

## Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-17-0580****Výskum strešnej krytiny s integrovanou funkciou výmenníka tepla**Zodpovedný riešiteľ **Dr. Ing. Jaroslav Jerz**Príjemca **Ústav materiálov a mechaniky strojov SAV**

### Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Ústav materiálov a mechaniky strojov SAV

### Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

žiadne

### Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

Patentová prihláška PP 61-2021 vynálezu súvisiaceho s využitím energie získanej pomocou tepelne aktívnej strešnej krytiny s integrovanou funkciou výmenníka tepla:

Pôvodca: Jaroslav Jerz

Dátum podania: 11. 8. 2021

Názov vynálezu: Sezónne uskladňovanie energie pomocou termochemickej reakcie a použitie tým získanej dehydratovanej zmesi obsahujúcej hydrát kovového halogenidu a biomasu.

### Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

GOPINATHAN, Arun - JERZ, Jaroslav - KOVÁČIK, Jaroslav - DVORÁK, Tomáš.

Investigation of the Relationship between Morphology and Thermal Conductivity of Powder Metallurgically Prepared Aluminium Foams. In *Materials*, 2021, vol. 14, no. 3623. (2020: 3.623 - IF, Q1 - JCR, 0.682 - SJR, Q2 - SJR, karentované - CCC). (2021 - Current Contents). ISSN 1996-1944. Dostupné na: <https://doi.org/10.3390/ma14133623>KOVÁČIK, Jaroslav - NOSKO, Martin - MINÁRIKOVÁ, Natália - SIMANČÍK, František - JERZ, Jaroslav. Closed-cell powder metallurgical aluminium foams reinforced with 3 vol.% sic and 3 vol.% graphite. In *Processes*, 2021, vol. 9, no. 2031. (2020: 2.847 - IF, Q3 - JCR, 0.414 - SJR, Q2 - SJR, karentované - CCC). (2021 - Current Contents). ISSN 2227-9717. Dostupné na: <https://doi.org/10.3390/pr9112031>JERZ, Jaroslav - GOPINATHAN, Arun - KOVÁČIK, Jaroslav. Phase change materials reinforced with aluminium foam for latent heat storage. In *Advanced Materials Letters*, 2021, vol. 12, iss. 3, no. 21031612. ISSN 0976-3961. Dostupné na internete: <https://www.vbripress.com/aml/pdf/1607>GOPINATHAN, Arun - JERZ, Jaroslav - KOVÁČIK, Jaroslav - DVORÁK, Tomáš - OROVČÍK, Ľubomír. Study of internal porous structure formation of the powder metallurgically prepared aluminium foam. In *Journal of Physics: Conference Series*, 2021,

vol. 2045, no. 012003. (2020: 0.210 - SJR, Q4 - SJR). ISSN 1742-6588. Dostupné na: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2045/1/012003>

GOPINATHAN, Arun - JERZ, Jaroslav - KOVÁČIK, Jaroslav. Study of heat transfer characteristics of aluminium foam for PCM-based thermal energy storage applications. In Conference Proceedings Mechanical technologies and structural materials. Sonja Jozić, Branimir Lela, Nikola Gjeldum. - Split : Croatian Society for mechanical technologies, 2021, p. 35-42. ISSN 1847-7917. (International Conference Mechanical Technologies and Structural Materials 2021 : MTSM 21.

JERZ, Jaroslav - GOPINATHAN, Arun - PUŠKÁR, Anton - KOVÁČIK, Jaroslav. Morphology and heat transfer performance of high-density aluminium foam. In European Advanced Materials Congress with Hybrid Setups : Scientific program & Proceedings [elektronický zdroj]. - Švédsko : IAAM, 2021, p. 32-33. ISBN 978-91-88252-28-9.

JERZ, Jaroslav - GOPINATHAN, Arun - PUŠKÁR, Anton - SZABÓ, Daniel - KOVÁČIK, Jaroslav. Structural design of thermo-active aluminium foam roofing. In Conference Proceedings Mechanical technologies and structural materials. Sonja Jozić, Branimir Lela, Nikola Gjeldum. - Split : Croatian Society for mechanical technologies, 2021, p. 53-58. ISSN 1847-7917. (International Conference Mechanical Technologies and Structural Materials 2021 : MTSM 21.

GOPINATHAN, Arun - JERZ, Jaroslav - KOVÁČIK, Jaroslav. Composite material for thermal storage reinforced by aluminium foam skeleton. In Book of Abstracts : 13th International Conference Structural Materials 2021, p. 15. ISBN 978-80-974076-0-5.

JERZ, Jaroslav - GOPINATHAN, Arun - KOVÁČIK, Jaroslav. Phase Change Materials Reinforced with Aluminium Foam for Latent Heat Storage. In Video Proceedings of Advanced Materials [elektronický zdroj]. - Švédsko : International Association of Advanced Materials, 2021, 2021, vol. 2, no. 210146. Dostupné na internete: <https://www.proceedings.iaamonline.org/article/vpoam-2021-0146>

JERZ, Jaroslav - KOVÁČIK, Jaroslav - GOPINATHAN, Arun. Energy-Efficient Maintaining of Thermal Comfort in Buildings by Thermo-Active Aluminium Foam Roofing. In Kurzfassungsband EnInnov2020 : 16. Symposium Energieinnovation. - Graz, Rakúsko : Verlag der Technischen Universität Graz, 2020, p. 1-8. ISBN 978-3-85125-734-2. Dostupné na internete: [https://www.tugraz.at/fileadmin/user\\_upload/tugrazExternal/4778f047-2e50-4e9e-b72d-e5af373f95a4/files/lf/Session\\_G3/735\\_LF\\_Jerz.pdf](https://www.tugraz.at/fileadmin/user_upload/tugrazExternal/4778f047-2e50-4e9e-b72d-e5af373f95a4/files/lf/Session_G3/735_LF_Jerz.pdf)

ROGANTE, Massimo - JERZ, Jaroslav. Coperture innovative a base di schiuma d'alluminio. In Imprese Edili, p. 1-5. ISSN 1128-5850. Dostupné na internete: <https://www.impresedilnews.it/coperture-a-base-di-schiuma-dalluminio-ottimizzazione-dellefficienza-energetica/>

JERZ, Jaroslav. Technológia pre budúce energeticky úplne nezávislé budovy. In Duševné vlastníctvo: Revue pre teóriu a prax v oblasti duševného vlastníctva, 2020, vol. 3, p. 47-51. ISSN 1339-5564. Dostupné na internete: [https://www.cvtisr.sk/buxus/docs/2020/eDV\\_2003.pdf](https://www.cvtisr.sk/buxus/docs/2020/eDV_2003.pdf)

JERZ, Jaroslav - SIMANČÍK, František - TÖBOLKA, Peter. Highly efficient storage of solar gains using aluminum foam heat exchangers. In Advanced Materials Letters, 2019, vol. 10, iss. 5, p. 351-354. (2018: 0.326 - SJR, Q3 - SJR). ISSN 0976-3961.

GOPINATHAN, Arun - JERZ, Jaroslav - SIMANČÍK, František - KOVÁČIK, Jaroslav - PAVLÍK, Ľubomír. Assessment of the aluminium foam panel on PCM based thermal energy storage. In Conference Proceedings Mechanical technologies and structural materials. - Split : Croatian Society for mechanical technologies, 2019, p. 53-60. ISSN 1847-7917.

JERZ, Jaroslav - SIMANČÍK, František - GOPINATHAN, Arun - PUŠKÁR, Anton - SZABÓ, Daniel - ŠPANIELKA, Ján. Aluminium foam based roofing for energy efficient heat recovery from solar gains and maintaining of sufficient thermal comfort in building interiors. In Conference Proceedings Mechanical technologies and structural materials. - Split : Croatian Society for mechanical technologies, 2019, p. 89-95. ISSN 1847-7917.

JERZ, Jaroslav. Aluminium foam heat exchangers of thermally active pitched roofing systems. In Global Experts Meeting on Frontiers in Materials Science & Nanotechnology. - Londýn, UK : Frontiers Meetings Ltd, 2019, p. 18.

JERZ, Jaroslav - SIMANČÍK, František - GOPINATHAN, Arun - ŠPANIELKA, Ján. Heat Storage materials for highly energy efficient buildings. In Global Experts Meeting on Frontiers in Materials Science & Nanotechnology. - Londýn, UK : Frontiers Meetings Ltd, 2019, p. 29.

JERZ, Jaroslav - SIMANČÍK, František - ŠEBEK, Jozef - KOVÁČIK, Jaroslav. Využitie penového hliníka pri efektívnom uskladňovaní tepla. In Alternatívne zdroje energie - ALER 2018. : Zborník príspevkov a vystúpení na 14. ročníku konferencie. - Liptovský Ján : SES - pobočka v Liptovskom Mikuláši, 2018, p. 56-63. ISBN 978-80-89456-33-8.

JERZ, Jaroslav - SIMANČÍK, František - ŠEBEK, Jozef - TOBOLKA, Peter - KOVÁČIK, Jaroslav - ŠPANIELKA, Ján. Výmenníky tepla z penového hliníka a materiálov s fázovou premenou. In Materiály pro stavbu, 2018, no. 7, p. 48-53. ISSN 1213-0311.

### **Uplatnenie výsledkov projektu**

Získané výsledky riešenia projektu sú dobrým predpokladom pre následnú prípravu overovacej série prototypových dielov tepelne aktívnej strešnej krytiny všetkých troch typov vyvinutých v rámci riešenia projektu vhodných pre ich použitie v rôznych klimatických podmienkach. Tieto sa na základe výsledkov experimentov, ktoré preverili ich tepelno-technické vlastnosti počas riešenia tohto projektu v laboratórnych podmienkach, budú môcť dôsledne otestovať v reálnych poveternostných podmienkach. Následným technologickým vývojom ich budúcej hromadnej výroby, certifikovaním ich používania v stavebnej výrobe a prieskumom trhu sa bude môcť pre ne optimálne pripraviť ich veľkosériová výroba.

### **Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)**

Boli preverené možnosti výroby krytiny šikmých striech budov s využitím penového hliníka, ktorá bude slúžiť ako výmenník tepla medzi vzduchom v exteriéri a kvapalným teplotonosným médiom prúdiacim v interiérových výmenníkoch tepla. Boli navrhnuté a vyrobené 3 konštrukčné riešenia prototypov strešnej krytiny zabezpečujúce efektívny odvod tepla zo skúmanej strešnej krytiny prostredníctvom kvapalného teplotonosného média. Dôkladne boli experimentálne overené tepelno-technické vlastnosti všetkých troch vyvinutých prototypov strešnej krytiny s integrovanou funkciou výmenníka tepla. V klimatickej komore určenej na modelovanie synergických javov transferu tepla, difúzie vodnej pary a filtrácie vzduchu za pôsobenia solárneho zariadenia boli experimentálne zistené hodnoty tepelného zisku a účinnosti pohlcovania solárneho žiarenia. Pri priemernej intenzite solárneho žiarenia 242,32 W/m<sup>2</sup> a prietoku 65,75 l/hod vody strešnou krytinou bol dosiahnutý tepelný zisk strešnej krytiny 125,56 W/m<sup>2</sup>, čo predstavuje účinnosť 51,8 %. Získané výsledky riešenia projektu sú dobrým predpokladom pre následnú prípravu overovacej série prototypových dielov tepelne aktívnej strešnej krytiny všetkých troch typov vyvinutých v rámci riešenia projektu vhodných pre ich použitie v rôznych klimatických podmienkach. Súbežne s prípravou veľkosériovej výroby prototypov strešnej krytiny s integrovanou funkciou výmenníka tepla bude možné v dôsledku úspešného riešenia tohto projektu komercializovať vynález, ktorý pri riešení projektu vznikol. 11. 8. 2021 bola na ÚPV SR v Banskej Bystrici podaná prihláška vynálezu, ktorého pôvodcom je koordinátor projektu RoofFoam J. Jerz, na patentové konanie PP 61-2021 s názvom Sezónne uskladňovanie energie pomocou termochemickej reakcie a použitie tým získanej dehydratovanej zmesi obsahujúcej hydrát kovového halogenidu a biomasu.

### **Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku (max. 20 riadkov)**

The possibilities of manufacturing of building roofing using aluminum foam which will serve as a heat exchanger between the outdoor air and the liquid heat transfer medium flowing in the indoor heat exchangers, were investigated. Three design solutions of roofing prototypes were designed and manufactured to ensure efficient heat removal from the examined roofing by means of a liquid heat transfer medium. The thermal-technical properties of all three developed roofing prototypes with integrated function of heat exchanger were thoroughly verified experimentally. The values of heat gain and solar radiation absorption efficiency were experimentally determined in a climatic chamber designed to model synergistic phenomena of heat transfer, water vapor diffusion and air filtration under the action of a solar device. With an average solar radiation intensity of 242.32 W/m<sup>2</sup> and a flow rate of 65.75 l/h of roofing water, a heat gain of 125.56 W/m<sup>2</sup> was achieved, which represents an efficiency of 51.8%. The obtained results of the project solution are a good prerequisite for the subsequent preparation of a verification series of prototype parts of thermally active roofing of all three types developed within the project solution suitable for

their use in different climatic conditions. Simultaneously with the preparation of large-scale production of prototypes of roofing with an integrated heat exchanger function, it will be possible, as a result of the successful solution of this project, to commercialize the invention arose during this project. An patent application PP 61-2021 of an invention entitled „Seasonal storage of energy by means of a thermochemical reaction and use of the dehydrated mixture thus obtained containing a metal halide hydrate and biomass“ was filed on August 11, 2021 by the RoofFoam project coordinator J. Jerz.