

# ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA

ICS 29.160.01 **Duben 2009**

## **Točivé elektrické stroje - Část 4: Metody určování veličin synchronních strojů ze zkoušek**

**ČSN**  
**EN 60034 - 4**  
ed. 2  
35 0000

idt IEC 60034 - 4:2008

Rotating electrical machines -

Part 4: Methods for determining synchronous machine quantities from tests

Machines électriques tournantes -

Partie 4: Méthodes pour la détermination, a partir d'essais, des grandeurs des machines synchrones

Drehende elektrische Maschinen -

Teil 4: Verfahren zur Ermittlung der Kenngrößen von Synchronmaschinen durch Messungen

Tato norma je českou verzí evropské normy EN 60034 - 4:2008. 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 60034 - 4:2008. It was translated by Czech Office for Standards, Metrology and Testing. It has the same status as the official version

Nahrazení předchozích norem

S účinností od 2011-07-01 se zrušuje ČSN EN 60034 - 4 (35 0000) z června 1997, která do uvedeného data platí souběžně s touto normou.

Národní předmluva

Upozornění na používání této normy

Souběžně s touto normou se může do 2011-07-01 používat dosud platná ČSN EN 60034 - 4 (35 0000) z června 1997, v souladu s předmluvou k EN 60034 - 4:2008.

Změny proti předchozím normám

Proti původní ČSN EN 60034-4:1997 byla vypuštěna národní příloha NA s neověřenými zkušebními metodami a většina těchto zkoušek je nyní zavedena v textu normy. Vypuštěny byly zkoušky, které nebyly v současné praxi považovány za důležité. Byla doplněna opatření nutná pro provedení některých zkoušek u strojů s bezkar-táčovým buzením. Byly upraveny tabulky 1 a A.1 a doplněna příloha B uvádějící systém výpočtu frekvenčních charakteristik a příloha C uvádějící obecný popis modelu stroje s vyniklými póly se dvěma osami.

## Informace o citovaných normativních dokumentech

IEC 60034-1:2004 zavedena v ČSN EN 60034-1:2005 (35 0000) Točivé elektrické stroje – Část 1: Jmenovité údaje a vlastnosti

IEC 60034-2-1 zavedena v ČSN EN 60034-2-1:2008 (35 0000) Točivé elektrické stroje – Část 2-1: Standardní metody určování ztrát a účinnosti ze zkoušek (s výjimkou strojů pro trakční vozidla)

IEC 60034-2A zavedena v druhém díle ČSN EN 60034-2:1998 (35 0000) Točivé elektrické stroje – Část 2: Metody určování ztrát a účinnosti točivých elektrických strojů ze zkoušek (s výjimkou strojů pro trakční vozidla)

IEC 60051 soubor zaveden v souboru ČSN EN 60051 a ČSN IEC 51 (35 6203) Elektrické měřicí přístroje přímo-působící ukazovací analogové a jejich příslušenství  
Informativní údaje z IEC 60034 - 4:2008

Mezinárodní normu IEC 60034 - 4 připravila technická komise IEC 2: Točivé stroje.

Toto třetí vydání ruší a nahrazuje druhé vydání vydané v roce 1985 a jeho změnu A1:1995. Toto vydání představuje technickou revizi. Hlavní změny vzhledem k předcházejícímu vydání jsou uvedeny níže:

- Některé zkoušky, popsané v předcházejícím vydání v dodatku A, byly vypuštěny, protože nebyly v současné praxi považovány za důležité.
- Byla uvedena opatření pro zkoušky na strojích s bezkartáčovým buzením.
- V tabulce zkušebních metod jsou uvedeny preferované zkoušky a jsou uvedeny vzájemné odkazy na zkoušky.
- V příloze byl doplněn obecný popis modelu stroje s vyniklými póly se dvěma osami.

Text této normy vychází z následujících dokumentů:

FDIS	Zpráva o hlasování
2/1488/FDIS	2/1495/RVD

Úplné informace o hlasování při schvalování této části je možné nalézt ve zprávě o hlasování uvedené v tabulce.

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

Seznam všech částí souboru IEC 60034 je pod souhrnným názvem *Rotating electrical machines* (*Točivé elektrické stroje*) uveden na webových stránkách IEC.

Komise rozhodla, že obsah této publikace se nebude měnit až do výsledného data aktualizace uvedeného na internetové adrese IEC <http://webstore.iec.ch> v údajích o této publikaci. Po tomto datu bude publikace

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

Vypracování normy

Zpracovatel: Radka Horská, Elnormservis, IČ 16315251

Technická normalizační komise: TNK 129: Točivé elektrické stroje

Pracovník Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví: Viera Borošová

**EVROPSKÁ NORMA EN 60034 - 4**  
**EUROPEAN STANDARD** Září 2008  
**NORME EUROPÉENNE**  
**EUROPÄISCHE NORM**

ICS 29.160 Nahrazuje EN 60034 - 4:1995

**Točivé elektrické stroje -**  
**Část 4: Metody určování veličin synchronního stroje ze zkoušek**  
**(IEC 60034 - 4:2008)**

Rotating electrical machines -  
Part 4: Methods for determining synchronous machine quantities from tests  
(IEC 60034 - 4:2008)

Machines électriques tournantes -  
Partie 4: Méthodes pour la détermination, a partir  
d'essais, des grandeurs des machines synchrones  
(CEI 60034 - 4:2008)

Drehende elektrische Maschinen -  
Teil 4: Verfahren zur Ermittlung der Kenngrößen  
von Synchronmaschinen durch Messungen  
(IEC 60034 - 4:2008)

Tato evropská norma byla schválena CENELEC 2008-07-01. 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 Ústředním sekretariátu 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 Ústřednímu sekretariátu, má stejný status jako oficiální verze.

## **CENELEC**

**Evropský výbor pro normalizaci v elektrotechnice**  
**European Committee for Electrotechnical Standardization**  
**Comité Européen de Normalisation Electrotechnique**  
**Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung**  
**Ústřední sekretariát: rue de Stassart 35, B-1050 Brusel**

© 2008 CENELEC Veškerá práva pro využití v jakékoli formě a jakýmkoli prostředky jsou celosvětově vyhrazena členům CENELEC.  
Ref. č. EN 60034 - 4:2008 E

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

Předmluva

Text dokumentu 2/1488/FDIS, budoucího třetího vydání IEC 60034-4, vypracovaný komisí

IEC TC 2 Točivé stroje, byl předložen k paralelnímu hlasování IEC-CENELEC a byl schválen CENELEC jako EN 60034-4 dne 2008-07-01.

Tato evropská norma nahrazuje EN 60034-4:1995.

Hlavní změny vzhledem k EN 60034-4:1995 jsou následující:

- některé zkoušky popsané v dodatku A k EN 60034-4:1995 byly vypuštěny, protože nebyly v současné praxi považovány za důležité.
- byla uvedena ustanovení pro zkoušky na strojích s bezkartáčovým buzením.
- v tabulce zkušebních metod jsou uvedeny preferované zkoušky a jsou uvedeny vzájemné odkazy na zkoušky.
- v příloze byl doplněn obecný popis modelu stroje s vyniklými póly se dvěma osami.

Byla stanovena tato data:

- nejzazší datum pro zavedení EN na národní úrovni vydáním identické národní normy nebo vydáním oznámení o schválení k přímému použití jako normy národní (dop) 2009-04-01
- nejzazší datum zrušení národních norem, které jsou s EN v rozporu (dow) 2011-07-01

Přílohu ZA doplnil CENELEC.

Oznámení o schválení

Text mezinárodní normy IEC 60034 - 4:2008 byl schválen CENELEC jako evropská norma bez jakýchkoliv modifikací.

Obsah

Strana

Předmluva 4

**1** Rozsah platnosti 10

**2** Citované normativní dokumenty 10

**3** Termíny a definice 10

**4** Značky a jednotky 14

**5** Přehled zkoušek 16

**6.1** Všeobecně 18

**6.1.1** Požadavky na přístrojové vybavení 18

**6.1.2** Požadavky na budicí systém 18

**6.1.3** Podmínky zkoušek 19

**6.1.4** Poměrné základní veličiny 19

**6.1.5** Úmluvy a předpoklady 19

**6.1.6** Úvahy o magnetickém nasycení 20

- 6.2** Přímá měření budicího proudu při jmenovitém zatížení 21
- 6.3** Měření stejnosměrného odporu vinutí 21
- 6.4** Zkouška naprázdno 21
  - 6.4.1** Postup zkoušky 21
  - 6.4.2** Určení charakteristiky naprázdno 22
- 6.5** Trojfázová zkouška nakrátko 22
  - 6.5.1** Postup zkoušky 22
  - 6.5.2** Trojfázová charakteristika nakrátko 23
- 6.6** Zkouška motoru naprázdno 23
- 6.7** Zkouška s natáčením fáze 23
- 6.8** Zkouška v přebuzeném stavu při nulovém účinníku 24
- 6.9** Zkouška se záporným buzením 24
- 6.10** Měření zátěžného úhlu při zatížení 24
- 6.11** Zkouška s malým skluzem 24
- 6.12** Zkouška náhlým trojfázovým zkratem 24
- 6.13** Zkouška zotaveného napětí 25
- 6.14** Zkouška náhlým trojfázovým zkratem po odpojení stroje od sítě 25
- 6.15** Zkouška doznívání stejnosměrného proudu ve vinutí kotvy za klidu stroje 25
- 6.16** Zkouška nárazového buzení s vinutím kotvy naprázdno 26
- 6.17** Zkouška připojením na napětí s rotorem v podélné a příčné ose 26
- 6.18** Zkouška připojením na napětí s rotorem v libovolné poloze 27
- 6.19** Zkouška jednofázovým napájením tří fází 27
- 6.20** Dvojfázová zkouška nakrátko 27
- 6.21** Náhlý dvoufázový zkrat 28
- 6.22** Zkouška při dvoufázovém spojení nakrátko s uzlem vinutí 28
- 6.23** Zkouška s obráceným sledem fází 29
- 6.24** Zkouška doznívání budicího proudu s vinutím kotvy naprázdno 29
  - 6.24.1** Zkouška při jmenovitých otáčkách 29

## **6.24.2 Zkouška za klidu stroje 29**

Strana

**6.25 Zkouška doznívání budicího proudu při jmenovitých otáčkách s vinutím kotvy nakrátko 29**

**6.26 Nárazové buzení s vinutím kotvy nakrátko 29**

**6.27 Zkouška doznívání budicího proudu za klidu stroje se dvěma fázemi vinutí kotvy spojenými nakrátko 29**

**6.28 Zkouška napájením kotvy stroje s vyjmutým rotorem 30**

**6.29 Zkouška doběhu naprázdno 30**

**6.30 Zkouška kmitáním zavěšeného rotoru 30**

**6.31 Zkouška se zabrzděným rotorem 30**

**6.32 Zkouška v přebuzeném stavu při nulovém účíníku a proměnném napětí kotvy 31**

**6.33 Zkouška asynchronního chodu při napájení stroje malým napětím 31**

**6.34 Zkouška napětím o proměnném kmitočtu za klidu stroje 32**

## **7 Určování veličin 33**

**7.1 Grafické postupy a analýza oscilografických záznamů 33**

**7.1.1 Charakteristika naprázdno a trojfázová charakteristiky nakrátko 33**

**7.1.2 Zkouška náhlým trojfázovým zkratem 33**

**7.1.3 Zkouška zotaveného napětí 35**

**7.1.4 Doznívání stejnosměrného proudu ve vinutí kotvy za klidu stroje 36**

**7.1.5 Zkouška nárazového buzení s vinutím kotvy naprázdno 37**

**7.2 Podélná synchronní reaktance 38**

**7.2.1 Ze zkoušky naprázdno a trojfázové zkoušky nakrátko 38**

**7.2.2 Ze zkoušky motoru naprázdno 38**

**7.2.3 Ze zkoušky s natáčením fáze 38**

**7.2.4 Z měření zátěžného úhlu při zatížení 38**

**7.3 Přechodná podélná reaktance 38**

**7.3.1 Ze zkoušky náhlým trojfázovým zkratem 38**

**7.3.2 Ze zkoušky zotaveného napětí 39**

- 7.3.3** Ze zkoušky doznívání stejnosměrného proudu ve vinutí kotvy za klidu stroje 39
- 7.3.4** Výpočet ze zkušebních hodnot 39
- 7.4** Rázová podélná reaktance 39
  - 7.4.1** Ze zkoušky náhlým trojfázovým zkratem 39
  - 7.4.2** Ze zkoušky zotaveného napětí 39
  - 7.4.3** Ze zkoušky připojením na napětí s rotorem v podélné a příčné poloze 39
  - 7.4.4** Ze zkoušky připojením na napětí s rotorem v libovolné poloze 39
- 7.5** Příčná synchronní reaktance 40
  - 7.5.1** Ze zkoušky se záporným buzením 40
  - 7.5.2** Ze zkoušky s malým skluzem 40
  - 7.5.3** Ze zkoušky s natáčením fáze 41
  - 7.5.4** Z měření zátěžného úhlu při zatížení 42
- 7.6** Přechodná příčná reaktance 42
  - 7.6.1** Ze zkoušky doznívání stejnosměrného proudu ve vinutí kotvy za klidu stroje 42
  - 7.6.2** Výpočet ze zkušebních hodnot 42
- 7.7** Rázová příčná reaktance 42
  - 7.7.1** Ze zkoušky připojením napětí s rotorem v podélné a příčné poloze 42
  - 7.7.2** Ze zkoušky připojením na napětí s rotorem v libovolné poloze 42
- 7.8** Nulová reaktance 43
  - 7.8.1** Z jednofázového napájení tří fází 43
  - 7.8.2** Ze zkoušky při dvoufázovém spojení nakrátko s uzlem vinutí 43
- 7.9** Zpětná reaktance 43
  - 7.9.1** Ze dvoufázové zkoušky nakrátko 43
  - 7.9.2** Ze zkoušky s obráceným sledem fází 44
  - 7.9.3** Výpočet ze zkušebních hodnot 44
  - 7.9.4** Ze zkoušky náhlým dvoufázovým zkratem 44
  - 7.9.5** Ze zkoušky doznívání stejnosměrného proudu za klidu stroje 44

- 7.10** Rozptylová reaktance kotvy 44
- 7.11** Potierova reaktance 45
- 7.12** Odpor nulové složky 46
  - 7.12.1** Ze zkoušky jednofázovým napájením tří fází 46
  - 7.12.2** Ze zkoušky při dvoufázovém spojení nakrátko s uzlem vinutí 46
- 7.13** Sousedný odpor vinutí kotvy 46
- 7.14** Zpětný odpor 46
  - 7.14.1** Z dvojfázové zkoušky nakrátko 46
  - 7.14.2** Ze zkoušky s obráceným sledem fází 46
- 7.15** Odpor kotvy a budicího vinutí 47
- 7.16** Přechodná podélná časová konstanta zkratu 47
  - 7.16.1** Ze zkoušky náhlým trojfázovým zkratem 47
  - 7.16.2** Z doznívání budicího proudu při jmenovitých otáčkách s vinutím kotvy nakrátko 47
  - 7.16.3** Ze zkoušky doznívání stejnosměrného proudu za klidu stroje 47
  - 7.16.4** Z nárazového buzení s vinutím kotvy nakrátko 47
  - 7.16.5** Ze zkoušky doznívání budicího proudu za klidu stroje se dvěma fázemi vinutí kotvy spojenými nakrátko 47
- 7.17** Přechodná podélná časová konstanta naprázdno 48
  - 7.17.1** Z doznívání budicího proudu při jmenovitých otáčkách s vinutím kotvy naprázdno 48
  - 7.17.2** Ze zkoušky doznívání budicího proudu za klidu stroje s vinutím kotvy naprázdno 48
  - 7.17.3** Ze zkoušky zotaveného napětí 48
  - 7.17.4** Ze zkoušky doznívání stejnosměrného proudu za klidu stroje 48
  - 7.17.5** Z nárazového buzení s vinutím kotvy naprázdno 48
- 7.18** Rázová podélná časová konstanta zkratu 48
- 7.19** Rázová podélná časová konstanta naprázdno 48
  - 7.19.1** Ze zkoušky zotaveného napětí 48
  - 7.19.2** Ze zkoušky doznívání stejnosměrného proudu za klidu stroje 48
- 7.20** Přechodná příčná časová konstanta zkratu 48



- 7.20.1** Výpočet ze zkušebních hodnot 48
- 7.20.2** Ze zkoušky doznívání stejnosměrného proudu za klidu stroje 48
- 7.21** Přechodná příčná časová konstanta naprázdno 48
  - 7.21.1** Určení ze zkoušky doznívání stejnosměrného proudu za klidu stroje 48
- 7.22** Rázová příčná časová konstanta zkratu 49
  - 7.22.1** Výpočet ze zkušebních hodnot 49
  - 7.22.2** Určení ze zkoušky doznívání stejnosměrného proudu za klidu stroje 49
- 7.23** Rázová příčná časová konstanta naprázdno 49
  - 7.23.1** Ze zkoušky doznívání stejnosměrného proudu za klidu stroje 49
- 7.24** Časová konstanta zkratu vinutí kotvy 49
  - 7.24.1** Ze zkoušky náhlým trojfázovým zkratem 49
  - 7.24.2** Výpočet ze zkušebních hodnot 49
- 7.25** Jmenovitá doba urychlování a konstanta akumulované energie 49
  - 7.25.1** Ze zkoušky kmitání zavěšeného rotoru 49
  - 7.25.2** Ze zkoušky doběhu naprázdno 50
- 7.26** Jmenovitý budicí proud 50
  - 7.26.1** Z přímého měření 50
  - 7.26.2** Potierův diagram 50
  - 7.26.3** Diagram ASA 51
  - 7.26.4** Švédský diagram 52
- 7.27** Budicí proud odpovídající ustálenému jmenovitému proudu kotvy nakrátko 53
  - 7.27.1** Ze zkoušky v přebuzeném stavu při nulovém účinníku 53
  - 7.27.2** Z trojfázové zkoušky nakrátko 54
- 7.28** Frekvenční charakteristiky 54
  - 7.28.1** Všeobecně 54
  - 7.28.2** Z asynchronního chodu při sníženém napětí 54
  - 7.28.3** Z napětí o proměnném kmitočtu za klidu stroje 55

**7.28.4** Ze zkoušky doznívání stejnosměrného proudu ve vinutí kotvy za klidu stroje 56

**7.29** Zkratový poměr 56

**7.30** Jmenovitá změna napětí 56

**7.30.1** Z přímého měření 56

**7.30.2** Z charakteristiky naprázdno a známého budicího proudu při jmenovitém zatížení 57

**7.31** Počáteční rozběhová impedance synchronních motorů 57

**Příloha A** (informativní) Vzájemné odkazy na zkoušky 58

**Příloha B** (informativní) Systém výpočtu frekvenčních charakteristik 60

**Příloha C** (informativní) Obecný model elektrického stroje 62

**Příloha ZA** (normativní) Normativní odkazy na mezinárodní publikace a na jim příslušející evropské publikace 64

Obrázek 1 – Schéma pro zkoušku doznívání stejnosměrného proudu za klidu stroje 26

Obrázek 2 – Schéma zapojení pro dvojfázovou zkoušku nakrátko 27

Obrázek 3 – Schéma zapojení pro zkoušku při dvojfázovém spojení nakrátko s uzlem vinutí 28

Obrázek 4 – Instalace měřicí cívky do stroje s vyjmutým rotorem 30

Obrázek 5 – Výkon a proud v závislosti na skluzu (příklad) 31

Obrázek 6 – Schéma pro zkoušku napětím o proměnném kmitočtu za klidu stroje 32

Obrázek 7 – Hodnoty zaznamenané ze zkoušky napětím o proměnném kmitočtu za klidu stroje (příklad) 32

Obrázek 8 – Společné znázornění charakteristiky naprázdno a charakteristiky nakrátko 33

Obrázek 9 – Přejídná a rázová složka zkratového proudu 34

Obrázek 10 – Určení přejídné složky zkratového proudu 34

Obrázek 11 – Grafické určení aperiodické složky 35

Obrázek 12 – Přejídná a rázová složka zotaveného napětí 36

Obrázek 13 – Semilogaritmický graf doznívajících proudů 36

Strana

Obrázek 14 – Nárazové buzení s vinutím kotvy naprázdno 37

Obrázek 15 – Elektromotorické napětí naprázdno a budicí proud pro skluz o jednu pólovou rozteč 40

Obrázek 16 – Obálka proudu ze zkoušky s malým skluzem 41

Obrázek 17 - Určení Potierovy reaktance 45

Obrázek 18 - Potierův diagram 51

Obrázek 19 - Diagram ASA 52

Obrázek 20 - Švédský diagram 53

Obrázek 21 - Budicí proud ze zkoušky v přebuzeném stavu při nulovém účinníku 54

Obrázek 22 - Frekvenční charakteristiky při nízkých kmitočtech (příklad) 55

Obrázek C.1 - Model náhradního obvodu stroje s vyniklými póly 62

Tabulka 1 - Zkušební metody a vzájemné odkazy 16

Tabulka A.1 - Vzájemné odkazy na zkoušky 58

## 1 Rozsah platnosti

Tato část IEC 60034 platí pro trojfázové synchronní stroje o jmenovitém výkonu 1 kVA a větším se jmenovitým kmitočtem maximálně 500 Hz a minimálně 10 Hz.

Většina metod je určena k používání pro stroje s budicím vinutím napájené pomocí sběracích kroužků a kartáčů. U synchronních strojů s bezkartáčovým buzením je nutné při některých zkouškách vynaložit zvláštní úsilí. U strojů s buzením permanentními magnety je použitelnost popsaných zkoušek omezená a je nutné učinit zvláštní opatření proti nevratné demagnetizaci.

Na stroje s axiálním polem a speciální synchronní stroje, jako jsou reluktanční stroje a stroje s příčným tokem, se tato norma nevztahuje.

Tato norma nemá být chápána tak, že se vyžaduje provedení kterékoliv nebo všech popsaných zkoušek na jakémkoliv daném stroji. Konkrétní zkoušky, které mají být provedeny, musí být předmětem dohody mezi výrobcem a zákazníkem.

Konec náhledu - text dále pokračuje v placené verzi ČSN.