

## Technický předpis olejového transformátoru ve vlnové nádobě

1. Informace o dokumentaci .....	2
2. Bezpečnost.....	3
3. Popis transformátoru .....	4
4. Doprava a skladování.....	6
5. Instalace transformátoru.....	7
6. Uvedení transformátoru do provozu .....	7
7. Kontroly a revize transformátoru .....	8
8. Přílohy .....	8
P1 – Plnění oleje a korekce objemu oleje v nádobě transformátoru.....	8
P2 – Nastavení napětí s pomocí přepojovače odboček.....	9
P3 – Utahovací momenty .....	10

Všechna práva k tomuto technickému podkladu přísluší výhradně společnosti ETD TRANSFORMÁTORY a.s.  
Bez souhlasu této společnosti nesmí být podklad kopírován, rozmnožován a není dovoleno postoupit jej třetím osobám.

## Úvod

Expedovaný transformátor je naplněn olejem, hermeticky uzavřen a vybaven příslušenstvím, které je zabudováno nebo dodáváno jako samostatná součást. Po dopravení transformátoru na místo určení je třeba zkontrolovat, zda nedošlo k poškození transformátoru během dopravy a bylo dodáno objednané příslušenství. V případě poškození je třeba zjistit jeho příčinu a rozsah. Formou protokolu je třeba dodavateli oznámit poškození nebo chybějící příslušenství a současně podat zprávu přepravci.

## 1. Informace o dokumentaci

Technický předpis musí být uschován tak, aby byl kdykoliv přístupný zodpovědnému personálu.

Pokud máte otázky k předloženému technickému předpisu anebo k jiným vlastnostem transformátoru, obraťte se na výrobce.

Základní informace o transformátoru jsou uvedeny na výkonovém štítku umístěném na transformátoru a v příložené dokumentaci. Zkontrolujte, zda údaje na štítku odpovídají objednávce. Pokud údaje nejsou v souladu s objednávkou, kontaktujte výrobce. Uveďte výrobní číslo transformátoru, rok výroby, typ a výkon.

Výsledky kusové zkoušky, dohodnutých kusových zkoušek a schéma zapojení najdete v příložené dokumentaci.

**Určené použití – Transformátor je zhotoven podle požadavků zákazníka. Může být uveden do provozu pouze za podmínek použití uvedených v objednávce. V případě potřeby změn těchto podmínek, nebo potřeby změn na transformátoru, se neodkladně obraťte na výrobce.**

## **2. Bezpečnost**

Všechny práce na transformátoru můžou provádět jenom osoby znalé (elektricky) nebo osoby poučené (elektricky) pod dohledem odborníka – elektrotechnika. Každý si musí dopředu nastudovat technický předpis (návod na obsluhu), hlavně kapitolu Bezpečnost.



**Při všech pracích na transformátoru je zapotřebí bezpodmínečně dodržet těchto pět bezpečnostních předpisů:**

- 1. Vypnout transformátor bez zátěže**
- 2. Zabezpečit transformátor proti opětovnému zapnutí**
- 3. Určit stav transformátoru bez napětí**
- 4. Uzemnit a zkratovat transformátor**
- 5. Odpojit, nebo odstavit sousední, pod napětím stojící části**

Z důvodu zamezení jakéhokoliv ohrožení osob, musí být transformátor umístěn tak, aby během jeho provozu nebyl k němu přístup. Musí být vykonána ochranná opatření, která umožní přístup k transformátoru jen tehdy, když je oboustranně odpojen od elektrické sítě.



**Když je jedno vinutí transformátoru pod napětím, jsou pod napětím také ostatní vinutí.**

Všechny regionální předpisy jako i ČSN 33 3201 (CENELEC HD 637) musí být přesně dodrženy (stavební předpisy, směrnice pro instalaci elektrických zařízení, předpisy pro transformátory, ochrana životního prostředí, atd.)

Výrobce nezodpovídá a neručí za případy, ve kterých vznikly přímé nebo nepřímé škody na základě toho, že transformátor nebyl instalován a provozován podle návodu. To platí i pro nerespektování všeobecných bezpečnostních předpisů, i když nejsou v předloženém technickém předpise uvedeny.

### **2.1. Vyhodnocení doplňkových rizik v určených provozních a uživatelských podmínkách transformátoru**

Uživatel je povinen provést preventivní opatření na zvládnutí následků úrazu nebo havárie, zabezpečit a zkontrolovat stav zařízení na stanovišti transformátoru.

Z provozu transformátoru vyplývají rizika, která mohou ohrožovat zdraví, majetek a životní prostředí:

#### **2.1.1. Elektrická:**

- dotyk nebezpečných živých částí;
- dotyk neživých částí (které se staly živými v důsledku poruchy);
- následky přepětových jevů při atmosférických nebo spínacích přepětích;
- přístup k živým částem pod vysokým napětím.

Ochrana před dotykem živých částí je třeba zabezpečit podle národních předpisů. Zabezpečit přístup a umožnit manipulaci pouze osobám k tomu určeným.

#### **2.1.2. Tepelná:**

- popálení při dotyku součástí transformátoru (průchodka, nádoba apod.) při provozu bez použití ochranných pomůcek.

Přístup je povolen pouze osobám k tomu určeným.

### 2.1.3. Mechanická:

- nesprávná manipulace při zdvínání nebo tažení transformátoru.

### 2.1.4. Požár nebo exploze:

- destrukce transformátorové nádoby při některém poruchovém jevu;
- exploze při nesprávném postupu při opravách transformátoru.

Před otevřením transformátoru se doporučuje preventivně opatrný přístup, který spočívá v tom, že před uvolněním šroubů víka se vytvoří v okruhu minimálně 3 m ochranné pásmo, kde se zakáže kouřit a vstupovat s otevřeným plamenem, nebo zdrojem vysoké teploty. Po vypuštění oleje výpustním ventilem doporučujeme vytlačit hořlavé plyny, které mohly vzniknout v důsledku elektrické závady. Vytlačovat plyny doporučujeme tak, že přes ventil (rouru) na víku transformátoru se vhání inertní plyn anebo dusík v množství cca 1,5 násobku objemu oleje a hořlavé plyny se vytlačují výpustním ventilem. Na závěr vytlačování doporučujeme 5 minut nechat unikát plyn i přes ventil (rouru) na víku. Po uvedených opatřeních je možné začít s demontáží nádoby uvolňováním šroubů víka pomocí pneumatických nástrojů (v žádném případě nedoporučujeme použití otevřený plamen). Po vyjmutí vnitřních částí se ochranné pásmo může zrušit.

Je třeba dodržovat národní předpisy pro vnější a vnitřní stanoviště transformátoru. Stanoviště transformátoru musí tvořit samostatný požární úsek. Při opravách transformátoru je třeba dodržovat ustanovení uvedené v Technickém předpisu.

### 2.1.5. Chemická:

- expozice látkám ohrožujícím zdraví;
- podle teploty oleje hermetizovaného transformátoru  $\Theta < 30\text{ }^{\circ}\text{C} < \Theta$  má transformátor vnitřní podtlak, nebo přetlak. Tento stav je třeba při nouzovém otevření transformátoru předpokládat.

Doporučený postup po expozici olejem je uveden v bezpečnostním informačním listě pro izolační olej.

### 2.1.6. Hluk a vibrace:

- expozice hluku a vibracím.

Zvýšený hluk a vibrace jsou znakem poruchového stavu transformátoru. V takovém případě je třeba kontaktovat dodavatele. Při návrhu stanoviště transformátoru musí projektant brát v úvahu dohodnuté parametry transformátoru.



**V případě, že je transformátor vystaven nadměrným přepětím, např. od vypínačů, jističů, atmosférických jevů apod., doporučuje se provést instalaci odpovídajících omezovačů přepětí.**

## 3. Popis transformátoru

Transformátory jsou určeny pro práci ve venkovním prostředí (ve vnitřním prostředí při dobré ventilaci), s přirozeným chlazením ONAN, při trvalém zatížení.

Hlavní charakteristiky pracovního prostředí:

- nadmořská výška nepřesahuje 1 000 m;
- teplota chladicího vzduchu nepřekročí 40 °C a neklesne pod – 25 °C (přitom nesmí překročit průměrnou měsíční teplotu nejteplejšího měsíce 30 °C a průměrnou roční teplotu 20 °C) **pokud nebylo nedohodnuto jinak.**

**Technické normy**

Transformátory jsou vyráběné podle souboru norem EN 60076 (35 1100).

**Oteplení** EN 60085 (33 0250). Střední oteplení vinutí nepřesahuje 65 K a oteplení oleje v horní vrstvě 60 K. **Pro jiné pracovní prostředí mohou platit jiné hodnoty oteplení.**

**Zatížitelnost**

Transformátory se můžou zatěžovat výkonem vyšším než je jmenovitý podle podmínek uvedených v ČSN 35 1106 (IEC 60354).

**Předpisy**

Pro olejové výkonové transformátory platí v jednotlivých zemích místní národní předpisy, které zohledňují ochranu osob, majetku a životního prostředí.

**3.1. PROVEDENÍ TRANSFORMÁTORŮ**

Změnou teploty vinutí během provozu transformátoru dochází ke změně objemu dielektrické kapaliny (obvykle minerální olej) sloužící ke chlazení vinutí. Změna objemu oleje se u hermeticky uzavřeného transformátoru vyrovnává dilatujícími chladícími vlnami nádoby transformátoru.

**Magnetický obvod**

Magnetický obvod je vyroben z orientovaného transformátorového plechu způsobem step – lap. Spojky jsou staženy ocelovou konstrukcí.

**Vinutí**

Vinutí vyššího napětí (vn) a nižšího napětí (nn) je vyrobeno z měděných vodičů izolovaných papírem a lakem. Celkové řešení a uspořádání vinutí zaručuje elektrickou a mechanickou pevnost a účinné chlazení transformátoru.

**Vývody**

Vývody vn a nn jsou ukončeny průchodkami podle EN 50181 S1 umístěnými na víku transformátoru.

**Odbočky z vinutí**

Řízení napětí v rozsahu  $\pm 2 \times 2,5 \%$  jmenovitého napětí vn se provádí přepojovačem odboček **na odpojeném transformátoru**. Ovládání přepojovače je mechanické (viz přílohu P2). Nachází se na víku transformátoru.

**Nádoba**

Nádoba je zhotovena z pružných vlnových stěn, které se přizpůsobují změnám objemu oleje vyskytujícím se v průběhu provozu. Je vybavena podvozkem s možností přestavení koleček na podélný a příčný posun transformátoru. V dolní části nádoby je vypouštěcí ventil oleje podle EN 50216-4 (35 1400). Na vaně nádoby jsou umístěny uzemňovací svorky M12. Nádoba transformátoru je hermeticky uzavřena víkem, které je přišroubováno k rámu nádoby.

**Příslušenství**

Na víku transformátoru je umístěno:

- sdružený přístroj na sledování teploty, tlaku a vývoje plynů.
- plnicí hrdlo, které slouží při hermetizaci na plnění a doplňování transformátoru olejem (viz přílohu 1).
- jímka, do které je možno montovat teploměr. Při montáži teploměru je třeba naplnit jímku olejem. Teploměr se dodává na základě požadavku odběratele.

**Upozornění!**

Není dovoleno manipulovat s vypouštěcím ventilem oleje, uzávěrem plnicího hrdla a s plnicím (odvzdušňovacím) ventilem na víku nádoby transformátoru. Tyto díly jsou výrobcem transformátoru zaplombovány.

**4. Doprava a skladování**

Během transportu je transformátor upevněn pomocí dřevěných hranolů upevněných na plošinu dopravního prostředku. Čtyři otvory na rámu nádoby slouží na ukotvení transformátoru při přepravě. Před vykládkou se tyto hranoly demontují.

**Dbejte na příslušné předpisy pro práci se zdvihacími zařízeními, vysokozdvížnými vozíky apod.**

**Hmotnost transformátoru je uvedena v dodacím listu nebo na výkonovém štítku.**

**Dodržte maximální přepravní hmotnost přepravného zařízení.**

**Je zakázána manipulace, nebo zdvihání transformátoru za chladicí vlny nádoby.**

**Nastavení koleček**

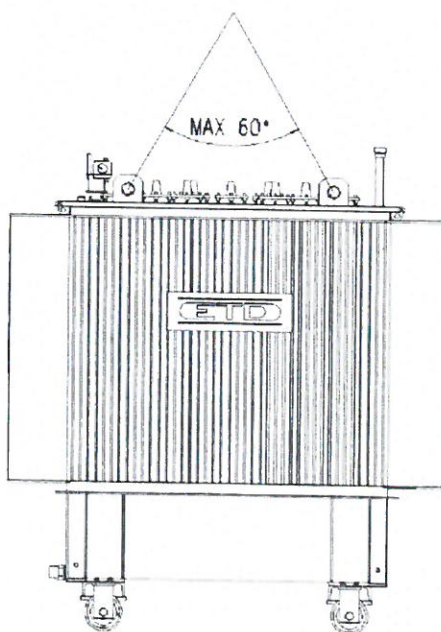
Kolečka jsou během dopravy namontována na horní stranu podvozkových noh.

Transformátor se zvedne pomocí zdvihacího zařízení (jeřábu) a podloží dřevěnými hranoly. Namontují se kolečka do požadovaného směru pohybu. Kolečka jsou přestavitelná ve dvou směrech.

Nadzvednutí transformátoru od země na kolečka je třeba na zabezpečení chlazení.

**Zdvihání**

**Transformátor je povoleno zdvíhat pouze za zdvihací oka na víku transformátoru a místa k tomu určená.**



**Tahání**

Transformátor je možné tahat za oka na podvozkových nohách.

**Doprava vysokozdvížným vozíkem**

Zdvíhání vysokozdvížným vozíkem za základovou vanu je dovoleno pouze za předpokladu, že se ližiny vozíku zasunou k vnější straně nosníků podvozku.

**Skladování**

Transformátor je třeba uskladnit na chráněném místě (ohrazené a zabezpečené místo) a chránit před znečištěním. Transformátor musí být umístěn ve vodorovné poloze.

**5. Instalace transformátoru**

Umístěte transformátor na požadované místo instalace. Zajistěte transformátor proti pohybu.

Zajistěte dostatečné větrání.

V závislosti na místě instalace se můžou použít pod kolečka tlumiče vibrací.

Přezkoušejte napětí a pořadí fází rozvodu.

Uzemněte transformátor.

Očistěte všechna připojovací místa. Zhotovte všechny přívody bez překroucení. Naneste na všech místech spojů antikorozi ochranu. Vybavte kabely odlehčením tahu. Při proudech nad 1 000 A použijte pružné spojky mezi svorkami transformátoru a přípojnými.

Připojte průchodky vn a nn.

Naneste na všechny šroubové spoje antikorozi ochranu (vazelínu apod.).

**6. Uvedení transformátoru do provozu**

Tento postup se týká všech nově instalovaných transformátorů, transformátorů uváděných do provozu po revizi nebo po opravě a transformátorů, které byly dlouhou dobu mimo provoz.

**6.1. Kontrola transformátoru**

Před připojením transformátoru je třeba dohlédnout, zda při skladování nebo montáži nebyl transformátor poškozen, nebo se při dlouhém skladování podstatně nezhoršily jeho elektrické vlastnosti, popřípadě zda není znečištěn. Transformátor musí být umístěn ve vodorovné poloze.

Musí se přezkoušet resp. překontrolovat:

- Neporušenost plomb (výpust oleje, uzávěr plnicí roury, plnicí (odvzdušňovací) ventil, víko). Případné porušení plomb je nutné oznámit výrobci transformátoru.
- Stav utěsnění (víko, průchodky, ventily) a olejetěsnost svárů. V případě zjištění netěsnosti transformátor nelze uvést do provozu, je nutné zjištěné nedostatky oznámit výrobci transformátoru, který zabezpečí jejich odstranění a opětovnou hermetizaci transformátoru.
- Izolační odpory vinutí (např. klikovým induktorem na napětí do 2 500 V). Minimální hodnota izolačního odporu má být 1 GΩ. Pokud v důsledku poškození transformátoru izolační stav nevyhovuje, je třeba kontaktovat výrobce.
- Jestli nejsou přerušena vinutí.
- Správné nastavení přepojovače odboček.
- Správné zapojení svorek transformátoru na příslušných fázích rozvodu.

- Shodnost skupiny spojení a úhlu natočení fází, pokud se jedná o paralelní chod.
- Jestli při paralelním chodu není mezi vzájemně si odpovídajícími svorkami jednotlivých transformátorů na výstupní straně rozdíl napětí.
- Řádné uzemnění transformátoru před připojením transformátoru (odpor uzemnění podle platného regionálního předpisu a směrnic podniku pro zásobování elektrickou energií).
- Správná funkce ochran.

## 6.2. Připojení transformátoru na napětí

Pokud kontrolou nebyly zjištěny žádné nedostatky, připojí se transformátor na jmenovité napětí podle schématu zapojení dodávaného v dokumentaci:

- připojení na síť se musí provést ve stavu naprázdno;
- první se připojuje strana vn, následně strana nn;
- následně se může transformátor zatěžovat.

## 7. Kontroly a revize transformátoru

### 7.1. Kontroly během provozu transformátoru

#### Dodržujte bezpečnou vzdálenost!

Kontroluje se (doporučuje se jedenkrát ročně):

- Neporušenost plomb
- Olejotěsnost transformátoru
- Napětí a proudy nn podle možnosti ve všech fázích (zjišťuje se, zda transformátor není nedovoleně zatížen)
- Teplota okolí
- Hluk transformátoru
- Správná funkce ochran

### 7.2. Pravidelné revize

Doporučuje se po roce provozu transformátor odpojit od všech přívodů a zkontrolovat:

- Stav olejotěsnosti transformátoru
- Nastavení a zajištění přepojovače odboček
- Utažení šroubů na průchodkách
- Stav znečištění průchodek, povrchu nádoby a víka
- Uzemnění transformátoru
- Správnou funkci ochran

Pokud během provozu transformátoru nenastane porucha, doporučuje se uvedenou kontrolu opakovat po pěti letech.

## 8. Přílohy

### P1 – Plnění oleje a korekce objemu oleje v nádobě transformátoru

1. Po opravě transformátoru (pokud byly vytaženy aktivní části) nebo při výměně oleje i při vytečení většího množství oleje je třeba transformátor plnit ve vakuové komoře.

Strana: 8

Počet stránek: 10

Následující řádky se použijí přiměřeně.

2. Před snížením hladiny oleje v transformátoru, např. při výměně průchodky, otevřete výpusť oleje a ponechte olej odtékat až do vyrovnání tlaku. Otevřete uzávěr na plnicím hrdle a odpustěte olej z transformátoru – maximální snížení hladiny oleje 50 mm. Za pomoci měřicí tyče zkontrolujte přes plnicí hrdlo stav oleje.
3. Plnicí hrdlo naplňte po okraj olejem a uzavřete pomocí těsnění a uzávěru.
4. V jímce na víku transformátoru změřte teplotu transformátorového oleje. Podle teploty oleje stanovte množství oleje, které je třeba odpustit. Přes přípojku otevřete výpusť oleje a vypustěte stanovené množství oleje. Zabraňte vniknutí vzduchu do transformátoru.
5. Množství oleje, které je třeba vypustit, se vypočítává ze vzorce:

$$\Delta V = k \times G_{\text{oleje}} \times (t_{\text{oleje}} - 30) \quad [\text{dm}^3]$$

$k = 0,000845$  – pro minerální olej

$k = 0,000719$  – pro esterovou náplň (MIDEL 7131)

$k = 0,001099$  – pro silikonovou náplň

$G_{\text{oleje}}$  – hmotnost oleje v kg uvedená na výkonovém štítku;

$t_{\text{oleje}}$  – teplota oleje v °C v transformátoru.

6. Přípojkou uzavřete výpusť oleje a přípojku z výpusti oleje odmontujte.

**Po naplnění transformátoru podle tohoto předpisu (hermetizaci) se žádná konstrukční část nesmí odvzdušňovat.**

## **P2 – Nastavení napětí s pomocí přepojovače odboček**

Přepojovač odboček se může nastavovat **pouze na odpojeném transformátoru.**

Postupujte následovně:

Hlavice přepojovače je aretovaná v příslušné poloze pružinou a výběrem v tělese přepojovače. Povytněte hlavici přepojovače a otočte ji do požadované polohy tak, aby se ukazatel polohy (číslo) kryl s ukazatelem na základní desce. Hlavice poté zapadne do výběru v tělese přepojovače a je aretována v nové poloze proti samovolnému přepnutí.

**P3 – Utahovací momenty**

Důležité je zkontrolovat průchodky, zda nejsou vystaveny mechanické zátěži způsobené kabelovými a přípojniovými vývody. Taková zátěž může vést k prosakování izolační kapaliny v místě uchycení dílů průchodky.

Při připojování je třeba dodržet uvedené utahovací momenty:

Tabulka utahovacích momentů.

Utahovací momenty	Svorník na průchodkách vn EN 50180 (DIN 42531)	M12	10 Nm
	Svorník na průchodkách nn EN 50386 (DIN 42530)	M12	15 Nm
		M20	35 Nm
		M30 x 2	100 Nm
		M42 x 3	100 Nm
		M48 x 3	150 Nm

Dovolená odchylka od utahovacího momentu  $\pm 10\%$ .