek „Certifikovaná metodika“ realizoval původní výsledky výzkumu a vývoje, které byly uskutečněny autorem nebo týmem, jehož byl autor členem. Jedná se o výsledek, kdy autor výsledku vypracuje metodiku (nutnou podmínkou je novost postupů), která byla příslušným orgánem státní správy nebo příslušným odborným certifikačním (akreditačním) orgánem schválena a doporučena pro využití v praxi. Podmínkou je udělení mezinárodně uznávané certifikace (akreditace) u příslušného odborného certifikačního (akreditačního) orgánu nebo osvědčení příslušného odborného orgánu státní správy, který je věcně odpovědný za oblast, ve které jsou metodika nebo postup uplatňovány. V případě kdy certifikaci uděluje věcně příslušný odborný orgán státní správy, tj. i poskytovatel, musí být taková certifikace udělena na základě vypracování dvou nezávislých oponentních posudků.</i>	
Koneční uživatelé a popis jejich práce s výsledkem	SÚJB, hodnotitelé integrity TNR
Předpokládaný způsob implementace	Podklad pro bezpečnostní návod hodnocení integrity, nebo normativně technickou dokumentaci
Za užití a implementaci výsledku odpovídá v projektu	Tereza Marková
Certifikaci zajistí	Tereza Marková
Osoby participující na využití výsledku	Michaela Ratajová , Tereza Marková

Etapový (kvartální) plán pro dosažení výsledku při řešení projektu (předpoklad vždy na konci kvartálu) s předpokladem nákladů	
5.kvartál	
6.kvartál	
7.kvartál	

8.kvartál	
Součet přímých nákladů na výsledek (bez činností)	
Trvání činností v hod celkem	420 hod
Celkové předpokládané projektové náklady na výsledek (činnosti+přímé náklady bez projektové režie 20% / včetně projektové režie 20%)	

Naformátováno: Čeština

Výsledek č. 2 kód: Vsouhrn	
Mechanické vlastnosti materiálu TNR při vysokých teplotách , stručný souhrn analytických a experimentálních výsledků	
<i>Souhrnná výzkumná zpráva Vsouhrn může být jedním z vyžádaných výsledků projektu aplikovaného výzkumu s účelovým nebo smluvním financováním. Souhrnná výzkumná zpráva shrnuje výsledky řešení projektu a vyjadřuje se k naplnění stanovených cílů projektu. Souhrnná výzkumná zpráva může mít utajovaný charakter, tj. nemusí být veřejně dostupná.</i>	
Koneční uživatelé a popis jejich práce s výsledkem	SÚJB, hodnotitelé integrity TNR
Předpokládaný způsob implementace	Technická zpráva shrnující výsledky výpočtů případně experimentů. Slouží jako stručná informace pro uživatele a vedoucí pracovníky.
Za užití a implementaci výsledku odpovídá v projektu	Tereza Marková
Certifikaci zajistí	Není relevantní
Osoby participující na využití výsledku	Michaela Ratajová , Tereza Marková

Etapový (kvartální) plán pro dosažení výsledku při řešení projektu (předpoklad vždy na konci kvartálu) s předpokladem nákladů	
7.kvartál	
8.kvartál	

Součet přímých nákladů na výsledek (bez činností)	
Trvání činností v hod celkem	680 hod
Celkové předpokládané projektové náklady na výsledek (činnosti+přímé náklady bez projektové režie 20% / včetně projektové režie 20%)	

Naformátováno: Čeština

Výsledek č. 3 kód: 0	
Výzkumná zpráva obsahující úplné výsledky projektu studia vlastností materiálů TNR za teplot vyšších než 350°C	
<i>„Ostatní výsledky“ jsou takové výsledky, které nesplňují kritéria pro výše uvedené, přesně definované druhy výsledků. Mezi tyto výsledky patří také poznatky a dovednosti v souladu s § 2 odst. 2, písmeno k) zákona o podpoře výzkumu, vývoje a inovací, které se očekávají jako výsledky veřejné zakázky a které tvoří rovněž přínosy programu BETA2.</i>	
Koneční uživatelé a popis jejich práce s výsledkem	SÚJB, hodnotitelé integrity TNR
Předpokládaný způsob implementace	Kompletní zpráva obsahující všechny výsledky, a to jak modelování a výpočtových analýz, tak i experimentů slouží jako technický podklad pro vyvinutou metodiku a bezpečnostní návod. Obsahuje i ověření funkčnosti vyvinuté metodiky.
Za užití a implementaci výsledku odpovídá v projektu	Tereza Marková
Certifikaci zajistí	Není relevantní
Osoby participující na využití výsledku	Michaela Ratajová, Tereza Marková

Etapový (kvartální) plán pro dosažení výsledku při řešení projektu (předpoklad vždy na konci kvartálu) s předpokladem nákladů	
1.kvartál	
2.kvartál	

3.kvartál	
4.kvartál	
5.kvartál	
6.kvartál	
7.kvartál	
8.kvartál	
Položka přímých nákladů -	Výdaje na experimenty
Součet přímých nákladů na výsledek (bez činností)	
Trvání činností v hod celkem	4 990 hod
Celkové předpokládané projektové náklady na výsledek (činnosti+přímé náklady bez projektové režie 20% / včetně projektové režie 20%)	

Naformátováno: Čeština

Indikativní údaje pro výsledky a vazbu na požadované činnosti při řešení:

č. 1 - Nmet – Metodika hodnocení integrity materiálu tlakové nádoby reaktoru při vysokých teplotách způsobených roztavením vnitřních částí reaktoru včetně palivových článků.				
Činnost	Popis činnosti	Uvažovaná odbornost pro činnost	Počet hodin/cena	Celkem Kč
SUJB05, povinná, Sestavování metodiky pro	Z výsledků výpočtů a hodnocení integrity TNR bude vytvořena metodika	Zkušený odborník s praxí vytváření metodik a bezpečnostních	420	

posouzení integrity TNR	umožňující pracovníkům dozoru zhodnotit bezpečnost reaktoru pro konkrétní typy havárií a jejich vývoj.	návodů. PhD		
Celkem 420 hodin				

<p>č. 2 - Souhrn – Mechanické vlastnosti materiálu TNR při vysokých teplotách, stručný souhrn analytických a experimentálních výsledků</p>				
Činnost (kód)- Povinná?	Popis činnosti	Uvažovaná odbornost pro činnost	Počet hodin/cena	Celkem Kč
SUJB04, povinná, Interpretace a shrnutí výsledků výpočtů a experimentů	Výsledky odhadů ověření metodiky hodnocení integrity a výsledky experimentálních prací budou interpretovány a shrnuty pro vedoucí pracovníky	Zkušený materiálový inženýr PhD Zkušený odborník na pevnostní výpočty, VŠ	680	
Celkem 680 hodin				

<p>č. 3 - 0 – Výzkumná zpráva obsahující úplné výsledky projektu studia vlastností materiálu TNR za teplot vyšších než 350°C</p>				
Činnost (kód)- Povinná?	Popis činnosti	Uvažovaná odbornost pro činnost	Počet hodin/cena	Celkem Kč
SUJB01, povinná, Sběr dat o materiálu TNR	Shromáždění dat o materiálech použitých při výrobě TNR typu VVER-1000. Zahrnuje údaje jak teoretické tak experimentálně získané od	Zkušený odborník materiálového výzkumu, VŠ	220	

	projektanta, výrobce, výzkumných institucí i organizací zajišťujících údržbu TNR.			
SUJB02, povinná, Experimentální zjišťování dat o materiálech TNR VVER1000	Data o materiálech použitých na TNR VVER 1000 zjištěných sběrem budou doplněna vlastními daty zjištěnými z experimentů (testů, zkoušek). Zvýšená pozornost bude věnována datům týkajícím se teplot nad 350°C.	Zkušený materiálový inženýr (VŠ) se zkušeností z testování materiálu	1 250	
SUJB03, povinná, Výpočty chování materiálu TNR při tavení AZ	Výpočtově bude modelována situace ve stěně TNR při tavení aktivní zóny (AZ) reaktoru: pevnostní poměry při zadaných tepelných tocích na stěnu TNR. Ze známých dat o materiálech TNR a tlakového a teplotního pole bude usuzováno na jeho integritu. Budou spočteny pevnostní poměry pro různé varianty stavu coria a jejich časový	Zkušený odborník odborník na výpočty AZ a pevnostní výpočty TNR, PhD	3 000	

	průběh.			
Celkem 4 990 hodin				

Výchozí technické podmínky pro řešení projektu

Použitelnost vypracované metodiky: Vypracovaná metodika musí být použitelná v posuzování bezpečnosti

Výchozí netechnické podmínky pro řešení projektu

Dodržení termínu dokončení a rozpočtu: Termín dokončení musí být dodržen a rozpočtu nepřekročen

Otázky na řešitele:

Žádné otázky

Tento projektový rámec je pouze indikativní a nezávazný podklad pro jednací typy řízení.

Schválil: