

2024

Olejem plněná elektrická zařízení –
Odběr vzorků volných plynů a analýza volných a rozpuštěných plynů
v minerálních olejích a jiných izolačních kapalinách – Návod

ČSN
EN IEC 60567
ed. 4
34 6725

idt IEC 60567:2023

Oil-filled electrical equipment – Sampling of free gases and analysis of free and dissolved gases in mineral oils and other insulating liquids – Guidance

Matériels électriques immergés – Échantillonnage de gaz libres et analyse des gaz libres et dissous dans les huiles minérales et d'autres liquides isolants – Recommandations

Ölgefüllte elektrische Betriebsmittel – Probenahme von freien Gasen und Analyse von freien und gelösten Gasen
in Mineralölen und anderen Isolierflüssigkeiten – Anleitung

Tato norma je českou verzí evropské normy EN IEC 60567:2024. 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 60567:2024. It was translated by the Czech Standardization Agency. It has the same status as the official version.

Nahrazení předchozích norem

S účinností od 2027-01-12 se nahrazuje ČSN EN 60567 ed. 3 (34 6725) z července 2012, 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 60567:2024 dovoleno do 2027-01-12 používat dosud platnou ČSN EN 60567 ed. 3 (34 6725) z července 2012.

Změny proti předchozí normě

Toto vydání obsahuje oproti předchozímu vydání dále uvedené významné technické změny:

- a) byla doplněna normativní příloha F, týkající se analýzy DGA izolačních kapalin jiných než minerální oleje (estery a silikony);

- b) ustanovení 4 až 11 a informativní příloha A k příloze E zůstávají věnovány minerálním olejům;
- c) dvě nové metody extrakce plynu bez rtuti jsou popsány v příloze B (nízkotlaká vakuová extrakce a mechanické kmitání).

Informace o citovaných dokumentech

IEC 60296 zavedena v ČSN EN IEC 60296 ed. 3 (34 6738) Kapaliny pro elektrotechnické aplikace – Minerální izolační oleje pro elektrická zařízení

IEC 60475:2022 zavedena v ČSN EN IEC 60475 ed. 2:2023 (34 6702) Metodika vzorkování izolačních kapalin

ISO 5725-1 dosud nezavedena

Souvisící ČSN

ČSN EN IEC 60599 ed. 3 (34 6726) Elektrická zařízení v provozu plněná minerálním olejem – Návod pro interpretaci výsledků analýz rozpuštěných a volných plynů

ČSN EN ISO/IEC 17025 (01 5253) Všeobecné požadavky na způsobilost zkušebních a kalibračních laboratoří

ČSN EN ISO 3675 (65 6011) Ropa a kapalné ropné výrobky – Laboratorní stanovení hustoty – Stanovení hustoměrem

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).

Informativní údaje z IEC 60567:2023

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

Toto čtvrté vydání zrušuje a nahrazuje čtvrté vydání z roku 2011 a je jeho technickou revizí.

Text této normy se zakládá na těchto dokumentech:

Návrh	Zpráva o hlasování
10/1207/FDIS	10/1211/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. Hlavní typy dokumentů vypracované v IEC jsou podrobněji popsány na www.iec.ch/publications.

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

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

Vysvětlivky k textu převzaté normy

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.

anglický termín	český termín	použitý termín
stripping	vytěšňování, stripping	stripping
glove box	ochranná rukavicová skříň; glove box	glove box
glove bag	ochranný rukavicový vak; glove bag	glove bag
peak	pík, vrchol, špička	pík
gas-in-oil standard	kalibrační směs plynů rozpuštěných v oleji, standard „gas in oil“	standard „gas-in-oil“
vakuum pump	vakuová pumpa, vývěva	vakuová pumpa
plunger	píst, plunžr	píst
GC detectors	detektory plynového chromatografu GC detektory	GC detektory
on site	na místě provozu zařízení, na pozici	na pozici
hypodermic needle	subkutánní, hypodermická jehla	hypodermická jehla

Upozornění na národní poznámky

Do článku 7.2.3 byla doplněna národní poznámka, upozorňující na nepřesnost v přejímaném originále.

UPOZORNĚNÍ – Publikace obsahuje barevný tisk, který je považován za potřebný k porozumění jejímu obsahu. Uživatelé by proto měli pro tisk tohoto dokumentu použít barevnou tiskárnu.

EVROPSKÁ NORMA
EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE
EUROPÄISCHE NORM

EN IEC 60567

Leden 2024

ICS 29.040.10
EN 60567:2011

Nahrazuje

Olejem plněná elektrická zařízení – Odběr vzorků volných plynů a analýza volných a rozpuštěných

plynů v minerálních olejích a jiných izolačních kapalinách – Návod
(IEC 60567:2023)

Oil-filled electrical equipment – Sampling of free gases and analysis of free
and dissolved gases in mineral oils and other insulating liquids – Guidance
(IEC 60567:2023)

Matériels électriques immergés –
Échantillonnage

de gaz libres et analyse des gaz libres et dissous
dans les huiles minérales et d'autres liquides
isolants – Recommandations
(IEC 60567:2023)

Ölgefüllte elektrische Betriebsmittel –
Probenahme

von freien Gasen und Analyse von freien und
gelösten Gasen in Mineralölen und anderen
Isolierflüssigkeiten – Anleitung
(IEC 60567:2023)

Tato evropská norma byla schválena CENELEC dne 2024-01-12. 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 Řídícím 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 Řídícímu 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,
Švédska, Švýcarska a Turecka.



Evropský výbor pro normalizaci v elektrotechnice

European Committee for Electrotechnical Standardization

Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung

Řídící centrum CEN-CENELEC: Rue de la Science 23, B-1040 Brusel

© 2024 CENELEC Veškerá práva pro využití v jakékoliv formě a jakýmikoliv prostředky
jsou celosvětově vyhrazena členům CENELEC.

Ref. č.

EN IEC 60567:2024 E

Evropská předmluva

Text dokumentu 10/1207/FDIS, budoucího pátého vydání IEC 60567, 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 60567:2024.

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) 2024-10-12
- nejzazší datum zrušení národních norem,
které jsou s dokumentem v rozporu (dow) 2027-01-12

Tento dokument nahrazuje EN 60567:2011 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 60567:2023 byl schválen CENELEC jako evropská norma bez jakýchkoliv modifikací.

Úvod.....	10
1..... Rozsah platnosti.....	11
2..... Citované dokumenty.....	11
3..... Termíny, definice, značky a zkratky.....	11
3.1..... Termíny a definice.....	11
3.2..... Značky a zkratky.....	11
3.2.1... Značky.....	11
3.2.2... Zkratky.....	12
4..... Odběr vzorků plynů z plynových relé.....	12
4.1..... Obecná ustanovení.....	12
4.2..... Odběr vzorků volných plynů injekční stříkačkou.....	13
4.2.1... Odběrové zařízení.....	13
4.2.2... Postup při odběru vzorků.....	14
4.3..... Odběr vzorků volných plynů vytěsňováním	

oleje.....	14
4.4..... Odběr vzorků volných plynů pomocí vakua.....	15
4.5..... Odběr vzorků z olejem plněných zařízení.....	15
5..... Označování vzorků plynů.....	16
6..... Odběr vzorků, označování a přeprava oleje z olejem plněných zařízení.....	16
6.1..... Odběr a označování vzorků oleje.....	16
6.2..... Přenos oleje pro analýzu DGA.....	16
6.2.1... Obecně.....	16
6.2.2... Přenos z olejových (injekčních) stříkaček.....	16
6.2.3... Přenos z ampulí.....	16
6.2.4... Přenos z pružných kovových lahví.....	17
6.2.5... Přenos ze skleněných a pevných kovových lahví.....	17
7..... Příprava standardů „gas-in- oil“	17
7.1..... Obecná ustanovení.....	17
7.2..... První metoda: příprava standardu velkého objemu „gas-in- oil“	17
7.2.1... Vybavení.....	17
7.2.2...	

Postup.....	18
7.2.3...	
Výpočet.....	20
7.3..... Druhá metoda: příprava standardů „gas-in-oil“ ve stříkačce nebo ve vialce.....	21
7.3.1...	
Obecně.....	21
7.3.2...	
Vybavení.....	22
7.3.3...	
Postup.....	22
8..... Extrakce plynů z oleje.....	22
8.1..... Obecná ustanovení.....	22
8.2..... Vícenásobná vakuová extrakce užívající aparatury s Toeplerovu vývěvou.....	23
8.2.1...	
Obecně.....	23
8.2.2... Extrakční aparatura s Toeplerovou vývěvou.....	23
8.2.3... Postup extrakce.....	25

8.3..... Vakuová extrakce metodou částečného odplynění.....	26
8.3.1... Obecná ustanovení.....	26
8.3.2... Přístroj pro částečné odplyňování.....	26
8.3.3... Postup extrakce.....	26
8.4..... Extrakční metoda „stripping“	27
8.4.1... Obecně.....	27
8.4.2... Stripovací přístroj (stripér).....	27
8.4.3... Postup metody.....	30
8.5..... Metoda „headspace“	31
8.5.1... Princip metody.....	31
8.5.2... Zařízení pro extrakci metodou „headspace“	31
8.5.3... Postup extrakce „headspace“	35
8.5.4... Kalibrace extraktoru „headspace“	38
9..... Analýza plynů adsorpční plynovou	

chromatografií..... 40

9.1..... Obecná

ustanovení.....
..... 40

9.2..... Přehled vhodných metod s použitím tabulky

4..... 41

9.3.....

Zařízení.....
..... 41

9.3.1... Plynový

chromatograf.....
..... 41

9.3.2...

Kolony.....
..... 42

9.3.3... Nosný

plyn.....
..... 42

9.3.4...

Detektory.....
..... 42

9.3.5...

Methanizér.....
..... 42

9.3.6...

Vymrazovačka.....
..... 44

9.3.7... Integrátor

a zapisovač.....
..... 44

9.4..... Příprava

přístroje.....
..... 44

9.5.....

Analýzy.....
..... 44

9.6..... Kalibrace

chromatografu.....
..... 44

9.7.....

Výpočty.....	
.....	45

10..... Kontrola

kvality.....	
.....	45

10.1.... Ověření celého analytického

systemu.....	45
--------------	----

10.2.... Detekční limity

a kvantifikace.....	
.....	46

10.3.... Opakovatelnost, reprodukovatelnost

a přesnost.....	46
-----------------	----

10.3.1 Obecná

ustanovení.....	
.....	46

10.3.2

Opakovatelnost.....	
.....	46

10.3.3

Reprodukovatelnost.....	
.....	47

10.3.4

Přesnost.....	
.....	47

11..... Protokol

o výsledcích.....	
.....	48

Příloha A (informativní) Korekce výpočtem pro neúplnou extrakci plynů metodou částečného odplynění..... 49

Příloha B (informativní) Alternativní extrakční

metody.....	50
-------------	----

B.1.... Bezrtuťové verze vakuových extrakčních

metod.....	50
------------	----

B.1.1.. Bezrtuťová verze Toeplerovy

metody.....	50
-------------	----

B.1.2.. Bezrtuťové verze metody částečného

odplynění.....	50
----------------	----

B.2..... Injekční verze metody „headspace“	50
B.2.1.. Vytřepávací metoda.....	50
B.2.2.. Metoda mechanického kmitání.....	52
Příloha C (informativní) Příprava vzduchem nasycených standardů.....	53
Příloha D (informativní) Korekce plynových bublin v injekčních stříkačkách a vzduchové mezery v tuhých lahvích.....	54
Příloha E (informativní) Postup při porovnávání odečtů monitoru plynů s laboratorními výsledky.....	55
Příloha F (informativní) Izolační kapaliny na bázi syntetických a přírodních esterů a silikonů.....	56
Bibliografie.....	58
Příloha ZA (normativní) Normativní odkazy na mezinárodní publikace a jim odpovídající evropské publikace.....	59
 Obrázek 1 – Odběr plynu injekční stříkačkou.....	 13
Obrázek 2 – Odběr vzorků volných plynů vytlačením olejem.....	14
Obrázek 3 – Odběr vzorků volných plynů pomocí vakua.....	15
Obrázek 4 – První metoda přípravy standardů „gas-in-oil“.....	19
Obrázek 5 – Druhá metoda přípravy standardů „gas-in-oil“.....	21
Obrázek 6 – Příklad extrakční aparatury Toeplerovy vývěvy.....	24
Obrázek 7 – Typy skleněných stripérů.....	

Obrázek 8 – Stripér z korozivzdorné oceli.....	29
--	----

Obrázek 9 – Schematické uspořádání pro připojení olejového stripéru k plynovému chromatografu.....	30
--	----

Obrázek 10 – Schematické znázornění vzorkovače „headspace“.....	31
---	----

Obrázek 11 – Vialka naplněná vodou.....	32
---	----

Obrázek 12 – Otočný stůl.....	34
-------------------------------	----

Obrázek 13 – Schematické uspořádání plynové chromatografie.....	43
---	----

Obrázek B.1 – Schematické znázornění bezrtuťové Toeplerovy metody.....	51
--	----

Obrázek B. 2 – Schematické znázornění bezrtuťové metody částečného odplynění.....	51
---	----

Obrázek B.3 – Schematické znázornění protřepávací metody.....	51
---	----

Obrázek B.4 – Schematické znázornění metody mechanického kmitání.....	52
---	----

Tabulka 1 – Požadované informace pro vzorky plynů.....	16
--	----

Tabulka 2 – Příklady provozních podmínek pro „headspace“.....	35
---	----

Tabulka 3 – Příklady „headspace“ dělicí koeficienty při 70 °C v minerálním izolačním oleji.....	39
---	----

Tabulka 4 – Příklady provozních podmínek plynové chromatografie.....	40
--	----

Tabulka 5 – Požadované meze detekce v oleji.....	46
--	----

Tabulka 6 – Příklady přesnosti extrakčních	
--	--

metod.....	47
Tabulka A.1 – Příklady koeficientů rozpustnosti a_i (při 25 oC) uváděné CIGRE TF D1.01.15 z 2006.....	49
Tabulka C.1 – Příklady hodnot rozpustnosti vzduchu pro různé druhy olejů.....	53
Tabulka C.2 – Příklady změn rozpustnosti pro kyslík a dusík v minerálním oleji v závislosti na teplotě.....	53

Úvod

Plyny se mohou vytvářet v olejem plněném elektrickém zařízení v důsledku přirozeného stárnutí, ale také v mnohem větším rozsahu, následkem poruch.

Provoz s poruchou může vážně poškodit zařízení, a proto je cenné mít možnost zjistit poruchu v rané fázi vývoje.

Tam, kde porucha není závažná, se vytvořené plyny v oleji normálně rozpustí, případně se malý podíl z kapaliny rozptýlí do jakékoliv plynné fáze nad ní. Odběr rozpuštěného plynu ze vzorku oleje a stanovení množství a složení tohoto plynu je prostředkem k odhalení těchto poruch a typ a závažnost poruchy lze často odvodit ze složení plynu a rychlosti, kterou se vytváří.

V případě dostatečně závažné poruchy projde volný plyn olejem a shromáždí se v plynovém (Buchholzově) relé, je-li jím zařízení vybaveno; bude-li to nezbytné, může být tento plyn analyzován pro určení typu vady, která jej vygenerovala. Složení plynů uvnitř bublinek se mění, jak se pohybují olejem směrem k plynovému relé.

Toho lze dobře využít, protože porovnáním složení odebraných volných plynů s koncentracemi, které zůstávají rozpuštěné v kapalině, lze často získat informace o rychlosti tvorby plynu.

Interpretace analýzy plynů je předmětem IEC 60599.

Tyto techniky jsou cenné ve všech fázích životnosti olejem plněného zařízení. Během přijímacích zkoušek na transformátorech v závodě může porovnání analýz plynů rozpuštěných v oleji před, během a po oteplovací zkoušce ukázat, zda jsou přítomna nějaká horká místa (hot-spots), a podobně analýza po dielektrickém zkoušení může doplnit informaci, týkající se přítomnosti částečných výbojů nebo jiskření. Během provozu na pozici slouží periodické odběry vzorku oleje a analýza obsahu plynu ke kontrole stavu transformátorů a dalších olejem plněných zařízení.

Význam těchto technik vedl k přípravě tohoto dokumentu, k postupům používaným pro vzorkování olejem plněného elektrického zařízení, plynů a olejů obsahujících plyny, a pro následnou analýzu.

POZNÁMKA Metody popsané v této normě se používají pro minerální izolační oleje, protože dosavadní zkušenost byla téměř pouze s těmito oleji. Metody mohou být také aplikovány na další izolační kapaliny, v některých případech s modifikacemi.

Obecné varování, zdraví, bezpečí a ochrana životního prostředí

UPOZORNĚNÍ – Smyslem tohoto dokumentu není zamýšlet se nad všemi bezpečnostními problémy, spojenými s jeho použitím. Je na odpovědnosti uživatele tohoto dokumentu, aby si před jeho použitím stanovil přiměřené zdravotní a bezpečnostní opatření a určil použitelnost regulačních omezení.

S minerálními izolačními oleji, které jsou předmětem tohoto dokumentu, by se mělo zacházet s ohledem na požadavky osobní hygieny. Přímý kontakt s očima může způsobit podráždění. V případě kontaktu s očima by se měl provést výplach vydatným množstvím čisté tekoucí vody a vyhledat lékařskou pomoc. Některé ze zkoušek, specifikovaných v tomto dokumentu, používají postupy, které by mohly vést k nebezpečným situacím. V těchto případech je nutné se obrátit na příslušné normy pro poučení.

Rtuť představuje riziko pro životní prostředí a riziko zdravotní. Každé rozlití by se mělo ihned odstranit a náležitě zneškodnit. Mohou se uplatnit regulační požadavky na používání rtuti a nakládání

s ní. V některých zemích mohou být požadovány metody bez použití rtuti.

Životní prostředí

UPOZORNĚNÍ – Tento dokument platí pro minerální oleje, chemikálie a použité vzorkovnice.

Pozornost vyžaduje skutečnost, že v době tvorby tohoto dokumentu bylo známo, že mnoho minerálních olejů v provozu je do určité míry kontaminováno polychlorovanými bifenylly (PCBs). V takovém případě by měla být přijata bezpečnostní opatření, aby se zabránilo přísnou kontrolou úniků a emisí během životnosti zařízení rizikům pro pracovníky, veřejnost a životní prostředí. Likvidace nebo dekontaminace těchto olejů může podléhat regulačním požadavkům. Měla by být přijata veškerá opatření, aby se předešlo úniku jakéhokoliv typu izolačního oleje do životního prostředí včetně těch, které jsou časem částečně biologicky rozložitelné.

1 Rozsah platnosti

Tento dokument se zabývá technikami odběru vzorků volných plynů z plynového relé výkonových transformátorů. Jsou popsány tři metody odběru vzorků volných plynů.

Techniky pro odběr vzorků oleje z olejem plněných zařízení, jako jsou výkonové a přístrojové transformátory, reaktory, průchodky, olejové kabely a olejem plněné tank-typ kondenzátory, nejsou již dále zahrnuty v tomto dokumentu, ale místo toho jsou popsány v článku 4.2 IEC 60475: 2022.

Před analýzou plynů rozpuštěných v oleji jsou tyto plyny nejprve vyextrahovány z oleje. Zde jsou popsány tři základní metody, jedna užívající extrakci vakuem (Toepler a částečné odplynění), další vytěsněním rozpuštěných plynů probubláváním vzorku oleje nosným plynem (stripping) a poslední rozdělením plynů mezi vzorek oleje a malý objem nosného plynu („headspace“). Plyny jsou analyzovány kvantitativně po extrakci, plynovou chromatografií; je popsána metoda analýzy. Volné plyny z plynového relé jsou analyzované bez předběžných úprav.

Preferovaná metoda pro zajištění technických parametrů extrakce plynu a přístroje pro analýzu, považované spolu za jediný systém, je odplynění vzorků oleje, připravených v laboratoři, obsahující známé koncentrace plynů (standardy „gas-in-oil“) a kvantitativní analýza extrahovaných plynů. Jsou popsány dvě metody přípravy standardů „gas-in-oil“.

Pro denní kalibrační kontrolu chromatografu je vhodné využít standardní směs plynů, obsahující vhodná známá množství jednotlivých složek plynů, která jsou v podobném poměru jako u plynů běžně extrahovaných z transformátorových olejů.

Popisované techniky berou v úvahu na jedné straně problémy vlastní analýzám, související s přejímací zkouškou v závodě, kde obsah plynu v oleji je obecně velmi nízký, a na druhé straně problémy spojené s monitorováním zařízení v terénu, kde se může přeprava vzorků uskutečnit mimo kompresní kabinu při letecké dopravě a kde mohou existovat značné rozdíly mezi teplotou okolí elektrárny a zkušební laboratoře.

Konec náhledu - text dále pokračuje v placené verzi ČSN.