

# ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA

ICS 17.220.20; 19.080 **Srpen 2011**

Technika zkoušek vysokým napětím –  
Část 1: Obecné definice a požadavky na zkoušky

**ČSN**  
**EN 60060-1**  
34 5640

idt IEC 60060-1:2010

High-voltage test techniques –  
Part 1: General definitions and test requirements

Technique des essais a haute tension –  
Partie 1: Définitions et exigences générales

Hochspannungs-Püftechnik –  
Teil 1: Allgemeine Begriffe und Prüfbedingungen

Tato norma je českou verzí evropské normy EN 60060-1:2010. 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 60060-1:2010. 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 2013-12-01 se nahrazuje ČSN IEC 60-1 (34 5640) z dubna 1994, která do uvedeného data platí souběžně s touto normou.

Národní předmluva

Upozornění na používání této normy

Souběžně s touto normou se může do 2013-12-01 používat dosud platná ČSN IEC 60-1 (34 5640) z dubna 1994, v souladu s předmluvou k EN 60060-1:2010.

Změny proti předchozím normám

V této normě oproti původní byly pro snadnější použitelnost aktualizovány texty a norma má nové rozvržení. Byly vypuštěny postupy zkoušky s umělým znečištěním a měření impulzního proudu bylo převedeno do nové normy. Atmosférické korekční činitele jsou vyjádřeny jako rovnice a je zavedena nová metoda pro výpočet časových parametrů tvarů vlny atmosférického impulzu.

Informace o citovaných normativních dokumentech

IEC 60060-2 zavedena v ČSN EN 60060-2 (34 5640) Technika zkoušek vysokým napětím – Část 2: Měřicí systémy (idt EN 60060-2:1994, idt IEC 60-2:1994)

IEC 60270 zavedena v ČSN EN 60270 (34 5641) Technika zkoušek vysokým napětím – Měření částečných výbojů (idt EN 60270:2001, idt IEC 60270:2000)

IEC 60507:1991 zavedena v ČSN 34 8031:1994 Zkoušky vysokonapěťových izolátorů pro střídavé napětí při umělém znečištění (mod IEC 507:1991)

IEC 61083-1 zavedena v ČSN EN 61083-1 ed. 2 (34 5649) Přístroje a programové vybavení pro měření při zkouškách impulzy vysokého napětí – Část 1: Požadavky na přístroje (idt EN 61083-1:2001, idt IEC 1083-1:2001)

IEC 61083-2 zavedena v ČSN EN 61083-2 (34 5649) Číslicové zapisovače pro měření při zkouškách impulzy vysokého napětí – Část 2: Vyhodnocení programu použitého pro určení parametrů tvaru vlny (idt EN 61083-2:1997, idt IEC 1083-2:1996)

IEC 62475 zavedena v ČSN EN 62475 (34 5652) Technika zkoušek vysokým proudem – Definice a požadavky na zkušební proudy a měřicí systémy (idt EN 62475:2010, idt IEC 62475:2010)

Informativní údaje z IEC 60060-1:2010

Mezinárodní norma IEC 60060-1 byla vypracována technickou komisí IEC TC 42: Technika vysokonapěťových a silnoproudých zkoušek.

Toto třetí vydání IEC 60060-1 zrušuje a nahrazuje druhé vydání, vydané v roce 1989, a stanovuje technické revize.

Text této normy vychází z těchto dokumentů:

FDIS	Zpráva o hlasování
42/277/FDIS	42/282/RVD

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

Tato publikace byla navržena podle Směrnic ISO/IEC, Část 2.

Seznam všech částí souboru IEC 60060, pod hlavním názvem *Zkoušky vysokým napětím*, je k nalezení na webových stránkách IEC.

Komise rozhodla, že obsah této publikace se nebude měnit do konečného data vyznačeného na internetové adrese IEC „ <http://webstore.iec.ch>“ v termínu příslušejícímu dané publikaci. V tomto roce bude publikace buď:

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

Souvisící ČSN

ČSN EN 60060-3:2006 (34 5640) Technika zkoušek vysokým napětím – Část 3: Definice a požadavky na zkoušky na místě (idt EN 60060-3:2006, idt IEC 60060-3:2006)

ČSN EN 60071-1 ed. 2:2006 (33 0419) Koordinace izolace – Část 1: Definice, principy a pravidla (idt EN 60071-1:2006, idt IEC 60071-1:2006)

ČSN EN 62271-1:2009 (35 4205) Vysokonapěťová spínací a řídicí zařízení – Část 1: Společná ustanovení (idt EN 62271-1:2008, idt IEC 62271-1:2007)

ČSN EN 62271-100 ed. 2:2009 (35 4220) Vysokonapěťová spínací a řídicí zařízení – Část 100: Vypínače střídavého proudu (idt EN 62271-100:2009, idt IEC 62271-100:20087)

ČSN EN 62271-101:2007 (35 4222) Vysokonapěťová spínací a řídicí zařízení – Část 101: Syntetické zkoušky (idt EN 62271-101:2006, idt IEC 62271-101:2006)

Vypracování normy

Zpracovatel: EGU-HV Laboratory a. s., 190 11 Praha 9 – Běchovice, IČ 25634330, Ing. Petr Kopejtko, PhD.

Technická normalizační komise: TNK 97, Elektroenergetika

Pracovník Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví: Ing. Jiří Holub

**EVROPSKÁ NORMA EN 60060-1**  
**EUROPEAN STANDARD**  
**NORME EUROPÉENNE**  
**EUROPÄISCHE NORM** Prosinec 2010

ICS 17.220.20 Nahrazuje HD 588.1 S1:1991

**Technika zkoušek vysokým napětím -**  
**Část 1: Obecné definice a požadavky na zkoušky**  
**(IEC 60060-1:2010)**

High-voltage test techniques -  
Part 1: General definitions and test requirements  
(IEC 60060-1:2010)

Technique des essais a haute tension -  
Partie 1: Définitions et exigences générales  
(CEI 60060-1:2010)

Hochspannungs-Püftechnik -  
Teil 1: Allgemeine Begriffe und Prüfbedingungen  
(IEC 60060-1:2010)

Tato evropská norma byla schválena CENELEC 2010-12-01. 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.

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, Rumunska, Řecka, Slovenska, Slovinska, Spojeného království, Španělska, Švédska a Švýcarska.

## **CENELEC**

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

© 2010 CENELEC Veškerá práva pro využití v jakékoli formě a jakýmikoli prostředky jsou celosvětově vyhrazena členům CENELEC.  
Ref. č. EN 60060-1:2010 E

### Předmluva

Text dokumentu 42/277/FDIS, budoucího 3. vydání IEC 60060-1, vypracovaný v technické komisi IEC/TC 42, Technika zkoušek vysokým napětím, byl předložen k formálnímu hlasování a byl schválen CENELEC jako EN 60060-1 dne 2010-12-01.

Tato evropská norma nahrazuje HD 588.1 S1:1991.

Tato EN 60060-1:2010 zahrnuje následující technické změny s ohledem na HD 588.1 S1:1991:

- Základní rozvržení a text byly aktualizovány a vylepšeny tak, aby byla norma snadněji použitelná.
- Postupy zkoušky s umělým znečištěním byly odstraněny, nyní jsou popsány v EN 60507.
- Měření impulzního proudu bylo převedeno do nové normy pro měření proudu (EN 62475).
- Atmosférické korekční činitele jsou nyní vyjádřeny jako rovnice.
- Byla zavedena nová metoda pro výpočet časových parametrů tvarů vlny atmosférického impulzu. Toto zlepšuje měření časových parametrů atmosférického impulzu s oscilacemi a překmitem.

Upozorňuje se na možnost, že některé prvky tohoto dokumentu mohou být předmětem patentových práv. CEN a CENELEC nelze činit odpovědnými za identifikaci libovolného patentového práva nebo všech takových patentových práv.

Byla stanovena tato data:

- nejzazší datum zavedení EN na národní úrovni vydáním identické národní normy nebo vydáním oznámení o schválení EN k přímému používání jako normy národní (dop) 2011-09-01
- nejzazší datum zrušení národních norem, které jsou s EN v rozporu (dow) 2013-12-01

Přílohu ZA doplnil CENELEC.

Oznámení o schválení

Text mezinárodní normy IEC 60060-1:2010 byl schválen CENELEC jako evropská norma bez jakýchkoliv modifikací.

Obsah

- 1** Rozsah platnosti 10
- 2** Citované normativní dokumenty 10
- 3** Termíny a definice 10
  - 3.1** Definice související s vlastnostmi výbojů 10
  - 3.2** Definice vztahující se k charakteristikám zkušebního napětí 11
  - 3.3** Definice vztahující se k toleranci a nejistotě 11
  - 3.4** Definice vztahující se ke statistickým charakteristikám hodnot napětí průrazných výbojů 12
  - 3.5** Definice vztahující se ke klasifikaci izolace zkoušeného objektu 13
- 4** Obecné požadavky 14
  - 4.1** Obecné požadavky na zkušební postupy 14
  - 4.2** Uspořádání zkoušeného objektu při zkouškách za sucha 14
  - 4.3** Atmosférické korekce při zkouškách za sucha 15
    - 4.3.1** Referenční normalizovaná atmosféra 15
    - 4.3.2** Atmosférické korekční činitele pro vzduchové jiskřiště 15
    - 4.3.3** Použití korekčních činitelů 15
    - 4.3.4** Složky korekčního činitele 16
    - 4.3.5** Měření atmosférických parametrů 18
    - 4.3.6** Rozporné požadavky pro zkoušení vnitřní a vnější izolace 19
  - 4.4** Zkoušky za deště 19
    - 4.4.1** Postup zkoušky za deště 19
    - 4.4.2** Atmosférické korekce při zkouškách za deště 21
  - 4.5** Zkoušky umělým znečištěním 21
- 5** Zkoušky stejnosměrným napětím 21
  - 5.1** Definice pro zkoušky stejnosměrným napětím 21
  - 5.2** Zkušební napětí 21
    - 5.2.1** Požadavky na zkušební napětí 21
    - 5.2.2** Generování zkušebního napětí 22

- 5.2.3** Měření zkušebního napětí 22
- 5.2.4** Měření zkušebního proudu 22
- 5.3** Zkušební postupy 22
  - 5.3.1** Zkoušky výdržným napětím 22
  - 5.3.2** Zkoušky napětím průrazného výboje 23
  - 5.3.3** Zkoušky zaručeného napětí průrazného výboje 23

## **6** Zkoušky střídavým napětím 23

### **6.1** Definice pro zkoušky střídavým napětím 23

### **6.2** Zkušební napětí 23

#### **6.2.1** Požadavky na zkušební napětí 23

#### **6.2.2** Generování zkušebního napětí 24

#### **6.2.3** Měření zkušebních napětí 25

#### **6.2.4** Měření zkušebních proudů 25

### **6.3** Postup zkoušek 25

#### **6.3.1** Zkoušky výdržným napětím 25

#### **6.3.2** Zkoušky napětí průrazného výboje 25

#### **6.3.3** Zkoušky zaručeného napětí průrazného výboje 26

## **7** Zkoušky atmosférickým impulzním napětím 26

### **7.1** Definice pro zkoušky atmosférickými impulzy 26

### **7.2** Zkušební napětí 33

#### **7.2.1** Normalizovaný atmosférický impulz napětí 33

#### **7.2.2** Tolerance 33

#### **7.2.3** Normalizovaný useknutý atmosférický impulz napětí 33

#### **7.2.4** Zvláštní atmosférický impulz napětí 33

#### **7.2.5** Generování zkušebního napětí 34

#### **7.2.6** Měření zkušebního napětí a určování tvaru impulzu 34

#### **7.2.7** Měření proudu během zkoušek impulzním napětím 34

## **7.3** Zkušební postupy 34

### **7.3.1** Zkoušky výdržným napětím 34

### **7.3.2** Postupy pro zkoušky zaručeného napětí průrazného výboje 35

## **8** Zkoušky spínacími impulzy 35

### **8.1** Definice pro zkoušky spínacími impulzy 35

### **8.2** Zkušební napětí 36

#### **8.2.1** Normalizované spínací impulzní napětí 36

#### **8.2.2** Tolerance 37

#### **8.2.3** Vyhodnocení doby do vrcholu 37

#### **8.2.4** Zvláštní spínací impulzní napětí 37

#### **8.2.5** Generování zkušebního napětí 37

#### **8.2.6** Měření zkušebního napětí a určení tvaru impulzu 37

#### **8.2.7** Měření proudu během zkoušek s impulzním napětím 38

### **8.3** Zkušební postupy 38

## **9** Zkoušky s kombinovaným a složeným napětím 38

### **9.1** Definice pro zkoušky s kombinovaným a složeným napětím 38

#### **9.2.4** Tolerance 40

#### **9.2.5** Generování napětí 40

#### **9.2.6** Měření 40

### **9.3** Složené zkušební napětí 41

#### **9.3.1** Parametry 41

#### **9.3.2** Tolerance 41

#### **9.3.3** Generování 41

#### **9.3.4** Měření 41

### **9.4** Zkušební postupy 41

## **Příloha A** (informativní) Statistické zpracování výsledků zkoušek 42

## **Příloha B** (normativní) Postupy při výpočtu parametrů normalizovaného atmosférického impulzního napětí se superponovaným překmitem nebo oscilacemi 50

**Příloha C** (informativní) Směrnice pro implementace softwaru pro vyhodnocení parametrů atmosférického impulzního napětí 54

**Příloha D** (informativní) Souvislosti zavedení činitele zkušebního napětí pro vyhodnocení impulzů s překmitem 56

**Příloha E** (informativní) Iterační metoda výpočtu v konverzním postupu pro určení atmosférického korekčního činitele 60

Strana

Bibliografie 64

**Příloha ZA** (normativní) Normativní odkazy na mezinárodní publikace a na jim příslušející evropské publikace 65

Obrázek 1 – Doporučená minimální vzdálenost  $D$  okolních živých nebo uzemněných objektů k živé elektrodě

zkoušeného objektu během zkoušek střídavým napětím nebo při zkoušce kladným spínacím impulzem s maximálním zkušebním napětím  $U$  použitým při zkoušce 14

Obrázek 2 –  $k$  jako funkce poměru absolutní vlhkosti vzduchu  $h$  k relativní hustotě vzduchu  $d$  (viz 4.3.4.2 pro meze použitelnosti) 17

Obrázek 3 – Hodnoty exponentů  $m$  a  $w$  18

Obrázek 4 – Absolutní vlhkost vzduchu jako funkce odečtu teploty suchého a vlhkého baňkovitého teploměru 19

Obrázek 5 – Plné atmosférické impulzní napětí 26

Obrázek 6 – Funkce zkušebního napětí 27

Obrázek 7 – Časové parametry plného impulzu napětí 28

Obrázek 8 – Časový interval napětí 29

Obrázek 9 – Integrál napětí 30

Obrázek 10 – Atmosférické impulzní napětí useknuté v čele 31

Obrázek 11 – Atmosférické impulzní napětí useknuté v týle 31

Obrázek 12 – Useknutý impulz s lineárně rostoucím čelem 32

Obrázek 13 – Voltsekundová charakteristika pro impulzy s konstantním předpokládaným tvarem 33

Obrázek 14 – Spínací impulzní napětí 36

Obrázek 15 – Obvod pro zkoušky kombinovaným napětím 38

Obrázek 16 – Schématický příklad pro kombinované a složené napětí 39

Obrázek 17 – Obvod pro zkoušku složeným napětím 40



Obrázek 18 – Definice časového zpoždění  $Dt$  41

Obrázek A.1 – Příklad zkoušky s více hladinami (třída 1) 44

Obrázek A.2 – Příklady zkoušek snižování a zvyšování metodou nahoru-dolů (třída 2) pro určení 10% a 90% pravděpodobnosti průrazného výboje 45

Obrázek A.3 – Příklady zkoušek postupného namáhání (třída 3) 46

Obrázek B.1 – Zaznamenaná a základní křivka s ukázkou překmitu a zbytkové křivky 51

Obrázek B.2 – Křivka zkušebního napětí (součet základní křivky a filtrované zbytkové křivky) 51

Obrázek B.3 – Zaznamenaná křivka a křivka zkušebního napětí 51

Obrázek D.1 – „Efektivní“ funkce zkušebního napětí v IEC 60060-1:1989 56

Obrázek D.2 – Reprezentativní experimentální body z evropských experimentů a funkce zkušebního napětí 57

Obrázek E.1 – Atmosférický tlak jako funkce nadmořské výšky 60

Tabulka 1 – Hodnoty exponentů,  $m$  pro korekci na hustotu vzduchu a  $w$  pro korekci na vlhkost, jako funkce parametru  $g$  17

Tabulka 2 – Parametry deště pro normalizovaný postup 20

Tabulka A.1 – Pravděpodobnost výboje při zkoušce nahoru-dolů 47

Tabulka E.1 – Nadmořská výška a tlak vzduchu některých míst 60

Tabulka E.2 – Počáteční  $K_t$  a jeho koeficienty činitele citlivosti vzhledem s ohledem k  $U_{50}$  pro příklad normalizovaného

AC zkušebního napětí 395 kV fáze-zem 61

Tabulka E.3 – Počáteční a zkonvergované hodnoty  $K_t$  pro příklad normalizovaného AC zkušebního napětí 395 kV fáze-zem 63

1 Rozsah platnosti

Tato část normy IEC 60060 platí pro:

- dielektrické zkoušky stejnosměrným napětím;
- dielektrické zkoušky střídavým napětím;
- dielektrické zkoušky impulzním napětím;
- dielektrické zkoušky kombinací výše uvedeného.

Tato část platí pro zkoušky zařízení s nejvyšším napětím zařízení  $U_m$  nad 1 kV.

POZNÁMKA 1 Mohou být vyžadovány alternativní zkoušky pro dosažení průkazných výsledků. Volbu vhodného postupu zkoušky by měla provádět příslušná technická komise.

POZNÁMKA 2 Pro napětí  $U_m$  nad 800 kV nemusí být dosažitelné splnění některých předepsaných postupů, tolerancí a nejistot.

Konec náhledu - text dále pokračuje v placené verzi ČSN.