

# POSUDEK OPONENTA DISERTAČNÍ PRÁCE

Assessment of the Dissertation

Titul, jméno a příjmení studenta:

Title, name, surname of student

Ing. Jiří Závorka

Doktorský studijní program:

Doctoral study programme

Elektrotechnika a informační  
technologie

Téma disertační práce:

Topic of the dissertation

Optimization of spent nuclear fuel  
storage

Školitel:

Supervisor

Prof. Ing. Radek Škoda, Ph.D.

Oponent:

Opponent

Prof. Ing. Tomáš Čechák, CSc.

## Zhodnocení významu disertační práce pro obor

Evaluation of the importance of the dissertation for the field

Disertační práce je věnovaná problematice optimalizace transportních a skladovacích kontejnerů pro palivo použité v jaderných elektrárnách. Tato problematika je aktuální, jak u nás, tak ve světě. Použití kontejnerů tohoto typu představuje v současné době hlavní způsob nakládání s použitým palivem, zatímco trvalá uložení se až na výjimky teprve plánují a přepracování paliva se používá pouze v některých zemích. V České republice se předpokládá výhradní skladování použitého jaderného paliva ve skladovacích kontejnerech v meziskladech až do roku 2065, kdy je plánováno zahájení provozu hlubinného úložiště a i potom budou transportní a skladovací kontejnery používány. Proto je problematika řešená v hodnocené disertační práci, zlepšení parametrů transportních a skladovacích kontejnerů na použité palivo vysoce aktuální a významná.

## Vyjádření k postupu řešení problému, použitým metodám a splnění určeného cíle

Evaluation of the the problem-solving process, the methods used and the goal to be met

Autor navrhl použít speciální fixní neutronové absorbátory vložené přímo do palivového souboru, které nahrazují dosud používané absorpční pláty vložené mezi palivové soubory. Toto řešení umožňuje efektivněji snížit reaktivitu než dosud používané řešení. Po značně obsáhlém úvodu se autor věnuje vlastnímu problému, zlepšit parametry užívaných obalových souborů pro použité palivo. Navržené řešení ověřil autor provedením experimentů na reaktoru LR -0 v ÚJV v Řeži. Zadaný cíl autor splnil.

## Stanovisko k výsledkům disertační práce a

### k původnímu konkrétnímu přínosu předkladatele disertační práce

Statement to the results of the dissertation and on the original contribution of the submitter of the dissertation

Hlavní přínos práce autora spočívá v návrhu a ověření způsobu, jak zlepšit parametry transportních a skladovacích kontejnerů použitím speciálních fixních neutronových absorbátorů zavedených přímo do palivového souboru. Představený koncept byl patentován a byl publikován v několika člancích.

**Vyjádření k systematické, přehlednosti, formální úpravě a jazykové úrovni disertační práce**

Statement to the systematics, clarity, formal adaptation and language level of the dissertation

Práce je zpracována přehledně, je strukturována systematicky, na velmi dobré jazykové úrovni, v anglickém jazyce. Grafická úprava práce je dobrá.

Popisy na ose X u obrázků 3.5 a 3.6 nejsou zcela čitelné, i když z kontextu je jasné, co je na osách uvedeno.

Jaký je význam obr. 3.29, 3.30 a 4. 3.?

**Vyjádření k publikacím studenta**

Statement to student's publications

Publikační činnost autora je značně rozsáhlá a výrazně převyšuje požadavky kladené na autory disertačních prací, předkládaných k obhajobě. Autor uvádí 8 publikací, u kterých je prvním autorem, 2 patenty a 17 publikací, kde je jedním ze spoluautorů, 8 vystoupení na mezinárodních konferencích a spoluautorství na 97 výzkumných zprávách.

Na zkoumaných problémech autor pracoval samozřejmě jako součást širšího kolektivů. Mohl by autor u prací, kde je prvním autorem, odhadnout svůj podíl na publikovaných výsledcích?

**Celkové zhodnocení a otázky k obhajobě**

Total evaluation and questions for defence

Předložená disertační práce představuje velmi zajímavý přínos pro konstrukci transportních a skladovacích kontejnerů. Navržená koncepce byla patentovaná a byla autorem publikovaná v recenzovaných časopisech.

Práci doporučuji přijmout k obhajobě a po úspěšné obhajobě doporučuji udělení titulu Ph. D.

Dotazy:

V rozsáhlé úvodní části jsou citována data o množství produkovaného použitého paliva ve světě a v USA. Proč autor cituje prameny, kde poslední údaje jsou z roku 2013? Na adrese <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=47796> jsou dostupná data až do roku 2017.

Nemůže mít výrazné snížení vnitřního průměru stěny OS (str. 79) vliv na mechanické vlastnosti souboru?

Jaký vliv na výsledky experimentů by mělo použití jiného neutronového pole ve srovnání s polem uvedeným v kapitole 4.2.

Doporučuji disertační práci k obhajobě  
I recommend the dissertation for the defence

ano  
yes

Datum  
Date

4. 1. 2023

Podpis oponenta:  
Signature of opponent







# POSUDEK OPONENTA DISERTAČNÍ PRÁCE

## Assessment of the Dissertation

Titul, jméno a příjmení studenta:  
Title, name, surname of student

Mr JIRI ZAVORKA

Doktorský studijní program:  
Doctoral study programme

Elektrotechnika a informační  
technologie

Téma disertační práce:  
Topic of the dissertation

Optimization of spent nuclear  
fuel storage

Školitel:  
Supervisor

Dr RADEK SKODA

Oponent:  
Opponent

Dr CABLE KURWITZ

### Zhodnocení významu disertační práce pro obor

Evaluation of the importance of the dissertation for the field

The importance of the dissertation is high, specifically in countries where reprocessing is not utilized or under-utilized. The lack of an available long term solution for spent nuclear fuel is making dry cask storage a necessity. As such, methods and tools to optimize these storage approaches are needed and useful.

### Vyjádření k postupu řešení problému, použitým metodám a splnění určeného cíle

Evaluation of the the problem-solving process, the methods used and the goal to be met

The use of codes such as Serpent, Triton, and UWB1 for neutronic calculation were appropriate. In addition, the use of fortran codes developed in the dissertation are useful for evaluating specific geometries and materials. The fortran codes used as „wrappers“ facilitated the analysis by taking the output from various the neutronic codes and using it as input into another or displaying the information.

### Stanovisko k výsledkům disertační práce a k původnímu konkrétnímu přínosu předkladatele disertační práce

Statement to the results of the dissertation and on the original contribution of the submitter of the dissertation

The results of the dissertation are important for the mid-term disposal of spent nuclear fuel. The analysis is carried out using appropriate nuclear codes and the results benchmarked with test reactor data where a prototype was tested. Results indicate that this approach is viable.

### Vyjádření k systematice, přehlednosti, formální úpravě a jazykové úrovni disertační práce

Statement to the systematics, clarity, formal adaptation and language level of the dissertation

The language is appropriate and on level. There were a few minor edits that have been corrected.

### Vyjádření k publikacím studenta

Statement to student's publications

The candidate has a number of publications related to the dissertation in journals with high impact factor and appropriate for the topic. Several submissions to major nuclear engineering conferences. Very impressive.

## Celkové zhodnocení a otázky k obhajobě

Total evaluation and questions for defence

I approve the candidates promotion to PhD. I am very impressed with the work and I feel that the patent applications, several publications, and more importantly several awards for the author related to this work indicate a high degree of interest and applicability. Furthermore, in my opinion, the candidate would likely be able to secure funding in the US if pursuing an academic career.

Doporučuji disertační práci k obhajobě

I recommend the dissertation for the defence

ano

yes

x

~~ne~~

no

Datum

Date

1/15/23

Podpis oponenta:

Signature of opponent





# POSUDEK OPONENTA DISERTAČNÍ PRÁCE

Assessment of the Dissertation

Titul, jméno a příjmení studenta:

Title, name, surname of student

Ing. Jiří ZÁVORKA

Doktorský studijní program:

Doctoral study programme

Elektrotechnika a informační technologie

Téma disertační práce:

Topic of the dissertation

Optimization of spent nuclear fuel storage

Školitel:

Supervisor

Prof. Ing. Radek Škoda, Ph.D.

Oponent:

Opponent

Ing. Jan Škarohlíd, Ph.D.

## Zhodnocení významu disertační práce pro obor

Evaluation of the importance of the dissertation for the field

Disertační práce Ing. Jiřího Závorky je věnována problematice uplatnění absorbátorů neutronů v kontejnerech na vyhořelé jaderné palivo, a to jak pro případ dočasného, tak i trvalého uložení. Práce poskytuje nejen nové poznatky, ale nabízí i obecný pohled na problematiku (vyhodnocení vhodnosti různých materiálů pomocí kódu UWB1) a konkrétní technická řešení (fixace absorbátorových elementů). Dále je třeba vyzdvihnout fakt, že zadání práce má jasné požadavky ze strany průmyslu (Škoda JS) a nejedná se tedy o čistě akademický výzkum.

## Vyjádření k postupu řešení problému, použitým metodám a splnění určeného cíle

Evaluation of the the problem-solving process, the methods used and the goal to be met

Použitý postup řešení odpovídá zavedeným postupům. Na úvod je zpracován obecný úvod do problematiky vyhořelého jaderného paliva (VJP), rešeršní část práce pokračuje popisem kontejnerů na VJP. V teoretické části jsou prezentovány výsledky výpočtů za použití několika výpočtových kódů, tyto výsledky jsou následně experimentálně ověřeny.

Postup řešení a použité metody jsou jasně popsány. Použité metody jsou provedeny v dostatečné šíři a do hloubky odpovídající velmi kvalitní disertační práci. Cíle disertační práce jsou splněny.

Jedinou výhradu mám k absenci rešeršní části ohledně publikovaných výsledků zabývajících se širší problematikou použití absorbátorů v kontejnerech VJP, rešeršní část tuto oblast řeší pouze pro ČR.

## Stanovisko k výsledkům disertační práce a

### k původnímu konkrétnímu přínosu předkladatele disertační práce

Statement to the results of the dissertation and on the original contribution of the submitter of the dissertation

Výsledky práce jsou uplatnitelné, jak pro využití v technické praxi, tak pro další výzkum a vývoj v oblasti inovovaných kontejnerů na VJP. Otázkou zůstává ekonomické zhodnocení tohoto přístupu, které je však nad rámec této disertační práce.

## Vyjádření k systematické, přehlednosti, formální úpravě a jazykové úrovni disertační práce

Statement to the systematics, clarity, formal adaptation and language level of the dissertation



Práce je zpracována pečlivě a přehledně a ač je napsána v anglickém jazyce je velice dobře srozumitelná. Text je smysluplně rozčleněn do kapitol. Presentaci výsledků by bylo místy vhodnější doplnit přehlednou grafikou či tabulkou srovnání jednotlivých variant, aby nebylo nutné dohledávat výsledky ostatních variant v textu (např. srovnání jednotlivých kontejnerů či jednotlivých aplikací pro různé kontejnery kap. 3.3.2–3.3.5).

### Vyjádření k publikacím studenta

Statement to student's publications

Publikace studenta jsou vysoce nad úrovní studenta doktorského studia.

### Celkové zhodnocení a otázky k obhajobě

Total evaluation and questions for defence

Jedná se o velice dobře zpracovanou disertační práci, a to jak po formální (přehlednost, jasnost textu, ...) tak především po obsahové stránce. Velice bych vyzdvihl experimentální část, která není u podobných témat obvyklá. Teoretická část stojí evidentně na enormním množství komplexních výpočtů, jejich náročnost autor snad raději nezmiňuje.

K práci mám následující otázky:

- V textu práce je uvažováno využití absorbátoru v oceli (str. 51), jak by takové řešení vypadalo a čím je toto řešení výhodnější oproti existujícím slitinám hliníku a bóru, resp. oceli a bóru?
- Z práce není zřejmé, jaký byl postup plnění absorbátorů do nerezových trubek. Jakým způsobem byl eliminován vliv rozdílné hustoty (různé zhutnění prášku), či tvorba vzduchových kapes v trubce?

Práci DOPORUČUJI k obhajobě.

Doporučuji disertační práci k obhajobě

I recommend the dissertation for the defence

ano

yes

x

ne

no

Datum

Date

7.1.2023

Podpis oponenta:

Signature of opponent

