

**2023**

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

ČSN  
EN IEC 60599  
ed. 3  
34 6726

idt IEC 60599:2022

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 – Recommandations relatives à 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 IEC 60599:2022. Překlad byl zajištěn Českou agenturou pro standardizaci. Má stejný status jako oficiální verze.

This standard is the Czech version of the European Standard EN IEC 60599:2022. It was translated by the Czech Standardization Agency. It has the same status as the official version.

Nahrazení předchozích norem

S účinností od 2025-06-29 se nahrazuje ČSN EN 60599 ed. 2 (34 6726) z června 2016, 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 IEC 60599:2022 dovoleno do 2025-06-29 používat dosud platnou ČSN EN 60599 ed. 2 (34 6726) z června 2016.

Změny proti předchozí normě

Nové vydání normy zahrnuje v porovnání s předchozím vydáním významné technické změny, které jsou uvedeny v článku Informativní údaje z IEC 60599:2022.

Informace o citovaných dokumentech

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) (33 0050) Mezinárodní elektrotechnický slovník - Kapitola 321: Přístrojové transformátory

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 příložené 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.

<b>anglický termín</b>	<b>český termín</b>	<b>použitý termín</b>
DGA on site OLTC (on-load tap changer) communicating OLTC No OLTC	analýza plynů rozpuštěných v oleji, DGA na místě provozu zařízení, na pozici přepínač odboček pro přepínání pod zatížením, OLTC s interakcí mezi OLTC a nádobou bez OLTC nebo bez interakce mezi OLTC a nádobou	DGA na pozici OLTC, přepínač OLTC  ve spojení s OLTC bez OLTC
core-type transformer	transformátor s vinutími na protilehlých stranách jádra (bez středního sloupku)	transformátor jádrového typu
shell-type transformer	transformátor s vinutími na středním sloupku jádra	transformátor plášťového typu
hot spot padmount transformer	nejteplejší místo Padmount transformátor je zemní rozvodný transformátor, který je obvykle umístěn v uzamčené kovové skříni umístěné na malé betonové podložce.	„hot spot“ transformátor typu padmount
current transformers (eyebolt or hairpin design)	přístrojové transformátory proudu (primární vinutí ve tvaru závěsného oka (eyebolt) nebo pružinové závlačky (hairpin)	přístrojové transformátory proudu provedení (eyebolt nebo hairpin design)

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

Informativní údaje z IEC 60599:2022

Tuto mezinárodní normu vypracovala technická komise IEC/TC 10 *Kapaliny pro elektrotechnické aplikace*.

Toto čtvrté vydání zrušuje a nahrazuje třetí vydání z roku 2015. Toto vydání je jeho technickou revizí.

Toto vydání obsahuje v porovnání s předchozím vydáním dále uvedené hlavní technické změny:

- a) revize kapitoly A.5 o průchodkách na žádost subkomise IEC 36A s cílem převést do IEC 60599 odpovídající obsah technické zprávy IEC TR 61464 [1] týkající se DGA u průchodek a zahrnout nové informace o DGA u průchodek, které jsou k dispozici v technické brožuře CIGRE 771 (2019) [2];
- b) revize kapitoly A.3 o transformátorech větrných turbín s cílem zahrnout do normy IEC 60599 nové informace o DGA u transformátorů větrných turbín, které jsou k dispozici v technické brožuře CIGRE 771 (2019) [2].

Text této normy se zakládá na těchto dokumentech:

Návrh	Zpráva o hlasování
10/1164/FDIS	10/1174/RVD

Úplnou informaci o hlasování při schvalování této normy lze najít ve zprávě o hlasování ve výše uvedené tabulce.

Jazyk použitý při vypracování této mezinárodní normy je angličtina.

Tento dokument byl navržen v souladu se směrnicemi ISO/IEC, část 2, a byl vypracován v souladu se směrnicemi ISO/IEC, část 1, a se směrnicemi ISO/IEC, dodatkem IEC, dostupnými na [www.iec.ch/members\\_experts/refdocs](http://www.iec.ch/members_experts/refdocs). Hlavní typy dokumentů vypracované v IEC jsou podrobněji popsány na [www.iec.ch/publications](http://www.iec.ch/publications).

Komise rozhodla, že obsah tohoto dokumentu zůstane nezměněn až do data příští prověrky (stability date) uvedeného na webových stránkách IEC (<http://webstore.iec.ch>) v údajích o tomto dokumentu. K tomuto datu bude dokument buď

- znovu potvrzen,
- zrušen,
- nahrazen revidovaným vydáním, nebo
- změněn.

Vypracování normy

Zpracovatel: CTN AZVN, z. s., IČO 65400739, Ing. Jiří Brázdil, Ph.D., MBA

Technická normalizační komise: TNK 110 Elektroizolační materiály

Pracovník České agentury pro standardizaci: Ing. Zuzana Nejezchlebová, CSc.

Česká agentura pro standardizaci je státní příspěvková organizace zřízená Úřadem pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví na základě ustanovení § 5 odst. 2 zákona č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů.

EVROPSKÁ NORMA  
EUROPEAN STANDARD  
NORME EUROPÉENNE  
EUROPÄISCHE NORM

EN IEC 60599  
Červenec 2022

ICS 17.220.99; 29.040.10; 29.180  
60599:2016

Nahrazuje EN

Elektrická zařízení v provozu plněná minerálním olejem – Návod pro interpretaci výsledků analýz rozpuštěných a volných plynů  
(IEC 60599:2022)

Mineral oil-filled electrical equipment in service – Guidance on the interpretation of dissolved and free gases analysis  
(IEC 60599:2022)

Matériels électriques remplis d'huile minérale en service – Recommandations relatives à l'interprétation de l'analyse des gaz dissous et des gaz libres  
(IEC 60599:2022)

In Betrieb befindliche, mit Mineralöl befüllte elektrische Geräte – Leitfaden zur Interpretation der Analyse gelöster und freier Gase  
(IEC 60599:2022)

Tato evropská norma byla schválena CENELEC dne 2022-06-29. 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.

Členy CENELEC jsou národní elektrotechnické komitety Belgie, Bulharska, České republiky, Dánska, Estonska, Finska, Francie, Chorvatska, Irska, Islandu, Itálie, Kypru, Litvy, Lotyšska, Lucemburska, Maďarska, Malty, Německa, Nizozemska, Norska, Polska, Portugalska, Rakouska, Republiky Severní Makedonie, Rumunska, Řecka, Slovenska, Slovinska, Spojeného království, Srbska, Španělska, Švédsko, Švýcarsko a Turecko.



**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: Rue de la Science 23, B-1040 Brusel**

© 2022 CENELEC Veškerá práva pro využití v jakékoliv formě a jakýmkoliv prostředky jsou celosvětově vyhrazena členům CENELEC.

Ref. č. EN IEC

60599:2022 E

# Evropská předmluva

Text dokumentu 10/1164/FDIS, budoucího čtvrtého vydání IEC 60599, který vypracovala technická komise IEC/TC 10 *Kapaliny pro elektrotechnické aplikace*, byl předložen k paralelnímu hlasování IEC-CENELEC a byl schválen CENELEC jako EN IEC 60599:2022.

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) 2023-03-29
- nejzazší datum zrušení národních norem,  
které jsou s dokumentem v rozporu (dow) 2025-06-29

Tento dokument nahrazuje EN 60599:2016 a všechny její změny a opravy (pokud existují).

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

Jakákoli zpětná vazba a otázky týkající se tohoto dokumentu mají být adresovány národnímu normalizačnímu orgánu uživatele. Úplný seznam těchto orgánů lze nalézt na webových stránkách CENELEC.

Oznámení o schválení

Text mezinárodní normy IEC 60599:2022 byl schválen CENELEC jako evropská norma bez jakýchkoliv modifikací.

Úvod.....	10
<b>1.....</b> Rozsah platnosti.....	11
<b>2.....</b> Citované dokumenty.....	11
<b>3.....</b> Termíny, definice a zkratky.....	11
<b>3.1.....</b> Termíny a definice.....	11
<b>3.2.....</b> Zkratky.....	13
<b>3.2.1... Chemické názvy a vzorce.....</b>	13
<b>3.2.2... Obecné zkratky.....</b>	13
<b>4.....</b> Mechanismus tvorby plynů.....	14
<b>4.1.....</b> Rozklad oleje.....	14
<b>4.2.....</b> Rozklad celulóзовé izolace.....	14
<b>4.3.....</b> Přirozené plynování oleje.....	14
<b>4.4.....</b> Ostatní zdroje plynů.....	

..... 15

**5..... Identifikace**

vad.....  
..... 15

**5.1.....**

Obecně.....  
..... 15

**5.2..... Složení rozkladového**

plynu.....  
15

**5.3..... Typy**

vad.....  
..... 15

**5.4..... Základní poměry**

plynů.....  
..... 16

**5.5..... Poměr**

$\text{CO}_2/\text{CO}$ .....  
..... 17

**5.6..... Poměr**

$\text{O}_2/\text{N}_2$ .....  
..... 17

**5.7..... Poměr**

$\text{C}_2\text{H}_2/\text{H}_2$ .....  
..... 17

**5.8..... Uhlovodíky**

$\text{C}_3$ .....  
..... 18

**5.9..... Vývoj**

vad.....  
..... 18

**5.10.... Grafická**

znázornění.....  
..... 18

**6..... Podmínky pro výpočet**

poměrů.....  
18

**6.1..... Posuzování hodnot**

DGA.....  
... 18



<b>6.2.....</b> Nejistota poměrů plynů.....	19
<b>7.....</b> Použití volných plynů v plynových relé.....	19
<b>8.....</b> Úrovně koncentrací plynů v provozu.....	21
<b>8.1.....</b> Pravděpodobnost poruchy v provozu.....	21
<b>8.1.1...</b> Obecně.....	21
<b>8.1.2... Metody</b> výpočtu.....	21
<b>8.2.....</b> Typické hodnoty koncentrací.....	21
<b>8.2.1...</b> Obecně.....	21
<b>8.2.2... Metody</b> výpočtu.....	21
<b>8.2.3... Výběr normálního</b> podílu.....	21
<b>8.2.4... Výstražné hodnoty</b> koncentrace.....	22
<b>8.3.....</b> Rychlost nárůstu koncentrací plynů.....	22
<b>9.....</b> Doporučený způsob interpretace DGA.....	22
<b>10.....</b> Zpráva o výsledcích.....	23
<b>Příloha A</b> (informativní) Aplikační poznámky k zařízením.....	25

**A.1.....** Obecné  
varování.....  
..... 25

**A.2.....** Výkonové  
transformátory.....  
..... 25

**A.2.1..** Specifické dílčí  
typy.....  
..... 25

<b>A.2.2.</b> Typické vady.....	25
<b>A.2.3.</b> Identifikace vad pomocí DGA.....	26
<b>A.2.4.</b> Typické hodnoty koncentrací.....	26
<b>A.2.5.</b> Typické rychlosti nárůstu koncentrace plynů.....	27
<b>A.2.6.</b> Konkrétní informace, které se doplňují do zprávy DGA.....	28
<b>A.3.....</b> Průmyslové a speciální transformátory.....	28
<b>A.3.1.</b> Specifické dílčí typy.....	28
<b>A.3.2.</b> Typické vady.....	28
<b>A.3.3.</b> Identifikace vad pomocí DGA.....	28
<b>A.3.4.</b> Typické hodnoty koncentrací.....	29
<b>A.4.....</b> Přístrojové transformátory.....	29
<b>A.4.1.</b> Specifické dílčí typy.....	29
<b>A.4.2.</b> Typické vady.....	30
<b>A.4.3.</b> Identifikace vad pomocí DGA.....	30
<b>A.4.4.</b> Typické hodnoty	

koncentrací.....	30
<b>A.5.....</b> Průchodky s olejem impregnovaným papírem.....	31
<b>A.5.1..</b> Specifické dílčí typy.....	31
<b>A.5.2..</b> Typické vady.....	31
<b>A.5.3..</b> Identifikace vad pomocí DGA.....	31
<b>A.5.4..</b> Typické hodnoty koncentrací.....	32
<b>A.6.....</b> Olejové kabely.....	32
<b>A.6.1..</b> Typické vady.....	32
<b>A.6.2..</b> Identifikace vad pomocí DGA.....	32
<b>A.6.3..</b> Typické hodnoty koncentrací.....	33
<b>A.7.....</b> Spínací přístroje.....	33
<b>A.7.1..</b> Specifické dílčí typy.....	33
<b>A.7.2..</b> Normální provoz.....	33
<b>A.7.3..</b> Typické vady.....	33
<b>A.7.4..</b> Identifikace vad pomocí	

DGA.....	34
<b>A.8.....</b> Zařízení naplněné neminerálními kapalinami.....	34
<b>Příloha B</b> (informativní) Grafická znázornění podílů plynů.....	35
Bibliografie.....	39
<b>Příloha ZA</b> (normativní) Normativní odkazy na mezinárodní publikace a jim odpovídající evropské publikace.....	40
Obrázky	
Obrázek 1 - Vývojový diagram.....	24
Obrázek B.1 - Grafické znázornění 1 podílů plynů.....	35
Obrázek B.2 - Grafické znázornění 2 podílů plynů.....	36
Obrázek B.3 - Grafické znázornění 3 podílů plynů - Duvalův trojúhelník 1 pro transformátory, průchodky a kabely.....	37
Obrázek B.4 - Grafické znázornění 4 podílů plynů - Duvalův trojúhelník 2 pro přepínače odboček OLTC.....	38
Tabulky	
Tabulka 1 - Tabulka pro interpretaci výsledků DGA.....	16
Tabulka 2 - Zjednodušené interpretační schéma.....	16
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 .....	27
Tabulka A.3 - Rozsahy 90 % typických hodnot rychlosti nárůstu plynů pozorované u výkonových transformátorů (všech typů).....	27
Tabulka A.4 - Příklady 90 % typických hodnot koncentrací zjištěných v individuálních sítích.....	29
Tabulka A.5 - Rozsahy 90 % typických hodnot koncentrace pozorovaných v WTT.....	29
Tabulka A.6 - Typické vady přístrojových transformátorů.....	30
Tabulka A.7 - Rozsahy 90 % typických hodnot koncentrací zjištěné v přístrojových transformátorech.....	30
Tabulka A.8 - Maximální přípustné hodnoty pro hermetizované přístrojové transformátory.....	31
Tabulka A.9 - Typické vady u průchodek.....	31
Tabulka A.10 - Zjednodušené interpretační schéma pro průchodky.....	31
Tabulka A.11 - Rozsahy 90 % typických hodnot koncentrací u průchodek.....	32
Tabulka A.12 - Rozsah 95 % typických hodnot koncentrací zjištěných na kabelech.....	33
Tabulka A.13 - Typické vady ve spínacích přístrojích.....	33

# 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 má být vždy provedena pečlivě, což vyžaduje i zkušený personál údržby izolace.

Tento dokument poskytuje informace, které usnadňují interpretaci výsledků. 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 olejem plněných zařízení v provozu a na koncentračních úrovních, vyvozených z analýz získaných po celém světě.

# 1 Rozsah platnosti

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

Tento dokument platí pro elektrická zařízení plněná minerálním izolačním olejem a izolovaná celulózním 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.

Tento dokument může být použit, ale pouze se zvýšenou opatrností, na jiné izolační systémy typu kapalina-pevná látka.

Získané údaje jsou v každém případě vnímány pouze jako návod a případné následné kroky jsou prováděny pouze s řádným technickým úsudkem.

**Konec náhledu - text dále pokračuje v placené verzi ČSN.**