ISSN 1339-3189 6/2025

Mladá veda

Young Science

Špeciálne vydanie

www.mladaveda.sk

K KPS

STU SvF

ŠTUDENTSKÁ DOKTORANDSKÁ KONFERENCIA

2025

KATEDRY KONŠTRUKCIÍ POZEMNÝCH STAVIEB SVF STU V BRATISLAVE
ÚSTAVU KONŠTRUKCIÍ V ARCHITEKTÚRE A INŽINIERSKYCH STAVIEB FAD STU V BRATISLAVE
ÚSTAVU STAVITELSTVÍ FA ČVUT V PRAHE

PROGRAM

09:00 - ÚVOD
09:10 - 10:45 - PREZENTÁCIA VÝSKUMNEJ ČINNOSTI DOKTORANDOV (BLOK 1)
10:45 - 11:00 - COFFE BREAK
11:00 - 12:30 - PREZENTÁCIA VÝSKUMNEJ ČINNOSTI DOKTORANDOV (BLOK 2)
12:45 - 13:30 - OBED (ALŽBETKA)
14:00 - 15:00 - KOMENTOVANÁ PREHLIADKA MODERNIZOVANEJ SNG (VAJANSKÉHO NÁBREŽIE)

*program je predbežný, jeho zmena je vyhradená

ODBORNÍ GARANTI

prof. Ing. Boris Bielek, PhD.
doc. Ing. arch. Eva Vojteková, PhD.
doc. Ing. Lenka Prokopová, PhD.
doc. Ing. Stanislav Darula, PhD.
doc. Ing. arch. Henrich Pifko, PhD.
doc. Ing. Rastislav Ingeli, PhD.
Ing. Peter Hanuliak, PhD.
doc. Ing. Daniela Bošová, Ph.D.
doc. M.A. Jan Stolín

VÝSTUP

ŠPECIÁLNE VYDANIE MLADEJ VEDY - PREZENTUJÚCI ÚČASTNÍCI ODOVZDAJÚ ODBORNÉ ČLÁNKY NA RECENZIU V TERMÍNE DO 31.5.2025

24 Apríl, 2025

SEMINÁRNA MIESTNOSŤ KKPS
NA STAVEBNEJ FAKULTE STU V BRATISLAVE

Mladá veda
Young Science

MEDZINÁRODNÝ VEDECKÝ ČASOPIS MLADÁ VEDA / YOUNG SCIENCE

Číslo 6, ročník 13., vydané v decembri 2025
ISSN 1339-3189, EV 167/23/EPP
Kontakt: info@mladaveda.sk, tel.: +421 908 546 716, www.mladaveda.sk
Fotografia na obálke: Slovenská národná galéria. © Peter Hanuliak

REDAKČNÁ RADA

prof. Ing. Peter Adamišin, PhD. (Katedra environmentálneho manažmentu, Prešovská univerzita, Prešov)
doc. Dr. Pavel Chromý, PhD. (Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje, Univerzita Karlova, Praha)
prof. Dr. Paul Robert Magocsi (Chair of Ukrainian Studies, University of Toronto; Royal Society of Canada)
Ing. Lucia Mikušová, PhD. (Ústav biochémie, výživy a ochrany zdravia, Slovenská technická univerzita, Bratislava)
PhDr. Veronika Kmetóny Gazdová, PhD. (Inštitút edukológie a sociálnej práce, Prešovská univerzita, Prešov)
doc. Ing. Peter Skok, CSc. (Ekomos s. r. o., Prešov)
Mgr. Monika Šavelová, PhD. (Katedra translatológie, Univerzita Konštantína Filozofa, Nitra)
prof. Ing. Róbert Štefko, Ph.D. (Katedra marketingu a medzinárodného obchodu, Prešovská univerzita, Prešov)
prof. PhDr. Peter Švorc, CSc., predseda (Inštitút histórie, Prešovská univerzita, Prešov)
doc. Ing. Petr Tománek, CSc. (Katedra veřejné ekonomiky, Vysoká škola báňská - Technická univerzita, Ostrava)
doc. Mgr. Michal Garaj, PhD. (Katedra politických vied, Univerzita sv. Cyrila a Metoda, Trnava)

REDAKCIA

Mgr. Branislav A. Švorc, PhD., šéfredaktor (Vydavateľstvo UNIVERSUM, Prešov)
Mgr. Martin Hajduk, PhD. (Banícke múzeum, Rožňava)
PhDr. Magdaléna Keresztesová, PhD. (Fakulta stredoeurópskych štúdií UKF, Nitra)
RNDr. Richard Nikischer, Ph.D. (Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, Praha)
PhDr. Veronika Trstianska, PhD. (Ústav stredoeurópskych jazykov a kultúr FSŠ UKF, Nitra)
Mgr. Veronika Zuskáčová (Geografický ústav, Masarykova univerzita, Brno)

VYDAVATEĽ

Vydavateľstvo UNIVERSUM, spol. s r. o.
www.universum-eu.sk
Javorinská 26, 080 01 Prešov
Slovenská republika

© Mladá veda / Young Science. Akékoľvek šírenie a rozmnožovanie textu, fotografií, údajov a iných informácií je možné len s písomným povolením redakcie.

Mladá veda
Young Science
ISSN 1339-3189

Vol. 13 (6), pp. 128-135

MOŽNOSTI INTEGRÁCIE FOTOVOLTIKY DO FASÁD BUDOV

POSSIBILITIES OF PHOTOVOLTAIC INTEGRATION INTO BUILDING FACADES

Veronika Blahunková, Eva Vojteková[1]

Veronika Blahunková pôsobí ako interná doktorandka na Fakulte architektúry a dizajnu Slovenskej technickej univerzity v Bratislave. Vo svojom výskume (resp. dizertačnej práci) sa venuje problematike možností aplikácie fotovoltiky pri retrofite budov. Eva Vojteková pôsobí ako vedúca Ústavu konštrukcií v architektúre a inžinierskych stavieb na Fakulte architektúry a dizajnu Slovenskej technickej univerzity v Bratislave. Vo svojom výskume sa venuje najmä problematike konštrukcií a fasád v architektúre.

Veronika Blahunková is a full-time PhD student at the Faculty of Architecture and Design of the Slovak University of Technology in Bratislava. Her research focuses on the possibilities of applying photovoltaics in building retrofits. Eva Vojteková is the head of the Institute of Structures in Architecture and Civil Engineering at the Faculty of Architecture and Design of the Slovak University of Technology in Bratislava. Her research is mainly focused on issues related to structures and facades in architecture.

Abstract
The article addresses the integration of photovoltaic technologies into contemporary architecture, focusing on their application within building façades as a significant component of energy-efficient design. While the use of renewable energy sources in architecture is often limited to technical systems, this paper highlights the potential of photovoltaic integration on façades as a new expressive and functional element of architectural composition. It examines the role of façade photovoltaics in optimizing a building's energy balance, reducing dependence on fossil fuels, and enhancing environmental sustainability. The study also explores the connection between technological possibilities, material solutions, and the visual impact of photovoltaic systems in the urban context. Photovoltaic façades represent an innovative approach to defining the visual language of sustainable architecture, enabling the synthesis of energy self-sufficiency, functional efficiency, and architectural identity.
Key words: façade, building-integrated photovoltaics (BIPV)

Abstrakt
Článok sa zaoberá integráciou fotovoltických technológií do súčasnej architektúry so zameraním na ich aplikáciu v rámci fasád ako významného prvku energeticky efektívnych

[1] Adresa pracoviska: Ing. arch. Veronika Blahunková, doc. Ing. arch. Eva Vojteková, PhD. Fakulta architektúry a dizajnu, Slovenská technická univerzita, Námestie slobody 2911/19, 812 45 Bratislava
E-mail: veronika.blahunkova@stuba.sk, eva.vojtekova@stuba.sk

budov. Kým využívanie obnoviteľných zdrojov energie v architektúre je často redukované na technické systémy, v príspevku poukazujeme na potenciál aplikácie fotovoltiky na fasádach budov ako nového výrazového a funkčného prvku architektonického riešenia. Analyzuje význam fasádnej fotovoltiky pri optimalizácii energetickej bilancie, znižovaní závislosti od fosílnych palív a zlepšovaní environmentálnej udržateľnosti. Vo výskume sa venujeme prepojeniu medzi technologickými možnosťami, materiálovým riešením a vizuálnym účinkom fotovoltických systémov v mestskom prostredí. Fotovoltické fasády predstavujú inovatívny prístup k hľadaniu súčasných vizuálnych prejavov udržateľnej architektúry, ktorý umožňuje spájať energetickú sebestačnosť, funkčnú efektivitu a tvorbu architektonickej identity.
Kľúčové slová: fasáda, fotovoltika integrovaná do obvodového plášťa

Úvod

V súčasnosti sa stále do väčšej pozornosti dostávajú obnoviteľné zdroje energie. Podstatným odvetvím, kde je možné obnoviteľné zdroje využiť je stavebníctvo. Ich aplikovanie by sa ale nemalo obmedziť len na používanie tepelných čerpadiel a spĺňanie energetických certifikátov, na úkor akéhokoľvek výrazu architektúry. Jedným z obnoviteľných zdrojov je slnečná energia, ktorú vo svojej podstate môžeme považovať za najčistejšiu. V architektúre je možné priamu slnečnú energiu využiť viacerými spôsobmi. Možnosťou je aplikovanie termických solárnych a fotovoltických panelov na obálke budov. V súčasnej architektúre sa stále viac dbá na ich širšie uplatňovanie, nakoľko prispievajú k diverzifikácii energetických zdrojov a obmedzovaniu využívania fosílnych palív. Ich aplikácia do architektúry môže mať viacero podôb - od jednoduchých umiestnení panelov na plochú strechu, po prepracované koncepty farebnej fotovoltiky integrovanej do fasád.

Získavanie energie v mestskom prostredí

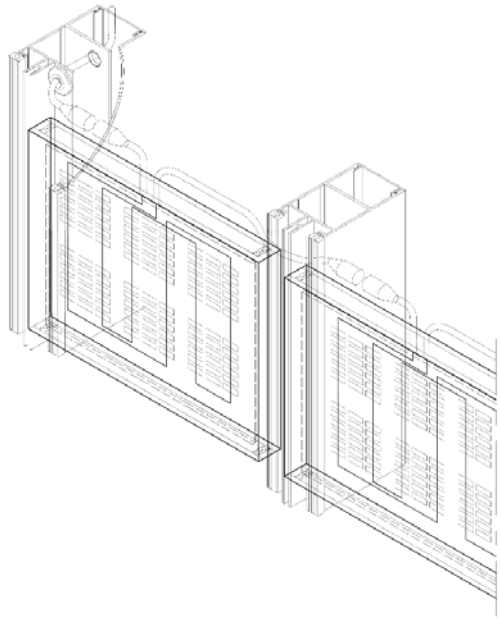
Fotovoltické fasády sa stávajú jedným z najinovatívnejších spôsobov maximalizácie výroby energie v mestskom prostredí. V rámci strechy poskytujú mnohé budovy iba obmedzené plochy, pretože sa na nich nachádzajú iné technologické zariadenia. Plocha strechy, hlavne pri výškových objektoch predstavuje malý podiel z celkového súčtu povrchových plôch teplo-výmenného obalu. Zvislé povrchy fasád v porovnaní so strechami v mestskom prostredí predstavujú ešte väčšie príležitosti, ktoré môžu do budúcnosti potenciálne poskytnúť násobné zvýšenie výroby energie. Najrozšírenejšie využitie nachádza fotovoltika v rámci transparentných fasád, pretože jej aplikácia na sklené povrchy je z technologického hľadiska najviac preskúmaná.

Na základe spôsobu aplikácie fotovoltických článkov na stavebné sklo a iné materiály a konštrukčný typ fasády, môžeme hovoriť o nasledujúcich kategóriách:

- Semitransparentná fotovoltika
- Fotovoltické články integrované v rámci transparentného ľahkého plášťa
- Fotovoltické články integrované v dvojitých transparentných fasádach
- Fotovoltika integrovaná na materiáloch pre prevetrávané fasády

Semitransparentná fotovoltika

Polopriehľadným efektom článkov dosahujeme na jednej strane generovanie energie z plochy fasády a na druhej strane tienenie časti interiéru. Pri polopriehľadných článkoch treba poznamenať, že zväčšenie rozostupov medzi nimi znižuje podiel elektricky účinnej plochy modulu v pomere k celkovej ploche.[1] Pri tomto type fasádnej fotovoltiky môžeme konštatovať, že fotovoltika sa stáva nositeľom výrazu architektúry, nakoľko je na fasáde jasne čitateľná a častokrát ide o hmotovo jednoduché objekty. Príkladom je módny dom Balenciaga v štvrti Miami Design District. Na svojich fasádach má nainštalované izolačné dvojsklá s integrovanými kryštalickými kremíkovými článkami v modrej farbe, ktoré sú odolné voči hurikánom. Konštrukčne sa jedná o bežnú stĺpikovo priečnikovú zavesenú plochú fasádu, ktorá v sebe spája priemyselnú estetiku s udržateľnosťou s schopnosťou generovať až 7 700 kWh elektrickej energie za rok.[2] Semitransparentná fotovoltika sa často aplikuje v sklených zastrešeniach.



Obr. 1 – Detail riešenia fasády
Zdroj: Autori

Obr. 2 – Fasáda Módny dom Balenciaga, USA
Zdroj: [3]

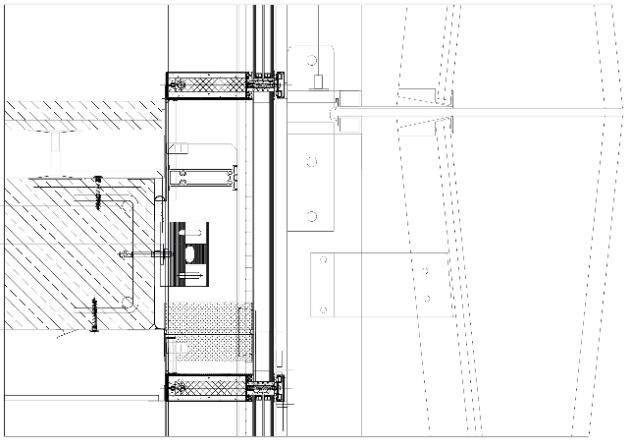
Fotovoltické články integrované v rámci transparentného ľahkého plášťa

Integrovaná fotovoltika už v súčasnosti nemusí mať typický vizuál s ktorým je fotovoltika doteraz spájaná – čierne alebo tmavomodré články. V prípade jej integrovania do ľahkých transparentných plášťov ide o fotovoltické sklo, ktoré je na pohľad v podstate nerozoznateľné od materiálov používaných pri bežných ľahkých plášťoch. V prípade objektu Smart 22 v Barcelone ide realizáciu jednoduchej transparentnej fasády s integrovanými amorfnými kremíkovými fotovoltickými sklami. Tvaroslovie fasády rešpektuje kontext priľahlých budov, ako je stará továreň La Escocesa. Fasáda farebnosťou odráža charakteristický chromatický rozsah okolia a kombinuje tradičný materiál terakotu s novými fasádnymi prvkami v podobe transparentných panelov s aplikáciou amorfných kremíkových článkov v parapetnej časti.[4]

Obr. 3 – Smart 22, Španielsko
Zdroj: [4]

Fotovoltické články integrované v dvojitých transparentných fasádach

Pri aplikácii fotovoltiky v dvojitých transparentných fasádach je možné aplikovať rôzne typy článkov v rámci vonkajšieho plášťa dvojitej fasády a tým je možné dosiahnuť rôzne stratégie vetrania medzipriestoru a jeho šírky. Dvojité transparentné fasády poskytujú v budove možnosť využívať aj teplo produkované fotovoltikou. Tento typ fasády bol realizovaný v budove vzdelávacieho, výskumného a administratívneho komplexu Hochschule Monchengladbach, kde sú integrované polotransparentné fotovoltické panely do častí transparentného fasádneho systému. Použité sú fotovoltické články vložené medzi dvoma sklami, usporiadané v rastri tak, aby umožnili prienik svetla, zároveň však poskytovali tienenie. Fotovoltické panely sú uchytené v zasklievacích profiloch, ktoré sú súčasťou hliníkového fasádneho systému kotveného k nosnej železobetónovej konštrukcii objektu. Transparentné panely s rozptýlenými fotovoltickými článkami vytvárajú výraznú štruktúru viditeľnú v exteriéri aj v interiéri. Z exteriéru pôsobí fasáda vrstveným a polopriehľadným dojmom, čím opticky evokuje hĺbku. Z interiéru články pôsobia ako filtračný raster, ktorý eliminuje oslnenie a zároveň udržiava vizuálny kontakt s exteriérom.[5]

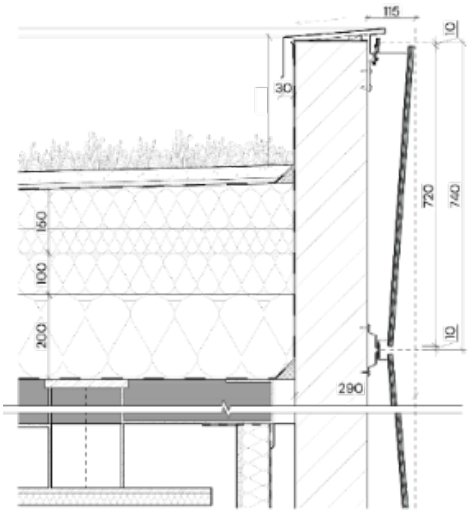


Obr. 4 – Detail riešenia fasády
Zdroj: Autori

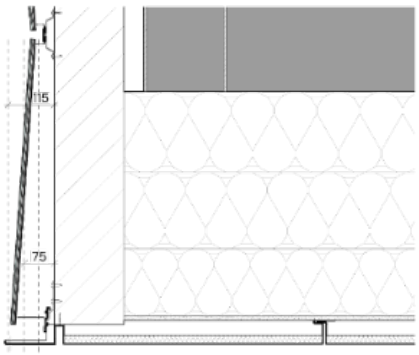
Obr. 5 - Hochschule Monchengladbach, Nemecko
Zdroj: [5]

Fotovoltika integrovaná na materiáloch pre prevetrávané fasády

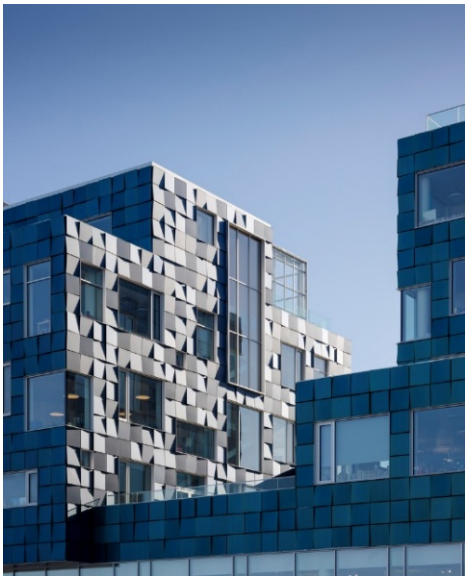
Súčasné možnosti nanášania fotovoltiky aj na iné materiály ako sklo znamená rozšírenie aplikácie okrem transparentných aj na oblasť zateplených stenových konštrukcií ukončených montovanými prevetrávanými obkladmi. Vizuálne sú tieto obkladové dielce s integrovanou fotovoltikou podobné, alebo nerozoznateľné od obkladov na báze vysokotlakových laminátov a výrobcovia ich ponúkajú v čoraz pestrejšej farebnej škále. Budova školy Copenhagen International School Nordhavn v Kodani má na všetkých fasádach použite fotovoltické moduly ako obkladový prvok. Ide o 12 000 kusov modrých fotovoltických panelov usporiadaných v štvorcovom rastri. Panely sú namontované na sekundárnu hliníkovú podkonštrukciu kotvenú do železobetónovej nosnej steny. Prevetrávaný fasádny systém zabezpečuje odvetrávanie a tepelnú stabilitu. Farba panelov vytvára jednotný vizuálny dojem. Rytmizácia panelov je architektonicky integrovaná do celkového výrazu budovy.[6]



Obr. 6 – Detaily riešenia fasády
Zdroj: Autori



Obr. 7 – Detaily riešenia fasády
Zdroj: Autori



Obr. 5 – Copenghagen International School Nordhavn, Dánsko
Zdroj: [6]

Ciele výskumu

Ciele výskumu v dizertačnej práci sú zamerané na poukázanie možností aplikácie fotovoltiky v rámci transparentných plášťov, ktoré by mohli nahrádzať pôvodné, dnes už nevyhovujúce transparentné plášte na mnohých občianskych skeletových stavbách z obdobia 60. až 80. rokov na Slovensku. Objekty občianskej vybavenosti a budovy verejných inštitúcií postavené v období od 60. rokov až do konca 80. rokov ako prefabrikované železobetónové skelety s ľahkými obvodovými plášťami predstavujú početnú skupinu budov, ktoré dodnes neprešli procesom obnovy a retrofitu. V rámci Československa bol používaný tzv. „boletický panel“ (OD-001), ktorý bol vyrábaný v závode v Boleticích nad Labem, resp. ľahký obvodový plášť OK Žilina. Tieto typy plášťov sa na niektorých budovách nachádzajú dodnes, avšak už nevyhovujú súčasným požadovaným stavebno-fyzikálnym parametrom. Skeletové železobetónové konštrukcie, ktoré tvoria nosný systém týchto budov vo veľkej väčšine objektov nevykazujú znaky opotrebovania a je ich možné používať dodnes. Tieto budovy pritom na svojich fasádach poskytujú častokrát veľké plochy, kde by bolo možné použiť súčasné materiály s aplikovanými fotovoltickými článkami, ktoré by generovali energiu pre budovu na mieste. Výskum bude okrem potenciálu integrácie fotovoltiky do obvodových plášťov pri retrofite tohto typu budov zameraný aj na zachovanie pôvodných, alebo približne podobných charakteristických znakov (členenie, raster, profilácia hliníkových prvkov) a farebnosti pôvodného opláštenia.

Metodika výskumu

Na splnenie stanovených cieľov výskumu budú využívané nasledovné metódy výskumu:

1. Metóda „Research by design“ – bude aplikovaná pri vybraných budovách, kde bude na základe analýzy jestvujúcej fasády a konštrukcie obvodového plášťa na budove navrhnutý nový najvhodnejší typ obvodového plášťa s vyhovujúcimi teplo-technickými vlastnosťami a využitím fotovoltiky.

2. Metóda simulácie - bude aplikovaná pre zisťovanie najvhodnejších zón na fasádach vybraných vhodných budov s nevyhovujúcim obvodovým plášťom v zastavaných územiach na Slovensku.

V rámci výskumu je v súčasnosti zostavená databáza vhodných budov z územia Slovenska s nevyhovujúcim ľahkým obvodovým plášťom z 2. polovice 20. storočia. Vybrané objekty sú v procese modelovania v grafickom programe SketchUp v ich pôvodnom stave spolu s okolitým kontextom urbanistickej zástavby. Predpokladáme zúženie tohto súboru stavieb na základe ich funkčného využitia, ktoré budú tvoriť reprezentatívnu vzorku pre ďalší výskum. Pre každú z budov reprezentatívnej vzorky bude vypracovaná slnečná simulácia, na základe ktorej by mali byť definované zóny na zvislých fasádach vhodné pre aplikovanie transparentného plášťa s fotovoltikou. Na základe simulácii bude možné zistiť pri každej budove potenciálne množstvo vyrobenej energie v súvislosti s použitým typom fotovoltického panelu.

Diskusia

Cieľom výskumu je poukázať na veľký potenciál zvislých fasád, ktoré v mestskom prostredí predstavujú nevyužité dostupné plochy pre umiestnenie environmentálne nezávadného zdroja na výrobu energie. Doposiaľ využívané strešné plochy sú často obmedzené technologickými zariadeniami a pri vyšších budovách predstavujú relatívne malú plochou v porovnaní s plochami fasád. Výskum chce upriamiť pozornosť aj na estetickú stránku fotovoltiky, ktorá by sa na fasádach mala stať bežne používaným a vizuálne prijateľným materiálom. Do budúcnosti je potrebné uvažovať s integráciou fotovoltiky už v rámci architektonického konceptu.

Záver

Na úrovni Európskej únie a potom aj členských štátov sú prijímané nové legislatívy podporujúce využívanie energie z obnoviteľných zdrojov. Fotovoltika integrovaná do budovy (BIPV) je jednou z kľúčových technológii pre aktívnu výrobu a skladovanie energie priamo v budove. Slnečná energia v minulosti zohrávala významnú úlohu pri vývoji inteligentných budov. BIPV znamená zabezpečenie vlastnej spotreby elektrickej energie prostredníctvom solárnej energie, čím sa dosiahne dnes už nevyhnutná energetická sebestačnosť budov. Dopyt po čistej energii v kombinácii s hustotou mestských štruktúr kladie do popredia otázku transformácie zvislých fasád na solárne plochy generujúce energiu pre budovu a jej okolie. Technológie a nové stavebné produkty pre BIPV sa vyvíjajú veľmi rýchlo a svojím dizajnom a farebnosťou sa vizuálne približujú pôvodným materiálom používaných v rámci transparentných plášťov. Budovy z 2. polovice 20. storočia predstavujú na Slovensku nezanedbateľnú časť stavebného fondu, ktorý v mnohých prípadoch neprešiel výmenou obvodového plášťa a preto sú vhodnou kategóriou pre ďalší výskum.

Tento článok odporúčal na publikovanie vo vedeckom časopise Mladá veda:
doc. Ing. arch. Henrich Pifko, PhD.

Použitá literatúra

[1] BAUNETZ WISSEN. Semitransparente Solarzellen. [online] [cit. 10.9.2025] dostupné na: https://www.baunetzwissen.de/glossar/s/semitransparente-solarzellen-45885?thema=solar

[2] ONYX SOLAR. Balenciaga Store. [online] [cit. 30.10.2025] dostupné na: https://onyxsolar.com/balenciaga-store-miami

[3] CRAFWFORD-TRACEY CORPORATION. Balenciaga – Miami Design District. [cit. 30.10.2025] dostupné na: https://crawfordtracey.com/project/balenciaga-miami-design-district/

[4] ARCHDAILY. Smart 22@ Building / GCA Architects. [cit. 29.10.2025] dostupné na: https://www.archdaily.com/997723/smart-22-at-building-gca-architects

[5] ARCHDAILY. New-Blauhaus / kadawittfendarchitektur. [cit. 8.9.2025] dostupné na: https://www.archdaily.com/779991/new-blauhaus-kadawittfeldarchitektur

[6] ARCHDAILY. Copenhagen International School Nordhavn / C.F. Møller. [cit. 10.9.2025] dostupné na: https://www.archdaily.com/879152/copenhagen-international-school-nordhavn-cf-moller

Mladá veda

Young Science

ISSN 1339-3189