Technológia ovíjania optického kábla na vedeniach vysokého napätia

Miloš Nagy
Západoslovenská distribučná, a.s.

Michal Majerský
Západoslovenská distribučná, a.s.

V elektroenergetike je používanie optického prepojenia energetických zariadení už niekoľko rokov nevyhnutnosťou. Na vonkajších nadzemných vedeniach je jednou z možností vytvorenia optickej trasy použitie napr. samosného optického kábla (anglicky ADSS – All Dielectric Self Supported), ktorý sa zavesí na stožiare vedení alebo sa využívajú technológie, ktoré umožnia integrovanie optického vlákna priamo do lana – napr. kombinované zemné laná (anglicky OPGW – Optical Ground Wire), fázové vodiče s optickými vláknami (anglicky OPPC – Optical Phase Conductor), ktoré však vyžadujú samotnú výmenu zariadenia. Ďalšou alternatívou je technológia ovíjania (anglicky OPAC – Optical Attached Cable), ktorej hlavnou výhodou má byť využitie jestvujúcej inštalácie bez potreby výmeny existujúcich stožiarov, vodičov alebo zemných lán.

Ovíjanie môže byť uskutočnené rôznymi spôsobmi – jedným spôsobom dochádza k ovinutiu oceľového drôtu okolo optického kábla a lana vonkajšieho nadzemného vedenia – tzv. Lash technológia, druhým spôsobom sa samotný dielektrický optický kábel ovíja okolo existujúceho lana – tzv. Wrapped Cable System.

Technológia ovíjania optického kábla

Technológia ovíjania optického kábla na vodiče vedení nie je vo svete novinkou. Vývoj siaha do 80. rokov minulého storočia. Nezávisle sa vyvíjal v Anglicku (Raychem Ltd) a Japonsku (Furukawa Electric). Prvá inštalácia sa realizovala v roku 1982 v Anglicku a odvtedy sa inštalovalo a je v prevádzke po celom svete viac ako tridsaťdvatisíc kilometrov ovíjaného kábla. Dnes je lídrom na trhu firma AFL (výrobný závod v Anglicku), ktorá ponúka produkt ovíjaného kábla pod označením SkyWrap a AccessWrap.

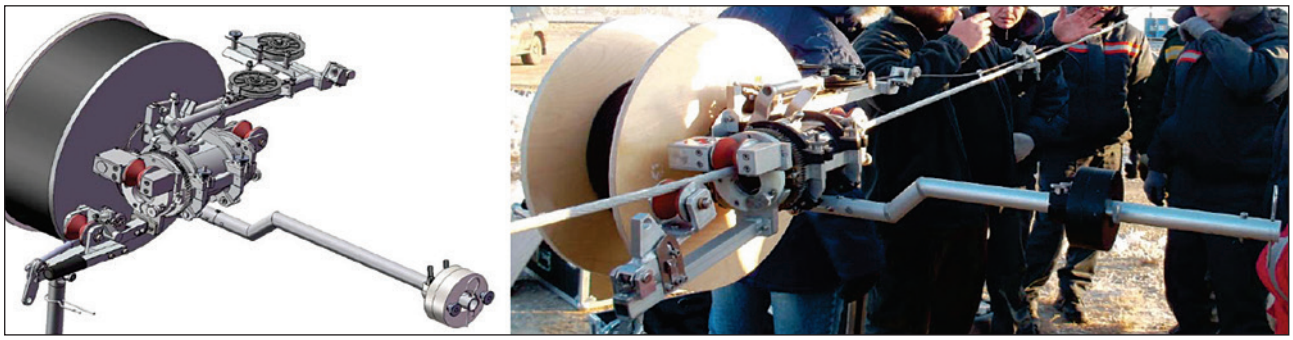
SkyWrap vs. AccessWrap:

V oboch prípadoch je princíp inštalácie rovnaký – optický kábel, ktorý je navinutý na cievke sa pomocou ovíjacieho prístroja (**obr. 1**) otáča okolo zemného lana alebo fázového vodiča vonkajšieho nadzemného vedenia. Posúvanie prístroja a navíjanie optického kábla po vodiči môže byť zabezpečené motorom resp. ručne lanom, ktoré ťahajú montážni pracovníci.

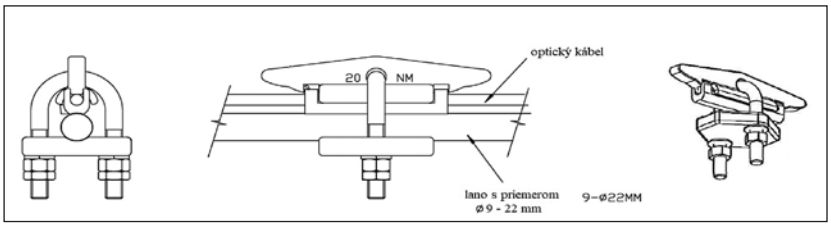
Hlavné rozdiely použitia vyplývajú predovšetkým z požadovanej kapacity/počtu vlákien v optickom kábli a rozmerových možností nadzemného vedenia. Rozdiely sú uvedené v **tab. 1**.

Tab. 1: ***Rozdiely SkyWrap vs. AccessWrap***

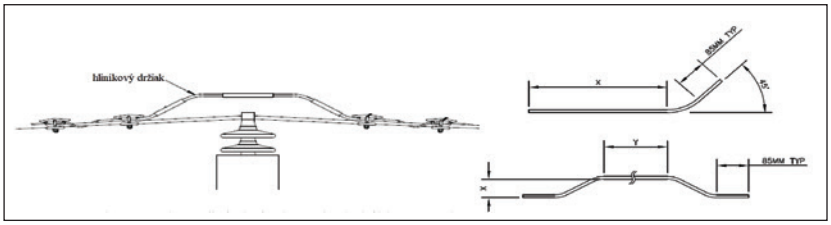
	SkyWrap	AccessWrap
Rádius otáčania – min. požiadavky na vzdialenosť medzi vodičmi	1400 mm	500 mm
Hmotnosť ovíjacieho prístroja	250 kg	45 kg
Vzdialenosť medzi spojkami	4000 m	1400 m
Max. počet vlákien v optickom kábli	96	48
Max. napäťová úroveň pri použití na fázovom vodiči	300 kV	50 kV



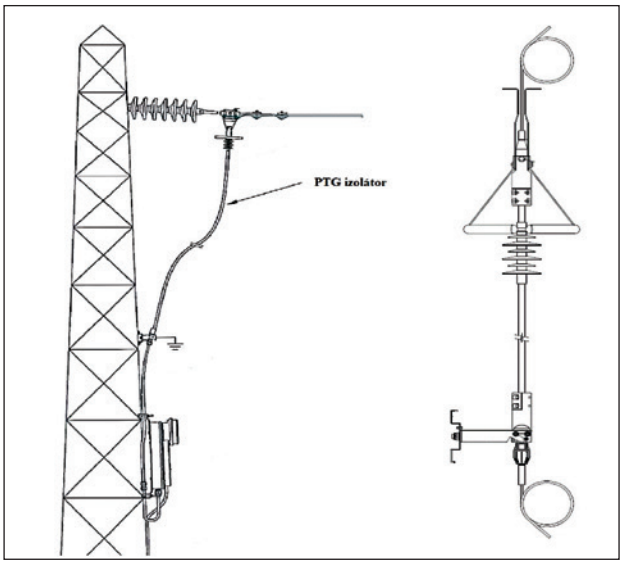
Obr. 1: ***Ovíjací prístroj SkyWrap***



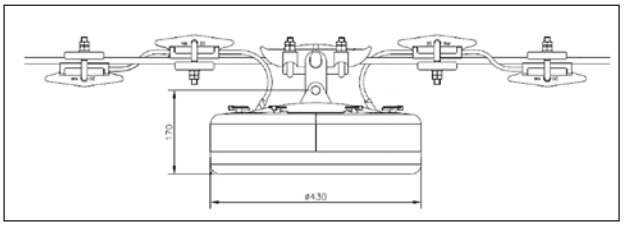
Obr. 2: ***Svorka na uchytenie optického káblu k vodiču***



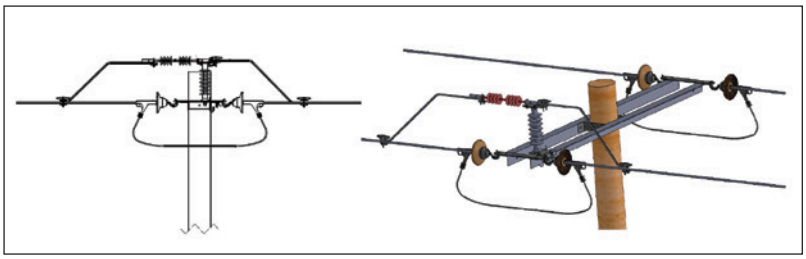
Obr. 3: ***Ilustračný obrázok prechodu kábla cez podperný bod – uchytený v hliníkovom držiaku***



Obr. 4: ***PTG izolátor***



Obr. 5: ***Spojovacia krabica umiestnená na fázovom vodiči***



Obr. 6: ***Ilustračné zobrazenie PTP izolátora***

Príslušenstvo:

Po ovinutí sa optický kábel uchytí na lano pomocou svoriek (**obr. 2**), ktoré zabezpečia, aby sa kábel neodvinul samovoľne. Svorka je určená na uchytenie k lanu s priemerom 9–22 mm. Uchytenie sa vykoná len na začiatku a na konci rozpätia.

Pri prechodoch z jedného rozpätia na ďalšie sa používajú hliníkové držiaky (**obr. 3**) rôznych tvarov a veľkostí (v závislosti od prevedenia podperného podu), do ktorých je vložený optický kábel.

SkyWrap aj AccessWrap je možné použiť pre inštaláciu na zemné laná, ale aj na fázové vodiče vonkajších nadzemných vedení veľmi vysokého napätia a zvlášť vysokého napätia.

Pri umiestnení na fázové vodiče (napriek tomu, že je ovíjaný kábel dielektrický) je z bezpečnostného hľadiska potrebné pri prechode do spojovacej krabice (prístupnej zo zeme) použiť „PTG izolátor“ (Phase to Ground), ktorý zabezpečí elektrické odizolovanie a kontinuitu optického prepojenia (**obr. 4**).

Pri umiestnení na zemné lano alebo pri spájaní optického kábla v spojovacej krabici, ktorá je umiestnená na fázovom vodiči (**obr. 5**) použitie PTG izolátora nie je potrebné.

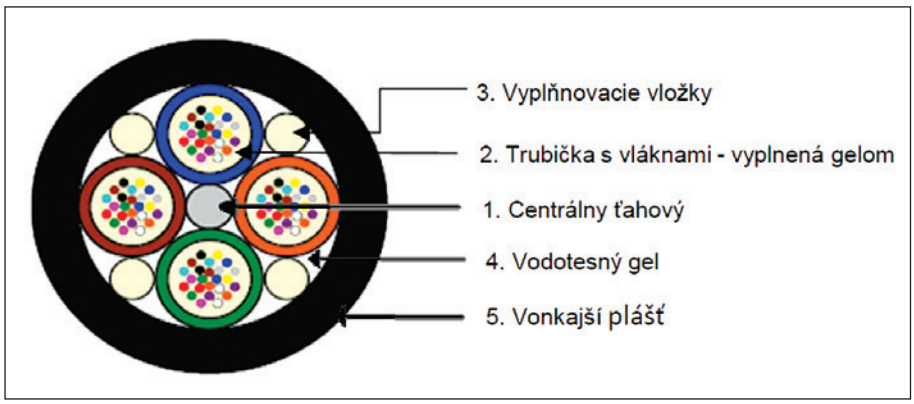
Novinkou z firmy AFL je „PTP izolátor“ (Phase to Phase) – **obr. 6**, ktorý umožní odizolovanie optického kábla bez potreby zvodov cez izolátor PTG. Umožní to ovíjanie optického kábla bez prerušenia aj pri prechodoch cez úsekové odpínače alebo prípravu miest na vedeniach, kde sa predpokladá možné rozpojenie pomocou prác pod napätím (napr. pri preponkách kotevných podperných bodov). Skúšky na PTP izolátore sa uskutočnili koncom roka 2021.

Požiadavky na ovíjaný optický kábel:

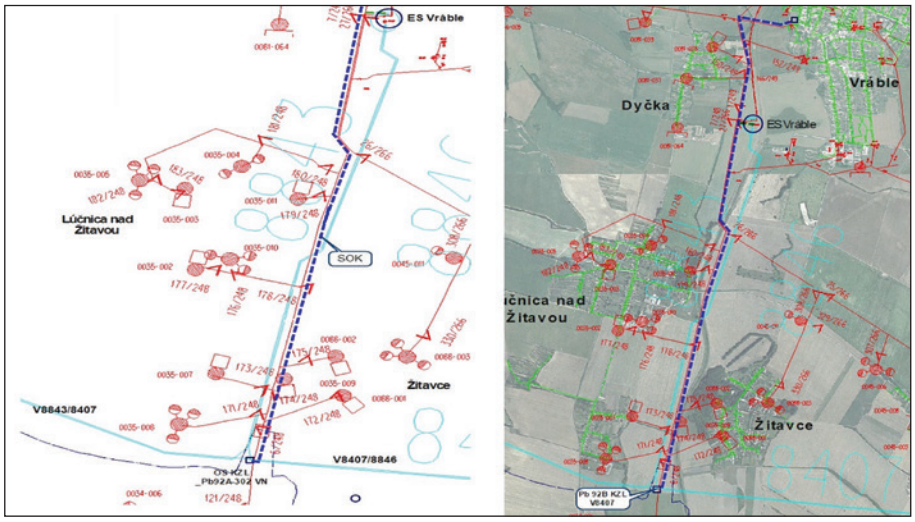
Ovíjaný optický kábel sa skladá z centrálneho prvku, trubičiek s optickými vláknami a vonkajšieho plášťa (**obr. 7**). Konkrétne parametre sa menia v závislosti od požiadaviek zákazníka.

Všeobecne však musí spĺňať kritériá ako sú napríklad malá váha, malý priemer, UV stabilita a dostatočná pevnosť, aby bola zabezpečená spoľahlivá funkčnosť optických vlákien počas bežných prevádzkových stavov na vonkajších nadzemných vedeniach. Optický kábel by mal odolať nielen skratovým prúdom, bleskom, ale aj vibráciám.

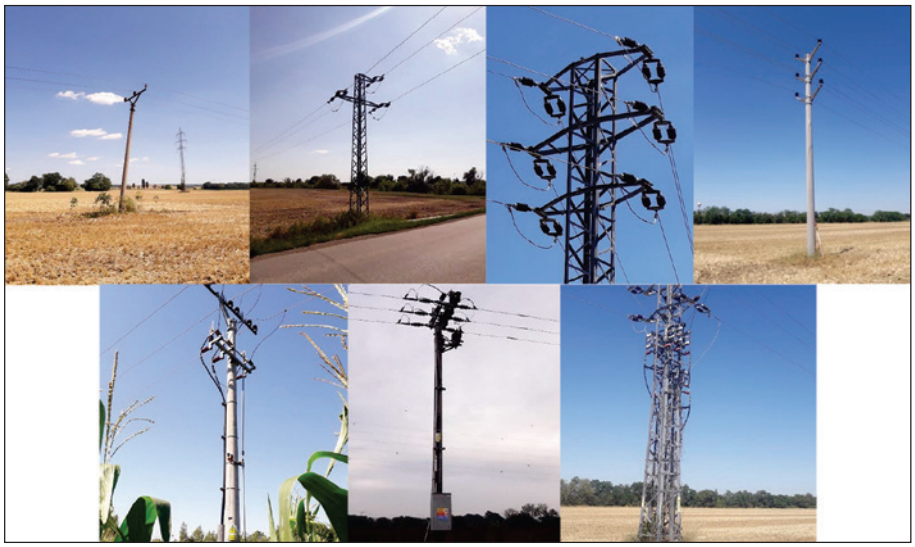
Konkrétne požiadavky na materiál a skúšky upravujú štandardy IEC (EN IEC 60794-1-401, EN IEC 60794-1-402) aj IEEE (IEEE 1594, IEEE 1591.3), v ktorých



Obr. 7: ***Ilustračné zobrazenie konštrukcie optického kábla určeného na ovíjanie***



Obr. 8: ***Trasa pilotného projektu***



Obr. 9: ***Rôzne konfigurácie vedenia pilotného projektu***

sa nachádzajú nasledujúce skúšky:

- Skúška skratovým prúdom
- Skúška bleskom
- Skúška pevnosti v ťahu
- Skúška prenikania vody
- Skúška odolnosti voči plazivým prúdom
- Skúška teplotného cyklu
- Skúška nárazom
- Skúška prestrelenia
- Skúška na krut
- Skúška na ohyb

a ďalšie skúšky preverujúce nielen mechanické, ale aj optické vlastnosti kábla.

Pilotný projekt v Západoslovenskej distribučnej, a. s.

Západoslovenská distribučná, a. s., sa ako prvá energetika na Slovensku rozhodla odskúšať technológiu ovíjania optického kábla na vedeniach vysokého napätia. Pilotný projekt pod názvom **Optické pripojenie ES Vráble** sa realizoval v rámci európskeho projektu spoločného záujmu **Danube InGrid**.

V projekte v dĺžke 5,5 km bolo potrebné vytvoriť závislú optickú trasu na pripojenie ES Vráble. Začiatok trasy bol z dvojitého vedenia 110 kV č. V8843/8407, ovíjanie prebiehalo na vedeniach 22 kV č. VN248, VN226 a VN249 s ukončením v TS 0081-011, pričom v trase sa cez úložný optický kábel pripojila ES Vráble (**obr. 8**).

Po zvážení interných požiadaviek sa vybral pre realizáciu ovíjací prístroj SkyWrap, nakoľko bola požiadavka na ovinutie 96-vláknového optického kábla. Použil sa dielektrický kábel typu DNW-100856 (SW-96HA4) s parametrami uvedenými **v tab. 2**: Na pilotnej linke si pracovníci odskúšali montáž ovíjacej technológie na rôznorodých konfiguráciách jednoduchých aj dvojitých VN vedení – nachádzali sa na nej betónové stĺpy, priehradové stožiare, rôzne typy nových aj starých konzol, úsekové odpínače pod aj nad vedením, bez aj s diaľkovým ovládaním, prakticky so všetkým, s čím sa môžu stretnúť na iných vedeniach ZSD (**obr. 9**).

Realizáciu vykonali interní zamestnanci (dve skupiny po štyroch pracovníkoch) v priebehu prvej polovice novembra 2021 (**obr. 10**). Pred samotnou montážou

Obr. 10: ***Foto z realizácie***

Tab. 2: ***Základné parametre optického kábla DNW-100856 (SW-96HA4)***

	DNW-100856 (SW-96HA4)
Priemer	8,9 mm
Hmotnosť	76 kg/km
Matematický prierez	62,2 mm^2
Max. optická prevádzková pevnosť v ťahu	300 N
Optické parametre – vlákno podľa ITU-T G657.A1	
Typ vlákna	Single-Mode (SM)
Počet vlákien	96 (4 trubičky po 24 vlákien)
Koeficient útlmu (pri 1310 nm)	0,36 dB/km
Koeficient útlmu (pri 1550 nm)	0,22 dB/km

sa uskutočnilo školenie vybraných zamestnancov školiteľom priamo z firmy AFL, ktorý dozoroval stavbu počas celého času realizácie. Pracovníci následne získali certifikát na montáž ovíjacej technológie od AFL.

Záver

Na základe pilotného projektu možno zhodnotiť, že technológia ovíjaného optického kábla je vhodnou alternatívou na budovanie optických trás po vonkajších nadzemných vedeniach vysokého napätia.

Pri správnej voľbe vedenia je okrem efektívneho vynaloženia nákladov veľkou výhodou aj rýchlosť projekcie a montáže. Použitie tejto technológie má význam predovšetkým na takých vedeniach vysokého napätia, kde by montáž samonosného optického kábla znamenala značnú výmenu podperných bodov z dôvodu nedodržania požadovaných výšok alebo mechanických parametrov.

Ing. Miloš Nagy *– v roku 2003 ukončil štúdium na Fakulte elektrotechniky a informatiky STU v Bratislave, študijný program Výroba prenos a rozvod EE. Po ukončení štúdia 6 rokov pôsobil v spoločnosti LiV Elektra, ako technik pre skúšky elektrických ochrán a zariadení VN a VVN. Od roku 2009 pracuje v skupine ZSE, kde začínal ako vedúci tímu správy zariadení VVN. Od roku 2013 v spoločnosti Západoslovenská distribučná, a.s. zastáva pozíciu vedúceho úseku technického rozvoja.*

Ing. Michal Majerský *– v roku 2009 ukončil štúdium na Fakulte elektrotechniky a informatiky STU v Bratislave, študijný program Elektroenergetika. Počas inžinierskeho štúdia (2007-2009) sa zúčastnil štipendijného programu v spoločnosti ZSE, a.s., kde následne po ukončení štúdia nastúpil ako špecialista technológie. Dnes pôsobí ako manažér technológie v spoločnosti Západoslovenská distribučná, a.s. kde sa venuje štandardizácii nadzemných VN a VVN vedení.*