

VPLYV TEPLoty NA KVALITU IZOLÁCIE V NN ELEKTRICKEJ INŠTALÁCII Z HĽADISKA NORMÁLNEJ PREVÁDZKY A Z HĽADISKA SKRATU

Ing. František GILIÁN, *konateľ a výkonný riaditeľ, Expert požiarnej ochrany – auditor požiarnych konštrukcií, Generálny sekretár APPO SR, Fire Electric Institute s.r.o.*

Cieľom príspevku je oboznámiť účastníkov odborného seminára so základnými teplotnými degradačnými vplyvmi na vlastnosti izolačných materiálov v nízkonapäťových elektrických inštaláciách vo vzťahu k izolačným materiálom káblov a vodičov. Z dôvodu širokého sortimentu káblov sa obmedzím na káble do napätia 1 kV a zodpovedajúce izolačné a plášťové materiály.

Všeobecne o degradačných procesoch

Starnutie je záhadný proces. Nie je úplne pochopený ani biológmi ani filozofmi a tiež preň nenachádzajú komplexné vysvetlenie iné vedné disciplíny, vrátane gerontológie. V histórii každej dôležitej vednej oblasti, s výnimkou oblasti starnutia, sa dá nájsť niekoľko hlavných teórií, ktoré sa vyvíjali z množstva špekulatívnych hypotéz k jednej nanajvýš dvom pravdepodobným domnienkam. Ukazuje sa, že v prípade procesu starnutia sa to zatiaľ nedá.

Napriek tomu, že existuje niekoľko uznávaných interpretácií a zdôvodnení starnutia (genetická výbava, tempo života, tempo reprodukcie, oxidatívny stres, voľné radikály atď.), dnes možno jednoznačne povedať iba, že starnutie je definované ako vzájomné pôsobenie genotypu a prostredia, ktoré nemilosrdne posúva organizmus smerom k smrti. Postupný degradačný proces možno analyzovať, predpovedať, ale nemožno ho zastaviť.

Z tejto analógie sa dá vychádzať aj pri hodnotení alebo predpovedaní životnosti neživých systémov a teda aj elektroizolačných materiálov a následne káblov. Týmto sa v poslednom čase venuje významná pozornosť až do takej miery, že sa formuje nová vedná disciplína, ktorú možno nazvať technogerontológia. Pritom pre neživé systémy resp. materiály je proces starnutia ešte komplikovanejší, pretože spravidla nevieme ani presne definovať kritérium životnosti, t. j. „smrti“ materiálu.

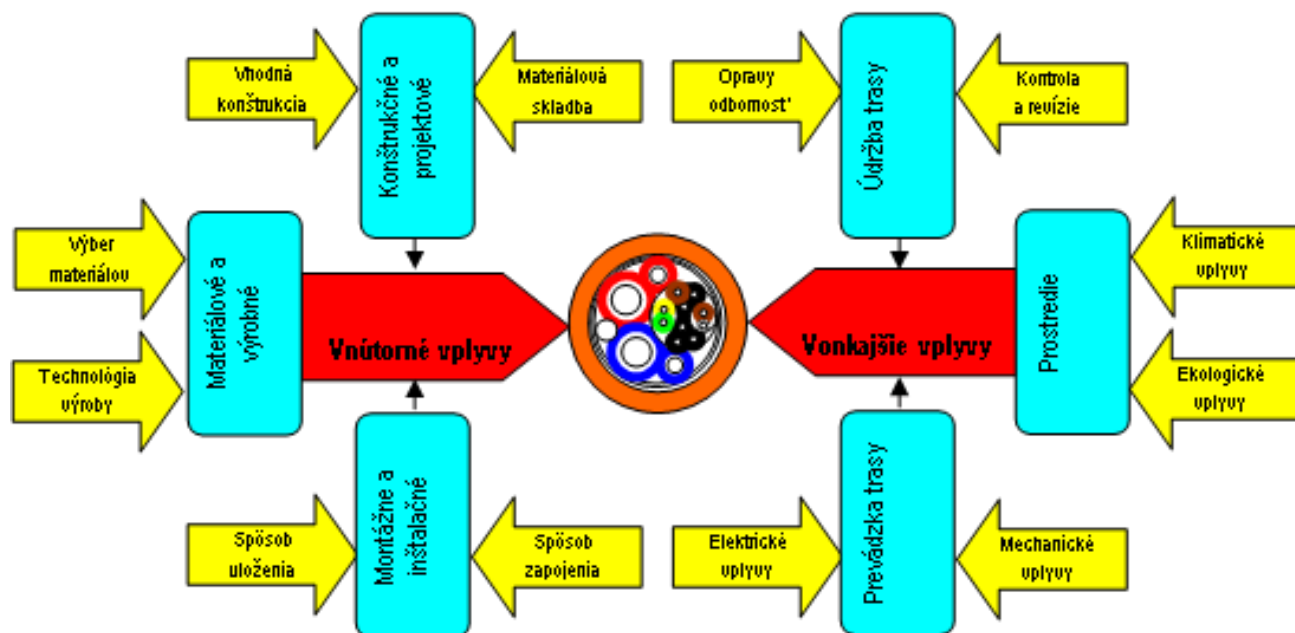
Degradačné vplyvy

Z pohľadu spoľahlivosti káblov sú ich najdôležitejšou súčasťou žily - vodiče, ktorých životnosť je podmienená použitými izolačnými materiálmi. Z tohto hľadiska je veľmi dôležité, aby boli známe ich vlastnosti a parametre nielen bezprostredne po ich výrobe a inštalácii, ale aby bolo možné prognózovať aj ich životnosť v bežných prevádzkových podmienkach kábla aj možnosť poškodenia v mimoriadnych podmienkach. Pritom pri prognózovaní životnosti je treba vziať do úvahy aj ďalšie skutočnosti, predovšetkým, že priamy degeneračný vplyv na žily môže nastať až po poškodení plášťa a tiež, že degradačné vplyvy významne ovplyvňuje spôsob uloženia, kde za najvýznamnejšie možno považovať, či sú káble určené pre vonkajšie alebo vnútorné použitie a potom či sú uložené pevne alebo počas prevádzky aj mechanicky namáhané.

Pri inováciách káblov a ich konštrukcii sú aplikované materiály, ktoré sú z dlhodobého hľadiska vhodné pre prostredia prevádzky káblovej trasy. Ale pri revíziách prehliadkach alebo mimoriadnych situáciách v prevádzke treba občas definovať, prípadne prehodnotiť zvyškovú životnosť kábla, pri nových ju zase bez rizika garantovať zákazníkovi. Preto je nutné pre každý materiál vedieť prognózovať jeho starnutie, t. j. degradáciu vplyvom prevádzkového prostredia.

Najťažším problémom pri analýze starnutia materiálu je jednak presné definovanie možných negatívnych vplyvov počas prevádzky a tiež, ako už bolo spomenuté vyššie, určenie kritérií životnosti, t. j. výberu kľúčovej vlastnosti, ktorá determinuje jeho funkčnosť a vhodnej metódy merania tejto vlastnosti. Definovanie kritérií životnosti kábla je teda dôležité tak z ekonomického ako aj z bezpečnostného pohľadu. Prvým krokom je identifikácia činiteľov prevádzky, ktoré môžu spôsobovať zmeny životnosti káblov, definovanie tzv. najslabšej súčasti zariadenia, od ktorej sa odvíja jeho životnosť v danom prostredí.

Na obr. 1 sú schematicky znázornené vplyvy, ktoré môžu významne ovplyvniť životnosť káblov, teda plášťa a následne izolácie, keď za „smrť“ kábla sa považuje buď stratu spoľahlivosti alebo zhoršenie elektroizolačného stavu žíl.



Obr. 1 Vplyvy pôsobiace na životnosť kábla

Z obr. 1 je zrejmé, že z množstva uvedených vplyvov na životnosť káblov pre potreby tohto príspevku (vplyv teploty) budeme uvažovať len s kategóriou „Vonkajšie vplyvy“, ktoré sú determinované kategóriou „Prostredie - Klimatické vplyvy“ a kategóriou „Prevádzka trasy - Elektrické vplyvy“.

Prostredie - Klimatické vplyvy na káble z hľadiska normálnej prevádzky

Elektrické stroje a spotrebiče sú našou každodennou súčasťou a prívody k nim tvoria súčasť rozvodov elektrickej energie. Rozvody elektrickej energie tvoria najmä v priemyselných podnikoch veľmi dôležitú súčasť výrobných zariadení, ich spoľahlivosti a bezpečnosti je venovaná značná pozornosť. Už pri projektovaní a návrhoch treba venovať dostatočnú pozornosť výberu vhodných typov káblov, ich konštrukcii a rozmerom s ohľadom na zabezpečenie dostatočného príkonu elektrických strojov a taktiež s ohľadom na bezpečnosť a spoľahlivosť káblových rozvodov.

V mnohých priemyselných prevádzkach sú pracoviská so zvýšenou teplotou jednotlivých zariadení (reaktory, pece, sušiarne a pod.) a následne aj so zvýšenou teplotou prostredia často 50 °C až 60 °C aj viac. Relatívne vysoká teplota prostredia kladie zvýšené nároky nielen na obsluhu a samotné zariadenia, ale aj na elektrické káble prechádzajúce týmto prostredím. Pri navrhovaní optimálneho typu a rozmeru kábla treba zohľadniť všetky faktory vplývajúce na káblový rozvod, t. j. veľkosť pretekajúceho elektrického prúdu, konštrukciu káblov, materiál izolácie a plášťa a taktiež teplotu prostredia a spôsob inštalácie kábla. Pri zohľadňovaní teploty prostredia možno vo všeobecnosti povedať, že pri jej zvyšovaní treba zvýšiť adekvátne prierezy žíl káblov na dosiahnutie rovnakého využiteľného výkonu elektrických strojov.

Jedným z najčastejšie používaných typov káblov na rozvod elektrickej energie v priemyselných aplikáciách je kábel s typovým označením 1-AYKY a jeho alternatíva 1-CYKY. 1-AYKY a 1-CYKY majú jadrá z hliníka (Al) resp. z medených (Cu) drôtov s izoláciou z mäkkého PVC. Hrúbka izolácie vzrastá so zväčšovaním prierezu jadra. Počet žíl kábla môže byť rôzny od 2 až po 27 žíl podľa požiadaviek na aplikáciu kábla. Najčastejšie používané typy sú s 3 až 5 žilami. Izolované jadrá sú navzájom stočené a na takto vytvorenú dušu kábla je aplikovaný PVC plášť. Pri vyšších prierezoch je na dušu kábla nanosená výplňová zmes a na ňu PVC plášť. Káble 1-AYKY a 1-CYKY vydržia najvyššie tepelné zaťaženie 70 °C. Táto teplota vyplýva z vlastností materiálov použitých na izoláciu a plášť káblov.

V prípade, že sa použije na izoláciu a plášť kábla rovnakej konštrukcie - zosietený polyetylén (XPE) sa teplota zvýši na 90 °C. Pre potreby tohto príspevku budeme označovať káble s izoláciou a plášťom z XPE ako 1-AEKE a 1-CEKE. Zvýšenie najvyššej trvalej tepelnej záťaže zo 70 °C na 90 °C je málo významné pri bežných podmienkach t. j. pri teplote prostredia 30 °C. V prípade zvýšenej teploty prostredia napr. na 60 °C je rezerva teploty trvalého použitia pri kábloch s PVC izoláciou iba 10 °C a pri kábloch s XPE izoláciou 30 °C. Vybrané vlastnosti niektorých polymérov používaných na izoláciu a plášť káblov 1-CYKY, 1-AYKY, 1-CEKE a 1-AEKE sú uvedené v tab. 1.

Tab.1 Vybrané vlastnosti niektorých polymérov používaných ako izolácia a plášť káblov

Vlastnosť polyméru	Jednotka	PVC	PE	XPE
Pevnosť v ťahu	MPa	15 - 20	10 - 15	10 – 15
Ťažnosť	%	200	500	400
Merná hmotnosť	kgm ⁻³	cca 1300	920	950
Predĺženie pri mechanickom a tepelnom namáhaní (Hot Set Test)		nevyhovuje	nevyhovuje	vyhovuje
Elektrická pevnosť	kV mm ⁻¹	25	70	85
Merný vnútorný odpor	Ωcm	10 ¹²	10 ¹⁶	10 ¹⁷
Dielektrická konštanta pri 60 Hz		4,0	2,3	2,3
Horľavosť		horľavý (samovoľne zhasínajúci)	horľavý	horľavý
Acidita a korozivita sploďín (obsah halogénových prvkov)		vysoká	nízka	nízka
Trvalá prevádzková teplota	°C	70	70	90

Prevádzka trasy - Elektrické vplyvy na káble z hľadiska normálnej prevádzky

Teplotný rozdiel medzi teplotou prostredia a teplotou kábla vedeného v tomto prostredí spôsobuje oteplenie jadra kábla vplyvom Joulových strát pri prechode elektrického prúdu. Tento teplotný rozdiel je determinovaný prúdovou zaťažiteľnosťou káblov v normálnej prevádzke, ktorá sa dá vypočítať podľa IEC 60287 [1].

Pre porovnanie číselných hodnôt prúdovej zaťažiteľnosti bolo zvolené usporiadanie stanovené pre výpočet menovitého prúdu. Znamená to vodorovné uloženie kábla jednotlivito vo vzduchu. Pripojením prevádzkového napätia a prietokom elektrického prúdu vznikajú v káblovom vedení straty, ktoré spôsobujú jeho oteplenie. Teplota ktorejkoľvek časti kábla je potom vyššia než teplota okolia. Hodnoty trvalej prúdovej zaťažiteľnosti káblov sú dané predovšetkým trvalou teplotnou odolnosťou materiálov, z ktorých sú vyrobené. Limitujúcim faktorom pre teplotu Al alebo Cu jadier káblov je hlavne trvalá dovolená teplota izolácie žíl, ktorá je v bezprostrednom kontakte s jadrom.

Pre určenie trvalej prúdovej zaťažiteľnosti elektrického vedenia je potrebné brať do úvahy zdroje tepla, ktoré spôsobujú jeho oteplenie a spôsob odvádzania tepla do okolia, ktorý ovplyvňuje jeho chladenie.

Zdrojom tepla v kábli sú predovšetkým Joulové straty v elektrických jadrách, ktoré závisia hlavne od činného elektrického odporu jadier (ktorý je okrem iného aj funkciou teploty) a kvadrátu pretekajúceho elektrického prúdu.

Druhým zdrojom tepla v kábli sú dielektrické straty v izolačných materiáloch. Tieto však pri priemyselnej frekvencii elektrického prúdu 50 Hz prichádzajú do úvahy iba pri kábloch vn a vvn. Pri fázovom napätí okolo 1 kV sú zanedbateľné.

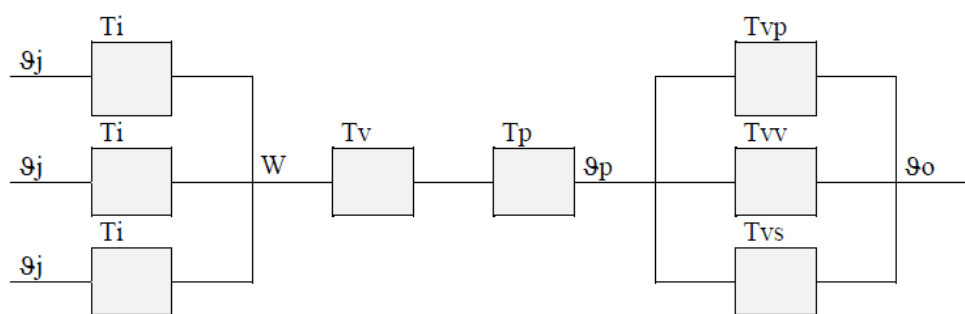
Ďalším zdrojom tepla sú straty v kovových tieneniach a kovových pancieroch káblov. V prípade káblov 1-AYKY a 1-CYKY však použité nie sú.

Odvod tepla z kábla je rovnako dôležitý faktor, ktorý ovplyvní teplotu jeho jednotlivých častí. V pevných materiáloch ako je izolácia, výplňové vrstvy a plášť ide z fyzikálnej stránky predovšetkým o odvod tepla vedením. Závisí od merného tepelného odporu jednotlivých materiálov, ich hrúbky a vzájomného konštrukčného usporiadania. Tieto faktory určujú vnútorný odpor kábla.

Z povrchu kábla alebo vodiča je teplo odvádzané do okolia. V prípade uloženia v pevných látkach (pod omietkou, v zemi) ide opäť prevažne o mechanizmus odvádzania tepla vedením. Ak je kábel uložený vo vzduchu, porovnateľný význam má ešte odvod tepla prúdením a sálaním. Tieto spôsoby odvodu tepla sú najviac závislé od typu uloženia a zoskupenia káblov. Tieto faktory určujú vonkajší teplotný odpor kábla, ktorý je v plynnom alebo kvapalnom prostredí ešte teplotne závislý.

Celkový tepelný odpor daný súčtom vonkajšieho a vnútorného tepelného odporu potom charakterizuje odvod tepla do okolia a tým aj podmienky chladenia kábla.

Pri výpočte zaťažiteľnosti hodnotených káblov bola použitá náhradná tepelná schéma podľa obr. 2.



Obr. 2 Náhradná tepelná schéma

Legenda:

θ_j – teplota jadier; θ_p – teplota vonkajšieho povrchu pláštka kábla; θ_o – teplota okolia; T_i – tepelný odpor izolácie; T_v – tepelný odpor výplne; T_p – tepelný odpor pláštka; T_{vp} – vonkajší tepelný odpor pre odvod tepla prúdením; T_{vv} – vonkajší tepelný odpor pre odvod tepla vedením; T_{vs} – vonkajší tepelný odpor pre odvod tepla sálaním; W – celkový tepelný výkon;

Pri danom rozdiel medzi teplotou jadier θ_j a teplotou okolia θ_o môže v radiálnom smere prechádzať cez celkový tepelný odpor T tepelný výkon:

$$W = (\theta_j - \theta_o)/T \quad (1)$$

Trvalá prúdová zaťažiteľnosť je potom funkciou:

$$I = f(W, \theta_j, \theta_o) \quad (2)$$

V prípade trojfázových systémov sa pri výpočte predpokladá rovnomerné zaťaženie všetkých troch fázových vodičov, čiže pracovným neutrálnym vodičom nepreteká žiadny prúd. Prúdovo zaťažené sú tri žily.

V jednofázových systémoch sa predpokladá rovnaký prúd prechádzajúci fázovým a pracovným neutrálnym vodičom. Prúdovo zaťažené sú teda dve žily.

Pri výpočte prúdovej zaťažiteľnosti sa bral do úvahy vždy celý prierezový rad káblov 1-AYKY a 1-CYKY. Bola hodnotená prúdová zaťažiteľnosť káblov s počtom žíl 2+1 pre jednofázové použitie a 3+1 resp. 3+2 pre použitie v trojfázových systémoch. Káble 1-AYKY s počtom žíl 2+1 môžu byť vyrábané s prierezmi jadier 2,5 mm² až 16 mm², pri počte žíl 3+1 alebo 3+2 sa vyrábajú v prierezoch 2,5 mm² až 240 mm². Káble 1-CYKY s počtom žíl 2+1 majú prierezy jadier 1,5 mm² až 10 mm², pri počte žíl 3+1 alebo 3+2 sa vyrábajú s prierezom fázových jadier od 1,5 mm² do 240 mm². Pre porovnanie vplyvu okolitej teploty a zmeny materiálu izolácie a pláštka na trvalú prúdovú zaťažiteľnosť boli hodnotené tieto konfigurácie:

- pôvodný typ kábla 1-AYKY a 1-CYKY v normovaných podmienkach – teplota okolia 30 °C, teplota jadier 70 °C;
- pôvodný typ kábla 1-AYKY a 1-CYKY pri zvýšenej teplote okolia na 60 °C pri teplote jadier 70 °C;
- zmenený typ kábla na 1-AEKE a 1-CEKE keď izolácia a plášť z PVC boli nahradené XPE pri zvýšenej teplote okolia na 60 °C a pri teplote jadier 70 °C;
- zmenený typ kábla 1-AEKE a 1-CEKE pri teplote okolia 60 °C a zvýšenej teplote jadier na 90 °C;
- zmenený typ kábla na 1-AEKE a 1-CEKE pri pôvodnej teplote okolia 30 °C a teplote jadier 90 °C.

Hodnoty trvalej prúdovej zaťažiteľnosti a ich relatívne zmeny v jednotlivých prípadoch sú uvedené v tab. 2 až 5.

Tab. 2 Porovnanie prúdovej zaťažiteľnosti jednofázových káblov s hliníkovými jadrami

S mm ²	AYKY 2+1			AEKE 2+1					
	a) 70/30 vzd	b) 70/60 vzd	k1	c) 70/60 vzd	k2	d) 90/60 vzd	k3	e) 90/30 vzd	k4
2,5	23	11,4	0,496	13,2	0,572	22,5	0,979	30,6	1,33
4	31	15,4	0,497	17,8	0,574	30,4	0,981	41,3	1,332
6	39	19,3	0,495	22,3	0,572	38,1	0,977	51,8	1,328
10	54	26,8	0,496	31,0	0,573	52,9	0,980	71,8	1,33
16	73	36,2	0,496	41,8	0,573	71,5	0,979	97,2	1,331

Tab. 3 Porovnanie prúdovej zaťažiteľnosti trojfázových káblov s hliníkovými jadrami

S	AYKY 3+1			AEKE 3+1					
	a)	b)	k1	c)	k2	d)	k3	e)	k4
mm ²	70/30 vzd	70/60 vzd		70/60 vzd		90/60 vzd		90/30 vzd	
2,5	19,5	9,7	0,497	11,2	0,575	19,2	0,982	26,1	1,338
4	26	12,9	0,496	14,9	0,573	25,5	0,980	34,6	1,331
6	33	16,4	0,497	18,9	0,574	32,4	0,982	44	1,333
10	45	22,3	0,496	25,8	0,572	44,0	0,979	59,8	1,329
16	61	30,2	0,495	34,9	0,572	59,6	0,978	81	1,328
25	78	38,6	0,495	44,6	0,572	76,2	0,977	103,4	1,326
35	96	47,6	0,496	55,0	0,573	94,0	0,979	127,6	1,329
50	117	58,0	0,496	67,0	0,573	114,6	0,979	155,2	1,326
70	150	74,3	0,495	85,8	0,572	146,7	0,978	199,1	1,327
95	182	90,2	0,496	104,2	0,572	178,1	0,979	242	1,32
120	212	105,0	0,495	121,3	0,572	207,4	0,978	282	1,33
150	245	121,4	0,496	140,2	0,572	239,8	0,979	325,3	1,328
185	280	138,7	0,495	160,2	0,572	273,9	0,978	372,1	1,329
240	330	163,5	0,495	188,8	0,572	322,9	0,979	438,8	1,33

Tab. 4 Porovnanie prúdovej zaťažiteľnosti jednofázových káblov s medenými jadrami

S	CYKY 2+1			CEKE 2+1					
	a)	b)	k1	c)	k2	d)	k3	e)	k4
mm ²	70/30 vzd	70/60 vzd		70/60 vzd		90/60 vzd		90/30 vzd	
1,5	22	10,9	0,495	12,6	0,572	21,5	0,979	29,2	1,327
2,5	30	14,9	0,497	17,2	0,574	29,4	0,981	39,8	1,327
4	40	19,8	0,495	22,9	0,572	39,1	0,978	53,1	1,328
6	51	25,3	0,496	29,2	0,573	50,0	0,980	67,9	1,331
10	70	34,7	0,496	40,1	0,573	68,5	0,979	93,1	1,33

Tab. 5 Porovnanie prúdovej zaťažiteľnosti trojfázových káblov s medenými jadrami

S	CYKY 3+1			CEKE 3+1					
	a)	b)	k1	c)	k2	d)	k3	e)	k4
mm ²	70/30 vzd	70/60 vzd		70/60 vzd		90/60 vzd		90/30 vzd	
1,5	18,5	9,2	0,497	10,6	0,574	18,2	0,982	24,7	1,335
2,5	25	12,4	0,496	14,3	0,573	24,5	0,980	33,3	1,332
4	34	16,8	0,494	19,4	0,571	33,2	0,976	45,1	1,326
6	43	21,3	0,495	24,6	0,572	42,1	0,978	57,2	1,33
10	60	29,7	0,495	34,3	0,572	58,7	0,978	79,6	1,327
16	80	39,6	0,495	45,7	0,572	78,2	0,978	106,1	1,326
25	101	50,0	0,495	57,8	0,572	98,8	0,978	133,8	1,325
35	126	62,4	0,495	72,1	0,572	123,2	0,978	167	1,326
50	153	75,8	0,495	87,5	0,572	149,7	0,978	203,1	1,327
70	196	97,1	0,495	112,2	0,572	191,8	0,978	260,3	1,328
95	238	117,9	0,495	136,2	0,572	232,9	0,978	316,2	1,329
120	276	136,8	0,496	158,0	0,572	270,2	0,979	367	1,329
150	319	158,1	0,496	182,6	0,572	312,3	0,979	424	1,329
185	364	180,4	0,496	208,4	0,572	356,3	0,979	484,1	1,33
240	430	213,1	0,496	246,1	0,572	420,9	0,979	572,1	1,33

Z výsledkov výpočtov možno konštatovať nasledovné skutočnosti:

V konfigurácii **a)** ide o usporiadanie za podmienok stanovených pre výpočet menovitej hodnoty prúdovej zaťažiteľnosti. Jej hodnoty sú preto totožné s hodnotami uvádzanými v STN 33 2000-5-52. Táto hodnota sa bude v ďalšom uvažovať ako 100 % - ná hodnota.

Pri zvyšovaní teploty okolia na 60 °C a ponechaní pôvodnej konštrukcie kábla (a tým aj maximálnej dovolenej teploty jadier 70 °C) klesá zaťažiteľnosť na 49,4 %. Je to spôsobené tým, že v konfigurácii **b)** je teplotný spád medzi jadrami kábla a okolím len 10 °C.

V konfigurácii **c)** boli ponechané vyššie uvedené teplotné podmienky, avšak materiál izolácie a plášťa bol nahradený XPE resp. PE. Hodnota zaťažiteľnosti dosiahla 57,1 % až 57,5 %, čo je viac ako v prípade **b)**. Tento fakt je spôsobený menším merným tepelným odporom XPE resp. PE ($g=3,5 \text{ Km/W}$) v porovnaní s PVC ($g=5 \text{ Km/W}$). Vyvinuté teplo je lepšie odvádzané do okolia a pri tom istom teplotnom spáde môže byť vyšší odvádzaný tepelný výkon a tým aj zaťažovací prúd.

Po zmene materiálu izolácie a plášťa na XPE je však možné zvýšiť trvalú teplotu jadier kábla až na 90 °C. V prípade **d)** potom dosahuje hodnota zaťažiteľnosti 97,7 % až 98,2 %. Tieto káble je potom možné pri zvýšenej teplote okolia 60 °C zaťažovať prakticky rovnako ako káble s PVC izoláciou a plášťom pri normovanej teplote okolia 30 °C.

V prípade **e)** sa uvažovalo s použitím káblov so zmenenými konštrukčnými materiálmi za pôvodných podmienok, čiže pri normovanej teplote okolia 30 °C. Zaťažiteľnosť vzrástla na 132,5 % až 133,8 %, je teda asi o tretinu vyššia ako hodnoty pre pôvodné typy káblov 1-AYKY a 1-CYKY. V dôsledku vyššej dovolenej teploty jadier bude však vyššia aj povrchová teplota kábla, keď z hodnoty 58 °C až 59 °C vzrastie na 76 °C až 77 °C. Z porovnania zaťažiteľnosti v jednotlivých konfiguráciách v tab. 2 až 5 vyplýva možnosť použitia menších prierezov jadier káblov pre ten istý zaťažovací prúd resp. prenášaný výkon.

Ak sa predpokladá napr., že pri teplote okolia 60 °C je potrebné preniesť káblom v každej fáze prúd 55 A a aby pre tento účel bol použitý kábel 1-AYKY, bolo by potrebné (viď tab. 5 stĺpec **b)**) zvoliť prierez 35 mm². V prípade kábla 1-CEKE pre tento prúd postačuje prierez 10 mm² (tab. 5 stĺpec **d)**). Tento prierez by bol dostačujúci podľa STN 33 2000-5-52 v prípade PVC kábla za normovaných podmienok t. j. pri teplote okolia 30 °C.

Podobne aj z iných prípadov vyplýva, že pri teplote okolitého vzduchu stačí voliť prierez, ktorý je 2 až 3 stupne nižší ako pri PVC kábloch. Vzhľadom na vyšší odpor jadier nižšieho prierezu budú však maximálne prípustné dĺžky káblového vedenia úmerne kratšie, aby elektrické vedenie vyhovelo aj z hľadiska úbytkov napätia.

Porovnaním stĺpcov **a)** a **d)** v tabuľkách 2 až 5 je zrejmé, že pre káble 1-AEKE alebo 1-CEKE je možné pri teplote okolitého vzduchu 60 °C použiť pre daný prierez prakticky tie isté hodnoty zaťažiteľnosti, ktoré sú uvedené v STN 33 2000-5-52, avšak pre káble 1-AYKY alebo 1-CYKY sa tam vzťahujú na teplotu okolia 30 °C. Pre káble uložené v inom ako základnom usporiadaní (t. j. jednotlivo vodorovne) je možné použiť rovnaké prepočítacie koeficienty ako pre káble 1-AYKY alebo 1-CYKY uvedené v STN 33 2000-5-52.

Prevádzka trasy - Elektrické vplyvy na káble z hľadiska abnormálnej prevádzky

Za abnormálnu prevádzku je možné považovať poruchové stavy vyvolané prúdovým preťažením alebo skratom. Hodnotiť alebo akokoľvek určiť vplyv takejto abnormálnej prevádzky na životnosť kábla je zložité, až nemožné. Prúdové preťaženie alebo skrat, ktoré môžu vytvárať podmienky na pôsobenie abnormálneho tepla na kvalitu izolácií kábla sú totiž náhodným javom. S pravdepodobnosťou hraničiacou s istotou je možné konštatovať, že každý kábel v elektrickej inštalácii počas svojho „života“ zažije alebo aj nezažije takýto incident. Pokiaľ kábel takýto incident zažije, nie je možné na základe súčasného poznania a stavu monitorovania incidentov v elektrických obvodoch určiť početnosť, trvanie a úroveň abnormálneho tepla týchto incidentov a preto nie je ani možné hodnotiť, aký vplyv majú na reálnu životnosť izolačného systému káblov.

Záver

Každé tepelné namáhanie akéhokoľvek materiálu spôsobuje jeho degradáciu (tepelné starnutie), čím skraca jeho životnosť a to sa týka aj izolačných vlastností káblov.

Pri súčasnom stave neznámej identifikácie počtu a intenzity poruchových incidentov v elektrických inštaláciách - rozvodoch sa dá pomerne presne stanoviť len predpokladaná životnosť a kvalita izolácie káblov z hľadiska vplyvov prostredia, avšak stanoviť skrátenie životnosti a kvality izolácií káblov z hľadiska elektrických vplyvov a ich tepelných účinkov vyvolaných poruchovými incidentmi zatiaľ nie je možné.

V poslednom období sa venuje významná pozornosť v oblasti požiarnej bezpečnosti elektrických inštalácií otázke ich ochrany pred vznikom elektrického oblúka v elektrických obvodoch. Nato sú určené prístroje na detekciu poruchového oblúka AFDD (Arc Fault Detection Device) [5].

Kto pozná princíp činnosti takýchto prístrojov, určite dá za pravdu tvrdeniu, že sú to pomerne technicky zložité prístroje s pomerne vysokou cenou. Možno stojí za zamyslenie položiť si otázku, ako by bolo technicky náročné vybaviť istiace prvky v elektrických obvodoch zariadením na identifikáciu poruchových incidentov. Potom by už bolo možné uvažovať aj nad riešením otázky zníženia životnosti izolácií káblov vplyvom týchto poruchových incidentov.

Literatúra

- [1] IEC 60287-1-1+A1 Electric cables - Calculation of the current rating - Part 1-1: Current rating equations (100 % load factor) and calculation of losses – General [Elektrické káble - Výpočet dovolených prúdov - Časť 1-1: Rovnica pre výpočet dovolených prúdov (100% zaťažiteľnosť) a výpočet strát – všeobecne.
- [2] STN 33 2000-5-52 Elektrické inštalácie nízkeho napätia. Časť 5-52: Výber a stavba elektrických zariadení. Elektrické rozvody.
- [3] OVČIARIK, M., SULOVÁ, J., ŽARNOVIČAN, J.: Porovnanie zaťažiteľnosti káblov s rôznymi izoláciami a plášťami, VUKI a.s.
- [4] SULOVÁ, J., IZAKOVIČ, Š.: Možnosti hodnotenia životnosti materiálov pre káble, VUKI a.s.
- [5] ATN 004 Protipožiarna bezpečnosť stavieb. Elektrické inštalácie. Zásady navrhovania a zhotovenia, APPO SR 2017.



FIRE ELECTRIC INSTITUTE

FIRE ELECTRIC INSTITUTE s.r.o.

IČO: 47498234

DIČ: 2023921779

Sídlo: Jiráskova 29

974 01 Banská Bystrica - SLOVAKIA

Kancelária:

Zvolenská cesta 20

974 05 Banská Bystrica

mobil: 00421 907 811 926

e-mail: gilian@firei.sk

web: www.firei.sk