

Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-15-0110**

Výskum nových konštrukčných a materiálových riešení káblov pre náročné prostredia s nebezpečenstvom požiaru, zaplavenia a pod.

Zodpovedný riešiteľ **doc. Ing. Juraj Packa, PhD.**

Príjemca **VUKI a.s.**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

VUKI a.s. Bratislava - zodpovedný riešiteľ
FEI STU, Ústav elektroenergetiky a aplikovanej elektrotechniky- spoluriešiteľská organizácia

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

EZÚ, Elektrotechnický zkušební ústav, s.p., Pod lisem 129/2, 171 02 Praha 8 – Troja, ČR – vybrané skúšky káblov

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

Na základe súboru výsledkov, dosiahnutých za celé obdobie riešenia bola v spolupráci so spoluriešiteľom spracovaná Prihláška patentu PP 38-2019 podaná 17.04.2019 Spôsob overovania odolnosti izolácie žíl káblov a izolovaných vodičov, prihlasovateľ VUKI a.s., pôvodcovia: Packa, J., Sulová, J.

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

Packa, J., Kujan, V., Štrkula, D., Šály, V., Perný, M.: Changes of Insulation Properties of Photovoltaic Cables Caused by Ageing Treatment Transactions on Electrical Engineering, Vol. 6 (2017), No. 1

Lelák, J., Sulová, J., Valach, R., Kment, A., Pípa, M.: Comparison of dielectrical properties of LV cables with different fire barriers ensuring circuit integrity under fire conditions at high ambient temperatures. International Conference on Diagnostics in Electrical Engineering (Diagnostics) CDEE 2020 (september 2020, ČR, WOS recenzovaný zborník v tlači)

Kocúrová, K., Kozáková, A., Filová, Z., Ďuračka, M., Šišťík, M., Hudec, I., Packa, J.: New stabilizers of styrene as a reactive monomer in production of impregnating resins, Kautschuk und Gummi Kunststoffe, v tlači

Tóth, J., Valach, R., Sulová, J.: Cables and wires for railway transport used for modernization of the carriages to European standards. Intercable 2019, Scientific & Technical Symposium of the 58nd General Meeting of the IA Intercable, München, SRN, 10/2019

Packa, J., Durman, V., Sulová, J.: Behaviour of Fire Resistant Cable Insulation with Different Flame Barriers During Water Immersion. Proceedings of the 2019 20th International Scientific Conference on Electric Power Engineering (EPE), May 15-17, 2019, Kouty nad Desnou, Czech Republic

Váry, M., Lelák, J., Ďurman, V., Packa, J.: Examination of Insulation in Fire Retardant

Cables by Time Domain Methods, The 9th International Scientific Symposium Elektroenergetika 2017, 12.-14. 9. 2017, Stará Lesná, SR
Đurman, V., Váry, M., Packa, J., Lelák, J., Šály, V.: Assessment of Dielectric Properties of Cable Insulation, Electric Power Engineering (EPE), 2017 18th International Scientific Conference, Kouty nad Desnou, Czech Republic
Valach, R., Sulová, J.: Improvement of the production technology /using the long-term producer knowledge/provides SAVINGS. Intercable 2019, Scientific & Technical Symposium of the 58th General Meeting of the IA Intercable, München, SRN, 10/2019
Perný, M., Šály, V., Puzová, M., Váry, M., Kujan, V.: Thermographic diagnostics of DC Traction Railway system. Electric Power Engineering, (EPE) 2018, 19th International scientific conference, Brno, ČR

Uplatnenie výsledkov projektu

Počas riešenia projektu boli navrhnuté a odskúšané nové konštrukcie káblov, funkčných v požiari samostatne alebo na vybraných nosných systémoch. Boli overené požiaro-bezpečnostné, funkčné a životonosné parametre v rôznych prostrediach pre káble, funkčné v požiari s rôznymi požiarovými bariérami (sklosľudová páska s dvomi typmi sľudy v kombinácii s XPE a LSZH oproti tzv. keramizujúcim nanobariéram na báze XLSZH a silikónového kaučuku) vrátane porovnania ich účinnosti. Bola navrhnutá optimálna konštrukcia káblov, funkčných v požiari s kombinovanými požiarovými bariérami, ktoré sa ukázali účinnejšie, vrátane typových skúšok.

Druhým významným výsledkom je návrh konštrukcie a technológie výroby káblov do prostredí primárnej zóny jadrových elektrární, bola dosiahnutá životnosť 40 rokov bežnej prevádzky, následnej LOCA (Loss of Coolant Accident, tzv. havária veľkých únikov) a následnej SA (Severe Accident, ťažkej havárie) pre reaktory typu VVER 440. Meraním bol následne overený redukčný faktor pre prúd pri teplote 270 °C (maximálna teplota pri SA). Pre potreby hodnotenia káblov, funkčných v požiari boli v rámci riešenia navrhnuté viaceré nové metódy hodnotenia ich spoľahlivosti a životnosti:

Metodiky pre simuláciu a hodnotenie multifunkčných vplyvov prostredí:

- hodnotenie elektrických vlastností samostatných žíl a káblov pri vysokých teplotách vo vode
- hodnotenie elektrických vlastností samostatných žíl a káblov pri vysokých teplotách na vzduchu pre teploty až do 500 °C
- hodnotenie elektrických vlastností žíl a káblov pri kombinovanom vplyve teploty a vlhkosti
- Metodiky na hodnotenie vlastností požiarovych bariér a ich zložiek
- skenovacia elektrónová mikroskopia aplikovaná pri hodnotení zloženia jednotlivých zložiek požiarovych bariér
- termogravimetrická analýza ako metóda, simulujúca správanie bariér pri teplotách požiaru, resp. skúšok funkčnosti v požiari pre teploty nad 1 000 °C
- DSC analýza plášťových materiálov

Metodiky na hodnotenie funkčných vlastností káblov, funkčných v požiari

- meranie mechanických vlastností modelov káblov pri teplotách prevádzky káblov (pevnosť v ťahu, ťažnosť pri pretrhnutí, torzné namáhanie, namáhanie ohybom, odolnosť voči natrhnutiu) pre teploty od 25 °C do 90 °C
- testy radiačnej odolnosti káblov a žíl s dávkami od 350 do ca 1 000 kGy
- meranie redukčného faktora káblov pri vysokých teplotách

V rámci riešenia boli vyvinuté dva nové prototypy aparátúr na hodnotenie elektrických vlastností samostatných žíl a káblov pri vysokých teplotách, jedna pre testy vo vode, druhá na vzduchu pre teploty až do 500 °C, s touto oblasťou hodnotenia káblov súvisí aj podaný patent PP 38-2019.

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

Cieľom riešenia projektu bol materiálový a konštrukčný výskum káblov, funkčných v požiari pre vybrané definované typy agresívnych prostredí, ktorým môžu byť káble počas prevádzky vystavené. Hlavným cieľom riešenia bolo porovnanie účinnosti rôznych materiálov a konštrukcií ohňuvzdorných bariér pre káble, zabezpečujúce ich funkčnosť v požiari, optimalizácia kompozitných nanomateriálov a typov sľudy pre túto aplikáciu.

Výsledkom riešenia je návrh optimálnej konštrukcie káblov, funkčných v požiari vrátane

typových skúšok. Významným dosiahnutým výsledkom je návrh konštrukcie skupiny tzv. LOCA SA káblov pre primárnu zónu JE. Podstatné výsledky boli dosiahnuté aj v oblasti zlepšenia funkčných a úžitkových vlastností káblov, funkčných v požiari. Tu treba spomenúť predovšetkým nové metódy hodnotenia elektrických vlastností káblov pri vysokých teplotách vrátane návrhu dvoch aparatúr a prihláška patentu. V rámci riešenia boli dosiahnuté aj viaceré ďalšie prínosy, z ktorých možno spomenúť 26 publikácií, z toho 3 indexované a 4 diplomové práce, výsledky sú za celé obdobie riešenia. Na základe dosiahnutých výsledkov riešenia boli spracované 2 návrhy projektov, obidva boli vybrané na financovanie. Dosiahnuté výsledky prinesú po krátkej vývojovej fáze viaceré nové realizácie výrobkov, kde už v prvom roku po ukončení riešenia plánuje VUKI a.s. dosiahnuť ako ich realizátor tržby na úrovni minimálne 30 tis. EUR. Výsledky sú podrobne opísané v správach z riešenia a zoznamoch výstupov a prínosov projektu za jednotlivé roky riešenia projektu.

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

The aim of the project was research of materials and design for cables functional in fire in selected and defined types of aggressive environments to which can be cables exposed during operation. The main objective of the research was to compare the efficiency of different materials and designs of fireproof barriers for cables to ensure their functionality in the fire, the optimization of composite nanomaterials and types of mica for this application. The result of the project research is the design of the optimal construction of cables, functional in fire, including type tests. A significant results were achieved in the design of the construction of the so-called LOCA SA cables for the primary NPP zone. Important results have also been achieved in the field of improving the functional and utility properties of fire-functional cables. As next significant project results we also present new methods for evaluating the electrical properties of cables at high temperatures should be mentioned here, including the design of two devices and patent application. Several other results have been achieved within the process of research project. We can mention 26 publications, 3 of them indexed and 4 diploma thesis. Based on the achieved results of the research, two project proposals have been prepared and both of them were selected for funding. These achieved results will bring also a number of new products after a short development phase. VUKI a.s. wants to achieve in the first year after the end of the research, as the implementer of the results, incomes of at least 30 thousand EUR from the sale of new products. The results are detailed in the reports from the solution and in the outputs and benefits of the project for each project year.