



Oponentský posudok habilitačnej práce

Názov práce:	Hodnotenie vybraných metód odhadovania rizika používaných v procese návrhu bezpečného strojového zariadenia
Autor:	Ing. Zuzana Ságová, PhD.
Odbor HKaIK:	strojárstvo
Oponent:	prof. Ing. Peter Frankovský, PhD.
Pracovisko opONENTA:	Katedra aplikovanej mechaniky a strojného inžinierstva, Strojnícka fakulta, Technická univerzita v Košiciach

Oponentský posudok habilitačnej práce bol vypracovaný na základe menovania za opONENTA dekanom Strojníckej fakulty Žilinskej univerzity v Žiline listom 06002/2025/SjF-D zo dňa 24. 11. 2025, na základe súhlasu Vedeckej rady Strojníckej fakulty Žilinskej univerzity v Žiline zo dňa 19. 11. 2025, v súlade s vyhláškou Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky č. 246/2019 Z.z. o postupe získavania vedecko-pedagogických titulov docent a profesor.

Posudzovaná habilitačná práca má rozsah 128 strán a obsahuje 24 obrázkov, 37 tabuliek, 4 prílohy a 75 citovaných literárnych zdrojov. Práca pozostáva z úvodu, ôsmich na seba nadväzujúcich kapitol, záveru, zoznamu použitej literatúry a príloh. V úvode habilitantka popisuje problematiku bezpečnosti strojov v kontexte troch priemyselných revolúcií. Nasledujúce kapitoly sa venujú súčasnému stavu bezpečnosti strojov, platným právnym predpisom a normám, stratégiám posudzovania a znižovania rizika pri zostavovaní strojových zariadení, prístupom a metódam využívaným v procese posudzovania rizika, metodológii realizovaného výskumu a diskusii k získaným výsledkom. Záverečná kapitola prezentuje trendy a vývojové smery v oblasti bezpečnosti strojov. Súčasťou sú aj prílohy, ktoré dopĺňajú teoretické a praktické poznatky.

Predložená práca plne spĺňa všetky formálne a obsahové požiadavky kladené na habilitačné práce, a to z hľadiska rozsahu, štruktúry aj úrovne spracovania.

Habilitačná práca sa venuje bezpečnosti automatizovaných strojových zariadení používaných v priemyselnej výrobe so zameraním na rozbor, verifikáciu efektívnosti a spoľahlivosti metód odhadovania rizika aplikovaných pri návrhu a konštrukcii strojov. Habilitantka systematicky popisuje vývoj bezpečnosti strojov od Priemyslu 1.0 až k Priemyslu 4.0, resp. Priemyslu 5.0., ktorý sa sústreďuje na vytváranie podmienok pre spoluprácu ľudí a strojov.

Posudzovanie rizika predstavuje komplexný a sofistikovaný proces, ktorého správna realizácia je nevyhnutná pre zabezpečenie ochrany zdravia a bezpečnosti osôb. Nedostatočná identifikácia všetkých potenciálnych ohrození alebo nesprávny odhad úrovne rizika môže viesť

k situáciám s vážnymi následkami, kedy je ohrozené zdravie alebo bezpečnosť osôb. Za účelom overenia osvedčených postupov bol v habilitačnej práci (Kapitola 5) realizovaný prehľad skúseností a odporúčaní odborníkov prostredníctvom podrobnej analýzy relevantnej literatúry. Prioritne boli využité zdroje z renomovaných citačných databáz Web of Science a Scopus, ktoré poskytujú vysokú mieru dôveryhodnosti a aktuálnosti. Habilitantka tiež podrobne mapuje, súčasný stav legislatívy a noriem na základe ktorých stavia metodiku posudzovania a znižovania rizika strojového zariadenia. Cieľom bolo experimentálne overiť hypotézy o vplyve štruktúry a parametrizácie vybraných metód odhadu rizika na výslednú úroveň rizika pri integrácii robotického zariadenia do výrobného systému.

Habilitantka v práci detailne analyzovala štyri metódy odhadovania rizika na základe predchádzajúceho rozboru súčasného stavu a definovaných kritérií podľa Tab. 6.1:

1. Matica rizika podľa ANSI B11 TR3-2000 (dva parametre: závažnosť/následok a pravdepodobnosť poškodenia zdravia, 4 úrovne rizika),
2. Graf rizika podľa ISO/TR 14121-2:2012 (štyri parametre: S, F, O, A; 6 úrovni rizika),
3. Zmiešaná metóda podľa ISO/TR 14121-2:2012 (kombinuje bodové hodnotenie kategórie CI z pomocných parametrov s maticou $SexCI$; 3 úrovne rizika),
4. SICK SCRAM (podniková štvorparametrová metóda, 11 úrovni rizika).

Analýza efektívnosti a spoľahlivosti vybraných metód odhadu rizika bola realizovaná na reálnom robotizovanom výrobnom systéme s priemyselným robotom FANUC M-10iD/10L, integrovaným do pracoviska delenia a paletizácie hliníkových profilov. Za mimoriadne prínosné považujem zapojenie troch nezávislých, certifikovaných expertov v oblasti bezpečnosti strojových zariadení do procesu identifikácie ohrození a odhadu rizík, čím sa významne rozšíril subjektívny pohľad habilitantky. Identifikované ohrozenia pokrývajú mechanické, elektrické, hygienické a ergonomické faktory, ako aj ich kombinácie.

Za významný prínos habilitantky považujem:

- Definovanie ekvivalentných úrovni pre jednotlivé parametre odhadovania rizika (závažnosť/následok, pravdepodobnosť poškodenia zdravia, frekvencia/trvanie expozície, pravdepodobnosť vzniku nebezpečnej udalosti, možnosť zabránenia poškodeniu) a pre samotné riziko. Tento krok umožňuje porovnateľnosť výsledkov naprieč jednotlivými metódami s odlišným počtom úrovni a rozdielnou kvalitatívnou definíciou, čo v literatúre často absentuje.
- Experimentálne overenie hypotéz na reálnom robotizovanom systéme a štatistické spracovanie výsledkov (stredné hodnoty, smerodajné odchýlky, normalizované hodnoty, kategorizácia rizika a kategorizácia „účinnosti“ metód).
- Aplikovateľné odporúčania pre výber, optimalizáciu či zostavenie vlastnej metódy odhadu rizika, ktoré sú využiteľné v konštrukčnej praxi a pri integrácii robotizácie do výroby.

Otázky k habilitačnej práci:

1. V podkapitole 2.1 Súvislosť právnych predpisov a noriem (str. 22) píšete, že vzhľadom na technologický vývoj dôjde k aktualizácii smernice 2006/42/ES a v roku 2027 bude vystriedaná nariadením 2023/1230. Mohli by ste upresniť základné rozdiely medzi smernicou o strojových zariadeniach a novým európskym nariadením o strojových zariadeniach?
2. V závere podkapitoly 7.2 Výsledky stanovenia úrovne rizika aplikovaním vybraných metód (str. 90) uvádzate „Ani v jednom prípade identifikovaného ohrozenia nedochádza k určeniu oboch extrémnych úrovní.“. Môže nastať situácia, kedy by určitému identifikovanému ohrozeniu mohla byť analyzovanými metódami priradená minimálna a zároveň maximálna úroveň rizika?

Záverečné hodnotenie:

1. Tému habilitačnej práce považujem za vysoko aktuálnu, keďže sa zameriava na problematiku bezpečnosti automatizovaných strojových zariadení používaných v priemyselnej výrobe. Práca prináša významný prínos v oblasti posudzovania a odhadovania rizika, pričom využíva súčasné metódy identifikovania ohrození a tiež štatistickú analýzu výsledkov výskumu.
2. Na základe dodaných dokumentov môžem konštatovať, že podstatné časti habilitačnej práce boli publikované v prestížnych recenzovaných časopisoch doma i v zahraničí, čo potvrdzuje vysokú kvalitu a vedeckú úroveň realizovaného výskumu. Výsledky boli tiež priebežne prezentované na významných vedeckých podujatiach a publikované v konferenčných zborníkoch.
3. Z prehľadu plnenia kritérií Strojníckej fakulty Žilinskej univerzity v Žiline na udelenie titulu docent vyplýva, že vedecké práce habilitantky sú vo veľkej miere publikované v renomovaných recenzovaných vedecko-odborných periodikách. Pozitívne hodnotím aj jej citačné ohlasy v databáze WoS a SCOPUS, ktoré potvrdzujú odborný dosah a relevanciu publikovaných výsledkov.
4. Z uvádzaných výstupov je zrejmé, že ide o pracovníčku s významnou vedecko-pedagogickou erudíciou. Rozsah jej odborných aktivít presahuje rámec štandardných požiadaviek a v kontexte kritérií na získanie titulu docent ich výrazne prekračuje. Za významné možno považovať aj jej pôsobenie v pozícii zodpovednej riešiteľky projektu KEGA, čo potvrdzuje jej schopnosť koordinovať vzdelávacie a výskumné aktivity.
5. Štruktúra, štýl a forma spracovania habilitačnej práce svedčia o veľmi dobrých didaktických schopnostiach habilitantky.
6. Odozva na publikované práce a doterajšiu odbornú činnosť habilitantky jednoznačne potvrdzuje jej akceptáciu a uznanie zo strany vedecko-odbornej komunity. Na jej publikačnú činnosť má 162 citácií v databáze WOS a Hirschov index 10, čo je

významným indikátorom kvality jej vedeckej práce a svedčí o tom, že jej výsledky sú akceptované a využívané odbornou a vedeckou komunitou.

Záver

Na základe predloženej habilitačnej práce a analýzy doterajšej pedagogickej a vedeckovýskumnej činnosti Ing. Zuzany Ságovej, PhD. konštatujem, že habilitantka preukazuje vysokú úroveň odbornej, vedeckej a pedagogickej erudície. Dosiahnuté výsledky predstavujú významný prínos pre oblasť bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci a plne zodpovedajú požiadavkám habilitačného konania.

ODPORÚČAM preto predloženú habilitačnú prácu prijať k obhajobe a po jej úspešnej obhajobe navrhujem udeliť **Ing. Zuzane Ságovej, PhD.** vedecko-pedagogický titul „**docent (doc.)**“ v odbore habilitačného konania a inauguračného konania **strojárstvo**.

V Košiciach dňa 22. 12. 2025

prof. Ing. Jozef ... D.
doc. Ing. ...