



<b>Projekt financovaný:</b>	Vedecká grantová agentúra Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky a Slovenskej akadémie vied
<b>Typ a číslo projektu:</b>	1/0512/20
<b>Názov projektu:</b>	Analýza nových prístupov posudzovania a certifikácie udržateľných administratívnych budov z pohľadu spokojnosti a výkonnosti zamestnancov
<b>Vedúci projektu:</b>	prof. Ing. Silvia Vilčeková, PhD.
<b>Riešitelia projektu:</b>	doc. Ing. Anna Sedláková, PhD.; doc. Ing. Eva Krídlová Burdová, PhD.; doc. Ing. Peter Kapalo, PhD.; Ing. Jaroslav Vojtuš, PhD.; Ing. Jaroslav Košičan, PhD.; Mgr. Katarína Harčárová, PhD.; Ing. Andrea Moňoková, PhD.; Ing. arch. Želmíra Blichová, PhD.; Ing. arch. Igor Wawrek; Ing. Jana Budajová
<b>Doba riešenia projektu:</b>	1.1.2020 – 31.12.2023

## ANOTÁCIA

Zámerom predkladaného projektu bolo vykonať detailnú analýzu nových prístupov posudzovania a certifikácie udržateľných administratívnych budov. Certifikované udržateľné administratívne budovy vyzdvihujú vysokú kvalitu budovy, kvalitu jeho vnútorného a okolitého prostredia, a najmä nadmernú spokojnosť a výkonnosť zamestnancov. Cieľom takto zabezpečených pracovných podmienok je udržanie si tých najlepších a najvýkonnejších zamestnancov, a tým zaručiť úspešnosť danej spoločnosti. V poslednom období sa zvyšuje počet takýchto administratívnych budov, ale neexistuje dostatok kvantitatívnych a kvalitatívnych informácií a reakcií zamestnancov na takto deklarované pracovné prostredie a pracovné podmienky. Preto nosným cieľom projektu je uskutočniť monitorovanie certifikovaných administratívnych budov a následne analyzovať novodobé prístupy certifikácie udržateľnosti budov, a to v jednotlivých kategóriách ako sú vzduch, voda, strava, svetlo, pohyb, tepelný komfort, zvuk, materiály, myseľ, komunita, lokalita, a iné.

## DOSIAHNUTÉ VÝSLEDKY

V rámci prvého cieľa projektu zameraného na monitorovanie a analýzu vybraných administratívnych budov certifikovaných významnými certifikačnými systémami, ako sú LEED, BREEAM a WELL boli preštudované a analyzované dostupné informácie a bol uskutočnený monitoring stavu kvality vnútorného prostredia vo vybraných budovách. Monitorovanie sa uskutočnilo v zmysle požiadaviek uvedených certifikačných systémov v novopostavených certifikovaných administratívnych budovách s certifikátom LEED GOLD a LEED PLATINUM, ktoré sa nachádzajú na východe Slovenska v centre mesta Košice a v Bratislave. V rámci hodnotenia kvality vnútorného prostredia boli sledované rizikové faktory kvality vnútorného prostredia (IEQ) vo vybraných kanceláriách za normálnych prevádzkových podmienok. Okrem reálnych meraní bol vykonaný aj dotazníkový prieskum, ktorý bol zameraný na vnímanie rizikových faktorov IEQ užívateľmi a na vplyv týchto faktorov na ich komfort a výkonnosť v danom pracovnom prostredí. Z výsledkov reálnych meraní vyplýva, že kancelárske priestory spĺňajú požadované legislatívne a LEED limity čo sa týka parametrov tepelno-vlhkostnej mikroklímy, koncentrácií CO<sub>2</sub>, PM2.5 a PM10. LEED limit bol prekročený pre koncentrácie TVOC. Z dotazníkového prieskumu vyplynulo, že respondenti vnímajú IEQ v zelených administratívnych budovách pozitívne a toto prostredie považujú za komfortné až veľmi komfortné. Väčšina respondentov uviedla, že vplyv parametrov IEQ zvyšuje ich výkonnosť, prípadne vplyv týchto faktorov vo vzťahu k ich výkonnosti vníma neutrálne. Vzhľadom na tieto odpovede možno povedať, že bolesti hlavy, únava či letargia, ktoré sa počas pobytu na pracovisku vyskytli u viac ako polovice opýtaných, súvisia najmä s druhom vykonávanej práce.



Obr. 1: Kategórie hodnotenia v LEED v4.1

Ďalšie monitorovanie bolo zamerané na vybrané faktory kvality vnútorného prostredia (tepelný komfort, kvalita vnútorného prostredia, vrátane vizuálneho komfortu) v certifikovanej administratívnej budove s medzinárodne uznávaným certifikátom BREEAM Excellent, a to z hľadiska požiadaviek najnovšej verzie certifikačných systémov LEED v4.1 a WELL. Merania faktorov IEQ boli vo vybranej budove realizované po miernom ústupe pandemických opatrení. Na základe výsledkov meraní možno konštatovať, že posudzovaná budova spĺňa aj požadované LEED a WELL kritéria pre kvalitu vnútorného vzduchu. Merania týkajúce sa intenzity denného osvetlenia, spadajúcej do kategórie vizuálneho komfortu, ukázali, že požadované LEED a WELL kritéria boli splnené len v jednej z troch sledovaných kancelárií. Čo sa týka parametrov tepelného komfortu, priestory spĺňali legislatívne a WELL limity pre rýchlosť prúdenia vzduchu a operatívnu teplotu. Naopak namerané hodnoty relatívnej vlhkosti sa nachádzali v dvoch kancelárskych priestoroch na hranici a v tretej kancelárii dokonca výrazne pod hranicou spodného legislatívneho a WELL limitu. V tomto prípade nepretržitá mechanická výmena vzduchu síce zabezpečuje prostredie bez prítomnosti TVOC a CO<sub>2</sub>, ale môže viesť k poklesu relatívnej vlhkosti vzduchu. Znížená relatívna vlhkosť vo vnútornom prostredí sa môže prejavovať na zdraví užívateľov. Z tohto hľadiska je dôležité dbať na všetky faktory IEQ rovnako a v budove zaistiť prostredie s optimálnymi podmienkami jednotlivých faktorov IEQ. Aj napriek nízkej relatívnej vlhkosti zaznamenatej vo všetkých troch kanceláriách, výpočtom získané hodnoty PMV a PPD indexov naznačujú, že v týchto priestoroch možno stále očakávať prijateľnú úroveň tepelného komfortu.

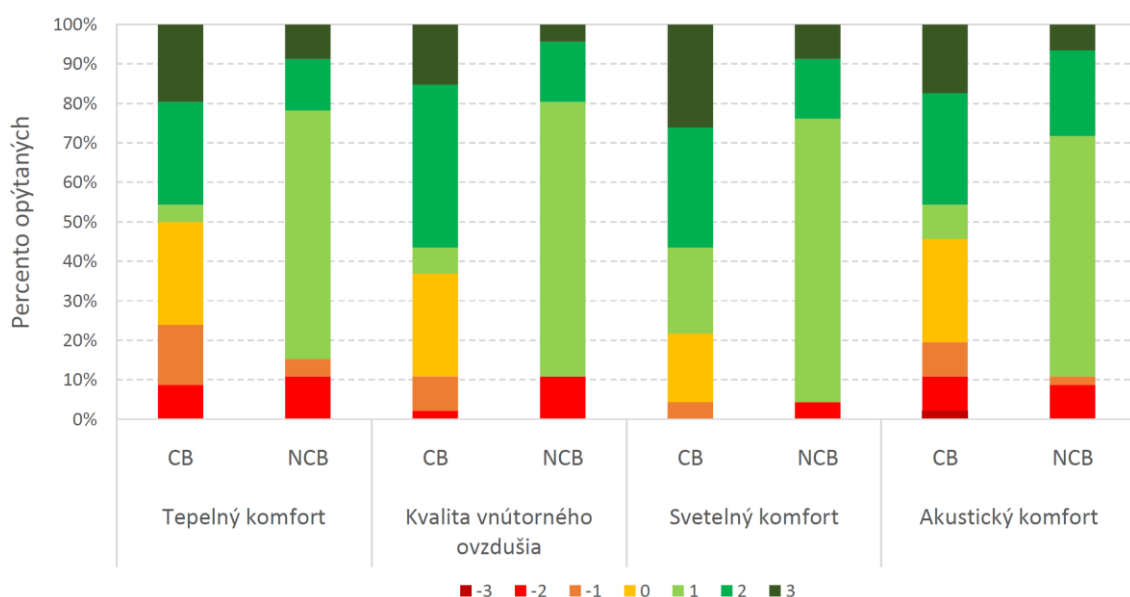


Obr. 2: Sekcie hodnotené v BREEAM NC v2 2016



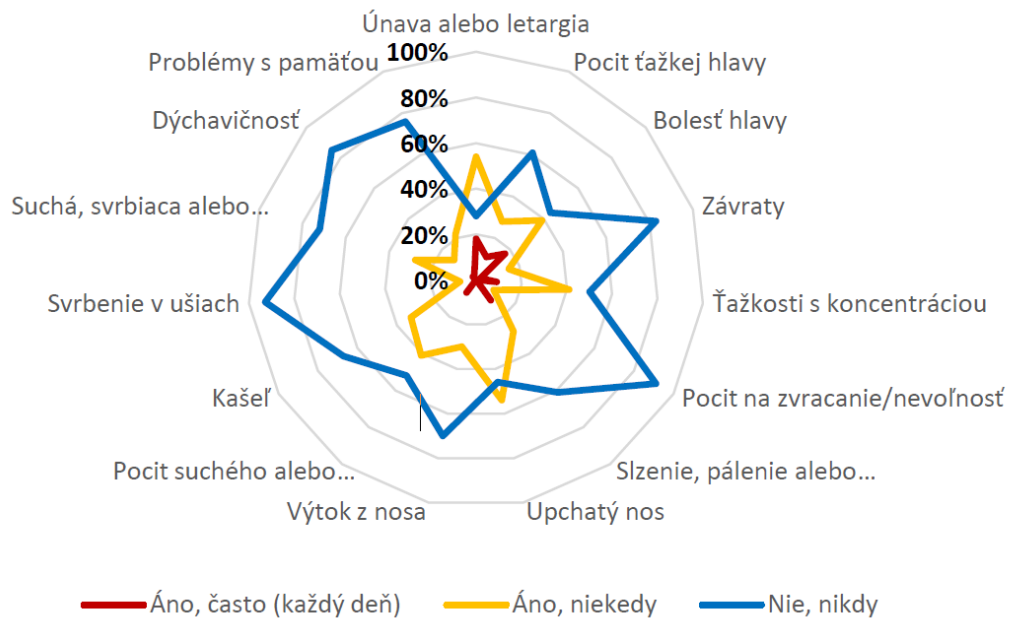
Obr. 3: Posudzované koncepty vo WELL v2

Z výsledkov monitorovania certifikovaných a necertifikovaných administratívnych budov (LEED, BREEAM, WELL) vyplýva, že existujú štatisticky významné rozdiely v senzorickej vnímaní interiérovej teploty. Rozdiel vo vnímaní vplyvu faktorov kvality vnútorného prostredia na komfort užívateľov nebol štatisticky významný. Z hľadiska vplyvu faktorov IEQ na produktivitu užívateľov nebol zistený medzi certifikovanými a necertifikovanými budovami štatisticky významný rozdiel. Stredná negatívna korelácia medzi senzorickej vnímaním faktorov IEQ a subjektívnym hodnotením vplyvu týchto faktorov na vnímanú výkonnosť užívateľov bola pozorovaná v necertifikovanej budove pre teplotu a len malá pozitívna korelácia pre vlhkosť a koncentrácie CO<sub>2</sub>. V certifikovanej budove bola nájdená stredná negatívna korelácia pre vnímané osvetlenie a malá negatívna korelácia pre hluk, prieravn a tuhé častice. Väčšina užívateľov certifikovaných a necertifikovaných budov sa vyjadrila, že sa u nich neprejavujú zdravotné problémy.

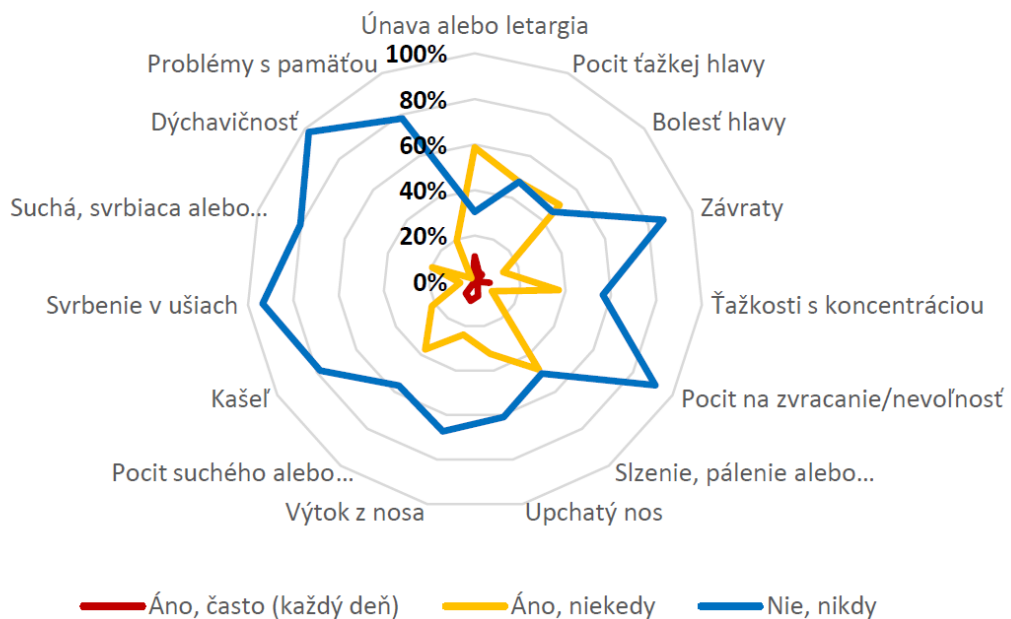


Obr. 4: CB – certifikovaná budova, NCB – necertifikovaná budova  
Distribúcia odpovedí užívateľov na otázku týkajúcu sa vplyvu zložiek IEQ na ich komfort

## Necertifikované budovy



## Certifikované budovy



Obr. 5: Symptómy prejavujúce sa u užívateľov počas výskytu v budove

### Využitelnosť získaných výsledkov v praxi

Udržateľný návrh a výstavba budov sa vzťahuje na využívanie procesov a technológií, ktoré sú šetrné k životnému prostrediu a efektívne využívajú prírodné zdroje počas celého životného cyklu budovy. Cieľom udržateľnej výstavby je znížiť celkový vplyv zastavaného prostredia na ľudské zdravie a prírodné prostredie, a to účinným využívaním energie, vody a ďalších zdrojov, eliminovaním znečisťovania zložiek prírodného prostredia, znižovaním množstva odpadov a ochranou zdravia užívateľov budov. Udržateľná výstavba predstavuje rovnováhu medzi výstavbou a

prostredím, do ktorého je stavba osadená. Prijatím stratégií udržateľnej výstavby je možné maximalizovať environmentálne, sociálne a ekonomické prínosy. Tento proces si však vyžaduje úzku spoluprácu návrhového tímu architektov, inžinierov, ekológov a majiteľov budov vo všetkých fázach projektu, pričom najvýznamnejšie prínosy sa dajú dosiahnuť, ak tím odborníkov rešpektuje prístup integrovaného navrhovania v prvotných fázach návrhu stavebného projektu. Spôsoby, ako znížiť záťaž na životné prostredie v dôsledku výstavby sú veľmi rôznorodé. Udržateľný návrh budov sa opiera o obnoviteľné zdroje pre energetické systémy, recykláciu a opätovné využitie vody a materiálov, minimálne požiadavky na terénne úpravy, pasívne vykurovanie, chladenie a vetranie budov a ďalšie prístupy, ktoré minimalizujú vplyvy na životné prostredie a spotrebu zdrojov. Udržateľnosť budov je definovaná systémami posudzovania a certifikácie, ktoré ich hodnotia a osvedčujú. Cieľom hodnotenia projektov v zmysle požiadaviek certifikačných systémov, pričom medzi najvýznamnejšie patria LEED, BREEAM a WELL, je nájsť optimálne riešenia pre efektívnu a udržateľnú prevádzku budov s nízkymi dopadmi na životné prostredie.

Výstupy z riešenia projektu predstavujú spolu 38 publikácií, z toho 1 vysokoškolská učebnica vydaná v domácom vydavateľstve, 1 kapitola vo vysokoškolskej učebnici vydaná v domácom vydavateľstve, 10 vedeckých prác v zahraničných karentovaných časopisoch s impakt faktorom Q1 (1 publikácia), Q2 (7 publikácií) a Q3 (2 publikácie), 1 vedecká práca v zahraničnom nekarentovanom časopise, 3 vedecké práce v domácich nekarentovaných časopisoch, ďalšie vedecké práce v domácich recenzovaných vedeckých zborníkoch, príspevky na zahraničných a domácich vedeckých konferenciách. Z uvedených publikácií je 16 evidovaných v databáze Web of Science. Na uvedené výstupy bolo zaznamenaných 64 citácií v databáze Web of Science a 96 citácií v databáze SCOPUS.

#### **Vysokoškolská učebnica a kapitoly vo vysokoškolskej učebnici**

VILČEKOVÁ, S. - KRÍDLOVÁ BURDOVÁ, E. - HARČÁROVÁ, K.: Posudzovanie udržateľnosti budov vnútorné prostredie budov, In: Technická univerzita v Košiciach, 1. vyd., 125 s., 2022, ISBN 978-80-553-4134-7

VILČEKOVÁ, S. - KRÍDLOVÁ BURDOVÁ, E.: Kvalita vnútorného prostredia, In: Projektovanie budov vo svete udržateľných miest: Budovy na bývanie [online], Košice (Slovensko): Technická univerzita v Košiciach, s. 192-252, 2020, ISBN 978-80-553-3873-6

KRÍDLOVÁ BURDOVÁ, E. - VILČEKOVÁ, S. - HARČÁROVÁ, K.: Prioritization of Sustainability Dimensions and Indicators for Office Buildings, In: Sponge City Hybrid Infrastructure, Cham (Švajčiarsko): Springer Nature, s. 83-111, 2023, ISBN 978-3-031-38765-4, ISSN 2730-6674, [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-031-38766-1\\_5](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-031-38766-1_5)

#### **Vedecké práce v zahraničných karentovaných časopisoch**

SEDLÁKOVÁ, A. - VILČEKOVÁ, S. - BURÁK, D. - Blichová, Ž. - MOŇOKOVÁ, A. - DOROUDIANI, S.: Environmental impacts assessment for conversion of an old mill building into a modern apartment building through reconstruction, In: Building and Environment: the international journal of building science and its applications, 2020, <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.106734>

KOŠIČAN, J. - ANGEL PARDO, M. - VILČEKOVÁ, S.: A Multicriteria Methodology to Select the Best Installation of Solar Thermal Power in a Family House, In: Energies, 2020, <https://doi.org/10.3390/en13051047>

KAPALO, P. - VILČEKOVÁ, S. - MEČIAROVÁ, L. - DOMNITA, F. - ADAMSKI, M.: Influence of Indoor Climate on Employees in Office Buildings-A Case Study, In: Sustainability, 2020, <https://doi.org/10.3390/su12145569>

KRÍDLOVÁ BURDOVÁ, E. - SELECKÁ, I. - VILČEKOVÁ, S. - BURÁK, D. - SEDLÁKOVÁ, A.: Evaluation of Family Houses in Slovakia Using a Building Environmental Assessment System, In: Sustainability, 2020, <https://doi.org/10.3390/su12166524>



VILČEKOVÁ, S. - HARČÁROVÁ, K. - MOŇOKOVÁ, A. - KRÍDLOVÁ BURDOVÁ, E.: Life Cycle Assessment and Indoor Environmental Quality of Wooden Family Houses, In: Sustainability, 2020, <https://doi.org/10.3390/su122410557>

KOŠIČAN, J. - PARDO PICAZO, M. Á. - VILČEKOVÁ, S. - KOŠIČANOVÁ, D.: Life cycle assessment and economic energy efficiency of a solar thermal installation in a family house, In: Sustainability, 2021, <https://doi.org/10.3390/su13042305>

ELSHAFEI, G. - VILČEKOVÁ, S. - ZELENÁKOVÁ, M. - NEGM, A. M.: Towards an Adaptation of Efficient Passive Design for Thermal Comfort Buildings, In: Sustainability, 2021, <https://doi.org/10.3390/su13179570>

ELSHAFEI, G. - VILČEKOVÁ, S. - ZELENÁKOVÁ, M. - NEGM, A. M.: An extensive study for a wide utilization of green architecture parameters in built environment based on genetic schemes, In: Buildings, 2021, <http://dx.doi.org/10.3390/buildings11110507>

NAGY, R. - KRÍDLOVÁ BURDOVÁ, E. - HARČÁROVÁ, K. - VILČEKOVÁ, S.: Influence of the Heating System on the Indoor Environmental Quality-Case Study, In: Buildings, 2022, <http://dx.doi.org/10.3390/buildings12081088>

BENALCÁZAR-MURILLO, D. - VILČEKOVÁ, S. - PARDO PICAZO, M. Á.: Analysis of equivalent CO<sub>2</sub> emissions of the irrigation system—a case study. In: Sustainability, 2023, <http://dx.doi.org/10.3390/su152316240>

#### **Vedecké práce v zahraničných nekarentovaných časopisoch**

VERTAL, M. - VRANAYOVÁ, Z. - VARGA, J. - MIŇOVÁ, Z. - ČÁKYOVÁ, K. - VARGOVÁ, A. - ZELENÁKOVÁ, M. - VILČEKOVÁ, S.: Transformácia administratívnej budovy v priemyselnej zóne: Zeleň nepatrí len do parkov, In: Střechy, fasády, izolace: časopis pro profesionály v oboru pláště budov, 2021, <https://www.strechy-fasady-izolace.cz/strechy-fasady-izolace/archiv-casopisu-strechy-fasady-izolace-rocnik-2021/strechy-fasady-izolace-7-8-2021-prinasime-pestre-cteni-na-letni-dny/>

#### **Vedecké práce v domácich nekarentovaných časopisoch**

KRÍDLOVÁ BURDOVÁ, E. - VILČEKOVÁ, S. - KAPALO, P.: Indoor and Outdoor Measurements of Particulate Matter Concentrations: A Case Study Košice-Sever, Slovakia, In: SSP - Journal of Civil Engineering, 2020, <https://doi.org/10.1515/sspjce-2020-0008>

HARČÁROVÁ, K. - VILČEKOVÁ, S.: The impact of interior construction on the indoor environmental quality, In: SSP - Journal of Civil Engineering, 2020, <https://doi.org/10.1515/sspjce-2020-0023>

KOŠIČAN, J. - PARDO PICAZO, M. Á. - VILČEKOVÁ, S.: Lifecycle and economical study of selected thermal solar installations, In: SSP - Journal of Civil Engineering, 2020, <https://doi.org/10.1515/sspjce-2020-0022>

#### **Vedecké práce v zahraničných recenzovaných vedeckých zborníkoch, monografiách**

MOŇOKOVÁ, A. - VILČEKOVÁ, S.: Sustainable Construction - Environmental Impacts Assessment of Architectural Elements and Building Services, In: International Journal of Engineering Research in Africa, 2020, <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/JERA.47.77>

HARČÁROVÁ, K. - VILČEKOVÁ, S. - BÁLINTOVÁ, M.: Building Materials as Potential Emission Sources of VOC in the Indoor Environment of Buildings, In: Key Engineering Materials, 2020, <https://www.scientific.net/KEM.838.74>

VILČEKOVÁ, S. - KRÍDLOVÁ BURDOVÁ, E. - MEČIAROVÁ, Ľ. - FIJKO, R.: Monitoring of Particulate Matter Concentrations in Kosice-Krasna, Slovakia: A Case Study, In: Advances in Environmental Engineering and Sustainability, 2020, <https://www.scientific.net/KEM.838.143>