

Elektrická zařízení v provozu plněná minerálním olejem – Návod pro interpretaci výsledků
analýz rozpuštěných a volných plynů

ČSN
EN 60599
ed. 2
34 6726

idt IEC 60599:2015

Mineral oil-filled electrical equipment in service – Guidance on the interpretation of dissolved and free gases analysis

Matériels électriques remplis d'huile minérale en service – Lignes directrices pour l'interprétation de l'analyse des gaz dissous et des gaz libres

In Betrieb befindliche, mit Mineralöl befüllte elektrische Geräte – Leitfaden zur Interpretation der Analyse gelöster und freier Gase

Tato norma je českou verzí evropské normy EN 60599:2016. 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 60599:2016. 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 2018-10-21 se nahrazuje ČSN EN 60599 (34 6726) z června 2000, 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 60599:2016 dovoleno do 2018-10-21 používat dosud platnou ČSN EN 60599 (34 6726) z června 2000.

Změny proti předchozí normě

Výčet změn je uveden v evropské předmluvě.

Informace o citovaných dokumentech

IEC 60050-191:1990 zavedena v ČSN IEC 50(191):1993 (01 0102) Mezinárodní elektrotechnický slovník.

Kapitola 191: Spožalivosť a akosť služieb

IEC 60050-192:2015 zavedena v ČSN IEC 60050-192:2016 (33 0050) Mezinárodní elektrotechnický

slovník – Část 192: Spolehlivost

IEC 60050-212:2010 zavedena v ČSN IEC 60050-212:2011 (33 0050) Mezinárodní elektrotechnický slovník – Část 212: Pevné, kapalné a plynné elektroizolační materiály

IEC 60050-604:1987 zavedena v ČSN 33 0050-604:1994 Mezinárodní elektrotechnický slovník. Kapitola 604: Výroba. Přenos a rozvod elektrické energie. Provoz

IEC 60475 zavedena v ČSN EN 60475 (34 6702) Metodika vzorkování kapalných dielektrik

IEC 60567:2011 zavedena v ČSN EN 60567 ed. 3:2012 (34 6725) Olejem plněná elektrická zařízení – Odběr vzorků plynů a analýza volných a rozpuštěných plynů – Návod

IEC 61198 zavedena v ČSN EN 61198 (34 6712) Minerální izolační oleje – Metody pro stanovení 2-furfuralu a jemu příbuzných sloučenin

Souvisící ČSN

ČSN IEC 50(321):2000 (33 0050) Mezinárodní elektrotechnický slovník – Kapitola 321: Přístrojové transformátory

Informativní údaje z IEC 60599:2015

Mezinárodní normu IEC 60599 vypracovala technická komise IEC/TC 10 *Kapaliny pro elektrotechnické aplikace*.

Toto třetí vydání zrušuje a nahrazuje druhé vydání z roku 1999 včetně změny z roku 2007. Toto vydání je jeho technickou revizí.

Text této normy se zakládá na těchto dokumentech:

FDIS
10/967/FDIS

Zpráva o hlasování
10/973/RVD

Úplnou informaci 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.

Komise rozhodla, že obsah této publikace zůstane nezměněn až do data příští prověrky (stability date) 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.

Vysvětlivky k textu této normy

V případě nedatovaných odkazů na evropské/mezinárodní normy jsou ČSN uvedené v člancích „Informace o citovaných dokumentech“ a „Souvisící ČSN“ nejnovějšími vydáními, platnými v době schválení této normy. Při používání této normy je třeba vždy použít taková vydání ČSN, která přejímají nejnovější vydání nedatovaných evropských/mezinárodních norem (včetně všech změn).

V přiložené tabulce jsou uvedeny termíny, u nichž je možné se setkat s různými českými překlady a v posledním sloupci je uveden český termín, používaný v této normě.

anglický termín	český termín	použitý termín
DGA	analýza plynů rozpuštěných v oleji; DGA	DGA
on site	na místě provozu zařízení; na pozici	na pozici
OLTC (on-load tap changer)	přepínač odboček pro přepínání pod zatížením, OLTC	OLTC, přepínač OLTC
communicating OLTC	s interakcí mezi OLTC a nádobou; ve spojení s OLTC	ve spojení s OLTC
No OLTC	bez OLTC; bez interakce mezi OLTC a nádobou	bez OLTC
core-type transformer	transformátor s vinutími na protilehlých stranách jádra (bez středního sloupku); transformátor jádrového typu	transformátor jádrového typu
shell-type transformer	transformátor s vinutími na středním sloupku jádra, transformátor plášťového typu	transformátor plášťového typu
fault	porucha, vada	vada
failure	selhání, porucha	porucha
disruptive discharge	disruptivní, ničivý, rozrušující výboj, průrazný výboj	průrazný výboj
hot spot	nejteplejší místo; hot spot	„hot spot“
CT	přístrojový transformátor proudu, CT	přístrojový transformátor proudu, CT
VT	přístrojový transformátor napětí, VT	přístrojový transformátor napětí, VT
CVT	kapacitní přístrojový transformátor napětí, CVT	kapacitní přístrojový transformátor napětí, CVT

V textu normy je v souladu s originálem přejímané normy použita jednotka ppm. Toto použití však je v rozporu s ČSN ISO 80000-1.

Vypracování normy

Zpracovatel: ORGREZ a.s., IČ 46900829, Ing. Jiří Brázdil, Ph.D., MBA

Technická normalizační komise: TNK 110 Elektroizolační materiály

Pracovník Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví: Ing. Zuzana Nejezchlebová, CSc.

**Elektrická zařízení v provozu plněná minerálním olejem - Návod pro interpretaci výsledků
analýz rozpuštěných a volných plynů
(IEC 60599:2015)**

Mineral oil-filled electrical equipment in service - Guidance on the interpretation
of dissolved and free gases analysis
(IEC 60599:2015)

Matériels électriques remplis d'huile minérale
en service - Lignes directrices pour l'interprétation
de l'analyse des gaz dissous et des gaz libres
(IEC 60599:2015)

In Betrieb befindliche, mit Mineralöl befüllte elektrische
Geräte - Leitfaden zur Interpretation der Analyse gelöster
und freier Gase
(IEC 60599:2015)

Tato evropská norma byla schválena CENELEC dne 2015-10-21. Členové CENELEC jsou povinni
splnit vnitřní předpisy CEN/CENELEC, v nichž jsou stanoveny podmínky, za kterých se této evropské
normě bez jakýchkoliv modifikací uděluje 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.



Evropský výbor pro normalizaci v elektrotechnice
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
Řídicí centrum CEN-CENELEC: Avenue Marnix 17, B-1000 Brusel

© 2016 CENELEC Veškerá práva pro využití v jakékoli formě a jakýmikoli
prostředky
jsou celosvětově vyhrazena členům CENELEC.
Ref. č. EN 60599:2016 E

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

Evropská předmluva

Text dokumentu 10/967/FDIS, budoucího třetího vydání IEC 60599, který vypracovala IEC/TC 10
Kapaliny pro elektrotechnické aplikace, byl předložen k paralelnímu hlasování IEC-CENELEC a byl

schválen CENELEC jako EN 60599:2016.

Jsou stanovena tato data:

- nejzazší datum zavedení dokumentu na národní úrovni vydáním identické národní normy nebo vydáním oznámení o schválení k přímému používání jako normy národní (dop) 2016-07-21
- nejzazší datum zrušení národních norem, které jsou s dokumentem v rozporu (dow) 2018-10-21

Tento dokument nahrazuje EN 60599:1999.

EN 60599:2016 obsahuje následující významné technické změny vzhledem k EN 60599:1999:

- a) revize 5.5, 6.1, 7, 8, 9, 10, A.2.6, A.3, A.7;
- b) doplnění nového článku 4.3;
- c) rozšíření bibliografie;
- d) revize obrázku 1;
- e) doplnění obrázku B.4.

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

Oznámení o schválení

Text mezinárodní normy IEC 60599:2015 byl schválen CENELEC jako evropská norma bez jakýchkoliv modifikací.

Obsah

Strana

Úvod 10

1 Rozsah platnosti 11

2 Citované dokumenty 11

3 Termíny, definice a zkratky 11

3.1 Termíny a definice 11

3.2 Zkratky 13

3.2.1 Chemické názvy a vzorce 13

3.2.2 Obecné zkratky 14

4 Mechanismus tvorby plynů 14

4.1	Rozklad oleje	14
4.2	Rozklad celulózové izolace	15
4.3	Přirozené plynování oleje	15
4.4	Ostatní zdroje plynů	15
5	Identifikace vad	15
5.1	Obecně	15
5.2	Složení rozkladového plynu	15
5.3	Typy vad	16
5.4	Základní poměry plynů	16
5.5	Poměr CO_2/CO	17
5.6	Poměr O_2/N_2	17
5.7	Poměr $\text{C}_2\text{H}_2/\text{H}_2$	18
5.8	Uhlovodíky C_3	18
5.9	Vývoj vad.	18
5.10	Grafická znázornění	18
6	Podmínky pro výpočet poměrů	19
6.1	Posuzování hodnot DGA	19
6.2	Nejistota poměrů plynů	19
7	Použití volných plynů v plynových relé	19
8	Úrovně koncentrací plynů v provozu	21
8.1	Pravděpodobnost poruchy v provozu	21
8.1.1	Obecně	21
8.1.2	Metody výpočtu	21
8.2	Typické hodnoty koncentrací	21
8.2.1	Obecně	21
8.2.2	Metody výpočtu	21
8.2.3	Výběr normálního podílu	22
8.2.4	Výstražné hodnoty koncentrace	22

8.3 Rychlost nárůstu koncentrací plynů 22

9 Doporučený způsob interpretace DGA (viz obrázek 1) 22

10 Zpráva o výsledcích 23

Příloha A (informativní) Aplikační poznámky k zařízením 25

A.1 Obecné varování 25

Strana

A.2 Výkonové transformátory 25

A.2.1 Specifické dílčí typy 25

A.2.2 Typické vady 25

A.2.3 Identifikace vad podle DGA 26

A.2.4 Typické hodnoty koncentrací 27

A.2.5 Typické rychlosti nárůstu koncentrace plynů 27

A.2.6 Konkrétní informace, které se přidávají do zprávy DGA (viz kapitola 10) 28

A.3 Průmyslové a speciální transformátory 28

A.3.1 Specifické dílčí typy 28

A.3.2 Typické vady 28

A.3.3 Identifikace vad pomocí DGA 28

A.3.4 Typické hodnoty koncentrací 28

A.4 Přístrojové transformátory 29

A.4.1 Specifické dílčí typy 29

A.4.2 Typické vady 29

A.4.3 Identifikace závad podle DGA 29

A.4.4 Typické hodnoty koncentrací 29

A.5 Průchodky 30

A.5.1 Specifické dílčí typy 30

A.5.2 Typické vady 30

A.5.3 Identifikace vad pomocí DGA 31

A.5.4 Typické hodnoty koncentrací 31

A.6 Olejové kabely 31

A.6.1 Typické vady 31

A.6.2 Identifikace vad podle DGA 31

A.6.3 Typické hodnoty koncentrací 31

A.7 Spínací přístroje 32

A.7.1 Specifické dílčí typy 32

A.7.2 Normální provoz 32

A.7.3 Typické vady 32

A.7.4 Identifikace závad podle DGA 32

A.8 Zařízení naplněné neminerálními kapalinami 33

Příloha B (informativní) Grafická znázornění podílů plynů (viz 5.10) 34

Bibliografie 38

Příloha ZA (normativní) Normativní odkazy na mezinárodní publikace a jim odpovídající evropské publikace 39

Obrázek 1 - Vývojový diagram 24

Obrázek B.1 - Grafické znázornění podílů plynů 1 (viz [3]) 34

Obrázek B.2 - Grafické znázornění podílů plynů 2 35

Obrázek B.3 - Grafické znázornění podílů plynů 3 - Duvalův trojúhelník 1 pro transformátory, průchodky a kabely (viz [4]) 36

Obrázek B.4 - Grafické znázornění podílů plynů 4 - Duvalův trojúhelník 2 pro přepínače odboček OLTC (viz A.7.2) 37

Strana

Tabulka 1 - Tabulka pro interpretaci výsledků DGA 16

Tabulka 2 - Zjednodušené interpretační schéma 17

Tabulka 3 - Ostwaldovy koeficienty rozpustnosti pro jednotlivé plyny v minerálních izolačních olejích 20

Tabulka A.1 - Typické vady výkonových transformátorů 26

Tabulka A.2 - Rozsahy 90% typických hodnot koncentrace plynů pozorované u výkonových transformátorů v ml/l 27

Tabulka A.3 - Rozsahy 90% typických hodnot rychlosti nárůstu plynů pozorované u výkonových transformátorů
(všech typů) v ml/l/rok 27

Tabulka A.4 - Příklady 90% typických hodnot koncentrací zjištěné v individuálních sítích 28

Tabulka A.5 - Typické vady přístrojových transformátorů 29

Tabulka A.6 - Rozsahy 90% typických hodnot koncentrací zjištěné v přístrojových transformátorech 30

Tabulka A.7 - Maximální přípustné hodnoty pro hermetizované přístrojové transformátory 30

Tabulka A.8 - Typické vady u průchodek 30

Tabulka A.9 - Zjednodušené interpretační schéma pro průchodky 31

Tabulka A.10 - 95% typické hodnoty koncentrací u průchodek 31

Tabulka A.11 - Rozsah 95% typických hodnot koncentrací zjištěných na kabelech 31

Tabulka A.12 - Typické vady ve spínacích přístrojích 32

Úvod

Analýza rozpuštěných a volných plynů (DGA) je jedním z nejpoužívanějších diagnostických nástrojů pro zjišťování a vyhodnocování vad v elektrických zařízeních plněných izolační kapalinou. Interpretace výsledků DGA je však často složitá a měla by být vždy provedena pečlivě, což vyžaduje i zkušený personál údržby izolace.

Tato mezinárodní norma poskytuje informace, které usnadňují tento výklad. První vydání z roku 1978 sloužilo průmyslu dobře, ale mělo svá omezení, jakým bylo nerozpoznání příčin problému v některých případech, absence koncentračních úrovní, a i fakt, že bylo založeno především na zkušenostech získaných z výkonových transformátorů. Druhé vydání se pokusilo odstranit některé z těchto nedostatků. Interpretační schémata byla založena na pozorováních provedených po prohlídkách velkého počtu vadných zařízení plněných olejem v provozu a koncentračních úrovních, vyvozených z analýz získaných po celém světě.

1 Rozsah platnosti

Tato mezinárodní norma popisuje, jak se mohou interpretovat koncentrace rozpuštěných nebo volných plynů pro diagnostikování stavu olejem plněných elektrických zařízení v provozu a navrhnout budoucí akce.

Tato norma je použitelná pro elektrická zařízení plněná minerálním izolačním olejem a izolovaná celulóзовým papírem nebo pevnou izolací na bázi lepenky. Informace o specifických typech zařízení, jako jsou transformátory (výkonové, přístrojové, průmyslové, trakční, distribuční), reaktory, průchodky, rozváděče a olejové kabely, jsou uvedeny pouze jako indikace v aplikačních poznámkách (viz příloha A).

Tato norma může být použita, ale pouze se zvýšenou opatrností, na jiné izolační systémy typu kapalina-pevná látka.

Získané údaje by měly být v každém případě vnímány pouze jako vodítko a případné následné kroky by měly být prováděny pouze s řádným technickým úsudkem.

Konec náhledu - text dále pokračuje v placené verzi ČSN.