# ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA

ICS 29.180 **Květen 2012**

Výkonové transformátory –
Část 1: Obecně

**ČSN**
**EN 60076-1**
35 1001

idt IEC 60076-1:2011

Power transformers –
Part 1: General

Transformateurs de puissance –
Partie 1: Généralités

Leistungtransformatoren –
Teil 1: Allgemeines

Tato norma je českou verzí evropské normy EN 60076-1:2011. Překlad byl zajištěn Úřadem pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Má stejný status jako oficiální verze.

This standard is the Czech version of the European Standard EN 60076-1:2011. It was translated by the Czech Office for Standards, Metrology and Testing. It has the same status as the official version.

Nahrazení předchozích norem

S účinností od 2014-05-25 se nahrazuje ČSN EN 60076-1+A11 (35 1001) z června 1999, která do uvedeného data platí souběžně s touto normou.

Národní předmluva

Upozornění na používání této normy

Souběžně s touto normou je v souladu s předmluvou k EN 60076-1:2011 dovoleno do 2014-05-25 používat dosud platnou ČSN EN 60076-1+A11 (35 1001) z června 1999.

Změny proti předchozí normě

Norma EN 60076-1:2011 obsahuje následující podstatné technické změny v porovnání s EN 60076-1:1997:

dodatečnou definici obsahu harmonických; dodatečný odstavec týkající se dopravy; dodatečnou funkční metodu specifikace; dodatečné značky zapojení pro jednofázové transformátory; dodatečné požadavky na bezpečnost a ekologii; dodatečné požadavky na systémy konzervace kapaliny; dodatečný odstavec týkající se stejnosměrných proudů protékajících nulovým bodem; dodatečné

zkoušky nádob transformátorů ponořených do kapaliny na těsnost, vakuum a tlak; požadavky dříve uvedené v příloze A jsou zapracovány do textu a nová příloha A uvádí požadavky pro poptávku a objednávku; navíc je vložena informativní příloha týkající se zařízení pro monitoring, ekologii a bezpečnost.

Informace o citovaných dokumentech

IEC 60076-2 zavedena v ČSN EN 60076-2 ed. 2 (35 1001) Výkonové transformátory – Část 2: Oteplení transformátorů ponořených do kapaliny

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

IEC 60076-5:2006 zavedena v ČSN EN 60076-5 ed. 2:2007 (35 1001) Výkonové transformátory – Část 5: Zkratová odolnost

IEC 60076-10:2001 zavedena v ČSN EN 60076-10:2002 (35 1089) Výkonové transformátory – Část 10: Stanovení hladin hluku

IEC60076-11:2004 zavedena v ČSN EN 60076-11:2005 (35 1001) Výkonové transformátory – Část 11: Suché transformátory

IEC 60137:2008 zavedena v ČSN EN 60137 ed. 3:2009 (34 8043) Izolační průchodky pro střídavé napětí nad 1 000 V

IEC 60214-1:2003 zavedena v ČSN EN 60214-1:2003 (35 1451) Přepínače odboček – Část 1: Požadavky na provedení a metody zkoušek

IEC 60296:2003 zavedena v ČSN EN 60296:2005 (34 6738) Kapaliny pro elektrotechnické aplikace – Nepoužité minerální izolační oleje pro transformátory a vypínače

IEC 60721-3-4:1995 zavedena v ČSN EN 60721-3-4:1997 (03 8900) Klasifikace podmínek prostředí – Část 3: Klasifikace skupin parametrů prostředí a jejich stupňů přísnosti – Oddíl 4: Stacionární použití na místech nechráněných proti povětrnostním vlivům

ISO 9001:2008 zavedena v ČSN EN ISO 9001 ed. 2:2010 (01 0321) Systémy managementu kvality – Požadavky

Informativní údaje z IEC 60076-1:2011

Mezinárodní normu IEC 60076-1 vypracovala technická komise IEC/TC 14 *Výkonové transformátory.*

Toto třetí vydání zrušuje a nahrazuje druhé vydání z roku 1993 a jeho změnu A1 z roku 1999. Je to technická revize.

Text této normy se zakládá na těchto dokumentech:

| FDIS | Zpráva o hlasování |
|---|---|
| 14/675/FDIS | 14/682/RVD |

Úplné informace o hlasování při schvalování této normy lze najít ve zprávě o hlasování ve výše uvedené tabulce.

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

Seznam všech částí souboru IEC 60076 se společným názvem *Výkonové transformátory* je možno nalézt na webových stránkách IEC.

Komise rozhodla, že obsah této publikace se nebude měnit až do výsledného data publikace uvedeného na webových stránkách IEC (http:/webstore.iec.ch) v údajích o této publikaci. K tomuto datu bude publikace buď

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

Souvisící ČSN

ČSN IEC 50(421) (33 0050) Mezinárodní elektrotechnický slovník – Kapitola 421: Výkonové transformátory a tlumivky

ČSN EN 60060 soubor Technika zkoušek vysokým napětím

ČSN EN60068-3-3 (34 5791) Zkoušení vlivů prostředí – Část 3: Návod – Seismické zkušební metody pro zařízení

ČSN EN 60076-4 (35 1001) Výkonové transformátory – Část 4: Průvodce zkouškami atmosférickým a spínacím impulsním napětím – Výkonové transformátory a tlumivky

ČSN EN 60076-6 (35 1001) Výkonové transformátory – Část 6: Tlumivky

ČSN IEC 60076-7 (35 1001) Výkonové transformátory – Část 7: Směrnice pro zatěžování olejových výkonových transformátorů

ČSN IEC 60076-8 (35 1008) Výkonové transformátory – Část 8: Pokyny pro použití

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

ČSN EN 60270 (34 5641) Technika zkoušek vysokým napětím – Měření částečných výbojů

ČSN EN 60310 ed. 2 (34 1580) Drážní zařízení – Trakční transformátory a tlumivky drážních vozidel

ČSN EN 60529 (33 0330) Stupně ochrany krytem (krytí – IP kód)

ČSN EN 61378 soubor (35 1175) Transformátory pro měniče

ČSN EN 61378-1 (35 1175) Transformátory pro měniče – Část 1: Transformátory pro průmyslové použití

ČSN EN 61378-2 (35 1175) Transformátory pro měniče – Část 2: Transformátory pro použití ve vysokonapěťových stejnosměrných přenosových systémech (HVDC)

ČSN ISO 2178 (03 8181) Nemagnetické povlaky na magnetických podkladech. Měření tloušťky povlaku. Magnetická metoda

ČSN EN ISO 2409 (67 3085) Nátěrové hmoty – Mřížová zkouška

ČSN EN ISO 12944 soubor (03 8241) Nátěrové hmoty – Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy

ČSN EN ISO 14001 (01 0901) Systémy environmentálního managementu – Požadavky s návodem pro použití

ČSN EN ISO 14122 soubor (83 3280) Bezpečnost strojních zařízení – Trvalé prostředky přístupu ke strojním zařízením

**Upozornění na národní poznámku**

Do normy byla k tabulce 1 doplněna informativní národní poznámka.

Vypracování normy

Zpracovatel: ORGREZ, a. s., IČ 46300829, Ing. Leoš Valenta, CSc., IČ 14927021

Technická normalizační komise: TNK 97 Elektroenergetika

Pracovník Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví: Ing. Jiří Holub

## EVROPSKÁ NORMA EN 60076-1
## EUROPEAN STANDARD
## NORME EUROPÉENNE
## EUROPÄISCHE NORM Listopad 2011

ICS 29.180 Nahrazuje EN 60076-1:1997 + A1:2000 + A12:2002

**Výkonové transformátory –**
**Část 1: Obecně**
**(IEC 60076-1:2011)**

Power transformers –
Part 1: General
(IEC 60076-1:2011)

Transformateurs de puissance –
Partie 1: Généralités
(CEI 60076-1:2011)

Leistungstransformatoren –
Teil 1: Allgemeines
(IEC 60076-1:2011)

Tato evropská norma byla schválena CENELEC dne 2011-05-25. 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 Řídicím centru CEN-CENELEC 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 Řídicímu centru CEN-CENELEC, má stejný status jako oficiální verze.

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

**CENELEC**

**Evropský výbor pro normalizaci v elektrotechnice**

**European Committee for Electrotechnical Standardization**

**Comité Européen de Normalisation Electrotechnique**

**Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung**

**Řídicí centrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brusel**

© 2011 CENELEC Veškerá práva pro využití v jakékoli formě a jakýmikoli prostředky jsou celosvětově vyhrazena členům CENELEC.

Ref. č. EN 60076-1:2011 E

Předmluva

Text dokumentu 14/675/FDIS, budoucího 2. vydání IEC 60076-1, vypracovaný technickou komisí IEC/TC 14 *Výkonové transformátory* byl předložen IEC-CENELEC k paralelnímu hlasování a byl schválen CENELEC jako EN 60076-1 dne 2011-05-25.

Tato evropská norma nahrazuje EN 60076-1:1997 + A1:2000 + A12:2002.

EN 60076-1:2011 obsahuje následující podstatné technické změny v porovnání s EN 60076-1:1997:

– dodatečnou definici obsahu harmonických;

– dodatečný odstavec týkající se dopravy;

– dodatečnou funkční metodu specifikace;

– dodatečné značky zapojení pro jednofázové transformátory;

– dodatečné požadavky na bezpečnost a ekologii;

– dodatečné požadavky na systémy konzervace kapaliny;

– dodatečný odstavec týkající se stejnosměrných proudů protékajících nulovým bodem;

– dodatečné zkoušky nádob transformátorů ponořených do kapaliny na těsnost, vakuum a tlak;

– požadavky dříve uvedené v příloze A jsou zapracovány do textu a nová příloha A uvádí požadavky pro poptávku a objednávku;

– navíc je vložena informativní příloha týkající se zařízení pro monitoring, ekologii a bezpečnost.

Upozorňuje se na možnost, že některé prvky tohoto dokumentu mohou být předmětem patentových práv. CEN a CENELEC nelze činit odpovědnými za identifikaci jakéhokoliv nebo všech patentových práv.

Jsou stanovena tato data:

| | | |
|---|---|---|
| • nejzazší datum zavedení EN na národní úrovni vydáním identické národní normy nebo vydáním oznámení o schválení k přímému používání jako normy národní | (dop) | 2012-05-04 |
| • nejzazší datum zrušení národních norem, které jsou s EN v rozporu | (dow) | 2014-05-25 |

Přílohu ZA doplnil CENELEC.

Oznámení o schválení

Text mezinárodní normy IEC 60076-1:2011 byl schválen CENELEC jako evropská norma bez jakýchkoliv modifikací.

Obsah

Strana

**1** Rozsah platnosti 10

**2** Citované dokumenty 10

**3** Termíny a definice 11

**3.1** Obecně 11

**3.2** Svorky a nulový bod 12

**3.3** Vinutí 12

**3.4** Jmenovité údaje 14

**3.5** Odbočky 15

**3.6** Ztráty a proud naprázdno 17

**3.7** Impedance nakrátko a úbytek napětí 18

**3.8** Oteplení 18

**3.9** Izolace 19

**3.10** Zapojení 19

**3.11** Druhy zkoušek 20

**3.12** Meteorologické údaje týkající se chlazení 20

**3.13** Jiné definice 20

**4** Provozní podmínky 21

**4.1** Obecně 21

**4.2** Normální provozní podmínky 21

**5** Jmenovité údaje a obecná doporučení 23

**5.1** Jmenovitý výkon 23

**5.1.1** Obecně 23

**5.1.2** Přednostní hodnoty pro jmenovitý výkon 23

**5.1.3** Minimální výkon při alternativních způsobech chlazení 23

**5.1.4** Zatížení nad jmenovitý výkon 23

**5.2** Způsob chlazení 24

**5.3** Vypnutí zátěže u transformátorů spojených přímo s generátorem 24

**5.4** Jmenovité napětí a jmenovitý kmitočet 24

**5.4.1** Jmenovité napětí 24

**5.4.2** Jmenovitý kmitočet 24

**5.4.3** Provoz při vyšším než jmenovitém napětí a/nebo při jiném než jmenovitém kmitočtu 24

**5.5** Opatření při neobvyklých provozních podmínkách 25

**5.6** Nejvyšší napětí pro zařízení $U_m$ a hladiny dielektrických zkoušek 25

**5.7** Dodatečné informace požadované pro poptávku 25

**5.7.1** Druh transformátoru 25

**5.7.2** Zapojení vinutí a počet fází 26

**5.7.3** Hladina hluku 26

**5.7.4** Doprava 26

**5.8** Součásti a materiály 26

**6** Požadavky na transformátory s vinutím s odbočkami 27

**6.1** Obecně – Značení rozsahu odboček 27

**6.2** Napětí odbočky – proud odbočky. Standardní kategorie řízení napětí odbočkami. Odbočka s maximálním napětím 27



**6.3** Výkon odbočky. Odbočky s plným výkonem – odbočky se sníženým výkonem 29

**6.4** Specifikace odboček v poptávce a v objednávce 30

**6.4.1** Obecně 30

**6.4.2** Konstrukční specifikace 30

**6.4.3** Funkční specifikace 30

**6.5** Specifikace impedance nakrátko 31

**6.6** Ztráty nakrátko a oteplení 31

**7** Značky pro spojení a fázové natočení 32

**7.1** Značky pro spojení a fázové natočení pro trojfázové transformátory a jednofázové transformátory zapojené
do trojfázové soupravy 32

**7.1.1** Značka spojení 32

**7.1.2** Značení hodinového čísla 32

**7.1.3** Vinutí, která nejsou určena pro zatížení 32

**7.1.4** Vinutí s možností změny spojení 33

**7.1.5** Příklady 33

**7.2** Značky spojení a fázového natočení pro jednofázové transformátory nezapojené do trojfázové soupravy 35

**7.2.1** Značka spojení 35

**7.2.2** Značení hodinového čísla 35

**7.2.3** Vinutí, která nejsou určena pro zatížení 35

**7.2.4** Vinutí s možností změny spojení 35

**8** Štítky se jmenovitými údaji 36

**8.1** Obecně 36

**8.2** Informace uváděné ve všech případech 36

**8.3** Případné dodatečně uváděné informace 37

**9** Bezpečnost, ekologie a jiné požadavky 38

**9.1** Bezpečnost a ekologické požadavky 38

**9.1.1** Únik kapaliny 38

**9.1.2** Ohledy na bezpečnost 38

**9.2** Dimenzování spojení nulového bodu 38

**9.3** Systém konzervace kapaliny 39

**9.4** Stejnosměrné proudy v obvodech nulového bodu 39

**9.5** Označení těžiště 39

**10** Tolerance 40

**11** Zkoušky 41

**11.1** Obecné požadavky na výrobní kusové, typové a zvláštní zkoušky 41

**11.1.1** Obecně 41

**11.1.2** Výrobní kusové zkoušky 42

**11.1.3** Typové zkoušky 42

**11.1.4** Zvláštní zkoušky 43

**11.2** Měření odporu vinutí 43

**11.2.1** Obecně 43

**11.2.2** Suché transformátory 43

**11.2.3** Transformátory ponořené do kapaliny 43

**11.3** Měření převodu napětí a ověření fázového posunu 44

Strana

**11.4** Měření impedance nakrátko a ztrát nakrátko 44

**11.5** Měření ztrát a proudu naprázdno 44

**11.6** Měření impedance(í) nulové složky na trojfázových transformátorech 45

**11.7** Zkoušky na přepínači odboček při zatížení – Provozní zkouška 46

**11.8** Tlaková zkouška na průsak pro transformátory ponořené do kapaliny (zkouška těsnosti) 46

**11.9** Zkouška na průhyb při vakuu pro transformátory ponořené do kapaliny 46

**11.10** Zkouška na vydutí tlakem pro transformátory ponořené do kapaliny 47

**11.11** Zkouška těsnosti na vakuum na místě instalace pro transformátory ponořené do kapaliny 47

**11.12** Kontrola izolace jádra a kostry 47

**12** Elektromagnetická kompatibilita (EMC) 48

**13** Vysokofrekvenční přechodné spínací jevy 48

**Příloha A** (informativní) Seznam informací požadovaných v poptávce a objednávce 49

**Příloha B** (informativní) Příklady údajů pro transformátory s odbočkami 52

**Příloha C** (informativní) Stanovení impedance nakrátko krajními hodnotami 56

**Příloha D** (informativní) Příklady spojení trojfázových transformátorů 57

**Příloha E** (normativní) Korekce ztrát nakrátko na teplotu 60

**Příloha F** (informativní) Zařízení pro budoucí instalaci monitorovacích systémů transformátorů 61

**Příloha G** (informativní) Ohledy na prostředí a bezpečnost 62

Bibliografie 63

**Příloha ZA** (normativní) Normativní odkazy na mezinárodní publikace a na jim příslušející evropské publikace 65

Obrázek 1 – Různé typy napěťových změn 29

Obrázek 2 – Znázornění značení „hodinovými čísly“ 33

Obrázek 3 – Znázornění značení „hodinovými čísly“ pro transformátory s otevřenými vinutími 34

Obrázek 4 – Znázornění značení „hodinovými čísly“ 36

Obrázek C.1 – Příklad stanovení impedance nakrátko krajními hodnotami 56

Obrázek D.1 – Obvyklá spojení 57

Obrázek D.2 – Dodatečná spojení 58

Obrázek D.3 – Značení spojení trojfázových autotransformátorů značkami spojení (autotransformátor Ya0) 59

Obrázek D.4 – Příklad tří jednofázových transformátorů spojených pro vytvoření trojfázové soupravy (značka spojení Yd5) 59

Tabulka 1 – Tolerance 40

Tabulka B.1 – Příklad kombinovaného řízení napětí 53

Tabulka B.2 – Příklad provozní specifikace s regulací na straně vyššího napětí 54

Tabulka B.3 – Transformátor s regulací na straně nižšího napětí 55

Tabulka F.1 – Zařízení pro monitoring 61

## 1 Rozsah platnosti

Tato část mezinárodní normy IEC 60076 platí pro trojfázové a jednofázové výkonové transformátory (včetně autotransformátorů) s výjimkou některých kategorií malých a zvláštních transformátorů jako například:

- jednofázové transformátory se jmenovitým výkonem menším než 1 kVA a trojfázové s menším než 5 kVA;
- transformátory, které nemají žádná vinutí se jmenovitým napětím vyšším než 1 000 V;
- přístrojové transformátory;
- trakční transformátory namontované na podvozku;

- spouštěcí transformátory;
- zkušební transformátory;
- svařovací transformátory;
- nevýbušné a důlní transformátory;
- transformátory pro použití v hluboké vodě (ponořené).

Neexistují-li normy IEC pro takové kategorie transformátorů (zvláště pro transformátory, které nemají žádné vinutí překračující 1 000 V pro průmyslová použití) je možné tuto část IEC 60076 použít buď vcelku nebo částečně.

Tato norma neurčuje požadavky, které by učinily transformátor vhodný pro montáž na stanovišti dostupném pro širokou veřejnost.

Pro ty kategorie výkonových transformátorů a tlumivek, které mají své vlastní normy IEC, je tato část použitelná jen v rozsahu, na který jsou v jiné normě odkazy. Takové normy existují pro:

- tlumivky obecně (IEC 60076-6);
- suché transformátory (IEC 60076-11);
- transformátory s vlastní ochranou (IEC 60076-13);
- výkonové transformátory plněné plynem (IEC 60076-15);
- transformátory pro použití ve větrných turbinách (IEC 60076-16);
- trakční transformátory a trakční tlumivky (IEC 60310);
- transformátory pro měniče pro průmyslová použití (IEC 61378-1);
- transformátory pro měniče pro stejnosměrné přenosy vysokým napětím (IEC 61378-2).

Na různých místech se v této části stanoví nebo doporučuje, že musí být dosažena dohoda o jiných nebo dodatečných technických řešeních nebo postupech. Taková dohoda se uzavírá mezi výrobcem a zákazníkem. Záležitosti musí být projednány včas a dohoda musí být zahrnuta do znění smlouvy.

Konec náhledu - text dále pokračuje v placené verzi ČSN.