

2025

Točivé elektrické stroje –
Část 2-3: Specifické zkušební metody určování ztrát a účinnosti
střídavých motorů napájených
z měničů

ČSN
EN IEC 60034-2-3
ed. 2
35 0000

idt IEC 60034-2-3:2024

Rotating electrical machines –
Part 2-3: Specific test methods for determining losses and efficiency of converter-fed AC motors

Machines électriques tournantes –
Partie 2-3: Méthodes d'essai spécifiques pour la détermination des pertes et du rendement des
moteurs à courant alternatif alimentés par convertisseur

Drehende elektrische Maschinen –
Teil 2-3: Besondere Verfahren zur Bestimmung der Verluste und des Wirkungsgrades von
umrichter gespeisten Wechselstrommaschinen

Tato norma je českou verzí evropské normy EN IEC 60034-2-3:2024. 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 60034-2-3:2024. It was translated by the Czech Standardization Agency. It has the same status as the official version.

Nahrazení předchozích norem

Touto normou se nahrazuje ČSN EN IEC 60034-2-3 ed. 2 (35 0000) z ledna 2025.

S účinností od 2027-04-16 se nahrazuje ČSN EN IEC 60034-2-3 (35 0000) z listopadu 2020, 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 60034-2-3:2024 dovoleno do 2027-04-16 používat dosud platnou ČSN EN IEC 60034-2-3 (35 0000) z listopadu 2020.

Změny proti předchozí normě

Proti předchozí normě dochází ke změně způsobu převzetí EN IEC 60034-2-3:2024 do soustavy ČSN. Zatímco ČSN EN IEC 60034-2-3 ed. 2 z ledna 2025 převzala EN IEC 60034-2-3:2024 schválením k přímému používání jako ČSN oznámením ve věstníku ÚNMZ, tato norma ji přejímá překladem.

Informace o citovaných dokumentech

EN 60034-1 zavedena v ČSN EN 60034-1 ed. 2 (35 0000) Točivé elektrické stroje – Část 1: Jmenovité údaje a vlastnosti

EN IEC 60034-2-1 zavedena v ČSN EN IEC 60034-2-1 ed. 3 (35 0000) Točivé elektrické stroje – Část 2-1: Standardní metody určování ztrát a účinnosti ze zkoušek (s výjimkou strojů pro trakční vozidla)

EN 60034-30-1 zavedena v ČSN EN 60034-30-1 (35 0000) Točivé elektrické stroje – Část 30-1: Třídy účinnosti střídavých motorů provozovaných ze sítě (IE kód)

CLC IEC/TS 60034-30-2 zavedena v ČSN CLC IEC/TS 60034-30-2 (35 0000) Točivé elektrické stroje – Část 30-2: Třídy účinnosti střídavých motorů s proměnnými otáčkami (IE kód)

EN 61000-2-4 zavedena v ČSN EN 61000-2-4 ed. 2 (33 3432) Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 2-4: Prostředí – Kompatibilní úrovně pro nízkofrekvenční rušení šířené vedením v průmyslových závodech

EN 61800-9-2 zavedena v ČSN EN 61800-9-2 (35 1720) Systémy elektrických výkonových pohonů s nastavitelnou rychlostí – Část 9-2: Ekodesign pro systémy výkonových pohonů, spouštěče motorů, výkonovou elektroniku a jejich použití s pohony – Ukazatele energetické účinnosti pro systémy výkonových pohonů a spouštěče motorů

Souvisící ČSN

ČSN CLC IEC/TS 60034-25:2024 (35 0000) Točivé elektrické stroje – Část 25: Střídavé elektrické stroje používané v systémech výkonových pohonů – Pokyn pro použití

ČSN CLC IEC/TS 60034-31:2024 (35 0000) Točivé elektrické stroje – Část 31: Výběr energeticky účinných motorů včetně aplikací s proměnnými otáčkami – Směrnice k použití

ČSN EN IEC 61800-2 ed. 3:2022 (35 1720) Systémy elektrických výkonových pohonů s nastavitelnou rychlostí – Část 2: Obecné požadavky – Specifikace výkonu pro nízkonapěťové systémy střídavých výkonových pohonů s nastavitelným kmitočtem

Vysvětlivky k textu této normy

V případě nedatovaných odkazů na evropské/mezinárodní normy jsou ČSN uvedené v článku „Informace o citovaných dokumentech“ 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 60034-2-3:2024

IEC 60034-2-3 vypracovala technická komise IEC/TC 2 *Točivé elektrické stroje*. Jedná se o mezinárodní normu.

Toto druhé vydání zrušuje a nahrazuje první vydání IEC 60034-2-3 z roku 2020. Toto vydání je jeho technickou revizí.

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

a) Uvedení požadavků a postupů do souladu s IEC 60034-2-1.

b) Rozšíření interpolačního postupu na rozsah odbuzování.

Text této mezinárodní normy se zakládá na těchto dokumentech:

Návrh
2/2164/FDIS

Zpráva o hlasování
2/2179/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.

Seznam všech částí souboru IEC 60034 se společným názvem *Točivé elektrické stroje* je možno nalézt na webových stránkách IEC.

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
- zrevidován.

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.

Upozornění na národní poznámku

Do této normy byla v Úvodu doplněna národní poznámka.

Vypracování normy

Zpracovatel odborného překladu: CTN AZVN, z.s., IČO 65400739, Ing. Pavel Ryška, Ph.D.

Technická normalizační komise: TNK 129 Točivé elektrické stroje

Vydala: Česká agentura pro standardizaci, státní příspěvková organizace

Citované dokumenty a souvisící ČSN lze získat v e-shopu.

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.

ICS 29.160.01
60034-2-3:2020

Nahrazuje EN IEC

Točivé elektrické stroje -
Část 2-3: Specifické zkušební metody určování
ztrát a účinnosti střídavých motorů napájených z měničů
(IEC 60034-2-3:2024)

Rotating electrical machines -
Part 2-3: Specific test methods for determining
losses and efficiency of converter-fed AC motors
(IEC 60034-2-3:2024)

Machines électriques tournantes -
Partie 2-3: Méthodes d'essai spécifiques
pour la détermination des pertes et du
rendement
des moteurs à courant alternatif alimentés
par convertisseur
(IEC 60034-2-3:2024)

Drehende elektrische Maschinen -
Teil 2-3: Besondere Verfahren zur Bestimmung
der Verluste und des Wirkungsgrades
von umrichter gespeisten
Wechselstrommaschinen
(IEC 60034-2-3:2024)

Tato evropská norma byla schválena CENELEC dne 2024-04-16. 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, Maltý, 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
Řídicí centrum CEN-CENELEC: Rue de la Science 23, B-1040 Brusel

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

Evropská předmluva

Text dokumentu 2/2164/FDIS, budoucího druhého vydání IEC 60034-2-3, který vypracovala technická komise IEC/TC 2 *Točivé elektrické stroje*, byl předložen k paralelnímu hlasování IEC-CENELEC a byl schválen CENELEC jako EN IEC 60034-2-3:2024.

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) 2025-01-16
- nejzazší datum zrušení národních norem,
které jsou s dokumentem v rozporu (dow) 2027-04-16

Tento dokument nahrazuje EN IEC 60034-2-3:2020 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 60034-2-3:2024 byl schválen CENELEC jako evropská norma bez jakýchkoliv modifikací.

Úvod.....	9
1..... Rozsah platnosti.....	10
2..... Citované dokumenty.....	10
3..... Termíny a definice.....	10
4..... Značky a zkratky.....	11
5..... Základní požadavky.....	12
5.1..... Přístrojové vybavení.....	12
5.1.1... Obecně.....	12
5.1.2... Analyzátor výkonu a převodníky.....	13
5.1.3... Mechanický výkon motoru.....	13
5.2..... Uspořádání měniče.....	13
5.2.1... Obecně.....	13
5.2.2... Uspořádání porovnatelného měniče pro jmenovitá napětí do 1 kV.....	13

5.2.3... Měníče se jmenovitými napětími nad	
1 kV.....	14
5.2.4... Zkoušení s jinými	
měníči.....	
.....	14
5.3..... Teplota okolí během	
zkoušení.....	
. 14	
5.4..... Stav zkoušeného	
motoru.....	
.....	14
6..... Zkušební metody pro určení účinnosti motorů napájených	
z měničů.....	14
6.1..... Volba metody pro	
určení.....	
.....	14
6.2..... Metoda 2-3-A - Přímé měření příkonu	
a výkonu.....	15
6.2.1... Zkušební	
uspořádání.....	
.....	15
6.2.2... Zkušební	
postup.....	
.....	15
6.2.3... Určení	
účinnosti.....	
.....	16
6.2.4... Měření v sedmi normalizovaných pracovních	
bodech.....	16
6.3..... Metoda 2-3-B - Součet ztrát s určením vysokofrekvenčních	
přídavných ztrát, při napájení	
z měniče	
a při chodu	
naprázdno.....	
.....	16
6.3.1...	
Obecně.....	
.....	16
6.3.2... Zkušební	
uspořádání.....	
.....	16

6.3.3... Zkušební postup	
.....	17
6.3.4... Určení účinnosti	
.....	17
6.4..... Metoda 2-3-C – Náhradní metoda určení účinnosti (AEDM)	17
6.5..... Metoda 2-3-D – Určení účinnosti výpočtem	17
7..... Interpolace ztrát v libovolném pracovním bodu	17
7.1..... Obecně	17
7.2..... Definice	18
7.3..... Interpolace a extrapolace relativních ztrát v libovolném pracovním bodu	18
7.4..... Určení interpolačních koeficientů	19
7.4.1... Obecně	19
7.4.2... Analytické určení	19
7.4.3... Numerické určení	20
7.5..... Náhradní pracovní body pro určení interpolačních koeficientů	20
7.6..... Volitelné určení chyby interpolace	21

Příloha A (informativní) Ztráty střídavých

motorů..... 22

A.1.....Obecně.....
..... 22**A.2**..... Ztráty I^2R ve statorovém a rotorovém vinutí P_{LSR} (P_{LS} + P_{LR})..... 22**A.3**..... Ztráty v železe(P_{Lfe}).....
..... 22**A.4**..... Přídavné ztráty při zatížení(P_{LL})..... 22**A.5**..... Ztráty třením a ventilační ztráty(P_{Lfw})..... 23**A.6**..... Přídavné vysokofrekvenční ztráty(P_{LHL})..... 23**Příloha B** (informativní) Ukázkové určení ztrát a účinnosti v různých zatěžovacích

bodech..... 24

B.1.....Obecně.....
..... 24**B.2**..... Určení interpolačníchkoeficientů.....
24**B.3**..... Výpočet ztrát a účinnosti pro určité pracovní

body..... 25

Příloha C (informativní) Interpolace ztrát pro různá zapojení

vinutí..... 26

Příloha D (informativní) Příklady dodatečných zatěžovacích bodů pro numerický interpolační

postup..... 28

Bibliografie.....

..... 29

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

publikace..... 30

Obrázek 1 - Normalizované pracovní

body.....	19
Obrázek C.1 – Zapojení do hvězdy (Y) nebo do trojúhelníku (D), rozsahy a a b.....	26
Obrázek C.2 – Zapojení do hvězdy Y > zapojení do trojúhelníku D, rozsahy a a b.....	26
Obrázek C.3 – Zapojení do hvězdy Y > zapojení do dvojité hvězdy YY, rozsah a.....	27
Obrázek D.1 – Příklad dodatečných zatěžovacích bodů především v oblasti nadměrných otáček.....	28
Obrázek D.2 – Příklad dodatečných zatěžovacích bodů v oblasti přetížení a nadměrných otáček.....	28
Tabulka 1 – Preferované zkušební metody.....	15
Tabulka 2 – Jiné zkušební metody.....	15
Tabulka 3 – Normativní pracovní body.....	19
Tabulka 4 – Nenormativní náhradní pracovní body.....	20
Tabulka A.1 – Doporučené rozdělení ventilačních ztrát a ztrát třením pro motory IC 411 s vlastní ventilací.....	23
Tabulka B.1 – Údaje na výkonnostním štítku.....	24
Tabulka B.2 – Referenční hodnoty.....	24
Tabulka B.3 – Ztráty pro 7 pracovních bodů.....	24
Tabulka B.4 – Interpolační koeficienty.....	25
Tabulka B.5 – Pracovní body definované uživatelé.....	25
Tabulka B.6 – Vypočtené ztráty pro pracovní body definované uživatelé.....	25

Úvod

Cílem tohoto dokumentu je vymezit zkušební metody pro určování celkových ztrát včetně přídavných vysokofrekvenčních ztrát motorů a účinnosti motorů napájených z měničů. Kromě ztrát při nominálně sinusovém napájení se objevují přídavné vysokofrekvenční ztráty stanovené metodami v IEC 60034-2-1. Výsledky dosažené podle tohoto dokumentu jsou určeny k tomu, aby se umožnilo porovnání ztrát a účinnosti různých motorů při napájení z měničů.

Dokument navíc poskytuje sedm normalizovaných pracovních bodů pro charakterizování vývoje ztrát a účinnosti v celém rozsahu točivého momentu/otáček. Pro výpočet ztrát a účinnosti v libovolném pracovním bodu (točivý moment, otáčky) je poskytnut interpolační postup.

Pokud jde o systémy výkonových pohonů (PDS), motor a měnič kmitočtu vyrábí často různí dodavatelé. Motory stejného provedení jsou vyráběny v masovém měřítku. Mohou se provozovat ze sítě nebo z měničů kmitočtu různých typů, který jsou dodávány různými výrobci. Jednotlivé vlastnosti měniče (spínací kmitočet, napěťová hladina stejnosměrného meziobvodu atd.) budou mít také vliv na účinnost systému. Jelikož je nepraktické určovat ztráty motoru pro každou kombinaci motoru, měniče kmitočtu, připojovacího kabelu, výstupního filtru a nastavení parametrů, popisuje tento dokument omezený počet přístupů v závislosti na napěťové hladině a jmenovitých údajích zkoušeného motoru.

Ztráty určené pomocí porovnatelného měniče, jak jsou definovány v tomto dokumentu, nejsou určeny k tomu, aby reprezentovaly ztráty v konečné aplikaci. Poskytují však objektivní základ pro porovnání motorů různých provedení s ohledem na vhodnost pro provoz s měničem.

Obecně jsou ztráty motoru při napájení z měniče vyšší než při provozu v soustavě s nominálně sinusovým charakterem. A to přesto, že měnič obvykle umožňuje značné úspory energie na úrovni celé soustavy, pokud lze motor a působící zátěž provozovat s proměnnými otáčkami. Přídavné vysokofrekvenční ztráty závisí na harmonickém spektru vnucené výstupní veličiny měniče (proud nebo napětí), které je ovlivněno jeho zapojením a metodou řízení. Další informace viz IEC/TS 60034-25.

Účelem tohoto dokumentu není stanovit zkušební postupy pro systémy výkonových pohonů nebo pro samostatné měniče kmitočtu.

Porovnatelný měnič

Nejnovější zkušenosti a teoretická analýza ukázaly, že se přídavné vysokofrekvenční ztráty obecně příliš nezvyšují s točivým momentem. Metody uvedené v tomto dokumentu jsou založeny především na napájení z měničů s pulzně šířkovou modulací (PWM).

S ohledem na tyto typy měničů a narůstající potřebu ověřování souladu s národními energetickými předpisy, které se týkají účinnosti, tento dokument stanovuje pro zkoušky nízkonapěťových motorů takzvaný „porovnatelný měnič“.

[Porovnatelný měnič je v zásadě napěťový zdroj s typickým obsahem harmonických vysokých kmitočtů, který slouží k napájení zkoušeného motoru. Není použitelný u motorů pro vysoké napětí\(NP1\).](#)

Omezení pro použití porovnatelného měniče

Zde popsaná zkušební metoda s porovnatelným měničem je normalizovanou metodou určenou

k dosažení porovnatelných hodnot účinnosti při normalizovaných zkušebních podmínkách. Jmenovité hodnoty motoru mohou být odvozeny s ohledem na vhodnost pro provoz s měničem, nejde však o ekvivalent s určováním skutečných ztrát motoru při provozu s konkrétním měničem, což vyžaduje zkoušku kompletního systému výkonového pohonu (PDS) s daným měničem použitým v konečné aplikaci.

U motorů poháněných víceúrovňovým napěťovým nebo proudovým měničem, kde se přídatné vysokofrekvenční ztráty liší markantněji v závislosti na otáčkách a zatížení než u dvouúrovňových napěťových měničů, se rovněž očekávají odchylky. Proto se pro určení ztrát a účinnosti mají přednostně používat postupy, při nichž je motor provozován společně se stejným měničem, jakým je poháněn v provozu.

Další možností je určení přídatných vysokofrekvenčních ztrát motoru výpočtem. Je-li tento způsob požadován, vyžaduje se vzorek impulzů měniče. Takové postupy nejsou součástí tohoto dokumentu.

1 Rozsah platnosti

Tato část IEC 60034 specifikuje zkušební metody a interpolační postup pro určování ztrát a účinnosti motorů napájených z měničů. Motor je tedy částí systému výkonového pohonu s proměnným kmitočtem (PDS), jak je definováno v IEC 61800-9-2.

Při uplatnění přístupu porovnatelného měniče je účinnost motoru, stanovená pomocí tohoto dokumentu, použitelná pouze pro porovnání nízkonapěťových motorů různých provedení. Přístup porovnatelného měniče není vhodný u motorů pro vysoké napětí.

Tento dokument také specifikuje postupy pro určování ztrát motoru v libovolném zatěžovacím bodu (točivý moment, otáčky) v rozsahu konstantního toku (rozsah konstantního točivého momentu, základní rozsah otáček), rozsahu odbuzování a rozsahu přetížení, a to na základě určení ztrát v sedmi normalizovaných zatěžovacích bodech. Tento postup je vhodný pro jakékoli střídavé motory s proměnnými otáčkami (asynchronní a synchronní), které jsou dimenzovány podle IEC 60034-1 pro provoz s výkonovým zdrojem proměnného kmitočtu a proměnného napětí.

Konec náhledu - text dále pokračuje v placené verzi ČSN.

NP1) NÁRODNÍ POZNÁMKA V anglickém originále IEC 60034-2-3:2024 je uveden termín „medium voltage“. Podle ČSN 33 0010 ed. 2:2014 se v normách IEC, EN a jiných dokumentech EU i v dokumentech jiných států uvádí též tzv. střední napětí (medium voltage – MV), které však svým rozsahem napětí odpovídá přibližně vysokému napětí (vn) používanému v ČR. Proto je v této normě použit český ekvivalent „vysoké napětí“.