

Príspevok k poznatkom o životnosti káblov so zníženou horľavosťou pri ich zaplavení vodou

Verbich, O., Sulová, J., Lelák J., Packa, J. Váry M. - VUKI a.s., FEI, STU Bratislava

***Anotácia:** Konštrukcia i materiálové zloženie káblov so zníženou horľavosťou sa za pomerne živé obdobie od Černobyľskej tragédie ustálili. Podobne sa upokojil i vývoj metód ich hodnotenia, z pohľadu horenia, dymivosti a korozivity spalín. Ich použitie sa rozšírilo najmä v podzemných dráhach metra. V našom príspevku sa pokúšame porovnať dve konštrukčné riešenia izolovania žíl káblov a odolnosť takýchto káblov voči vode, nie požiaru, pretože ako sa zdá, sú tu častejšie potopy, ako požiar. Jedna skupina vzoriek má ovinuté Cu jadro sklosľudovou páskou, druhá má keramizujúcu obalovú vrstvičku ako súčasť izolácie žíl. V príspevku sú hodnotené zmeny elektroizolačných vlastností uvedených vzoriek káblov v procese dlhodobého pôsobenia vody. Táto práca je podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-99-011905.*

Úvod

V našom príspevku by sme sa chceli venovať starnutiu káblov z pohľadu významu konkrétnych degradačných vplyvov prostredia na tento proces. Definovanie kritérií životnosti kábla je dôležité tak z ekonomického ako i z bezpečnostného hľadiska a základným krokom je identifikácia reálnych činiteľov prevádzky, ktoré môžu spôsobovať zmeny životnosti káblov, od ktorých sa odvíja ich životnosť v danom prostredí.

Vplyvy prostredia, ktoré môžu významne ovplyvniť životnosť káblov, teda plášťa a následne izolácie, keď za „životnosť“ kábla budeme považovať buď stratu spoľahlivosti alebo zhoršenie elektroizolačného stavu žíl možno rozdeliť na vnútorné (materiálové a výrobné, konštrukčné a projektové, montážne a inštalačné) a vonkajšie (údržba trasy, jej prevádzka a vplyv prostredia). Vnútorné vplyvy sú obvykle vecou výrobcu, projektanta a realizátora káblvej trate a títo majú možnosti na ich potlačenie. Vonkajšie vplyvy s výnimkou údržby trasy sú len málo ovplyvniteľné. Z nich najvýznamnejšie vplývajú na životnosť káblov predovšetkým fyzikálne, chemické, klimatické vplyvy prostredia a najhorší je fakt, že väčšinou pôsobia súbežne, čím obmedzujú možnosti ich eliminácie v konštrukčnej a vývojovej fáze vzniku kábla. V praxi sa však napriek tomu najčastejšie stretávame so stanovením životnosti po urýchlennom termickom, resp. termooxidačnom starnutí, pričom meranými vlastnosťami sú buď mechanické alebo elektrické vlastnosti izolácie kábla. Dnešné polymérne materiály sú však bežne stavané na 20 000 hodín prevádzky pri max. povolenej teplote jadra kábla z pohľadu požiadaviek STN EN 60216 Elektroizolačné materiály - dlhodobá teplotná odolnosť. Väčším ohrozením životnosti a bezpečnosti káblvej trasy sú menej zohľadňované vplyvy prostredia, predovšetkým mimoriadne udalosti, spravidla živelné pohromy, ktoré môžu pôsobiť krátkodobo, a dodnes neboli definované kritéria životnosti káblov pod ich vplyvom. Po skúsenostiach so záplavami (napr. pražské metro), alebo aj bežnými zatopeniami budov v dôsledku porúch vodovodných potrubí, sme sa rozhodli sledovať vplyv vody na životnosť vybraných typov káblov.

Životnosť káblov so zníženou horľavosťou pri ich zaplavení vodou

V rámci riešenia projektu bol pripravený modelový pokus, zameraný na porovnanie životnosti dvoch typov káblov so zvýšenou požiarou odolnosťou rôznej konštrukcie pri dlhodobom účinku vody. Hodnotenú boli nasledovné typy káblov (konštrukcia je uvedená v tabuľke 1):

- 1) kábel typu 1-CHKE-V 3Ax1,5 - svetlooranžový
- 2) kábel typu 1-CXKE-V (O) 3x1,5 – tmavooranžový

Konštrukčný prvok	1-CHKE –V 3Ax1,5	1-CXKE –V (O) 3x1,5
Jadro	Cu, kruhové, 1,5 mm ²	Cu, kruhové, 1,5 mm ²
Protipožiarna bariéra	sklosfudová páska na jadre, hrúbka 0,3 mm, prekrytie min. 30 %	keramizujúca zmes, min. 0,4 mm
Izolácia	termoplastická so zníženou horľavosťou (KČ min 36 % O ₂), menovitá hrúbka 0,8 mm	zosietená so zníženou horľavosťou (KČ min 30 % O ₂), min. hrúbka 0,5 mm
Separáčna vrstva	bezhalogénová	bezhalogénová
Výplňové prvky	sklenené vlákna	impregnovaná páska
Plášť	termoplastický, so zníženou horľavosťou	termoplastický, so zníženou horľavosťou

Tab. 1 Konštrukcia nových oheň nešíriacich káblov (STN IEC 60331)

Napriek tomu, že káble sú deklarované ako káble funkčné v požiari podľa normy STN IEC 60 331, naše skúšky sú zamerané na vplyv vody, a tento parameter bol zvolený, pretože aj keď káble so zvýšenou odolnosťou v požiari sú určené pre vnútorné inštalácie budov, už viackrát došlo k zatopeniu takýchto inštalácií a z pohľadu ich konštrukcie sú použité izolačné a plášťové materiály oveľa „zraniteľnejšie“ voči vode ako napríklad neplnené polyméry. Možnosť diagnostikovania týchto káblov po dlhodobejšom účinku vody a definovanie ich ďalšej životnosti môže byť zaujímavé aj v technickej praxi pri odstraňovaní dôsledkov živelných pohrôm. Naším zámerom je aj preukázať na výhodu, resp. nevýhodu použitia jednej, alebo druhej konštrukcie v prípade, že sa tento kábel dostane do dlhodobého kontaktu s vodou, resp. že bude zatopený pri nejakej živelnéj udalosti.

Pred samotnými skúškami vplyvu vody boli na oboch typoch káblov vykonané vstupné merania. Keďže našim cieľom bolo pozorovať aj relatívne malé zmeny elektrofyzikálnych vlastností, zamerali sme sa na nasledovné merania:

- a) meranie frekvenčnej závislosti kapacity a stratového činiteľa,
- b) meranie teplotnej závislosti izolačného odporu,
- c) meranie polarizačných indexov,
- d) meranie pevnosti v ťahu a ťažnosti,
- e) meranie prierazného napätia izolácie žíl.

Príprava vzoriek a experimentálneho pracoviska

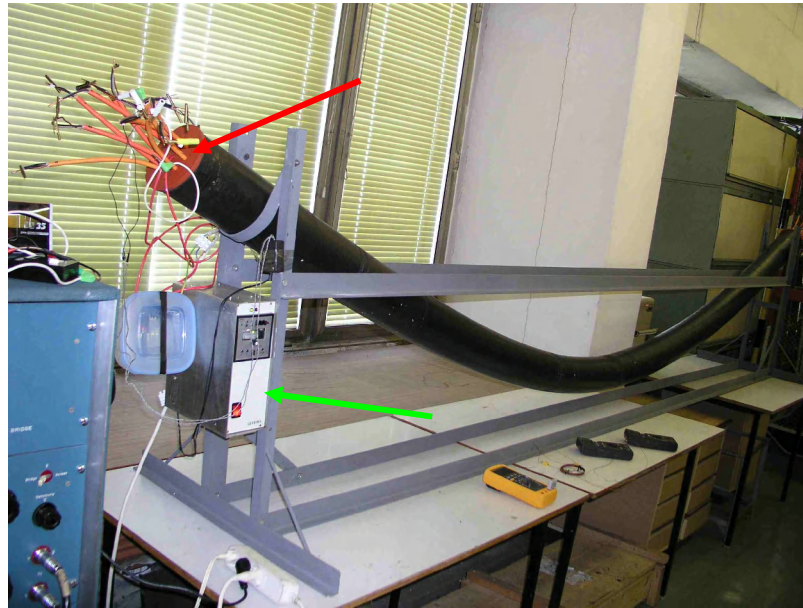
Z dodaných vzoriek káblov sme pripravili vzorky od dĺžky 5,2 m a meranie bolo vykonané v súlade s normou STN 34 7010-82/A1. Z každého typu kábla bolo pripravených po 8 vzoriek, z ktorých po dve boli použité pre vstupné merania a zvyšné boli použité pre overenie vplyvu vody na káble.

Všetky vzorky káblov boli počas overovacieho merania otestované na rovnorodosť svojich vlastností, pričom boli testované veličiny kapacita a stratový činiteľ pri frekvencii 50 Hz a izolačný odpor. Vzorky sa vzájomne nelíšili a preto mohli byť použité pre ďalšie merania.

Merania boli vykonávané vo vzduchovom termostate, pričom konce vzoriek boli vyvedené mimo termostatu. Testovanie vplyvu vody bolo vykonávané v zariadení, zhotovenom pre tento účel, ktoré pozostáva z oceľového držiaka a rúry o priemere 140 mm a dĺžky cca 5 m. Vzorky káblov boli umiestnené polyetylénovej rúre a utesnené v elastomérových priedochkách, ktoré zabezpečovali minimalizáciu úniku vody zo systému. Vzhľadom na skutočnosť, že dielektrické parametre sú spravidla závislé od teploty pri meraní, v polyetylénovej rúre boli umiestnené vyhrevné káble, ktoré stabilizovali teploty pri meraní, t.j. teplotu vody na 30°C (obr. 2). Na obrázku je tiež vidieť regulátor teploty označený

zelenou šípkou. Regulácia bola nastavená na $30 \pm 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$. V polyetylénovej rúre boli umiestnené vzorky a tiež snímače teploty – termočlánok typu K a platinový odpor Pt 100, ktorý slúžil na reguláciu teploty vody pri meraniach dielektrických vlastností.

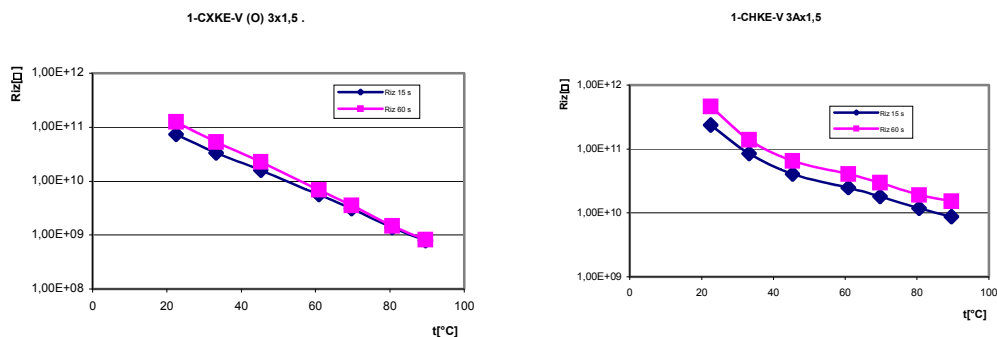
Meranie teploty bolo vykonávané pomocou merača teploty Fluke a meranie bolo vykonávané pomocou termočlánku typu K, ktorý bol umiestnený spolu s testovanými káblami vo vode. Poznamenávame, že vyhrievanie sa uskutočňovalo len počas prípravy na merania (minimálne 5 hodín pred meraním) a tiež medzi meraniami. Počas meraní dielektrických vlastností káblov vystavených vplyvu vody bol výhrevný systém odpojený, pretože ovplyvňoval výsledky meraní najmä kapacity a stratového činiteľa.



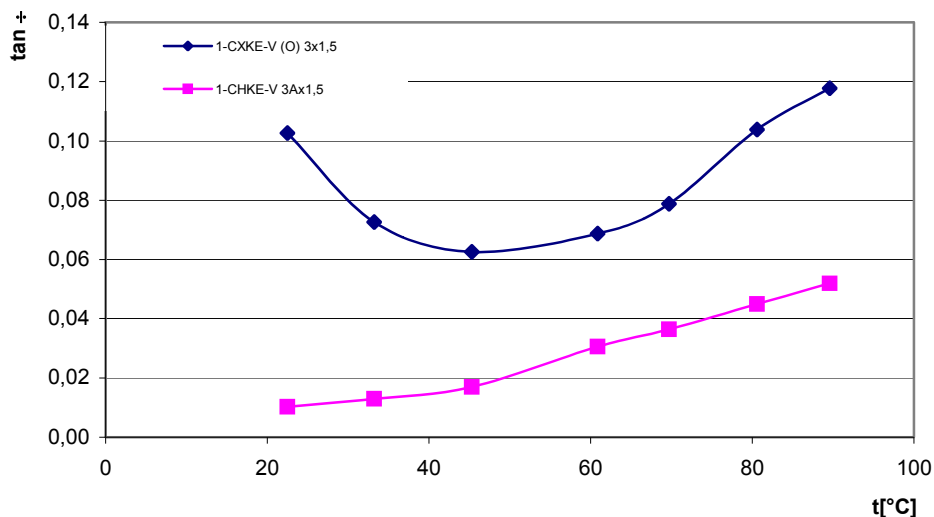
Obr. 1 Model merania vodou zaplavených káblov (priechodka - červená šípka, regulačný systém - zelená šípka).

Namerané výsledky v rámci vstupných meraní na kábloch

Namerané výsledky vybraných vstupných meraní na kábloch sú uvedené na nasledujúcich obrázkoch. Výsledky meraní budú v prednáške porovnávané s výsledkami káblov vystaveným dlhodobým účinkom vplyvu vody a tiež meraniami po jej odstránení (definovanie nevratného poškodenia káblov účinkom zatopenia).



Obr. 2, 3 Teplotná závislosť 15 sek. a minútového odporu káblov



Obr. 4 Teplotná závislosť stratového činiteľa meraných vzoriek

Záver

Už vstupné merania dvoch konštrukcií káblov, funkčných v požiaroch ukazujú, že vplyv konštrukcie na ich vlastnosti je významný. Vplyv dlhodobého účinku vody na ich vlastnosti tieto rozdiely ešte zväčšuje a najzaujímavejší údaj je definovanie nevratného poškodenia káblov vplyvom ich zatopenia, ktorý tiež umožňuje do budúcnosti preferovať jednu konštrukciu týchto káblov.

Literatúra

1. Lelák, J., Durman, V., Packa, J., Olach, O.: Diagnostics of Medium Voltage PVC Cables by Dissipation Factor Measurement at Very Low Frequency, Conference Record of the 2002 IEEE International Symposium on Electrical Insulation, Boston, MA USA, 2002
2. Verbich, O., Job, P.: Porovnanie plášťov koaxiálnych káblov pre TV napájače z hľadiska ich odolnosti proti prenikaniu vlhkosti. Sdělovací technika 10-11/1986
3. Sulová, J., Izakovič, Š.: Možnosti hodnotenia životnosti materiálov pre káble, EE, 12, 2006, č.6,

Autori

Ing. Otto Verbich, PhD., Ing. Janka Sulová, VUKI a.s. Rybníčná 38, SK – 831 07 Bratislava, e-mail verbich@vuki.sk,

Doc. Ing. Jaroslav Lelák, PhD., Ing. Juraj Packa, PhD., Ing. Michal Váry, FEI STU 812 19 Bratislava, Ilkovičova 3, e.mail: jaroslav.lelak@stuba.sk,