

Káble s vylepšenými vlastnosťami v požiari



Juraj Packa

Fakulta elektrotechniky a informatiky STU,
Ústav elektroenergetiky
a aplikovanej elektrotechniky



Janka Sulová

VUKI, a. s.



Vladimír Šály

Fakulta elektrotechniky a informatiky STU,
Ústav elektroenergetiky
a aplikovanej elektrotechniky



Pavol Kollárik

KABTOP, s. r. o.

ABSTRAKT: V posledných rokoch sa zosilňuje trend nahrádzania elektroizolačných káblových materiálov obsahujúcich halogény bezhalogénovými izoláciami. Ďalším trendom v oblasti požiarnej bezpečnosti stavieb je udržanie vybraných obvodov v prevádzke v požiari požadovaný čas. Cieľom týchto opatrení je zvýšiť pravdepodobnosť záchrany ľudských životov a minimalizovať materiálne škody. V príspevku sa zaoberáme niektorými vlastnosťami káblov s vylepšenými vlastnosťami v požiari a prezentované sú aj experimentálne výsledky termomechanických vlastností ich plášťov.

KLÚČOVÉ SLOVÁ: káble, mechanické vlastnosti plášťov, požiarne vlastnosti káblov, reakcia na oheň, oheň retardujúce

ABSTRACT: The trend of replacing electrical insulating cable materials containing halogens with halogen-free insulations has been increasing in recent years. Another trend in the field of fire safety of buildings is to maintain some circuits in operation in a fire conditions during specific time. The aim of these measures is increased probability of saving human lives and minimizing material damage. This paper deals with some features of cables with enhanced fire properties and some experimental testing of their thermo-mechanical properties of sheaths is presented, too.

KEYWORDS: cables, mechanical properties of sheaths, fire performance of cables, reaction to fire, fire retardant

Úvod

V súčasnosti sa kladie čoraz väčší dôraz na zvyšovanie požiarnej bezpečnosti stavieb. Vo všeobecnosti požiare spôsobujú smrteľné úrazy, poškodenie zdravia a obrovské materiálne škody. Z tohto dôvodu je pochopiteľné, že úsilie vedy, výskumu a technickej praxe smeruje k prevencii vzniku požiarov a v prípade vypuknutia k minimalizácii ich následkov.

Významným nástrojom na zvyšovanie požiarnej bezpečnosti je technická normalizácia.

Vzhľadom na skutočnosť, že bol vytvorený pomerne rozsiahly národný systém požiadaviek požiarnej bezpečnosti elektrických inštalácií, je Slovensko v oblasti požiarnej bezpečnosti elektrických inštalácií a stavebných výrobkov lídrom EÚ [1].

Na minimalizáciu škôd pri požiari je potrebné kombinovať pasívnu a aktívnu ochranu. Pasívna ochrana zahŕňa riešenia vhodných stavebných výrobkov a konštrukcií, ktoré neprispievajú k šíreniu požiaru. Aktívna ochrana súvisí s činnosťami dôležitými na identifikáciu

ohňa, vyhlásenie poplachu, aktivovanie automatického hasenia a ďalších dôležitých činností.

Neoddeliteľnou súčasťou budov sú aj káble a káblové systémy. Napriek tomu, že káble nebývajú vždy príčinou požiaru, sú bezpochyby potenciálnym nebezpečenstvom aj v prípadoch, keď požiar vznikne z úplne iných dôvodov. Káble a káblové trasy môžu rôznym spôsobom prispievať k samotnému požiaru, a to v závislosti od ich konštrukcie, izolačného a plášťového materiálu, spôsobu inštalácie a ich celkového množstva v rámci ohrozeného priestoru atď. Napríklad môžu prispievať k šíreniu požiaru z miesta vzniku naprieč celou budovou, pričom ich toxické splodiny pri horení, hustota a korozivita dymu môžu mať fatálne následky na evakuáciu osôb.

Požiadavky na káblové rozvody z hľadiska káblov s vylepšenými vlastnosťami v požiari

V posledných rokoch významným spôsobom narastá na trhu podiel káblov a káblových izolácií s vylepšenými

vlastnosťami v požiari. Tento trend priamo súvisí s viacerými katastrofickými udalosťami, pri ktorých zahynulo množstvo ľudí a vznikli rozsiahle materiálne škody (napríklad tunel podzemnej lanovky Kitzsteinhorn 2000, letisko v Düsseldorfe 1996, londýnske metro 1987) [2]. Prispieva k tomu aj európska legislatíva, konkrétne **Regulation (EU) No 305/2011 of the European Parliament**, Construction Product Regulation, CPR, ktorá vyžaduje pre každý kábel zabudovaný do stavby definovať jeho triedu reakcie na oheň.

Žiaľ, ak neuvažujeme káble s minerálnou izoláciou, ktoré neobsahujú žiadne horľavé súčasti, musíme pri ostatných typoch káblov pripustiť potenciálne požiarne riziko. Izolačné a plášťové zmesi káblov sú tvorené z polymérov, ktoré sú za istých okolností horľavé.

Na otestovanie vlastností izolačných a plášťových zmesí, ako aj samotných káblov a káblových systémov v požiari, bolo vyvinutých množstvo testov. Samozrejme je možné polemizovať o tom, ktoré testy v laboratórnych podmienkach a v akej miere odrážajú reálnu situáciu. Diskusie na túto tému neustávajú a vývoj nových metód je permanentnou výzvou pre vedeckú obec aj do budúcnosti. V každom prípade závažné testy na určenie vlastností izolačných materiálov a káblov v požiari, ktoré sú vyžadované v technickej praxi, sú predpísané príslušnými technickými normami. Aj dnes sa v technickej praxi vyskytujú rôzne úrovne aplikácie káblov s vylepšenými vlastnosťami v požiari. V niektorých prípadoch, kde je prijateľné riziko ohrozenia života, zdravia a majetku, možno použiť aj káble na báze PVC zmesí, ktoré sú samozhášavé, v požiari však produkujú hustý dym s jedovatým a korozívnym HCl.

Na druhej strane niektoré priestory vyžadujú prísne požiadavky na bezhalogénové emisie, nízku dymivosť a horľavosť, ako aj zabezpečenie trvalej dodávky pre niektoré obvody.

V priebehu posledných desaťročí sa pohľad na požiaru bezpečnosť, a tým aj na káble a káblové systémy zmenil, pričom požiadavky sa významne sprísnil.

V tejto oblasti nastal „technický boom“ a na trh sa dostávajú káble s vylepšenými vlastnosťami v požiari. Uplatneniu takýchto káblov v technickej praxi významne pomáha aj súčasná legislatíva. Na Slovensku používanie káblov s vylepšenými vlastnosťami v požiari predpisuje Vyhláška Ministerstva dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja SR č. 162/2013 Z. z. [3], ako aj Vyhláška Ministerstva vnútra SR 94/2004 Z. z. [4] v znení neskorších predpisov, ktorá sa odvoláva na normu STN 92 0203 [5].

Predmetná norma stanovuje vo svojich prílohách požiadavky na funkčnú odolnosť trasy káblov na trvalú dodávku elektrickej energie a požiadavky na káble z hľadiska tried reakcie na oheň (TRO) a doplnkových klasifikácií.

Vo všeobecnosti možno z hľadiska požiarnej bezpečnosti rozdeliť požiadavky na káblové rozvody na dve

základné oblasti. Prvá priamo súvisí s vplyvom káblových inštalácií na požiar. V tejto súvislosti možno spomenúť vlastnosti ako horľavosť (šírenie požiaru), tvorba dymu, toxicita a korozivita spodín horenia.

Na základe výsledkov skúšok sú káble klasifikované do jednotlivých tried reakcie na oheň (TRO) a doplnkových klasifikácií. Podľa tejto klasifikácie norma STN 92 0203 stanovuje v prílohe B požiadavky na káble vedené na streche stavby a cez vybrané priestory. Napríklad pre lôžkové oddelenia nemocníc, jasle a zhromažďovacie priestory musia káble spĺňať z hľadiska triedy reakcie na oheň a doplnkových klasifikácií úroveň **B2_{ca}-s1, d1, a1**.

B2_{ca} znamená, že bola uskutočnená skúška horenia káblov vo zväzku, kde celkové množstvo uvoľneného tepla z káblov za $1\ 200\ s \leq 15\ MJ$, pričom najvyššia hodnota rýchlosti uvoľňovania tepla $\leq 30\ kW$, šírenie plameňa $\leq 1,5\ m$ a rýchlosť rozvoja požiaru $\leq 50\ Ws^{-1}$.

Písmeno **s1** vyjadruje celkové množstvo vývinu dymu $TSP_{1200} \leq 50\ m^3$ a okamžité množstvo uvoľneného dymu $SPR \leq 0,25\ m^3/s$. Doplnková klasifikácia **d1** hovorí o tom, že neexistujú žiadne horiace kvapky/častice pretrvávajúce dlhšie ako 10 s počas 1 200 s. Všetky uvedené parametre sú overované normou STN EN 50399. Doplnková klasifikácia **a1** je testovaná v zmysle normy STN EN 60754-2:2015 stanovujúca vodivosť $< 2,5\ S/mm$ a $pH > 4,3$.

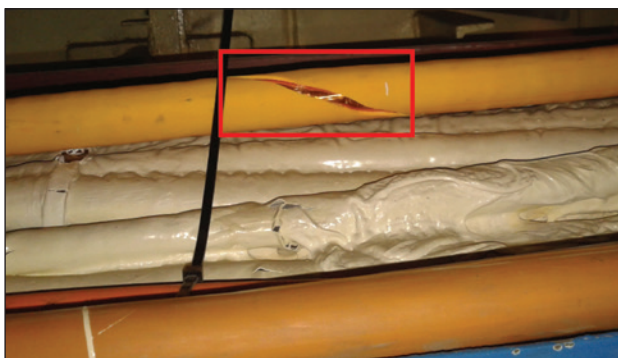
Druhou oblasťou požiadaviek na káblové rozvody z hľadiska požiarnej bezpečnosti je zabezpečenie dodávok elektrickej energie v požiari pre požiaro-technické a technologické zariadenia, signalizačné a ovládacie obvody súvisiace s evakuáciou osôb a iné.

V tomto prípade hovoríme o takzvanej funkčnej odolnosti elektrickej inštalácie v požiari. Požiadavky na funkčnú odolnosť trasy káblov sú súčasťou normy STN 92 0203, ktorá v prílohe A vymenúva jednotlivé zariadenia so zabezpečením trvalej dodávky elektrickej energie počas stanoveného času. Napríklad zariadenie na odvod tepla a spodín horenia musí byť v prevádzke v požiari minimálne 60 minút, zariadenie na ovládanie požiarneho uzáveru, uzatvorenie prívodu plynu minimálne 30 minút, atď.

Stabilita štandardných prevádzkových vlastností káblov

Jednou z možností zlepšovania vlastností káblov v požiari je pridávanie retardérov horenia a ďalších prísad do štandardných izolačných a plášťových materiálov. Medzi takto vylepšené vlastnosti možno považovať spomalenie, respektíve potlačenie horenia, eliminovanie vzniku horiacich kvapiek a toxických spodín z materiálov atď. Vďaka týmto vlastnostiam majú osoby podstatne vyššiu šancu dostať sa z miesta vypuknutia požiaru do bezpečia a znížiť materiálne škody na majetku.

Napriek tomu, že pre káble a materiály s vylepšenými vlastnosťami v požiari je správanie súvisiace s požiarom



Obr. 1: Špirálové prasknutie pláštá s vylepšenými vlastnosťami v požiari po cca trojročnej prevádzke

prioritné, nesmieme zabúdať aj na ďalšie dôležité prevádzkové vlastnosti. Prípadné zmeny prevádzkových vlastností izolácií z dlhodobého hľadiska môžu súvisieť s modifikáciami izolačných a plášťových zmesí na zvýšenie ich požiarnej odolnosti alebo všeobecne zlepšenie ich správania v požiari. Pre prevádzkovateľov je však dlhodobá stabilita prevádzkových vlastností dôležitá nielen z hľadiska bezpečnosti, ale aj ekonomickej návratnosti. Vlastnosti bežne používaných izolácií ako sú chemická odolnosť, elektrická pevnosť, izolačný odpor, nasiakavosť, bod mäknutia, mechanické vlastnosti, odolnosť voči teplu a chladu a iné, musia byť vyhovujúce vzhľadom na prostredie a podmienky prevádzky elektrických zariadení počas celej prognózovanej životnosti. Podľa našich skúseností bežné testy v zmysle platných STN noriem prezentované výrobcami v technických podmienkach nedokážu dostatočne overiť prípadné zmeny vlastností káblov v dlhodobom horizonte. Problém je zložitejší, keď sa v prevádzke vyskytne neočakávaný degradačný činiteľ, ktorému nikto nevenoval pozornosť, pretože predchádzajúce inštalované káble sa s ním dokázali bez problémov vyrovať.

Môžeme uviesť príklad z praxe, keď cca po troch rokoch prevádzky došlo k špirálovému prasknutiu pláštá s vylepšenými vlastnosťami v požiari (obr. 1).

V danom prípade šlo o plášť z termoplastického LSZH (Low Smoke Zero Halogen), ktorý bol s vysokou pravdepodobnosťou po inštalácii namáhaný torznými silami. Následkom dlhodobého pôsobenia týchto síl došlo k špirálovému prasknutiu.

Podľa nášho názoru, ak by bol v tomto prípade namiesto pláštá z termoplastického LSZH použitý plášťový materiál zo silánom sieťovateľného XLSZH, poškodenie zdokumentované na obr. 1 by sa pravdepodobne úplne eliminovalo alebo aspoň významne zmenšilo.

K takémuto tvrdeniu nás oprávňuje laboratórny test porovnania termomechanických vlastností termoplastického LSZH a silánom sieťovateľného XLSZH. Na porovnanie termomechanických vlastností materiálov LSZH a XLSZH boli vybrané vzorky 5-žilových káblov s vrchným plášťom z termoplastického LSZH a zo sieťovaného XLSZH.



Obr. 2: Pohľad na výsledky testov vzoriek káblov s plášťom z termoplastického LSZH a silánom sieťovateľného XLSZH

Z káblov boli pripravené nasledovné súbory vzoriek:

- po tri vzorky na ohyb s priermi ohybu 2xD, 4xD, 6xD, D-priemer kábla

- po dve vzorky s priermi ohybu 0xD, 8xD, 10xD, 12xD (12D je obvyklý, výrobcami povolený polomer ohybu)

- po dvoch vzorkách torzia kábla 1 x 360° + 1 x 180°. Vzorky boli umiestnené do termostatu, vyhriateho na rôzne teploty v intervale od 60 °C do 80 °C. V stanovených časových intervaloch boli vzorky vizuálne hodnotené, sledovaný bol stav pláštá každých 24 h.

Výsledky možno zhrnúť nasledovne: Pre káble s plášťom z termoplastického LSZH všetky káble s testovanými polermi ohybu (vrátane 0xD) vydržali 60 °C – 72 hodín bez poškodenia. Vzorky s polermi ohybu 0xD, 1xD, 2xD praskli pri teplote 70 °C do 24 hodín po vložení do termostatu. Vzorky s polermi ohybu 4xD, 5xD, 6xD praskli pri teplote 80 °C do 24 hodín po vložení do termostatu. Vzorky s polomerom ohybu 12D, ktorý bežne garantujú výrobcovia káblov pre tieto konštrukcie káblov, nebol poškodený ani po 72 hodinách skúšky. Pre torzne namáhané vzorky došlo k popraskaniu vzorky pretočenej o 360° pri teplote 80 °C do 24 hodín od vloženia do termostatu. Vzorka pretočená o 180° ostala nepoškodená počas celého hodnotenia, rovnako ako vzorky s polomerom ohybu 12 D.

Vzorky káblov s plášťom so silánom sieťovaného XLSZH materiálu ostali nepoškodené počas všetkých opísaných skúšok. Skúšky jednoznačne potvrdili významne lepšiu termomechanickú odolnosť pre plášťový materiál XLSZH [6].

Napriek tomu, že materiál pláštá z LSZH v niektorých testoch nevyhovoval, treba pripomenúť, že uskutočnený experiment možno z hľadiska intenzity považovať za veľmi náročný.

Záver

Technická prax ukazuje, že testy a skúšky predpísané platnými STN normami nedokážu dostatočne preveriť dlhodobú stabilitu vlastností izolácií a plášťov. Z tohto dôvodu by mali byť nové izolačné a plášťové materiály a ich zmesi podrobené oveľa náročnejším a intenzívnejším testom vybraných vlastností. Mohlo by sa tým predísť mnohým „nemilým prekvapeniam“, keď kábové trasy s projektovanou životnosťou 30 – 40 rokov

po niekoľkých rokoch prevádzky preukazujú nečakané zmeny prevádzkových vlastností.

Tento poznatok sa obzvlášť týka káblov s vylepšenými vlastnosťami v požiari, kde pridávanie retardérov, plnív a ďalších prísad s cieľom zlepšiť ich vlastnosti v požiari môže viesť k významným zmenám iných dôležitých vlastností počas dlhodobej prevádzky.



Podakovanie

Tento článok bol podporovaný Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-19-0049, APVV-18-0029 a Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt Medzinárodné centrum excelentnosti pre výskum inteligentných a bezpečných informačno-komunikačných technológií a systémov – II. etapa, kód ITMS: 313021W404, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.



Literatúra:

- [1] GILIAN, F, DEKÁNEK, J. Požiarna bezpečnosť stavieb nielen pre elektrotechnikov. Odborná publikácia, Slovenský elektrotechnický zväz – Komora elektrotechnikov Slovenska, 2016, ISBN 978-80972318-1-1.
- [2] VERBICH, O, SULOVA, J, IZAKOVIČ, Š. Vývoj pohľadov na nehorľavosť káblov. Časopis pre elektrotechniku a energetiku, str. 23 – 25, 3/2008.
- [3] Vyhláška Ministerstva dopravy výstavby a regionálneho rozvoja SR č. 162/2013 Z. z., ktorou sa ustanovuje zoznam skupín stavebných výrobkov a systémy posudzovania parametrov, Časová verzia predpisu účinná od 1. 1. 2019.
- [4] Vyhláška MV SR 94/2004 Z. z., ktorou sa ustanovujú požiadavky na protipožiarnu bezpečnosť pri výstavbe a užívaní stavieb. Časová verzia predpisu účinná od 1. 3. 2020.
- [5] STN 92 0203: Požiarna bezpečnosť stavieb. Trvalá dodávka elektrickej energie pri požiari, 2013.
- [6] Výskum nových konštrukčných a materiálových riešení káblov pre náročné prostredia s nebezpečenstvom požiaru, zaplavenia a pod., APVV-15-0110, VUKI, 2016 – 2020.

Juraj Packa, doc. Ing. PhD. – ukončil inžinierske, doktorandské, habilitačné konanie na FEI STU v Bratislave. Od roku 2018 pracuje na Ústave elektroenergetiky a aplikovanej elektrotechniky FEI STU v Bratislave vo funkcii docenta. Oblasťou jeho odborného záujmu sú elektroizolačné systémy, fotovoltika, káble a káblová technika.

Janka Sulová, Ing. – po ukončení inžinierskeho štúdia na CHTF SVŠT Bratislava (FCHPT STU) nastúpila do Výskumného ústavu káblov a izolantov, dnes VUKI, a. s. Oblasťou jej odborného záujmu sú elektroizolačné systémy, predovšetkým polymérne materiály pre káble, vodiče a príslušenstvo, ich funkčné a spracovateľské vlastnosti a životnosť v rôznych prostrediach.

Vladimír Šály, prof. Ing. PhD. – ukončil inžinierske, doktorandské, habilitačné a inaguračné konanie na FEI STU v Bratislave. Od roku 2015 pracuje na Ústave elektroenergetiky a aplikovanej elektrotechniky FEI STU v Bratislave vo funkcii profesora. Oblasťou jeho odborného záujmu sú materiály, fotovoltika, obnoviteľné zdroje energie, dielektrické a polovodičové štruktúry.

Pavol Kollárik, Ing. – Po ukončení inžinierskeho štúdia na FEI STU v Bratislave nastúpil do Výskumného ústavu káblov a izolantov, dnes VUKI, a. s., ako výskumný pracovník pre oblasť dátových metalických a optických káblov. Od polovice 90. rokov je konateľom firmy Kabtop, ktorá spolupracuje s VUKI okrem výroby káblov aj na projektoch výskumu a vývoja špeciálnych káblov a vodičov. Oblasťou jeho odborného záujmu je materiálový a technologický výskum v oblasti elektroizolačných systémov a káblov. Je aktívny aj v oblasti návrhov nových konštrukcií káblov a vodičov.

Členové redakčnej rady:

Ing. Josef Fiřt, Ing. Martin Hájek, Ing. Ladislav Havel, Ph.D., Mgr. Petr Holubec, prof. Ing. František Janiček, Ph.D., Ing. Jan Kanta, Ing., Mgr. Vít Klein, Ph.D., Mgr. Aleš Laciok, prof. Ing. Pavel Noskíevič, CSc., Mgr. Hana Klímová, Ing. Ludmila Petráňová, Ing. František Plecháč, Ing. Roman Portužák, CSc., prof. PO, Dipl.-Ing. Tadeas Rusnok, Ing. Pavel Šolc, Bc. Zuzana Šolcová, Ing. Zdeněk Špaček, prof. Ing. Josef Tlustý, CSc., Ing. Aleš Tomec, Ing. Vladimír Vácha, Ing. Miroslav Vrba, CSc.

Vědecká rada:

Ing. Jiří Bartoň, CSc., Ing. Josef Bubeník, doc. Ing. Jiří Dudorkin, CSc., doc. Ing. Miroslav Hájek, Ph.D., doc. Ing. Břetislav Janeba, CSc., Ing. Petr Karas, CSc., Ing. Pavel Kraják, doc. Ing. Zbyněk Martínek, CSc., doc. Ing. Karel Máslo, CSc., Mgr. Jan Mertl, Ing. Jan Rataj, Ph.D.

Vydavateľ a nakladateľ:

Asociace energetických manažerů (AEM)
Ortenovo náměstí 15a, 170 00, Praha 7, Praha, Česká republika

Vedoucí redaktorka:

Kateřina Hamzová, tel.: 602 513 006
e-mail: katerina.hamzova@casopisenergetika.cz

Najdete nás také na Facebooku.

Předplatné v ČR:

Distribuci pro předplatitele provádí v zastoupení vydavatele společnost SEND Předplatné, spol. s r.o.,
Ve Žlíbku 1800/77, Hala A3, 193 00 Praha 9 Horní Počernice,
tel.: 225 985 225, 777 333 370, e-mail: send@send.cz

Předplatné v zahraničí:

MediaCall s.r.o., Vídeňská 546/55, 639 00 Brno, tel.: +420 532 165 165,
e-mail: export@mediacall.cz, www.predplatnedozahranici.cz

Předplatné v SR:

Distribuci předplatitelům provádí Mediaprint-Kapa Pressegrasso, a.s., oddelenia inej formy predaja, Vajnorská 137, P.O.Box 183, 830 00 Bratislava 3, tel.: 00421 244 458 821, 00421 244 458 816, 00421 244 442 773, fax: 00421 244 458 819, e-mail: predplatne@abompkapa.sk; Magnet-Press Slovakia, s.r.o., Šustekova 10, P. O. Box 169, 833 00 Bratislava, SR, tel.: 00421 267 201 931-33, fax: 00421 267 201 910, e-mail: casopisy@press.sk, predplatne@press.sk; Slovenská pošta, SPT, nám. Slobody 27, 810 05 Bratislava, tel.: 00421 254 416 912, fax: 00421 254 419 906, e-mail: predplatne@slpostas.sk

Sazba: Renata Brtnická

Tisk: Grafotechna Plus, s.r.o.

Vychází jako dvouměsíčník. Cena 90 Kč. Otsik povolen se souhlasem redakce a se zachováním autorských práv. Index 46 507, ISSN 0375-8842.

© Asociace energetických manažerů (AEM)



Vyberte si nejvýhodnější fotovoltaiku od ČEZ

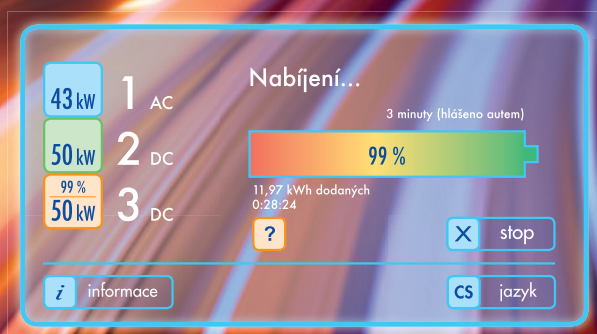
Na míru vašemu domu. V ČEZ technologie vyvíjíme,
testujeme a také vám je na klíč nainstalujeme.
Proto za ně ručíme na desítky let dopředu.



www.cez.cz/fotovoltaika

JSME S VÁMI. SKUPINA ČEZ

ROZŠIŘUJEME SÍŤ DOBÍJECÍCH STANIC V CELÉ ČR

The logo for IPRE, with 'IPRE' in white and 'E' in red on a dark blue background.

www.premobilita.cz



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Doprava

Ministerstvo
dopravy 

www.casopisenergetika.cz

ENERGETIKA

A.e.M
ASOCIACE
ENERGETICKÝCH
MANAŽERŮ

ODBORNÝ ČASOPIS PRO ELEKTRÁRENSTVÍ, TEPLÁRENSTVÍ A UŽITÍ ENERGIE

3 2021
ročník 71

Rozhovor
s předsedou
představenstva SEPS

**Petrem
Dovhunem**

Slovenská elektrizačná
SEPS
prenosová sústava, a. s.

Energetická chudoba –
způsoby měření
a její rozsah v ČR

COVID-19
a rok-20
v české energetice

Fotovoltaika
se změnila, debata
o ní příliš ne

Národní
energetické soustavy
podle WEC



ROZHOVOR
s předsedou
představenstva SEPS
Petrem Dovhunem

strana 137

PRŮMYSLOVÁ ENERGETIKA

Názory některých politiků na těžký průmysl
ohrožují budoucí ekonomickou prosperitu Česka
Karel Šimeček

strana 140

ENERGETICKÝ REGULAČNÍ ÚŘAD

COVID-19 a rok-20 v české energetice

Jan Šefránek

strana 143

OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE

Fotovoltaika se změnila,
debata o ní příliš ne

Jan Krčmář

strana 147



ELEKTROMOBILITA

Kolik se bude prodávat aut do zásuvky?

Předpovědi se liší i dvojnásobně

Ondřej Synek

strana 150

POZICE ČR – INDEX WEC

Vývoj výkonnosti národních energetických soustav
podle WEC

Miroslav Vlček

strana 152

AKTUÁLNĚ

PD Doctor – unikátní systém pro zvýšení
spolehlivosti a bezpečnosti provozu elektrických
sítí a energetických zařízení a pro snížení
provozních nákladů a emisí CO₂

PD Doctor - výsledky a provozní zkušenosti

Jiří Zaoralek, Bedřich Beneš

strana 159

ENERGETICKÁ CHUDOBA

Energetická chudoba – způsoby měření
a její rozsah v České republice

Vladimír Kubeček, Lucie Burešová, Karel Šafr

strana 163

AKTUÁLNĚ

Funkční testování
automatizačních
systémů rozveden
dle normy IEC 61850

Christian Brauner

strana 166



TRANSFORMACE ENERGETIKY

Význam kapitálových trhů pro
transformaci energetiky – právní pohled

Zdeněk Petrášek

strana 171

INFORMUJEME VÁS

Informace o výzkumu a vývoji v energetice

Miroslav Marvan

strana 174

AKTUÁLNĚ

Varování před hrozbou rozpadu
elektrizační soustavy ČR

Realistická energetika a ekologie

strana 178

AKTUÁLNĚ

Nová studie vyzývá k renesanci
jaderné energie v EU

Skutečná nebezpečí globálního oteplování

Problémy s emisemi metanu

Zapomeňte na jadernou elektřinu,
přejte si jadernou energii

strana 180

POŽÁRNÍ BEZPEČNOST

Káble s vylepšenými vlastnostmi v požiari

Juraj Packa, Vladimír Šály,

Janka Sulová, Pavol Kollárik

strana 187