



FEIT UNIZA
Univerzitná 1
010 26 Žilina

Vaša značka	Zo dňa	Naša značka	Vybavuje/linka	Žilina
13578/2025	30.06.2025		Bracínik/+421 41 513 2150	19. 8. 2025

VEC

Posudok na habilitačnú prácu Ing. Pavla Belányho, PhD. „Pokročilé modelovanie denného svetla pre optimalizáciu a inteligentné riadenie osvetľovacích sústav“

Predložená habilitačná práca prezentuje výsledky dlhodobej vedecko-výskumnej práce Ing. Pavla Belányho, PhD. v oblasti zvyšovania energetickej efektívnosti osvetľovacích systémov inteligentných budov. Poznatky a zistenia prezentované v habilitačnej práci nadväzujú na predchádzajúci výskum habilitanta, ktorý začal na Fakulte elektrotechniky a informačných technológií Žilinskej univerzity v Žiline už počas svojho doktorandského štúdia.

Problematica optimalizácie energetickej spotreby osvetľovacích sústav pri zachovaní používateľského komfortu a poskytnutí potrebnej kvality pracovného prostredia patrí nie len do odboru habilitácie silnoprúdová elektrotechnika, no zároveň je stále veľmi aktuálna, nakoľko snaha optimalizovať spotrebu väčších administratívnych budov patrí medzi nosné témy zlepšovania energetickej efektívnosti v Európskom priestore.

Práca pozostáva zo siedmich kapitol vrátane záveru. Je v nich postupne predstavená metodika pre analýzu a aplikáciu habilitantom navrhnutého konceptu riadenia osvetľovacích sústav. Na začiatku je popísaný teoretický základ v podobe opisu potrebných fotometrických veličín, vrátane ich merania, a šírenia sa svetla v priestore, na ktoré nadväzuje modelovanie parametrov svetla a osvetlenia pomocou regresnej analýzy a predovšetkým neurónových sietí. Následne sú teoretické poznatky prenesené do praktickej realizácie riadenia osvetlenia pomocou technológie Loxon, ktoré bolo vykonané v budove Výskumného centra Žilinskej univerzity v Žiline.

Za prínos habilitačnej práce považujem návrh samotnej metodiky a jej praktické overenie na reálnej budove pomocou technológie Loxone, ktorá bola vhodne doplnená k existujúcej technickej infraštruktúre skúmanej inteligentnej budovy. Napriek už vysokej automatizácii existujúceho systému osvetlenia inteligentnej budovy sa podarilo pomocou aplikovaného konceptu dosiahnuť ďalšiu energetickú úsporu. Aplikáciou navrhnutého konceptu do tradičnejších administratívnych budov sa dá očakávať výraznejšia energetická úspora na strane osvetľovacieho systému. Súčasne oceňujem, že v habilitačnej práci je podrobne popísaný model šírenia sa svetla v priestore, ktorý je možné, okrem optimalizácie využívania denného svetla pre osvetľovanie vnútorných priestorov, použiť aj pre lepší návrh fasádneho fotovoltického systému, vďaka ktorému je možnú dosiahnuť ďalšie úspory spotreby energie.

K predloženej práci mám nasledovné pripomienky, ktoré neznižujú celkový prínos habilitačnej práce, no majú slúžiť skôr ako odporúčanie pre ďalšiu publikačnú činnosť habilitanta:

- V texte sa nachádzajú drobné formálne chyby, ako je napr. absencia čiarok, predložky na konci riadkov, drobné preklepy, slabšia kvalita niektorých obrázkov (napr. obr. 2.2), chýbajúci popis osí niektorých obrázkov (napr. obr. 3.6, 6.5, ...) a pod.
- Pri popise niektorých matematických modelov (napr. modelu solárnej geometrie v kap. 2) sú použité vo vzorcoch parametre, ktoré sú vysvetľované v texte omnoho neskôr. Do budúcnosti odporúčam zvoliť vhodnejšie poradie vysvetľovania parametrov tak, aby pri čítaní vzorcov bolo čitateľovi jasné, aké parametre sú ich súčasťou.
- Text práce miestami vyzerá, akoby bol prevzatý z popisu projektu. Opakujú sa v ňom tie isté tvrdenia a niekedy až násilne optimisticky prízvukuje dôležitosť výsledkov či prínos pre budúci rozvoj elektrotechniky. V habilitačnej práci by som skôr očakával konštruktívne a racionálne kladenie technických myšlienok, podporené faktami a výsledkami. Chápem však, že k tomu mohlo dôjsť kombináciou rôznych autorských textov habilitanta, ktoré boli použité pri publikovaní dosiahnutých výsledkov.
- Štruktúra niektorých kľúčových systémov, ktoré boli habilitantom vyvinuté a predstavujú hlavný prínos k optimalizácii využívania prirodzeného osvetlenia, je v práci prezentovaná príliš v zjednodušenej forme. Príkladom je napríklad schéma meracej siete na obr. 3.7, z ktorej nie je možné vyčítať žiaden technický detail riešenia, len jeho náznak. Bolo to spôsobené plánovanou patentovou ochranou navrhnutého systému?
- Na str. 56 v poslednom odseku sa uvádza, že „výsledky overenia sú graficky prezentované v podobe grafov“, no nie je uvedená žiadna ukážka takéhoto výstupu, čo je na škodu.
- Za najväčší nedostatok predloženej habilitačnej práce považujem to, že v jednotlivých kapitolách nejde trochu viac do hĺbky pri prezentácii teórie potrebnej pre úplne pochopenie použitých metód a postupov. Text práce sa tak stáva pochopiteľným len čitateľovi, ktorý sa už v uvedených oblastiach použitej metodológie vyzná, resp. s ňou už má nejakú skúsenosť. Tento nedostatok odporúčam odstrániť pri prípadnom prepise habilitačnej práce do podoby učebného textu či vedeckej monografie.

K predloženej práci mám nasledovné otázky, ktoré majú slúžiť ako podnet na diskusiu pri obhajobe habilitačnej práce:

- Je vzťah (23) pre inverzný štvorcový zákon osvetlenia na str. 29 uvedený správne?
- Bol systém pre monitorovanie intenzity osvetlenia v interiéri, popisovaný v kap. 3, súčasťou budovy Výskumného centra UNIZA pri výstavbe, alebo bol vytvorený dodatočne cez prvky systému Loxone?
- Pri výpočtoch uvedených na obr. 4.2 sa nejak zohľadňuje výška budovy (zmena dopadových uhlov)? Alebo tú je možno pri týchto výpočtoch zanedbať a budova sa uvažuje ako „bodový objekt“?
- Vyjadrite prosím veľkosť odchýlky na obr. 4.7 až 4.9 aj číselne. Skonštatovať len, že je to „v poriadku“, pri takomto type práce nie je postačujúce.
- V čom spočívalo zjednodušenie neurónovej siete pri jej aplikácii do Loxone Miniservera (str. 73 – 74)?
- Prečo je spotreba osvetlenia v čase medzi 14:00 až 15:30 na obr. 5.10 pre systém využívajúci neurónovú sieť väčšia než spotreba pôvodného systému? Skúšali ste pri experimentoch porovnávať spotrebu pôvodného a novo navrhnutého systému so spotrebou pri čisto manuálnom spínaní?
- Môžete prosím číselne vyjadriť p-hodnoty pre osvetlenia 175 lx, 155 lx a 140 lx, ktoré spomínate v kap. 6.1?
- V práci sú vytvorené 3 regresné krivky pre 3 rôzne osvetlenia. Treba všetky tieto 3 krivky vložiť/zadať do riadiaceho systému, alebo by bolo možné tieto 3 krivky nahradiť len 1 z nich (napr. pre 175 lx)? Vznikla by tým veľká odchýlka? Alebo sa použitím 3 kriviek rešpektuje spokojnosť zamestnancov v jednotlivých miestnostiach?
- Akým spôsobom vyhodnocuje neurónová sieť pre riadenie osvetlenia výstup z neurónovej siete/regresnej analýzy pre predikciu spotreby osvetlenia?

- Podarilo sa Vám celý prístup popísaný v kap. 7 aplikovať na budovu Výskumného centra UNIZA alebo aspoň jej časť? Ak nie, plánujete vytvorenú metodiku nasadiť na celú budovu, resp. aj na iné budovy UNIZA?

Výsledky práce habilitanta boli dostatočne prezentované odbornej verejnosti v podobe časopiseckých publikácií či konferenčných príspevkov. Z poskytnutého prehľadu pedagogických aktivít je zrejmé, že habilitant výsledky svojej vedecko-výskumnej práce automaticky prenáša do výučby a inovácie odborných predmetov, tvorby príslušných študijných materiálov, či vedenia bakalárskych a diplomových prác.

Záver

Habilitačná práca Ing. Pavla Belányho, PhD. sa zaoberá veľmi aktuálnou témou a svojím zameraním patrí do habilitačného odboru silnoprúdová elektrotechnika. Dosiahnuté výsledky prinášajú posunutie poznania v oblasti optimalizáciu a inteligentného riadenia osvetľovacích sústav. Výsledky práce boli prezentované odbornej verejnosti na požadovanej úrovni, či už doma alebo v zahraničí. O vedeckej erudícii Ing. Pavla Belányho, PhD. svedčí aj jeho účasť na riešení viacerých vedecko-výskumných grantových projektov a projektov pre prax, či už v pozícii hlavného riešiteľa či člena riešiteľského kolektívu.

Na základe celkového hodnotenia Ing. Pavla Belányho, PhD. a doložených podkladov konštatujem, že predložená práca zodpovedá požiadavkám habilitačného konania a po jej úspešnej obhajobe

odporúčam

Ing. Pavlovi Belánymu, PhD.

udelit' titul docent v odbore silnoprúdová elektrotechnika.

S pozdravom,

prof. Ing. Peter Braciník, PhD.
oponent