

**Žilinská univerzita v Žiline**  
**Strojnícka fakulta**

---

**Návrh na udelenie**  
**vedecko-pedagogického titulu docent**

**Ing. Richard Lenhard, PhD.**

**v odbore habilitačného konania a inauguračného konania**  
**ENERGETICKÉ STROJE A ZARIADENIA**

**1. Základné údaje o habilitantovi**

*Meno a priezvisko:* Richard LENHARD  
*Dátum narodenia:* 12. 01. 1980  
*Miesto narodenia:* Michalovce  
*Pracovisko:* Žilinská univerzita v Žiline  
Strojnícka fakulta  
Katedra energetickej techniky

*Akademické a vedecké hodnosti:*

2006 - 2009 - PhD. v študijnom odbore 5.2.6 Energetické stroje a zariadenia, Žilinská univerzita v Žiline, Strojnícka fakulta, Katedra energetickej techniky, Téma dizertačnej práce: Možnosti zvyšovania výkonov pasívnych chladiacich konvektorov.

2000 - 2006 - Ing. v študijnom odbore 5.2.6 Energetické stroje a zariadenia, študijný program: Technika prostredia, Žilinská univerzita v Žiline, Strojnícka fakulta, Katedra energetickej techniky, Téma diplomovej práce: Projekt vykurovanie prevádzkovej budovy Inforama.

*Kontinuálna vzdelávacia činnosť:*

Kontinuálna vzdelávacia činnosť na Sjf Žilinskej univerzity v Žiline v odbore Energetické stroje a zariadenia, v ktorom sa uskutočňuje habilitácia, je od roku 2006 až po súčasnosť.

## **2. Názov habilitačnej práce**

*„Numerické modelovanie prenosu tepla a hmoty s viacfázovou zmenou pracovnej látky v uzavretom priestore pri chladení a ohreve v energetickej technike“*

## **3. Názov habilitačnej prednášky**

*„Využitie CFD metód v technológiách ohrevu a chladenia materiálov“*

## **4. Habilitačná komisia**

So súhlasom Vedeckej rady Sjf UNIZA zo dňa 15. 12. 2020 vymenoval dekan fakulty prof. Dr. Ing. Milan Sága v zmysle vyhlášky MŠ SR č. 246/2019 Z. z. o postupe získavania vedecko-pedagogických titulov a umelecko-pedagogických titulov docent a profesor habilitačnú komisiu v zložení:

Predseda:                   **prof. Ing. Jozef Jandačka, PhD.** - Sjf UNIZA Žilina  
Členovia:                   **prof. Ing. František Urban, CSc.** - Sjf STU Bratislava  
                                  **prof. Ing. Ladislav Dzurenda, PhD.** - DF TU Zvolen

## **5. Oponenti habilitačnej práce**

So súhlasom Vedeckej rady Sjf UNIZA zo dňa 15. 12. 2020 vymenoval dekan fakulty prof. Dr. Ing. Milan Sága v zmysle vyhlášky MŠ SR č. 246/2019 Z. z. o postupe získavania vedecko-pedagogických titulov a umelecko-pedagogických titulov docent a profesor oponentov habilitačnej práce:

**prof. Ing. Róbert Olšiak, PhD.** - Sjf STU Bratislava  
**prof. Ing. Miroslav Rimár, CSc.** - FVT TUKE Prešov  
**prof. RNDr. Milan Malcho, CSc.** - Sjf, UNIZA Žilina

## **6. Dátum a miesto zverejnenia habilitačnej prednášky**

Pravda - denník - 15. 02. 2021

## **7. Dátum a miesto konania habilitačnej prednášky**

Žilinská univerzita v Žiline, zasadačka rektora UNIZA, III. poschodie, AA 205 - 10. 03. 2021 od 9,00 hod. online cez MS TEAMS.

## 8. Stanovisko oponentov habilitačnej práce

**prof. Ing. Róbert Olšiak, PhD.** - SjF STU Bratislava

Oponent uvádza nasledovné:

Habilitačná práca Ing. Richarda Lenharda, PhD., predstavuje určitý sumár realizovaných prác a výsledkov, ktoré autor dosiahol v oblasti numerickej simulácie fyzikálnych javov vznikajúcich pri prenose tepla v zariadeniach s fázovou zmenou pracovnej látky. Z práce je zrejmé, že autor sa venuje hlavne metódam CFD (Computational Fluid Dynamics) v uvedenej oblasti, pričom relevantné výsledky publikuje vo vedeckých periodikách veľmi dobrej vedeckej úrovne. Osobne pokladám oblasť numerického modelovania viacfázových tokov za veľmi náročnú na použité metódy, softvérové aj hardvérové vybavenie, ktorých zvládnutie vyžaduje vysokú úroveň znalostí a zručností s rôznym zameraním. Z predkladanej práce a ďalších priložených podkladov vyplýva, že autor túto úroveň nepochybné dosahuje.

Už vo všeobecnej charakteristike pertraktované logické a prehľadné členenie habilitačnej práce je dôkazom toho, že autor práce má nepochybné bohaté pedagogické skúsenosti z oblasti numerického modelovania a aj experimentálneho výskumu. Súčasťou je opis fyzikálnych javov prenosu tepla pri 2 prebiehajúcich fázových premenách s využitím matematického aparátu na zodpovedajúcej úrovni. Postupy sú z pedagogického hľadiska opísané jednoznačne a zrozumiteľne, analýzy dosiahnutých výsledkov a ich prezentácia na veľmi dobrej úrovni.

Predkladaná habilitačná práca je na dobrej jazykovej úrovni aj keď obsahuje marginálny podiel chýb nerešpektovania terminológie a chýb editorského charakteru. Vzhľadom na rigoróznosť technického textu odporúčam autorovi upustiť od vágnych formulácií typu „súhlasia s experimentálnymi výsledkami pomerne dobre“, str. 71. Z formálnych nedostatkov považujem za potrebné upozorniť na nasledujúce:

1. Rovnica (2) str. 10 sa v terminológii mechaniky tekutín nazýva hybnosť toku (niekde aj tok hybnosti) na rozdiel od mechaniky tuhého telesa.
2. V práci absentuje zoznam použitých veličín, jednotiek a označení. To potom vedie k označovaniu veličín rovnakej fyzikálnej podstaty rôznymi symbolmi (napr. hmotnostný tok, tepelný tok), alebo označovanie rôznych fyzikálnych veličín identickým symbolom.
3. Grafická úprava obrázkov prezentujúcich výsledky CFD simulácii je na veľmi dobrej úrovni, vo väčšine však absentuje uvedenie fyzikálnej jednotky pri farebnej škále.
4. Jednotky fyzikálnych veličín je vhodnejšie uvádzať v tvare mocniny namiesto zlomkového tvaru. Môže dôjsť k chybnému zápisu: str. 26, rovnica (64) nesprávne  $W/m^2K$ , správne  $Wm^{-2}K^{-1}$  str. 8, str. 24 a pod.
5. Používanie matematického znaku „x“ (vektorový súčin) na zápis inžinierskeho formátu čísla nie je vhodný, rov. (28), (52) atď.

Otázky k habilitačnej práci:

1. Na Obr. 6.4, str. 39 sú uvedené základné parametre výpočtovej siete pre 2D model. Pre 3D model tieto informácie uvedené nie sú. Aký bol typ použitých elementov a aký bol ich počet napr. pri simuláciách, ktorých výsledky sú prezentované na Obr. 6.14 až Obr. 6.16, resp. Obr. 6.37 až Obr. 3.39?
2. Na str. 31 autor uvádza skutočnosti, ktoré predlžujú fyzicky čas numerického výpočtu. Čím vplyva na čas výpočtu „menej kvalitná sieť“?
3. Na viacerých miestach práce sa uvádza ako hlavný parameter rýchlosti výpočtu počet CPU. Nemá vplyv na výpočet aj veľkosť RAM pamäte?
4. Na str. 56, 62, 68, atď. autor uvádza základnú charakteristiku výpočtového hardvéru počtom procesorov (CPU). Nedochoádza k zámene s počtom výpočtových jadier (Core)?
5. Na strane 7 autor uvádza, že na kondenzáciu v tepelnej trubici vplyva obsah nekondenzovateľných pár v zmesi. Je možné tento podiel zapracovať do modelu (napr. pomocou UDF)? Aký bol tento podiel v trubici pri experimentoch?
6. Autor sa viackrát zmieňuje (str. 48, 62, 71) o ukončení výpočtu. Na základe akej podmienky (reziduálu) bolo rozhodnuté o ukončení simulácie?
7. Validácia výsledkov simulácií bola realizovaná na experimentálnej trubici meraním vonkajších energetických parametrov (stacionárne). Umožňuje model trubice aj meranie veličín v nestacionárnom režime?
8. Na verifikáciu transienného numerického modelu sú potrebné dáta o dynamike pracovnej látky z vnútra tepelnej trubice. Má autor názor na možné metódy a prostriedky ich záznamu?

Záverečné hodnotenie:

Po podrobnom preštudovaní habilitačnej práce a dôkladnom zoznámení sa s prílohami k žiadosti uchádzača o začatie habilitačného konania si dovoľím konštatovať, že predkladaná práca je na dobrej vedeckej a pedagogickej úrovni. Téma riešená v habilitačnej práci je vysoko aktuálna a plne korešponduje so súčasným stavom poznania odboru 5.2.6 Energetické stroje a zariadenia v oblasti výskumu prenosu tepla v zariadeniach, kde pracovné médium mení skupenstvo. Výsledky prác prezentované v práci sú použiteľné jednak pri zvyšovaní intenzity prenosu energie uvedeným spôsobom a tiež pri optimalizácii zariadení, ktoré na uvedenom princípe fungujú. Jadro práce autor koncipoval na základe svojej publikačnej činnosti, ktorú v danej oblasti považujem za nadpriemernú, hlavne čo sa týka publikácií indexovaných v databázach Web of Science, resp. SCOPUS. Publikácie, ktoré prezentujú výsledky vlastnej vedecko-výskumnej činnosti uchádzača, majú vysokú vedeckú hodnotu, čo nepochybne dokladuje aj nadpriemerný počet ohlasov vedeckej komunity v citačných databázach. Celkový štýl habilitačnej práce svedčí o vysokej pedagogickej erudícii, ktorú je autor schopný využiť pri kreovaní didaktických postupov a materiálov. Autorom predložená habilitačná práca nie je opakovaním doktorandskej dizertačnej práce. Na základe celkovej úrovne predloženej práce, posúdenia publikačných a ďalších výstupov činnosti autora, doterajších výsledkov uchádzača a ohlasu na ne, môžem konštatovať, že Ing. Richarda Lenharda, PhD. považujem za významnú vedeckú a pedagogickú osobnosť splňujúcu požiadavky na menovanie za docenta v súlade so Zákonom č. 131/2002 Z. z. o vysokých školách, s Vyhláškou č. 246/2019 Z. z., o postupe

získavania vedecko-pedagogických titulov alebo umelecko-pedagogických titulov docent a profesor, § 1, odsek 8 a 10, a preto odporúčam udeliť mu, po úspešnom habilitačnom pokračovaní, vedecko - pedagogický titul docent v odbore habilitačného konania a inauguračného konania Energetické stroje a zariadenia.

**prof. Ing. Miroslav Rimár, CSc.** - FVT TUKE Prešov

Oponent uvádza nasledovné:

Habilitačná práca sa zoberá problematikou prenosu tepla v tepelných trubiciach. Z pohľadu vedeckého aj technického sa jedná o relatívne nový spôsob tepelného prenosu, ktorý predovšetkým kvôli geometrickej rozličnosti tvarov tepelných trubíc nie je možné zovšeobecniť. Výskum prenosu tepla využívajúci fázovú premenu je náročný napriek evidentnému pokroku v posledných desaťročiach.

Z toho dôvodu je možné predloženú habilitačnú prácu považovať za veľmi aktuálnu či už z hľadiska vedeckého alebo aplikačného.

Členenie a vypracovanie práce je logické, obsahuje analytické časti, ktoré vychádzajú ako z predchádzajúceho výskumu autora, tak aj z vedeckej rešerše danej problematiky. Úvodné kapitoly práce sa venujú predovšetkým teoretickým aspektom transportu pracovnej látky, kde súčasne dochádza k fázovej premene. Uchádzač sa zaoberá sledovaním zmien v tepelných trubiciach, ktorým je venovaná 2. kapitola. Problematike tepelných trubíc sa na pracovisku autora venuje významná pozornosť, čo je dokumentované odkazmi na literatúru, kde Ing. Lenhard je spoluautorom.

Tretia kapitola je zameraná na chovanie pracovnej látky ako v kondenzačnej, tak aj vo vyparovacej oblasti. Vtedy nastávajú rôzne režimy prúdenia, čo autor navrhuje sledovať podľa rôznych kritérií.

Štvrtá a piata kapitola sú zamerané na spôsoby modelovania viacfázového prúdenia. Habilitant sa venuje numerickým modelom transportu s vyparovaním a kondenzáciou pracovnej látky. Analyzuje použitie metód na báze Eulerovho prístupu, resp. konečných objemov.

Kľúčovou z hľadiska práce a z hľadiska vedeckého prínosu habilitanta je šiesta kapitola. Autor v nej analyzuje prenos tepla v uzavretom priestore. Model tepelnej trubice je prezentovaný v zjednodušenej 2D forme, vrátane nastavenia výpočtovej siete, spôsobu riešenia a okrajových podmienok. Výsledky simulácií sú dostatočne bohato prezentované. Súčasne je prezentovaný aj 3D model. Habilitant komparuje výsledky simulácií 3D a 2D modelu, kde sa jasne ukáže nevhodnosť použitia 2D.

V tejto kapitole sa autor venuje aj modelovaniu tepelnej trubice s pulzujúcou náplňou, a v nasledovnej časti sa zaoberá aplikáciou tepelnej trubice pre nepriamy ohrev vody. Záver práce je venovaný sumarizácii dosiahnutých výsledkov a ich hodnoteniu.

Uchádzač v práci preukazuje kontinuálny dlhoročný prístup v oblasti výskumu viacfázovej premeny pracovnej látky v uzavretom priestore. Sumarizuje poznatky súvisiace s transportom

tepla pri kondenzácii a vyparovani, venuje sa modelom viacfazoveho prudenia. Napriek komplikovanosti exaktného vyjadrenia vnútorných pomerov fázových premien pracovnej látky v uzavretom priestore habilitant preukazuje slušnú analýzu metód a spôsobov popisu transportu tepla. Najmä komparovaním 2D a 3D modelu poukázal na jednoduchý fakt, že nevhodným výberom modelu je možné dopracovať sa k fatálnym chybám.

Prínos práce spočíva vo využití niekoľkých numerických simulácií metódou konečných objemov a na ich základe habilitant prezentuje vlastný model tepelnej trubice s gravitačnou resp. pulzujúcou náplňou.

Modelovanie tepelných trubíc s výparnou, adiabatickou a kondenzačnou časťou má nielen výskumný potenciál, ale vyznačuje sa aj výrazne prínosným pre aplikačnú prax. Súčasne je možné považovať metodiku tvorby uvedenej kategórie modelov za široko využiteľnú v edukačnej oblasti.

Práca ako celok pôsobí veľmi konzistentne, s pripomienkou, ku ktorej sa vyjadrím neskôr, a podľa môjho názoru nielen preukazuje schopnosť uchádzača kontinuálneho progresu vo vedeckom bádani v predmetnej oblasti, ale aj slušného analytického myslenia. Súčasne považujem problematiku, tak ako je prezentovaná výsledkami pracoviska autora za tému s výborným vedeckým potenciálom do budúcnosti.

K práci nemám zásadné pripomienky, drobné preklepy a gramatické chyby nie sú predmetom môjho posudku. No kap. 6.5 bez predchádzajúceho zdôvodnenia na mňa pôsobí rušivo a disharmonicky, čo navyše nepriamo konštatuje aj sám autor (...vzhľadom k dlhému výpočtu bol výpočet ukončený). Poprosím preto v rámci obhajoby objasniť dôvody prečo a v takomto relatívne malom rozsahu sa autor venoval problematike pulzného prúdenia pracovnej látky v uzavretom priestore, keď teoretická časť je venovaná temer výlučne prirodzenému prúdeniu.

K práci mám nasledovné otázky:

1. Z čoho vychádzajú rozmery 2D modelu na obr. 6.1?
2. Kvalita výpočtovej siete bola sledovaná iba podľa skewness alebo boli použité aj ďalšie kritériá? (str. 31-32)
3. Aký vplyv mali zjednodušenia modelu na výsledok simulácií?
4. Aké boli hraničné podmienky simulácii? (z obrázkov vychádza 1. druhu a z textu skôr 2. druhu)

Aj napriek vyššie uvedeným pripomienkam považujem prácu za kvalitný podklad pre pedagogické aktivity nielen na Sjf ŽU, ale aj na iných obdobných pracoviskách a taktiež pre aplikačnú prax. Práca svojím zameraním vytvára vynikajúcu východiskovú platformu pre ďalší výskum v oblasti fázových zmien v uzavretom priestore. Habilitant splnil stanovené ciele a preukázal dostatočnú odbornú a vedecko-pedagogickú kvalifikáciu zodpovedajúcu požiadavkám habilitačného konania. Z uvedených dôvodov prácu odporúčam k obhajobe.

**prof. RNDr. Milan Malcho, CSc.** - SjF, Žilinská univerzita v Žiline

Oponent uvádza nasledovné:

Oponentský posudok predloženej habilitačnej práce (HP) zaoberajúcou sa teoretickým i experimentálnym výskumom numerického modelovania transportu tepla a hmoty pri fázovej zmene pracovnej látky v tepelnej trubici využívajúcej tento jav na chladenie alebo ohrev v energetickej technike bol vypracovaný na základe poverenia funkciou oponenta dekanom Strojníckej fakulty Žilinskej univerzity v Žiline, prof. Dr. Ing. Milanom Ságom.

Rozsah posudzovanej habilitačnej práce, ktorá má 82 strán textu vrátane kvalitných obrázkov a tabuliek a 138 literárnych prameňov zodpovedá charakteru habilitačnej práce a zložitosti riešenej problematiky. Práca je vcelku logicky a prehľadne členená do siedmych kapitol, včítane jej úvodu a záveru a samostatného zoznamu použitej literatúry.

Habilitačná práca Ing. Richarda Lenharda, PhD. je súhrnom celého radu prác a simulácií z oblasti chladenia a ohrevu v rôznych oblastiach tepelnej techniky. V HP sú analyzované hlavne termokinetické procesy spojené so zmenou fázy pri vyparovaní a kondenzácii pracovnej látky v konečnom objeme výparnej, adiabatickej a kondenzačnej časti tepelnej trubice.

Ťažiskovou časťou monotematickej HP je značne zložitý problém numerickej simulácie varu pracovnej látky vo výparníku, transport parnej fázy cez adiabatickú časť tepelnej trubice do jej kondenzačnej časti, v ktorej parná fáza pracovnej látky kondenzuje na stene kondenzátora a v kvapalnej forme steká v dôsledku gravitácie do výparníkovej časti tepelnej trubice. Pritom využíva viaceré modely viacfázového prúdenia a ich vlastné modifikácie. Pozitívne hodnotím snahu uchádzača aj o experimentálnu verifikáciu integrovaných parametrov numerickej simulácií, či už na modeloch v laboratórnych podmienkach, alebo aj na reálnych dielach.

Predložená habilitačná práca dokazuje systémový prístup habilitanta k teoretickému výskumu problematiky matematického modelovania viacfázového prúdenia s kondenzáciou na stene a k použitiu navrhnutých prístupov na riešenie optimálnych utilizačných tepelných zariadení.

Pripomienky k habilitačnej práci

- Chýba zoznam použitého označenia, viacero formálnych gramatických chýb.
- s.8 ... Ku kondenzácii na vertikálnom povrchu môže dôjsť aj keď kvapalná fáza ju plne nezmača.
- s.25 ... Ako je definovaný rozptýlený model prúdenia?
- s.26 ...  $Q_k$  a  $Q_p$  sú tepelné toky a mali byť označené s bodkou nad  $Q$ .
- s.55 ... Z obr. 6.23 nie je celkom zrejмый princíp merania výkonu jednoduchej gravitačnej tepelnej trubice.

Otázky k habilitačnej práci

- 1) Ako sa líši Perkinsova rúrka od gravitačnej tepelnej trubice a čo spôsobuje prítomnosť nekondenzovateľného plynu pri jej prevádzkových teplotách v jej uzavretom objeme?

- 2) Aký vplyv má na stekanie kondenzátu pracovnej látky v kondenzačnej časti tepelnej trubice a vôbec na kondenzáciu povrchové napätie?
- 3) Použité modely viacfázového prúdenia uvažujú aj kondenzáciu v objeme?
- 4) Ako súvisia medzi sebou operačné podmienky (tlak a teplota varu) pre stav v tepelnej trubici (s.40)?
- 5) Aký podiel nekondenzovateľného vzduchu je v 3D modeli tepelnej trubice na obr. 6.15 (s. 50) a počítal uchádzač aj nábeh tepelnej trubice len s dvoma fázami bez balastného vzduchu?
- 6) Akú teplovýmennú plochu použil uchádzač pri vyhodnotení tepelného toku pri 2D simulácii tepelnej trubice a aké stredné hodnoty súčiniteľa prestupu tepla vychádzajú pre kondenzačnú i výparnú časť tepelnej trubice v 2D a v 3D modeli?
- 7) Ako by uchádzač určil tepelný výkon tepelnej trubice s uzavretou slučkou inou ako kalorimetrickou metódou?

#### Záverečné hodnotenie

Na základe preštudovania habilitačnej práce ako aj všetkých príloh ku žiadosti uchádzača o začatie habilitačného môžem konštatovať, že predkladanú habilitačnú prácu považujem za prácu na veľmi dobrej odbornej úrovni. Habilitačná práca je aktuálna a plne korešponduje so súčasným stavom odboru Energetické stroje a zariadenia v oblasti matematického modelovania prenosu tepla pri viacfázovom prúdení. Uchádzač spracoval predloženú prácu s odkazom aj na svoju rozsiahlu publikačnú činnosť v oblasti numerických simulácií prúdenia a iných prenosových javov v renomovanej recenzovanej vedeckej tlači a jeho práce majú vo vedeckej komunite dobrú odozvu.

Z hľadiska pedagogického prístupu je práca napísaná zrozumiteľne a v logických nadväznostiach jednotlivých kapitol a potvrdzuje dobré didaktické schopnosti a pedagogickú spôsobilosť uchádzača. Jeho habilitačná práca nie je opakovaním doktorandskej dizertačnej práce.

Na základe predloženej práce, posúdenia publikačnej činnosti, doterajších výsledkov uchádzača a ich ohlasu, môžem konštatovať, že Ing. Richarda Lenharda, PhD. považujem za významnú vedeckú a pedagogickú osobnosť splňujúcu požiadavky na menovanie docentom, a preto odporúčam po úspešnom habilitačnom pokračovaní udeliť mu vedecko – pedagogický titul docent v odbore habilitačného konania a inauguračného konania Energetické stroje a zariadenia.

#### **9. Hodnotenie habilitačnej prednášky habilitačnou komisiou**

Habilitačná prednáška Ing. Richarda Lenharda, PhD. na tému: „*Využitie CFD metód v technológiách ohrevu a chladenia materiálov*“ bola prednesená na Sjf UNIZA dňa 10. 03. 2021 online formou prostredníctvom aplikácie MS TEAMS. O priebehu habilitačnej prednášky bol spravený záznam a vypracovaný samostatný zápis.



Na habilitačnej prednáške sa okrem vybraných členov Vedeckej rady Sjf UNIZA, zúčastnili členovia habilitačnej komisie, oponenti a hostia podľa prezenčnej listiny (prítomní, z dôvodu zabezpečenia hygienických a protipandemických opatrení súvisiacich s epidémiou COVID-19, dištančnou formou, prostredníctvom platformy MS Teams - on-line).

Priebeh habilitačnej prednášky a rozpravu k nej viedol predseda habilitačnej komisie prof. Ing. Jozef Jandačka, PhD. V úvode predseda habilitačnej komisie vyzval habilitanta, aby prezentoval problematiku využitia CFD metód v technológiách ohrevu a chladenia materiálov.

Habilitant predniesol habilitačnú prednášku na tému Využitie CFD metód v technológiách ohrevu a chladenia materiálov. Prednáška prezentovala možnosť ako riešiť komplexný problém nestacionárneho ohrevu rúry elektromagnetickou indukciou a jej riadené chladenie. Vysoko odborne boli popísané metodiky určovania jednotlivých parametrov nastavenia v použitých simulačných modeloch, vzhľadom na to, že habilitant sa tejto téme profesijne venuje. V rámci prednášky boli popísané aj metódy, akým spôsobom je možné postupovať pri riešení a tvorbe simulácií indukčného ohrevu s následnou simuláciou chladenia. Ing. Lenhard sa zamerával taktiež na spôsoby a možnosti riešenia prídavného chladenia rúr po indukčnom ohreve pomocou coandovej dýzy.

Po skončení prednášky prebehla verejná rozprava k prednesenej problematike. Habilitant s prehľadom a erudovane odpovedal na položené otázky.

## **10. Hodnotenie habilitačnej práce habilitačnou komisiou**

Obhajoba habilitačnej práce sa konala na Sjf UNIZA dňa 10. 03. 2021. Na verejnej časti obhajoby habilitačnej práce sa zúčastnili zástupcovia Vedeckej rady, členovia habilitačnej komisie, oponenti a hostia podľa prezenčnej listiny (prítomní, z dôvodu zabezpečenia hygienických a protipandemických opatrení súvisiacich s epidémiou COVID-19, dištančnou formou prostredníctvom platformy MS Teams - on-line). O priebehu obhajoby habilitačnej práce je spracovaný samostatný zápis a zároveň bol urobený záznam v platforme MS TEAMS.

Obhajobu habilitačnej práce viedol predseda habilitačnej komisie prof. Ing. Jozef Jandačka, PhD. Predseda habilitačnej komisie oboznámil v úvode prítomných s výsledkom kontroly miery originality habilitačnej práce. Percentuálny podiel textu, ktorý má prekryv s indexom prác je 12,80 % (protokol je prílohou žiadosti uchádzača o udelenie vedecko-pedagogického titulu docent).

Prof. Ing. Jozef Jandačka, PhD. následne vyzval habilitanta, aby prezentoval problematiku numerického modelovania prenosu tepla a hmoty s viacfázovou zmenou pracovnej látky v uzavretom priestore pri chladení a ohreve v energetickej technike.

Habilitačná práca s názvom „*Numerické modelovanie prenosu tepla a hmoty s viacfázovou zmenou pracovnej látky v uzavretom priestore pri chladení a ohreve v energetickej technike*“ je členená do šiestich hlavných kapitol a záveru. Úvodná kapitola analyzuje súčasný stav riešenej problematiky. Druhá kapitola sa venuje analýze tepelných trubíc. V tretej kapitole je

popísaný transport tepla pri kondenzácii a vyparovaní pri rôznych režimoch prúdenia. V štvrtej a piatej kapitole sú uvádzané modely viacfázového prúdenia, ktorými je možné riešiť vyparovanie a kondenzáciu. V kapitole číslo 6 je súhrn výsledkov so závermi a je tu zároveň prezentovaný vytvorený numerický CFD model medzifázového transportu hmoty v uzatvorenom priestore so zohľadnením oparovania a kondenzácie.

Habilitačná práca bola vypracovaná na základe autorových skúseností a výskumu z oblasti medzifázového transportu hmoty so zohľadnením odparovania a kondenzácie. Jedná sa najmä o systematicky pripravovaný experimentálny výskum s využitím numerických metód. V rámci experimentov boli vykonané merania výkonových parametrov rôznych tepelných trubíc. Habilitant v habilitačnej práci uviedol akým spôsobom je možné pomocou numerických simulácií riešiť problémy viacfázových zmienných pracovnej látky pri chladení a ohreve ku ktorým dochádza v tepelnej trubici, ako tento problém modelovať a získať výkonové parametre tepelnej trubice. Získané výsledky z vytvorených numerických simulácií boli porovnávané s výsledkami merania čo ukazovalo, že vytvorený simulačný model pracuje správne.

Svojim obsahom je práca prínosom pre odbor „Energetické stroje a zariadenia“ z teoretického aj praktického hľadiska. Habilitačná komisia hodnotí habilitačnú prácu pozitívne v súlade s hodnotením zo strany oponentov a prácu považujú za prínos v oblasti pedagogickej a vedeckej s reálnym uplatnením poznatkov v praxi.

Po prezentovaní práce habilitantom oponenti predniesli svoje posudky vrátane svojich otázok a pripomienok k habilitačnej práci. Habilitant zodpovedal na všetky pripomienky oponentov, pričom jeho odpovede a stanoviská oponenti hodnotili pozitívne. Po vyjasnení stanovísk k pripomienkam, vyzval predseda komisie všetkých prítomných na verejnú rozpravu. Otázky, položené v rámci verejnej rozpravy habilitantovi sú zaznamenané v zápise z priebehu obhajoby habilitačnej práce.

Rovnako pozitívne hodnotí habilitačná komisia odpovede habilitanta na pripomienky, ako aj na otázky, ktoré vyplynuli z verejnej rozpravy. Následne predseda habilitačnej komisie uzavrel verejnú rozpravu a verejnú časť habilitačného konania.

## **11. Stanovisko habilitačnej komisie k výsledkom pedagogickej, výskumnej a odbornej činnosti**

### **Pedagogická činnosť**

Ing. Richard Lenhard, PhD. v rámci svojho pôsobenia na katedre vyučuje predmety pre Strojnícku fakultu v dennom bakalárskom i inžinierskom štúdiu. Prednášal vybrané kapitoly a viedol cvičenia a projekty v 11 predmetoch, konkrétne napr. Numerické simulácie prenosu tepla a hmoty, Modelovanie energetických systémov, Vybrané state z techniky prostredia, Vykurovanie 1 a 2, Projektovanie v energetike, Termomechanika a náuka o prúdení, Záverečný projekt a ďalšie. Habilitant bol vedúcim 10 diplomových a 10 bakalárskych prác, recenzentom 8 diplomových a 7 bakalárskych prác.

Okrem prednášania vybraných kapitol vyššie uvedených predmetov je súčasťou jeho pedagogických aktivít aj tvorba učebných materiálov. Je autorom a spoluautorom 1 vysokoškolskej učebnice, 2 vysokoškolských skrípt, ktoré boli vydané v edičnom stredisku EDIS UNIZA a vo vydavateľstve EQUILIBRIA, s.r.o. Košice. Podieľa sa aj na tvorbe učebných plánov vyučovaných predmetov. Výsledky jeho pedagogickej činnosti je možné hodnotiť na základe jeho činnosti v pedagogickom procese a dosahovaných výsledkov pri snahe o zavádzanie zmien a zvyšovanie efektívnosti vyučovacieho procesu kladne. Príkladom je jeho aktívna práca pri organizovaní odborných, vedeckých prednášok a exkurzií pre študentov.

Na základe uvedených skutočností je možné konštatovať, že Ing. Richard Lenhard, PhD., je skúseným a technicky zdatným vysokoškolským učiteľom a uznávaným pedagógom.

Z uvedených a ďalších aktivít habilitanta vyplýva, že jeho pedagogické schopnosti poskytujú dobrý predpoklad pre pôsobenie vo funkcii docenta.

### **Vedecko-výskumná a odborná činnosť**

Výskumné aktivity zohľadnené v publikačnej činnosti Ing. Richarda Lenharda, PhD. sa vyprofilovali počas jeho pôsobenia na Katedre energetickej techniky, na ktorej pôsobí od roku 2009. Uvedená profilácia je v súlade s aktuálnym zameraním pracoviska. V súčasnej dobe je jeho výskumná aktivita zameraná hlavne na oblasť numerického modelovania metódou konečných objemov.

Súhrnne možno jeho publikačnú činnosť zhrnúť do nasledujúcich oblastí: numerické modelovanie viacfázových zmien prenosu tepla a hmoty pri vyparovaní a kondenzácií, numerické modelovanie energetických strojov a zariadení za účelom ich zefektívnenia.

Ing. Richard Lenhard, PhD. bol zodpovedným riešiteľom 2 grantových projektov a bol spoluriešiteľom spolu 23 grantových projektov. Jeho publikačná činnosť predstavuje 2 vedecké práce v karentovaných časopisoch s  $IF \geq 0.7$  IFM, 1 vedeckú monografiu, 50 vedeckých prác evidovaných v databázach WOS a SCOPUS, 3 odborné knižné publikácie, 16 vedeckých prác v domácich a zahraničných časopisoch a 62 iných vedeckých a odborných prác v zborníkoch z významných konferencií. Jeho práce boli citované 134 krát vo vedeckých prácach evidovaných v databázach WOS a SCOPUS a 279 krát v ostatných vedeckých prácach doma i v zahraničí, čo v kombinácii s h-indexom 7 na SCOPUSE a h-indexom 5 na WOS svedčí o jeho uznaní zahraničnou i domácou vedeckou a odbornou komunitou. Menovaný pravidelne publikuje a zúčastňuje sa zahraničných aj domácich vedeckých konferencií, ktoré sú zamerané na spomínané oblasti jeho vedecko-výskumnej činnosti a sám sa intenzívne venuje organizovaniu vedeckej konferencie Aplikácia experimentálnych a numerických metód v mechanike tekutín a energetike so zahraničnou účasťou.

Na základe objektívnych hľadísk je možné hodnotiť vedeckovýskumnú činnosť Ing. Richarda Lenharda, PhD. kladne, jeho publikačná činnosť je veľmi rozsiahla a má veľmi dobrú odbornú a vedeckú úroveň.

V súlade s uvedenými skutočnosťami habilitačná komisia konštatuje, že Ing. Richard Lenhard, PhD. je erudovaný a vedeckou komunitou akceptovaný odborník v odbore habilitačného konania a inauguračného konania Energetické stroje a zariadenia.

## **12. Stanovisko habilitačnej komisie k menovaciemu pokračovaniu**

Po prednesení habilitačnej prednášky a obhajobe habilitačnej práce habilitačná komisia na svojom neverejnom zasadnutí vykonala celkové hodnotenie uchádzača. Komisia zhodnotila priebeh habilitačnej prednášky, obhajobu habilitačnej práce, posudky oponentov a celkový prístup habilitanta. Konštatovala, že podklady k spracovaniu návrhu na habilitáciu sú úplné a vyhovujú podmienkam stanoveným vyhláškou MŠ SR č. 246/2019 Z.z., Metodickým odporúčaním Žilinskej univerzity v Žiline č. 8/2016 a platným Kritériám na vyhodnotenie splnenia podmienok získania vedecko-pedagogického titulu „docent“ na SJF UNIZA.

Habilitačná komisia konštatuje nasledovné

**Ing. Richard Lenhard, PhD. vo svojej pedagogickej a vedeckovýskumnej činnosti spĺňa kritériá na získanie titulu docent, schválené Vedeckou radou Strojníckej fakulty Žilinskej univerzity v Žiline, je uznávanou osobnosťou doma aj v zahraničí, prispel k rozvoju odboru Energetické stroje a zariadenia a spĺňa podmienky ustanovení zákona č. 131/2002 Z.z. o vysokých školách a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov a vyhlášky MŠVVaŠ SR č. 246/2019 Z. z. o postupe získavania vedecko-pedagogických titulov a umelecko-pedagogických titulov docent a profesor.**

**Vzhľadom k vyššie uvedenému, habilitačná komisia odporúča udeliť Ing. Richardovi Lenhardovi, PhD. vedecko-pedagogický titul docent v odbore habilitačného konania a inauguračného konania**

## **Energetické stroje a zariadenia**

V Žiline, 10. 03. 2021

*Predseda habilitačnej komisie:*

prof. Ing. Jozef Jandačka, PhD.

.....

*Členovia habilitačnej komisie:*

prof. Ing. František Urban, CSc.

.....

prof. Ing. Ladislav Dzurenda, PhD.

.....