

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

---

**Návrh na udelenie titulu docent**

**Ing. Vladimírovi Bulejovi, PhD.**

**v študijnom odbore 5.2.1 Strojárstvo.**

**1. Základné údaje o habilitantovi**

*Meno a priezvisko:* Vladimír BULEJ  
*Dátum narodenia:* 24.11.1983  
*Miesto narodenia:* Martin  
*Pracovisko:* Žilinská univerzita v Žiline  
Strojnícka fakulta  
Katedra automatizácie a výrobných systémov

*Akademické a vedecké hodnosti:*

2007 - 2010 - PhD. v študijnom odbore 5.2.7 Strojárske technológie a materiály, študijný program: Automatizované výrobné systémy, Žilinská univerzita v Žiline, Strojnícka fakulta, Katedra automatizácie a výrobných systémov, Téma dizertačnej práce: *Vývoj mechanizmu s hybridnou kinematickou štruktúrou*

2002 – 2007 - Ing. v študijnom odbore 2310803 Strojárska technológia, špecializácia: Výrobné systémy s priemyselnými robotmi a manipulátormi, Žilinská univerzita v Žiline, Strojnícka fakulta, Katedra obrábania a automatizácie, Téma diplomovej práce: *Návrh simulačných programov pre mobilné a paralelné roboty* (získaná Cena dekana za najlepšiu diplomovú prácu; získaná cena Rektora za vynikajúce študijné výsledky -červený diplom)

*Kontinuálna vzdelávacia činnosť:*

Kontinuálna vzdelávacia činnosť na SjF Žilinskej univerzity v Žiline v odbore Strojárstvo, v ktorom sa uskutočňuje habilitácia, je od roku 2007 až po súčasnosť.

## **2. Názov habilitačnej práce**

*Trendy vo výskume, vývoji a aplikáciách mechanizmov s paralelnou kinematickou štruktúrou*

## **3. Názov habilitačnej prednášky**

*Navigácia a plánovanie dráhy mobilných robotických systémov*

## **4. Habilitačná komisia**

Predseda: **prof. Dr. Ing. Ivan Kuric** – UNIZA v Žiline, SjF, KAVS

Členovia: **Dr.h.c. prof. Ing. Jozef Zajac, CSc.** – FVT-Prešov, TU Košice, KAVT  
**prof. Dr. Ing. Jozef Peterka** – MTF-Trnava, STU, KOAT UVTE

## **5. Oponenti habilitačnej práce**

**prof. Ing. Peter Demeč, CSc.** - KVT / SjF, TU Košice  
**prof. Dr. Ing. Milan Sága** – UNIZA v Žiline, SjF, KAME  
**doc. Dr. Ing. Radek Knoflíček** – VUT v Brně, FSI, ÚVSSR-ORR

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

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

Žilinská univerzita v Žiline, Strojnícka fakulta, zasadačka dekana SjF, II. poschodie,  
NA 205 - 9,30 hod. - 30.5.2019.

## **8. Stanovisko oponentov habilitačnej práce**

*prof. Ing. Peter Demeč, CSc. - KVT / SjF, TU Košice*

Oponent uvádza, že habilitačná práca je vypracovaná v súlade s §1, ods. 3, písm. b., Vyhlášky 6/2005 MŠ SR v znení neskorších predpisov, ako monotematická práca, ktorá prináša nové poznatky, v rozsahu 150 strán, vrátane obrázkov, tabuliek, zoznamu citovanej a použitej literatúry, a s jednou prílohou. Uvádza, že téma habilitačnej práce: je aktuálna a orientovaná na problematiku odboru habilitácie: 5.2.1 Strojárstvo a je rozčlenená na úvodnú časť, 4 kapitoly a Záver. Obsahom prvej kapitoly je definícia paralelných kinematických mechanizmov (PKM), ich vlastností v porovnaní so sériovou kinematikou a stručný prehľad historického vývoja PKM. Druhá kapitola je zameraná na popis vývojových trendov PKM vo všeobecnosti, ako aj v konkrétnych aplikáciách v robotike a manipulačnej technike, výrobných strojoch a zariadeniach, simulátoroch, meracej technike, energetike, medicíne, stavebníctve, komunikačnej technike, optike a astronómii. Tretia kapitola podáva podrobný prehľad o výskume PKM so zameraním na svetové centrá výskumu a vedúce osobnosti, ktoré či už v nedávnej minulosti, alebo v súčasnosti majú rozhodujúci vplyv na ďalšie smerovanie výskumu, vývoja a hľadania aplikačného priestoru pre PKM. Ide o originálnu rešerš a prehľad poznatkov o aktuálnom stave vo výskume v oblasti PKM, zostavenú autorom na základe dostupných informácií získaných z literárnych zdrojov, ale aj na základe jeho osobných kontaktov s vedúcimi osobnosťami v sledovanej oblasti a stáží na týchto pracoviskách. Štvrtá kapitola predstavuje výskum a vývoj PKM na materskom pracovisku habilitanta s dôrazom na jeho vlastný prínos v sledovanej oblasti, ktorý obsahuje prehľad hlavných oblastí autorovho výskumu a tiež jeho čiastkových výstupov (viaceré z nich boli realizované pod jeho vedením

v rámci záverečných prác študentov). Túto kapitolu považuje oponent za kľúčovú z hľadiska prínosu habilitanta pre rozvoj odboru.

Oponent konštatuje, že práca je napísaná kultivovane, prehľadne, pojmovo čisto. Jednotlivé kapitoly a odseky na seba vhodne nadväzujú, čo podľa neho svedčí o veľmi dobrých didaktických schopnostiach habilitanta. Konkrétne výsledky práce habilitanta v skúmanej oblasti sú prezentované predovšetkým v štvrtej kapitole. Vysoko pozitívne hodnotí grafickú stránku a kvalitu vyobrazení. Na druhej strane habilitantovi vytýka jeho až prílišnú nepozornosť pri finálnej editácii práce, pretože obsahuje veľmi veľa gramatických chýb, preklepov, neúplných slov, nesprávne, resp. chýbajúcich odkazov na viacero obrázkov. Tieto oponent vyznačil priamo v texte práce a nepokladá za potrebné ich v posudku konkretizovať.

Na základe predložených materiálov k habilitačnému konaniu oponent zároveň konštatuje, že:

- Výsledky habilitačnej práce sú využiteľné ako v technickej praxi, tak aj v pedagogickom procese. Téma habilitačnej práce zodpovedá odboru habilitácie 5.2.1 Strojárstvo a je vysoko aktuálna z hľadiska súčasného stavu i perspektívnych potrieb odboru.
- Podstatné časti habilitačnej práce boli publikované na potrebnej vedeckej úrovni.
- Uvádzané práce sú publikované v renomovanej recenzovanej vedecko-odbornej tlači. Svedčí o tom predovšetkým spoluautorstvo habilitanta na 2 vedeckých prácach uverejnených v zahraničných karentovaných časopisoch a 17 vedeckých prácach uverejnených v zahraničných (14) a domácich (3) časopisoch registrovaných v databázach WoS, resp. SCOPUS.
- Zo zoznamu prác uchádzača, ktorý mal k dispozícii, vyplýva, že ide o pracovníka s významnou vedecko-pedagogickou erudíciou, čo možno doložiť okrem vyššie uvedených 19 prác ďalšími faktami: je autorom kapitoly v zahraničnej vedeckej monografii, je vedúcim, resp. spoluautorom 31 vedeckých prác v zahraničných vedeckých časopisoch s medzinárodnou redakčnou radou a recenzovaných prác vo vedeckých zborníkoch zo svetových kongresov a konferencií vydaných v zahraničných vydavateľstvách, vedúcim autorom, resp. spoluautorom ďalších 27 vedeckých prác publikovaných v zahraničných (3), resp. domácich (24) nekarentovaných časopisoch a zborníkoch z konferencií, je spoluautorom 2 úžitkových vzorov. Okrem toho je vedúcim autorom, resp. spoluautorom 10 odborných prác

publikovaných na Slovensku (9) a v zahraničí (1). Pre pedagogický proces vypracoval ako spoluautor 2 vysokoškolské skriptá. Z celkového počtu 92 bibliografických záznamov je Ing. Vladimír Bulej, PhD. evidovaný ako jediný alebo vedúci autor v 27,17 % prípadov. Možno teda konštatovať, že habilitant má dobré predpoklady viesť v budúcnosti riešiteľské kolektívy vedecko-výskumných úloh, resp. garantovať edukačný proces v zmysle príslušných ustanovení Vysokoškolského zákona.

- Forma spracovania habilitačnej práce preukazuje veľmi dobré didaktické schopnosti habilitanta.

Na publikácie habilitanta je registrovaných celkom 119 ohlasov (vrátane samocitácií); z toho 95 ohlasov (69 bez samocitácií) je v publikáciách registrovaných v databázach WoS/SCOPUS. Odozva na práce habilitanta a jeho doterajšiu činnosť nepochybne preukazuje, že je známy a uznávaný vo svojej odbornej komunite nielen na Slovensku, ale aj v zahraničí.

K habilitačnej práci má oponent nasledovné otázky do diskusie:

1. Ktorý z prínosov habilitačnej práce považuje habilitant za najdôležitejší pre rozvoj odboru habilitácie a prečo?
2. Aká je súčasná medzinárodná spolupráca habilitanta v odbore jeho činnosti?
3. Aká je súčasná pozícia habilitanta v oblasti riešenia grantových výskumných projektov, resp. projektov aplikovaného výskumu a v transfere výsledkov svojej vedeckej práce do pedagogického procesu (projekty KEGA) na jeho materskom pracovisku?
4. Aké sú predstavy habilitanta o ďalšom rozvoji študijného odboru Strojárstvo so zameraním na problematiku PKM na Strojníckej fakulte ŽU v Žiline a o jeho ďalšom osobnom prínose pre tento odbor?

Oponent uvádza nasledovné zhodnotenia:

- Predložená habilitačná práca autora Ing. Vladimíra Buleja, PhD. na tému *Trendy vo výskume, vývoji a aplikáciách mechanizmov s paralelnou kinematickou štruktúrou* spĺňa kritériá kladené na kvalifikačné práce daného stupňa. Habilitačná práca obsahuje pôvodné výsledky práce habilitanta, ktoré boli publikované v domácich a zahraničných časopisoch a zborníkoch vedeckých prác ako aj v zborníkoch z konferencií. Práca prináša konkrétne prínosy ako pre spoločenskú prax, tak aj pre rozvoj študijného odboru.

Záverom oponent konštatuje, že Ing. Vladimír Bulej, PhD. habilitačnou prácou: *Trendy vo výskume, vývoji a aplikáciách mechanizmov s paralelnou kinematickou štruktúrou*, preukazuje odborné zvládnutie danej problematiky v odbore 5.2.1 Strojárstvo, a preto odporúča, aby habilitačná práca bola prijatá k obhajobe a v prípade úspešnej obhajoby bol v zmysle Vyhlášky MŠ SR č. 6/2005 Z. z. o postupe získavania vedecko-pedagogických titulov alebo umelecko-pedagogických titulov docent a profesor menovanému udelený titul docent v odbore: 5.2.1 Strojárstvo.

**prof. Dr. Ing. Milan Sága** – UNIZA v Žiline, SjF, KAME

Oponent úvodom konštatuje, že predložená práca obsahuje celkovo 150 strán (138 obrázkov, 216 literárnych zdrojov), je členená do 4 kapitol plus Predhovor, Úvod a Záver, čo prezentuje vhodne zvolený prístup autora pri jej zostavovaní a písaní. V Predhovore autor oboznamuje čitateľa s jeho pôsobením v danej oblasti, ale aj motiváciou, medzinárodnou spolupracou a tiež ozrejmjuje spôsob kategorizácie informácií a ich delenie na oblasť výskumu, vývoja a aplikácií mechanizmov s PKŠ. V Úvode je následne stručne charakterizovaná oblasť vývoja mechanizmov s paralelnou kinematickou štruktúrou od ich prvopočiatkov, ich najúspešnejší predstavitelia a aktuálne vývojové trendy. Taktiež v krátkosti informuje čitateľa o štruktúre a obsahu jednotlivých kapitol. Kapitola 1 prináša čitateľovi prehľad najdôležitejších informácií o paralelných mechanizmoch, definuje a charakterizuje základné pojmy z oblasti PKŠ, štruktúru mechanizmov a používané typy kinematických väzieb, ako aj krátky pohľad do histórie a na jednotlivé vývojové etapy až po súčasnosť. V kapitole 2 sa habilitant venuje predovšetkým trendom vo vývoji nových mechanizmov a zariadení s inovovanou štruktúrou na báze PKŠ, ako aj novým, zaujímavým a inovatívnym aplikáciám týchto mechanizmov. Prepojenie vývoja mechanizmov a aplikácií a ich zaradenie do jednej kapitoly je možné považovať za logické, čo zdôvodnil aj samotný autor práce. Aplikácie sú rozčlenené do 4 základných oblastí – robotika a manipulačná technika, výrobné stroje a zariadenia, simulátory a testovacie stavy a ostatné aplikácie. Prehľad je doložený ako textovo, tak aj adekvátnym počtom obrázkov a odkazov na zdroje. Nosnými témami kapitoly 3 sú aktuálne trendy výskumu v oblasti PKŠ, zoznam renomovaných odborníkov v danej oblasti výskumu, ich vedecký prínos a orientácia, riešené

projekty, obsah ich publikačných výstupov a prehľad poznatkov z najnovších vedeckých článkov publikovaných v renomovaných časopisoch, zborníkoch z konferencií a monografiách. Kapitola 4 prináša pohľad na výskum a vývoj v oblasti PKŠ na pracovisku autora v posledných rokoch, prehľad riešených projektov, prototypov a funkčných modelov vyvinutých na pracovisku, pričom je tiež uvedený prínos a profesijné zameranie habilitanta. Časť venovaná prínosu autora obsahuje aj čiastkové výstupy diplomových prác, ktoré boli realizované pod jeho vedením, čo dokladá pripravenosť viesť študentov. V závere kapitoly je tiež zaradená časť venovaná ohlasom v renomovaných časopisoch na práce autorského kolektívu, kde habilitant figuroval ako spoluautor. Oponent však upozorňuje, že táto časť je vlastne jadrom celej práce, čo považuje za trochu nešťastné riešenie pri štruktúrovaní práce. Očakával hlbšie popísanie práce autora, jeho aktivity a nie aktivity katedry. Taktiež podľa oponenta chýbajú zovšeobecňujúce zhodnotenia výsledkov (pohľad na prínosy pre odbor) a podrobnejšia prezentácia jeho ďalšieho výskumu v predmetnej problematike.

Podľa oponenta, kombinácia teórie kinematiky a navrhovania mechanizmov robotických štruktúr, najmä paralelných sa ukazuje ako vydarený spôsob riešenia komplikovaných pohybových aktivít robotov, robotických centier, resp. iných automatizačných uzlov. Spolu s najnovšími výpočtovými prostriedkami v prepojení na reálne aplikácie patrí riešená vedecká téma do oblasti aktuálneho výskumu viacerých technicky orientovaných vedných odborov, Strojárstvo nevynímajúc. Moderné konštrukčné návrhy paralelných robotov často aj s netradičnými riešeniami musia byť podrobené zodpovednej analýze. Preto oponent chcel vyzdvihnúť snahu autora zosumarizovať poznatky z oblasti analýzy paralelných kinematických štruktúr a na základe teoretických, ako aj vlastných (empirických) skúseností vyjadriť fundované závery, čo habilitant aj demonštroval na množstve príkladov existujúcich mechanizmov, ich aplikácií v strojárskych aj nestrojárskych oblastiach a predovšetkým prehľadom ich rozsiahleho výskumu v posledných rokoch (čo bolo doložené aj množstvom odkazov predovšetkým články uverejnené v zahraničných indexovaných časopisoch).

Ďalej oponent uvádza, že habilitant si dal za cieľ predložiť teoretický, ale najmä realizačný pohľad na paralelné kinematické mechanizmy navrhnuté doma a vo svete, aplikácie v robotických schémach rôzneho určenia a praktického využitia, ako napríklad v konštrukcii obrábacích, tvárniacich strojov, v meracích, kalibračných, či medicínskych zariadeniach a pod. Niektoré prezentované myšlienky boli na pracovisku habilitanta rozpracované a aj zrealizované a aplikované do prototypových modelov. Preto konštatuje, že zámer práce bol naplnený a presvedčivý.

Podľa oponenta, vybrané prístupy hodnotenia kinematiky a efektívnosti paralelných mechanizmov vhodných pre priemyselné aplikácie i participácia pri realizácii prototypov vychádzali z charakteru práce. To si vyžadovalo výborné znalosti z oblasti ako sú matematika, kinematika mechanizmov, programovanie, konštruovanie a technológie. Habilitant použité postupy opísal odborne i pedagogicky erudovane a predložil kvalitný pohľad na teóriu i aplikácie, čo je veľmi pozitívne, najmä z pohľadu študijného odboru Strojárstvo. Podľa oponenta je škoda, že v závere podrobnejšie nezosumarizoval svoj osobný pohľad na prezentovanú vedeckú problematiku.

Oponent mal k habilitačnej práci nasledujúce otázky a pripomienky:

Otázky:

1. Prosím, aby habilitant pri obhajobe krátko odprezentoval svoj prínos pri riešení uvedenej problematiky, keďže v práci sa dosť sústreďí na vedecké dielo odborníkov zo zahraničia. Pozabudol vyzdvihnúť vlastný prínos, ktorý je významný, avšak málo zvýraznený.
2. Ktorými aktivitami ste prispeli k budovaniu robotického centra na pracovisku? V práci ste o tom informovali, avšak podľa mňa úsporne.
3. Prosím o vyjadrenie habilitanta, ktoré výsledky vlastného výskumu považuje z pohľadu svojho odborného rastu za najvýznamnejšie (karenty, patenty, laboratória,...?), a tiež o podrobnejšiu prezentáciu – víziu ďalšieho výskumu v predmetnej oblasti.
4. Prosím, aby sa habilitant vyjadril aj k modelovaniu kinematických štruktúr v Matlabe. Robí sa na katedre výskum aj v tejto oblasti? Existuje podrobný matematický model paralelnej robotickej štruktúry?

Niektoré poznámky a pripomienky:

1. Prvých takmer 100 strán práce malo byť podľa oponenta zosumarizovaných na maximálne 30 -35 stranách a ďalej bolo potrebné sa sústreďiť na vlastnú prácu a pochváliť sa tým, čo sa podarilo vyriešiť. Najpodstatnejšiu časť – vlastné riešenia autor spracoval až v závere. Tam už prezentuje svoje výsledky. Oponent si myslí, že štruktúra tejto ináč hodnotnej práce nebola zvolená optimálne.
2. Na druhej strane vyzdvihuje snahu autora o sumarizáciu danej vedeckej problematiky v intenciách celosvetového poznania, čo považuje za unikátny počin. Ako uvádza, s tak



podrobným rozborom súčasného stavu sa v prácach podobného typu ešte nestretol. To považuje za potrebné skutočne oceniť.

3. Zoznam skratiek, značiek a symbolov odporúčam zoradiť podľa abecedy alebo podľa určitého logického sledu. Pri niektorých veličinách chýba jednotka (napr. g), v skratke „SK - sériová kinematika (angl. PK - Parallel Kinematic)“ – správne by malo byť (angl. SK – Serial Kinematics), čo však autor pravdepodobne po kopírovaní z predošlého riadku zabudol prepísať.

4. V Úvode sa vyskytuje dvakrát takmer identická veta „Hlavnými problémami sú geometrické limity, prítomnosť singulárnych polôh v pracovnom priestore, trenie v kĺboch a heterogénne rozloženie vlastností v pracovnom priestore.“ (na str. 6, koniec odseku „Mechanizmy s PKŠ predstavujú ...“; na str. 7, stred odseku „Mechanizmy s PKŠ sú teoreticky schopné ...“).

5. V práci sa nachádza viacero gramatických chýb a chybičiek, ktorým sa do budúcnosti odporúča vyhnúť.

Celkové spracovanie práce hodnotí oponent na veľmi dobrej úrovni s vynikajúcim prehľadom, čo sa vo svete v danej oblasti deje. K jazykovej a terminologickej stránke práce uvádza, že autor bol pri písaní trochu nepozorný, zaznamenal viacero preklepov, ktoré však neznižujú jej obsahovú úroveň.

Oponent v závere konštatuje, že napriek niektorým pripomienkam, ktoré uviedol v posudku, konštatuje že posudzovaná habilitačná práca pána *Ing. Vladimíra Buleja, PhD.* spĺňa obsahové a vecné podmienky kladené na práce takéhoto typu a je v súlade so Zákonom č. 131/2002 Z.z. o vysokých školách a o zmene a doplnení niektorých zákonov a s Vyhláškou č. 6/2005 Z.z., § 1, odst. 8, a zároveň konštatuje, že nie je opakovaním dizertačnej práce. Taktiež konštatuje, že:

- vedecké jadro práce zodpovedá profilu odboru 5.02.01 strojárstvo a vybrané výsledky práce boli prezentované v renomovanej vedeckej tlači a na akceptovateľnej úrovni,
- práca dokazuje vysokú pedagogickú erudíciu a didaktické schopnosti uchádzača.
- zoznam prác uchádzača dokazuje jeho vysokú vedeckú erudíciu a oponent verí, že po získaní titulu docent získa pracovisko fundovaného odborníka.
- citačný ohlas habilitanta preukazuje uznanie vedeckou komunitou nielen doma ale aj v zahraničí.
- menovaný spĺňa kritéria pre menovacie konanie za docenta na Sjf ŽU v Žiline.

Preto prácu odporúča k obhajobe a po úspešnej prezentácii a pozitívnom vyjadrení habilitačnej komisie navrhuje pokračovať v menovacom konaní za docenta vo vednom odbore 5.02.01 Strojárstvo.

*doc. Dr. Ing. Radek Knoflíček* – VUT v Brně, FSI, ÚVSSR-ORR

V úvode oponent uvádza, že rozsah posudzovanej habilitačnej práce je 150 číslovaných strán viazaných v pevnej väzbe a základom jeho posudku je kritický rozbor jej obsahu, vedeckej a pedagogickej úrovne, ďalej je hodnotená pôvodnosť obsahu a tiež spôsob a forma jej spracovania z didaktického hľadiska. Okrem samotnej práce oponent hodnotil aj všeobecne platné kritériá, ktoré sa vo vedeckej komunite používajú pre oponovanie a hodnotenie kvality vysokoškolských kvalifikačných práce, do ktorých patrí aj habilitačná práca. Oponent v úvodných častiach posudku vymenováva zoznam dokumentov, ktoré mu boli predložené a na základe ktorých vykonal predmetné hodnotenie.

#### Aktuálnosť témy habilitačnej práce

Oponent konštatuje, že predložená a ním posudzovaná habilitačná práca sa zaoberá aktuálnou problematikou z oblasti výskumu, vývoja a aplikácií mechanizmov na báze paralelnej kinematickej štruktúry a to nielen v rámci SR, ale aj zahraničia. Úspechom je, že aj Žilinskej univerzite v Žiline boli úspešne vyvinuté a aplikované výrobné stroje a predovšetkým roboty s PKŠ. Táto rozsiahla činnosť zahŕňa aktivity v oblasti aplikovaného výskumu, ktorý sa odráža v projekcii a konštrukcii týchto zariadení, vo vývoji SW a HW produktov, počítačovej simulácii a riadení elektromechanických častí strojov a podobne.

Ako je uvedené, aj napriek tomu, že ich prvopočiatky vývoja siahajú do povojnového obdobia, ich rozšíreniu bránili problémy spojené s ich riadením, ovládaním jednotlivých pohonov tak, aby boli schopné vykonávať požadovanú dráhu s daným zrýchlením a rýchlosťou, čo sa ukázalo ako veľmi náročné. Vzhľadom k tomu, že sa problematikou vývoja machineware (MW), HW, SW a brainware (BW) prostriedkov pre stroje či roboty s paralelnou alebo hybridnou kinematickou štruktúrou (HKS) i naďalej zaoberajú vedecko-výskumné pracoviská po celom svete je nepochybné, že obsah habilitačnej práce Ing. Vladimíra Buleja, PhD., ktorý sumarizuje, systematicky triedi aktuálne trendy vo vývoji, výskume a aplikáciách mechanizmov s PKŠ, je i naďalej aktuálna. Z pohľadu oponenta habilitačnej práce je aktuálnosť témy splnená.

Habilitačná práca má celkovo 150 číslovaných strán a je členená do 4 kapitol, pričom kapitolu číslo 4 je možno považovať za autorsky úplne pôvodnú a prezentuje dosiahnuté výsledky výskumu a vývoje mechanizmov s PKŠ na pracovisku autora, teda na KAVS SjF ŽU.

V úvodných kapitolách habilitačnej práce sú uvedené historické zaujímavosti zo stavby a postupne získavaných znalostí o PKŠ od počiatkov (cca rok 1900) až do obdobia po roku 2000, kedy bol zrejme nevýraznejší záujem a rozvoj PKŠ. Nie sú opomenuté trendy vo vývoji a aplikáciách PKŠ, či už v manipulačnej a robotické technike alebo v konštrukcii výrobných strojov a zariadení, a to ako vo svete, tak i na domácej pôde ŽU v Žiline a Slovenska. Oponent vyjadril potešenie, že bol pomerne podrobne rozobraný aktuálny stav vo výskume PKŠ, s uvedením centier v Európe a vo svete, vrátane vedúcich osobností svetového významu, doposiaľ takto v žiadnom dostupnom zdroji nikde neboli uvedené.

Štvrtá kľúčová kapitola je venovaná výskumu a vývoji PKS na pracovisku habilitanta, pričom sa autor práce hlbšie venuje aj vlastným a pôvodným výsledkom, metódam a prostriedkom, ktoré boli použité v jeho práci, činnosti projektanta, konštruktéra alebo vedecko-výskumného pracovníka, hľadajúceho doposiaľ neznáme a neprebádané vlastnosti a charakteristiky nového technického objektu, ktorými sú mechanizmy s PKŠ alebo HKŠ.

Oponent uvádza, že z jeho pohľadu sú v práci predložené výsledky v oblasti vlastného výskumu a vývoja koncepcií mechanizmov s PKŠ a HKŠ, ďalej vytvorených matematických modelov kinematických štruktúr, ich simulácie v prostredí Matlab/Simulink, s vyústením do praktickej aplikácie, boli úplne splnené.

Obsahovo je práca zrozumiteľná a prehľadne členená. Veľkosť písma a obrázky sú dostatočne veľké a v dobre rozlišovacej úrovni. Použitý vedecký jazyk je a bez vážnych chýb čo sa týka terminológie a obsahu.

Oponent konštatuje, že zo zoznamu použitej literatúry je viditeľné, že habilitant v priebehu dlhých rokov postupne odborné a vedecko-výskumné práce preštudoval a následne aplikoval veľké množstvo podkladov, z ktorých získal veľmi dobrý prehľad o aktuálnej úrovni riešenej problematiky a vytvoril tak predpoklady pre úspešné riešenie vlastnej odbornej a vedecko-výskumnej práce na KAVS, čo vyústilo do podoby habilitačnej práce. Z dostupných podkladov následne vyplýva i prenos poznatkov smerom ku študentom na domovskej katedre, ale i mimo ňu. Pozitívne hodnotí tiež pomerne veľké množstvo odkazov na vlastnú vedecko-výskumnú činnosť a vlastnú publikačnú činnosť v oblasti PKŠ.

Ako v závere posudku oponent uvádza, podľa jeho názoru predložená habilitačná práca spĺňa súčasné požiadavky kladené na tento druh vysokoškolskej kvalifikačnej (pedagogicko-vedeckej) práce z príslušného vedného odboru. Nové koncepcie riešení, moderné prístupy a invencie tvorcov strojov, zariadení a priemyselných robotov, vedúce k novým poznatkom v oblasti konštrukcie zariadení na báze PKŠ - to je jeden zo spôsobov odbornej, vedecko-výskumnej práce na technických univerzitách (nanešťastie za často nepriaznivých podmienok). Po stránke formálnej má habilitačná práca veľmi dobrú úroveň (grafické úprava, použitý odborný jazyk atd.). Habilitačná práca je čo do obsahu a prezentácie podstatných informácií vyvážená, bez zbytočných formálnych nedostatkov. Je zrejmé, že habilitant má výborný prehľad v riešenej problematike a súčasne i schopnosť analyzovať problematiku a hľadať, nachádzať a riešiť čiastkové, známe i ešte neprebádané problémy zo sledovanej oblasti PKŠ, resp. HKŠ, a taktiež dokáže účinne spolupracovať v tíme riešiteľov projektu, ako aj predávať svoje poznatky a získané skúsenosti ďalším generáciám študentov technickej univerzity v podobe prednášok.

Oponent preto konštatuje, že habilitačná práca predložená k oponovaniu má požadovanú úroveň, je napísaná ucelene, bez námietok oponenta k jej obsahu alebo forme. Doposiaľ dosiahnuté výsledky vlastnej pedagogicko-vedeckej práce uchádzača, ako aj ohlas na ne vo vedeckej komunite odpovedajú požiadavkám habilitačného konania k udeleniu vedecko-pedagogického titulu docenta na Žilinskej univerzite v Žiline.

Počas obhajoby habilitačnej práce oponent odporúča položiť habilitantovi nasledujúce doplňujúce otázky:

1. Spresnite, čo sa rozumie „vývojom PKŠ“, aké sú prostriedky vývoja, uveďte minimálne jeden príklad výsledkov vývoja?
2. Spresnite, čo sa rozumie „výskumom PKŠ“? Definujte okruhy problematiky výskumu, aké má prostriedky, metódy, matematický aparát?
3. Z odbornej literatúry je známe, a z Vašej habilitačnej práce to taktiež vyplýva, že stroje a roboty s PKŠ alebo HKŠ majú behom vykonávania pohybu koncového člena kinematického reťazca premenlivé vlastnosti a charakteristiky. Príkladom sú napríklad geometrické limity, prítomnosť singulárnych polôh pohybujúceho sa koncového člena v pracovnom priestore, trenie v kĺboch a heterogénne rozloženie vlastností v pracovnom priestore. Je možné odhadnúť, ako sa bude postupovať ďalej pri eliminovaní týchto menej priaznivých vlastností a či vôbec má zmysel sa uvedenými problémami zaoberať nielen z hľadiska teórie, ale aj praxe?

4. Je možné odhadnúť smery Vášho ďalšieho pôsobenia a výskumu a vývoja v sledovanej oblasti PKŠ a HKŠ na Vašom materskom pracovisku?

## 9. Hodnotenie habilitačnej prednášky habilitačnou komisiou

Verejná habilitačná prednáška Ing. Vladimíra Buleja, PhD. na tému:

*„Navigácia a plánovanie dráhy mobilných robotických systémov“*,

bola prednesená na Strojníckej fakulte Žilinskej univerzity v Žiline dňa 30.5.2019. Na habilitačnej prednáške sa okrem vybraných členov Vedeckej rady zúčastnili členovia habilitačnej komisie, oponenti a hostia podľa prezenčnej listiny. Priebeh habilitačnej prednášky a rozpravu k nej viedol predseda habilitačnej komisie prof. Dr. Ing. Ivan Kuric. V úvode predseda habilitačnej komisie vyzval habilitanta, aby prezentoval problematiku navigácia a plánovanie dráhy mobilných robotických systémov.

Habilitant predniesol habilitačnú prednášku s názvom Navigácia a plánovanie dráhy mobilných robotických systémov. V úvode prednášky sa habilitant v krátkosti venoval všeobecným poznatkom z oblasti mobilnej robotiky a mobilných robotov s dôrazom na pokrok a dosiahnuté výsledky v celosvetovom vývoji mobilných robotov a mobilnej robotiky. Následne bola rozobraná problematika štruktúry riadenia autonómnych mobilných robotov, základné otázky autonómnej navigácie a úlohy z nej vyplývajúce, ako aj definícia schémy riadiacej slučky a interakcie mobilného robota s prostredím.

Ďalej upriamil pozornosť na nutnosť voľby vhodnej formy reprezentácie prostredia, čiže typy máp prostredia, v ktorom sa má mobilný robot pohybovať, pričom boli podrobnejšie charakterizované jednotlivé typy máp a kritéria pre voľbu optimálnej štruktúry. Nasledoval rozbor oblastí navigácie a plánovanie dráhy mobilných robotov, opis jednotlivých algoritmov plánovania dráhy s upriamením pozornosti na aktuálne trendy v tejto oblasti.

Na základe uvedeného teoretického rozboru sa habilitant v praktickej časti prednášky zameril na vývoj viacvrstvového systému pre simuláciu plánovania dráhy mobilného robota. V rámci experimentálnej časti boli charakterizované dve softvérové aplikácie vytvorené ním samotným, respektíve pod jeho vedením, na ktorých prakticky demonštroval ukážku funkčnosti navigácie mobilných robotov, ako v metrických mapách (pomocou metódy potenciálových polí), tak aj v rámci topologických máp (pomocou modifikovanej verzie

algoritmu vychádzajúceho z metódy maximálnych vpísaných kružníc a histogramovej metódy). Viacvrstvový systém teda obsahoval nástroje ako pre priamu tvorbu metrických máp, tak aj ich transformáciu do topologickej formy reprezentácie prostredia mobilného robota.

Komisia ocenila, že problematika nebola spracovaná len z teoretického hľadiska, ale obsahovala aj experimentálnu časť, kde funkčnosť vybraných navigačných prístupov bola verifikovaná na úrovni simulačných programov. Taktiež pozitívne bola hodnotená celková vizuálna stránka prezentácie so zaradením video sekvencií.

V ďalšom kroku prebehla verejná rozprava k habilitačnej prednáške.

Habilitant s prehľadom a erudovane odpovedal na položené otázky.

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

Obhajoba habilitačnej práce bola prednesená na Strojníckej fakulte Žilinskej univerzity v Žiline dňa 30.5.2019. Na verejnej časti obhajoby habilitačnej práce sa zúčastnili zástupcovia Vedeckej rady, členovia habilitačnej komisie, oponenti a hostia podľa prezenčnej listiny. Priebeh obhajoby habilitačnej práce viedol predseda habilitačnej komisie prof. Dr. Ing. Ivan Kuric. Predseda habilitačnej komisie vyzval habilitanta, aby prezentoval problematiku výskumu, vývoja a aplikácií mechanizmov s paralelnou kinematickou štruktúrou.

Habilitačná práca s názvom „*Trendy vo výskume, vývoji a aplikáciách mechanizmov s paralelnou kinematickou štruktúrou*“ je členená do štyroch hlavných kapitol a záveru. Úvodná kapitola sa zameriava na základné pojmy, charakteristiky paralelných mechanizmov a tiež ponúka stručný pohľad na začiatky a historické aspekty vývoja mechanizmov s paralelnou kinematickou štruktúrou (PKŠ). Druhá kapitola sa venuje oblasti vývoja a aplikácií mechanizmov na báze PKŠ so zameraním na trendy v danom sektore, inovatívne aplikácie a novo-vyvinuté typy paralelných mechanizmov. Tretia kapitola je orientovaná na oblasť výskumu v oblasti PKŠ, ktorý prebieha predovšetkým na univerzitných pracoviskách, ale aj výskumno-vývojových centrách po celom svete. Podrobne je v nej spracovaný prehľad vedúcich osobností výskumu paralelných mechanizmov a ich prínos pre celosvetový výskum danej problematiky. Ide o originálnu a pôvodnú autorovu rešerš najnovších poznatkov. Štvrtá kapitola, ktorú ako oponenti, tak aj komisia považuje za kľúčovú, je spracovaný samotný výskum autora a výskum na jeho pracovisku v posledných rokoch. Okrem teoretických prác, sa habilitant zameril na praktické výstupy, ktoré sa podarilo realizovať – simulácie,

modelovanie mechanizmov s PKŠ v softvéroch Creo, Matlab/Simulink, ale predovšetkým vytvorené funkčné modely mechanizmov s paralelnou a hybridnou kinematickou štruktúrou (pre overenie funkčnosti) a následne vytvorené prototypy výrobných zariadení na rovnakých funkčných princípoch, ktoré by mohli nájsť svoje uplatnenie aj v praxi. Okrem toho je v tejto časti zaradený prehľad jeho aktivít v predmetnej oblasti a ohlas v domácej a zahraničnej literatúre na práce autorského kolektívu. V Závere je spracovaný súhrn výsledkov a poznatkov z danej oblasti.

Habilitačná práca bola vypracovaná na základe autorových skúseností a výskumu z oblasti projektovania a navrhovania, analýzy a syntézy štruktúry mechanizmov s PKŠ, ich modelovania v softvérových nástrojoch, hodnotenia ich vlastností, a podobne. Mnohé výsledky boli získane aj na základe verifikácie pomocou realizovaných simulácií. Prínosom bolo nepochybne aj účasť habilitanta na medzinárodných letných školách orientovaných na problematiku návrhu a analýzy paralelných mechanizmov organizovaných pracovníkmi Università degli Studi di Genova v Janove a ich partnerskými pracoviskami. Habilitant tiež demonštroval snahu o prenášanie poznatkov získaných výskumom do pedagogického procesu, či už na domácom pracovisku alebo aj v rámci výučby na zahraničných školách. Záverečná časť práce poskytuje súhrn výsledkov a poznatkov z danej oblasti s definovaním smerovania ďalšieho výskumu a tiež plánovanej orientácie habilitanta.

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

Po prezentovaní práce 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 - ako zodpovedané. 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 habilitačnej prednášky a 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. Vladimír Bulej, PhD. v rámci svojho pôsobenia na katedre vyučuje predmety pre Strojnícku fakultu v internom aj externom bakalárskom i inžinierskom štúdiu. Prednáša, resp. prednášal vybrané kapitoly a vedie / viedol cvičenia, laboratórne práce a semestrálne projekty v celkovo 31 predmetoch, konkrétne napr. Automatizácia strojárkej výroby, Počítačová podpora výrobných technológií, Navrhovanie robotizovaných pracovísk, CA systémy v robotike, Roboty a manipulátory, Automatizácia montáže, Počítačové a experimentálne metódy v odbore, Záverečný projekt, Exkurzia a odborná prax, Semestrálny projekt a ďalšie. Podieľa sa tiež na výučbe zahraničných študentov v rámci projektu Erasmus, CEEPUS, IAESTE a EU-Korea Smile. Habilitant bol vedúcim 22 diplomových a 7 bakalárskych prác, recenzentom 7 diplomových a 3 bakalárskych prác.

Okrem prednášania a skúšania vybraných predmetov je súčasťou jeho pedagogických aktivít aj tvorba učebných materiálov. Je spoluautorom 2 vysokoškolských skrípt, ktoré boli vydané v edičnom stredisku EDIS pri UNIZA, ako aj autorom kapitoly v zahraničnej monografii. Výsledky jeho pedagogickej činnosti je na základe jeho dosahovaných výsledkov pri snahe o prenos poznatkov do vyučovacieho procesu možné hodnotiť kladne. Príkladom je jeho aktívna práca na modernizácii vzdelávania tvorbou animovaných videí (dostupných aj na internete), interaktívnych učebných pomôcok v laboratóriách, budovaní laboratórií, ako aj práca s nadanými študentmi a organizovanie exkurzií pre študentov.

Na základe uvedených skutočností je možné konštatovať, že Ing. Vladimír Bulej, 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. Vladimír Buleja, PhD. sa vyprofilovali počas jeho pôsobenia na Katedre automatizácie a výrobných systémov, na ktorej pôsobí od roku 2007. Uvedená profilácia je v súlade s aktuálnym zameraním pracoviska. V súčasnej dobe je jeho výskumná aktivita zameraná predovšetkým na oblasť mechanizmov



s paralelnou kinematickou štruktúrou, robotické systémy, aplikáciu kamerových systémov a simulácie v robotike a automatizovaných montážnych systémoch. Súhrnne možno jeho publikačnú činnosť zhrnúť do nasledujúcich oblastí: paralelné mechanizmy, implementácia kamerových systémov v robotike, priemyselné roboty a manipulátory, mobilná robotika a automatizácia procesov pri technológii vstrekovania plastov.

Ing. Vladimír Bulej, PhD. bol zástupcom zodpovedného riešiteľa 2 grantových projektov a bol spoluriešiteľom celkovo 21 grantových projektov. Jeho publikačná činnosť predstavuje 2 vedecké práce v karentovaných časopisoch s  $IF \geq 0.7 IF_M$ , 1 kapitola v zahraničnej monografii, 17 vedeckých prác evidovaných v databázach WOS a SCOPUS, 31 vedeckých prác v domácich a zahraničných časopisoch a 27 iných vedeckých a odborných prác v zborníkoch z významných konferencií. Jeho práce boli citované 58 krát vo vedeckých prácach evidovaných v databázach WOS a SCOPUS a 61 krát v ostatných vedeckých prácach doma i v zahraničí, čo v kombinácii s h-indexom 5 na SCOPUSE a h-indexom 1 na WOS svedčí o jeho uznaní zahraničnou i domácou vedeckou a odbornou komunitou. Menovaný pravidelne publikuje a zúčastňuje sa zahraničných aj domácich vedeckých konferencií (celkovo 32 konferencií / 40 príspevkov), ktoré sú zamerané na spomínané oblasti jeho vedecko-výskumnej činnosti a tiež participuje na organizovaní, resp. je členom redakčných rád vedeckých konferencií so zahraničnou účasťou. Okrem toho je spoluautorom 2 úžitkových vzorov.

Na základe objektívnych hľadísk je možné hodnotiť vedecko-výskumnú činnosť Ing. Vladimír Bulej, PhD. kladne, jeho publikačná činnosť je rozsiahla a má veľmi dobrú odbornú a vedeckú úroveň.

V súlade s uvedenými skutočnosťami habilitačná komisia konštatuje, že Ing. Vladimír Bulej, PhD. je erudovaný odborník a pedagóg v odbore „Strojárstvo“.

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

Habilitačná komisia na neverejnom zasadnutí na Strojníckej fakulte Žilinskej univerzity v Žiline zhodnotila priebeh habilitačnej prednášky, obhajoby práce, posudky oponentov a celkový prístup habilitanta. Po komplexnom posúdení všetkých skutočností, vrátane dokladov, súvisiacich s habilitačným konaním, habilitačná komisia dospela k záveru, že Ing. Vladimír Bulej, PhD. svojou cieľavedomou prácou významne obohatil študijný odbor 5.2.1 Strojárstvo. Ohlasy na jeho prácu svedčia o tom, že je v spomínanej oblasti uznávaným odborníkom doma aj v zahraničí. Habilitačná komisia teda konštatuje nasledovné:

Ing. Vladimír Bulej, PhD. vo svojej pedagogickej a vedecko – výskumnej 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 študijného odboru 5.2.1 Strojárstvo a spĺňa podmienky Vyhlášky Ministerstva školstva SR č. 6/2005 Z.z. Vzhľadom k tomu mu habilitačná komisia odporúča udeliť vedecko-pedagogický titul docent v študijnom odbore

## 5.2.1 Strojárstvo

V Žiline, 30.5.2019

*Predseda habilitačnej komisie:*

prof. Dr. Ing. Ivan Kuric

.....

*Členovia habilitačnej komisie:*

Dr.h.c. prof. Ing. Jozef Zajac, CSc.

.....

prof. Dr. Ing. Jozef Peterka

.....