

| | | |
|------------------------------|--|----------|
| Unipetrol RPA, s.r.o. | Provozní zkoušky kabelových vedení vn do 35kV | N 11 018 |
| Sekce LDS | | |

Norma je závazná pro všechny útvary společnosti a externí organizace, které v areálu Záluží provádějí činnosti na kabelech, jejichž provozovatelem je Unipetrol RPA. Norma se netýká dceřiných společností UNIPETROL RPA s.r.o. včetně RAFINÉRIE Kralupy. Útvary jsou povinny seznámit s normou všechny externí organizace, které provádí práce související s údržbou a opravami kabelů a pro které je norma rovněž závazná.

Obsah

| | | |
|-----|---|---|
| 1 | Účel..... | 2 |
| 2 | Rozsah platnosti | 2 |
| 2.1 | LDS UNIPETROL RPA, s. r. o..... | 2 |
| 2.2 | Zhotovitelé zajišťující činnosti na VETZ elektro na základě příslušné SoD | 2 |
| 3 | Pojmy, definice, zkratky | 2 |
| 4 | Druhy zkoušek kabelových vedení | 3 |
| 4.1 | Provozní zkouška | 3 |
| 4.2 | Diagnostika | 3 |
| 4.3 | Příklad základních napěťových hladin využívaných při diagnostice kabelových sítí: | 4 |
| 4.4 | Jmenovité napětí izolovaných vodičů a kabelů vn: | 4 |
| 4.5 | Rozsah provozních zkoušek dle typu kabelového vedení | 6 |
| 4.6 | Zkoušky kabelů podle druhu zkoušeného vedení | 6 |
| 5 | Seznam souvisejících dokumentů | 8 |

| | | |
|-------------------|---|----------------------------------|
| Nahrazuje: | Správce normy: Sekce podpory údržby | Platnost od: 1.08.2020 |
|-------------------|---|----------------------------------|

1 Účel

Stanovit podmínky pro provozní zkoušky vysokonapěťových vedení s kabely s vytlačovanou izolací ze zesíťeného polyetylénu (XLPE) nebo PVC a papírovou napuštěnou izolací v trojfázové kabelové síti vn do napětí 35 kV v UNIPETROL RPA, s. r. o.

2 Rozsah platnosti

Tento dokument se vztahuje se na činnosti v kabelové síti UNIPETROL RPA, s.r.o.

2.1 LDS UNIPETROL RPA, s. r. o.

- Zaměstnanci provozovatele LDS

2.2 Zhotovitelé zajišťující činnosti na VETZ elektro na základě příslušné SoD

- Kabeex, s.r.o.
- Bilfinger Euromont, a.s.
- Inelsev, s.r.o.
- Zhotovitel vybraný pro investiční činnost.

3 Pojmy, definice, zkratky

| | |
|------------------|---|
| SLDS | Sekce lokální distribuční soustavy (provozovatel LDS) |
| LDS | Lokální distribuční soustava UNIPETROL RPA, s.r.o. Litvínov |
| Provozovatel LDS | V UNIPETROL RPA, s.r.o. dle zákona 458/2000 Sb. zaměstnanec (PLDS) odpovědný za provoz LDS – zaměstnanci sekce LDS zajišťující provoz, obsluhu a další činnosti tímto zákonem specifikované |
| vn | vysoké napětí |

4 Druhy zkoušek kabelových vedení

4.1 Provozní zkouška

Zkouška kabelového vedení po montáži, po opravě, po odstavení kabelu z provozu, po provozním zestárnutí izolace (preventivní diagnostika), při uvádění do provozu nových kabelových vedení za účelem ověření jeho provozní schopnosti.

4.2 Diagnostika

Způsob zjišťování stavu izolace kabelu nedestruktivním způsobem, při němž se měří hodnoty fyzikálních parametrů izolace, které jsou nositeli informace o jejich stavu.

| Název | Popis | Vyhodnocení | Podmínky |
|--|---|--|---|
| Plášťová zkouška | Jedná se o kontrolu kvality pokládky kabelového vedení celoplastových kabelů (kontrola neporušenosti vnějšího pláště). Provádí se stejnosměrným napětím mezi kovovým stíněním kabelu (oboustranně odpojeným od uzemnění) a uzemněním stanice či zemnicím páskem. Provádí se před naspojováním na jiné konstrukční typy kabelových vedení. Jedná se o destruktivní metodu, která při negativním výsledku umožňuje zkoušený kabel dále dočasně provozovat. V případě uložení kabelů v celé trase na vzduchu (uložení v kolektorech, na kabelových lávkách, jako závěsný kabel) se plášťová zkouška neprovádí. | Základním kritériem hodnocení je schopnost kabelu vydržet napěťové namáhání bez průrazu po celou dobu zkoušky. Doplnujícím kritériem je hodnota svodového proudu a změna hodnoty proudu v průběhu zkoušky. | Izolační stav plášťů lze zkoušet pouze u kabelů uložených v zemi a zasypaných alespoň do pískového lože. Podmínkou zkoušky je možnost odpojení kabelového stínění od provozního uzemnění. |
| Napěťová zkouška izolace AC 50 Hz | Jedná se o kontrolu pevnosti izolace kabelu a kabelových armatur. Provádí se střídavým napětím 50 Hz mezi fází a kovovým stíněním nebo pláštěm (příp. připojeným k uzemnění stanice). Jedná se o destruktivní metodu, která při negativním výsledku neumožňuje zkoušený kabel bez jeho opravy dále provozovat. | Základním kritériem hodnocení je schopnost kabelu vydržet napěťové namáhání bez průrazu po celou dobu zkoušky. | |
| Napěťová zkouška izolace AC VLF | Jedná se o kontrolu pevnosti izolace kabelu a kabelových armatur. Provádí se střídavým napětím velmi nízkého kmitočtu 0,1 Hz mezi fází a kovovým stíněním nebo pláštěm (příp. připojeným k uzemnění stanice). Jedná se o destruktivní metodu, která při negativním výsledku neumožňuje zkoušený kabel bez jeho opravy dále provozovat. | Základním kritériem hodnocení je schopnost kabelu vydržet napěťové namáhání bez průrazu po celou dobu zkoušky. Doplnujícím kritériem je hodnota svodového proudu a změna hodnoty proudu v průběhu zkoušky. | |
| Napěťová zkouška izolace DC | Jedná se o kontrolu pevnosti izolace kabelu a kabelových armatur. Provádí se stejnosměrným napětím mezi fází a kovovým stíněním nebo pláštěm (příp. připojeným k uzemnění stanice). Jedná se o destruktivní metodu, která při negativním výsledku neumožňuje zkoušený kabel bez jeho opravy dále provozovat. | Základním kritériem hodnocení je schopnost kabelu vydržet napěťové namáhání bez průrazu po celou dobu zkoušky. Doplnujícím kritériem je hodnota svodového proudu | |

| | | | |
|-------------------------------|--|---|---|
| | | a změna hodnoty proudu v průběhu zkoušky. | |
| Lokální diagnostika | Kvalita izolace a montáže kabelových souborů se ověřuje diagnostickou zkouškou částečných výbojů. Jedná se o určení lokálních míst kabelového vedení projevujících se vznikem částečných výbojů – lokální kritérium. | Na základě výsledků z měřících a diagnostických systémů | Schopnost kalibrovat měřící systémy na základě složení kabelové trasy |
| Integrální diagnostika | Jedná se o komplexní posouzení celkového stavu kabelového vedení - hodnota ztrátového činitele $\tan \delta$, zbytkové průrazné pevnosti, obsahu vody apod. – integrální kritérium. | Na základě výsledků z měřících a diagnostických systémů | Schopnost kalibrovat měřící systémy na základě složení kabelové trasy |

4.3 Příklad základních napěťových hladin využívaných při diagnostice kabelových sítí:

Tabulka 2 definuje požadavky na provozní zkoušky vn kabelových vedení pro jmenovitá střídavá napětí: 1,73/3(3,6) kV, 3,46/6(7,2) kV, 6/10(12) kV; 12,7/22(25) kV; 20/35(40,5) kV v distribuční síti.

Hodnoty AC a DC zkušebního napětí izolace jsou uvedeny jako násobek jmenovitého fázového napětí U_0 . Hodnoty AC, impulsního a stejnosměrného napětí byly převzaty z DIN VDE 0276-1001.

Hodnota DC napětí pro opakované zkoušky kabelů s papírovou napuštěnou izolací byla stanovena na základě provozních zkušeností provozovatelů distribučních soustav ČR.

U AC zkoušek s napětím 0,1 Hz se nebere ohled na tvar napětí (sinusový nebo kosinusový)

Jmenovité napětí kabelu a vodiče je provozní napětí, na které je kabel navržen, kterým je označen a které slouží k definici elektrických zkoušek. Jmenovité napětí se uvádí jako zlomek dvou hodnot U_0 / U (U_m) vyjádřených v kV.

Např. U_0 / U (U_m) - 3,46/6 (7,2)

U_0 je efektivní hodnota napětí mezi kterýmkoliv izolovaným jádrem a „zemí“, $U_0 = 3,46$ kV

U je efektivní hodnota napětí mezi kterýmkoliv dvěma fázovými jádry více žilového kabelu nebo vodiče, $U = 6,0$ kV

U_m je efektivní hodnota nejvyššího napětí sítě, na které může být zařízení užíváno, $U_m = 7,2$ kV

Při použití kabelu a vodiče v elektrické síti se střídavým proudem musí být jmenovité napětí kabelu vyšší nebo rovno jmenovitému napětí sítě.

Výrobce převezme tyto hodnoty do svých TP nebo podnikové normy a prokáže tyto schopnosti dále uvedenými zkouškami.

4.4 Jmenovité napětí izolovaných vodičů a kabelů vn:

Kabely jsou určeny pro jmenovitá střídavá napětí: 6/10 kV; 12,7/22 kV; 20/35 kV. Musí vyhovovat požadavkům ČSN EN 60071-1 a ČSN EN IEC 60071-2 ed. 2.

Kabely musí být schopné trvale pracovat při nejvyšším napětí dle ČSN EN 60038 Jmenovitá napětí CENELEC.

Tab. 1 Tabulka napětových hladin do 35 kV

| Napětová hladina | U_0 | U | U_m |
|------------------|---------|-------|---------|
| 3 kV | 1,73 kV | 3 kV | 3,6 kV |
| 6 kV | 3,46 kV | 6 kV | 7,2 kV |
| 10 kV | 6k V | 10 kV | 12 kV |
| 22 kV | 12,7 kV | 22 kV | 25 kV |
| 35 kV | 20 kV | 35 kV | 38,5 kV |

Tab. 2 Tabulka hodnot provozních zkoušek kabelů vn do 35 kV

Tabulka stanoví minimální hodnoty napětí a doby trvání zkoušek. Aplikace jednotlivých metod závisí na typu kabelového vedení dle kapitoly „Rozsah provozních zkoušek dle typu kabelového vedení“

| | Druh zkoušky | Napětí | Trvání | Požadavek |
|---|---|---|----------|---|
| 1 | Plášťová zkouška PE pláště | 5 kV DC | 5 minut | Bez průrazu, svodový proud < 2 mA/1km |
| 2 | Plášťová zkouška PVC pláště | 3 kV DC | 5 minut | Bez průrazu, svodový proud < 2 mA/1km |
| 3 | Napětová zkouška izolace AC | $2U_0$ 50 Hz | 60 minut | Bez průrazu |
| 4 | Napětová zkouška izolace AC VLF | $3U_0$ 0,1 Hz | 60 minut | Bez průrazu |
| 5 | Napětová zkouška izolace DC | $4U_0$ | 10 minut | Bez průrazu |
| 6 | Lokální diagnostika - diagnostika částečných výbojů | $1,7U_0$ | - | bez koncentrace částečných výbojů ¹⁾ |
| 7 | Integrální diagnostika | dle druhu zkušební metody ²⁾ | - | Dle typu prováděné diagnostiky |

¹⁾ Bez překročení limitních hodnot stanovených výrobcem měřícího zařízení nebo dle limitů určených provozovatelem DS

²⁾ Hodnoty od několika voltů v případě relaxačních metod po $2U_0$ v případě měření tangens delta Pokud je kabel ukončen v zapouzdřeném rozvaděči a nelze ho odpojit, je třeba respektovat zkušební napětí předepsané výrobcem zařízení, pokud jeho hodnota je nižší než hodnoty z tabulky 2

Tab. 3 Napětové hladiny používané při lokalizaci poruch kabelů

| | Druh použitého napětí | Velikost napětí |
|---|--|-----------------|
| 1 | DC Stejnoseměrné napětí | $\leq 8 U_0$ *) |
| 2 | AC Střídavé napětí 50 Hz | $\leq 2 U_0$ |
| 3 | Impulsní napětí (např. rázový generátor) | $\leq 8 U_0$ |

*) Pokud se při lokalizaci poruch kabelového vedení s již provozovanými XLPE kabely použije stejnosměrné napětí, je třeba volit co nejvyšší hodnotu.

4.5 Rozsah provozních zkoušek dle typu kabelového vedení

| Typ kabelového vedení | Druhy použitelných zkoušek |
|---|---|
| Kabely s plastovou izolací | <p>Stav izolace a kvalita montáže kabelů a kabelových souborů se ověřuje lokální diagnostikou – měřením částečných výbojů a plášťovou zkouškou.</p> <p>U tohoto typu kabelů lze lokální diagnostiku – měření částečných výbojů nahradit AC napěťovou zkouškou izolace 50 Hz nebo VLF 0,1 Hz.</p> <p>Zkoušení kabelového vedení se doporučuje zahájit plášťovou zkouškou. Pokud plášťová zkouška nevyhoví, je nutné nejprve odstranit plášťovou poruchu, poté znovu zkoušku zopakovat. Teprve když kabel vyhoví plášťové zkoušce, pokračovat ve zkoušení izolace.</p> <p>U rekonstrukcí části stávajících kabelových vedení se provádí plášťová zkouška vždy před naspojováním na starý úsek kabelu.</p> <p>U plášťové zkoušky pro kombinovaný PE+PVC plášť se použijí hodnoty napětí pro PVC plášť.</p> <p>U kabelů s plastovou izolací je preferovaná kombinace plášťová zkouška + diagnostika částečných výbojů jako nedestruktivní zkouška s vyšší vypovídající schopností a přesnou lokalizací montážních vad.</p> <p>Celkový stav a zestárnutí izolace je vhodné zjistit jednou z integrálních metod – Tangens delta, zotavená napětí a proudy, frekvenční spektroskopie apod.</p> <p>DC napěťová zkouška izolace lze použít pouze ve výjimečných případech, když nelze použít jednu z výše uvedených zkoušek.</p> <p>U kabelů s plastovou izolací není doporučována!</p> |
| Kabely s impregnovanou papírovou izolací | <p>Stav izolace a kvalita montáže kabelů a kabelových souborů se ověřuje AC napěťovou zkouškou izolace 50 Hz, AC napěťovou zkouškou izolace VLF 0,1 Hz nebo ve výjimečných případech DC napěťovou zkouškou izolace.</p> <p>Stav izolace lze ověřit také lokální diagnostikou – měřením částečných výbojů v kombinaci s jednou z integrálních metod.</p> <p>Pro zjištění provozního zestárnutí izolace se doporučuje provádět lokální diagnostiku-měření částečných výbojů v kombinaci s jednou z integrálních metod (preventivní diagnostika).</p> |
| Smišená kabelová vedení | <p>Stav izolace a kvalita montáže kabelů a kabelových souborů se ověřuje AC napěťovou zkouškou izolace 50 Hz, AC napěťovou zkouškou izolace VLF 0,1 Hz nebo ve výjimečných případech DC napěťovou zkouškou izolace.</p> <p>Stav izolace lze ověřit také lokální diagnostikou – měřením částečných výbojů v kombinaci s jednou z integrálních metod. Je nutné si uvědomit, že hodnoty částečných výbojů v částech s impregnovanou papírovou izolací mohou být řádově vyšší, než v části s plastovou izolací a závady v plastové části tak mohou být nedetekovatelné.</p> <p>U nově vznikajících smíšených vedení se doporučuje zahájit zkoušky plášťovou zkouškou na nové části kabelu s plastovou izolací vždy před naspojováním na starý úsek kabelu. Pokud plášťová zkouška nevyhoví, je nutné nejprve odstranit plášťovou poruchu, poté znovu zkoušku zopakovat. U plášťové zkoušky pro kombinovaný PE+PVC plášť se použijí hodnoty napětí pro PVC plášť.</p> <p>Pro zjištění provozního zestárnutí izolace se doporučuje provádět lokální diagnostiku-měření částečných výbojů v kombinaci s jednou z integrálních metod (preventivní diagnostika).</p> |

Použitelnost jednotlivých metod závisí na možnostech měřicího zařízení a možnosti kalibrace zařízení na danou kabelovou trasu (kabelové trasy složené z mnoha typů kabelů, hraničních provozních parametrů).

4.6 Zkoušky kabelů podle druhu zkoušeného vedení

| | |
|--------------------------|--|
| 1. Celoplastová kabelová | 1.1. Stav izolace a kvalita montáže kabelů a kabelových souborů se |
|--------------------------|--|

| | |
|--|---|
| <p>vedení před prvním uvedením do provozu</p> | <p>testuje metodou měření částečných výbojů, plášťovou zkouškou izolačního stavu pláště stejnosměrným napětím 5 kV po dobu 5 minut u nových vedení musí být izolační odpor větší než 2,5 MΩ /km tj. svodový proud menší než 2 mA/km.</p> <p>1.2. Provést napěťovou zkoušku zvýšeným zkušebním napětím AC, VLF nebo DC dle tabulky 2 nebo metodou měření částečných výbojů</p> <p>1.3. Vždy se musí provést zkouška izolačního stavu pláště stejnosměrným napětím dle bodu 1.1, tato zkouška nahrazuje i zkoušky stavu izolace uvedené v přechozích odstavcích, v případě, že to není možné z časových, kapacitních nebo technických důvodů provést.</p> <p>1.4. Součástí zkoušky je i měření elektrické délky. Elektrická délka je uvedena na Protokolu o vn zkoušce.</p> |
| <p>2. Celoplastová kabelová vedení vzniklá úpravou stávající sítě</p> | <p>2.1. Tato vedení vznikají zasmyčkováním nebo nastavením již provozovaných kabelů s celoplastovou izolací novými celoplastovými kabely.</p> <p>2.2. Tento typ kabelů se zkouší dle bodu 1.1. viz výše.</p> |
| <p>3. Kombinovaná kabelová vedení vzniklá úpravou stávající sítě</p> | <p>3.1. Kombinovaná kabelová vedení jsou vedení, kde kabely s papírovou izolací jsou nastavovány kabely s celoplastovou izolací.</p> <p>3.2. Tento typ kabelů se testuje střídavým zkušebním napětím VLF dle tabulky 2 po dobu minimálně 60 minut.</p> <p>3.3. Tyto kabely lze v případě, kdy není možné provést zkoušku střídavým napětím VLF zkoušet i adekvátním stejnosměrným zkušebním napětím dle tabulky 2. nejméně po dobu 10 minut.</p> <p>3.4. Vždy se musí provést zkouška izolačního stavu pláště stejnosměrným napětím dle bodu 1.1, tato zkouška nahrazuje i zkoušky stavu izolace uvedené v přechozích odstavcích, v případě, že to není možné z časových, kapacitních nebo technických důvodů provést.</p> <p>3.5. Součástí zkoušky je i měření elektrické délky. Elektrická délka je uvedena na Protokolu o vn zkoušce.</p> |
| <p>4. Celoplastová kabelová vedení po provedené opravě</p> | <p>4.1. Stav izolace a kvalita montáže kabelů a kabelových souborů se testuje metodou měření částečných výbojů, plášťovou zkouškou izolačního stavu pláště stejnosměrným napětím 5 kV po dobu 5 minut u nových vedení musí být izolační odpor větší než 2,5 MΩ/km tj. svodový proud menší než 2 mA/km.</p> <p>4.2. Tento typ kabelů se testuje střídavým zkušebním napětím dle tabulky 2 po dobu minimálně 60 minut.</p> <p>4.3. Tyto kabely lze v případě, kdy není možné provést zkoušku střídavým napětím VLF zkoušet i adekvátním stejnosměrným zkušebním napětím dle tabulky 2. nejméně po dobu 10 minut.</p> |
| <p>5. Kabelová vedení kombinovaná a s papírovou izolací po provedené opravě</p> | <p>5.1. Stav izolace a kvalita montáže kabelů a kabelových souborů se testuje metodou měření částečných výbojů, plášťovou zkouškou izolačního stavu pláště stejnosměrným napětím 5 kV po dobu 5 minut u nových vedení musí být izolační odpor větší než 2,5 MΩ /km tj. svodový proud menší než 2 mA/km.</p> <p>5.2. Tento typ kabelů se testuje střídavým zkušebním napětím VLF dle tabulky 2 po dobu minimálně 60 minut.</p> <p>5.3. Tyto kabely lze v případě, kdy není možné provést zkoušku střídavým napětím zkoušet i adekvátním stejnosměrným zkušebním napětím dle tabulky 2. nejméně po dobu 10 minut,</p> <p>5.4. U kabelového vedení, kde není možné určit stáří ani typ kabelu se postupuje jako u kabelového vedení s papírovou izolací, tj. provede se ověření izolačního stavu stejnosměrným napětím dle tabulky 2. po dobu 10 minut nebo střídavým zkušebním napětím dle tabulky 2.</p> |

| | |
|--------------------------------|---|
| | po dobu 60 minut |
| 6. Informativní zkouška | <p>6.1. Informativní zkouška kabelového vedení je zkouška kabelu, který byl mimo provoz, ale nevykazuje evidentně poruchový stav, např. kabely vypnuté z bezpečnostních důvodů nebo z důvodu závady v trafostanici, rozvodné soustavě. Touto zkouškou se před připojením kabelu do sítě ověřuje, zda během vypnutí nedošlo k jeho poškození např. cizím zásahem.</p> <p>6.2. Informativní zkouška kabelového vedení se provádí zkušebním stejnosměrným napětím dle tabulky 2. po dobu 1 minuty po ustálení svodového proudu. Nebo střídavým napětím VLF dle tabulky 2. po dobu 10 minut</p> <p>6.3. Tyto kabely lze v případě, kdy není možné provést zkoušku střídavým napětím zkoušet i adekvátním stejnosměrným zkušebním napětím dle tabulky 2. nejméně po dobu 10 minut.</p> |

5 Seznam souvisejících dokumentů

- ČSN 34 7405 ed.2 Distribuční kabely s výtlačně lisovanou izolací pro napětí od 3/3,6 do 20,8/36 (42) kV včetně (HD 620.S2)
- PNE 34 7626 ed.2 Provozní zkoušky kabelových vedení vn v distribuční síti do 35 kV
- ČSN EN 60060-1 Technika zkoušek vysokým napětím. Část 1: Obecné definice a požadavky na zkoušky
- ČSN EN 60071-1 ed.2 Koordinace izolace – Část 1: Definice, principy, pravidla
- ČSN EN 60270 +A1 Technika zkoušek vysokým napětím - Měření částečných výbojů

Související zahraniční normy

- DIN VDE 0276-1001 Starkstromkabel. Teil 1001: Prüfungen an verlegten Kabeln
- DIN VDE 0276 part 620
- DIN VDE 0276 part 621