

Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-16-0223****Progresívne svetovo unikátne metódy testovania elektrických káblov pre potreby posudzovania zhody a overovania nemennosti ich parametrov ako stavebných výrobkov**Zodpovedný riešiteľ **doc. Ing. Jozef Martinka, PhD.**Príjemca **Slovenská technická univerzita v Bratislave -
Materiálovotechnologická fakulta, Trnava**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Slovenská technická univerzita v Bratislave
Materiálovotechnologická fakulta, Trnava

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

Žiadateľská organizáciou bola: Slovenská technická univerzita v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta, Trnava (Slovenská republika).
Spoluriešiteľská organizácia bola: VUKI a.s. (Slovenská republika).
Žiadateľská organizácia neformálne spolupracovala (najmä formou konzultácií dosiahnutých výsledkov) s Technickým ústavom požární ochrany v Prahe (organizačná zložka Hasičského a záchranného sboru České republiky), Česká republika.
Žiadateľská organizácia ďalej neformálne spolupracovala (najmä formou konzultácií dosiahnutých výsledkov) s Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně, Česká republika.
Žiadateľská organizácia ďalej neformálne spolupracovala (najmä formou konzultácií dosiahnutých výsledkov) s VŠB - Technická univerzita Ostrava, Česká republika.
Žiadateľská organizácia ďalej neformálne spolupracovala (najmä formou konzultácií dosiahnutých výsledkov) s Luleå University of Technology, Švédske kráľovstvo.
S uvedenými organizáciami STU spolupracovala neformálne bez zmluvného vzťahu (spolupráca mala formu neformálnych spoločných aktivít, resp. konzultácií ktoré súviseli s riešeným projektom).

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

Zverejnené patentové prihlášky v SR:

1. J. Martinka, K. Balog, J. Sulová. Zariadenie na kontrolu parametrov elektrických káblov a spôsob stanovenia rýchlosti šírenia ultrazvuku v plášti a/alebo v izolácii vodičov elektrického kábla. Prihlasovateľ: Slovenská technická univerzita v Bratislave. Zverejnená patentová prihláška č. 44-2018. Patentová prihláška podaná dňa 17.05.2018 na ÚPV SR. Dátum zverejnenia: 02. 12. 2019. Požadovaný rozsah ochrany: SR. Jeden z kľúčových výstupov projektu.
2. J. Martinka, K. Balog, J. Sulová. Zariadenie na skúšanie požiarnych charakteristík elektrických káblov. Prihlasovateľ: Slovenská technická univerzita v Bratislave. Zverejnená patentová prihláška č. 118-2018. Patentová prihláška podaná dňa 17.10.2018 na ÚPV SR. Dátum zverejnenia: 04. 05. 2020. Požadovaný rozsah ochrany: SR. Jeden z kľúčových

výstupov projektu.

3. J. Martinka, P. Rantuch, K. Balog. Spôsob stanovenia útlmových plôch dymu pri minimálne troch vlnových dĺžkach žiarenia. Prihlasovateľ: Slovenská technická univerzita v Bratislave. Zverejnená patentová prihláška č. 34-2019. Patentová prihláška podaná dňa 05.04.2019 na ÚPV SR. Dátum zverejnenia: 03. 11. 2020. Požadovaný rozsah ochrany: SR. Výstup vznikol z poznatkov získaných pri riešení projektu a v rámci riešenia projektu.

4. J. Martinka, V. Mózer, J. Pokorný. Zariadenie na meranie závislosti hasiacej koncentrácie horľavých kvapalín od teploty. Prihlasovatelia: Slovenská technická univerzita v Bratislave, Žilinská univerzita v Žiline a VŠB - Technická univerzita Ostrava. Zverejnená patentová prihláška č. 159-2019. Patentová prihláška podaná dňa 20.12.2019 na ÚPV SR. Dátum zverejnenia: 23. 06. 2021. Požadovaný rozsah ochrany: SR. Výstup vznikol z poznatkov získaných pri riešení projektu a v rámci riešenia projektu.

5. J. Martinka. Spôsob identifikácie druhu dreva. Prihlasovateľ: Slovenská technická univerzita v Bratislave. Zverejnená patentová prihláška č. 56-2020. Patentová prihláška podaná dňa 02.06.2020 na ÚPV SR. Dátum zverejnenia: 07. 12. 2021. Požadovaný rozsah ochrany: SR. Výstup vznikol z poznatkov získaných pri riešení projektu a v rámci riešenia projektu.

6. J. Martinka, A. Nečas. Spôsob merania priemernej farby povrchu. Prihlasovateľ: Slovenská technická univerzita v Bratislave. Zverejnená patentová prihláška č. 57-2020. Patentová prihláška podaná dňa 02.06.2020 na ÚPV SR. Dátum zverejnenia: 07. 12. 2021. Požadovaný rozsah ochrany: SR. Jeden z kľúčových výstupov projektu (nakoľko zmena farby povrchu kábla spravidla indikuje zmenu jeho kľúčových požiarных charakteristík).

7. J. Martinka, P. Rantuch, A. Nečas. Spôsob identifikácie druhu horiacej látky. Prihlasovateľ: Slovenská technická univerzita v Bratislave. Zverejnená patentová prihláška č. 58-2020. Patentová prihláška podaná dňa 02.06.2020 na ÚPV SR. Dátum zverejnenia: 20. 12. 2021. Požadovaný rozsah ochrany: SR. Jeden z kľúčových výstupov projektu. Patentové prihlášky podané v SR:

1. J. Martinka, P. Rantuch, A. Nečas. Spôsob stanovenia rýchlosti uvoľňovania tepla. Prihlasovateľ: Slovenská technická univerzita v Bratislave. Patentová prihláška č. 21-2021 podaná dňa 30.03.2021 na ÚPV SR. Požadovaný rozsah ochrany: SR. Jeden z kľúčových výstupov projektu.

2. J. Martinka, P. Rantuch, A. Nečas, J. Sulová. Spôsob kontroly požiarных charakteristík elektrických káblov. Prihlasovateľ: Slovenská technická univerzita v Bratislave. Patentová prihláška č. 22-2021 podaná dňa 09.04.2021 na ÚPV SR. Požadovaný rozsah ochrany: SR. Jeden z kľúčových výstupov projektu.

Úžitkové vzorky zapísané v SR:

1. J. Martinka, K. Balog, J. Sulová. Zariadenie na kontrolu parametrov elektrických káblov a spôsob stanovenia rýchlosti šírenia ultrazvuku v plášti a/alebo v izolácii vodičov elektrického kábla. Prihlasovateľ: Slovenská technická univerzita v Bratislave. Platný (zapísaný) úžitkový vzor v SR č. 8612. Dátum podania 17.05.2018. Dátum nadobudnutia účinkov úžitkového vzoru 05.11.2019. Rozsah ochrany: SR. Jeden z kľúčových výstupov projektu.

2. J. Martinka, K. Balog, J. Sulová. Zariadenie na skúšanie požiarных charakteristík elektrických káblov. Prihlasovateľ: Slovenská technická univerzita v Bratislave. Platný (zapísaný) úžitkový vzor v SR č. 8491. Dátum podania 17.10.2018. Dátum nadobudnutia účinkov úžitkového vzoru 02.07.2019. Rozsah ochrany: SR. Jeden z kľúčových výstupov projektu.

3. J. Martinka, T. Štefko, P. Rantuch, K. Balog, Š. Václav. Zariadenie na 3D tlač v inertnom prostredí s nastaviteľnými parametrami. Prihlasovateľ: Slovenská technická univerzita v Bratislave. Platný (zapísaný) úžitkový vzor v SR č. 8381. Dátum podania 06.04.2018. Dátum nadobudnutia účinkov úžitkového vzoru 01.03.2019. Rozsah ochrany: SR. Výstup vznikol z poznatkov získaných pri riešení projektu a v rámci riešenia projektu.

4. J. Martinka, P. Rantuch, K. Balog. Expozičná komora na vystavenie materiálov prostrediu s nastaviteľnými parametrami. Prihlasovateľ: Slovenská technická univerzita v Bratislave. Platný (zapísaný) úžitkový vzor v SR č. 8482. Dátum podania 16.10.2018. Dátum nadobudnutia účinkov úžitkového vzoru 02.07.2019. Rozsah ochrany: SR. Výstup vznikol z poznatkov získaných pri riešení projektu a v rámci riešenia projektu.

5. J. Martinka, P. Rantuch, K. Balog. Spôsob stanovenia útlmových plôch dymu pri minimálne troch vlnových dĺžkach žiarenia. Prihlasovateľ: Slovenská technická univerzita v Bratislave. Platný (zapísaný) úžitkový vzor v SR č. 8708. Dátum podania 05.04.2019. Dátum

nadobudnutia účinkov úžitkového vzoru 03.03.2020. Rozsah ochrany: SR. Výstup vznikol z poznatkov získaných pri riešení projektu a v rámci riešenia projektu.

6. J. Martinka, P. Rantuch, K. Balog, M. Tomašík, J. Konečný. Zariadenie na meranie nasýtenia pohlcovača vlhkosti vodou. Prihlasovatelia: Slovenská technická univerzita v Bratislave a Univerzita Tomáša Baťu Zlín. Platný (zapísaný) úžitkový vzor v SR č. 8840. Dátum podania 25.09.2019. Dátum nadobudnutia účinkov úžitkového vzoru 03.08.2020. Rozsah ochrany: SR. Výstup vznikol z poznatkov získaných pri riešení projektu a v rámci riešenia projektu.

7. J. Martinka, V. Mózer, J. Pokorný. Zariadenie na meranie závislosti hasiacej koncentrácie horľavých kvapalín od teploty. Prihlasovatelia: Slovenská technická univerzita v Bratislave, Žilinská univerzita v Žiline a VŠB - Technická univerzita Ostrava. Platný (zapísaný) úžitkový vzor v SR č. 8889. Dátum podania 20.12.2019. Dátum nadobudnutia účinkov úžitkového vzoru 02.10.2020. Rozsah ochrany: SR. Výstup vznikol z poznatkov získaných pri riešení projektu a v rámci riešenia projektu.

8. J. Martinka, P. Rantuch, A. Nečas. Spôsob identifikácie druhu horiacej látky. Prihlasovateľ: Slovenská technická univerzita v Bratislave. Platný (zapísaný) úžitkový vzor v SR č. 9263. Dátum podania 02.06.2020. Dátum nadobudnutia účinkov úžitkového vzoru 11.08.2021. Rozsah ochrany: SR. Jeden z kľúčových výstupov projektu.

9. J. Martinka, A. Nečas. Spôsob merania priemernej farby povrchu. Prihlasovateľ: Slovenská technická univerzita v Bratislave. Platný (zapísaný) úžitkový vzor v SR č. 9165. Dátum podania 02.06.2020. Dátum nadobudnutia účinkov úžitkového vzoru 26.05.2021. Rozsah ochrany: SR. Jeden z kľúčových výstupov projektu.

10. J. Martinka. Spôsob identifikácie druhu dreva. Prihlasovateľ: Slovenská technická univerzita v Bratislave. Platný (zapísaný) úžitkový vzor v SR č. 9166. Dátum podania 02.06.2020. Dátum nadobudnutia účinkov úžitkového vzoru 26.05.2021. Rozsah ochrany: SR. Výstup vznikol z poznatkov získaných pri riešení projektu a v rámci riešenia projektu. Prihlášky úžitkových vzorov podané v SR:

1. J. Martinka, P. Rantuch, A. Nečas. Spôsob stanovenia rýchlosti uvoľňovania tepla. Prihlasovateľ: Slovenská technická univerzita v Bratislave. Prihláška úžitkového vzoru č. 37-2021 podaná dňa 30.03.2021 na ÚPV SR. Požadovaný rozsah ochrany: SR. Jeden z kľúčových výstupov projektu.

2. J. Martinka, P. Rantuch, A. Nečas, J. Sulová. Spôsob kontroly požiarnych charakteristík elektrických káblov. Prihlasovateľ: Slovenská technická univerzita v Bratislave. Prihláška úžitkového vzoru č. 46-2021 podaná dňa 09.04.2021 na ÚPV SR. Požadovaný rozsah ochrany: SR. Jeden z kľúčových výstupov projektu.

Udelené patenty a zverejnené patentové prihlášky v ČR.

1. J. Martinka, K. Balog, J. Sulová. Aparatura ke kontrole parametrů elektrických kabelů a způsob stanovení rychlosti šíření ultrazvuku v plášti elektrického kabelu nebo v izolaci elektrických vodičů. Prihlasovateľ: Slovenská technická univerzita v Bratislave. Zverejnená patentová prihláška ÚPV ČR č. 2018-697, dátum podania prihlášky 12. 12. 2018. Dátum zverejnenia prihlášky 15. 01. 2020. Požadovaný rozsah ochrany: ČR. Jeden z kľúčových výstupov projektu.

2. J. Martinka, K. Balog, J. Sulová. Zařízení ke zkoušení požárních charakteristik elektrických kabelů. Prihlasovateľ: Slovenská technická univerzita v Bratislave. Patent udelený ÚPV ČR, č. prihlášky 2018-698, dátum podania prihlášky 12. 12. 2018, dátum zverejnenia a publikovania udelenia patentu 17. 06. 2020. Požadovaný rozsah ochrany: ČR. Jeden z kľúčových výstupov projektu.

Patentové prihlášky podané v ČR.

1. J. Martinka, P. Rantuch, A. Nečas. Způsob stanovení rychlosti uvoľňování tepla. Patentová prihláška č. 21-2021 (PV 2021-203), podaná na ÚPV ČR dňa 30. 03. 2021. Požadovaný rozsah ochrany: ČR. Jeden z kľúčových výstupov projektu.

2. J. Martinka, P. Rantuch, A. Nečas, J. Sulová. Způsob kontroly požárních charakteristik elektrických kabelů. Patentová prihláška č. 22-2021 (PV 2021-204), podaná na ÚPV ČR dňa 09. 04. 2021. Požadovaný rozsah ochrany: ČR. Jeden z kľúčových výstupov projektu. Úžitkové vzorky zapísané v ČR.

1. M. Tomašík, J. Konečný, J. Martinka, P. Rantuch, K. Balog. Zařízení pro měření nasycení pohlcovače vlhkosti vodou. Prihlasovatelia: Univerzita Tomáša Baťu Zlín a Slovenská technická univerzita v Bratislave. Úžitkový vzor zapísaný ÚPV ČR. Číslo prihlášky 2018-35762, dátum podania prihlášky 19. 12. 2018, dátum zápisu úžitkového

vzoru 05. 03. 2019, číslo zápisu 32636. Rozsah ochrany: ČR. Výstup vznikol z poznatkov získaných pri riešení projektu a v rámci riešenia projektu.

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

Vedecké práce v zahraničných karentovaných časopisoch:

1. J. Martinka, P. Rantuch, M. Liner. 2018. Calculation of charring rate and char depth of spruce and pine wood from mass loss. In: Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. 2018. Vol. 132. Issue 2. pp. 1105-1113. ISSN: 1388-6150. DOI10.1007/s10973-018-7039-8.
 2. J. Martinka, F. Martinka, P. Rantuch. et al. 2018. Calorific value and fire risk of selected fast-growing wood species. In: Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. 2018. Vol. 131. Issue 2. pp. 899-906. ISSN: 1388-6150. DOI10.1007/s10973-017-6660-2.
 3. J. Martinka, P. Rantuch, J. Sulová, F. Martinka. 2019. Assessing the fire risk of electrical cables using a cone calorimeter. In: Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. 2019. Vol. 135. Issue 6. pp. 3069-3083. ISSN: 1388-6150. DOI: 10.1007/s10973-018-7556-5.
 4. J. Martinka, P. Rantuch, I. Wachter. 2019. Impact of Water Content on Energy Potential and Combustion Characteristics of Methanol and Ethanol Fuels. In: Energies. 2019. Vol. 12. Issue 18. Article Number: 3491. eISSN: 1996-1073. DOI10.3390/en12183491.
 5. G.I. Mantanis, J. Martinka, C. Lykidis. 2020. Technological properties and fire performance of medium density fibreboard (MDF) treated with selected polyphosphate-based fire retardants. In: Wood Material Science and Engineering. 2020. Vol. 15. Issue 5. pp. 303-311. ISSN: 1748-0272. DOI10.1080/17480272.2019.1596159.
 6. P. Rantuch, L. Blinová, A. Bartošová, J. Martinka, I. Wachter. 2019. Burning process characterization of biodiesel pool fires. In: Journal of Fire Sciences. 2019. Vol. 37. Issue 1, pp. 3-17. ISSN: 0734-9041. DOI10.1177/0734904118807627.
 7. J. Martinka, A. Nečas, P. Rantuch. 2021. The recognition of selected burning liquids by convolutional neural networks under laboratory conditions. In: Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. ISSN: 1388-6150. DOI: 10.1007/s10973-021-10903-2.
 8. J. Martinka. 2021. Neural networks for wood species recognition independent of the colour temperature of light. In: European Journal of Wood and Wood Products. 2021. Vol. 79. Issue 6. pp. 1645-1657. ISSN: 0018-3768. DOI10.1007/s00107-021-01733-y.
 9. C.F. Lin, O. Karlsson, J. Martinka et al. 2021. Approaching Highly Leaching-Resistant Fire-Retardant Wood by In Situ Polymerization with Melamine Formaldehyde Resin. In: ACS OMEGA. 2021. Vol. 6. Issue 19. pp. 12733-12745. ISSN 2470-1343. DOI: 10.1021/acsomega.1c01044.
 10. J. Martinka, I.G. Mantanis, C. Lykidis. The effect of partial substitution of polyphosphates by aluminium hydroxide and borates on the technological and fire properties of medium density fibreboard. In: Wood Material Science and Engineering. ISSN: 1748-0272. DOI: 10.1080/17480272.2021.1933175.
 11. I. Wachter, T. Štefko, P. Rantuch, J. Martinka, A. Pastierová. 2021. Effect of UV Radiation on Optical Properties and Hardness of Transparent Wood. In: Polymers. 2021. Vol. 13. Issue 13. Article Number 2067. DOI10.3390/polym13132067.
 12. P. Rantuch, J. Martinka, A. Haz. 2021. The Evaluation of Torrefied Wood Using a Cone Calorimeter. In: Polymers. 2021. Vol. 13. Issue 11. Article Number 1748. DOI10.3390/polym13111748.
 13. R. Kuracina, Z. Szabová, M. Bachratý et al. 2021. A new 365-litre dust explosion chamber: Design and testing. In: Powder technology. 2021. Vol. 386, pp. 420-427. ISSN 0032-5910 DOI: 10.1016/j.powtec.2021.03.061
 14. R. Kuracina, Z. Szabová, M. Škvarka. 2021. Study into parameters of the dust explosion ignited by a improvised explosion device filled with organic peroxide. In: Process Safety And Environmental Protection. 2021. Vol. 155, pp. 98-107. ISSN 0957-5820. DOI: 10.1016/j.psep.2021.09.011
 15. R. Kuracina, Z. Szabová, E. Buranská et al. 2021. Determination of Fire Parameters of Polyamide 12 Powder for Additive Technologies. In: Polymers. 2021. Vol. 13, Issue 17, pp. 1-10. ISSN 2073-4360. DOI: 10.3390/polym13173014
- Vedecké práce vo vedeckých časopisoch registrovaných vo WOS a/alebo SCOPUS
1. J. Martinka, P. Rantuch, M. Rolinec et al. 2019. A New Approach to the Assessment of the Reduction in Visibility Caused by Fires of Electrical Cables. In: Safety. 2019. Vol. 5. Issue 3. Article Number 44. eISSN: 2313-576X. DOI: 10.3390/safety5030044.

2. J. Martinka, T. Štefko, I. Wachter, P. Rantuch. 2020. Impact of electrical cables embedded into oriented strand board on critical heat flux. In: Wood Research. 2020. Vol. 65, Issue 2, pp. 257-270. ISSN 1336-4561.

3. A. Nečas, J. Martinka, P. Rantuch, I. Wachter, T. Štefko. 2021. Impact of the electric cables installation on the ignition parameters of the spruce wood surface. In: Wood Research. 2021. Vol. 66, Issue 5, pp. 732-745. ISSN 1336-4561. DOI: 10.37763/WR.1336-4561/66.5.732745.

Vedecké monografie vydané v zahraničných vydavateľstvách:

1. J. Martinka. 2018. Fire Risk of Materials and Combustible Liquids. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, s.r.o. 142 s. ISBN: 978-80-7380-728-3. (registrovaná v databáze WOS).

Vedecké monografie po recenznom konaní (s kladnými posudkami recenzentov):

1. J. Martinka. The Fire Hazards of Electrical Cables (vedecká monografia po recenznom konaní - bude vydaná vo vydavateľstve Springer Nature).

2. P. Rantuch. Ignition of Polymers (vedecká monografia po recenznom konaní - bude vydaná vo vydavateľstve Springer Nature).

Vedecké práce v zahraničných recenzovaných vedeckých zborníkoch, monografiách:

1. J. Martinka, J. Dibdiaková. 2020. Materials for Safety and Security: Materials for Shielding, Protective Suits, Electrical Insulation, and Fire Protection. In: Safety and Security Issues in Technical Infrastructures. 1. vyd. Hershey PA, USA : IGI Global, 2020, S. 288-320. ISBN 978-1-7998-3059-7. DOI: 10.4018/978-1-7998-3059-7.ch011.

Vedecké práce v domácich vedeckých časopisoch:

1. J. Martinka, I. Wachter, P. Rantuch, K. Balog. 2018. Fire risk of halogen-free electrical cable. In: Vedecké práce Mf STU v Bratislave so sídlom v Trnave. Research papers Faculty of Materials Science and Technology Slovak University of Technology in Trnava. 2018. Vol. 26, no. 42, s. 21-28. ISSN 1336-1589. DOI: 10.2478/rput-2018-0002.

2. J. Martinka, P. Rantuch, K. Balog, D. Benko, J. Sulová. 2018. Toxicity of Combustion Products of Electrical Cables. In: Delta. 2018. Vol. 12, Issue 1, s. 5-16. ISSN 1337-0863. DOI: 10.17423/delta.2018.12.1.34.

3. J. Martinka, P. Rantuch, M. Hladová, J. Sulová, A. Nečas, D. Benko, K. Balog. 2019. Heat of combustion as the key fire characteristics of electrical cables. In: Vedecké práce Mf STU v Bratislave so sídlom v Trnave. Research papers Faculty of Materials Science and Technology Slovak University of Technology in Trnava. 2019. Vol. 27, no. 44, s. 29-40. ISSN 1336-1589. DOI: 10.2478/rput-2019-0003.

4. J. Martinka, P. Rantuch, I. Wachter et al. 2021. Fire growth rate index as a key fire characteristic of electrical cables. In Vedecké práce Mf STU v Bratislave so sídlom v Trnave. Research papers Faculty of Materials Science and Technology Slovak University of Technology in Trnava. 2021. Vol. 29, no. 48, s. 81-90. ISSN 1336-1589.

Publikované príspevky na zahraničných vedeckých konferenciách:

1. J. Martinka, I. Wachter, T. Štefko, P. Rantuch, H. Kobetičová. 2018. New trends in fire testing of electrical cables. In SGEM 2018. 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference. Volume 18. Nano, Bio and Green - Technologies for a Sustainable Future : conference proceedings. Vienna, Austria, 3 - 6 December 2018. 1. vyd. Sofia : STEF 92 Technology, 2018, s. 479-486. ISSN 1314-2704. ISBN 978-619-7408-71-3.

2. P. Rantuch, T. Štefko, J. Martinka, I. Wachter, H. Kobetičová. 2018. Impact of initiator placement on ignition of the vertically positioned electrical cable. In SGEM 2018. 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference. Volume 18. Nano, Bio and Green - Technologies for a Sustainable Future : conference proceedings. Vienna, Austria, 3 - 6 December 2018. 1. vyd. Sofia : STEF 92 Technology, 2018, S. 419-426. ISSN 1314-2704. ISBN 978-619-7408-71-3.

3. J. Martinka, T. Štefko, I. Wachter. 2019. Informative value of electrical cable reaction to fire class. In SGEM 2019. 19th International Multidisciplinary Scientific GeoConference. Volume 19. Nano, Bio and Green - Technologies for a Sustainable Future : conference proceedings. Vienna, Austria, 9 - 11 December, 2019. 1. vyd. Sofia : STEF 92 Technology, 2019, S. 309-316. ISSN 1314-2704. ISBN 978-619-7408-99-7. DOI: 10.5593/sgem2019/6.3.

Publikované príspevky na domácich vedeckých konferenciách:

1. J. Martinka, P. Rantuch, I. Wachter. 2018. Aplikácia reakcie na oheň elektrických káblov v požiarom inžinierstve. In Advances in Fire & Safety Engineering 2018: zborník príspevkov z VII. medzinárodnej konferencie, Zvolen, 18.-19. október 2018. 1. vyd. Zvolen : Technická

univerzita, 2018, s. 176-189. ISBN 978-80-228-3087-4.

2. J. Martinka, A. Nečas, P. Rantuch. 2020. Šírenie plameňa po povrchu ríadiacich káblov. In ŠTEFKO, Tomáš. Advances in Fire and Safety Engineering 2020 : Recenzovaný zborník pôvodných vedeckých prác z IX. ročníka medzinárodnej vedeckej konferencie, Trnava, 22.10.2020. 1. vyd. Trnava : AlumniPress, 2020, S. 164-172. ISBN 978-80-8096-272-2.

3. P. Rantuch, J. Martinka, T. Štefko. 2018. Iniciácia horenia vertikálne orientovaného kábla pri pôsobení externého tepelného toku. In Advances in Fire & Safety Engineering 2018 [elektronický zdroj] : zborník príspevkov z VII. medzinárodnej konferencie, Zvolen, 18.-19. október 2018. 1. vyd. Zvolen : Technická univerzita, 2018, s. 246-256. ISBN 978-80-228-3087-4.

Vysokoškolské učebnice:

1. J. Martinka. Vyhradené technické zariadenia: vysokoškolská učebnica. Bratislava: Slovenská technická univerzita v Bratislave. 2020. 262 s. ISBN: 978-80-227-5062-2.

Uplatnenie výsledkov projektu

V zmysle Nariadenia Európskeho parlamentu a Rady č. 305/2011, Delegovaného nariadenia komisie (EÚ) 2016/364 a EN 50575:2014 sú výrobcovia elektrických káblov (prípadne dovozcovia, ak bol elektrický kábel vyrobený v krajine, ktorá nie je členom EÚ) povinný stanovovať triedu reakcie na oheň (pre elektrické káble aplikované v rizikových priestoroch - napr. únikové cesty, tunely, metrá, letiská, železničné a autobusové stanice, detské jasle, škôlky, anesteziologicko-resuscitačné oddelenia, jednotky intenzívnej starostlivosti, športové haly, štadióny a pod.). Skúšobné metódy a kritériá klasifikácie elektrických káblov do tried reakcie na oheň sú definované v Delegovanom nariadení komisie (EÚ) 2016/364 a EN 50575:2014. Skúšky sa v zmysle citovaných dokumentov musia vykonávať periodicky (overovanie nemennosti parametrov). Tieto skúšky (testy) sú finančne mimoriadne náročné, nakoľko sa musia periodicky vykonávať pre každý typ vyrábaného kábla (ak napr. výrobca vyrába niekoľko stoviek rôznych druhov káblov, ktoré sa medzi sebou líšia len prierezom a počtom vodičov, ale majú identické chemické zloženie polymérnych komponentov, aj tak má povinnosť testovať všetky typy). Do ceny elektrického kábla sa tieto skúšky premietajú tým výraznejšie, čím menší objem produkcie výrobca realizuje. Toto je zásadná nevýhoda malých a stredných podnikov vyrábajúcich elektrické káble (najmä z krajín Vyšehradskej skupiny, ale aj iných krajín Európskej únie) voči veľkým podnikom (najmä z USA, Číny, Taiwanu, Indie, Japonska, Južnej Kórei a Egypta). Výsledky a výstupy projektu našli (a nájdú) uplatnenie predovšetkým tým, že nahradia existujúce skúšobné metódy (vyžadované na klasifikáciu) elektrických káblov do triedy reakcie na oheň, čím výrazne (približne desaťnásobne) znížia cenu skúšky vyžadovanej na klasifikáciu kábla a zásadne zvýšia konkurencieschopnosť malých a stredných podnikov z Európskej únie. Výsledky a výstupy projektu umožňujú zmerať (overiť) triedu reakcie na oheň a doplnkovú klasifikáciu (s ohľadom na tvorbu dymu, kyslosť produktov horenia a tvorbu horiacich kvapiek/častíc) principiálne novými, svetovo unikátnymi metódami. Tieto metódy sú založené na natrénovaní (konvulčných) neurónových sietí fotografiami alebo video sekvenciami plameňa káblov so známymi triedami reakcie na oheň (Aca, B1ca, B2ca, Cca, Dca, Eca a Fca) a prípadne aj doplnkovými klasifikáciami. Natrénovaná (konvulčná) neurónová sieť dokáže následne stanoviť (overiť) triedu reakcie na oheň a prípadne aj doplnkovú klasifikáciu z fotografie alebo video sekvencie plameňa vzorky testovaného kábla. Tento postup môže byť aplikovaný takmer na ľubovoľnom skúšobnom zariadení (napr. kónický kalorimeter podľa ISO 5660-1:2015, skúšobné zariadenie vyžadované EN 50399:2011 - v reálnej veľkosti alebo v mierke približne 1:4 až 1:5 alebo ľubovoľné zariadenie na meranie rýchlosti šírenia plameňa po povrchu kábla) za predpokladu, že plameň je snímaný fotoaparátom alebo kamerou. Pri aplikácii uvedeného postupu môže byť skúška vykonaná na jednom z uvedených zariadení bez potreby analyzátorov (analyzátor spalín, termočlánky atď.) len s fotoaparátom, čo zásadne znižuje finančnú náročnosť skúšky (nedochádza k spotrebe vysušovača spalín, ktorý často vyžaduje karcinogénny indikátor vlhkosti, ani k opotrebovaniu analyzátorov). Navyše použitie zariadenia v mierke 1:4 až 1:5 zásadne šetrí potrebné množstvo vzorky (z pôvodných niekoľko desiatok metrov na jednotky metrov), čas prípravy, priebehu skúšky a chladenia zariadenia pred ďalšou skúškou. Uvedené faktory redukujú cenu skúšky približne desaťnásobne, čím rozhodujúcim spôsobom zvyšujú konkurencieschopnosť malých a stredných podnikov s hlavnou činnosťou výroba elektrických káblov.

Okrem uvedeného hlavného uplatnenia výstupov a výsledkov projektu, budú mať (a majú) dosiahnuté výsledky aj ďalšie významné uplatnenia:

1. Bolo vyvinuté palivo (na báze syntézy podľa Fischer-Tropscha) z obnoviteľných zdrojov (zo smrekového dreva), ktoré má nulovú uhlíkovú bilanciu a je vhodné na požiarne skúšky (nie len) elektrických káblov. Toto palivo má teda veľký potenciál do budúcnosti (po prípadnom a prakticky očakávanom obmedzení palív prispievajúcim ku globálnemu otepľovaniu na účely požiarnych skúšok) stať sa hlavným palivom používaným na požiarne skúšky.

2. Bol podobne skúmaný vplyv vybraných fyzikálnych faktorov (najmä ultrafialového (UV) žiarenia a magnetického poľa) na kľúčové (nie len požiarne) charakteristiky elektrických káblov. Najmä UV žiarením sú v posledných dvoch rokoch často exponované aj elektrické káble (aj keď často neúmyselne) za účelom dezinfekcie a deaktivácie vírusov na povrchu (napr. vírusu SARS-CoV-2). Aj keď prioritne sa exponujú iné povrchy, niekedy je nutné exponovať aj káble, prípadne káble môžu byť exponované neúmyselne. Magnetickým poľom sú elektrické káble v prevádzke bežne vytavené (napr. magnetické pole zo zariadenia, ktoré káble napájajú). Získané údaje nájdu (a majú) významné a široké uplatnenie pre výrobcov a užívateľov elektrických káblov pre nastavenie opatrení tak, aby káble neboli exponované kritickou dávkou UV žiarenia (ktoré zapríčini kritickú zmenu ich vlastností). Získané poznatky majú významný prínos aj pre prípady, keď kábel je potrebné inštalovať do priestorov s extrémne silným magnetickým poľom.

3. Ďalej bol vyvíjaný nový retardér horenia, ktorý je na báze obnoviteľných zdrojov, zlepšuje prakticky všetky požiarne charakteristiky (zvyšuje odolnosť voči zapáleniu, znižuje uvoľnené teplo, toxicitu produktov horenia aj dym) a prakticky nezhoršuje ostatné vlastnosti elektrického kábla (typickým problémom v praxi je, že väčšina retardérov horenia zlepšuje požiarne charakteristiky, ale súčasne zhoršuje ostatné (napr. elektrické alebo mechanické) vlastnosti káblov). Tento retardér horenia je na bez halogénový (na báze grafénu) a má (bude mať) zásadný dopad na zvýšenie požiarnej bezpečnosti elektrických káblov. Uvedený retardér horenia má rovnako nulovú uhlíkovú stopu, čo výrazne zvyšuje potenciál jeho praktickej aplikácie. Okrem toho boli vyvíjané tzv. retardéry dymu (látky zásadne znižujúce množstvo dymu pri horení), ktoré je možné veľmi účinne kombinovať s vytvoreným retardérom horenia na báze grafénu (táto oblasť však bude ešte predmetom ďalšieho výskumu). Pripravený retardér horenia je (a bude) predmetom ďalšieho výskumu pravdepodobne v rámci projektu VEGA (v súčasnosti sa čaká na jeho schválenie).

4. Ďalej bol vyvinutý nový spôsob merania množstva uvoľneného dymu z látok, materiálov a výrobkov (napr. elektrických káblov) zohľadňujúci vlnovú dĺžku svetla (pri ktorom sa množstvo dymu meria). Tento poznatok je rovnako zásadný, nakoľko odteraz sa viditeľnosť v zadymenom požiarom úseku stanovovala len z útlmu červeného svetla. Vytvorený spôsob umožňuje zmerať útlm svetla pri prechode dymom pri viacerých vlnových dĺžkach.

5. Okrem toho bolo stanovené riziko iniciácie výbuchu rozvírených prachov, pár horľavých kvapalín a horľavých plynov elektrickými káblami. Tieto poznatky sú kľúčové pre nastavenie podmienok vedenia a uloženia elektrických káblov v priestoroch s nebezpečenstvom výbuchu.

6. Ďalej boli skúmané podmienky iniciácie usadenej vrstvy prachu elektrickým káblom. Získané údaje sú významné pri predchádzaní požiarov v prevádzkach s výskytom organických prachov (napr. drevospracujúce prevádzky alebo potravinárske závody).

7. Okrem toho bola skúmaná odolnosť elektrických káblov (v závislosti od chemického zloženia polymérnych komponentov) voči chemickým látkam. Získané údaje sú významné pre výrobcov, projektantov, ale aj užívateľov elektrických káblov (najmä pri inštalácii v chemických prevádzkach, ale aj v priestoroch s aplikáciou napr. dezinfekčných roztokov) za účelom predchádzania poškodenia káblov a vzniku následných poruchových javov, ktoré by mohli viesť až k úrazu elektrickým prúdom alebo požiaru.

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

Hlavným výsledkom projektu je vytvorenie progresívnych svetovo unikátnych metód testovania elektrických káblov s inovatívnym spôsobom vyhodnotenia získaných údajov, ktoré dokážu s veľmi vysokou mierou spoľahlivosti (takmer 100%) predikovať výsledky skúšok požadovaných technickou normou EN 50575:2014 na posúdenie a overovanie nemennosti parametrov elektrických káblov (resp. umožňujú predikciu triedy reakcie na oheň

elektrických káblov). Posúdenie a overenie nemennosti parametrov elektrických káblov vytvorenými metódami je približne desaťkrát menej finančne náročné, ako skúškami vyžadovanými technickou normou EN 50575:2014.

Vytvorené metódy sú založené na využití konvolučnej neurónovej siete. Konvolučná neurónová sieť je natrénovaná fotografiami alebo video sekvenciami plameňa elektrických káblov s triedami reakcie na oheň Aca, B1ca, B2ca, Cca, Dca, Eca, Fca a prípadne aj doplnkovými klasifikáciami s ohľadom na tvorbu dymu, kyslosť produktov horenia a horiacich kvapiek/častíc. Po natrénovaní dokáže neurónová sieť stanoviť (skontrolovať) triedu reakcie na oheň elektrického kábla a prípadne aj doplnkovú klasifikáciu len z fotografie alebo video sekvencie plameňa. Tento postup je podstatne menej finančne nákladný a šetrnejší k životnému prostrediu, ako skúšky vyžadované technickou normou EN 50575:2014.

Okrem toho boli vyvinuté: (1) bez halogénový retardér horenia na báze grafénu (z obnoviteľných zdrojov a s nulovou uhlíkovou stopou), ktorý zlepšuje prakticky všetky požiarne charakteristiky elektrických káblov a (2) kvapalné palivo (rovnako z obnoviteľných zdrojov a s nulovou uhlíkovou stopou) vhodné na požiarne skúšky elektrických káblov a (3) nový spôsob merania dymu uvoľneného z elektrických káblov (ktorý umožňuje spoľahlivejšie predikovať viditeľnosť v požiarnej úseku). Ďalej bol kvantifikovaný vplyv ultrafialového (UV) žiarenia (zodpovedajúci intenzite pri deaktivácii vírusu SARS-CoV-2) a magnetického poľa na degradáciu polymérnych komponentov elektrických káblov. Významnú časť výsledkov predstavuje kvantifikácia odolnosti polymérnych komponentov elektrických káblov voči chemickým faktorom (chemickým látkam). Tieto údaje sú kľúčové v prevencii poruchových stavov káblov (ktoré môžu spôsobiť úraz elektrickým prúdom alebo požiar). Medzi významné výsledky patrí aj výskum rizika iniciácie výbuch rozvíreného prachu, pary horľavej kvapaliny, prípadne horľavého plynu (vo vzduchu) a rizika iniciácie usadenej vrstvy prachu elektrickým káblom.

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

The main result of project is that worldwide unique progressive methods of testing electrical cables and innovative methods for evaluating obtained data have been created. Created methods showing a very high degree of reliability (almost 100%) for predict the results of the tests required by the standard EN 50575: 2014 for the conformity assessment and verification of the constancy of parameters of electric cables. Respectively, created methods are able to predict of reaction to fire class of electrical cables. The conformity assessment and verification of the constancy of parameters of electric cables by the newly created methods of testing of electric cables is about ten times less expensive than tests required by standard EN 50575: 2014.

The developed methods are based on the use of a convolutional neural network. First, the convolutional neural network is trained by photographs or video sequences of electric cable flame with reaction to fire classes Aca, B1ca, B2ca, Cca, Dca, Eca, Fca and possibly additional classifications with respect to smoke formation, acidity of combustion products and burning droplets / particles. In the second step, the neural network can determine (check) the reaction class to the fire of the electric cable and also the additional classification only from the photograph or video sequence of the flame. This procedure is significantly less costly and more environmentally friendly than the tests required by the technical standard EN 50575: 2014. In addition, the following were developed: (1) graphene-based halogen-free flame retardant (made from renewable sources and with zero carbon footprint), which improves virtually all fire characteristics of electric cables; (2) liquid fuel (also made from renewable sources and with zero carbon footprint) suitable for fire tests of electric cables and (3) a new method of measuring smoke released from electrical cables (which allows more reliable prediction of visibility in the fire section). Furthermore, the effect of ultraviolet (UV) radiation (corresponding to the intensity during inactivation of SARS-CoV-2 virus) and the magnetic field on the degradation of the polymer components of electrical cables was quantified. A significant part of the results is the quantification of the resistance of polymer components of electrical cables to chemical factors (chemical substances). This information is key in preventing cable malfunctions (which can cause electric shock or fire). Significant results also include research the risk of initiating an explosion of dust clouds, vapors of flammable liquids or flammable gases (in the air) and risk of initiation of settled dust layer with an electric cable.

