

# Transport, instalace, uvedení do provozu a údržba suchých transformátorů se zalitým vinutím

Předpis TITt 11/95 (2004 cz)

## Obsah:

1. Všeobecná ustanovení
2. Balení
3. Transport
4. Skladování
5. Instalace
6. Uvedení do provozu
7. Provoz
8. Údržba

## 1. Všeobecná ustanovení

Transformátory se zalitým vinutím patří podle normy ČSN EN 60726 „Suché výkonové transformátory“ (IEC 726) do skupiny suchých transformátorů.

Technické parametry a konstrukční uspořádání se řídí obecně normou ČSN 35 1111 „Trojfázové suché distribuční transformátory 50 Hz, s výkony od 100 do 2500 kVA, s nejvyšším napětím pro zařízení nepřevyšujícím 36 kV“ (DIN 42 523) a požadavky zákazníka v objednávce.

Zvláštním znakem transformátorů se zalitým vinutím jsou vinutí vyššího napětí, která jsou zcela zalitá v pryskyřici, a vinutí nižšího napětí, izolovaná umělou pryskyřicí, nejčastěji ve formě fóliového vinutí. Oproti běžným suchým transformátorům se tím dosahuje vyšší odolnosti proti částečným výbojům, zkratové odolnosti a dielektrické pevnosti (především proti spínacím a atmosférickým impulzům) a nižší citlivosti na vlivy okolí jako jsou vlhkost a prach.

Další technické detaily jsou buď viditelné, protože transformátory se zalitým vinutím nemají žádnou nádobu, nebo je možné je zjistit z následujících podkladů:

- výkonový štítek a schéma zapojení (na transformátoru)
- rozměrový výkres s kusovníkem (na vyžádání)
- zkušební protokol a protokol měření
- případně podklady ke skříni (ochrannému krytu) transformátoru
- dokumentace k ochranným přístrojům (schéma zapojení hlídání teploty).

## 2. Balení

Transformátory zalité v pryskyřici nejsou citlivé na přirozenou vlhkost vzduchu. Pro kratší vnitrozemské transporty na vozidlech s krytou korbou se většinou nevyžaduje žádný obal. Pro delší vnitrozemské a zámořské transporty se transformátory obalí folií a umístí se do dřevěných beden nebo kontejnerů. Rozhodující pro použití a typ obalu je požadavek zákazníka v objednávce nebo místo určení.

### 3. Transport

- 3.1. Ke zvedání transformátorů musejí být použita pro tento účel určená čtyři závěsná oka, a to všechna současně. Zvedání přímo přes spojku je nepřípustné!
- 3.2. Bedny a kontejnery se zvedají pouze v označených místech.
- 3.3. Přeprava po silnici se provádí zásadně jen na vozidlech se vzduchotlakovým odpružením.
- 3.4. Při kratších transportech na nákladním vozidle je nutné položit nosníky podvozku transformátoru na dřevěné hranoly zajištěné proti posunutí po ložné ploše vozu. K ukotvení transformátoru se používají čtyři upevňovací oka na horní stahovací konstrukci. Napínací síly při minimálním napínacím úhlu 30° se nastaví pomocí měřiče tahu na napínacím pásu. Dovolené hodnoty jsou udané na štítku v blízkosti ok. Je zakázáno překračovat hodnoty zrychlení transportu, a to 0,8g ve směru jízdy a 0,5g v příčném směru jízdy.
- 3.5. V případě poškození nebo napohled patrném posunutí cívek transformátoru je nutno závadu okamžitě reklamovat u přepravce, případně se obrátit na dodavatele.**
- 3.6. Transport například vysokozdvizným vozíkem je možný pouze zvedáky při použití ve závěsných ok (viz bod 3.1).

### 4. Skladování

Během transportu a případně před instalací se smí transformátory skladovat pouze v prostorách krytých před deštěm. Krytí transformátoru fólií by mělo být provedeno tak, aby se zabránilo kondenzaci vlhkosti pod fólií, např. odvětráním na zadní straně. Totéž platí také pro transformátory, které jsou již zabudované ve skříni.

### 5. Instalace

- 5.1. Nejdříve se odstraní obal, popř. mechanické zajištění užívané při přepravě, a transformátor se očistí. Zvláštní pozornost je nutno věnovat chladicím kanálům v cívkách a mezi cívkami.
- 5.2. Zajistí se stanoviště transformátoru. Kolečka podvozku se zajistí proti pohybu. Případně použité zvukově izolační desky musí být upevněny tak, aby byla zachována jejich stálá poloha vůči transformátoru.
- 5.3. **Zajistí se potřebné větrání prostoru - přívod a odvod vzduchu.** (Je třeba mít a zřeteli zvýšené ztráty při provozu s nuceným větráním AF.) Stanoviště transformátoru musí splňovat ČSN 33 3240-Z2 „Stanoviště výkonových transformátorů“ a ČSN 33 2201 „Elektrické instalace nad AC 1 kV“. Orientačně platí, že je nutno zajistit výměnu vzduchu 3,2 m<sup>3</sup>/min. na 1 kW ztrát.

5.4. Z důvodu přepravy demontované díly, jako jsou připojovací praporce, ovládací skříňky apod., se vybalí a namontují (dbejte bodu 7.3).

#### **5.5. Nosníky podvozku nesmějí být odmontovány od spodní stahovací konstrukce!**

5.6. Je-li součástí dodávky rozložená skříň, smontuje se dle přiložené dokumentace.

5.7. Je-li je velký časový rozdíl mezi instalací transformátoru a jeho uvedením do provozu a dochází k nebezpečí jeho znečištění, např. prachem ze stavby, zakryje se transformátor fólií (viz bod 4).

5.8. Připojení obvodu hlídání teploty. Termistory jsou zapuštěny do vinutí nižšího napětí a spojeny do série (termistorový řetězec). Každý hlídací systém (výstraha, odpojení) má samostatný termistorový řetězec s různou jmenovitou vybavovací teplotou (NAT), která je odlišena barvou přívodu. Dosáhne-li kterýkoli termistor své jmenovité vybavovací teploty, reaguje vybavovací přístroj. Tím se zachytí i jednofázové přetížení. Svorkovnice k propojení řetězců termistorů s vybavovacími přístroji se zpravidla nachází u horní stahovací konstrukce. Vybavovací přístroj se dodává pouze přibalený, protože se počítá s jeho zabudováním do rozváděče na DIN lištu. Zapojení obvodu hlídání teploty je v dokumentaci ochranných přístrojů (viz bod 1).

### **6. Uvedení do provozu**

Před uvedením do provozu je potřeba provést následující činnosti a kontroly:

6.1. Odstraní se případná krycí fólie.

6.2. Připojí se a přezkouší uzemnění.

6.3. Překontroluje se, zda na transformátoru nejsou nečistoty a cizí tělesa, v případě potřeby se transformátor očistí.

6.4. Zkontroluje se poloha a upevnění horních otláčovacích špalíků. Gumové podložky silné 20 mm musí být asi 2 až 3 mm stlačené, v případě potřeby se dotáhnou tlačnými šrouby.

6.5. Připojí se systémy hlídání teploty a přerušením obvodu termistorů na svorkovnici se přezkoušejí poruchové obvody. (viz bod 7.2).

6.6. Jsou-li jsou použity ventilátory, je potřeba zkontrolovat směr jejich otáčení a jejich ovládání (viz schéma zapojení hlídání teploty).

6.7. Připojí se fázové a nulové svorky podle štítku spojení (přičemž je nutno dbát ustanovení v bodu 6.9). Pokud se mění nastavení odboček, postupuje se podle bodu 7.3.

6.8. Zkontrolují se a dotáhnou všechny elektrické spoje. Utahovací momenty jsou uvedeny v tabulce na konci.

6.9. Zkontrolují se napěťové vzdálenosti. Všechna připojovací a ovládací vedení a vodivé díly pro upevnění musí být v dostatečné vzdálenosti od vinutí vyššího napětí. Doporučuje se dodržet odstupy jako pro neizolované vodiče pod napětím:

při  $U_m = 12 \text{ kV}$  – 115 mm

při  $U_m = 25 \text{ kV}$  – 190 mm instalace v nadmořské výšce do 1000 m n. m.

při  $U_m = 36 \text{ kV}$  – 300 mm

**Pozor! Vinutí vyššího napětí jsou sice izolovaná vrstvou pryskyřice, nejsou však chráněna proti dotyku ve smyslu normy ČSN 33 2000 „Elektrotechnické předpisy - Elektrická zařízení - Část 4: Bezpečnost - Kapitola 41: Ochrana před úrazem elektrickým proudem“ (IEC 364-4-41), t.zn. práce na transformátoru a v jeho blízkosti je přípustná, pouze je-li bez napětí a uzemněn!**

## 7. Provoz

Pro transformátory se zalitým vinutím platí ČSN EN 60076-1 „Výkonové transformátory. Všeobecně“ (IEC 76), ČSN EN 60726 „Suché výkonové transformátory“ (IEC 726) a ČSN 35 1105 „Návod na zatěžování suchých výkonových transformátorů“ (IEC 905), pokud nejsou domluveny se zákazníkem jiné podmínky.

Ve srovnání s olejovými transformátory se suché liší přetížitelností. Je nutno přihlídnout k následujícím bodům:

### 7.1. Přetížitelnost

Suché transformátory se zalitým vinutím mají ve srovnání s olejovými jinou tepelnou kapacitu, jinou dovolenou teplotu izolačního systému a jinou tepelnou konstantu, které určují přetížitelnost v závislosti na velikosti předchozí zátěže, na teplotě chladícího média a době provozu. Zatěžovací křivky jsou závislé na dimenzování a provedení transformátoru. Musí být vypočteny pro konkrétní transformátor a v případě potřeby je možno si je vyžádat.

### 7.2. Hlídnání teploty

Do série zapojené termistory (termistorové řetězce), které jsou zabudovány ve vinutí nižšího napětí, sestávají zpravidla ze dvou systémů se jmenovitými vybavovací teplotami, které se liší asi o 20 K. Přitom spodní teplota jsou použita pro výstrahu, horní k odpojení transformátoru.

Při vybavení ochrany při horní teplotě, je zpravidla překročena mezní teplota zvoleného izolačního systému a tím se zkracuje životnost.

Výstraha je signalizována při teplotě okolí 20°C, kdy je dosaženo ustáleného oteplení při trvalé jmenovitém zatížení. V tomto případě by se nemělo z preventivních důvodů dále zvyšovat zatížení transformátoru.

Příčiny překročení mezní teploty mohou být:

- přetížení
- okolní teplota vyšší než 40 °C při trvalém jmenovitém zatížení
- nedostačující chlazení transformátoru (zkontrolovat větrání)

**V žádném případě se nesmějí vyměnit termistory za jiné s vyšší jmenovitou vybavovací teplotou.**

### 7.3. Přepojení odboček.

**Přepojení je možno provést pouze v beznapětovém stavu!**

Při změně zapojení propojek na straně vyššího napětí se nesmí změnit spojení do trojúhelníka:

- povolit spojení propojky a tyče spojení do trojúhelníka
- vyšroubovat upevňovací šroub ze zdířky na cívce
- přesunout propojku do zvolené zdířky a šrouby opět utáhnout
- spojení propojky a tyče spojení do trojúhelníku opět utáhnout

**Při dotahování a povolování spojení vyvažujte utahovací momenty opačné orientace otevřeným klíčem č. 21 podle náčrtku na konci návodu. Utahovací momenty jsou v tabulce na poslední straně!**

(V případě spojení vinutí vyššího napětí do hvězdy se postupuje obdobně.)

## 8. Údržba

**Transformátory zalité v pryskyřici jsou do značné míry bezúdržbové.**

8.1. Každých 6 měsíců se zkontroluje funkčnost ventilátoru a jeho řízení.

8.2. Ve stanovených intervalech kontrolovat znečištění transformátoru. Je-li transformátor instalován na stanovišti s neodhadnutelným rizikem znečištění, doporučuje se první kontrola nejpozději do 6 měsíců. Je-li znečištění nízké, lze interval pravidelných kontrol prodloužit, je-li znečištění silné, musí se interval pravidelných kontrol zkrátit a provést opatření ke snížení znečišťování. Při čištění je třeba dbát náležitě pozornosti na chladicí kanály ve vinutích a mezi vinutími. Čištění se provádí vysavačem, suchým stlačeným vzduchem a hadrem.

8.3. Každých 6 měsíců se přezkouší funkce hlídání teploty tak, že se přeruší řetězec termistorů na svorkovnici.

**Při eventuálním měření studeného odporu termistorů nesmí překročit měřicí napětí měřicího přístroje hodnotu 2,5 V!**

### Utahovací momenty při dotahování spojení měděných přípojníc

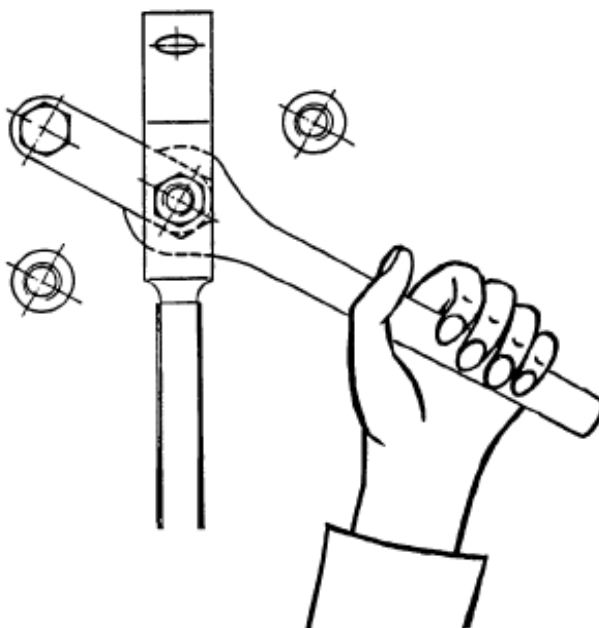
Závit	Utahovací moment <sup>1)</sup> [Nm]
M 10	40
M 12	70
M 16	140

### Utahovací momenty při dotahování propojek a zdířek

Závit	Utahovací moment <sup>1) 2)</sup> [Nm]
M 8	10
M 10	20
M 12	35

<sup>1)</sup> bez mazacího prostředku

<sup>2)</sup> vyvažujte utahovací momenty opačné orientace otevřeným klíčem  
- viz náčrtek



Dodavatel pro ČR:

ELPRO – ENERGO s.r.o.

Dlouhá 16

110 00 Praha 1

Tel.: 227 195 208

Fax: 226 013 025

Mob.: 603 547 549

nebo pobočka

ELPRO – ENERGO s.r.o.

Na Vyhlídce 1253

739 61 Třinec Kamionka

Tel.: 558 999 330

Fax.: 226 013 025

Mob.: 603 478 003

[www.elpro-energo.cz](http://www.elpro-energo.cz)

STARKSTROM - GERÄTEBAU GMBH  
Ohmstraße 36, D 93055 Regensburg  
Tel. +49 941 78410 - Fax: +49 941 71721