

Energy Well - projektové řešení demonstrační jednotky malého modulárního reaktoru chlazeného fluoridovými solemi

Program:	TK - Program na podporu aplikovaného výzkumu, experimentálního vývoje a inovací THÉTA
Podprogram:	Podprogram 3 - Dlouhodobé technologické perspektivy
Doba řešení:	07/2019 - 06/2024
Stupeň důvěrnosti údajů:	C - Předmět řešení projektu podléhá obchodnímu tajemství (§ 504 zákona č. 89/2012 Sb., občanský zákoník), ale název projektu, cíle projektu a u ukončeného nebo zastaveného projektu zhodnocení výsledku řešení projektu dodané do CEP, jsou upraveny tak, aby byly zveřejnitelné.
Hlavní příjemce:	Centrum výzkumu Řež s.r.o.
Řešitel:	Ing. Petr Březina M.Sc.

Čestně prohlašuji, že všechny uvedené údaje v návrhu projektu jsou pravdivé. Zároveň prohlašuji, že v případě, že jsem v návrhu projektu žádal o účinnou spolupráci mezi uchazeči dle článku 2, bodu 90 Nařízení, jsou tito uchazeči navzájem na sobě nezávislými subjekty (tzn., nejsou partnerské či propojené subjekty) v souladu s čl. 3 Přílohy 1 Nařízení.

Čestně prohlašuji, že podstata návrhu projektu nebo jeho části není známa nebo nebyla řešena v rámci jiného projektu nebo výzkumného záměru a/nebo v současnosti není návrh projektu nebo jeho část předmětem jiného návrhu projektu nebo výzkumného záměru v ČR nebo v zahraničí.

Podněty týkající se podezření z korupčního jednání je možno zasílat na e-mailovou adresu protikorupci@tacr.cz.

Další uchazeč projektu:	ÚJV Řež, a. s.
Další řešitel:	Ing. Radim Vočka
Další uchazeč projektu:	České vysoké učení technické v Praze
Další řešitel:	doc. Ing. Václav Dostál Sc.D.

1. Identifikační údaje projektu

Identifikační kód projektu

Identifikační kód projektu
TK02030125

Název projektu v českém jazyce

Název projektu v českém jazyce
Energy Well - projektové řešení demonstrační jednotky malého modulárního reaktoru chlazeného fluoridovými solemi

Název projektu v anglickém jazyce

Název projektu v anglickém jazyce
Energy Well - Design solution for a demonstration unit of a small modular reactor cooled by fluoride salts

Název projektu - akronym

Název projektu - akronym
Energy Well

Doba trvání projektu

Datum zahájení

Datum zahájení
07/2019

Datum ukončení

Datum ukončení
06/2024

Veřejná soutěž, do které je daný projekt podáván

Veřejná soutěž, do které je daný projekt podáván
2. veřejná soutěž Programu na podporu aplikovaného výzkumu, experimentálního vývoje a inovací THÉTA

Program, do kterého je daný projekt podáván v rámci soutěže

Program, do kterého je daný projekt podáván v rámci soutěže
TK-Program na podporu aplikovaného výzkumu, experimentálního vývoje a inovací THÉTA

Podprogram, do kterého je daný projekt podáván v rámci programu

Podprogram, do kterého je daný projekt podáván v rámci programu
Podprogram 3 - Dlouhodobé technologické perspektivy

2. Uchazeči projektu

Hlavní příjemce – [P] Centrum výzkumu Řež s.r.o.

Identifikační údaje

Role uchazeče na projektu Hlavní příjemce	IČ 26722445	DIČ / VAT-ID CZ26722445
Obchodní jméno Centrum výzkumu Řež s.r.o.	Organizační jednotka	Kód organizační jednotky
Právní forma POO – Právnícká osoba zapsaná v obchodním rejstříku (zákon č. 304/2013 Sb., o veřejných rejstřících právnických a fyzických osob) – Společnost s ručením omezeným		
Typ organizace VO - Výzkumná organizace		
Typ výzkumné organizace - podrobnější specifikace ostatní VO - výzkumná organizace mimo VVS a VVI		

Adresa sídla

Název ulice Hlavní	Číslo popisné 130	Číslo orientační
Obec Husinec	Část obce	PSČ 25068
Okres Praha-východ	Kraj Středočeský kraj	Stát Česká republika

Ostatní údaje

WWW adresa www.cvrez.cz	ID Datové schránky pa3vgcj
Datum vzniku společnosti 09.10.2002	
Způsob jednání za společnost/subjekt jménem společnosti jednají vždy dva jednatele	

Komentář k automaticky vyplněným údajům

Komentář k automaticky vyplněným údajům

Statutární orgán

Milan Patřík

Tituly před jménem Ing.	Jméno Milan	Příjmení Patřík	Tituly za jménem MBA.
Role Jednatel	Telefon	Email	

Údaje potřebné pro vyžádání výpisu rejstříku z trestů

Stát narození CZ	Státní občanství CZ	Rodné příjmení Patrik	Datum narození 25.04.1960
---------------------	------------------------	--------------------------	------------------------------

Ján Milčák

Tituly před jménem Ing.	Jméno Ján	Příjmení Milčák	Tituly za jménem
Role Jednatel	Telefon +420266172384	Email jan.milcak@cvrez.cz	

Údaje potřebné pro vyžádání výpisu rejstříku z trestů

Stát narození CZ	Státní občanství CZ	Rodné příjmení Milčák	Rodné číslo Skryto
---------------------	------------------------	--------------------------	-----------------------

Daniel Jiříčka

Tituly před jménem Ing.	Jméno Daniel	Příjmení Jiříčka	Tituly za jménem
Role Předseda dozorčí rady	Telefon 266173532	Email daniel.jiricka@ujv.cz	

Údaje potřebné pro vyžádání výpisu rejstříku z trestů

Stát narození CZ	Státní občanství CZ	Rodné příjmení Jiříčka	Rodné číslo Skryto
---------------------	------------------------	---------------------------	-----------------------

Michaela Neprašová

Tituly před jménem	Jméno Michaela	Příjmení Neprašová	Tituly za jménem M.Sc.
Role Člen dozorčí rady	Telefon	Email	

Údaje potřebné pro vyžádání výpisu rejstříku z trestů

Stát narození	Státní občanství	Rodné příjmení	Rodné číslo Skryto
---------------	------------------	----------------	-----------------------

Vladimír Stratil

Tituly před jménem Ing.	Jméno Vladimír	Příjmení Stratil	Tituly za jménem MBA
Role Člen dozorčí rady	Telefon 266173670	Email Vladimir.Stratil@ujv.cz	

Údaje potřebné pro vyžádání výpisu rejstříku z trestů

Stát narození CZ	Státní občanství CZ	Rodné příjmení Stratil	Rodné číslo Skryto
---------------------	------------------------	---------------------------	-----------------------

Komentář k automaticky vyplněným údajům

Komentář k automaticky vyplněným údajům

Finanční ukazatele

Relevantní položky z rozvahy a výkazu zisku a ztrát

Ukazatel	Jednotka	Zdroj	2014	2015	2016	2017
Tržby za prodej zboží	tis. Kč	Výkaz zisku a ztrát	0	0	0	0
Výkony	tis. Kč	Výkaz zisku a ztrát	-189 714	129 326	0	0
Přidaná hodnota	tis. Kč	Výkaz zisku a ztrát	-391 096	-134 186	-94 918	0
Osobní náklady	tis. Kč	Výkaz zisku a ztrát	190 536	216 218	224 485	0
Odpisy	tis. Kč	Výkaz zisku a ztrát	18 147	18 921	17 543	0
Provozní hospodářský výsledek	tis. Kč	Výkaz zisku a ztrát	6 352	679	8 567	0
Finanční hospodářský výsledek	tis. Kč	Výkaz zisku a ztrát	-1 861	-4	-3 941	0
Hospodářský výsledek za účetní období	tis. Kč	Výkaz zisku a ztrát	599	3 569	1 187	0
Aktiva	tis. Kč	Rozvaha	1 103 003	1 571 156	943 770	0
Dlouhodobý hmotný majetek	tis. Kč	Rozvaha	530 952	1 003 420	403 337	0
Oběžná aktiva	tis. Kč	Rozvaha	552 918	560 983	534 465	0
Zásoby	tis. Kč	Rozvaha	85 714	171 716	160 505	0
Dlouhodobé pohledávky	tis. Kč	Rozvaha	17 086	13 191	9 476	0
Krátkodobé pohledávky	tis. Kč	Rozvaha	171 987	193 752	70 379	0
Pohledávky z obchodního styku	tis. Kč	Rozvaha	79 245	18 380	15 417	0
Účty v bankách	tis. Kč	Rozvaha	277 668	181 928	293 811	0
Pasiva	tis. Kč	Rozvaha	1 103 003	1 571 156	943 770	0
Vlastní kapitál	tis. Kč	Rozvaha	333 757	377 326	369 977	0
Výsledek běžného účetního období	tis. Kč	Rozvaha	599	3 569	1 187	0
Cizí zdroje	tis. Kč	Rozvaha	715 823	1 163 253	573 793	0
Dlouhodobé závazky	tis. Kč	Rozvaha	45 120	42 470	26 793	0
Krátkodobé závazky	tis. Kč	Rozvaha	570 610	899 129	295 682	0
Závazky z obchodního styku	tis. Kč	Rozvaha	91 235	4 042	9 533	0
Bankovní úvěry a výpomoci	tis. Kč	Rozvaha	33 198	164 405	161 905	0

Finanční ukazatele - další ukazatele

Ukazatel	Jednotka	2014	2015	2016	2017
Rentabilita aktiv (ROA)	%	0,05	0,23	0,13	0
Běžná likvidita (L3)	-	1	1	2	0
Celková zadluženost (CZ)	%	64,90	74,04	60,80	0
Rentabilita tržeb (ROS)	%	0,49	3,37	0	0

Kritéria hodnocení podniku v obtížích

Ukazatel	Jednotka	Zdroj	2014	2015	2016	2017
A.I Základní kapitál	tis. Kč	Rozvaha	305 277	305 277	305 277	0
A.II.1 Emisní ažio	tis. Kč	Rozvaha	0	0	0	0
A.II.2 Ostatní kapitálové fondy	tis. Kč	Rozvaha	77 707	117 707	117 707	0
A.III Fondy ze zisku	tis. Kč	Rozvaha	454	484	662	0
A.IV Výsledek hospodaření minulých let	tis. Kč	Rozvaha	-50 280	-49 711	-54 856	0
A.V Výsledek hospodaření	tis. Kč	Rozvaha	599	3 569	1 187	0
A.VI Výše zálohové výplaty podílu na zisku (bude vždy záporné hodnoty)	tis. Kč	Rozvaha	0	0	0	0

Komentář k automaticky vyplněným údajům

Komentář k automaticky vyplněným údajům

Vlastnická struktura

Vlastníci/Akcionáři

Fyzická/právní osoba Právní osoba	Jméno	Příjmení
Obchodní jméno ÚJV Řež, a. s.	Rodné číslo 46356088	Výše podílu v % 100
Komentář k výši podílu		

Beneficienti

Seznam beneficentů s podílem vlivu 10 % a více na uchazeči

Seznam beneficentů s podílem vlivu 10 % a více na uchazeči nejsou

Majetkové účasti

Obchodní jméno	IČ	Výše podílu v %
TSO - NR, a. s. v likvidaci	01944983	60

Dosavadní praxe

Dosavadní spolupráce s důrazem na uplatnění výsledků v praxi

Dosavadní spolupráce s důrazem na uplatnění výsledků v praxi

V rámci řešení projektů v oblasti výzkumu a vývoje navázal uchazeč Centrum výzkumu Řež s.r.o. spolupráci s celou řadou českých podniků (ČEPS, a.s., ČEZ, a. s., EGÚ Brno, a.s., ŠKODA JS a.s., Doosan Škoda Power s.r.o., ATEKO a.s., ÚJV Řež, a. s. etc.) a s předními českými výzkumnými organizacemi a univerzitami. Účinná spolupráce ve výzkumu byla realizována se společností SIGMA Výzkumný a vývojový ústav, s.r.o.

Uchazeč v uplynulých 5 letech realizoval či v současnosti realizuje projekty v následujících programech, v rámci nichž uplatňoval, uplatňuje či bude uplatňovat výsledky v praxi.

TAČR:

- 9 projektů v rámci programu ALFA
- 4 projekty v rámci programu EPSILON
- 1 projekt v rámci programu GAMA
- 6 projektů v rámci programu THÉTA

MV ČR:

- 4 projekty v rámci programu Bezpečnostní výzkum

MPO :

- 3 projekty výzkumu a vývoje v rámci programu TRIO

Dále byly či jsou realizovány uchazečem projekty VaV:

MŠMT:

- 1 projekt financovaný z OP VaVpl
- 1 projekt financovaný z OP VVV
- 1 projekt z NPU II
- 1 projekt v rámci programu EUPRO II
- 1 projekt v rámci programu KONTAKT II

EK:

- 9 projektů financovaných prostřednictvím 7. Rámcového programu EK
- 8 projektů financovaných prostřednictvím programu H2020

V minulosti bylo uchazečem podáno více než 32 patentů, užitných a průmyslových vzorů.

Předpokládané přínosy pro uchazeče

Předpokládané přínosy pro uchazeče

Projekt Energy Well je kulminací dosavadního dlouhodobého výzkumu solných jaderných reaktorů. Přináší spojení termohydraulického, neutronového a materiálového výzkumu do jednotného designu a umožňuje uchazeči využít synergií mezi jednotlivými výzkumnými úkoly. Vzhledem k novosti solných reaktorů stále chybí velké množství poznatků základního a aplikovaného výzkumu umožňujících vytvoření technologických zařízení převádějících tuto technologii do praxe. Výstupy projektu umožní posunout aktuální stav vědy v oboru, ve kterém se Centrum výzkumu Řež řadí mezi světovou špičku. Jedním z hlavních výstupů projektu bude zpřesnění korelace pro přestup tepla u vybraných fluoridových solí, což představuje nezbytnou podmínku pro vytvoření koncepčního návrhu designu (conception design) základních systémových komponent malých modulárních jaderných reaktorů chlazených tekutými solemi.

Existující know-how a materiální a technické vybavení

Existující know-how a materiální a technické vybavení

Centrum výzkumu Řež s.r.o. (dále jen CVŘ) je výzkumnou organizací zaměřenou na výzkum, vývoj a inovace v oboru jaderné energetiky. CVŘ vlastní a provozuje velmi specifickou infrastrukturu nezbytnou k řešení předkládaného projektu, která je unikátní nejen v České republice. Experimentální reaktor LR-0 je unikátním zařízením obecně vhodným právě pro měření neutronové fyziky, včetně neutroniky uvažovaných solí měřené metodou vložné zóny. Dále disponuje laboratoří fluorové chemie vybavené pro práce s plynným fluorem, fluoridy aktinoidů (U, Th) a fluoridovými taveninami. V neposlední řadě provozuje experimentální smyčku sCO₂, pracující se superkritickým oxidem uhličitým, umožňující provedení experimentálního měření na výměníku sůl/sCO₂ a tím získání unikátních výsledků.

Osoby podílející se na řešení projektu za uchazeče

Osoba	Role
Ing. Petr Březina, M.Sc.	Řešitel
Ing. Marek Ruščák	Člen řešitelského týmu
ing. Otakar Frýbort	Člen řešitelského týmu
Ing. Martin Mareček	Člen řešitelského týmu

Další účastník - [D] ÚJV Řež, a. s.

Identifikační údaje

Role uchazeče na projektu Další účastník	iČ 46356088	DIČ / VAT-ID CZ46356088
Obchodní jméno ÚJV Řež, a. s.	Organizační jednotka	Kód organizační jednotky
Právní forma POO – Právnícká osoba zapsaná v obchodním rejstříku (zákon č. 304/2013 Sb., o veřejných rejstřících právnických a fyzických osob) – Akciová společnost		
Typ organizace VP - Velký podnik		

Adresa sídla

Název ulice Hlavní	Číslo popisné 130	Číslo orientační
Obec Husinec	Část obce	PSČ 25068
Okres Praha-východ	Kraj Středočeský kraj	Stát Česká republika

Ostatní údaje

WWW adresa http://www.ujv.cz	ID Datové schránky n3puyxq
Datum vzniku společnosti 01.01.1993	
Způsob jednání za společnost/subjekt Jménem společnosti jednají vždy společně alespoň dva členové představenstva;	

Komentář k automaticky vyplněným údajům

Komentář k automaticky vyplněným údajům

Statutární orgán

Patrik Špátzal

Tituly před jménem Ing.	Jméno Patrik	Příjmení Špátzal	Tituly za jménem MBA.
Role Člen představenstva	Telefon	Email	

Údaje potřebné pro vyžádání výpisu rejstříku z trestů

Stát narození	Státní občanství	Rodné příjmení	Rodné číslo
			Skryto

Vladimír Stratil

Tituly před jménem Ing.	Jméno Vladimír	Příjmení Stratil	Tituly za jménem MBA
Role Člen představenstva	Telefon 266173670	Email Vladimir.Stratil@ujv.cz	

Údaje potřebné pro vyžádání výpisu rejstříku z trestů

Stát narození CZ	Státní občanství CZ	Rodné příjmení Stratil	Rodné číslo Skryto
---------------------	------------------------	---------------------------	-----------------------

Lucie Židová

Tituly před jménem Ing.	Jméno Lucie	Příjmení Židová	Tituly za jménem Ph.D.
Role Člen představenstva	Telefon 227133313	Email lucie.zidova@ujv.cz	

Údaje potřebné pro vyžádání výpisu rejstříku z trestů

Stát narození CZ	Státní občanství CZ	Rodné příjmení Židová	Rodné číslo Skryto
---------------------	------------------------	--------------------------	-----------------------

Michaela Neprašová

Tituly před jménem	Jméno Michaela	Příjmení Neprašová	Tituly za jménem M.Sc.
Role Člen představenstva	Telefon	Email	

Údaje potřebné pro vyžádání výpisu rejstříku z trestů

Stát narození	Státní občanství	Rodné příjmení	Rodné číslo Skryto
---------------	------------------	----------------	-----------------------

Daniel Jiříčka

Tituly před jménem Ing.	Jméno Daniel	Příjmení Jiříčka	Tituly za jménem
Role Předseda představenstva	Telefon 266173532	Email daniel.jiricka@ujv.cz	

Údaje potřebné pro vyžádání výpisu rejstříku z trestů

Stát narození CZ	Státní občanství CZ	Rodné příjmení Jiříčka	Rodné číslo Skryto
---------------------	------------------------	---------------------------	-----------------------

Bohdan Zronek

Tituly před jménem Ing.	Jméno Bohdan	Příjmení Zronek	Tituly za jménem
Role Předseda dozorčí rady	Telefon	Email	

Údaje potřebné pro vyžádání výpisu rejstříku z trestů

Stát narození	Státní občanství	Rodné příjmení	Datum narození 21.01.1971
---------------	------------------	----------------	------------------------------

Michaela Hrobská

Tituly před jménem JUDr.	Jméno Michaela	Příjmení Hrobská	Tituly za jménem MBA.
Role Člen dozorčí rady	Telefon	Email	

Údaje potřebné pro vyžádání výpisu rejstříku z trestů

Stát narození	Státní občanství	Rodné příjmení	Datum narození 04.06.1975
---------------	------------------	----------------	------------------------------

Pavel Král

Tituly před jménem	Jméno Pavel	Příjmení Král	Tituly za jménem
Role Člen dozorčí rady	Telefon 266172447	Email pavel.kral@ujv.cz	

Údaje potřebné pro vyžádání výpisu rejstříku z trestů

Stát narození CZ	Státní občanství CZ	Rodné příjmení Král	Datum narození 13.08.1966
---------------------	------------------------	------------------------	------------------------------

Miloš Kytka

Tituly před jménem Ing.	Jméno Miloš	Příjmení Kytka	Tituly za jménem
Role Člen dozorčí rady	Telefon +420266173537	Email milos.kytka@ujv.cz	

Údaje potřebné pro vyžádání výpisu rejstříku z trestů

Stát narození	Státní občanství CZ	Rodné příjmení	Rodné číslo Skryto
---------------	------------------------	----------------	-----------------------

Marek Šlégl

Tituly před jménem Mgr.	Jméno Marek	Příjmení Šlégl	Tituly za jménem
Role Člen dozorčí rady	Telefon +420211042613	Email marek.slegl@cez.cz	

Údaje potřebné pro vyžádání výpisu rejstříku z trestů

Stát narození CZ	Státní občanství CZ	Rodné příjmení Šlégl	Rodné číslo Skryto
---------------------	------------------------	-------------------------	-----------------------

Zbyněk Mrázek

Tituly před jménem Ing.	Jméno Zbyněk	Příjmení Mrázek	Tituly za jménem
Role Člen dozorčí rady	Telefon	Email	

Údaje potřebné pro vyžádání výpisu rejstříku z trestů

Stát narození	Státní občanství	Rodné příjmení	Datum narození 23.10.1961
---------------	------------------	----------------	------------------------------

Martin Jašek

Tituly před jménem Ing.	Jméno Martin	Příjmení Jašek	Tituly za jménem MA
Role Člen dozorčí rady	Telefon +420266173533	Email Martin.Jasek@ujv.cz	

Údaje potřebné pro vyžádání výpisu rejstříku z trestů

Stát narození CZ	Státní občanství CZ	Rodné příjmení Jašek	Rodné číslo Skryto
---------------------	------------------------	-------------------------	-----------------------

Ladislav Štěpánek

Tituly před jménem Ing.	Jméno Ladislav	Příjmení Štěpánek	Tituly za jménem
Role Člen dozorčí rady	Telefon +420211045208	Email ladislav.stepanek@cez.cz	

Údaje potřebné pro vyžádání výpisu rejstříku z trestů

Stát narození CZ	Státní občanství CZ	Rodné příjmení Štěpánek	Rodné číslo Skryto
---------------------	------------------------	----------------------------	-----------------------

Vilém Hanzal

Tituly před jménem Ing.	Jméno Vilém	Příjmení Hanzal	Tituly za jménem Ph.D.
Role Člen dozorčí rady	Telefon +420 227133515	Email Vilém.Hanzal@ujv.cz	

Údaje potřebné pro vyžádání výpisu rejstříku z trestů

Stát narození	Státní občanství CZ	Rodné příjmení	Rodné číslo Skryto
---------------	------------------------	----------------	-----------------------

Komentář k automaticky vyplněným údajům

Komentář k automaticky vyplněným údajům

Statutární orgán ÚJV Řež, a. s. tvoří pět členů, a to: Ing. Daniel Jiříčka - předseda představenstva, Ing. Patrik Špátzal, MBA - člen představenstva, Ing. Vladimír Stratil, MBA - člen představenstva, Michaela Neprašová, M.Sc. - člen představenstva, Ing. Lucie Židová, Ph.D. - člen představenstva

Finanční ukazatele

Relevantní položky z rozvahy a výkazu zisku a ztrát

Ukazatel	Jednotka	Zdroj	2014	2015	2016	2017
Tržby za prodej zboží	tis. Kč	Výkaz zisku a ztrát	0	0	0	0
Výkony	tis. Kč	Výkaz zisku a ztrát	1 137 024	1 200 045	0	1 628 027
Přidaná hodnota	tis. Kč	Výkaz zisku a ztrát	654 419	643 760	745 189	807 147
Osobní náklady	tis. Kč	Výkaz zisku a ztrát	572 483	530 628	559 323	641 996
Odpisy	tis. Kč	Výkaz zisku a ztrát	86 614	83 933	89 543	93 976
Provozní hospodářský výsledek	tis. Kč	Výkaz zisku a ztrát	65 490	126 046	147 537	123 508
Finanční hospodářský výsledek	tis. Kč	Výkaz zisku a ztrát	2 728	2 614	-1 145	-41 537
Hospodářský výsledek za účetní období	tis. Kč	Výkaz zisku a ztrát	62 027	98 797	130 567	62 642
Aktiva	tis. Kč	Rozvaha	2 279 494	2 333 249	2 565 183	2 647 596
Dlouhodobý hmotný majetek	tis. Kč	Rozvaha	923 795	850 266	882 404	926 350
Oběžná aktiva	tis. Kč	Rozvaha	885 716	1 014 206	1 229 025	1 358 695
Zásoby	tis. Kč	Rozvaha	81 164	111 645	78 637	88 283
Dlouhodobé pohledávky	tis. Kč	Rozvaha	68 737	105 768	119 999	117 658
Krátkodobé pohledávky	tis. Kč	Rozvaha	436 133	502 130	638 521	545 662
Pohledávky z obchodního styku	tis. Kč	Rozvaha	389 322	439 124	604 827	520 675
Účty v bankách	tis. Kč	Rozvaha	295 330	290 153	387 611	604 227
Pasiva	tis. Kč	Rozvaha	2 279 494	2 333 249	2 565 183	2 647 596
Vlastní kapitál	tis. Kč	Rozvaha	1 271 667	1 370 465	1 501 032	1 591 110
Výsledek běžného účetního období	tis. Kč	Rozvaha	62 027	98 797	130 567	62 642
Cizí zdroje	tis. Kč	Rozvaha	974 140	941 555	1 039 720	1 019 813
Dlouhodobé závazky	tis. Kč	Rozvaha	16 822	13 124	9 426	5 729
Krátkodobé závazky	tis. Kč	Rozvaha	371 961	342 075	430 569	405 560
Závazky z obchodního styku	tis. Kč	Rozvaha	180 060	148 058	226 414	204 542
Bankovní úvěry a výpomoci	tis. Kč	Rozvaha	46 200	75 000	75 000	75 000

Finanční ukazatele - další ukazatele

Ukazatel	Jednotka	2014	2015	2016	2017
Rentabilita aktiv (ROA)	%	2,72	4,23	5,09	2,37
Běžná likvidita (L3)	-	2	3	3	3
Celková zadluženost (CZ)	%	42,73	40,35	40,53	38,52
Rentabilita tržeb (ROS)	%	0	0	0	0

Kritéria hodnocení podniku v obtížích

Ukazatel	Jednotka	Zdroj	2014	2015	2016	2017
A.I Základní kapitál	tis. Kč	Rozvaha	524 139	524 139	524 139	524 139
A.II.1 Emisní ažio	tis. Kč	Rozvaha	0	0	0	0
A.II.2 Ostatní kapitálové fondy	tis. Kč	Rozvaha	85 149	85 149	85 149	85 149
A.III Fondy ze zisku	tis. Kč	Rozvaha	250 067	262 909	257 740	382 327
A.IV Výsledek hospodaření minulých let	tis. Kč	Rozvaha	350 285	399 471	503 437	509 486
A.V Výsledek hospodaření	tis. Kč	Rozvaha	62 027	98 797	130 567	62 642
A.VI Výše zálohové výplaty podílu na zisku (bude vždy záporné hodnoty)	tis. Kč	Rozvaha	0	0	0	0

Komentář k automaticky vyplněným údajům

Komentář k automaticky vyplněným údajům

Vlastnická struktura

Vlastníci/Akcionáři

Fyzická/právnícká osoba Právnícká osoba	Jméno	Příjmení
Obchodní jméno Slovenské elektrárne, a.s.	Rodné číslo 35829052	Výše podílu v % 27.77
Komentář k výši podílu		
Fyzická/právnícká osoba Právnícká osoba	Jméno	Příjmení
Obchodní jméno OBEC HUSINEC	Rodné číslo 00240231	Výše podílu v % 2.38
Komentář k výši podílu		
Fyzická/právnícká osoba Právnícká osoba	Jméno	Příjmení
Obchodní jméno ČEZ, a. s.	Rodné číslo 45274649	Výše podílu v % 52.46
Komentář k výši podílu		
Fyzická/právnícká osoba Právnícká osoba	Jméno	Příjmení
Obchodní jméno ŠKODA JS a.s.	Rodné číslo 25235753	Výše podílu v % 17.39
Komentář k výši podílu		

Beneficienti

Seznam beneficentů s podílem vlivu 10 % a více na uchazeči

Seznam beneficentů s podílem vlivu 10 % a více na uchazeči ČEZ, a.s.: 52,46% Slovenské elektrárny, a.s.: 27,77% ŠKODA JS a.s.: 17,39%
--

Majetkové účasti

Obchodní jméno Centrum výzkumu Řež s.r.o.	iČ 26722445	Výše podílu v % 100
Obchodní jméno Nuclear Safety & Technology Centre s.r.o., v likvidaci	iČ 27091490	Výše podílu v % 40
Obchodní jméno Ústav aplikované mechaniky Brno, s.r.o.	iČ 60715871	Výše podílu v % 100
Obchodní jméno EGP INVEST, spol. s r.o.	iČ 16361679	Výše podílu v % 100
Obchodní jméno Výzkumný a zkušební ústav Plzeň s.r.o.	iČ 47718684	Výše podílu v % 100
Obchodní jméno ENERGOPROJEKT SLOVAKIA a.s.	iČ 31381570	Výše podílu v % 34

Dosavadní praxe

Dosavadní spolupráce s důrazem na uplatnění výsledků v praxi

<p>Dosavadní spolupráce s důrazem na uplatnění výsledků v praxi</p> <p>Výzkumná a vývojová činnost zůstává důležitou součástí aktivit ÚJV Řež. Mezi nejvýznamnější spolupracující instituce lze zařadit české vysoké školy, podniky holdingu ČEZ (zejména JE Temelín a JE Dukovany), ŠKODA JS v Plzni, Chemcomex Praha a.s., SÚJB a SÚRAO.</p> <p>ÚJV Řež má široké zkušenosti s uplatněním výsledků VaV v praxi, což dokládají následující výsledky:</p> <p>Program ANDREA, vyvinutý v rámci projektu "Vývoj nástrojů nové generace Projekt POKROK MPO ČR, číslo 1H-PK2/07", je nyní rutinně využíván pro analýzy pro potřeby JE Temelín. V roce 2014 byla dále poskytnuta licence k jeho využití společnosti ALVEL, a.s. Program ANDREA byl dále vylepšen díky projektu TA „Zpřesnění výpočetních metod ...“, 02020840 a následně byla nová licence poskytnuta slovenskému Úřadu jadrového dozoru. Projekt byl řešen v účinné spolupráci s ČVUT.</p> <p>Program OPTIMAL, jehož vývoj byl podpořen v rámci projektů FB-C3/36 -Vývoj pokročilých metod a prostředků pro optimalizaci palivových vsázek reaktorů VVER a 2A-3TP1/098 je rutinně používán pro optimalizaci palivových vsázek na JE Dukovany.</p> <p>Program LPOPT, vyvinutý s přispěním projektu „Bezpečnost nové generace JE, FR-T13/615“ je nyní rutinně využíván v zakázkách pro ČEZ, a.s., elektrárnu Temelín.</p>
--

Předpokládané přínosy pro uchazeče

Předpokládané přínosy pro uchazeče

Rozšíření znalostí a zkušeností a získání nových vlastních výpočetních nástrojů dále aplikovatelných při přípravě a realizaci energetických bloků s malými modulárními reaktory. Tyto nástroje budou uplatnitelné na mezinárodní úrovni. Účast v projektu a získané znalosti umožní ÚJV poskytovat budoucím výrobcům a uživatelům energetických bloků kvalifikovanou podporu při optimalizaci aktivní zóny jednotek Energy Well a tím zvýšit konkurenceschopnost těchto energetických bloků.

Existující know-how a materiální a technické vybavení

Existující know-how a materiální a technické vybavení

ÚJV Řež disponuje potřebných materiálním a technickým vybavením pro řešení projektu - tedy především licencemi k potřebnému výpočetnímu software a dostatečnými výpočetními kapacitami na vlastních výpočetních clusterech a pracovních stanicích.

Osoby podílející se na řešení projektu za uchazeče

Osoba	Role
Ing. Radim Vočka	Další řešitel

Další účastník - [D] České vysoké učení technické v Praze**Identifikační údaje**

Role uchazeče na projektu Další účastník	IČ 68407700	DIČ / VAT-ID CZ68407700
Obchodní jméno České vysoké učení technické v Praze	Organizační jednotka Fakulta strojní	Kód organizační jednotky 21220
Právní forma VVS - Veřejná nebo státní vysoká škola (zákon č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů) - Vysoká škola (veřejná, státní)		
Typ organizace VO - Výzkumná organizace		
Typ výzkumné organizace - podrobnější specifikace VVS - veřejná vysoká škola		

Adresa sídla

Název ulice Jugoslávských partyzánů	Číslo popisné 1580	Číslo orientační 3
Obec Praha 6	Část obce	PSČ 16000
Okres Hlavní město Praha	Kraj Hlavní město Praha	Stát Česká republika

Ostatní údaje

WWW adresa www.cvut.cz	ID Datové schránky p83j9ee
Datum vzniku společnosti 01.01.1999	
Způsob jednání za společnost/subjekt Za ČVUT jedná rektor.	

Komentář k automaticky vyplněným údajům

Komentář k automaticky vyplněným údajům

Statutární orgán

Vojtěch Petráček

Tituly před jménem Doc. RNDr.	Jméno Vojtěch	Příjmení Petráček	Tituly za jménem CSc.
Role rektor	Email Vojtech.Petracek@cvut.cz		

Údaje potřebné pro vyžádání výpisu rejstříku z trestů

Stát narození CZ	Státní občanství CZ	Rodné příjmení Petráček	Rodné číslo Skryto
---------------------	------------------------	----------------------------	-----------------------

Komentář k automaticky vyplněným údajům

Komentář k automaticky vyplněným údajům

Dosavadní praxe

Dosavadní spolupráce s důrazem na uplatnění výsledků v praxi

<p>Dosavadní spolupráce s důrazem na uplatnění výsledků v praxi</p> <p>ČVUT v Praze s ostatními uchazeči (ÚJV Řež, a.s., Centrum výzkumu Řež s.r.o.) spolupracuje na projektové úrovni dlouhodobě. Mezi nejvýznamnější společné projekty poslední doby patří:</p> <ul style="list-style-type: none"> - TE01020455 - Centrum pokročilých jaderných technologií (CANUT) (2012-2019, TA0/TE) - TH02020360 - Modelování vzniku CHF - krize varu pomocí výpočetních programů typu CFD (2017-2019, TA0/TH) - TH02020666 - Pokročilé analytické nástroje pro těžké havárie (2017-2020, TA0/TH) - FR-TI3/615 - Bezpečnost nové generace jaderných elektráren (2011-2014, MPO/FR)
--

Předpokládané přínosy pro uchazeče

<p>Předpokládané přínosy pro uchazeče</p> <p>České vysoké učení technické má významné znalosti a zkušenosti s tepelnými okruhy s nadkritickým oxidem uhličitým v nejaderných aplikacích realizovaných s komerčními subjekty. Účastí v projektu malého modulárního reaktoru s tepelným oběhem s nadkritickým oxidem uhličitým ČVUT rozšíří své znalosti i na jaderné technologie a zvýší tak svůj aplikační potenciál. Současně s tím se rozšíří i tým pracovníků věnující se tomuto oboru a v budoucnosti tak bude možné poskytovat služby v této oblasti ve větším rozsahu, než tomu bylo doposud.</p>

Existující know-how a materiální a technické vybavení

Existující know-how a materiální a technické vybavení

Uchazeč disponuje širokým přehledem energetických technologií nutných pro konkurence schopný návrh malého modulárního reaktoru. Mezi ně patří různé typy softwarů (komerčních i vlastních) pro modelování a optimalizaci tepelných oběhů a možných zapojení tepelných schémat malého modulárního reaktoru pro různé aplikace a typy nasazení. Pro kvalitní optimalizaci je třeba provést základní návrh komponent. Uchazeč disponuje rozsáhlými zkušenostmi s návrhem komponent pro jadernou i nejadernou část. Tyto znalosti jsou pro projekt klíčové, neboť celkový návrh malého modulárního reaktoru nelze realizovat bez kvalitní a komplexní rozvahy a nalezení klíčových návrhových parametrů, které zpětně ovlivňují jednotlivé dílčí úkoly projektu. Oblasti malých modulárních reaktorů a problematice tepelného oběhu

Osoby podílející se na řešení projektu za uchazeče

Osoba	Role
doc. Ing. Václav Dostál, Sc.D.	Další řešitel

3. Představení projektu

Proč projekt děláte?

Přínosy a dopady projektu

Vzhledem ke zvyšující se globální spotřebě nerostných surovin vzrůstá v posledních desetiletích jejich těžba v odlehlých lokalitách, které lze připojit ke stávajícím energetickým systémům jen s extrémně vysokými pořizovacími a provozními náklady. Dodávky elektrické energie a tepla jsou proto v těchto lokalitách řešeny většinou dieselgenerátorovými stanicemi s nízkou účinností, vysokými provozními náklady včetně vysokých nákladů na dopravu paliva a nízkou spolehlivostí, což vede k extrémně vysokým cenám elektrické energie a tepla. Provoz těchto zdrojů rovněž nežádoucím způsobem zatěžuje životní prostředí. Energetické jednotky s malými modulárními reaktory představují jedno z možných řešení uvedených problémů. Jejich výhodou jsou nižší provozní náklady, dlouhodobá nezávislost na dodávkách paliva, vysoká spolehlivost a nízká zátěž životního prostředí včetně eliminace emisí skleníkových plynů.

Projekt Energy Well je českou odpovědí na stále se zvyšující poptávku po takovémto řešení energetické otázky. Česká republika v současné době disponuje znalostmi v oboru reaktorů čtvrté generace, které ji staví mezi světovou špičku. Další rozvoj těchto znalostí projektem Energy Well vytvoří předpoklady k budoucímu prosazení českých firem jako výrobců rozhodujících komponent a dodavatele komerčních energetických bloků na světovém trhu s malými reaktory.

Předpokládané přínosy pro uchazeče

Předpokládané přínosy pro uchazeče Centrum výzkumu Řež s.r.o.

Projekt Energy Well je kulminací dosavadního dlouhodobého výzkumu solných jaderných reaktorů. Přináší spojení termohydraulického, neutronového a materiálového výzkumu do jednotného designu a umožňuje uchazeči využít synergii mezi jednotlivými výzkumnými úkoly. Vzhledem k novosti solných reaktorů stále chybí velké množství poznatků základního a aplikovaného výzkumu umožňujících vytvoření technologických zařízení převádějících tuto technologii do praxe. Výstupy projektu umožní posunout aktuální stav vědy v oboru, ve kterém se Centrum výzkumu Řež řadí mezi světovou špičku. Jedním z hlavních výstupů projektu bude zpřesnění korelace pro přestup tepla u vybraných fluoridových solí, což představuje nezbytnou podmínku pro vytvoření koncepčního návrhu designu (conception design) základních systémových komponent malých modulárních jaderných reaktorů chlazených tekutými solemi.

Předpokládané přínosy pro uchazeče ÚJV Řež, a. s.

Rozšíření znalostí a zkušeností a získání nových vlastních výpočetních nástrojů dále aplikovatelných při přípravě a realizaci energetických bloků s malými modulárními reaktory. Tyto nástroje budou uplatnitelné na mezinárodní úrovni. Účast v projektu a získané znalosti umožní ÚJV poskytovat budoucím výrobcům a uživatelům energetických bloků kvalifikovanou podporu při optimalizaci aktivní zóny jednotek Energy Well a tím zvýšit konkurenceschopnost těchto energetických bloků.

Předpokládané přínosy pro uchazeče České vysoké učení technické v Praze

České vysoké učení technické má významné znalosti a zkušenosti s tepelnými okruhy s nadkritickým oxidem uhličitým v nejaderných aplikacích realizovaných s komerčními subjekty. Účastí v projektu malého modulárního reaktoru s tepelným oběhem s nadkritickým oxidem uhličitým ČVUT rozšíří své znalosti i na jaderné technologie a zvýší tak svůj aplikační potenciál. Současně s tím se rozšíří i tým pracovníků věnující se tomuto oboru a v budoucnosti tak bude možné poskytovat služby v této oblasti ve větším rozsahu, než tomu bylo doposud.

Co chcete dělat?

V českém jazyce

V českém jazyce

Cílem projektu je vytvoření koncepčního návrhu (conceptional design) neaktivní demonstrační jednotky (scaled mock-up) a odpovídající projektové dokumentace. Projekt je součástí vývoje demonstrační jednotky s tímto reaktorem jakožto předpokladu pro jeho ověření a následnou realizaci. K tomuto návrhu jsou nezbytné unikátní znalosti řešitelského kolektivu z oblastí neutroniky a termohydrauliky reaktorů chlazených fluoridovými solemi. Výstupem je i metodika hodnocení bezpečnosti malých modulárních reaktorů typu FHR kterou aplikační garant (SÚJB) může využít metodický postup pro licenční hodnocení tohoto typu reaktoru.

V anglickém jazyce

V anglickém jazyce

The goal of the project is to create a conceptual design of scaled mock-up and the corresponding design documentation. The project is part of the development of a demonstration unit with this reactor as a necessity for its verification and its subsequent realization. This proposal requires a unique knowledge of the neutronics and thermohydraulics. One of the main results is a safety assessment methodology for safety assessment of small modular reactors of FHR type, which can be used for the licencing procedure of this type of reactor.

Jak to chcete dělat?

Postup řešení projektu

Hlavním cílem projektu je vytvoření koncepčního návrhu (conceptual design) neaktivní demonstrační jednotky (scaled mock-up) a odpovídající projektové dokumentace. Dílčí výstupy nezbytné pro dosažení cíle projektu jsou z oblastí termohydraulického (TH) výzkumu, výzkumu materiálů, neutroniky a technologického řešení celé jednotky. V oboru TH bude projekt zaměřen na vytvoření korelace přestupu tepla pro fluoridové soli – TH fluoridových solí je dosud málo probádanou vědeckou disciplínou, ve které chybí jak některé teoretické modely, tak experimentální data, tato část projektu bude proto zásadním přínosem pro daný obor. V oboru neutroniky bude výstupem model jaderného paliva pro reaktor EW. Tyto modely budou využity pro optimalizaci vlastností jaderného paliva, a to jeho geometrie i obohacení pro zvýšení efektivity využití částečně vyhořelého paliva. TH i neutronové poznatky doplní také materiálový výzkum, konkrétně studium stávajících (včetně komerčně dostupných) strukturálních materiálů kompatibilních s fluoridovými solemi, konkrétně FHR-slitin na bázi niklu, a kompatibility grafitu s FLIBE solemi a tetrafluoroboritanovými solemi. Nedílnou součástí bude také radiologická analýza reaktoru EW.

Technologická část projektu se bude zabývat jak vlastním koncepčním návrhem jednotky EW, tak identifikováním a návrhem podpůrných systémů nezbytných pro provoz reaktoru a celého energetického bloku. V rámci této části projektu budou identifikovány obálkové projektové havárie a následně provedeny bezpečnostní analýzy ověřující bezpečnost celého systému při projektových i nadprojektových stavech elektrárny. Proběhne také optimalizace tepelného schématu energetického systému jednotky, a to s ohledem na technologické možnosti jednotlivých komponent. Výstupem z výzkumné a vývojové části projektu bude souhrn znalostí definující nutné experimentální práce ověřující funkci, spolehlivost a bezpečnost jednotlivých komponent demonstrační jednotky jakožto nutného předpokladu k přípravě a realizaci výstavby prototypového jaderného zařízení. Vzhledem ke stále se zvyšující světové poptávce po malých modulárních reaktorech postavených dle filozofie jaderných reaktorů tzv. IV. generace většina světových států investuje do výzkumu a vývoje modulárních jednotek. Navržený projekt je však unikátní z hlediska technických předpokladů pro jeho realizaci a v ČR již dosažených znalostí. ČR v současné době vlastní jedinečnou technickou infrastrukturu umožňující výzkum a vývoj solných reaktorů. Podobnou infrastrukturu má v roce 2018 pouze Čína. Spolu s existující infrastrukturou jsou v ČR k dispozici také experti s více než 10 lety zkušeností se systémy využívajícími fluoridové soli. Na projektu se podílejí jak subjekty výzkumu a vývoje (Centrum výzkumu Řež, s.r.o., ČVUT), tak inženýringu (ÚJV Řež, a.s.). Současně probíhá aktivní spolupráce hlavního řešitele s partnery v USA, kteří vyvíjejí unikátní jaderné palivo typu TRISO, jež bude využito v návrhu EW. Vzhledem k technickému řešení energetického bloku EW vytvoří tento projekt předpoklady pro zapojení českého průmyslu do výroby většiny komponent a montáže komerčních jednotek, poskytne uplatnění širokému spektru výzkumných a technologických organizací, které v České republice působí, a posílí pozici České republiky na jaderném poli.

Jedním z hlavních výstupů projektu je i metodika hodnocení bezpečnosti malých modulárních reaktorů typu FHR kterou aplikační garant získá metodický postup pro licenční hodnocení tohoto typu reaktoru.

Kód důvěrnosti údajů

Kód důvěrnosti údajů

C - Předmět řešení projektu podléhá obchodnímu tajemství (§ 504 zákona č. 89/2012 Sb., občanský zákoník), ale název projektu, cíle projektu a u ukončeného nebo zastaveného projektu zhodnocení výsledku řešení projektu dodané do CEP, jsou upraveny tak, aby byly zveřejnitelné.

Obory projektu**Hlavní obor CEP**

Hlavní obor CEP

JF - Jaderná energetika

Vedlejší obor CEP

Vedlejší obor CEP
JE - Nejaderná energetika, spotřeba a užití energie

Další vedlejší obor CEP

Další vedlejší obor CEP
JQ - Strojní zařízení a nástroje

Hlavní obor FORD

Hlavní obor FORD
20305 Nuclear related engineering; (nuclear physics to be 1.3);

Vedlejší obor FORD

Vedlejší obor FORD
10301 Atomic, molecular and chemical physics (physics of atoms and molecules including collision, interaction with radiation, magnetic resonances, Mössbauer effect)

Další vedlejší obor FORD

Další vedlejší obor FORD
20303 Thermodynamics

Způsob uplatnění řešení projektu

Způsob uplatnění řešení projektu	Popis
Tržní charakter	Výstup projektu, tedy projektová dokumentace pro demonstrační jednotku, je zásadním krokem pro další vývoj a uplatnění finálního produktu - energetické jednotky s malým modulárním reaktorem (dále jen SMR) - na trhu. Projektová dokumentace pro demonstrační jednotku umožní její výstavbu, do které se budou moci zapojit firmy působící v jaderném průmyslu. Úspěšné ověření dosažených výzkumných a vývojových výsledků vytvoří předpoklady ke komerční výrobě a dodávkám energetických bloků se SMR firmami působícími v České republice. Vzhledem k výsledkům předběžných ekonomických analýz počítáme s vysokým uplatněním těchto bloků na trhu, kterým budou náklady vynaložené na jejich vývoj zhodnoceny. Součástí projektu bude také detailní ekonomická analýza zabývající se ekonomickou efektivitou bloků Energy Well. Bariérou pro uplatnění této energetické jednotky mohou být legislativní překážky související s jaderným charakterem tohoto zdroje. Vzhledem k tomu, že vyvíjené jednotky mají už svou fyzikální podstatou extrémně vysokou jadernou a radiační bezpečnost a vzhledem k rostoucímu tlaku na snižování emisí skleníkových plynů však nepředpokládáme významnější problémy s jejich licencováním. Řešitelé projektu jsou aktivní součástí světové komunity zabývající se vývojem SMR a jsou v kontaktu s představiteli jaderného průmyslu v zainteresovaných zemích (USA, Kanada). V současné době na trhu není reaktor podobný Energy Well, SMR vyvíjené jinými subjekty nepracují s fluoridovými solemi a jejich unikátními vlastnostmi. Řešitelské konsorcium obsahující výzkumnou organizaci, vysokou školu a inženýrskou firmu v současné době spolupracuje jak s SUJB coby aplikačním garantem, tak s průmyslem (Škoda JS, a.s.) a zahraničním dodavatelem jaderného paliva určeného pro tento SMR (X-Energy se sídlem v USA).

Analýza rizik ohrožující dosažení cíle projektu

Identifikované riziko	Pravděpodobnost	Dopad	Úroveň rizika
Personální (fluktuační důležitých pracovníků)	Střední	Malý	6
Organizační (řízení a management řešitelů a dalších účastníků)	Velmi nízká	Velmi malý	1
Finanční (ztráta platební schopnosti dalších účastníků)	Velmi nízká	Velmi malý	1
Ztráta schopnosti uplatnění výsledku	Velmi nízká	Velmi malý	1
Změna projektu (na základě zkoumání v průběhu řešení)	Střední	Malý	6

Analýza rizik

Analýza rizik

Vzhledem k délce projektu a relativnímu mládí zainteresovaných projektových týmů hodnotíme pravděpodobnost ztráty pracovníků jako střední, současně však považujeme pravděpodobnost ztráty klíčových pracovníků za nízkou. Vzhledem k existující zastupitelnosti jednotlivých pracovníků určených pro daný výstup je dopad na projekt charakterizován jako malý. Rizika související s organizačním řízením jednotlivých účastníků jsou velmi nízká, protože management všech účastníků má rozsáhlé zkušenosti s řízením vědecko-výzkumných projektů včetně projektů dotačních. Vzhledem k dlouholetému fungování všech účastníků projektu jsou rizika spojená s platební schopností všech účastníků velmi malá. Výsledky projektu umožní výstavbu demonstrační jednotky malého modulárního reaktoru, vzhledem k možnému velmi lukrativnímu zhodnocení využití výsledků projektu budoucími dodávkami komerčních bloků považujeme pravděpodobnost ztráty schopnosti uplatnění výsledků projektu za velmi nízkou. Projekt má charakter experimentálního vývoje, je proto koncipován tak, aby bylo možno plán projektu operativně přizpůsobovat poznatkům a výstupům z výzkumné části projektu. Počítáme s tím, že některé poznatky získané v průběhu výzkumných prací mohou znesnadnit provedení a implementaci prací návazných, vzhledem k vysokým současným znalostem řešitelského týmu je však pravděpodobnost významné změny projektu v důsledku jeho průběžných výsledků hodnocena jako střední.

Motivační účinek podpory projektu

Nulová varianta a motivační účinek

V případě neobdržení podpory TAČR by byl rozsah projektu značně omezen a postup jeho řešení zpomalen. V předkládaném návrhu je projekt rozdělen na výzkumnou, technologickou a projektovou část. Výzkumná část projektu by v případě absence podpory TAČR byla zásadně omezena, jak pro chybějící prostředky na osobní náklady, tak pro nedostatek financí pro realizaci experimentální části projektu, která je pro vytvoření projektové dokumentace demonstrační jednotky jako hlavního cíle projektu stěžejní. V termohydraulické části výzkumných prací by nemohlo být provedeno zejména měření a estimace korelace pro přestup tepla, v neutronice pak optimalizace aktivní zóny reaktoru. Dále by byly omezeny experimenty a měření ve výzkumu materiálů. Technologická část projektu by byla omezena chybějícími zdroji na osobní náklady, což by zásadně redukovalo identifikaci a zejména návrhy technického řešení chybějících komponent elektrárny, stejně tak by došlo k omezení rozsahu bezpečnostních analýz systému. Chybějící zdroje na osobní náklady by zásadně omezily i projektovou část projektu, zvláště pak rozsah ekonomické studie bloků Energy Well, což by znesnadnilo spolupráci s potenciálními výrobci rozhodujících komponent a potenciálním dodavatelem prototypového a komerčních bloků a oddálilo jednání s potenciálními investory. Omezení a zpomalení projektu by pak s vysokou pravděpodobností vedlo ke ztrátě konkurenční výhody, kterou Česká republika díky současnému stavu znalostí a zkušeností v daném oboru v současné době má. Důsledkem by bylo vytlačení našich výzkumných subjektů ze stávající pozice na trhu vědecko-výzkumných prací a následná velmi ztížená či vyloučená možnost uplatnění našich výrobců a dodavatelů na dodávkách komerčních energetických bloků s malými modulárními reaktory.

Klíčová slova**V českém jazyce**

V českém jazyce

malé modulární reaktory; fluoridové soli; superkritické CO₂; termohydraulika; neutronika; materiály; korelace přestupu tepla; výpočetní kódy; demonstrační jednotka; jaderná bezpečnost; generace 4

V anglickém jazyce

V anglickém jazyce

small modular reactors; fluoride salts; supercritical CO₂; thermohydraulics; neutronics; materials; heat transfer correlation; computational codes; demonstration unit; nuclear safety; generation 4

Kategorie výzkumu, experimentálního vývoje a inovací

Kategorie výzkumu, experimentálního vývoje a inovací

EV - experimentální vývoj

Aplikační garant

IČ 48136069	Název organizace Státní úřad pro jadernou bezpečnost	Zapojení externí
Relevance k výstupům/výsledkům Využití hodnotících metodik pro jaderné systémy generace 4 a získání odborné kompetence technických aspektů takových zařízení.		
Komentář k aplikačnímu garantovi Státní úřad pro jadernou bezpečnost jako dozorový orgán bude v budoucnosti nucen řešit otázky související s bezpečností malých jaderných reaktorových systémů využívajících nová chladicí média. Je proto pro něj důležité být po znalostní a technické stránce připraven ke kvalifikovanému hodnocení jaderné bezpečnosti pro licenční řízení v podmínkách ČR. Jedním ze dvou hlavních výstupů projektu Energy Well je hodnocení bezpečnosti malých modulárních reaktorů typu FHR (tj. ze skupiny nelehko-vodních malých modulárních reaktorů), která díky roli SÚJB jako externího aplikačního garanta projektu přispěje k včasnému a plynulému přechodu SÚJB na nové technologie.		

Prioritní výzkumný cíl

Prioritní výzkumný cíl

3.1.2: Výzkum a vývoj jaderných technologií malých modulárních reaktorů pro výrobu elektrické a tepelné energie s vysokou pasivní bezpečností a účinností

Popis naplnění prioritního výzkumného cíle

Popis naplnění prioritního výzkumného cíle

Projekt má přímou vazbu na prioritní téma „3.1.2: Výzkum a vývoj jaderných technologií malých modulárních reaktorů pro výrobu elektrické a tepelné energie s vysokou pasivní bezpečností a účinností“ - je zaměřen na vytvoření projektové dokumentace demonstrační jednotky malého modulárního reaktoru chlazeného fluoridovými solemi jakožto nutného předpokladu následné realizace této demonstrační jednotky a experimentálního ověření funkce, spolehlivosti a bezpečnosti rozhodujících komponent a technologického konceptu energetického bloku s tímto reaktorem.

Obdobné a související projekty, výzkumné záměry a výsledky

Identifikační kód projektu TK02030059 - Efekt - TAČR THÉTA	Popis vztahu k navrhovanému projektu/výsledku "Efekt - Vývoj inovativních systémů pro efektivní akumulaci energie" je projekt zaměřující se na akumulaci energie a ověření klíčových komponent tepelného oběhu se superkritickým oxidem uhličitým (sCO ₂). V rámci projektu Energy Well bude návazně na výsledky projektu Efekt řešen návrh konkrétního terciárního okruhu se sCO ₂ a jeho systémové chování spolu s primárním a sekundárním okruhem. Dále budou v projektu řešeny přechodové stavy, zejména najíždění celého systému. Předměty projektů Efekt a Energy Well nejsou tedy totožné, při podpoře obou projektů nepůjde o dvojí financování. Sdílení výsledků obou projektů mezi řešitelskými týmy bude pro oba projekty přínosné.
---	--

<p>Identifikační kód projektu TK02030023- Čištění a kontrola čistoty plynného média CO2 okruhu</p>	<p>Popis vztahu k navrhovanému projektu/výsledku Tento projekt je podáván do stejné výzvy, tedy "2. VEŘEJNÁ SOUTĚŽ PROGRAMU THÉTA". Zabývá se chemií superkritického oxidu uhličitého, jeho čištěním a monitorováním nečistot v energetických obězích (oběhy s sCO2 mohou být velmi citlivé na čistotu pracovního média). Předmět projektu není totožný s předmětem projektu Energy Well. Výsledky zmiňovaného projektu nejsou nutné pro dosažení výsledků projektu Energy Well, nicméně jsou významné pro budoucí realizaci elektrárny s sCO2 oběhem. Při podpoře obou projektů nepůjde o dvojí financování.</p>
<p>Identifikační kód projektu Projekt TH02020113</p>	<p>Popis vztahu k navrhovanému projektu/výsledku Tento projekt je řešen ve výzvě EPSILON 2 pod názvem "Výzkum a vývoj technologie jaderných reaktorů chlazených fluoridovými solemi". Projekt je řešen jakožto příspěvek české strany k plnění Dohody mezi MPO a US - Department of Energy o spolupráci na civilním výzkumu a vývoji v oblasti jaderné energetiky ze dne 26.3.2014. Projekt je zaměřen na reaktorovou fyziku, jaderně – chemické technologie a materiálový výzkum. Významným cílem tohoto projektu je zjištění hlavních neutronických charakteristik reaktorů s chladivem na bázi fluoridové taveniny typu LiF – BeF2 obsahující čistý izotop Li-7. Předmět projektu není totožný s předmětem projektu Energy Well. Při podpoře obou projektů nepůjde o dvojí financování.</p>

Národní priority orientovaného výzkumu

<p>Národní priority orientovaného výzkumu</p> <p>Hlavní priorita</p> <p>1. Udržitelná energetika – 1.2 Jaderné zdroje energie – 1.2.6. Výzkum a vývoj v oblasti reaktorů IV. generace, zejména efektivních a bezpečných rychlých reaktorů</p> <p>Vedlejší priorita</p> <p>1. Udržitelná energetika – 1.2 Jaderné zdroje energie – 1.2.4 Výzkum a vývoj palivového cyklu</p> <p>1. Udržitelná energetika – 1.2 Jaderné zdroje energie – 1.2.3 Výzkum zajišťující podporu výstavby a provozu nových ekonomicky efektivních a bezpečných bloků</p>

Popis naplnění cílů NPOV

<p>Popis naplnění cílů NPOV</p> <p>Předkládaný projekt představuje zásadní etapu ve vývoji českého malého modulárního reaktoru, jejíž součástí je jak základní výzkum v dosud nedostatečně probádaných oblastech termohydrauliky, neutroniky a materiálů pro jaderné reaktory IV. generace využívající jako chladivo fluoridové soli, tak inženýrské práce na vývoji nejdůležitějších komponent a designu celého zařízení.</p>
--

4. Řešitelský tým

Klíčové osoby

Role Člen řešitelského týmu		IČ uchazeče 26722445	Vykonávaná funkce v organizaci Vedoucí odd. Termohydraulika
Tituly před jménem Ing.	Jméno Marek	Příjmení Ruščák	Tituly za jménem
Státní příslušnost Česká republika		Rodné číslo Skryto	
Telefon 266173430	Mobilní telefon 720632758	E-mail marek.ruscak@cvrez.cz	
Stěžejní vykonávané činnosti při řešení projektu Vedení týmu vykonávající bezpečnostní analýzy elektrárny Energy Well. Jako vedoucí oddělení termohydraulika a bezpečnostní analýzy bude koordinovat výpočetní práce.			

Počet úvazků při řešení projektu

Ukazatel	Jednotka	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Celkem
Úvazek	člověko-rok	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.6

Odborný životopis	
<p>Vzdělání</p> <p>Master in Nuclear Engineering, Červen 2016 Polytechnic University of Catalonia, Barcelona, Katalánsko, Španělsko Bakalář v matematice a fyzice, Červen 2014 Univerzita Hradec Králové, Přírodovědecká fakulta fakulta, Česká republika International Baccalaureate, Červen 2009 Oslo International School, Oslo, Norsko</p>	
<p>Relevantní praxe</p> <p>Projektový manažer projektu " Zpřesnění predikce radiačních následků těžkých havárií jaderných elektráren s cílem identifikace jejich rizik," Bezpečnostní výzkum ministerstva vnitra České Republiky. Analýza jaderného paliva TVSA-T Mod.2 pro JE Temelín. Delegát OECD/NEA Licencování superkritické a HT HL smyčky do reaktoru LVR-15. Vytváření termohydraulických a neutronových modelu. Výpočet hmotnostního inventáře palivových kazet typu VV ER pro vývoj hlu- binného úložiště.</p>	
<p>Seznam nejvýznamnějších projektů</p> <p>1) Projekt VG20132015105 „FUKUŠIMA“ – Analýzy počátečních fází vybraných havarijních scénářů vedoucí k tavení aktivní zóny kódem TRACE pro účely ověření shody se specializovaným kódem MELCOR. Projekt řešený v rámci bezpečnostního výzkumu MV ČR. 2) Projekt VG20172020076 – Zpřesnění predikce radiačních následků těžkých havárií jaderných elektráren s cílem identifikace jejich rizik 3) Projekt VI2VS/633 – Identifikace vzniku radiačních mimořádných událostí na jaderných elektrárnách a systém klasifikace jejich závažnosti.</p>	
<p>Seznam nejvýznamnějších výsledků</p> <p>Guido MAZANI, Marek RUŠČÁK, Bruno MIGLIERINI, RESEARCH CENTRE REZ. Practical acquiring of PARCS code for 3D analyses of neutron behaviour of VVER1000/V320 Guido MAZANI, Marek RUŠČÁK, Bruno MIGLIERINI, RESEARCH CENTRE REZ. 3D neutronic analysis of VVER1000/V-320 using PARCS code. Research Centre Rez, 2014 Guido MAZANI, Marek RUŠČÁK, Bruno MIGLIERINI, RESEARCH CENTRE REZ. Comparison between PARCS and MCNP6 codes on VVER core. ICON22. Research Centre Rez, 2014 Marek RUSČAK. Simulation of reactor kinetics in nuclear power plant using simulator PARCS. Bachelor thesis, UHK-2014. Marek RUŠČÁK. Rod ejection simulation on VVER 1000/320 core using PARCS/TRACE. Master thesis, Polytechnic University of Catalonia-2016.</p>	
<p>Identifikační kód vedik</p>	

Role		IČ uchazeče	Vykonávaná funkce v organizaci
Člen řešitelského týmu		26722445	Vedoucí odd. energetika
Tituly před jménem	Jméno	Příjmení	Tituly za jménem
ing.	Otakar	Frybort	
Státní příslušnost		Rodné číslo	
Česká republika		Skrýto	
Telefon	Mobilní telefon	E-mail	
+420266173515	+420725212780	otakar.frybort@cvrez.cz	
Stěžejní vykonávané činnosti při řešení projektu			
Zajištění a koordinace prací spojených s návrhem terciárního okruhu a části prací na termohydraulice celého oběhu (primární, sekundární, terciární okruh).			

Počet úvazků při řešení projektu

Ukazatel	Jednotka	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Celkem
Úvazek	člověko-rok	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.6

Odborný životopis
<p>Vzdělání České Vysoké Učení Technické, fakulta strojní, Ústav mechaniky tekutin a energetiky, obor Jaderná energetika. Typ studia - magisterské</p>
<p>Relevantní praxe 5 let praxe v ÚJV na pozici konstruktéra/výpočtáře. Práce byla zaměřena na návrh experimentálních zařízení a provádění termohydraulických výpočtů. Od roku 2011 zaměstnán v Centru výzkumu Řež na pozici vedoucí oddělení technických výpočtů a nyní v pozici vedoucí oddělení energetika a fúzní technologie. V posledních letech vedení a koordinace návrhu a výstavby experimentálních zařízení tekutými kovy s vysokoteplotním heliem a superkritickým oxidem uhličitým.</p>
<p>Seznam nejvýznamnějších projektů TE01020455 - Centrum pokročilých jaderných technologií (CANUT), (2012-2019, TA0/TE) - Klíčová osoba, vedoucí pracovního balíčku Project ID: 662116, The supercritical CO2 Heat Removal System (sCO2- HeRo), (2015 - 2018, EC/H2020) Project ID: 654935, thermal hydraulics Simulations and Experiments for the Safety Assessment of METal cooled reactors (SESAME), (2015 - 2019, EC/H2020), úkolem bylo provedení experimentů se změnou fáze - tuhnutí tekutých kovů FP7 249678 - European Gas Cooled Fast Reactor (GoFastR), (2010 - 2013, EC/FP7) Project ID: 764690, Supercritical CO2 cycle for flexible and sustainable support to the electricity system (sCO2 - Flex), (2018 - 2020, EC/H2020)</p>
<p>Seznam nejvýznamnějších výsledků Frýbort, O., Hájek, P.: Komponenty vysokoteplotních plynových systémů., Ústav jaderného výzkumu Řež a.s., 2010 - Využití při realizaci experimentální vysokoteplotní heliové smyčky HTHL 2 v CVŘ Frýbort, O., Gregor, K., Hájek, P.: Pasivně ovládaný křížový ventil pro koaxiální potrubí, číslo patentu 306907 - využití při realizaci smyčky S-Allegro - alternativní návrh doposud neexistující komponenty Frýbort, O., Juklíček, O.: Způsob chlazení a regulace teploty studené pasti pro čištění tekutých kovů jako chladiva pro energetické reaktory IV. Generace a fúzní reaktory a zařízení pro provádění tohoto způsobu - možné využití ve fúzním reaktoru ITER Smyčka sCO2 - koordinace prací při návrhu a výrobě smyčky sCO2 - využití smyčky pro provádění experimentů pro různé projekty Smyčka HTHL 2 - koordinace konstrukčních prací, návrhu a výroby smyčky HTHL 2 - využití smyčky pro provádění experimentů pro různé projekty</p>

Identifikační kód vedídk

Role Člen řešitelského týmu	IČ uchazeče 26722445	Vykonávaná funkce v organizaci Výzkumný pracovník - senior
Tituly před jménem Ing.	Jméno Martin	Příjmení Mareček
Tituly za jménem	Státní příslušnost Česká republika	Rodné číslo Skryto
Telefon +420266172243	Mobilní telefon +420723908965	E-mail Martin.Marecek@cvrez.cz
Stěžejní vykonávané činnosti při řešení projektu Bude plánovat a provádět koordinaci činností souvisejících s výzkumem v oblasti koroze materiálu v roztavených fluoridových solí. Po vytvoření určitých závěrů bude zajišťovat zpracování jednotlivých výsledků a jejich prezentaci na odborných seminářích a v odborných publikacích.		

Počet úvazků při řešení projektu

Ukazatel	Jednotka	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Celkem
Úvazek	člověko-rok	0.1	0.25	0.25	0.25	0.1	0.1	1.05

Odborný životopis

<p>Vzdělání</p> <p>1988-1992 SOU chemické Valašské Meziříčí</p> <p>1992-1997 Vysoká škola chemicko-technologická Praha – inženýrské studium</p> <p>1997-2000 Vysoká škola chemicko-technologická Praha – doktorské studium</p>
<p>Relevantní praxe</p> <p>1992 DEZA Valašské Meziříčí a.s.</p> <p>2000-2013 Ústav jaderného výzkumu Řež a.s.</p> <p>2013-dosud Centrum výzkumu Řež s.r.o.</p>
<p>Seznam nejvýznamnějších projektů</p> <p>Řešitel projektu TAČR TH02020113: Výzkum a vývoj technologie jaderných reaktorů chlazených fluoridovými solemi Člen řešitelského týmu projektu MPO: Fluoridové přepracování vyhořelého paliva jaderných reaktorů 4. generace (2006 - 2011) Člen řešitelského týmu projektu TAČR TA03021147: Těsnění pro fluorové technologie</p>
<p>Seznam nejvýznamnějších výsledků</p> <p>Úspěšné zakončení projektu MPO "Fluoridové přepracování vyhořelého paliva jaderných reaktorů 4. generace" - projekt byl oponentní radou MPO vyhodnocen jako "výtečný v mezinárodním srovnání".</p> <p>Publikace: Martina Koukolikova , Peter Slama , Jaromir Dlouhy, Jan Cerny , Martin Marecek, Cold/Hot Deformation Induced Recrystallization of Nickel-Based Superalloys for Molten Salt Reactors, Metals 2018, 8, 477; doi:10.3390</p> <p>Straka Martin; Szatmary Lorant; Marecek Martin; Korenko Michal, Uranium recovery from LiF-CaF₂-UF₄-GdF₃ system on Ni electrode, JOURNAL OF RADIOANALYTICAL AND NUCLEAR CHEMISTRY DOI 10.1007/s10967-013-2436-8; 2013</p>
<p>Identifikační kód vedídk</p> <p>8178380</p>

Role	IČ uchazeče	Vykonávaná funkce v organizaci
Řešitel	26722445	Ředitel sekce
Tituly před jménem	Jméno	Příjmení
Ing.	Petr	Březina
Tituly za jménem		M.Sc.
Státní příslušnost	Rodné číslo	
Česká republika	Skryto	
Telefon	Mobilní telefon	E-mail
266172020	723054017	petr.brezina@cvrez.cz
Stěžejní vykonávané činnosti při řešení projektu		
Manažer projektu - hlavní řešitel		

Počet úvazků při řešení projektu

Ukazatel	Jednotka	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Celkem
Úvazek	člověko-rok	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.6

Odborný životopis
<p>Vzdělání</p> <p>09/2005 – 08/2006 MSc – Master of Science Cranfield University, Cranfield UK, ▪ Water management</p> <p>2001 - 2006 Ing. ČVUT, Praha – fakulta stavební, obor vodní stavby ▪ Vodní stavby, matematika, fyzika, betonové konstrukce, statika, ocelové konstrukce, projektové řízení a řízení staveb</p>
<p>Relevantní praxe</p> <p>2015 - dosud Ředitel sekce - Řízení velkých technologických projektů Centrum výzkumu Řež s.r.o. ▪ Řízení oddělení: konstrukce, výroby, koordinace zakázek, staveb. ▪ Navrhování a projednávání výhledových a ročních podnikatelských plánů sekce, ▪ Plánování a zajišťování zdrojů potřebných k naplnění závazků (projektů) v oblasti vývoje, konstrukce a výroby, ▪ Spolupráce s ostatními sekcemi na plnění jejich požadavků na vývoj technologií, 2012 - 2015 Hlavní inženýr projektu - JHR</p>
<p>Seznam nejvýznamnějších projektů</p> <p>Site Manager</p> <ul style="list-style-type: none"> ▫ Výstavba továrny na obohacování uranu Comurhex II pro AREVA – Pierrelate, Francie ▫ Rekonstrukce objektů EDF – region Rhone Alpes, Francie <p>HIP (hlavní inženýr projektu)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Odpovědnost za řízení profesního týmu jak organizační tak zakázkové. ▪ Řízení výstavby horkých komor pro výzkumný jaderný reaktor Jules Horowitz. Řízení výstavby projektu ve Francii, kontrola rozpočtu, řízení BOZP, sestavování časových harmonogramů, víceúrovňová komunikace, Koordinace dodavatelů, řízení technických jednání se zákazníkem, příprava technických specifikací pro veřejná výběrová řízení
<p>Seznam nejvýznamnějších výsledků</p> <ul style="list-style-type: none"> ▫ projekt JHR (Jules Horowitz Reaktor) český in – kind příspěvek k výstavbě výzkumného rektoru ▫ projekt ESS (European spallation source) – design and built dodávka Heliového chladicího okruhu
<p>Identifikační kód vedídk</p>

Role Další řešitel		IČ uchazeče 46356088	Vykonávaná funkce v organizaci Vedoucí odd. Reaktové fyziky
Tituly před jménem Ing.	Jméno Radim	Příjmení Vočka	Tituly za jménem
Státní příslušnost Česká republika		Rodné číslo Skryto	
Telefon 266172478	Mobilní telefon 602293881	E-mail vor@ujv.cz	
Stěžejní vykonávané činnosti při řešení projektu Koordinační práce prováděných ÚJV Řež v oblastech optimalizace aktivní zóny, adaptace metod pro neutronově-fyzikální výpočty, termomechanického chování paliva a termohydrauliky.			

Počet úvazků při řešení projektu

Ukazatel	Jednotka	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Celkem
Úvazek	člověko-rok	0.05	0.05	0.05	0.05	0	0	0.2

Odborný životopis

Vzdělání

Období: 1996-1999

Organizace: Comisariat a l'Energie Atomique, Saclay, Francie a Ecole Centrale Paris, Francie

Pozice: PhD studium,

Zaměření: fyzika pevných látek a matematické modelování

Období: 1993-1996

Organizace: Ecole Centrale Paris, Francie

Pozice: Inženýrské studium

Zaměření: fyzika

Období: 1990-1993

Organizace: FJFI ČVUT

Pozice: Inženýrské studium - nedokončené

Zaměření: fyzika

Relevantní praxe

Období: 2007-dodnes

Organizace: ÚJV Řež, a. s.

Pozice: vedoucí oddělení reaktorové fyziky a podpory palivového cyklu

Pracovní zaměření: vedoucí oddělení, vývoj metod v oblasti neutronové fyziky JR

Období: 2000-2007

Organizace: ÚJV Řež, a. s.

Pozice: pracovník výzkumu a vývoje

Pracovní zaměření: vývoj metod v oblasti neutronové fyziky a monitorování aktivní zóny

Seznam nejvýznamnějších projektů

1H-PK2/07 v programu MPO POKROK (2005-2009): Řešitel projektu, v rámci kterého byl vyvinut nyní rutinně používaný SW ANDREA pro výpočty aktivní zóny reaktorů VVER.

FR-TI3-615 řešený v rámci programu MPO TIP v letech 2010-2014. Zodpovědný za řešení etapy projektu, v rámci které byl vyvinut nyní rutinně používaný SW pro optimalizaci palivových vsázek LPOpt.

TA02020840 řešený v rámci výzvy TAČR ALFA v letech 2012-2015: Řešitel projektu pro vytvoření vylepšené verze SW ANDREA v. 2.2 pro projektování a bezpečnostní hodnocení vsázek, která je nyní používána v praxi.

TA04021349 řešený v rámci výzvy TAČR EPSILON v letech 2014-2017: Řešitel projektu, jehož cílem je zpřesnění kvantifikace neurčitostí v neutronicko-fyzikálních výpočtech aktivní zóny.

Upgrade 6 monitorovacího systému SCORPIO-VVER pro elektrárnu Dukovany: Zodpovědný za realizaci z funkce koordinátora projektu. Jedná se o tříletý projekt rozsáhlého upgrade monitorovacího systému, který byl úspěšně ukončen v r. 2015.

Seznam nejvýznamnějších výsledků

Rutinní používání programu ANDREA pro neutronově-fyzikální výpočty aktivní zóny (bezpečnostní hodnocení vsázek, podklady pro bezpečnostní zprávu JE Temelín). Využití na pracovišti zpracovatele.

Plná standardizace nové verze programu ANDREA pro neutronově-fyzikální výpočty aktivní zóny dle vyhlášky VDS-030 SÚJB (2013) - jedná se o nutný předpoklad použití programu v průmyslové praxi

Uvedení upgradovaného monitorovacího systému aktivní zóny SCORPIO-VVER do rutinního provozu na elektrárně Dukovany.

Identifikační kód vedídk

7286279

Role Další řešitel		IČ uchazeče 68407700	Vykonávaná funkce v organizaci docent
Tituly před jménem doc. Ing.	Jméno Václav	Příjmení Dostál	Tituly za jménem Sc.D.
Státní příslušnost Česká republika		Rodné číslo Skryto	
Telefon +420224352759	Mobilní telefon +420725628077	E-mail vaclav.dostal@fs.cvut.cz	
Stěžejní vykonávané činnosti při řešení projektu Vedení výzkumných prací na ČVUT, optimalizace návrhu malého modulárního reaktoru.			

Počet úvazků při řešení projektu

Ukazatel	Jednotka	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Celkem
Úvazek	člověko-rok	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	2.4

Odborný životopis

Vzdělání 2004 - Ph. D. - Massachusetts Institute of Technology, U.S.A., katedra jaderné energetiky 2000 - Ing. - České vysoké učení technické v Praze, katedra tepelných a jaderných energetických zařízení
Relevantní praxe 2005 - 2007 - postdoc a vědeckovýzkumný pracovník na Tokyo Institute of Technology, Japonsko, laboratoř jaderné energetiky 2007 - 2016 - vědeckovýzkumný pracovník, ÚJV Řež, divize jaderné bezpečnosti - částečný úvazek 2016 - 2018 - vedoucí oddělení reaktorů IV. generace, CVŘ - částečný úvazek 2007 - dosud - odborný asistent a následně docent na FS ČVUT v Praze, ústavu energetiky
Seznam nejvýznamnějších projektů TE01020455 - Centrum pokročilých jaderných technologií (CANUT) (2012-2019, TA0) FR-T14/374 - Výzkum metod analýz rizika a těžkých havárií k návrhu koncepce dalšího zvyšování bezpečnosti provozu JE v ČR po událostech ve Fukušimě CZ.02.2.69/0.0/0.0/16_018/0002649 - Řízení rizik a bezpečnost složitých technologických objektů CZ.02.1.01/0.0/0.0/16_019/0000778 - Centrum aplikovaných přírodních věd
Seznam nejvýznamnějších výsledků - Vesely, L.; Dostal, V.; Entler, S. „Study of the cooling systems with S-CO ₂ for the DEMO fusion power reactor“, In: Fusion Engineering and Design, Volume 124, November 2017, Pages 244-247 - Stepanek, J.; Dostal, V.; Entler, S. „Effective water cooling of very hot surfaces during the LOCA accident“, In: Fusion Engineering and Design, Volume 124, November 2017, Pages 244-247 - Vesely, L.; Dostal, V. „Effect of multicomponent mixtures on cycles with supercritical carbon dioxide“ In: Proceedings of the ASME Turbo Expo, Volume 9, 2017 - Štěpánek, J.; Dostál, V.; Bláha, V.; Burda, P. „The effect of spacer grid's elements on the rewetting velocity“ International Conference on Nuclear Engineering, Proceedings, ICONE Volume 2015, January, 2015 - Vesely, L; Dostal, V; Hajek P; „Design of Experimental Loop with Supercritical Carbon Dioxide“, In: 22nd International Conference on Nuclear Engineering (ICONE22), July 07-11, 2014
Identifikační kód vedídk 1222112

Ostatní osoby podílející se na řešení projektu za uchazeče

Označení činnosti

Označení činnosti
Administrátor projektu

Počet úvazků při řešení projektu

Ukazatel	Jednotka	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Celkem
Úvazek	člověko-rok	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.6

Specifikace činností na projektu

Specifikace činností na projektu
Administrátor projektu bude řešit a zodpovídat za formální, koordinační a organizační záležitosti mezi zúčastněnými stranami projektu (partneři, subdodavatelé, dodavatelé, řídicí orgán atd.)

IČ uchazeče

IČ uchazeče
26722445

Označení činnosti

Označení činnosti
Řešitelé CVŘ - neutronika

Počet úvazků při řešení projektu

Ukazatel	Jednotka	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Celkem
Úvazek	člověko-rok	0.2	0.4	0.46	0.34	0.1	0.1	1.6

Specifikace činností na projektu

Specifikace činností na projektu
Pracovníci zabývající se neutronovou fyzikou.

IČ uchazeče

IČ uchazeče
26722445

Označení činnosti

Označení činnosti
Řešitelé CVŘ - termohydraulika

Počet úvazků při řešení projektu

Ukazatel	Jednotka	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Celkem
Úvazek	člověko-rok	0.76	0.96	0.9	1	0.22	0.11	3.95

Specifikace činností na projektu

Specifikace činností na projektu
Pracovníci zabývající se termohydraulikou.

IČ uchazeče

IČ uchazeče
26722445

Označení činnosti

Označení činnosti
Řešitelé CVŘ - materiály

Počet úvazků při řešení projektu

Ukazatel	Jednotka	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Celkem
Úvazek	člověko-rok	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	1

Specifikace činností na projektu

Specifikace činností na projektu
Pracovníci zabývající se materiálovým výzkumem.

IČ uchazeče

IČ uchazeče
26722445

Označení činnosti

Označení činnosti
Řešitelé CVŘ - mat. senior

Počet úvazků při řešení projektu

Ukazatel	Jednotka	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Celkem
Úvazek	člověko-rok	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	1

Specifikace činností na projektu

Specifikace činností na projektu
Seniorní pracovníci oboru materiálů

IČ uchazeče

IČ uchazeče
26722445

Označení činnosti

Označení činnosti
Řešitelé CVŘ - neutr. senior

Počet úvazků při řešení projektu

Ukazatel	Jednotka	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Celkem
Úvazek	člověko-rok	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	1

Specifikace činností na projektu

Specifikace činností na projektu
Seniorní řešitelé oboru neutroniky

IČ uchazeče

IČ uchazeče
26722445

Označení činnosti

Označení činnosti
Řešitelé CVŘ - TH senior

Počet úvazků při řešení projektu

Ukazatel	Jednotka	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Celkem
Úvazek	člověko-rok	0.5	0.5	0.5	1	0.1	0.11	2.71

Specifikace činností na projektu

Specifikace činností na projektu
Seniorní pracovníci oboru termohydrauliky.

IČ uchazeče

IČ uchazeče
26722445

Označení činnosti

Označení činnosti
řešitelé ÚJV - Analýzy AZ

Počet úvazků při řešení projektu

Ukazatel	Jednotka	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Celkem
Úvazek	člověko-rok	0.2	0.6	0.6	0.6	0	0	2

Specifikace činností na projektu

Specifikace činností na projektu
Jedná se o podpůrný řešitelský tým klíčové osoby Ing. Radima Vočky - řešitelé podléjící se na vývoji SW pro výpočty AZ a optimalizaci AZ

IČ uchazeče

IČ uchazeče
46356088

Označení činnosti

Označení činnosti
Řešitelé ÚJV - palivo

Počet úvazků při řešení projektu

Ukazatel	Jednotka	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Celkem
Úvazek	člověko-rok	0.16	0.5	0.51	0.54	0.4	0.05	2.16

Specifikace činností na projektu

Specifikace činností na projektu Jedná se o podpůrný řešitelský tým klíčové osoby Ing. Radima Vočky - řešitelé podílející se analýzách chování paliva
--

IČ uchazeče

IČ uchazeče 46356088

Označení činnosti

Označení činnosti Řešitelé ÚJV - ostatní

Počet úvazků při řešení projektu

Ukazatel	Jednotka	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Celkem
Úvazek	člověko-rok	0.2	0.4	0.6	0.7	0.6	0.13	2.63

Specifikace činností na projektu

Specifikace činností na projektu Jedná se o podpůrný řešitelský tým klíčové osoby Ing. Radima Vočky
--

IČ uchazeče

IČ uchazeče 46356088

Označení činnosti

Označení činnosti Řešitelé ČVUT

Počet úvazků při řešení projektu

Ukazatel	Jednotka	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Celkem
Úvazek	člověko-rok	0.3	1	1	1	1	0.3	4.6

Specifikace činností na projektu

Specifikace činností na projektu Jedná se o podpůrný řešitelský tým klíčové osoby za ČVUT, doc. Václava Dostála.

IČ uchazeče

IČ uchazeče 68407700

Kontaktní osoby pro komunikaci s TA ČR

Kontaktní osoba

Tituly před jménem Ing.	Jméno Marek	Příjmení Ruščák	Tituly za jménem
Telefon 266173430	E-mail marek.ruscak@cvrez.cz		IČ uchazeče 26722445

Kontaktní osoba

Tituly před jménem Ing.	Jméno Radim	Příjmení Vočka	Tituly za jménem
Telefon 266172478	E-mail vor@ujv.cz		IČ uchazeče 46356088

Kontaktní osoba

Tituly před jménem doc. Ing.	Jméno Václav	Příjmení Dostál	Tituly za jménem Sc.D.
Telefon 266 17 2048	E-mail Vaclav.Dostal@fs.cvut.cz		IČ uchazeče 68407700

5. Výstupy/výsledky projektu

Hlavní výstupy/výsledky

Identifikační číslo TK02030125-V1	Název výstupu/výsledku Vytvoření koncepčního návrhu neaktivní demonstrační jednotky.
Druh výstupu/výsledku O – Ostatní výsledky	Termín dosažení výstupu/výsledku 06/2024

Přílohy dle typu výstupu/výsledku

Typ přílohy	Jméno souboru	Popis	Velikost
-------------	---------------	-------	----------

Popis výstupu/výsledku

Popis výstupu/výsledku Vytvoření koncepčního návrhu (conceptual design) neaktivní demonstrační jednotky (scaled mock-up) Energy Well a souhrn plánovaných experimentů nutných pro optimalizaci tohoto koncepčního návrhu.
--

Významnost výstupu/výsledku v návaznosti na řešení projektu [%]

Významnost výstupu/výsledku v návaznosti na řešení projektu [%] 15

Odhad podílu nákladů [%]

Odhad podílu nákladů [%] 10

Subjekty podílející se na výstupu/výsledku

Rozdělení práv k výstupu/výsledku

IČ - Centrum výzkumu Řež s.r.o. 26722445	Výše podílu 50
IČ - ÚJV Řež, a. s. 46356088	Výše podílu 30
IČ - České vysoké učení technické v Praze 68407700	Výše podílu 20

Přístup k výstupu/výsledku

Přístup k výstupu/výsledku Vztahy jednotlivých uchazečů projektu budou upraveny Smlouvami o účasti na řešení projektu. V současné době probíhají jednání se všemi partnery tak, aby ve Smlouvě o účasti na řešení projektu bylo právně zajištěno uplatňování zájmů jednotlivých partnerů stejně jako právo k výsledkům a výstupům Vav aktivit projektu. Smlouva o účasti na řešení projektu bude také obsahovat ujednání, týkající se práv na zveřejnění výsledků Vav stejně jako práv k ochraně průmyslového vlastnictví v přímé souvislosti s výsledky projektu. Výše uvedená práva a povinnosti, stejně jako postavení jednotlivých partnerů bude vycházet zejména z jejich věcného a finančního zapojení do činnosti projektu. Uchazeči Centrum výzkumu Řež s.r.o. a ČVUT v Praze budou mít právo zveřejňovat výsledky vlastního výzkumu.

Současný stav poznání a předchozí řešení

Současný stav poznání a předchozí řešení

V současné době je míra poznání elektráren chlazených tekutou solí FLiBe značně omezená, a to především z materiálového a termohydraulického hlediska. V roce 2018 existují pouze dvě experimentální zařízení pracující s fluoridovou solí FLiBe na světě, jedna v Čínské lidové republice, druhá v České republice, v Centru výzkumu Řež. Pro vytvoření projektové dokumentace pro demonstrační jednotku je nezbytné identifikovat korelaci pro přestup tepla pro sůl FLiBe a její vliv na celý systém. Projektová dokumentace pro demonstrační jednotku bude obsahovat dílčí výsledky z celého projektu, které umožní vytvoření detailního designu celé elektrárny.

Popis způsobu uplatnění výstupu/výsledku a jeho implementace

Popis způsobu uplatnění výstupu/výsledku a jeho implementace

Výstup projektu je zásadní krok k vytvoření demonstrační jednotky elektrárny Energy Well. Bez tohoto výstupu není možné realizovat implementaci výsledků základního výzkumu do fungující elektrárenské jednotky. Jedná se o hlavní výsledek projektu, na kterém se budou podílet všichni účastníci a termín jeho naplnění je termínem ukončení projektu. Výstup projektu vyústí v přípravě na výstavbu demonstrační jednotky, na které se budou podílet zástupci českého jaderného průmyslu.

Plánovaný uživatel výstupu/výsledku

Plánovaný uživatel výstupu/výsledku

Zapojení aplikačního garanta na využití výstupu projektu bude ve formě převzetí metodologií na přípravu k licencování jaderných nevodních zařízení; projektová dokumentace demonstrační jednotky (DJ) vyústí ve výstavbu DJ a v následné experimenty ucelující finální design elektrárny Energy Well. Na designu a především na výstavbě elektrárny se budou podílet průmysloví partneři v jaderném oboru.

Výzkumná a/nebo technická nejistota

Výzkumná a/nebo technická nejistota

Mezi hlavní nejistoty patří výsledky výzkumné části projektu, tedy termohydraulické, neutronové a materiálové. Výstupy z těchto částí projektu určí okrajové a limitní podmínky provozu a výstavby reaktoru Energy Well. V oblasti termohydrauliky, kde jedním z hlavních výstupů je korelace přestupu tepla fluoridové soli FLiBe, hrozí buď selhání určení této korelace, nebo se může ukázat neslučitelnost s designem. V oblasti neutroniky může dojít během zpřesňujících a validačních úloh ke zjištění, že provoz elektrárny z hlediska ekonomiky paliva nebude rentabilní. Hlavním rizikem je ovšem materiálová kompatibilita s fluoridovou solí, kde se závěry z měření nemusí slučovat s plánovaným použitím v elektrárně Energy Well.

Identifikační číslo TK02030125-V10	Název výstupu/výsledku Ekonomická analýza
Druh výstupu/výsledku O – Ostatní výsledky	Termín dosažení výstupu/výsledku 06/2024

Přílohy dle typu výstupu/výsledku

Typ přílohy	Jméno souboru	Popis	Velikost
-------------	---------------	-------	----------

Popis výstupu/výsledku

Popis výstupu/výsledku

Zpracování věcného a časového plánu výzkumných prací, vývoje, projektové a konstrukční přípravy, výroby, montáže a zprovoznění prototypového energetického bloku s SMR FHR. Stanovení kvalifikovaného odhadu nákladů na výzkumné práce, vývoj, projektovou a konstrukční přípravu, výrobu, montáž a zprovoznění prototypového energetického bloku s malým modulárním reaktorem. Ekonomická studie demonstrátoru, prototypu a komerčně dodávaného energetického bloku s malým modulárním reaktorem.

Významnost výstupu/výsledku v návaznosti na řešení projektu [%]

Významnost výstupu/výsledku v návaznosti na řešení projektu [%] 5
--

Odhad podílu nákladů [%]

Odhad podílu nákladů [%] 4

Subjekty podílející se na výstupu/výsledku

Rozdělení práv k výstupu/výsledku

IČ – Centrum výzkumu Řež s.r.o. 26722445	Výše podílu 34
IČ – ÚJV Řež, a. s. 46356088	Výše podílu 33
IČ – České vysoké učení technické v Praze 68407700	Výše podílu 33

Přístup k výstupu/výsledku

<p>Přístup k výstupu/výsledku</p> <p>Vztahy jednotlivých uchazečů projektu budou upraveny Smlouvami o účasti na řešení projektu. V současné době probíhají jednání se všemi partnery tak, aby ve Smlouvě o účasti na řešení projektu bylo právně zajištěno uplatňování zájmů jednotlivých partnerů stejně jako právo k výsledkům a výstupům Vav aktivit projektu.</p> <p>Smlouva o účasti na řešení projektu bude také obsahovat ujednání, týkající se práv na zveřejnění výsledků Vav stejně jako práv k ochraně průmyslového vlastnictví v přímé souvislosti s výsledky projektu. Výše uvedená práva a povinnosti, stejně jako postavení jednotlivých partnerů bude vycházet zejména z jejich věcného a finančního zapojení do činnosti projektu. Uchazeči Centrum výzkumu Řež s.r.o. a ČVUT v Praze budou mít právo zveřejňovat výsledky vlastního výzkumu.</p>
--

Současný stav poznání a předchozí řešení

<p>Současný stav poznání a předchozí řešení</p> <p>Jedná se o standardní ekonomickou analýzu technologického řešení dle zažité praxe.</p>

Popis způsobu uplatnění výstupu/výsledku a jeho implementace

<p>Popis způsobu uplatnění výstupu/výsledku a jeho implementace</p> <p>Ekonomická analýza přispěje jednak k ověření návratnosti nákladů u samostatného finálního produktu, tedy elektrárny Energy Well, tak se jedná o zásadní materiál pro jednání s tuzemskými a mezinárodními partnery na spolupráci na projektu implementace elektrárny Energy Well.</p>
--

Plánovaný uživatel výstupu/výsledku

<p>Plánovaný uživatel výstupu/výsledku</p> <p>Uživatelem tohoto výsledku bude především konsorcium tohoto projektu, tedy Centrum Výzkumu Řež s.r.o., ÚJV Řež a.s. a České vysoké učení technické.</p>

Výzkumná a/nebo technická nejistota

Výzkumná a/nebo technická nejistota

Tento výstup je zatížen nejistotou vyplývající z naplnění ostatních výstupů tohoto projektu. Pro dosažení dostatečně vyčerpávající ekonomické studie je nezbytné znát detailní strukturu celého systému, která se odvíjí od ostatních výsledků tohoto projektu, tedy výsledků výzkumné a technologické části.

Identifikační číslo TK02030125-V11	Název výstupu/výsledku Podpora pravděpodobnostního hodnocení bezpečnosti malého modulárního reaktoru chlazeného fluorovými solemi
Druh výstupu/výsledku V – Výzkumná zpráva	Termín dosažení výstupu/výsledku 12/2023

Přílohy dle typu výstupu/výsledku

Typ přílohy	Jméno souboru	Popis	Velikost
-------------	---------------	-------	----------

Popis výstupu/výsledku

Popis výstupu/výsledku

Soubor výzkumných zpráv sledující dva cíle: 1) komplexní systematickou adaptaci metodiky pravděpodobnostního hodnocení bezpečnosti vyvinuté a rozvíjené v tradičních oblastech ("velké" energetické jaderné reaktory) na specifika nově vyvíjené technologie malého reaktoru 2) základní kroky pilotní kvalitativní analýzy rizik nově vyvíjené technologie malého reaktoru - sestavení a zdůvodnění souboru iniciačních událostí pokrývajících všechny provozní režimy malého reaktoru.

Významnost výstupu/výsledku v návaznosti na řešení projektu [%]

Významnost výstupu/výsledku v návaznosti na řešení projektu [%]

6

Odhad podílu nákladů [%]

Odhad podílu nákladů [%]

10

Subjekty podílející se na výstupu/výsledku**Rozdělení práv k výstupu/výsledku**

IČ - Centrum výzkumu Řež s.r.o. 26722445	Výše podílu 30
IČ - ÚJV Řež, a. s. 46356088	Výše podílu 40
IČ - České vysoké učení technické v Praze 68407700	Výše podílu 30

Přístup k výstupu/výsledku

Přístup k výstupu/výsledku

Vztahy jednotlivých uchazečů projektu budou upraveny Smlouvami o účasti na řešení projektu. V současné době probíhají jednání se všemi partnery tak, aby ve Smlouvě o účasti na řešení projektu bylo právně zajištěno uplatňování zájmů jednotlivých partnerů stejně jako právo k výsledkům a výstupům Vav aktivit projektu.

Smlouva o účasti na řešení projektu bude také obsahovat ujednání, týkající se práv na zveřejnění výsledků Vav stejně jako práv k ochraně průmyslového vlastnictví v přímé souvislosti s výsledky projektu. Výše uvedená práva a povinnosti, stejně jako postavení jednotlivých partnerů bude vycházet zejména z jejich věcného a finančního zapojení do činnosti projektu. Uchazeči Centrum výzkumu Řež s.r.o. a ČVUT v Praze budou mít právo zveřejňovat výsledky vlastního výzkumu.

Současný stav poznání a předchozí řešení

Současný stav poznání a předchozí řešení

Pravděpodobnostní hodnocení bezpečnosti (PSA) a na něm založené rizikově orientované rozhodování je moderním přístupem k zajištění a zvyšování bezpečnosti složitých technologií pracujících na měřitelné úrovni rizika. PSA se stalo během posledních čtyřiceti let po boku tradičních deterministických analýz nedílnou a respektovanou součástí řešení bezpečnostní problematiky. PSA studie jsou zpracovány a průběžně aktualizovány pro obě české jaderné elektrárny. Základní pracovní rámec PSA je potřeba adaptovat na specifika designu a provozu malého reaktoru vyvíjeného v tomto výzkumném projektu.

Popis způsobu uplatnění výstupu/výsledku a jeho implementace

Popis způsobu uplatnění výstupu/výsledku a jeho implementace

Výsledek projektu se uplatní při zhodnocení bezpečnostních aspektů nově vyvíjeného designu a volbě alternativ designu podporující bezpečný provoz této technologie. Výsledek představuje první kvalitativní etapu uplatnění PSA, na kterou naváže kvantitativní analýza umožňující odhadnout riziko provozu technologie a následně stanovit jeho hlavní přispěvatele a snížit nebo eliminovat jejich bezpečnostní dopady. Komplexní přístup PSA integrující všechny rizikové přispěvatele (externí vlivy, poruchy zařízení, selhání lidského prvku) do jediného komplexního modelu umožňuje definovat a realizovat priority pro zajištění a zvýšení bezpečnosti provozu technologie a orientovat capacity a zdroje zaměřené na bezpečnost provozu správným směrem..

Plánovaný uživatel výstupu/výsledku

Plánovaný uživatel výstupu/výsledku

Přímým uživatelem výsledku budou týmy vyvíjející a realizující novou technologii malého reaktoru, a to jak ve fázi jeho vývoje a výstavby, tak později ve fázi provozu. Dalším uživatelem výsledku bude Státní úřad pro jadernou bezpečnost, který stanovuje PSA jako povinnou součást řešení bezpečnostních otázek a doložení bezpečnosti pro každé jaderné zařízení provozované v ČR.

Výzkumná a/nebo technická nejistota

Výzkumná a/nebo technická nejistota

Výzkumná a technická nejistota spojená s realizací tohoto výstupu/výsledku je spojena s různými nejistotami ohledně designu a především způsobu provozování nové technologie. Předpokládá se však, že řada těchto nejistot bude eliminována v průběhu řešení projektu (proto je daný výstup/výsledek navržen k realizaci až ve druhé polovině projektu). Na druhé straně platí, že PSA tým ÚJV, který bude realizovat daný výsledek, je týmem zkušených odborníků, kteří mají dlouholetou praxi v řešení problémů spojených s objektivně existujícími nejistotami v hodnocení rizika u provozovaných technologií (JE v ČR), ale i u technologií připravovaných do výstavby (například JE Akkuyu v Turecku).

Identifikační číslo TK02030125-V12	Název výstupu/výsledku Metodika hodnocení bezpečnosti malých reaktorů typu FHR.
Druh výstupu/výsledku V – Výzkumná zpráva	Termín dosažení výstupu/výsledku 06/2024

Přílohy dle typu výstupu/výsledku

Typ přílohy	Jméno souboru	Popis	Velikost
-------------	---------------	-------	----------

Popis výstupu/výsledku

<p>Popis výstupu/výsledku</p> <p>Jedná se o jeden z hlavních výstupů popisující metodiku hodnocení bezpečnosti malých reaktorů typu FHR pro aplikačního garanta, Státní úřad pro jadernou bezpečnost. Dokument bude obsahovat soubor postupů hodnocení bezpečnosti reaktorových systémů chlazených fluoridovou solí.</p>
--

Významnost výstupu/výsledku v návaznosti na řešení projektu [%]

<p>Významnost výstupu/výsledku v návaznosti na řešení projektu [%]</p> <p>6</p>

Odhad podílu nákladů [%]

<p>Odhad podílu nákladů [%]</p> <p>10</p>

Subjekty podílející se na výstupu/výsledku

Rozdělení práv k výstupu/výsledku

<p>IČ - Centrum výzkumu Řež s.r.o. 26722445</p>	<p>Výše podílu 50</p>
<p>IČ - ÚJV Řež, a. s. 46356088</p>	<p>Výše podílu 30</p>
<p>IČ - České vysoké učení technické v Praze 68407700</p>	<p>Výše podílu 20</p>

Přístup k výstupu/výsledku

<p>Přístup k výstupu/výsledku</p> <p>Vztahy jednotlivých uchazečů projektu budou upraveny Smlouvami o účasti na řešení projektu. V současné době probíhají jednání se všemi partnery tak, aby ve Smlouvě o účasti na řešení projektu bylo právně zajištěno uplatňování zájmů jednotlivých partnerů stejně jako právo k výsledkům a výstupům Vav aktivit projektu.</p> <p>Smlouva o účasti na řešení projektu bude také obsahovat ujednání, týkající se práv na zveřejnění výsledků Vav stejně jako práv k ochraně průmyslového vlastnictví v přímé souvislosti s výsledky projektu. Výše uvedená práva a povinnosti, stejně jako postavení jednotlivých partnerů bude vycházet zejména z jejich věcného a finančního zapojení do činnosti projektu. Uchazeči Centrum výzkumu Řež s.r.o. a ČVUT v Praze budou mít právo zveřejňovat výsledky vlastního výzkumu.</p>
--

Současný stav poznání a předchozí řešení

<p>Současný stav poznání a předchozí řešení</p> <p>V současné době dochází k vytváření obdobných metodologií ve Spojených státech Amerických a v Kanadě. Protože zájem o nelehkovodní reaktory narůstá, jaderné regulační úřady po světě se připravují na licencování podobných technologií.</p>
--

Popis způsobu uplatnění výstupu/výsledku a jeho implementace

<p>Popis způsobu uplatnění výstupu/výsledku a jeho implementace</p> <p>Metodologie umožní pro aplikačního garanta posuzování bezpečnosti nelehkovodních systémů chlazených fluoridovými solemi.</p>

Plánovaný uživatel výstupu/výsledku

Plánovaný uživatel výstupu/výsledku

Hlavním uživatelem tohoto výstupu je aplikační garant, Státní úřad pro jadernou bezpečnost.

Výzkumná a/nebo technická nejistota

Výzkumná a/nebo technická nejistota

Při vývoji této metodiky se neočekává vyšší technická nejistota spojená ať s výzkumnou praxí, nebo nutným softwarem nebo hardwarem.

Identifikační číslo TK02030125-V13	Název výstupu/výsledku Termomechanické analýzy aktivní zóny a paliva
Druh výstupu/výsledku V – Výzkumná zpráva	Termín dosažení výstupu/výsledku 03/2024

Přílohy dle typu výstupu/výsledku

Typ přílohy	Jméno souboru	Popis	Velikost
-------------	---------------	-------	----------

Popis výstupu/výsledku

Popis výstupu/výsledku

Budou provedeny analýzy termomechanického chování AZ SMR EW s ohledem na bezpečnost. Pro jejich vypracování bude vyvinut model postihující všechny materiálové vlastnosti paliva nutné k predikci jeho termomechanického chování v reaktoru. První verze bude vyvinuta v systému ABAQUS s možností přechodu k pokročilým kódům integrovatelným do multiphysics prostředí virtuálního reaktoru (Moose / Bison).

Významnost výstupu/výsledku v návaznosti na řešení projektu [%]

Významnost výstupu/výsledku v návaznosti na řešení projektu [%]

15

Odhad podílu nákladů [%]

Odhad podílu nákladů [%]

10

Subjekty podílející se na výstupu/výsledku**Rozdělení práv k výstupu/výsledku**

IČ - Centrum výzkumu Řež s.r.o. 26722445	Výše podílu 34
IČ - ÚJV Řež, a. s. 46356088	Výše podílu 33
IČ - České vysoké učení technické v Praze 68407700	Výše podílu 33

Přístup k výstupu/výsledku

Přístup k výstupu/výsledku

Vztahy jednotlivých uchazečů projektu budou upraveny Smlouvami o účasti na řešení projektu. V současné době probíhají jednání se všemi partnery tak, aby ve Smlouvě o účasti na řešení projektu bylo právně zajištěno uplatňování zájmů jednotlivých partnerů stejně jako právo k výsledkům a výstupům Vav aktivit projektu.

Smlouva o účasti na řešení projektu bude také obsahovat ujednání, týkající se práv na zveřejnění výsledků Vav stejně jako práv k ochraně průmyslového vlastnictví v přímé souvislosti s výsledky projektu. Výše uvedená práva a povinnosti, stejně jako postavení jednotlivých partnerů bude vycházet zejména z jejich věcného a finančního zapojení do činnosti projektu. Uchazeči Centrum výzkumu Řež s.r.o. a ČVUT v Praze budou mít právo zveřejňovat výsledky vlastního výzkumu.

Současný stav poznání a předchozí řešení

Současný stav poznání a předchozí řešení

Palivové soubory na bázi TRISO částic v grafitové, SiC nebo kombinované matici se vyznačují komplexním termomechanickým chováním během jejich dlouhodobého pobytu v aktivní zóně. Kromě namáhání v důsledku teplotních gradientů dochází k rozměrovým změnám materiálů radiacním poškozením. Tyto procesy mohou vést k smršťování i napučání, mohou být anizotropní a jsou teplotně závislé. Pro hodnocení bezpečnosti i pro výběr optimálního typu paliva zatím neexistuje výpočetní nástroj schopný zhodnotit celkové namáhání palivového souboru, srovnat jeho napětí ově deformační stavu v průběhu ozařování s limitními hodnotami a predikovat vývoj rozměrových, tvarových změn palivových souborů a aktivní zóny jako celku a uvolnění radioaktivních látek z paliva.

Popis způsobu uplatnění výstupu/výsledku a jeho implementace

Popis způsobu uplatnění výstupu/výsledku a jeho implementace

Provedené rozborů poslouží v rámci tohoto projektu jako jeden z průkazů bezpečnosti konceptu Energy Well. Po ukončení projekty budou vyvinuté modely dále využívány, zejména pro optimalizaci palivového systému.

Plánovaný uživatel výstupu/výsledku

Plánovaný uživatel výstupu/výsledku

Hlavním uživatelem tohoto výstupu je aplikační garant, Státní úřad pro jadernou bezpečnost.

Výzkumná a/nebo technická nejistota

Výzkumná a/nebo technická nejistota

Hlavní nejistota je v kvalitě dostupných dat o materiálech paliva. Data budou čerpána z otevřené literatury, mezinárodních výzkumných programů zaměřených na HTGR (stejně palivo), kterých je skupina UJV členem a z údajů poskytnutých potencionálními výrobci a dodavateli paliva. Bude proveden rozbor neurčitostí získaných dat. Bude zhodnocen dopad jednotlivých neurčitostí do modelování. Pro neurčitosti s významným dopadem bude navržen experimentální program pro jejich redukcii.

Identifikační číslo TK02030125-V3	Název výstupu/výsledku Verifikace dostupných korelací pro stanovení součinitele přestupu tepla solí.
Druh výstupu/výsledku V - Výzkumná zpráva	Termín dosažení výstupu/výsledku 07/2022

Přílohy dle typu výstupu/výsledku

Typ přílohy	Jméno souboru	Popis	Velikost
-------------	---------------	-------	----------

Popis výstupu/výsledku

Popis výstupu/výsledku

Bude navržen a vyroben experimentální okruh pracující s tekutými solemi, který bude připojen na existující experimentální smyčku sCO₂. Budou naměřena experimentální data na mikrovýměníku sCO₂/tekutá sůl a v elektricky vyhřívané testovací sekci. Data budou vyhodnocena a budou stanoveny koeficienty přestupu tepla. Dojde k ověření existujících kritériálních rovnic a stanovení nejuhodnější rovnice pro budoucí použití pro návrh reaktoru, případně stanovení nové kritériální rovnice.

Významnost výstupu/výsledku v návaznosti na řešení projektu [%]

Významnost výstupu/výsledku v návaznosti na řešení projektu [%]

6

Odhad podílu nákladů [%]

Odhad podílu nákladů [%]

7

Subjekty podílející se na výstupu/výsledku**Rozdělení práv k výstupu/výsledku**

IČ - Centrum výzkumu Řež s.r.o. 26722445	Výše podílu 80
IČ - ÚJV Řež, a. s. 46356088	Výše podílu 10
IČ - České vysoké učení technické v Praze 68407700	Výše podílu 10

Přístup k výstupu/výsledku

Přístup k výstupu/výsledku

Vztahy jednotlivých uchazečů projektu budou upraveny Smlouvami o účasti na řešení projektu. V současné době probíhají jednání se všemi partnery tak, aby ve Smlouvě o účasti na řešení projektu bylo právně zajištěno uplatňování zájmů jednotlivých partnerů stejně jako právo k výsledkům a výstupům Vav aktivit projektu.

Smlouva o účasti na řešení projektu bude také obsahovat ujednání, týkající se práv na zveřejnění výsledků Vav stejně jako práv k ochraně průmyslového vlastnictví v přímé souvislosti s výsledky projektu. Výše uvedená práva a povinnosti, stejně jako postavení jednotlivých partnerů bude vycházet zejména z jejich věcného a finančního zapojení do činnosti projektu. Uchazeči Centrum výzkumu Řež s.r.o. a ČVUT v Praze budou mít právo zveřejňovat výsledky vlastního výzkumu.

Současný stav poznání a předchozí řešení

Současný stav poznání a předchozí řešení

Kritériální rovnice pro použitá teplotnosná média (tekuté sole) nejsou dostupné a ověření vhodnosti existujících kritériálních rovnic nebylo provedeno. Naměřená experimentální data podobného charakteru nejsou dostupná. V CVŘ je provozován okruh s relevantním médiem (FLiBe), nicméně není zaměřen na výzkum termohydrauliky a pro získání potřebných dat je nevhodný. Existence podobného zařízení v Evropě není řešiteli známa. Získání kritériálních rovnic vhodných ke správnému návrhu reaktoru Energy Well je klíčové.

Popis způsobu uplatnění výstupu/výsledku a jeho implementace

Popis způsobu uplatnění výstupu/výsledku a jeho implementace

Tento výstup je klíčový pro možnost budoucí realizace demonstrační jednotky reaktoru Energy Well. Výstup bude využit při plnění dalších cílů projektu spojených s termohydraulikou celého systému.

Plánovaný uživatel výstupu/výsledku

Plánovaný uživatel výstupu/výsledku

Aplikační garant nebude do řešení tohoto výsledku aktivně zapojen, nicméně jej využije pro případné budoucí hodnocení návrhu reaktoru pracujícího s tekutými solemi. Výsledek využijí zejména řešitelé projektu při dalších pracích na návrhu demonstrační jednotky solemi chlazeného malého reaktoru.

Výzkumná a/nebo technická nejistota

Výzkumná a/nebo technická nejistota

Jedná se o velmi specifické médium, takže lze očekávat problémy při návrhu zkušebního okruhu. Největší nejistoty jsou v dostupnosti potřebných komponent zkušebního okruhu, jako je čerpadlo na tekuté sole, průtokoměry či tlakové snímače. Řešitel má však bohaté zkušenosti s návrhem a provozem podobných zařízení pro tekuté kovy, zná potenciální dodavatele jednotlivých komponent a společnosti schopné tyto komponenty případně za reálné ceny vyvinout.

Identifikační číslo TK02030125-V4	Název výstupu/výsledku Termohydraulická analýza malého modulárního reaktoru EW.
Druh výstupu/výsledku V - Výzkumná zpráva	Termín dosažení výstupu/výsledku 12/2022

Přílohy dle typu výstupu/výsledku

Typ přílohy	Jméno souboru	Popis	Velikost
-------------	---------------	-------	----------

Popis výstupu/výsledku

Popis výstupu/výsledku

Optimalizace terciárního okruhu sCO₂ z hlediska maximální účinnosti cyklu. Sestavení výpočetního modelu celého systému (primární, sekundární, terciární okruh) včetně jeho řízení do vybraných výpočetních kódů. Identifikace tlakových ztrát systému pomocí výpočetních kódů, se zaměřením na primární okruh. Analýza schopnosti odvodu zbytkového tepla v různých provozních a havarijních stavech SMR EW.

Významnost výstupu/výsledku v návaznosti na řešení projektu [%]

Významnost výstupu/výsledku v návaznosti na řešení projektu [%]

6

Odhad podílu nákladů [%]

Odhad podílu nákladů [%]

7

Subjekty podílející se na výstupu/výsledku**Rozdělení práv k výstupu/výsledku**

IČ - Centrum výzkumu Řež s.r.o. 26722445	Výše podílu 34
IČ - ÚJV Řež, a. s. 46356088	Výše podílu 33
IČ - České vysoké učení technické v Praze 68407700	Výše podílu 33

Přístup k výstupu/výsledku

Přístup k výstupu/výsledku

Vztahy jednotlivých uchazečů projektu budou upraveny Smlouvami o účasti na řešení projektu. V současné době probíhají jednání se všemi partnery tak, aby ve Smlouvě o účasti na řešení projektu bylo právně zajištěno uplatňování zájmů jednotlivých partnerů stejně jako právo k výsledkům a výstupům Vav aktivit projektu.

Smlouva o účasti na řešení projektu bude také obsahovat ujednání, týkající se práv na zveřejnění výsledků Vav stejně jako práv k ochraně průmyslového vlastnictví v přímé souvislosti s výsledky projektu. Výše uvedená práva a povinnosti, stejně jako postavení jednotlivých partnerů bude vycházet zejména z jejich věcného a finančního zapojení do činnosti projektu. Uchazečí Centrum výzkumu Řež s.r.o. a ČVUT v Praze budou mít právo zveřejňovat výsledky vlastního výzkumu.

Současný stav poznání a předchozí řešení

Současný stav poznání a předchozí řešení

V předchozích projektech a aktivitách vyvíjených v souvislosti s návrhem reaktoru Energy Well byl vyvinut základní koncepční návrh celého systému. Došlo k zjednodušenému návrhu jednotlivých okruhů a stanovení celkových energetických bilancí systému. Novost předkládaného řešení spočívá ve vytvoření celkového modelu všech okruhů a provedení časově závislých analýz, které umožní prověřit systémové chování celé elektrárny.

Popis způsobu uplatnění výstupu/výsledku a jeho implementace

Popis způsobu uplatnění výstupu/výsledku a jeho implementace

Ze zpracovaných analýz budou vytipovány kritické režimy reaktoru, kterým bude v budoucnu věnována zvýšená pozornost. Zejména budou nalezeny stavy, které bude nezbytné experimentálně ověřit a tedy budou definovány požadavky na design demonstrační jednotky.

Plánovaný uživatel výstupu/výsledku

Plánovaný uživatel výstupu/výsledku

Uživatelem tohoto výsledku bude především konsorcium tohoto projektu, tedy Centrum Výzkumu Řež s.r.o., ÚJV Řež a.s. a České vysoké učení technické, případně strojírenské firmy vyvíjející jaderné technologie (např. ŠKODA JS a.s.)

Výzkumná a/nebo technická nejistota

Výzkumná a/nebo technická nejistota

Řešitelé vlastní výpočetní kódy využitelné pro návrh reaktoru. Ty však nemají přímo implementována relevantní média - tekuté sole. V případě selhání validačních výpočtů jsou řešitelé schopni výpočetní kódy modifikovat na základě experimentálních výsledků dosažených v rámci řešení tohoto projektu.

Identifikační číslo TK02030125-V5	Název výstupu/výsledku Optimalizace aktivní zóny.
Druh výstupu/výsledku V – Výzkumná zpráva	Termín dosažení výstupu/výsledku 07/2022

Přílohy dle typu výstupu/výsledku

Typ přílohy	Jméno souboru	Popis	Velikost
-------------	---------------	-------	----------

Popis výstupu/výsledku

Popis výstupu/výsledku

Aktivní zóna reaktoru bude optimalizována z hlediska využití paliva při dosažení požadované délky práce reaktoru- Dále proběhne optimalizace z hlediska bezpečnostních charakteristik (teplotní zpětné vazby, podkritičnost při odstavení). Předpokladem provedení prací je úspěšný vývoj metod pro deterministické výpočty aktivní zóny.

Významnost výstupu/výsledku v návaznosti na řešení projektu [%]

Významnost výstupu/výsledku v návaznosti na řešení projektu [%]

10

Odhad podílu nákladů [%]

Odhad podílu nákladů [%]

10

Subjekty podílející se na výstupu/výsledku

Rozdělení práv k výstupu/výsledku

IČ – Centrum výzkumu Řež s.r.o. 26722445	Výše podílu 34
IČ – ÚJV Řež, a. s. 46356088	Výše podílu 33
IČ – České vysoké učení technické v Praze 68407700	Výše podílu 33

Přístup k výstupu/výsledku

Přístup k výstupu/výsledku

Vztahy jednotlivých uchazečů projektu budou upraveny Smlouvami o účasti na řešení projektu. V současné době probíhají jednání se všemi partnery tak, aby ve Smlouvě o účasti na řešení projektu bylo právně zajištěno uplatňování zájmů jednotlivých partnerů stejně jako právo k výsledkům a výstupům Vav aktivit projektu.

Smlouva o účasti na řešení projektu bude také obsahovat ujednání, týkající se práv na zveřejnění výsledků Vav stejně jako práv k ochraně průmyslového vlastnictví v přímé souvislosti s výsledky projektu. Výše uvedená práva a povinnosti, stejně jako postavení jednotlivých partnerů bude vycházet zejména z jejich věcného a finančního zapojení do činnosti projektu. Uchazeči Centrum výzkumu Řež s.r.o. a ČVUT v Praze budou mít právo zveřejňovat výsledky vlastního výzkumu.

Současný stav poznání a předchozí řešení

Současný stav poznání a předchozí řešení

V rámci předchozích prací týkajících se návrhu reaktoru Energy Well byl vypracován prvotní návrh aktivní zóny na základě neutronicko-fyzikálních výpočtů. Výsledkem je hrubý odhad obohacení paliva a velikosti aktivní zóny tak, aby byly splněny hlavní provozní požadavky (výkon reaktoru, délka provozu). V dalším kroku, který je předmětem nyní navrhovaného projektu, je provedení podrobnějších neutronicko-fyzikálních výpočtů zahrnujících zpětnou vazbu od teploty paliva a teploty chladiva. Na základě těchto výpočtů bude možno provést optimalizaci návrhu aktivní zóny jak z hlediska ekonomiky provozu, tak z hlediska jejich bezpečnostních charakteristik.

Popis způsobu uplatnění výstupu/výsledku a jeho implementace

Popis způsobu uplatnění výstupu/výsledku a jeho implementace

Výstup bude uplatněn ve dvou rovinách.

První je hodnocení bezpečnosti provozu celého reaktoru, které je založeno na zpracování bezpečnostních analýz. Jedním z hlavních vstupů pro jejich zpracování jsou charakteristiky stavů normálního provozu (výkon a jeho rozložení, rozložení teplot apod.).

Druhou je hodnocení ekonomiky provozu. Zde jsou jedním z důležitých parametrů náklady na jaderné palivo, tudíž i míra jeho využití.

Plánovaný uživatel výstupu/výsledku

Plánovaný uživatel výstupu/výsledku
Projektant reaktoru, zpracovatel bezpečnostních analýz

Výzkumná a/nebo technická nejistota

Výzkumná a/nebo technická nejistota

Hlavní výzkumná nejistota se týká úspěšného vývoje metod pro deterministické výpočty reaktoru. Prismatické palivo s TRISO částicemi je mikroskopicky heterogenní ve 3 dimenzích, čímž se odlišuje např. od standardního paliva v lehkododných reaktorech, které je heterogenní pouze v horizontálním řezu, což ulehčuje jeho modelování. V případě TRISO paliva bude třeba buď najít efektivní model pro homogenizaci TRISO částic pro program HELIOS, umožňující 2D výpočty transportu neutronů, nebo připravovat účinné průřezy pomocí SW umožňujícího 3D modelování mikrostruktury paliva - např. programu SERPENT.

Identifikační číslo TK02030125-V6	Název výstupu/výsledku Neutronová analýza jaderného paliva pro reaktor Energy Well.
Druh výstupu/výsledku V - Výzkumná zpráva	Termín dosažení výstupu/výsledku 07/2022

Přílohy dle typu výstupu/výsledku

Typ přílohy	Jméno souboru	Popis	Velikost
-------------	---------------	-------	----------

Popis výstupu/výsledku

Popis výstupu/výsledku

Výstup se řadí do výzkumné části projektu - neutronika, a bude mít 9 kroků a to: studium alternativ paliva, verifikaci designu jaderného paliva TRISO pomocí stochastických kódů, analýzu prostorového rozložení vývinu tepla, přípravu jaderných dat pro havarijní analýzy, analýzu fluencí a dávek na vnitřní materiály reaktoru, monitorování fluencí pomocí aktivačních měření, analýza možností monitorování výkonu pomocí ex-core měření, studium vyhoření paliva a inventáře, analýza radiační situace.

Významnost výstupu/výsledku v návaznosti na řešení projektu [%]

Významnost výstupu/výsledku v návaznosti na řešení projektu [%]

5

Odhad podílu nákladů [%]

Odhad podílu nákladů [%]

5

Subjekty podílející se na výstupu/výsledku**Rozdělení práv k výstupu/výsledku**

IČ - Centrum výzkumu Řež s.r.o. 26722445	Výše podílu 34
IČ - ÚJV Řež, a. s. 46356088	Výše podílu 33
IČ - České vysoké učení technické v Praze 68407700	Výše podílu 33

Přístup k výstupu/výsledku

Přístup k výstupu/výsledku

Vztahy jednotlivých uchazečů projektu budou upraveny Smlouvami o účasti na řešení projektu. V současné době probíhají jednání se všemi partnery tak, aby ve Smlouvě o účasti na řešení projektu bylo právně zajištěno uplatňování zájmů jednotlivých partnerů stejně jako právo k výsledkům a výstupům Vav aktivit projektu.

Smlouva o účasti na řešení projektu bude také obsahovat ujednání, týkající se práv na zveřejnění výsledků Vav stejně jako práv k ochraně průmyslového vlastnictví v přímé souvislosti s výsledky projektu. Výše uvedená práva a povinnosti, stejně jako postavení jednotlivých partnerů bude vycházet zejména z jejich věcného a finančního zapojení do činnosti projektu. Uchazeči Centrum výzkumu Řež s.r.o. a ČVUT v Praze budou mít právo zveřejňovat výsledky vlastního výzkumu.

Současný stav poznání a předchozí řešení

Současný stav poznání a předchozí řešení

Projekt naváže na poznatky z předkoncepčního designu, který byl založen na palivu z Oak Ridge. V průběhu budou provedeny analýzy, které ověří možnosti použití alternativních typů paliv, které mohou být historicky ověřené provozem ve vysokoteplotním plynem chlazených reaktorech. Pro tyto paliva existovaly výrobní postupy a kapacity, oproti palivu zamýšlenému v předkoncepčním designu Energy Well, z hlediska neutroniky a sdílení tepla bude muset být porovedena i jistá míra optimalizace pro použití fluoridové soli místo plynného chladiva.

Popis způsobu uplatnění výstupu/výsledku a jeho implementace

Popis způsobu uplatnění výstupu/výsledku a jeho implementace

Navrhované kroky projektu jsou nedílnou součástí procesu pro tvorbu licenční dokumentace. Nalezení podobně neutronicky a termohydraulicky výhodného designu paliva, které by byla schopná dodat konkurence může mít dopady na ekonomiku a variabilitu použití reaktoru.

Plánovaný uživatel výstupu/výsledku

Plánovaný uživatel výstupu/výsledku

Centrum výzkumu Řež, s.r.o.

Výzkumná a/nebo technická nejistota

Výzkumná a/nebo technická nejistota

Dosažení výsledků z této etapy je zajištěno použitím etablovaných výpočetních nástrojů a osvědčených postupů. Pokud se prokáže, že žádné vhodnější palivo pro fluoridovou solí chlazený reaktor Energy Well neexistuje, zmíněné bezpečnostní charakteristiky a podklady pro licenční dokumentaci budou provedeny pro U.S. (ORNL) design paliva zvažovaného pro koncept Energy Well.

Identifikační číslo TK02030125-V7	Název výstupu/výsledku Studium materiálové kompatibility s fluoridovými solemi.
Druh výstupu/výsledku V – Výzkumná zpráva	Termín dosažení výstupu/výsledku 07/2023

Přílohy dle typu výstupu/výsledku

Typ přílohy	Jméno souboru	Popis	Velikost
-------------	---------------	-------	----------

Popis výstupu/výsledku

Popis výstupu/výsledku

Tento výstup se řadí do výzkumné části projektu oboru materiály, a bude obsahovat několik kroků a to:
Studium stávajících (komerčně dostupných) kompatibilních strukturálních materiálů s fluoridovými solemi pro systém FHR - slitiny Ni a grafitová kompatibilita s FLIBE a tetrafluoroboritanovými solemi (LiF - BeF₂, NaF - NaBF₄)
Studium čistění fluoridových solí, studie termodynamické stability chladicích solí, přehled základních chemických a termodynamických vlastností chladicích solí.

Významnost výstupu/výsledku v návaznosti na řešení projektu [%]

Významnost výstupu/výsledku v návaznosti na řešení projektu [%]

6

Odhad podílu nákladů [%]

Odhad podílu nákladů [%]

6

Subjekty podílející se na výstupu/výsledku**Rozdělení práv k výstupu/výsledku**

IČ - Centrum výzkumu Řež s.r.o. 26722445	Výše podílu 80
IČ - ÚJV Řež, a. s. 46356088	Výše podílu 10
IČ - České vysoké učení technické v Praze 68407700	Výše podílu 10

Přístup k výstupu/výsledku

Přístup k výstupu/výsledku

Vztahy jednotlivých uchazečů projektu budou upraveny Smlouvami o účasti na řešení projektu. V současné době probíhají jednání se všemi partnery tak, aby ve Smlouvě o účasti na řešení projektu bylo právně zajištěno uplatňování zájmů jednotlivých partnerů stejně jako právo k výsledkům a výstupům Vav aktivit projektu.

Smlouva o účasti na řešení projektu bude také obsahovat ujednání, týkající se práv na zveřejnění výsledků Vav stejně jako práv k ochraně průmyslového vlastnictví v přímé souvislosti s výsledky projektu. Výše uvedená práva a povinnosti, stejně jako postavení jednotlivých partnerů bude vycházet zejména z jejich věcného a finančního zapojení do činnosti projektu. Uchazeči Centrum výzkumu Řež s.r.o. a ČVUT v Praze budou mít právo zveřejňovat výsledky vlastního výzkumu.

Současný stav poznání a předchozí řešení

Současný stav poznání a předchozí řešení

Současné znalosti chování fluoridových solí jako chladicího media vycházejí především ze zkušeností z krátkodobého provozu solného reaktoru MSRE v šedesátých letech minulého století v USA. V současné době probíhá limitovaný výzkum těchto fluoridových tavenin v rámci výzkumu a vývoje technologií reaktorů 4. generace. Tento výzkum probíhá v Číně, v menší míře též v USA, Francii, Nizozemsku a v Ruské federaci.

Popis způsobu uplatnění výstupu/výsledku a jeho implementace

Popis způsobu uplatnění výstupu/výsledku a jeho implementace

V rámci výzkumné zprávy budou zjištěny korozní úbytky možných konstrukčních materiálů v chladivových fluoridových solí. Znalost těchto dat umožní predikovat životnost jednotlivých komponent reaktorového systému.

Plánovaný uživatel výstupu/výsledku

Plánovaný uživatel výstupu/výsledku

Vedle aplikačního garanta (SÚJB) se předpokládají jako další uživatelé výsledků strojírenské firmy vyvíjející jaderné technologie (např. ŠKODA JS a.s.)

Výzkumná a/nebo technická nejistota

Výzkumná a/nebo technická nejistota

Na základě dosavadních zkušeností v oblasti fluoridových technologií nepředpokládáme žádnou významnou výzkumnou nebo technickou nejistotu, která by mohla negativně ovlivnit plánované výstupy.

Identifikační číslo TK02030125-V8	Název výstupu/výsledku Optimalizace koncepčního návrhu SMR Energy Well.
Druh výstupu/výsledku V – Výzkumná zpráva	Termín dosažení výstupu/výsledku 06/2024

Přílohy dle typu výstupu/výsledku

Typ přílohy	Jméno souboru	Popis	Velikost
-------------	---------------	-------	----------

Popis výstupu/výsledku

Popis výstupu/výsledku

Tento výstup se řadí do technologické části projektu části zpřesnění koncepčního návrhu, a bude obsahovat několik kroků a to:

- 1) Optimalizace systému pro odvod tepla do atmosféry
- 2) Optimalizace tepelného schématu energetického systému FHR, s ohledem na možnosti technologií jednotlivých komponent.
- 3) Spolupráce na optimalizaci tepelného oběhu sCO₂
- 4) Koncepční návrh hlavních komponent systému
- 5) Výběr technických řešení vedlejších systémů
- 6) Koncepce udržení soli v kapalném stavu

Významnost výstupu/výsledku v návaznosti na řešení projektu [%]

Významnost výstupu/výsledku v návaznosti na řešení projektu [%]

14

Odhad podílu nákladů [%]

Odhad podílu nákladů [%]

15

Subjekty podílející se na výstupu/výsledku**Rozdělení práv k výstupu/výsledku**

IČ – Centrum výzkumu Řež s.r.o. 26722445	Výše podílu 34
---	-------------------

IČ - ÚJV Řež, a. s. 46356088	Výše podílu 33
IČ - České vysoké učení technické v Praze 68407700	Výše podílu 33

Přístup k výstupu/výsledku

Přístup k výstupu/výsledku

Vztahy jednotlivých uchazečů projektu budou upraveny Smlouvami o účasti na řešení projektu. V současné době probíhají jednání se všemi partnery tak, aby ve Smlouvě o účasti na řešení projektu bylo právně zajištěno uplatňování zájmů jednotlivých partnerů stejně jako právo k výsledkům a výstupům Vav aktivit projektu.

Smlouva o účasti na řešení projektu bude také obsahovat ujednání, týkající se práv na zveřejnění výsledků Vav stejně jako práv k ochraně průmyslového vlastnictví v přímé souvislosti s výsledky projektu. Výše uvedená práva a povinnosti, stejně jako postavení jednotlivých partnerů bude vycházet zejména z jejich věcného a finančního zapojení do činnosti projektu. Uchazeči Centrum výzkumu Řež s.r.o. a ČVUT v Praze budou mít právo zveřejňovat výsledky vlastního výzkumu.

Současný stav poznání a předchozí řešení

Současný stav poznání a předchozí řešení

Na základě předchozí činnosti CVŘ vznikl předběžný návrh malého modulárního reaktoru MSR pod názvem Energy Well. Tento základní koncept byl představen na několika konferencích, včetně mezinárodních a získal si značnou pozornost. Proto bylo rozhodnuto pokračovat v jeho vývoji v rámci tohoto projektu.

Popis způsobu uplatnění výstupu/výsledku a jeho implementace

Popis způsobu uplatnění výstupu/výsledku a jeho implementace

Výstup projektu je zásadní krok k vytvoření demonstrační jednotky elektrárny Energy Well. Bez tohoto výstupu není možné realizovat implementaci výsledků základního výzkumu do fungující elektrárenské jednotky. Jedná se o hlavní výsledek projektu, na kterém se budou podílet všichni účastníci a termín jeho naplnění je termínem ukončení projektu. Výstup projektu vyústí v přípravě na výstavbu demonstrační jednotky, na které se budou podílet zástupci českého jaderného průmyslu.

Plánovaný uživatel výstupu/výsledku

Plánovaný uživatel výstupu/výsledku

Vedle aplikačního garanta (SÚJB) se předpokládají jako další uživatelé výsledků strojírenské firmy vyvíjející jaderné i nejaderné technologie pro energetiku.

Výzkumná a/nebo technická nejistota

Výzkumná a/nebo technická nejistota

Nejistoty jsou pro tento výstup minimální, protože současný stav poznání a technických možností jsou vstupem pro vlastní návrh reaktoru, který musí respektovat současné možnosti. Tyto možnosti pak ovlivňují výsledné technické řešení, které však v té či oné formě existuje.

Identifikační číslo TK02030125-V9	Název výstupu/výsledku Bezpečnostní analýzy
Druh výstupu/výsledku V - Výzkumná zpráva	Termín dosažení výstupu/výsledku 06/2024

Přílohy dle typu výstupu/výsledku

Typ přílohy	Jméno souboru	Popis	Velikost
-------------	---------------	-------	----------

Popis výstupu/výsledku

Popis výstupu/výsledku

Identifikace provozních a havarijních stavů systému EW. Identifikace obálkových přechodových stavů a provedení bezpečnostní analýzy pomocí systémových kódů. Provedení bezpečnostních analýz pomocí termohydraulických systémových kódů pro určení chování systému během havárií.

Významnost výstupu/výsledku v návaznosti na řešení projektu [%]

Významnost výstupu/výsledku v návaznosti na řešení projektu [%]

6

Odhad podílu nákladů [%]

Odhad podílu nákladů [%]

6

Subjekty podílející se na výstupu/výsledku

Rozdělení práv k výstupu/výsledku

IČ - Centrum výzkumu Řež s.r.o. 26722445	Výše podílu 50
IČ - ÚJV Řež, a. s. 46356088	Výše podílu 30
IČ - České vysoké učení technické v Praze 68407700	Výše podílu 20

Přístup k výstupu/výsledku

Přístup k výstupu/výsledku

Vztahy jednotlivých uchazečů projektu budou upraveny Smlouvami o účasti na řešení projektu. V současné době probíhají jednání se všemi partnery tak, aby ve Smlouvě o účasti na řešení projektu bylo právně zajištěno uplatňování zájmů jednotlivých partnerů stejně jako právo k výsledkům a výstupům Vav aktivit projektu.

Smlouva o účasti na řešení projektu bude také obsahovat ujednání, týkající se práv na zveřejnění výsledků Vav stejně jako práv k ochraně průmyslového vlastnictví v přímé souvislosti s výsledky projektu. Výše uvedená práva a povinnosti, stejně jako postavení jednotlivých partnerů bude vycházet zejména z jejich věcného a finančního zapojení do činnosti projektu. Uchazeči Centrum výzkumu Řež s.r.o. a ČVUT v Praze budou mít právo zveřejňovat výsledky vlastního výzkumu.

Současný stav poznání a předchozí řešení

Současný stav poznání a předchozí řešení

V současné době je velmi omezená praxe použití validovaných termohydraulických systémových kódů pro účely bezpečnostních analýz jaderného zařízení chlazeného fluoridovými solemi. Je nezbytné vytvořit zcela novou metodologii hodnocení bezpečnosti beztlakého systému chlazeného fluoridovou solí a moderovaného grafitem v geometrii elektrárny Energy Well.

Popis způsobu uplatnění výstupu/výsledku a jeho implementace

Popis způsobu uplatnění výstupu/výsledku a jeho implementace

Bezpečnostní analýzy jsou nezbytnou součástí designu jakéhokoli jaderného systému. Výsledek bude uplatněn jednak pro účely úpravy designu pro zajištění maximální nutné míry zabezpečení, tak pro plánování a výstavbu demonstrační jednotky. Současně bezpečnostní analýzy poskytnou aplikačnímu garantu metodologii hodnocení systémy čtvrté generace jaderných reaktorů a poskytnou technickou znalost takových systémů.

Plánovaný uživatel výstupu/výsledku

Plánovaný uživatel výstupu/výsledku

Pro Státní úřad pro jadernou bezpečnost jsou z jeho podstaty bezpečnostní analýzy velmi blízkým tématem a využije tento výstup jednak pro samotnou metodologii hodnocení systémů čtvrté generace, která v současné době není ujasněna ani na mezinárodní úrovni a posune SUJB na špici aktuálního stavu techniky. Vzhledem ke zvyšujícímu zájmu o systémy čtvrté generace na mezinárodním trhu bude SUJB pod stále vyšším tlakem se touto problematikou zaobírat a tento výstup mu umožní být kvalifikovanějším mezinárodním partnerem zahraničním dozorným orgánům.

Výzkumná a/nebo technická nejistota

Výzkumná a/nebo technická nejistota

Hlavní zdroj nejistoty pramení z výstupů výzkumné části projektu, respektive výstupu TK02030125-V3 termohydraulická korelace pro přestup tepla fluoridové soli. Tato korelace je nezbytná k provedení bezpečnostních analýz a její absence vyústila v značné omezení tohoto výstupu.

6. Harmonogram projektu

Výstupy/výsledky podporované programem

Identifikační číslo výstupu/výsledku

Identifikační číslo výstupu/výsledku
TK02030125-V1

Název výstupu/výsledku

Název výstupu/výsledku
Vytvoření koncepčního návrhu neaktivní demonstrační jednotky.

Druh výstupu/výsledku

Druh výstupu/výsledku
O – Ostatní výsledky

Termín dosažení výstupu/výsledku

Termín dosažení výstupu/výsledku
06/2024

Činnosti a aktivity

Název aktivity

Název aktivity
Výzkumná část

Měsíc a rok zahájení aktivity

Měsíc a rok zahájení aktivity
07/2019

Měsíc a rok ukončení aktivity

Měsíc a rok ukončení aktivity
06/2023

Popis aktivity včetně použitých metod

Popis aktivity včetně použitých metod
Výzkumná část projektu zahrnuje aktivity v oblasti termohydrauliky, neutroniky a materiálového výzkumu.

Název aktivity

Název aktivity
Projektová část

Měsíc a rok zahájení aktivity

Měsíc a rok zahájení aktivity
06/2022

Měsíc a rok ukončení aktivity

Měsíc a rok ukončení aktivity

05/2024

Popis aktivity včetně použitých metod

Popis aktivity včetně použitých metod

Projektová část projektu obsahuje ekonomickou analýzu elektrárny Energy Well a práci na metodice pro hodnocení bezpečnosti nelehkovodních reaktorů.

Název aktivity

Název aktivity

Technologická část

Měsíc a rok zahájení aktivity

Měsíc a rok zahájení aktivity

07/2022

Měsíc a rok ukončení aktivity

Měsíc a rok ukončení aktivity

05/2024

Popis aktivity včetně použitých metod

Popis aktivity včetně použitých metod

Technologická část projektu obsahuje aktivity spojené s designem celé elektrárny, jeho zpřesněním a bezpečnostní analýzy spolu s analýzou PSA.

Milník**Název milníku**

Název milníku

Ukončení výzkumné části projektu

Měsíc a rok dosažení milníku

Měsíc a rok dosažení milníku

06/2023

Popis milníku

Popis milníku

Veškeré úkoly spadající do výzkumné části projektu jsou ukončeny.

Název milníku

Název milníku

Ukončení technologické části projektu

Měsíc a rok dosažení milníku

Měsíc a rok dosažení milníku

04/2024

Popis milníku

Popis milníku

Veškeré úkoly v rámci technologické části projektu jsou ukončeny.

Název milníku

Název milníku

Ukončení projektové části projektu

Měsíc a rok dosažení milníku

Měsíc a rok dosažení milníku

05/2024

Popis milníku

Popis milníku

Veškeré úkoly spojené s projektovou částí projektu jsou ukončeny.

Ganttův diagram

Tato část se do tiskové sestavy negeneruje.

Identifikační číslo výstupu/výsledku

Identifikační číslo výstupu/výsledku

TK02030125-V10

Název výstupu/výsledku

Název výstupu/výsledku

Ekonomická analýza

Druh výstupu/výsledku

Druh výstupu/výsledku

0 - Ostatní výsledky

Termín dosažení výstupu/výsledku

Termín dosažení výstupu/výsledku

06/2024

Činnosti a aktivity**Název aktivity**

Název aktivity

Ekonomická analýza

Měsíc a rok zahájení aktivity

Měsíc a rok zahájení aktivity

07/2022

Měsíc a rok ukončení aktivity

Měsíc a rok ukončení aktivity

05/2024

Popis aktivity včetně použitých metod

Popis aktivity včetně použitých metod

Vypracování ekonomické analýzy a studie komerčně dodávaného energetického bloku malého modulárního reaktoru. Vývoj metodiky stanovení kvalifikovaného odhadu nákladů na výzkumné práce, vývoj, projektovou a konstrukční přípravu, výrobu, montáž a zprovoznění prototypového energetického bloku s malým modulárním reaktorem. Vývoj metodiky optimalizace podílu tepelného výkonu energetického zdroje s malým modulárním reaktorem využívaného k výrobě elektrické energie a k výrobě tepla v závislosti na podmínkách zásobované lokality.

Milník**Název milníku**

Název milníku

Ekonomická studie prototypu a komerčně dodávaného energetického bloku s malým modulárním reaktorem

Měsíc a rok dosažení milníku

Měsíc a rok dosažení milníku

05/2024

Popis milníku

Popis milníku

Vypracování ekonomické analýzy a studie komerčně dodávaného energetického bloku malého modulárního reaktoru.

Ganttův diagram

Tato část se do tiskové sestavy negeneruje.

Identifikační číslo výstupu/výsledku

Identifikační číslo výstupu/výsledku

TK02030125-V11

Název výstupu/výsledku

Název výstupu/výsledku

Podpora pravděpodobnostního hodnocení bezpečnosti malého modulárního reaktoru chlazeného fluorovými solemi

Druh výstupu/výsledku

Druh výstupu/výsledku

V – Výzkumná zpráva

Termín dosažení výstupu/výsledku

Termín dosažení výstupu/výsledku

12/2023

Činnosti a aktivity**Název aktivity**

Název aktivity

Adaptace metod PSA na technologii malého reaktoru

Měsíc a rok zahájení aktivity

Měsíc a rok zahájení aktivity

01/2022

Měsíc a rok ukončení aktivity

Měsíc a rok ukončení aktivity

09/2022

Popis aktivity včetně použitých metod

Popis aktivity včetně použitých metod

Systematická adaptace metod pravděpodobnostního hodnocení bezpečnosti na specifika designu a provozu malého reaktoru. Řešení oblastí interních událostí, interních hazardů i externích přírodních hazardů a hazardů iniciovaných nezávislou lidskou činností. Řešení oblastí identifikace iniciačních událostí, analýzy havarijních sekvencí (stromy událostí), modelování spolehlivosti systémů a komponent (stromy poruch), analýzy dat pro kvantifikaci spolehlivosti komponent, analýzy závislosti a poruch se společnou příčinou, analýzy spolehlivosti lidského činitele, kvantifikace modelu PSA a analýzy nejistot.

Název aktivity

Název aktivity

Zpracování seznamu iniciačních událostí pro technologii malého reaktoru

Měsíc a rok zahájení aktivity

Měsíc a rok zahájení aktivity

07/2022

Měsíc a rok ukončení aktivity

Měsíc a rok ukončení aktivity

05/2023

Popis aktivity včetně použitých metod

Popis aktivity včetně použitých metod

Zpracování seznamu iniciačních událostí bude vycházet z adaptované metodiky rozvíjené v předchozí aktivitě k danému výsledku. Budou využity soubory iniciačních událostí získané z rešeršních studií (pro podobné technologie), výsledky podpůrných analýz realizovaných v předchozí fázi projektu, generické seznamy z doporučených zdrojů (MAAE, US NRC), poznatky z diskusí v mezinárodních týmech (pracovní skupiny OECD NEA) a případně konkrétní poznatky ze zpětné vazby z provozní historie příbuzných technologií. Nejprve bude sestaven první orientační seznam, jehož prvky budou v další fázi podrobeny screeningu a procesu grupování příbuzných iniciačních událostí. Finální tvar seznamu bude respektovat pobřeby dalších fází hodnocení PSA, tj. v první řadě tvorby stromů událostí a analýzy havarijních sekvencí. V případě nutnosti budou vytvořeny specifické seznamy iniciačních událostí pro různé provozní režimy malého reaktoru.

Název aktivity

Název aktivity

Analýza havarijních sekvencí pro technologii malého reaktoru

Měsíc a rok zahájení aktivity

Měsíc a rok zahájení aktivity

01/2023

Měsíc a rok ukončení aktivity

Měsíc a rok ukončení aktivity

12/2023

Popis aktivity včetně použitých metod

Popis aktivity včetně použitých metod

Analýza havarijních sekvencí bude vycházet z výstupů předchozích částí řešení problematiky PSA. Pro každou iniciační událost bude sestaven strom událostí sledující odezvu technologie na vznik dané iniciační události a reflektující úspěchy/selhání systémů určených k zajištění bezpečnosti a lidského prvku. Analýza bude podrobně zdokumentována, včetně použitých předpokladů a závěrů z podpůrných analýz. Pro vytvořené stromy událostí bude provedena zjednodušená kvantitativní analýza a orientačně odhadnuto riziko provozu nové technologie.

Milník**Název milníku**

Název milníku

Zkompletování adaptované metodiky PSA pro technologii malého reaktoru

Měsíc a rok dosažení milníku

Měsíc a rok dosažení milníku

09/2022

Popis milníku

Popis milníku

Milník uzavírá obecnou metodickou část procesu využití PSA k hodnocení rizika provozu nové technologie a jeho dosažení bude spojeno s publikováním adaptované metodiky PSA na tuto technologii.

Název milníku

Název milníku

Zpracování analýz PSA pro novou technologii malého reaktoru

Měsíc a rok dosažení milníku

Měsíc a rok dosažení milníku

12/2023

Popis milníku

Popis milníku

Tento milník završuje aktivity PSA plánovaných pro technologii malého reaktoru v daném projektu a s předáním produktu analýz - výzkumných zpráv obsahujících seznamy iniciačních událostí pro všechny provozní režimy reaktoru a výsledky analýzy havarijních sekvencí.

Ganttův diagram

Tato část se do tiskové sestavy negeneruje.

Identifikační číslo výstupu/výsledku

Identifikační číslo výstupu/výsledku

TK02030125-V12

Název výstupu/výsledku

Název výstupu/výsledku

Metodika hodnocení bezpečnosti malých reaktorů typu FHR.

Druh výstupu/výsledku

Druh výstupu/výsledku

V – Výzkumná zpráva

Termín dosažení výstupu/výsledku

Termín dosažení výstupu/výsledku

06/2024

Činnosti a aktivity**Název aktivity**

Název aktivity

vytváření metodiky bezpečnostního hodnocení bezpečnosti malých reaktorů typu FHR

Měsíc a rok zahájení aktivity

Měsíc a rok zahájení aktivity

07/2022

Měsíc a rok ukončení aktivity

Měsíc a rok ukončení aktivity

05/2024

Popis aktivity včetně použitých metod

Popis aktivity včetně použitých metod

Vytváření metodiky pro bezpečnostní hodnocení bezpečnosti malých reaktorů typu FHR. Metodika bude obsahovat data z výzkumné a technologické části projektu.

Milník

Název milníkuNázev milníku
Vytvoření výzkumné zprávy**Měsíc a rok dosažení milníku**Měsíc a rok dosažení milníku
05/2024**Popis milníku**Popis milníku
Výzkumná zpráva o metodice na hodnocení nelehkovodních reaktorů chlazených fluoridovými solemi je vytvořena.**Ganttův diagram**

Tato část se do tiskové sestavy negeneruje.

Identifikační číslo výstupu/výsledkuIdentifikační číslo výstupu/výsledku
TK02030125-V13**Název výstupu/výsledku**Název výstupu/výsledku
Termomechanické analýzy aktivní zóny a paliva**Druh výstupu/výsledku**Druh výstupu/výsledku
V – Výzkumná zpráva**Termín dosažení výstupu/výsledku**Termín dosažení výstupu/výsledku
03/2024**Činnosti a aktivity****Název aktivity**Název aktivity
Příprava knihoven materiálových vlastností paliva**Měsíc a rok zahájení aktivity**Měsíc a rok zahájení aktivity
07/2019**Měsíc a rok ukončení aktivity**Měsíc a rok ukončení aktivity
06/2022

Popis aktivity včetně použitých metod

Popis aktivity včetně použitých metod

Na základě dostupných dat budou připraveny knihovny materiálových vlastností. Data budou čerpána z otevřené literatury, mezinárodních výzkumných programů zaměřených na HTGR (stejně palivo), kterých je skupina UJV členem a z údajů poskytnutých potencionálními výrobci a dodavateli paliva. Bude proveden rozbor neurčitostí získaných dat. Bude zhodnocen dopad jednotlivých neurčitostí do modelování. Pro neurčitosti s významným dopadem bude navržen experimentální program pro jejich redukci.

Název aktivity

Název aktivity

Příprava termomechanického modelu palivového souboru a AZ

Měsíc a rok zahájení aktivity

Měsíc a rok zahájení aktivity

07/2019

Měsíc a rok ukončení aktivity

Měsíc a rok ukončení aktivity

12/2022

Popis aktivity včetně použitých metod

Popis aktivity včetně použitých metod

Ve vybraném FEM kódu (primárně ABAQUS, v průběhu projektu potenciálně přenos do systému MOOSE, který umožňuje multifyzikální simulaci celé AZ) bude připraven model PS a AZ a budou provedeny analýzy:

- Rozměrových změn PS a AZ v průběhu vyhořívání
- Napětí ově deformačního stavu PS a rizika jejich poškození v průběhu vyhořívání

Název aktivity

Název aktivity

Termomechanická analýza TRISO částic

Měsíc a rok zahájení aktivity

Měsíc a rok zahájení aktivity

01/2021

Měsíc a rok ukončení aktivity

Měsíc a rok ukončení aktivity

06/2023

Popis aktivity včetně použitých metod

Popis aktivity včetně použitých metod

Ve vybraném FEM kódu (primárně ABAQUS, v průběhu projektu potenciálně přenos do systému MOOSE, který umožňuje multifyzikální simulaci celé AZ) bude připraven termomechanický model TRISO částic pro budoucí hodnocení uvolnění radioaktivních látek z paliva. Model bude provázán s modelem palivového souboru.

Název aktivity

Název aktivity

Provedení souhrnných termomechanických analýz paliva a AZ

Měsíc a rok zahájení aktivity

Měsíc a rok zahájení aktivity

01/2022

Měsíc a rok ukončení aktivity

Měsíc a rok ukončení aktivity

03/2024

Popis aktivity včetně použitých metod

Popis aktivity včetně použitých metod

Vytvořené modely paliva a aktivní zóny budou využity k zhodnocení dopadu celkových rozměrových změn na bezpečnost provozu reaktoru. Budou provedeny podrobné analýzy teplotního pole v paliva a navazující rozbory spolehlivosti TRISO částic.

Milník**Název milníku**

Název milníku

Knihovny materiálových vlastnosti paliva pro termomechanické analýzy

Měsíc a rok dosažení milníku

Měsíc a rok dosažení milníku

09/2020

Popis milníku

Popis milníku

Knihovna dat pro termomechanické výpočty FEM kódem

Název milníku

Název milníku

FEM model palivového elementu

Měsíc a rok dosažení milníku

Měsíc a rok dosažení milníku

12/2020

Popis milníku

Popis milníku

Termomechanický model palivového elementu

Název milníku

Název milníku

FEM model AZ

Měsíc a rok dosažení milníku

Měsíc a rok dosažení milníku

12/2021

Popis milníku

Popis milníku
Termomechanický model AZ

Název milníku

Název milníku
Hodnocení neurčitostí dostupných dat pro termomechanické analýzy

Měsíc a rok dosažení milníku

Měsíc a rok dosažení milníku
12/2021

Popis milníku

Popis milníku
Rozbor neurčitostí dostupných dat a jejich dopadu na další analýzy

Název milníku

Název milníku
Návrh experimentálního programu pro redukci nejvýznamnějších neurčitostí v oblasti termomechanického modelování paliva

Měsíc a rok dosažení milníku

Měsíc a rok dosažení milníku
06/2022

Popis milníku

Popis milníku
Návrh experimentálního programu pro redukci nejvýznamnějších neurčitostí v oblasti termomechanického modelování paliva

Název milníku

Název milníku
FEM model TRISO částic

Měsíc a rok dosažení milníku

Měsíc a rok dosažení milníku
06/2023

Popis milníku

Popis milníku
Termomechanický model TRISO částic

Název milníku

Název milníku
Analýzy rozměrových změn a termomechanického namáhání PS

Měsíc a rok dosažení milníku

Měsíc a rok dosažení milníku

12/2023

Popis milníku

Popis milníku

Analýzy rozměrových změn a termomechanického namáhání PS

Ganttův diagram

Tato část se do tiskové sestavy negeneruje.

Identifikační číslo výstupu/výsledku

Identifikační číslo výstupu/výsledku

TK02030125-V3

Název výstupu/výsledku

Název výstupu/výsledku

Verifikace dostupných korelací pro stanovení součinitele přestupu tepla solí.

Druh výstupu/výsledku

Druh výstupu/výsledku

V – Výzkumná zpráva

Termín dosažení výstupu/výsledku

Termín dosažení výstupu/výsledku

07/2022

Činnosti a aktivity**Název aktivity**

Název aktivity

Návrh a realizace zkušebního zařízení

Měsíc a rok zahájení aktivity

Měsíc a rok zahájení aktivity

07/2019

Měsíc a rok ukončení aktivity

Měsíc a rok ukončení aktivity

06/2021

Popis aktivity včetně použitých metod

Popis aktivity včetně použitých metod

Koncepční návrh zařízení, které umožní získat experimentální data, potřebná pro stanovení součinitele přestupu tepla do tekutých solí a ve výměnících sCO₂/tekutá sůl. Oponentura návrhu dalšími partnery projektu. Vybrání dodavatelů klíčových komponent, zejména čerpadla na tekuté sole. Vytvoření detailní výrobní dokumentace. Výroba a sestavení zkušební okruhu a jeho integrace do experimentální smyčky sCO₂.

Sestavený zkušební okruh bude zcela unikátní použitými pracovními médii a umožní získání jedinečných dat. Získání těchto dat jiným způsobem není možné a tato data jsou pro dosažení cíle projektu nezbytná.

Název aktivity

Název aktivity

Provedení experimentů

Měsíc a rok zahájení aktivity

Měsíc a rok zahájení aktivity

07/2021

Měsíc a rok ukončení aktivity

Měsíc a rok ukončení aktivity

03/2022

Popis aktivity včetně použitých metod

Popis aktivity včetně použitých metod

Provedení požadovaných experimentů za účelem získání experimentálních dat

Název aktivity

Název aktivity

Vyhodnocení experimentálních dat a verifikace kritériálních rovnic

Měsíc a rok zahájení aktivity

Měsíc a rok zahájení aktivity

01/2022

Měsíc a rok ukončení aktivity

Měsíc a rok ukončení aktivity

07/2022

Popis aktivity včetně použitých metod

Popis aktivity včetně použitých metod

Vyhodnocení dat získaných z provedených experimentů, zejména stanovení koeficientů přestupu tepla. Porovnání výsledků vypočítaných využitím dostupných kritériálních rovnic a jejich srovnání s výsledky experimentů. Pokud budou kritériální rovnice shledány jako nevhodné pro provádění tepelných výpočtů, dojde ke stanovení nové korelace přímo pro tekuté sole.

Milník

Název milníkuNázev milníku
Zkušební stand**Měsíc a rok dosažení milníku**Měsíc a rok dosažení milníku
06/2021**Popis milníku**Popis milníku
Realizace zkušebního standu, připraveného ke zkušebnímu provozu.**Název milníku**Název milníku
Verifikované kritériální rovnice**Měsíc a rok dosažení milníku**Měsíc a rok dosažení milníku
07/2022**Popis milníku**Popis milníku
Korelace vhodné pro návrh energetických systémů s tekutými solemi.**Ganttův diagram**

Tato část se do tiskové sestavy negeneruje.

Identifikační číslo výstupu/výsledkuIdentifikační číslo výstupu/výsledku
TK02030125-V4**Název výstupu/výsledku**Název výstupu/výsledku
Termohydraulická analýza malého modulárního reaktoru EW.**Druh výstupu/výsledku**Druh výstupu/výsledku
V - Výzkumná zpráva**Termín dosažení výstupu/výsledku**Termín dosažení výstupu/výsledku
12/2022**Činnosti a aktivity**

Název aktivity

Název aktivity
Návrh terciárního okruhu

Měsíc a rok zahájení aktivity

Měsíc a rok zahájení aktivity
07/2019

Měsíc a rok ukončení aktivity

Měsíc a rok ukončení aktivity
09/2019

Popis aktivity včetně použitých metod

Popis aktivity včetně použitých metod
Cílem aktivity je výběr nejvhodnější architektury terciárního okruhu s sCO₂. Dle základních parametrů systému Energy Well bude navrženo a analyzováno několik možností uspořádání konverzního cyklu a zvolena bude varianta s nejvyšší účinností.

Název aktivity

Název aktivity
Vývoj termohydraulického modelu systému

Měsíc a rok zahájení aktivity

Měsíc a rok zahájení aktivity
11/2019

Měsíc a rok ukončení aktivity

Měsíc a rok ukončení aktivity
06/2020

Popis aktivity včetně použitých metod

Popis aktivity včetně použitých metod
Sestaven bude termohydraulický model celého systému. Bude se jednat o unikátní výpočetní nástroj modelující chování systému s dvěma nekonvenčními tekutinami. Modelován bude primární a sekundární okruh s tekutými solemi a terciární okruh s sCO₂. Využito bude existujícího systémového kódu, který bude doplněn o modely komponent navržených speciálně pro Energy Well. Provedeny budou výpočty stacionárních a přechodových stavů systému. Výsledky budou použity jako podklad pro projekční návrh celého systému a pro návrh systému kontroly a řízení.

Název aktivity

Název aktivity
Rozšíření modelu o poznatky získané v průběhu projektu

Měsíc a rok zahájení aktivity

Měsíc a rok zahájení aktivity
07/2020

Měsíc a rok ukončení aktivity

Měsíc a rok ukončení aktivity

12/2022

Popis aktivity včetně použitých metod

Popis aktivity včetně použitých metod

V průběhu projektu budou získána unikátní experimentální data popisující konvektivní přestup tepla do tekutých solí a sCO₂. Verifikované korelace pro přestup tepla budou implementovány do výpočetního modelu systému. Ve stejném výpočetním kódu bude dále vyvinut neutronický model aktivní zóny za účelem zpřesněného modelování vývinu tepla v palivu. Zajištěna bude komunikace mezi neutronickou a termohydraulickou částí modelu. Výsledkem tedy bude komplexní model umožňující dynamické simulace celého systému Energy Well.

Milník**Název milníku**

Název milníku

Výpočty stacionárních a přechodových stavů systému

Měsíc a rok dosažení milníku

Měsíc a rok dosažení milníku

06/2020

Popis milníku

Popis milníku

Provedení výpočtů stacionárních a přechodových stavů systému pomocí připraveného modelu.

Název milníku

Název milníku

Zpřesněný model doplněný o poznatky získané v průběhu řešení projektu

Měsíc a rok dosažení milníku

Měsíc a rok dosažení milníku

12/2022

Popis milníku

Popis milníku

Model doplněný o ověřené korelace pro přestup tepla do tekutých solí a sCO₂ a o neutronický model aktivní zóny.**Ganttův diagram**

Tato část se do tiskové sestavy negeneruje.

Identifikační číslo výstupu/výsledku

Identifikační číslo výstupu/výsledku

TK02030125-V5

Název výstupu/výsledku

Název výstupu/výsledku
Optimalizace aktivní zóny.

Druh výstupu/výsledku

Druh výstupu/výsledku
V – Výzkumná zpráva

Termín dosažení výstupu/výsledku

Termín dosažení výstupu/výsledku
07/2022

Činnosti a aktivity**Název aktivity**

Název aktivity
Vývoj nástrojů pro deterministické výpočty aktivní zóny

Měsíc a rok zahájení aktivity

Měsíc a rok zahájení aktivity
07/2019

Měsíc a rok ukončení aktivity

Měsíc a rok ukončení aktivity
07/2021

Popis aktivity včetně použitých metod

Popis aktivity včetně použitých metod

V současnosti není možné provádět rutinní opakované inženýrské výpočty nutné pro optimalizaci AZ (vyhořívání paliva se zpětnou vazbou) pomocí stochastických kódů. Proto bude připravena metodika pro provádění analýz pomocí deterministických výpočtů. Odpovídajícím způsobem bude upraven stávající soubor výpočetních nástrojů HELIOS/SERENT - ANDREA:

- Bude vytvořena metodika pro přípravu knihoven účinných průřezů pomocí programů SEPENT a/nebo HELIOS
- Bude upraven program ANDREA pro umožnění výpočtů s prismatickým palivem a chladivem ve formě fluoridových solí (vytvoření termomechanického modelu paliva, termohydraulického modelu solí)

Na modelových úlohách budou výsledky výpočtů verifikovány oproti výsledkům stochastických kódů.

Název aktivity

Název aktivity
Ověření nástrojů pro deterministické výpočty aktivní zóny

Měsíc a rok zahájení aktivity

Měsíc a rok zahájení aktivity
05/2020

Měsíc a rok ukončení aktivity

Měsíc a rok ukončení aktivity
07/2021

Popis aktivity včetně použitých metod

Popis aktivity včetně použitých metod

Metodika deterministických výpočtů aktivní zóny obsahuje řadu aproximací, které mají vliv na přesnost výpočtů. Proto ověření přesnosti výsledného software je třeba provést jeho verifikaci a validaci. Validace se zpravidla provádí oproti experimentálním datům. Pokud experiment není k dispozici, lze ho nahradit výpočtem pomocí SW vyšší třídy přesnosti. V případě neutronicko-fyzikálních výpočtů se k tomuto účelu využívá nástrojů založených na metodě Monte Carlo.

V rámci předmětné aktivity bude vytvořena sada reprezentativních modelových úloh. Pro tyto úlohy bude proveden referenční výpočet pomocí programů SERPENT a/nebo MCNP. Výsledky přepočtu poslouží pro validaci nových nástrojů pro deterministické výpočty aktivní zóny.

Název aktivity

Název aktivity

Optimalizace aktivní zóny

Měsíc a rok zahájení aktivity

Měsíc a rok zahájení aktivity

01/2021

Měsíc a rok ukončení aktivity

Měsíc a rok ukončení aktivity

07/2022

Popis aktivity včetně použitých metod

Popis aktivity včetně použitých metod

Aktivní zóna bude optimalizována z hlediska využití paliva při dosažení požadované délky práce reaktoru, a to jak profilováním obohacení paliva, tak využitím vyhořívajících absorbátorů. Dále proběhne optimalizace z hlediska bezpečnostních charakteristik (teplotní zpětné vazby, podkritičnost při odstavení).

Milník**Název milníku**

Název milníku

Nástroje pro deterministické výpočty aktivní zóny

Měsíc a rok dosažení milníku

Měsíc a rok dosažení milníku

07/2021

Popis milníku

Popis milníku

Budou k dispozici nástroje pro deterministické výpočty aktivní zóny, které budou moci být použity následně pro její optimalizaci. Nástroje budou validovány přepočtem modelových úloh, a to oproti výsledkům detailních výpočtů metodou Monte Carlo.

Ganttův diagram

Tato část se do tiskové sestavy negeneruje.

Identifikační číslo výstupu/výsledkuIdentifikační číslo výstupu/výsledku
TK02030125-V6**Název výstupu/výsledku**Název výstupu/výsledku
Neutronová analýza jaderného paliva pro reaktor Energy Well.**Druh výstupu/výsledku**Druh výstupu/výsledku
V - Výzkumná zpráva**Termín dosažení výstupu/výsledku**Termín dosažení výstupu/výsledku
07/2022**Činnosti a aktivity****Název aktivity**Název aktivity
Verifikace designu jaderného paliva TRISO pomocí stochastických kódů. Benchmark kódů MCNP6 a SERPENT2 na palivu TRISO.**Měsíc a rok zahájení aktivity**Měsíc a rok zahájení aktivity
07/2019**Měsíc a rok ukončení aktivity**Měsíc a rok ukončení aktivity
12/2019**Popis aktivity včetně použitých metod**

Popis aktivity včetně použitých metod

Palivové soubory na bázi TRISO paliva jsou známá svou značnou heterogenitou. Vlivem náhodného uspořádání částic v kompaktech musí dojít při celozónových výpočtech k jisté míře zjednodušení modelů aby bylo možné použít výpočetní kapacitu stávající generace. Stochastické kódy MCNP6 a SRPENT2 umožňují modelování libovolně přesných geometrií za cenu drastického násůustu výpočetního času oproti difúzním a transportním kódům, které, na druhou stranu, mají často problémy s výpočty paliv s TRISO mikročasticemi. Výstupem této etapy bude ověření schopnosti modelovat mikročasticové paliva pomocí kódů MCNP6 a SERPENT2 na jednoduchých benchmarkových úlohách.

Název aktivityNázev aktivity
Neutronická analýza alternativních designů paliva**Měsíc a rok zahájení aktivity**Měsíc a rok zahájení aktivity
01/2020

Měsíc a rok ukončení aktivity

Měsíc a rok ukončení aktivity

06/2020

Popis aktivity včetně použitých metod

Popis aktivity včetně použitých metod

Tato aktivita se zaměří na studium možností použití jiných typů paliv, známých zejména z vysokoteplotních plynem chlazených jaderných reaktorů. Cílem analýzy je zjistit možnosti použití ověřených, či standardně dostupných typů paliva, které byly použity například v reaktorech DRAGON, Peach Bottom, Fort St. Vrain, či HTTR, při dodržení daných výkonových a bezpečnostních charakteristik. Analýza bude provedena pomocí stochastického kódu MCNP nebo Serpent, případně jejich kombinací. Jedná se o standardní nástroje používané pro neutronické analýzy, ve kterých je možné provádět simulace do značné hloubky detailu, nevýhodou zůstává nemožnost použití těchto kódů pro rutinní výpočty z důvodu vysoké náročnosti na výpočetní kapacitu.

Název aktivity

Název aktivity

Analýza prostorového rozložení vývinu tepla v aktivní zóně

Měsíc a rok zahájení aktivity

Měsíc a rok zahájení aktivity

07/2020

Měsíc a rok ukončení aktivity

Měsíc a rok ukončení aktivity

09/2020

Popis aktivity včetně použitých metod

Popis aktivity včetně použitých metod

Znalost prostorového rozložení vývinu tepla je důležitá z hlediska hodnocení bezpečnosti provozu reaktoru. Etapa projektu zaměřená na tuto problematiku umožní stanovit hodnoty v nejzatíženějších částech reaktoru, určit jejich limity a případně řešení k dosažení rovnoměrnějšího vývinu tepla. Výpočetní stanovení prostorového rozložení vývinu tepla prokáže technickou vhodnost a bezpečnost navrženého řešení aktivní zóny.

Název aktivity

Název aktivity

Příprava jaderných dat pro výpočet přechodových stavů

Měsíc a rok zahájení aktivity

Měsíc a rok zahájení aktivity

10/2020

Měsíc a rok ukončení aktivity

Měsíc a rok ukončení aktivity

11/2020

Popis aktivity včetně použitých metod

Popis aktivity včetně použitých metod

Tato aktivita projektu bude věnována výpočtům konstant, které jsou vstupem do dalších nástrojů pro havarijní analýzy reaktoru Energy Well.

Název aktivity

Název aktivity

Analýza fluencí a dávek na vnitřní materiály reaktoru, monitorování fluencí pomocí aktivačních měření

Měsíc a rok zahájení aktivity

Měsíc a rok zahájení aktivity

12/2020

Měsíc a rok ukončení aktivity

Měsíc a rok ukončení aktivity

01/2021

Popis aktivity včetně použitých metod

Popis aktivity včetně použitých metod

Životnost grafitových vestev a nádoby reaktoru je limitována celkovým množstvím rychlých neutronů, které na ně dopadnou za dobu provozu (fluencí neutronů). Vnitřní a vnější struktury mají tendenci se deformovat, nebo jinak negativně měnit své materiálové vlastnosti a proto je nutné ověřit nepřekročení přípustných hodnot fluencí rychlých neutronů.

Název aktivity

Název aktivity

Analýza možností monitorování výkonu pomocí ex-core měření.

Měsíc a rok zahájení aktivity

Měsíc a rok zahájení aktivity

02/2021

Měsíc a rok ukončení aktivity

Měsíc a rok ukončení aktivity

04/2021

Popis aktivity včetně použitých metod

Popis aktivity včetně použitých metod

V aktivitě bude hodnocena odezva ex-core detektorů v různých místech šachty reaktoru tak aby bylo dosaženo optimálních hodnot vzhledem k vysoké teplotě na povrchu nádoby a nižší hustoty výkonu oproti tlakovodním reaktorům.

Název aktivity

Název aktivity

Analýza radiční situace během provozu a po ukončení provozu reaktoru

Měsíc a rok zahájení aktivity

Měsíc a rok zahájení aktivity

05/2021

Měsíc a rok ukončení aktivity

Měsíc a rok ukončení aktivity

07/2021

Popis aktivity včetně použitých metod

Popis aktivity včetně použitých metod

V této aktivitě bude ověřena radiační situace v okolí kobky reaktoru během provozu a následně v okolí během výměny reaktorového modulu po ukončení provozu modulu z důvodu vyčerpání paliva.

Název aktivity

Název aktivity

Analýza vyhoření paliva a hmotnostního inventáře.

Měsíc a rok zahájení aktivity

Měsíc a rok zahájení aktivity

08/2021

Měsíc a rok ukončení aktivity

Měsíc a rok ukončení aktivity

10/2021

Popis aktivity včetně použitých metod

Popis aktivity včetně použitých metod

V aktivitě budou probíhat podrobné výpočty vyhoření a složení paliva v závislosti na vyhoření.

Milník**Název milníku**

Název milníku

Kompletace zprávy o neutronické analýze

Měsíc a rok dosažení milníku

Měsíc a rok dosažení milníku

12/2021

Popis milníku

Popis milníku

Souhrn a zhodnocení výsledků, vyvození závěrů a doporučení zjištěných z neutronické analýzy do celistvého textu.

Ganttův diagram

Tato část se do tiskové sestavy negeneruje.

Identifikační číslo výstupu/výsledku

Identifikační číslo výstupu/výsledku

TK02030125-V7

Název výstupu/výsledku

Název výstupu/výsledku

Studium materiálové kompatibility s fluoridovými solemi.

Druh výstupu/výsledku

Druh výstupu/výsledku

V – Výzkumná zpráva

Termín dosažení výstupu/výsledku

Termín dosažení výstupu/výsledku

07/2023

Činnosti a aktivity**Název aktivity**

Název aktivity

Studium dlouhodobé stability chladících fluoridových solí

Měsíc a rok zahájení aktivity

Měsíc a rok zahájení aktivity

07/2019

Měsíc a rok ukončení aktivity

Měsíc a rok ukončení aktivity

07/2023

Popis aktivity včetně použitých metod

Popis aktivity včetně použitých metod

Studování vlivu znečištění chladivové fluoridové směsi, a výzkum v oblasti regenerace a čištění chladivové soli elektrochemickými a fluoračními metodami.

Název aktivity

Název aktivity

Studium kompatibility existujících slitin v roztavených fluoridových solí v taveninách NaF-NaBF₄ a LiF-BeF₂**Měsíc a rok zahájení aktivity**

Měsíc a rok zahájení aktivity

07/2019

Měsíc a rok ukončení aktivity

Měsíc a rok ukončení aktivity

07/2023

Popis aktivity včetně použitých metod

Popis aktivity včetně použitých metod

Aktivita bude zaměřena na studium korozních vlastností materiálů v prostředí tekutých fluoridových solí, se zaměřením na využití v sekundárním okruhu uvažovaného reaktorového systému.

Milník**Název milníku**

Název milníku

Výzkumná část

Měsíc a rok dosažení milníku

Měsíc a rok dosažení milníku

05/2023

Popis milníku

Popis milníku

Výzkumná část projektu především zahrnuje krátkodobé a dlouhodobé korozní testy ve fluoridových taveninách

Ganttův diagram

Tato část se do tiskové sestavy negeneruje.

Identifikační číslo výstupu/výsledku

Identifikační číslo výstupu/výsledku

TK02030125-V8

Název výstupu/výsledku

Název výstupu/výsledku

Optimalizace koncepčního návrhu SMR Energy Well.

Druh výstupu/výsledku

Druh výstupu/výsledku

V – Výzkumná zpráva

Termín dosažení výstupu/výsledku

Termín dosažení výstupu/výsledku

06/2024

Činnosti a aktivity**Název aktivity**

Název aktivity

Optimalizace tepelného schématu energetického systému MSR, s ohledem na možnosti technologií jednotlivých komponent.

Měsíc a rok zahájení aktivity

Měsíc a rok zahájení aktivity

07/2019

Měsíc a rok ukončení aktivity

Měsíc a rok ukončení aktivity

06/2024

Popis aktivity včetně použitých metod

Popis aktivity včetně použitých metod

Tato aktivita integruje všechny ostatní aktivity tohoto výsledku. Proto běží po celou dobu řešení projektu. V posledním půl roce pak proběhne finální syntéza získaných poznatků. Výsledkem bude zoptimalizované tepelné schéma reaktoru MSR, které respektuje možnosti současných technologií a dává tak reálnou představu o možnostech tohoto systému.

Název aktivity

Název aktivity

Optimalizace tepelného oběhu sCO₂**Měsíc a rok zahájení aktivity**

Měsíc a rok zahájení aktivity

07/2019

Měsíc a rok ukončení aktivity

Měsíc a rok ukončení aktivity

06/2022

Popis aktivity včetně použitých metod

Popis aktivity včetně použitých metod

Z detailních technických parametrů všech navrhovaných systémů reaktoru vzniknou okrajové podmínky pro optimalizaci tepelného oběhu. Návrh podpůrných systémů reaktoru nemá na vlastní optimalizaci tepelného oběhu podstatný vliv nicméně podpůrné systémy pro tepelný oběh je třeba zahrnout do této optimalizace. Návrh hlavních komponent je pak značně závislý na vlastním tepelném oběhu.

Název aktivity

Název aktivity

Koncepte udržení soli v kapalném stavu

Měsíc a rok zahájení aktivity

Měsíc a rok zahájení aktivity

07/2019

Měsíc a rok ukončení aktivity

Měsíc a rok ukončení aktivity

12/2023

Popis aktivity včetně použitých metod

Popis aktivity včetně použitých metod

Tekuté sole jsou jedním z vůbec nejlepších teplotostabilních látek. Jejich nevýhodou je ale nutnost použití vysokých teplot, protože při běžných teplotách jsou v pevném stavu. Způsob udržení soli v tekutém stavu je tak jednou z klíčových výzev konceptu solného modulárního reaktoru. Je třeba prověřit všechny situace, ve kterých se reaktor bude nacházet, od výroby, přes transport, provoz až po vyřazování z provozu. Strategie nakládání se soli během celého životního cyklu je tak zcela zásadní otázkou úspěšného nasazení tohoto reaktoru. V této aktivitě bude vyvinut způsob a navrženy systémy nutné pro naplnění této funkce.

Název aktivity

Název aktivity

Optimalizace systému pro odvod tepla do atmosféry

Měsíc a rok zahájení aktivity

Měsíc a rok zahájení aktivity

07/2019

Měsíc a rok ukončení aktivity

Měsíc a rok ukončení aktivity

06/2022

Popis aktivity včetně použitých metod

Popis aktivity včetně použitých metod

Odvod tepla do atmosféry je jednou z klíčových otázek malých modulárních reaktorů. Při nasazení v odlehlých oblastech nelze předpokládat dostatečnou zásobu chladící vody a efektivní způsob odvodu tepla do atmosféry je pak hlavním problémem. Správným návrhem, volbou parametrů a možnou doplňkovou dodávkou tepla pro nízkopotenciální procesy (odsolování mořské vody apod.) lze tento problém efektivně a ekonomicky řešit. Nalezení optimálních variant pro různé lokality je hlavním cílem této aktivity.

Název aktivity

Název aktivity

Výběr technických řešení pomocných a podpůrných systémů

Měsíc a rok zahájení aktivity

Měsíc a rok zahájení aktivity

07/2019

Měsíc a rok ukončení aktivity

Měsíc a rok ukončení aktivity

12/2023

Popis aktivity včetně použitých metod

Popis aktivity včetně použitých metod

Návrh základních komponent je sice důležitou částí návrhu energetického systému, klíčové se ale jeví systémy nutné pro zajištění provozovatelnosti reaktoru. U těchto systémů se velmi často projevuje komplikovanost jednotlivých technických řešení. Proto je pro zhodnocení potenciálu nasazení malého modulárního reaktoru chlazeného tekutými solemi závislé na technickém řešení všech podpůrných systémů. Tato aktivita je jednou z těch, ve kterých budou vyvinuty aplikované výstupy, ke kterým se celá řada koncepčních návrhů reaktorů nikdy nedostane. Tato aktivita je tak velice důležitá pro zhodnocení potenciálu nasazení tohoto reaktorového systému.

Název aktivity

Název aktivity

Design hlavních komponent systému

Měsíc a rok zahájení aktivity

Měsíc a rok zahájení aktivity

07/2019

Měsíc a rok ukončení aktivity

Měsíc a rok ukončení aktivity

06/2022

Popis aktivity včetně použitých metod

Popis aktivity včetně použitých metod

Návrh hlavních komponent systému je nutnou podmínkou pro další, detailnější návrh celého reaktorového systému. Z této aktivity vzniknou okrajové podmínky pro většinu dalších částí tohoto výsledku. Lze očekávat, že celý proces bude iterační a návrh hlavních komponent bude upravován spolu s návrhem ostatních systémů.

Milník**Název milníku**

Název milníku

Referenční design malého modulárního reaktoru

Měsíc a rok dosažení milníku

Měsíc a rok dosažení milníku

06/2022

Popis milníku

Popis milníku

Na základě aktivit tohoto výstupu vznikne návrh hlavních komponent malého modulárního reaktoru, včetně popisu všech provozních parametrů nutných pro návrh podpůrných systémů.

Název milníku

Název milníku

Referenční design podpůrných systémů

Měsíc a rok dosažení milníku

Měsíc a rok dosažení milníku

12/2023

Popis milníku

Popis milníku

Na základě referenčního návrhu hlavních komponent vznikne referenční návrh všech podpůrných systémů nutných pro provoz malého modulárního reaktoru MSR.

Název milníku

Název milníku

Optimalizovaný design malého modulárního reaktoru

Měsíc a rok dosažení milníku

Měsíc a rok dosažení milníku

06/2024

Popis milníku

Popis milníku

Na základě předchozích dvou milníků bude vytvořen optimalizovaný referenční návrh celého modulárního reaktoru, který bude respektovat možnosti jednotlivých dílčích komponent a systémů z předchozích milníků.

Ganttův diagram

Tato část se do tiskové sestavy negeneruje.

Identifikační číslo výstupu/výsledku

Identifikační číslo výstupu/výsledku

TK02030125-V9

Název výstupu/výsledku

Název výstupu/výsledku

Bezpečnostní analýzy

Druh výstupu/výsledku

Druh výstupu/výsledku

V - Výzkumná zpráva

Termín dosažení výstupu/výsledku

Termín dosažení výstupu/výsledku

06/2024

Činnosti a aktivity**Název aktivity**

Název aktivity

Bezpečnostní analýzy

Měsíc a rok zahájení aktivity

Měsíc a rok zahájení aktivity

07/2022

Měsíc a rok ukončení aktivity

Měsíc a rok ukončení aktivity

05/2024

Popis aktivity včetně použitých metod

Popis aktivity včetně použitých metod

Identifikace provozních a havarijních stavů systému EW. Identifikace obálkových přechodových stavů a provedení bezpečnostní analýzy pomocí systémových kódů. Provedení bezpečnostních analýz pomocí termohydraulických systémových kódů pro určení chování systému během havárií.

Milník**Název milníku**

Název milníku

Ukončení bezpečnostních analýz a vytvoření výzkumné zprávy

Měsíc a rok dosažení milníku

Měsíc a rok dosažení milníku

05/2024

Popis milníku

Popis milníku

Milník je zařazen pro technologické části projektu. Výzkumná zpráva o bezpečnostních analýzách elektrárny je hotova.

Ganttův diagram

Tato část se do tiskové sestavy negeneruje.

7. Finanční plán

[P] Centrum výzkumu Řež s.r.o.

Typ organizace

Typ organizace VO - Výzkumná organizace
--

Podíly kategorií výzkumu AV/EV

Kategorie	Jednotka	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Aplikovaný výzkum	%	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Požadujeme navýšení intenzity podpory viz podmínky uvedené na této stránce

Požadujeme navýšení intenzity podpory viz podmínky uvedené na této stránce NE
--

Vypočtené náklady a podpora na jednotlivé kategorie výzkumu/vývoje

Kategorie	Jednotka	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Celkem
Náklady na AV	Kč	1 947 100	4 507 900	6 067 700	4 710 400	3 088 600	1 540 000	21 861 700
Maximální výše podpory na AV	Kč	1 947 100	4 507 900	6 067 700	4 710 400	3 088 600	1 540 000	21 861 700

Náklady

Ukazatel	Jednotka	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Celkem
Osobní náklady	Kč	1 185 100	2 613 900	2 666 700	1 959 400	1 242 600	634 000	10 301 700
Úvazek	člověko- rok	2,56	3,11	3,11	3,59	1,22	1,12	14,71
Průměrné osobní náklady na úvazek	Kč	462 929,69	840 482,32	857 459,81	545 793,87	1 018 524,59	566 071,43	700 319,51
Subdodávky / služby	Kč	0	0	750 000	1 250 000	1 000 000	500 000	3 500 000
Ostatní přímé náklady	Kč	50 000	325 000	1 050 000	325 000	100 000	25 000	1 875 000
Ochrana duševního vlastnictví	Kč	0	0	0	0	50 000	0	50 000
Další provozní náklady + cestovné	Kč	50 000	325 000	1 050 000	325 000	50 000	25 000	1 825 000
Nepřímé náklady / režie	Kč	712 000	1 569 000	1 601 000	1 176 000	746 000	381 000	6 185 000
Náklady projektu celkem	Kč	1 947 100	4 507 900	6 067 700	4 710 400	3 088 600	1 540 000	21 861 700
Podíl nákladů na nepřímé náklady / režie	%	57,65	53,39	43,08	51,48	55,56	57,81	50,79

Způsob vykazování nepřímých nákladů

Způsob vykazování nepřímých nákladů Full cost
--

Komentář k nákladovým položkám

Komentář k nákladovým položkám

Součástí subdodávky bude čerpadlo schopné čerpat fluoridové sole. Není to běžně dostupné čerpadlo a subdodavatel bude muset provést jeho vývoj. Předpokládaným subdodavatelem je SIGMA Výzkumný a vývojový ústav. s.r.o. Tento subdodavatel v minulosti ve spolupráci s příjemcem navrhoval a dodával speciálně navrhovaná čerpadla na tekuté kovy, jež jsou svým charakterem obdobná. Součástí subdodávek bude proveden sběr funkčních a normativních požadavků na systémy kontroly řízení (SKŘ). Na základě těchto požadavků bude navržena základní architektura SKŘ energetického bloku Energy Well. Protože se jedná o velmi specifický reaktorový systém, vyžaduje návrh základní architektury SKŘ specializovaného dodavatele, v tomto případě Škoda jaderné strojírenství a.s.

Celková částka, která bude využita pro nákup materiálů nutných pro náplň projektu je 1 550 000 korun a 50 000 korun za rok na cestovné.

Zdroje

Ukazatel	Jednotka	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Celkem
Maximální výše podpory	Kč	1 947 100	4 507 900	6 067 700	4 710 400	3 088 600	1 540 000	21 861 700
Výše podpory	Kč	1 947 100	4 507 900	6 067 700	4 710 400	3 088 600	1 540 000	21 861 700
Ostatní veřejné zdroje	Kč	0	0	0	0	0	0	0
Neinvestiční podpora	Kč	1 947 100	4 507 900	6 067 700	4 710 400	3 088 600	1 540 000	21 861 700
Neveřejné zdroje	Kč	0	0	0	0	0	0	0
Zdroje celkem	Kč	1 947 100	4 507 900	6 067 700	4 710 400	3 088 600	1 540 000	21 861 700
Intenzita podpory	%	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Původ neveřejných zdrojů

Původ neveřejných zdrojů

Neveřejné zdroje nejsou vkládány.

Původ veřejných zdrojů

Původ veřejných zdrojů

Všechny veřejné zdroje pochází z TAČR.

Deklaruji zájem o využití zvýhodněných finančních nástrojů Českomoravské záruční a rozvojové banky, a.s. pro účely spolufinancování projektu

Deklaruji zájem o využití zvýhodněných finančních nástrojů Českomoravské záruční a rozvojové banky, a.s. pro účely spolufinancování projektu

NE

[D] ÚJV Řež, a. s.**Typ organizace**

Typ organizace

VP - Velký podnik

Podíly kategorií výzkumu AV/EV

Kategorie	Jednotka	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Aplikovaný výzkum	%	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00
Experimentální vývoj	%	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00

Požadujeme navýšení intenzity podpory viz podmínky uvedené na této stránce

Požadujeme navýšení intenzity podpory viz podmínky uvedené na této stránce

ANO

Vypočtené náklady a podpora na jednotlivé kategorie výzkumu/vývoje

Kategorie	Jednotka	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Celkem
Náklady na AV	Kč	828 000	2 088 000	2 384 000	2 568 000	1 364 000	264 000	9 496 000
Náklady na EV	Kč	207 000	522 000	596 000	642 000	341 000	66 000	2 374 000
Maximální výše podpory na AV	Kč	538 200	1 357 200	1 549 600	1 669 200	886 600	171 600	6 172 400
Maximální výše podpory na EV	Kč	82 800	208 800	238 400	256 800	136 400	26 400	949 600

Náklady

Ukazatel	Jednotka	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Celkem
Osobní náklady	Kč	552 550	1 377 371	1 574 900	1 697 689	894 223	160 159	6 256 892
Úvazek	člověko-rok	0,61	1,55	1,76	1,89	1,00	0,18	6,99
Průměrné osobní náklady na úvazek	Kč	905 819,67	888 626,45	894 829,55	898 248,15	894 223,00	889 772,22	895 120,46
Subdodávky / služby	Kč	0	0	0	0	0	0	0
Ostatní přímé náklady	Kč	0	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	150 000
Ochrana duševního vlastnictví	Kč	0	0	0	0	0	0	0
Další provozní náklady + cestovné	Kč	0	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	150 000
Nepřímé náklady / režie	Kč	482 450	1 202 629	1 375 100	1 482 311	780 777	139 841	5 463 108
Náklady projektu celkem	Kč	1 035 000	2 610 000	2 980 000	3 210 000	1 705 000	330 000	11 870 000
Podíl nákladů na nepřímé náklady / režie	%	87,31	85,45	85,68	85,80	84,48	73,54	85,27

Způsob vykazování nepřímých nákladů

Způsob vykazování nepřímých nákladů

Full cost

Komentář k nákladovým položkám

Komentář k nákladovým položkám

Výše nepřímých (režijních) nákladů ÚJV Řež, a. s. souvisejících s řešením projektu a způsob jejich výpočtu jsou stanoveny vnitřními předpisy společnosti. Pro aktuální rok 2018 činí režijní přírážka 117 % k mzdovým nákladům.

Nepřímé (režijní) náklady zahrnují osobní náklady administrativního a pomocného personálu, náklady na energii, spotřebu materiálu a služby režijního charakteru, odpisy a opravy přístrojového vybavení a náklady na provoz souvisejících pracovišť (pracoviště s vysokoaktivními materiály, aktivní vzduchotechnika, zajištění radiační ochrany pracovníků včetně vyhodnocování měření, speciální jednorázové pomůcky)

Zdroje

Ukazatel	Jednotka	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Celkem
Maximální výše podpory	Kč	621 000	1 566 000	1 788 000	1 926 000	1 023 000	198 000	7 122 000
Výše podpory	Kč	621 000	1 566 000	1 788 000	1 926 000	1 023 000	198 000	7 122 000
Neinvestiční podpora	Kč	621 000	1 566 000	1 788 000	1 926 000	1 023 000	198 000	7 122 000
Neveřejné zdroje	Kč	414 000	1 044 000	1 192 000	1 284 000	682 000	132 000	4 748 000
Zdroje celkem	Kč	1 035 000	2 610 000	2 980 000	3 210 000	1 705 000	330 000	11 870 000
Intenzita podpory	%	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00

Původ neveřejných zdrojů

Původ neveřejných zdrojů

Za neveřejné zdroje financování se v tomto projektu považují vlastní zdroje příjemce. Tyto vlastní zdroje jsou generovány podnikatelskou činností příjemce v oblasti výzkumu a vývoje pro komerční partnery, technického poradenství, projektování v oblasti energetiky a výroby radiofarmak. Rovněž přístup akcionářů, kteří nevyžadují výplatu dividend, pomáhá vytvářet dostatečné zdroje pro financování dotovaných projektů VaV.

Deklaruji zájem o využití zvýhodněných finančních nástrojů Českomoravské záruční a rozvojové banky, a.s. pro účely spolufinancování projektu

Deklaruji zájem o využití zvýhodněných finančních nástrojů Českomoravské záruční a rozvojové banky, a.s. pro účely spolufinancování projektu

NE

[D] České vysoké učení technické v Praze

Typ organizace

Typ organizace

VO - Výzkumná organizace

Podíly kategorií výzkumu AV/EV

Kategorie	Jednotka	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Aplikovaný výzkum	%	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Požadujeme navýšení intenzity podpory viz podmínky uvedené na této stránce

Požadujeme navýšení intenzity podpory viz podmínky uvedené na této stránce

NE

Vypočtené náklady a podpora na jednotlivé kategorie výzkumu/vývoje

Kategorie	Jednotka	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Celkem
Náklady na AV	Kč	600 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000	600 000	6 000 000
Maximální výše podpory na AV	Kč	600 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000	600 000	6 000 000

Náklady

Ukazatel	Jednotka	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Celkem
Osobní náklady	Kč	468 750	937 500	937 500	937 500	937 500	468 750	4 687 500
Úvazek	člověko-rok	0,70	1,40	1,40	1,40	1,40	0,70	7,00
Průměrné osobní náklady na úvazek	Kč	669 642,86	669 642,86	669 642,86	669 642,86	669 642,86	669 642,86	669 642,86
Subdodávky / služby	Kč	0	0	0	0	0	0	0
Ostatní přímé náklady	Kč	37 500	75 000	75 000	75 000	75 000	37 500	375 000
Ochrana duševního vlastnictví	Kč	0	0	0	0	0	0	0
Další provozní náklady + cestovné	Kč	37 500	75 000	75 000	75 000	75 000	37 500	375 000
Nepřímé náklady / režie	Kč	93 750	187 500	187 500	187 500	187 500	93 750	937 500
Náklady projektu celkem	Kč	600 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000	600 000	6 000 000
Podíl nákladů na nepřímé náklady / režie	%	18,52	18,52	18,52	18,52	18,52	18,52	18,52

Způsob vykazování nepřímých nákladů

Způsob vykazování nepřímých nákladů Full cost
--

Komentář k nákladovým položkám

Komentář k nákladovým položkám

Zdroje

Ukazatel	Jednotka	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Celkem
Maximální výše podpory	Kč	600 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000	600 000	6 000 000
Výše podpory	Kč	600 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000	600 000	6 000 000
Ostatní veřejné zdroje	Kč	0	0	0	0	0	0	0
Neinvestiční podpora	Kč	600 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000	600 000	6 000 000
Neveřejné zdroje	Kč	0	0	0	0	0	0	0
Zdroje celkem	Kč	600 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000	1 200 000	600 000	6 000 000
Intenzita podpory	%	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Původ neveřejných zdrojů

Původ neveřejných zdrojů Fakulta strojní ČVUT v Praze do projektu nevkládá žádné neveřejné zdroje.

Původ veřejných zdrojů

Původ veřejných zdrojů Fakulta strojní ČVUT v Praze do projektu nevkládá žádné další veřejné zdroje.

Deklaruji zájem o využití zvýhodněných finančních nástrojů Českomoravské záruční a rozvojové banky, a.s. pro účely spolufinancování projektu

Deklaruji zájem o využití zvýhodněných finančních nástrojů Českomoravské záruční a rozvojové banky, a.s. pro účely spolufinancování projektu NE
--

Přehled financí za projekt

Náklady

Ukazatel	Jednotka	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Celkem
Osobní náklady	Kč	2 206 400	4 928 771	5 179 100	4 594 589	3 074 323	1 262 909	21 246 092
Úvazek	člověko-rok	3,87	6,06	6,27	6,88	3,62	2,00	28,70
Průměrné osobní náklady na úvazek	Kč	570 129,20	813 328,55	826 012,76	667 818,17	849 260,50	631 454,50	740 281,95
Subdodávky / služby	Kč	0	0	750 000	1 250 000	1 000 000	500 000	3 500 000
Ostatní přímé náklady	Kč	87 500	430 000	1 155 000	430 000	205 000	92 500	2 400 000
Ochrana duševního vlastnictví	Kč	0	0	0	0	50 000	0	50 000
Další provozní náklady + cestovné	Kč	87 500	430 000	1 155 000	430 000	155 000	92 500	2 350 000
Nepřímé náklady / režie	Kč	1 288 200	2 959 129	3 163 600	2 845 811	1 714 277	614 591	12 585 608
Náklady projektu celkem	Kč	3 582 100	8 317 900	10 247 700	9 120 400	5 993 600	2 470 000	39 731 700
Podíl nákladů na subdodávky	%	0,00	0,00	7,32	13,71	16,68	20,24	8,81

Zdroje

Ukazatel	Jednotka	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Celkem
Výše podpory	Kč	3 168 100	7 273 900	9 055 700	7 836 400	5 311 600	2 338 000	34 983 700
Ostatní veřejné zdroje	Kč	0	0	0	0	0	0	0
Neinvestiční podpora	Kč	3 168 100	7 273 900	9 055 700	7 836 400	5 311 600	2 338 000	34 983 700
Neveřejné zdroje	Kč	414 000	1 044 000	1 192 000	1 284 000	682 000	132 000	4 748 000
Zdroje celkem	Kč	3 582 100	8 317 900	10 247 700	9 120 400	5 993 600	2 470 000	39 731 700
Intenzita podpory	%	88,44	87,45	88,37	85,92	88,62	94,66	88,05

Přehled financí za všechny uchazeče

Uchazeč	Náklady	Podíl nákladů (v %)	Podpora	Podíl podpory (v %)
Centrum výzkumu Řež s.r.o.	21 861 700	55,02	21 861 700	62,49
ÚJV Řež, a. s.	11 870 000	29,88	7 122 000	20,36
České vysoké učení technické v Praze	6 000 000	15,1	6 000 000	17,15
Celkem	39 731 700	100	34 983 700	100

Přehled financí za výstupy/výsledky

ID výstupu/výsledku	Významnost výstupu/výsledku v návaznosti na řešení projektu [%]	Odhadovaný podíl [%]	Vypočtené náklady	Vypočtená podpora
TK02030125-V1	15,00	10,00	3 973 170	3 498 370
TK02030125-V10	5,00	4,00	1 589 268	1 399 348
TK02030125-V11	6,00	10,00	3 973 170	3 498 370
TK02030125-V12	6,00	10,00	3 973 170	3 498 370
TK02030125-V13	15,00	10,00	3 973 170	3 498 370
TK02030125-V3	6,00	7,00	2 781 219	2 448 859
TK02030125-V4	6,00	7,00	2 781 219	2 448 859
TK02030125-V5	10,00	10,00	3 973 170	3 498 370
TK02030125-V6	5,00	5,00	1 986 585	1 749 185
TK02030125-V7	6,00	6,00	2 383 902	2 099 022
TK02030125-V8	14,00	15,00	5 959 755	5 247 555
TK02030125-V9	6,00	6,00	2 383 902	2 099 022
Celkem	100	100	39 731 700	34 983 700

T A
Č R

2. veřejná soutěž Programu na podporu
aplikovaného výzkumu, experimentálního
vývoje a inovací THÉTA

PID: **TK02030125**

8. Doplnující údaje

Tato část se do tiskové sestavy negeneruje.

Pracovní verze

verze

9. Přílohy za projekt

Přílohy k výsledkům

Výstup/výsledek	Typ přílohy	Jméno souboru	Popis	Velikost
-----------------	-------------	---------------	-------	----------

Povinné přílohy za externí aplikační garanty

Jméno souboru	Velikost	Vytvořeno	Popis
SKM_C364e18112815010.pdf	824 kB	28.11.2018 13:50:14	Aplikační garance SÚJB

Další přílohy

Jméno souboru	Velikost	Vytvořeno	Popis
---------------	----------	-----------	-------