

Výkonové transformátory - Část 13: Transformátory s vlastním chráněním plněné kapalinou	ČSN EN 60076-13  35 1001
---	-----------------------------------

idt IEC 60076-13:2006

Power transformers - Part 13: Self-protected liquid-filled transformers

Transformateurs de puissance - Partie 13: Transformateurs auto-protégés immergés dans un liquide diélectrique

Leistungstransformatoren - Teil 13: Selbstgeschützte flüssigkeitsgefüllte Transformatoren

Tato norma je českou verzí evropské normy EN 60076-13:2006. Překlad byl zajištěn Českým normalizačním institutem. Má stejný status jako oficiální verze.

This standard is the Czech version of the European Standard EN 60076-13:2006. It was translated by Czech Standards Institute. It has the same status as the official version.



© Český normalizační institut, 2007  
Podle zákona č. 22/1997 Sb. smějí být české technické normy rozmnožovány  
a rozšiřovány jen se souhlasem Českého normalizačního institutu.

78456

IEC 60076-1:1993 zavedena v ČSN EN 60076-1 + A11:1999 (35 1001) Výkonové transformátory - Část 1: Všeobecně (idt EN 60076-1:1997; idt IEC 76-1:1993)

IEC 60076-2 zavedena v ČSN EN 60076-2 (35 1002) Výkonové transformátory - Část 2: Oteplení (idt EN 60076-2:1997, mod IEC 76-2:1993)

IEC 60076-3:2000 zavedena v ČSN EN 60076-3:2001 (35 1001) Výkonové transformátory - Část 3: Izolační hladiny, dielektrické zkoušky a vnější vzdušné vzdálenosti (idt EN 60076-3:2001, idt IEC 60076-3:2000)

IEC 60076-5:2000 zavedena v ČSN EN 60076-5:2001 (35 1005) Výkonové transformátory - Část 5: Zkratová odolnost (idt EN 60076-5:2000, idt IEC 60076-5:2000)

IEC 60076-7 zavedena v ČSN IEC 60076-7 (35 1001) Výkonové transformátory - Část 7: Směrnice pro zatěžování olejových výkonových transformátorů (idt IEC 60076-7:2005)

IEC 60137 zavedena v ČSN EN 60137 ed. 2 (34 8043) Izolační průchodky pro střídavé napětí nad 1 000 V (idt EN 60137:2003, idt IEC 60137:2003)

IEC 60270 zavedena v ČSN EN 60270 (34 5641) Technika zkoušek vysokým napětím - Měření částečných výbojů (idt EN 60270:2001, idt IEC 60270:2000)

IEC 60282-1 zavedena v ČSN EN 60282-1 ed. 2 (35 4720) Pojistky vysokého napětí - Část 1: Pojistky omezující proud (idt EN 60282-1:2006, idt IEC 60282-1:2005)

IEC 60296 zavedena v ČSN EN 60296 (34 6738) Kapaliny pro elektrotechnické aplikace - Nepoužité minerální izolační oleje pro transformátory a vypínače (idt EN 60296:2004, idt IEC 60296:2003)

IEC 60836 zavedena v ČSN EN 60836 (34 6731) Specifikace nepoužitých silikonových izolačních kapalin pro elektrotechnické účely (idt EN 60836:2005, idt IEC 60836:2005)

IEC 61099 zavedena v ČSN EN 61099 (34 6732) Technické podmínky pro nové syntetické organické estery pro elektrotechnické účely (idt EN 61099:1992, idt IEC 1099:1992)

## Obdobné mezinárodní normy

IEC 60076-13:2006 Power transformers - Part 13: Self-protected liquid-filled transformers

*(Výkonové transformátory - Část 13: Transformátory s vlastním chráněním plněné kapalinou)*

Informativní údaje z IEC 60076-13:2006

Mezinárodní norma IEC 60076-5 byla připravena technickou komisí IEC TC 14: Výkonové transformátory.

Text této normy vychází z těchto dokumentů:

FDIS	Zpráva o hlasování
14/530/FDIS	14/536/RVD

Úplné informace o hlasování při schvalování této normy je možné nalézt ve zprávě o hlasování uvedené v tabulce.

Tato publikace byla navržena v souladu se směrnicemi ISO/IEC, část 2.

IEC 60076 sestává z následujících částí pod společným názvem *Výkonové transformátory*:

Část 1: Všeobecně

Část 2: Oteplení

Část 3: Izolační hladiny, dielektrické zkoušky a vnější vzdušné vzdálenosti

Část 4: Průvodce zkouškami atmosférickým a spínacím impulsním napětím - Výkonové transformátory a tlumivky

Část 5: Zkratová odolnost

Strana 3

---

Část 6: Tlumivky<sup>1</sup>

Část 7: Směrnice pro zatěžování olejových výkonových transformátorů

Část 8: Pokyny pro použití

Část 10: Stanovení hladin hluku

Část 10-1: Stanovení hladin hluku - Směrnice pro použití

Část 11: Suché transformátory

Část 12: Návod pro zatěžování suchých transformátorů<sup>1</sup>

Část 13: Transformátory s vlastním chráněním plněné kapalinou

Část 14: Konstrukce a použití olejových výkonových transformátorů užívajících izolační materiály na vysoké teploty

Část 15: Výkonové transformátory izolované plynem<sup>1</sup>

Komise rozhodla, že obsah této publikace se nebude měnit až do konečného data vyznačeného na internetové adrese IEC <http://webstore.iec.ch> v termínu příslušejícímu dané publikaci. Po tomto termínu bude publikace

- znovu potvrzena;
- zrušena;
- nahrazena revidovaným vydáním, nebo
- změněna.

Vypracování normy

Zpracovatel: IČ 14927021, Ing. Leoš Valenta, CSc.

Technická normalizační komise: TNK 97, Elektroenergetika

Pracovník Českého normalizačního institutu: Ing. Jiří Holub

---

1 Projednává se.

Strana 4

---

Prázdná strana

Strana 5

---

EVROPSKÁ NORMA EUROPEAN STANDARD NORME EUROPÉENNE EUROPÄISCHE NORM	EN 60076-13  Říjen 2006
---	-------------------------------

ICS 29.180

Výkonové transformátory

Část 13: Transformátory s vlastním chráněním plněné kapalinou  
(IEC 60076-13:2006)

Power transformers

Part 13: Self-protected liquid-filled transformers  
(IEC 60076-13:2006)

Transformateurs de puissance

Partie 13: Transformateurs auto-protégés  
immergés dans un liquide diélectrique  
(CEI 60076-13:2006)

Leistungstransformatoren

Teil 13: Selbgeschützte  
flüssigkeitsgefüllte Transformatoren  
(IEC 60076-13:2006)

Tato evropská norma byla schválena CENELEC 2006-09-01. Členové CENELEC jsou povinni splnit Vnitřní předpisy CEN/CENELEC, v nichž jsou stanoveny podmínky, za kterých se musí této evropské normě bez jakýchkoliv modifikací dát status národní normy.

Aktualizované seznamy a bibliografické citace týkající se těchto národních norem lze obdržet na vyžádání v Ústředním sekretariátu nebo u kteréhokoliv člena CENELEC.

Tato evropská norma existuje ve třech oficiálních verzích (anglické, francouzské, německé). Verze v každém jiném jazyce přeložená členem CENELEC do jeho vlastního jazyka, za kterou zodpovídá a kterou notifikuje Ústřednímu sekretariátu, má stejný status jako oficiální verze.

Členy CENELEC jsou národní elektrotechnické komitety Belgie, České republiky, Dánska, Estonska, Finska, Francie, Irska, Islandu, Itálie, Kypru, Litvy, Lotyšska, Lucemburska, Maďarska, Malty, Německa, Nizozemska, Norska, Polska, Portugalska, Rakouska, Rumunska, Řecka, Slovenska, Slovinska, Spojeného království, Španělska, Švédska a Švýcarska.

## **CENELEC**

**Evropský výbor pro normalizaci v elektrotechnice**  
**European Committee for Electrotechnical Standardization**  
**Comité Européen de Normalisation Electrotechnique**  
**Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung**

**Ústřední sekretariát: rue de Stassart 35, B-1050 Brusel**

© 2006 CENELEC Veškerá práva pro využití v jakékoli formě a jakýmikoli prostředky jsou celosvětově vyhrazena členům CENELEC.

Ref. č. EN 60076-

13:2006 E

Strana 6

---

### Předmluva

Text dokumentu 14/530/FDIS, budoucího prvního vydání IEC 60076-13, připraveného IEC TC 14, Výkonové transformátory, byl předložen IEC-CENELEC k paralelnímu hlasování a byl schválen CENELEC jako EN 60076-13 dne 2006-09-01.

Byla stanovena tato data:

- nejzazší datum zavedení EN na národní úrovni vydáním identické národní normy nebo vydáním oznámení o schválení EN k přímému používání jako normy národní (dop) 2007-06-01
- nejzazší datum zrušení národních norem, které jsou s EN v rozporu (dow) 2009-09-01

Přílohu ZA doplnil CENELEC.

### Oznámení o schválení

Text mezinárodní normy IEC 60076-13:2006 byl schválen CENELEC jako evropská norma bez jakýchkoliv modifikací.

Strana 7

---

### Obsah

Strana

**1**      Rozsah  
platnosti

.....  
8

<b>2</b>	Citované normativní dokumenty.....	8
<b>3</b>	Termíny a definice.....	9
<b>4</b>	Provozní podmínky.....	9
<b>5</b>	Elektrické charakteristiky.....	9
<b>5.1</b>	Jmenovitý výkon.....	9
<b>5.2</b>	Nejvyšší napětí pro zařízení.....	9
<b>5.3</b>	Vinutí.....	9
<b>5.4</b>	Odbočky.....	9
<b>5.5</b>	Skupina zapojení.....	10
<b>5.6</b>	Dimenzování spojení nulového bodu nízkonapě»ového vinutí.....	10
<b>5.7</b>	Impedance nakrátko.....	10
<b>5.8</b>	Izolační hladiny a dielektrické zkoušky.....	10
<b>5.9</b>	Meze oteplení při jmenovitém výkonu.....	10
<b>5.10</b>	Schopnost přetížení.....	

.....	10
<b>6</b> Zařízení vlastní ochrany a zařízení pro odpojení (SPDD).....	10
<b>6.1</b> Provozní požadavky.....	10
<b>6.2</b> Princip koordinace.....	11
<b>6.3</b> Mechanické požadavky.....	11
<b>7</b> Konstrukční požadavky.....	11
<b>7.1</b> Systém ochrany kapaliny.....	11
<b>7.2</b> Průchodky.....	11
<b>7.3</b> Dielektrická kapalina a jednotlivé materiály.....	11
<b>7.4</b> Funkce odpojení.....	11
<b>8</b> Informace poskytované zákazníkem.....	12
<b>9</b> Informace poskytované výrobcem.....	12
<b>10</b> ©títek.....	12
<b>11</b> Zkoušky.....	12

<b>11.1</b> Seznam a klasifikace zkoušek (výrobní kusové, typové a speciální zkoušky).....	12
<b>11.2</b> Výrobní kusové zkoušky.....	12
<b>11.3</b> Typové zkoušky.....	12
<b>11.4</b> Zkratová zkouška s odpojeným nebo překlenutým zařízením vlastní ochrany a zařízením pro odpojení.....	13
<b>12</b> Zkušební postup.....	14
<b>12.1</b> Měření částečných výbojů.....	14
<b>12.2</b> Tlaková zkouška transformátoru.....	14
<b>12.3</b> Zkoušky spínacích cyklů.....	14
<b>12.4</b> Zkouška funkčnosti vlastní ochrany a zařízení pro odpojení.....	15
Obrázek 1 - Cyklus měření částečných výbojů.....	14
Tabulka 1 - Pořadí zkoušek na prototypch A, B, C, D, E.....	13
<b>Příloha ZA</b> (normativní) Normativní odkazy na mezinárodní publikace a na jim příslušející evropské publikace.....	19

## 1 Rozsah platnosti

Tato část IEC 60076 se vztahuje na transformátory s vlastním chráněním plněné kapalinou a s přirozeným chlazením, s vinutími pro vysoké a nízké napětí a jmenovité výkony od 50 kVA do 1 000 kVA pro vnitřní a venkovní použití, které mají



- primární vinutí (vysoké napětí) s nejvyšším napětím pro zařízení do 24 kV;
- sekundární vinutí (nízké napětí) s nejvyšším napětím pro zařízení do 1,1 kV.

Tyto transformátory jsou vybaveny zařízením pro vlastní chránění a pro odpojení za účelem ochrany prostředí, majetku a osob a zamezujícím jakékoliv poruše sítě vysokého napětí v důsledku vnitřní poruchy transformátoru.

Transformátory, kterých se týká tato norma, vyhovují příslušným požadavkům předepsaným v normách souboru IEC 60076.

Transformátor s vlastním chráněním může být použit ve spojení s jinými zařízeními, které zabezpečují koordinaci a selektivitu systému ochrany. Systém ochrany není funkční v případě napájení ze strany nízkého napětí. Transformátor s vlastním chráněním není určený pro činnost v paralelním zapojení s jiným transformátorem.

POZNÁMKA Tato norma může být použita na transformátory s vyšším napětím než 24 kV nebo jiným jmenovitým výkonem na základě dohody mezi výrobcem a zákazníkem. Kontrolní zkoušky by se měly provést podle příslušné napěťové hladiny.

## 2 Citované normativní dokumenty

Pro používání tohoto dokumentu jsou nezbytné dále uvedené referenční dokumenty. U datovaných odkazů platí pouze citovaná vydání. U nedatovaných odkazů platí poslední vydání referenčního dokumentu (včetně změn).

IEC 60076-1:1993 Power transformers - Part 1: General  
Amendment 1:1999<sub>2</sub>  
(*Výkonové transformátory - Část 1: Všeobecně*)  
(*Změna 1:1999*)

IEC 60076-2:1997 Power transformers - Part 2: Temperature rise  
(*Výkonové transformátory - Část 2: Oteplení*)

IEC 60076-3:2000 Power transformers - Part 3: Insulation levels, dielectric tests and external clearances in air  
(*Výkonové transformátory - Část 3: Izolační hladiny, dielektrické zkoušky a externí vzdálenosti ve vzduchu*)

IEC 60076-5:2000 Power transformers - Part 5: Ability to withstand short circuit  
(*Výkonové transformátory - Část 5: Zkratová odolnost*)

IEC 60076-7 Power transformers - Část 7: Loading guide for oil-immersed power transformers  
(*Výkonové transformátory - Část 7: Směrnice pro zatěžování olejových výkonových transformátorů*)

IEC 60137 Insulated bushings for alternating voltages above 1 000 V  
(*Izolační průchodky pro střídavé napětí nad 1 000 V*)

IEC 60270 High-voltage test techniques - Partial discharge measurements

*(Zkoušky vysokým napětím - Měření částečných výbojů)*

IEC 60282-1 High-voltage fuses - Part 1: Current-limiting fuses

*(Pojistky vysokého napětí - Část 1: Pojistky omezující proud)*

IEC 60296 Fluids for electrotechnical applications - Unused mineral insulating oils for transformers and switchgear

*(Kapaliny pro elektrotechnické aplikace - Nepoužité minerální izolační oleje pro transformátory a vypínače)*

IEC 60836 Specifications for unused silicone insulating liquids for electrotechnical purposes

*(Technické podmínky pro nepoužité silikonové izolační kapaliny pro elektrotechnické účely)*

IEC 61099 Specifications for unused synthetic organic esters for electrical purposes

*(Technické podmínky pro nepoužité syntetické organické estery pro elektrotechnické účely)*

---

2 Existuje spojené vydání 2.1 (2000), které obsahuje 2.vydání a jeho změnu.

Strana 9

---

## 3 Termíny a definice

Pro účely tohoto dokumentu se používají následující termíny a definice.

### 3.1

**funkce vlastního chránění** (*self-protection function*)

funkce začleněná do transformátoru k předcházení vnějším následkům vnitřní poruchy transformátoru (roztržení nádoby, výbuch, oblouk a poruchy napájecích sítí)

### 3.2

**funkce odpojení** (*disconnection function*)

automatické přerušování spojení mezi svorkami vysokého napětí a aktivní části transformátoru působením zařízení vlastní ochrany a zařízení pro odpojení

Účelem této funkce je vyřadit proud a napětí na straně nízkého napětí.

### 3.3

**zařízení vlastní ochrany a zařízení pro odpojení** (*self-protection and disconnection device*)

### SPDD

zařízení, které má funkci vlastní ochrany a funkci zajišťující odpojení

## 4 Provozní podmínky

Platí normální provozní podmínky předepsané v IEC 60076-1.

## 5 Elektrické charakteristiky

### 5.1 Jmenovitý výkon

Jmenovitý výkon musí být ve shodě s 4.3 IEC 60076-1.

### 5.2 Nejvyšší napětí pro zařízení

Hodnoty nejvyššího napětí pro zařízení musí být

- do 24 kV pro vinutí vysokého napětí;
- do 1,1 kV pro vinutí nízkého napětí.

### 5.3 Vinutí

#### 5.3.1 Vinutí vysokého napětí

Tyto transformátory jsou konstruovány pro oddělené primární napětí.

#### 5.3.2 Vinutí nízkého napětí

Tyto transformátory jsou konstruovány pro oddělené sekundární napětí.

### 5.4 Odbočky

Rozsah odboček musí být omezen na  $\pm 5\%$  k zajištění vyhovující koordinace se systémem vlastní ochrany. Přednostní rozsahy odboček jsou

- 0 %;
- $\pm 2,5\%$ ;
- 5 %.

Odbočka se musí nastavit ve vypnutém stavu pomocí přepínače odboček připojeného k vinutí vysokého napětí.

### 5.5 Skupina spojení

Skupiny spojení musí být

- Ii0 nebo In0 pro jednofázové transformátory;
- Yzn nebo Dyn pro transformátory do 160 kVA;
- Dyn pro transformátory od 250 kVA do 1 000 kVA.

Hodinový úhel musí být 1 nebo 5 nebo 11 pro trojfázové transformátory; viz 3.10.6 IEC 60076-1.

## **5.6 Dimenzování spojení nulového bodu nízkonapěťového vinutí**

Vodič nulového bodu a svorka nízkonapěťového vinutí musí být dimenzována na jmenovitý proud a poruchový proud (porucha mezi fází a vodičem nulového bodu).

## **5.7 Impedance nakrátko**

Hodnota impedance nakrátko při referenční teplotě 75 °C je podle 3.2.2.3 IEC 60076-5.

## **5.8 Izolační hladiny a dielektrické zkoušky**

### **5.8.1 Nízkonapěťové vinutí**

Zkušební napětí při zkoušce přiloženým střídavým napětím je 10 kV.

Pro transformátory vystavené většímu dielektrickému namáhání, v předměstských nebo venkovských instalacích, je jmenovité zkušební napětí při atmosférickém impulsu 30 kV.

POZNÁMKA Důvodem pro vyšší izolační hladinu je snížení rizika poruch mezi nízkonapěťovou stranou transformátoru a zemí.

### **5.8.2 Vysokonapěťové vinutí**

Hodnoty výdržného napětí při atmosférickém impulsu a přiloženého střídavého výdržného napětí musí být zvoleny podle IEC 60076-3, tabulky 2 nebo tabulky 3. Aby byla zajištěna odolnost proti přepětím vznikajícím při činnosti vnitřního ochranného systému musí být vybrány vyšší alternativní hodnoty výdržného napětí při atmosférickém impulsu.

## **5.9 Meze oteplení při jmenovitém výkonu**

Meze oteplení musí být podle IEC 60076-2.

## **5.10 Schopnost přetížení**

Zařízení vlastní ochrany a zařízení pro odpojení se nesmí trvale provozovat při podmínkách přípustného přetížení definovaného v IEC 60076-7.

# **6 Zařízení vlastní ochrany a zařízení pro**

# odpojení (SPDD)

## 6.1 Provozní požadavky

Tyto transformátory jsou vybaveny vnitřním zařízením vlastní ochrany a zařízením pro odpojení, které je konstruováno proto, aby v případě vnitřní poruchy

- bylo předcházeno vnějším účinkům;
- byla udržena havárie v transformátorové nádobě. Nicméně deformace nádoby jako důsledek poruchy je přípustná;
- bylo zabráněno úniku dielektrické kapaliny, materiálu nebo plynu z vnitřku transformátorové nádoby mimo ni;
- bylo zabráněno rozšíření elektrického oblouku z vnitřku transformátorové nádoby mimo ni;
- byl eliminován poruchový proud v transformátoru (odpojením);
- byl odpojen pouze poškozený transformátor bez vypnutí vysokonapěťového napájení.

Strana 11

---

## 6.2 Princip koordinace

Výrobce musí poskytnout informace o charakteristikách zařízení vlastní ochrany a zařízení pro odpojení a tím musí umožnit uživateli

- ověřit si, že charakteristiky vysokonapěťové protisměrné síťové ochrany jsou koordinovány tak, aby zabránily falešnému vypnutí napájecího vedení;
- ověřit si, že charakteristiky nízkonapěťové následné síťové ochrany jsou koordinovány tak, aby zabránily falešnému vypnutí transformátoru.

Uživatel musí být rovněž ubezpečen, že schéma ochrany sítě nízkého napětí je koordinováno tak, aby bylo vyloučeno neúmyslné vypnutí vlastní ochrany a zařízení pro odpojení uvnitř transformátorové nádoby.

Vlastní ochrana a zařízení pro odpojení uvnitř transformátorové nádoby nesmí být přístupné ani nastavitelné na místě instalace.

Musí být poskytnuty závislosti nebo údaje nezbytné pro definování ochranného systému. Referenční čísla musí být vyznačena na štítku.

## 6.3 Mechanické požadavky

Zařízení vlastní ochrany a zařízení pro odpojení nesmí být vypnuto otřesy nebo vibracemi v důsledku normální dopravy nebo podmínek při instalaci.

# 7 Konstrukční požadavky

## 7.1 Systém ochrany kapaliny

Pokud není jinak dohodnuto mezi výrobcem a zákazníkem, transformátor musí být zcela zaplněn kapalinou a hermeticky utěsněn.

## 7.2 Průchodky

Průchodky na vysoké napětí musí být v souladu s IEC 60137.

Transformátor a spojení průchodek musí odolat tlakům a napětím

- v důsledku vnitřních a vnějších poruchových podmínek během činností vlastní ochrany a zařízení pro odpojení;
- po skončení funkce vlastní ochrany a zařízení pro odpojení, kdy jsou průchodky připojeny k napájecí síti;
- během manipulace, přepravy a skladování transformátoru.

POZNÁMKA Na základě dohody mezi výrobcem a zákazníkem může být použito speciální uspořádání svorek.

## 7.3 Dielektrická kapalina a jednotlivé materiály

Prioritní dielektrickou kapalinou je minerální olej podle IEC 60296. Na základě dohody mezi výrobcem a zákazníkem lze použít i jiné dielektrické kapaliny jako silikonovou kapalinu podle IEC 60836 a syntetický ester podle IEC 61099.

Materiály použité na konstrukci transformátoru musí být slučitelné s dielektrickou kapalinou.

POZNÁMKA Použití jiných kapalin než minerální olej si může vyžádat provedení speciálních zkoušek k ověření provozních charakteristik ochranného systému v těchto kapalinách.

## 7.4 Funkce odpojení

Výrobce musí uvést, jestli je zařízením pro odpojení u trojfázových transformátorů zajištěno trojfázové nebo dvojfázové odpojení.

Strana 12

---

# 8 Informace poskytované zákazníkem

V poplávce musí být uvedena následující informace ke konstrukci vlastní ochrany a zařízení pro odpojení a zajištění vlastního vypnutí:

- typ, hodnota a trvání poruchových proudů (trojfázový poruchový proud a jednofázový poruchový

proud);

- charakteristiky ochran sítě.

## 9 Informace poskytované výrobcem

Výrobce musí dodat referenční informace o koordinačním schématu pro vysokonapěťové zařízení pro vlastní ochranu a odpojení.

Výrobce musí být dodáno koordinační schéma zařízení vlastní ochrany a zařízení pro odpojení se sítěmi nízkého a vysokého napětí.

## 10 ©títek

©títek musí být v souladu s kapitolou 7 IEC 60076-1.

©títek musí být vyplněn podle požadavků uvedených v 7.1 IEC 60076-1 společně s následujícími údaji:

- o typu transformátoru - transformátoru s vlastním chráněním;
- o hermetizaci nebo ochraně kapaliny a druhu náplně;
- s detailní charakteristikou funkce čas/proud (v příslušném proudovém rozsahu);
- o nejvyšším vypínacím proudu.

## 11 Zkoušky

### 11.1 Seznam a klasifikace zkoušek (výrobní kusové, typové a speciální zkoušky)

Zkoušky musí být provedeny v souladu s příslušnou částí IEC 60076 vyjma upravených a dodatečných zkoušek uvedených níže.

### 11.2 Výrobní kusové zkoušky

Tyto zkoušky musí být podle přehledu v 10.1.1 IEC 60076-1.

### 11.3 Typové zkoušky

Tyto zkoušky musí být podle přehledu v 10.1.2 IEC 60076-1.

K důkazu shody s normou musí být jako typové provedeny ještě následující zkoušky:

- měření částečných výbojů (12.1);
- zkouška strany nižšího napětí atmosférickým napěťovým impulsem (12.4.8);

- zkouška oteplení při přetížení (12.4.7);
- zkouška spínacím a zapínacím (nárazovým) proudem (12.3);
- zkouška jednofázového přetížení strany nízkého napětí (12.4.4);
- zkouška s trojfázovou zkratovací impedancí připojenou na stranu nižšího napětí (12.4.5);
- zkouška úniku dielektrické kapaliny (12.4.3);
- zkouška závitového zkratu ve vinutí nižšího napětí (12.4.2);
- zkouška zkratu na vývodech vyššího napětí (12.4.6);
- zkouška uzemněného elektrického propojení víka a nádoby (12.4.9);
- tlaková zkouška nádoby (12.2).

Strana 13

Vzhledem k tomu, že zkoušky, které se vztahují k zařízením pro vlastní chránění a pro odpojení, jsou destruktivní, ukazuje se jako užitečné zkoušku provádět na 5 transformátorech. Tabulka 1 uvádí pořadí zkoušek na 5 prototypch (A, B, C, D, E).

Tabulka 1 - Pořadí zkoušek na prototypch A, B, C, D, E

<b>Zkouška nebo měření na transformátoru</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
Odpor vinutí	'	'			
Impedance nakrátko a ztráty při zatížení	'	'	'		
Ztráty naprázdno a proud naprázdno	'	x	x		
Napě»ový převod a vektorová skupina	'	'	'		
Zkratová odolnost (11.4)		'			
Oteplení při jmenovitém výkonu	'	'			
Oteplení při přetížení (12.4.7)	'	'			
Zkouška přiloženým střídavým napětím (vinutí vysokého napětí)	'	'			
Zkouška přiloženým střídavým napětím (vinutí nízkého napětí)	'	'			
Zkouška střídavým indukovaným napětím	'	'			
Zkouška vn atmosférickým impulsem	'	'			
Zkouška vinutí nn atmosférickým impulsem, pokud se toho týká (12.4.8)	'	'			



Měření částečných výbojů (12.1)	'	'			
Měření hladiny hluku	'				
Zkouška spínacím a zapínacím (nárazovým) proudem (12.3)	'				
Zkouška jednofázového přetížení strany nízkého napětí (12.4.4)	'				
Zkouška s trojfázovou zkratovací impedancí připojenou na straně nízkého napětí (12.4.5)			'		
Zkouška úniku dielektrické kapaliny (12.4.3)		'			
Zkouška závitového zkratu ve vinutí nižšího napětí (12.4.2 )				'	
Zkouška zkratu na vývodech vinutí vyššího napětí (12.4.6)					'
Zkouška uzemněného elektrického propojení víka a nádoby (12.4.9)	'				
Tlaková zkouška nádoby (12.2)					'
Vytažení aktivních částí a analýza průběhu vypnutí	'	'	'	'	'

## 11.4 Zkratová zkouška s odpojeným nebo překlenutým zařízením vlastní ochrany a zařízením pro odpojení

Komponenty zařízení vlastní ochrany a zařízení pro odpojení jsou citlivé na vysoké nadproudy; v průběhu zkoušek podle IEC 60076-5, prokazujících odolnost vůči účinkům dynamických zkratových sil, musí být tyto komponenty zablokovány.

POZNÁMKA Transformátor by měl odolat při zkratové zkoušce dynamickému účinku poruchového proudu před tím, než dojde k působení ochranného systému na straně nízkého napětí.

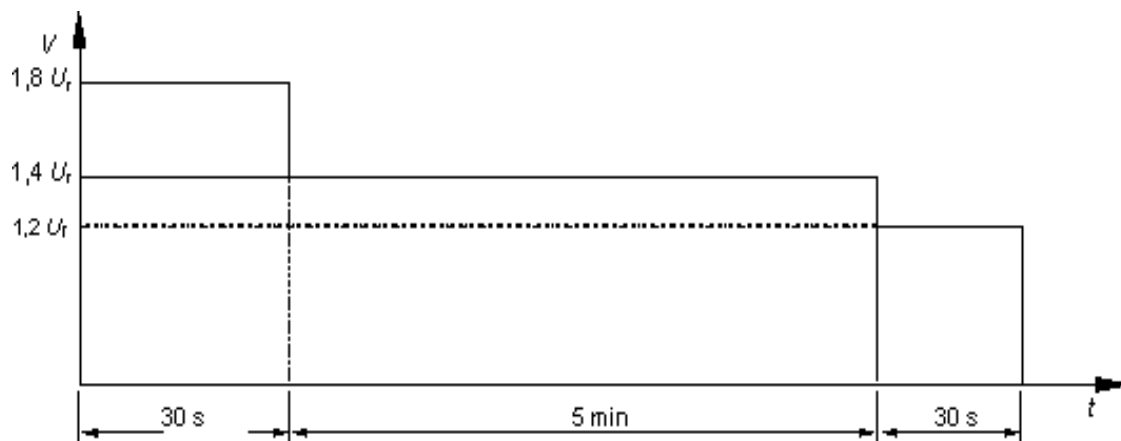
Strana 14

## 12 Zkušební postup

### 12.1 Měření částečných výbojů

Zkouška se provádí v souladu s IEC 60270.

Pro zkoušku trojfázových transformátorů musí být použit trojfázový napájecí systém. V případě průchodek otevřeného typu a kondenzátorových kabelových koncovek je nezbytné přijmout zvláštní opatření.



Přijatelné hladiny: 50 pC při 1,2  $U_r$ ; 100 pC při 1,4  $U_r$ , kde  $U_r$  = jmenovité napětí

Obrázek 1 - Cyklus měření částečných výbojů

## 12.2 Tlaková zkouška transformátoru

### 12.2.1 Účel zkoušky

Účelem této zkoušky je ověřit, jestli je transformátor schopen vydržet nárůst vnitřního tlaku bez vnějších efektů do a po zapůsobení vlastní ochrany a zařízení pro odpojení. Výrobce musí stanovit maximální jmenovitý vnitřní výdržný tlak, kterému je schopna nádoba odolat (hodnotu  $\Delta P$ ).

Nejnižší přípustná hodnota vnitřního výdržného tlaku je předmětem dohody mezi výrobcem a zákazníkem. Jestliže je transformátor vybaven zařízením detekujícím tlak, musí být jeho vypínací hodnota nastavena podle dohodnuté hodnoty.

### 12.2.2 Zkušební metody

Zkouška spočívá v podrobení transformátoru bez napětí narůstajícímu tlaku progresivně se zvyšujícímu v průběhu 1 minuty z 0 na hodnotu  $\Delta P$ , na které je udržován po dobu 10 minut.

Detekce prosakování se provádí vizuální kontrolou, sledováním udržování hodnoty nastaveného počátečního přetlaku na manometru během 10minutové zkoušky a pokud je to nezbytné i natřením nádoby indikační látkou.

Jestliže je transformátor opatřen zařízením detekujícím tlak, pak toto musí mít pevně nastavený vypínací práh systému reagujícího na přetlak.

### 12.2.3 Zkušební výsledky

Nesmí být detekováno prosakování. Trvalá deformace nádoby a chladicích žebér chladiče se připouští.

## 12.3 Zkoušky spínacích cyklů

### 12.3.1 Účel zkoušky

Účelem zkoušky je ověřit, že vlastní ochrana a zařízení pro odpojení neúčinkuje při zapínacím proudu, když je transformátor připínán na jmenovité napětí (budicí perioda). Zkratový výkon zkušebního zdroje by měl být alespoň 50násobkem jmenovitého výkonu zkoušeného transformátoru.

## 12.3.2 Zkušební metody

Transformátor se připojí na zkušební napětí, které se rovná jmenovitému napětí (s tolerancí  $\pm 5\%$ ) v průběhu  $1 \text{ s} \pm 20 \text{ ms}$ . Cyklus se opakuje 20krát. Přestávky mezi cykly budící periody jsou přinejmenším 10 s.

Jiné cykly a tolerance zkušebního napětí a trvání jsou předmětem dohody mezi výrobcem a zákazníkem.

## 12.3.3 Schvalovací kritérium

Nesmí dojít k odpojení.

## 12.4 Zkouška funkčnosti vlastní ochrany a zařízení pro odpojení

### 12.4.1 Společné články použitelné pro tyto zkoušky

#### 12.4.1.1 Charakteristiky zkušebního obvodu

Hodnota zkratového výkonu musí souhlasit s IEC 60076-5.

Zákazník musí určit charakteristiky uvedené níže.

- Účinník zkušebního zdroje: menší než 0,15.
- Svorka vysokonapěťového nulového bodu napájecí sítě musí být uzemněna přes impedanci, která omezuje proud do země na určité hodnoty. Tyto hodnoty závisí na druhu uzemnění nulového bodu systému a přednostní hodnoty jsou:
  - pro účinné uzemnění nulového bodu: hodnota trojfázového zkratového proudu;
  - pro izolovaný nulový bod: do 100 A;
  - pro uzemnění nulového bodu přes odpor: 100 A až 3 000 A;
  - pro uzemnění nulového bodu přes impedanci: 10 A až 300 A.

POZNÁMKA V případě problémů spojených s technickými parametry zkušební laboratoře lze přizpůsobit nastavení proudu na základě dohody mezi výrobcem a zákazníkem.

#### 12.4.1.2 Příprava transformátoru

Přepínač odboček, jestliže je připojen, se nastaví na odbočku, která odpovídá jmenovitému napětí. Nulový bod nízkého napětí a uzemňovací svorka transformátoru jsou uzemněny.

Transformátor je umístěn na izolační podložku tak, aby mohl být měřen poruchový proud mezi nádobou a zemí.

### 12.4.1.3 Trvání zkoušky a měření

Napájecí napětí musí zůstat připojeno po dobu 15 minut po aktivaci zařízení vlastní ochrany a vypínacího zařízení.

V průběhu každé zkoušky se měří:

- efektivní hodnota primárních sí»ových proudů;
- efektivní hodnota primárních napětí fáze proti zemi;
- efektivní hodnota proudu mezi nádobou a zemí;
- efektivní hodnota proudu ze sítě vysokého napětí k zemi;
- efektivní hodnota sekundárního sí»ového proudu;
- efektivní hodnota proudu v nulovém bodě;
- efektivní hodnota sekundárního napětí mezi fází a nulovým bodem;
- tlak v transformátorové nádobě (u zkoušek s možným nárůstem tlaku);
- efektivní hodnoty mohou být stanoveny z analogového oscilogramu nebo digitálních záznamů.

POZNÁMKA V průběhu zkoušek může být použita video kamera, která napomůže následné analýze.

Strana 16

---

### 12.4.1.4 Schvalovací kritéria

Vysokonapě»ové sí»ové proudy nesmí překročit hodnotu stanovenou výrobcem a musí být přerušeny vlastní ochranou a odpojovacím zařízením.

Proces funkce ochrany-odpojení nesmí způsobit přepětí v síti vysokého napětí nebo v síti nízkého napětí, které by překročilo nejvyšší hodnoty pro izolační hladinu sítě.

V průběhu zkoušky včetně 15minutové periody, která následuje a během níž dochází k přerušení tří vysokonapě»ových sí»ových proudů, nesmí dojít k žádným jevům jako je požár, vytěsnění materiálů, úniku dielektrického oleje nebo plynu, nebo šíření elektrického oblouku z vnitřku na povrch nádoby.

Po vyjmutí aktivní části z nádoby musí být zkontrolováno, jestli funkce vlastní ochrany a funkce odpojení proběhla správně.

Je-li požadováno odpojení tří fází, musí být kontrolováno měřením fáze po fázi.

Tato kritéria jsou platná pro všechny následující zkoušky. Navíc, zvláštní kritéria jsou uvedena v příslušných článcích.

## 12.4.2 Transformátor se zkratem mezi závitů nízkonapě»ového vinutí

### 12.4.2.1 Účel zkoušky

Tato zkouška je prováděna ke kontrole chování transformátoru v případě zkratu mezi závitů

nízkonapě»ového vinutí.

#### **12.4.2.2 Příprava transformátoru**

Transformátor, který obsahuje jeden závit ve zkratu v jednom nízkonapě»ovém vinutí, musí být vyroben speciálně pro tuto zkoušku. Průřez vodiče pro zkratový proud musí být dostatečný, aby nedošlo k přerušení zkratu v průběhu zkoušky.

V případě obtíží s těmito podmínkami lze zvýšit počet zkratovaných vodičů tak, aby se zkouška mohla uskutečnit. Maximální počet závitů musí být nicméně omezen na pět.

#### **12.4.2.3 Podrobnosti zkušební metody**

V průběhu zkoušky transformátor musí napájet trojfázovou induktivní zátěž odpovídající jeho jmenovitému výkonu.

#### **12.4.2.4 Schvalovací kritéria**

Platí článek 12.4.1.4.

### **12.4.3 Transformátor s únikem dielektrické kapaliny**

#### **12.4.3.1 Účel zkoušky**

Účelem zkoušky je ověřit, že únik kapaliny, je-li transformátor v provozu, nezpůsobí explozi nebo požár.

#### **12.4.3.2 Podrobnosti zkušební metody**

Transformátor je připojen k trojfázové zátěži při jmenovitém výkonu a jmenovitém napětí.

Na transformátor je nainstalován vypouštěcí ventil takový, aby vypustil 50 % objemu kapaliny v průběhu 1 h v případě, že nedojde předem k odpojení.

#### **12.4.3.3 Schvalovací kritéria**

Platí článek 12.4.1.4.

### **12.4.4 Transformátor s jednofázovým přetížením vinutí nízkého napětí**

#### **12.4.4.1 Účel zkoušky**

Účelem zkoušky je vytvořit oteplení vinutí v době, kdy jejich poškození počátečními procházejícími proudy je nedostatečné pro okamžité spuštění vlastní ochrany a odpojovacího zařízení.

Strana 17

---

#### **12.4.4.2 Podrobnosti zkušební metody**

Ke straně nízkého napětí je připojena induktivní zátěž mezi jednu fázi a nulový bod. Tato zátěž je taková, aby počáteční nízkonapě»ový proud byl 3násobek a 4násobek jmenovitého proudu transformátoru na nízké straně.

POZNÁMKA Zatěžovací proud nad rozsah normálního přetížení je zvolen proto, aby došlo k poškození vinutí v přiměřené době.

#### **12.4.4.3 Schvalovací kritéria**

Platí článek 12.4.1.4.

### **12.4.5 Transformátor s trojfázovou zkratovací impedancí na straně nízkonapěťové sítě**

#### **12.4.5.1 Účel zkoušky**

Tato zkouška se provádí pouze v tom případě, když vlastní ochrana a odpojovací zařízení obsahují pojistky omezující proud (typu záložního nebo univerzálního) podle IEC 60282-1.

Účelem zkoušky je kontrola kritického bodu vlastní ochrany a odpojovacího zařízení, když tyto kritické body existují (viz POZNÁMKA).

Jestliže vlastní ochrana a vypínací zařízení obsahují jiné ochranné komponenty, pak ekvivalentní zkouška by měla být přesně stanovena dohodou mezi výrobcem a zákazníkem.

POZNÁMKA Pro pojistky typu záložního nebo univerzálního se uvažují proudy nepatrně nižší než  $I_3$  jako kritické.

#### **12.4.5.2 Podrobnosti zkušební metody**

Ke svorkám nízkého napětí se připojí induktivní zátěž. Tato zátěž musí taková, aby proudy na vysoké straně byly mezi 0,75násobkem a 0,8násobkem hodnoty minimálního vypínacího proudu ( $I_3$  podle IEC 60282-1).

Jestliže impedance nakrátko transformátoru neposkytuje výše uvedené hodnoty proudu, provede se zkouška se zkratovanými svorkami nízkého napětí.

#### **12.4.5.3 Schvalovací kritéria**

Platí článek 12.4.1.4.

### **12.4.6 Transformátor s trojfázovým zkratem na vodičích vysokonapěťového vinutí**

#### **12.4.6.1 Účel zkoušky**

Tato zkouška má dva účely:

- zkontrolovat správné mechanické a tepelné funkce spojky mezi vysokonapěťovými průchodkami a vysokonapěťovou stranou vlastní ochrany a odpojovacího zařízení při nejvyšším poruchovém proudu;
- zkontrolovat správné odpojení při nejvyšším poruchovém proudu.

#### **12.4.6.2 Podrobnosti zkušební metody**

Zkrat se vytvoří mezi vlastní ochranou a odpojovacím zařízením a vodiči vysokonapěťového vinutí v místě dohodnutém mezi výrobcem a zákazníkem.

Zkouška může být provedena na modelu částečně napodobujícím uspořádání transformátoru od průchodky vysokého napětí k vývodům vysokonapěťového vinutí včetně uzemněných částí.

Přechodové zotavené napětí výkonového zkušební obvodu musí být v souladu s IEC 60282-1 týkající se zkušební série 1 i když nejsou žádné pojistky připojeny k transformátoru.

### **12.4.6.3 Schvalovací kritéria**

Platí článek 12.4.1.4.

Strana 18

---

## **12.4.7 Oteplení při trojfázovém přetížení**

### **12.4.7.1 Účel zkoušky**

Účelem zkoušky je kontrola, jestli přetížení nezpůsobí nesprávnou funkci vlastní ochrany a vypínacího zařízení.

Následující zkouška je provedena k důkazu chování transformátoru s vlastním chráněním v průběhu cyklu přetížení. Zkouška musí být provedena tak, aby konečná teplota byla blízko nejvyšším přípustným hodnotám podle IEC 60076-7 (nejvyšší teplota hot-spot vinutí 140 °C a nejvyšší teplota oleje v horní vrstvě oleje 115 °C).

### **12.4.7.2 Podrobnosti zkušební metody**

Transformátor je napájen sníženým napětím při zkratovaných průchodkách nízkého napětí.

Proud odpovídající celkovým ztrátám je aplikován až do dosažení tepelné stabilizace.

Zkouška musí být provedena podle IEC 60076-7 s přetížením  $1,4I_n$  a doba přetížení musí být vypočtena podle vzorce, který bere v úvahu okolní teplotu laboratoře. Tento vzorec je uveden v IEC 60076-7.

### **12.4.7.3 Schvalovací kritéria**

Nesmí nastat odpojení vlastní ochrany a odpojení vypínacího zařízení.

## **12.4.8 Zkouška vinutí nízkého napětí atmosférickým impulsem**

### **12.4.8.1 Účel zkoušky**

Účelem této zkoušky je ověření nízkonapěťové izolace na distribučních transformátorech pro předměstské nebo venkovské instalace, které jsou v některých zemích značně vystaveny přepětím.

### **12.4.8.2 Podrobnosti zkušební metody**

Atmosférický impuls je aplikován mezi nízkonapěťové průchodky včetně nízkonapěťové průchodky nulového bodu (pokud je) propojené navzájem a nádobu; vysokonapěťové průchodky jsou spojeny navzájem a připojeny na zem.

Zkouška se provede třemi impulsy záporné polarity: vrcholová hodnota a tvar jsou 30 kV, 1,2/50 ms.

### 12.4.8.3 Schvalovací kritéria

Nesmí se objevit žádný přeskok nebo poškození.

## 12.4.9 Zkouška elektrického propojení mezi víkem a nádobou

### 12.4.9.1 Účel zkoušky

Účelem této zkoušky je ověřit, že elektrické propojení mezi víkem a nádobou je schopno přenést proud 6 kA po dobu 1 s při nárůstu potenciálu na méně než 50 V.

### 12.4.9.2 Podrobnosti zkušební metody

Zkouška se provádí jednofázovým sinusovým napájecím napětím; transformátor je připojen ke zkušebnímu obvodu zemnicí svorkou na víku a zemnicí svorkou na nádobě spojenou se zemí.

Během zkoušky se měří proud, který musí být  $6 \text{ kA} \pm 10 \%$ ; napětí nesmí nikdy převýšit 50 V.

### 12.4.9.3 Schvalovací kritéria

Nesmí se objevit žádné poškození nebo přeskok v důsledku vytažení se elektrického oblouku nebo rozstříkávání materiálu.

## Příloha ZA (normativní)

Normativní odkazy na mezinárodní publikace a na jim příslušející evropské publikace

Pro používání tohoto dokumentu jsou nezbytné dále uvedené referenční dokumenty. U datovaných odkazů platí pouze citovaná vydání. U nedatovaných odkazů platí poslední vydání referenčního dokumentu (včetně změn).

POZNÁMKA Pokud byla mezinárodní publikace upravena společnou modifikací, vyznačenou pomocí (mod), používá se příslušná EN/HD.

<u>Publikace</u>	<u>Rok</u>	<u>Název</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Rok</u>
IEC 60076-1 (mod) 1997	1993	Výkonové transformátory	EN 60076-1	
		Část 1: Všeobecně	A11	1997
A1	1999		A1	2000
			A12	2002
IEC 60076-2 (mod) 1997 <sub>2)</sub>	-1)	Výkonové transformátory	EN 60076-2	



## Část 2: Oteplení

IEC 60076-3	2000	Výkonové transformátory		
+ opr. prosinec 2001	2000	Část 3: Izolační hladiny, dielektrické zkoušky a vnější vzdušné vzdálenosti	EN 60076-3	
IEC 60076-5 2000	2000	Výkonové transformátory	EN 60076-5 <sup>3)</sup>	
IEC 60076-7	- <sup>1)</sup>	Část 5: Zkratová odolnost Výkonové transformátory	-	-
IEC 60137 2003 <sup>2)</sup>	- <sup>1)</sup>	Část 7: Směrnice pro zatěžování olejových výkonových transformátorů Izolační průchodky pro střídavé napětí nad 1 000 V	EN 60137	
IEC 60270	- <sup>1)</sup>	Technika zkoušek vysokým napětím	EN 60270	2001 <sup>2)</sup>
IEC 60282-1	- <sup>1)</sup>	Měření částečných výbojů Pojistky vysokého napětí	EN 60282-1	2006 <sup>2)</sup>
IEC 60296 2004 <sup>2)</sup>	- <sup>1)</sup>	Část 1: Pojistky omezující proud Kapaliny pro elektrotechnické aplikace - Nepoužité minerální izolační oleje pro transformátory a vypínače	EN 60296	+ opr. září 2004
IEC 60836	- <sup>1)</sup>	Technické podmínky pro nepoužité silikonové izolační kapaliny pro elektrotechnické účely	EN 60836	2005 <sup>2)</sup>
IEC 61099	- <sup>1)</sup>	Technické podmínky pro nepoužité syntetické organické estery pro elektrotechnické účely	EN 61099	1992 <sup>2)</sup>

1) Nedatovaný odkaz.

2) Platné vydání v době uveřejnění.

3) EN 60076-5 je nahrazena EN 60076-5:2006, která vychází z IEC 60076-5:2006.

---

-- Vynechaný text --