

STN	Technika skúšok vysokým napätím Časť 2: Meracie systémy	STN EN IEC 60060-2 34 5640
------------	--	--

idt IEC 60060-2: 2025

High-voltage test techniques

Part 2: Measuring systems

Techniques des essais à haute tension

Partie 2: Systèmes de mesure

Hochspannungs-Prüftechnik

Teil 2: Messsysteme

Táto slovenská technická norma je slovenskou verziou európskej normy EN IEC 60060-2: 2025.

Preklad zabezpečil Úrad pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky.

STN EN IEC 60060-2 má rovnaké postavenie, ako majú oficiálne verzie.

This standard is the Slovak version of the European Standard EN IEC 60060-2: 2025.

It was translated by Slovak Office of Standards, Metrology and Testing.

STN EN IEC 60060-2 has the same status as the official versions.

Nahradenie predchádzajúcich dokumentov

Táto slovenská technická norma nahrádza anglickú verziu STN EN IEC 60060-2 zo septembra 2025, ktorá od 1. 9. 2025 nahradila STN EN 60060-2 z novembra 2011 v celom rozsahu.

STN EN 60060-2 z novembra 2011 sa môže súbežne s touto STN používať do **30. 6. 2028**.

142790

Úrad pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky, 2026

Slovenská technická norma a technická normalizačná informácia je chránená zákonom č. 60/2018 Z. z. o technickej normalizácii v znení neskorších predpisov.

Národný predhovor

Obrázky a matematické výrazy v tejto STN sú prevzaté z elektronických podkladov dodaných z IEC, © 2025 IEC, ref. č. IEC 60060-2: 2025 E.

Upozornenie na národné poznámky

Táto STN obsahuje jednu národnú poznámku.

Normatívne referenčné dokumenty

Na nasledujúce dokumenty sa odkazuje v texte takým spôsobom, že časť ich obsahu alebo celý obsah predstavuje požiadavky tohto dokumentu. Pri datovaných odkazoch sa používa len citované vydanie. Pri nedatovaných odkazoch sa používa najnovšie vydanie citovaného dokumentu (vrátane akýchkoľvek zmien).

POZNÁMKA 1. – Ak bola medzinárodná publikácia zmenená spoločnými modifikáciami, čo je indikované označením (mod), použije sa príslušná EN/HD.

POZNÁMKA 2. – Aktuálne informácie o platných a zrušených STN a TNI možno získať na webovom sídle www.unms.sk.

Prehľad normatívnych referenčných dokumentov:

Medzinárodná norma	Európska norma	STN	Triediaci znak
IEC 60052	EN 60052	STN EN 60052	34 5643
IEC 60060-1	EN IEC 60060-1	STN EN IEC 60060-1	34 5640
súbor IEC 61083	súbor EN 61083	súbor STN EN 61083	34 5649
IEC 61083-1	EN 61083-1	STN EN 61083-1	34 5649
IEC 61083-2	EN 61083-2	STN EN 61083-2	34 5649
ISO/IEC Guide 98-3: 2008	–		

Názvy normatívnych referenčných dokumentov prevzatých do STN:

STN EN 60052 Meranie napätia pomocou normalizovaných iskrísk na vzduchu

STN EN IEC 60060-1 Technika skúšok vysokým napätím. Časť 1: Všeobecná terminológia a skúšobné požiadavky

súbor STN EN 61083 Prístrojové a programové vybavenie na meranie pri skúškach vysokonapäťovými impulzmi

STN EN 61083-1 Prístrojové a programové vybavenie na merania pri skúškach vysokonapäťovými impulzmi. Časť 1: Požiadavky na prístroje

STN EN 61083-2 Prístrojové a programové vybavenie používané na merania pri skúškach vysokými napätiami a vysokými prúdmi. Časť 2: Požiadavky na softvér pri skúškach impulzným napätím a prúdmi

Vypracovanie

Spracovateľ: Marcel Čatloš – INFOSERVIS, Krompachy, Marcel Čatloš

Technická komisia: TK 43 Elektroenergetika

**Technika skúšok vysokým napätím
Časť 2: Meracie systémy
(IEC 60060-2: 2025)**

High-voltage test techniques
Part 2: Measuring systems
(IEC 60060-2: 2025)

Techniques des essais à haute tension
Partie 2: Systèmes de mesure
(IEC 60060-2: 2025)

Hochspannungs-Prüftechnik
Teil 2: Messsysteme
(IEC 60060-2: 2025)

Túto európsku normu schválil CENELEC 22. mája 2025. Členovia CENELEC sú povinní plniť vnútorné predpisy CEN/CENELEC, v ktorých sú určené podmienky, za ktorých sa tejto európskej norme bez akýchkoľvek zmien priznáva postavenie národnej normy.

Aktualizované zoznamy a bibliografické odkazy týkajúce sa takýchto národných noriem možno na požiadanie dostať od Riadiaceho strediska CEN-CENELEC alebo od každého člena CENELEC.

Táto európska norma existuje v troch oficiálnych verziách (anglickej, francúzskej, nemeckej). Verzia v akomkoľvek inom jazyku, ktorú na vlastnú zodpovednosť vydal člen CENELEC v preklade do národného jazyka a ktorá bola oznámená Riadiacemu stredisku CEN-CENELEC, má rovnaké postavenie, ako majú oficiálne verzie.

Členmi CENELEC sú národné elektrotechnické komitety Belgicka, Bulharska, Cypru, Česka, Dánska, Estónska, Fínska, Francúzska, Grécka, Holandska, Chorvátska, Írska, Islandu, Litvy, Lotyšska, Luxemburska, Maďarska, Maltu, Nemecka, Nórska, Poľska, Portugalska, Rakúska, Rumunska, Severného Macedónska, Slovenska, Slovinska, Spojeného kráľovstva, Srbska, Španielska, Švajčiarska, Švédska, Talianska a Turecka.

CENELEC

Európsky výbor pre normalizáciu v elektrotechnike
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung

Riadiace stredisko CEN-CENELEC: Rue de la Science 23, B-1040 Brusel

Obsah

strana

Európsky predhovor	9
1 Predmet	10
2 Normatívne odkazy	10
3 Termíny a definície	10
3.1 Meracie systémy	11
3.2 Súčasti meracieho systému	11
3.3 Konštanty	12
3.4 Menovité hodnoty	12
3.5 Termíny vzťahujúce sa na dynamické správanie	13
3.6 Termíny vzťahujúce sa na neistotu	16
3.7 Termíny vzťahujúce sa na skúšky meracích systémov	18
4 Postupy na kvalifikáciu a použitie meracích systémov	19
4.1 Všeobecné princípy	19
4.2 Plán skúšok funkčnosti	19
4.3 Plán kontrol funkčnosti	19
4.4 Požiadavky na zaznamenávanie údajov o funkčnosti	20
4.4.1 Obsah záznamu údajov o funkčnosti	20
4.4.2 Výnimky	20
4.5 Prevádzkové podmienky	20
4.6 Neistota	21
5 Skúšky a skúšobné požiadavky na schválený merací systém a jeho súčasti	21
5.1 Všeobecné požiadavky	21
5.2 Kalibrácia – určenie konštanty	22
5.2.1 Kalibrácia meracích systémov porovnaním s referenčným meracím systémom (prednostná metóda)	22
5.2.2 Určenie konštanty meracieho systému z konštánt jeho súčastí (alternatívna metóda)	25
5.3 Skúška linearity ako doplnok k porovnaniu v obmedzenom rozsahu napätia	26
5.3.1 Použitie	26
5.3.2 Vhodnosť alternatívnych metód	27
5.4 Dynamické správanie	28
5.4.1 Všeobecne	28
5.4.2 Určenie amplitúdovo-frekvenčnej ozvy striedavých meracích systémov	28
5.4.3 Referenčná metóda pre meracie systémy na impulzné napätia	28
5.5 Krátkodobá stabilita	28
5.6 Dlhodobá stabilita	29
5.7 Účinok teploty okolia	29
5.8 Vplyv priblíženia	30
5.9 Účinok softvéru	30
5.10 Výpočet neistoty konštanty	30
5.10.1 Všeobecne	30
5.10.2 Neistota kalibrácie	31

5.10.3	Neistota merania pri použití schváleného meracieho systému.....	31
5.11	Výpočet neistoty merania časového parametra (iba impulzné napätia).....	32
5.11.1	Všeobecne	32
5.11.2	Neistota kalibrácie časového parametra.....	32
5.11.3	Neistota merania časového parametra pri použití schváleného meracieho systému	33
5.12	Skúška rušením (prenosový systém a merací prístroj na meranie impulzného napätia)	34
5.13	Výdržné skúšky pre prevodné zariadenie	35
6	Meranie jednosmerného napätia	35
6.1	Požiadavky na schválený merací systém.....	35
6.1.1	Všeobecne	35
6.1.2	Príspevky neistoty.....	36
6.1.3	Požiadavky na prevodné zariadenie	36
6.1.4	Dynamické správanie pri meraní zmien napätia.....	36
6.2	Skúšky na schválenom meracom systéme.....	36
6.3	Kontrola funkčnosti	38
6.3.1	Všeobecne	38
6.3.2	Porovnanie so schváleným meracím systémom	38
6.3.3	Kontrola konštánt súčastí	38
6.4	Meranie amplitúdy zvlňenia.....	38
6.4.1	Požiadavky.....	38
6.4.2	Príspevky neistoty.....	38
6.4.3	Kalibrácie a skúšky schváleného meracieho systému zvlňeného napätia	38
6.4.4	Meranie konštanty pri frekvencii zvlňenia	39
6.4.5	Dynamické správanie amplitúdovo-frekvenčnej charakteristiky.....	39
6.4.6	Kontrola funkčnosti meracieho systému zvlňenia.....	39
7	Meranie striedavého napätia	39
7.1	Požiadavky na schválený merací systém.....	39
7.1.1	Všeobecne	39
7.1.2	Príspevky neistoty.....	39
7.1.3	Dynamické správanie.....	40
7.2	Skúšky na schválenom meracom systéme.....	42
7.3	Skúška dynamického správania.....	43
7.4	Kontrola funkčnosti	43
7.4.1	Všeobecne	43
7.4.2	Porovnanie so schváleným meracím systémom	43
7.4.3	Kontrola konštánt súčastí	43
8	Meranie atmosférického impulzného napätia	44
8.1	Požiadavky na schválený merací systém.....	44
8.1.1	Všeobecne	44
8.1.2	Príspevky neistoty.....	45
8.1.3	Požiadavky na merací prístroj.....	45
8.1.4	Dynamické správanie.....	45
8.1.5	Pripojenie na skúšaný predmet.....	45

8.2	Skúšky na schválenom meracom systéme	45
8.3	Skúška funkčnosti meracích systémov	47
8.3.1	Referenčná metóda (prednostná)	47
8.3.2	Alternatívna metóda doplnená meraním ozvy na skokový signál podľa prílohy C	47
8.4	Skúška dynamického správania	47
8.4.1	Porovnanie s referenčným meracím systémom (prednostné)	47
8.4.2	Alternatívna metóda založená na parametroch ozvy na skokový signál (príloha C) a konvolučná metóda (príloha D)	48
8.5	Kontrola funkčnosti	48
8.5.1	Porovnanie so schváleným meracím systémom	48
8.5.2	Kontrola konštánt súčastí	48
8.5.3	Kontrola dynamického správania referenčným záznamom pri nízkom napätí	48
8.5.4	Kontrola dynamického správania referenčným záznamom pri impulznom napätí	48
9	Meranie spínacieho impulzného napätia	49
9.1	Požiadavky na schválený merací systém	49
9.1.1	Všeobecne	49
9.1.2	Príspevky neistoty	49
9.1.3	Požiadavky na merací prístroj	49
9.1.4	Dynamické správanie	49
9.1.5	Pripojenie na skúšaný predmet	49
9.2	Skúšky na schválenom meracom systéme	50
9.3	Skúška funkčnosti meracích systémov	50
9.3.1	Referenčná metóda (prednostná)	50
9.3.2	Alternatívne metódy doplnené meraním ozvy na skokový signál	50
9.4	Skúška dynamického správania prostredníctvom porovnania	50
9.5	Kontrola funkčnosti	50
9.5.1	Kontrola konštanty porovnaním so schváleným meracím systémom	50
9.5.2	Kontrola konštánt súčastí	51
9.5.3	Kontrola dynamického správania referenčným záznamom	51
10	Meranie kombinovaných napätí	52
10.1	Požiadavky na schválený merací systém	52
10.1.1	Všeobecne	52
10.1.2	Príspevky neistoty	53
10.1.3	Požiadavky na meracie systémy	53
10.1.4	Pripojenie na skúšaný predmet	55
10.1.5	Požiadavky na schválený merací systém	55
10.2	Kontrola funkčnosti a skúšky meracích systémov	55
11	Meranie zložených napätí	56
11.1	Požiadavky na schválený merací systém	56
11.1.1	Všeobecne	56
11.1.2	Príspevky neistoty	57
11.1.3	Požiadavky na meracie systémy	57
11.1.4	Pripojenie na skúšaný predmet	57
11.1.5	Kombinované požiadavky na schválený merací systém	57

11.2	Kontrola funkčnosti a skúšky funkčnosti meracích systémov	58
12	Referenčné meracie systémy	58
12.1	Požiadavky na referenčné meracie systémy.....	58
12.1.1	Jednosmerné napätie	58
12.1.2	Striedavé napätie	58
12.1.3	Úplné a odsekuté atmosférické a spínacie impulzné napätia.....	58
12.2	Kalibrácia referenčného meracieho systému.....	59
12.2.1	Všeobecne	59
12.2.2	Referenčná metóda: porovnávacie meranie	59
12.2.3	Alternatívna metóda pre impulzné napätia: meranie konštanty a vyhodnotenie parametrov ozvy na skokový signál.....	59
12.3	Interval medzi nasledujúcimi kalibráciami referenčných meracích systémov	59
12.4	Používanie referenčných meracích systémov	59
Príloha A	(informatívna) – Neistota merania.....	60
A.1	Všeobecne	60
A.2	Modelová funkcia.....	60
A.3	Vyhodnotenie štandardnej neistoty typu A	61
A.4	Vyhodnotenie štandardnej neistoty typu B	61
A.5	Kombinovaná štandardná neistota	63
A.6	Rozšírená neistota.....	63
A.7	Účinný stupeň voľnosti.....	64
A.8	Súbor neistôt	64
A.9	Vyhlásenie o výsledkoch merania.....	65
Príloha B	(informatívna) – Príklady na výpočet neistoty merania pri vysokonapäťových meraniach.....	67
B.1	Príklad 1: Kalibrovanie konštanty meracieho systému striedavého prúdu (porovnávacia metóda)	67
B.1.1	Opis.....	67
B.1.2	Určenie konštanty a príspevkov neistoty	67
B.1.3	Súbor neistôt a vyhlásenie výsledkov	70
B.2	Príklad 2: Kalibrovanie konštanty meracieho systému impulzného napätia (metóda súčastí)	71
B.3	Príklad 3: Kalibrovanie času čela atmosférických impulzných napätí.....	72
Príloha C	(normatívna) – Merania ozvy na skokový signál	75
C.1	Všeobecne	75
C.2	Obvod na meranie ozvy na skokový signál	75
C.3	Odporúčania na ozvu na skokový signál súčastí.....	75
Príloha D	(normatívna) – Konvolučná metóda na určovanie dynamického správania z merania ozvy na skokový signál	78
D.1	Všeobecne	78
D.2	Konvolučná metóda	78
D.3	Postup vykonávania konvolučného výpočtu	79
D.4	Príspevky neistoty.....	80
D.5	Diskusia o vypočítaných chybách impulzných parametrov	80

D.5.1	Chyba pri vrcholovej amplitúde.....	80
D.5.2	Chyba času čela.....	80
D.5.3	Chyba v čase poltylu	80
Literatúra		81
Príloha ZA (normatívna) – Normatívne odkazy na medzinárodné publikácie so zodpovedajúcimi európskymi publikáciami.....		82
Obrázok 1	– Amplitúdovo-frekvenčná ozva s príkladmi pre medzné frekvencie ($f_1; f_2$)	13
Obrázok 2	– Parametre jednotkovej ozvy na skokový signál $g(t)$	15
Obrázok 3	– Parametre integrálu ozvy na skokový signál $T(t)$	15
Obrázok 4	– Kalibrácia porovnaním v úplnom napäťovom rozsahu, $h = 5$	23
Obrázok 5	– Príspevky neistoty kalibrácie pri piatich úrovniach napätia	24
Obrázok 6	– Kalibrácia kombinovaním a skúška linearity.....	25
Obrázok 7	– Skúška linearity v rozšírenom napäťovom rozsahu	26
Obrázok 8	– Usporiadanie do skratu pri skúške rušením.....	35
Obrázok 9	– Štandardné amplitúdovo-frekvenčné ozvy meracích systémov určených pre jednotlivé základné frekvencie.....	41
Obrázok 10	– Štandardné amplitúdovo-frekvenčné ozvy meracích systémov určených pre rozsah základných frekvencií.....	42
Obrázok 11	– Obvod na skúšku kombinovaným napätím.....	53
Obrázok 12	– Obvod na skúšku zloženým napätím.....	56
Obrázok A.1	– Normálne rozloženie pravdepodobnosti $p(x)$	66
Obrázok A.2	– Pravouhlé rozloženie pravdepodobnosti $p(x)$	66
Obrázok B.1	– Porovnanie meracích systémov	67
Obrázok B.2	– Odchýlka času čela systému X vzhľadom na referenčný systém N	73
Obrázok C.1	– Jednotková ozva na skokový signál $g(t)$ zobrazujúca začiatkové skreslenie.....	76
Obrázok C.2	– Vhodné obvody na meranie ozvy na skokový signál	77
Tabuľka 1	– Skúšky vyžadované pre schválený merací systém jednosmerného napätia	37
Tabuľka 2	– Skúšky vyžadované na príspevky neistoty pri meraní zvlnenia	39
Tabuľka 3	– Skúšky vyžadované pre schválený merací systém striedavého napätia	43
Tabuľka 4	– Skúšky vyžadované pre schválený merací systém atmosférického impulzného napätia.....	46
Tabuľka 5	– Skúšky vyžadované pre merací systém spínacieho impulzného napätia.....	51
Tabuľka 6	– Požiadavky na meracie systémy pre skúšky kombinovaným napätím	55
Tabuľka 7	– Požiadavky na meracie systémy pre skúšky zloženým napätím.....	58
Tabuľka 8	– Odporúčané parametre ozvy referenčných meracích systémov impulzného napätia	59
Tabuľka A.1	– Činiteľ pokrytia k pre účinné stupne voľnosti ν_{eff} ($p = 95\%$)	64
Tabuľka A.2	– Schéma súboru neistôt.....	65
Tabuľka B.1	– Výsledok porovnávacích meraní na jednej napäťovej úrovni g	68
Tabuľka B.2	– Sumár výsledkov pre $h = 5$ napäťových úrovní ($V_{\text{xmax}} = 500 \text{ kV}$).....	69
Tabuľka B.3	– Súbor neistôt priradenej konštanty F_x	70
Tabuľka B.4	– Súbor neistôt priradenej konštanty F	72
Tabuľka B.5	– Výsledok kalibrácie pre čas čela T_1 a odchýlky	73
Tabuľka B.6	– Súbor neistôt odchýlky času čela $\Delta T_{1\text{cal}}$	74

Európsky predhovor

Text dokumentu 42/443/FDIS, budúce štvrté vydanie IEC 60060-2, pripravený technickou komisiou IEC/TC 42 *Technika skúšok vysokým napätím*, bol predložený na paralelné hlasovanie IEC-CENELEC a CENELEC ho schválil ako EN IEC 60060-2: 2025.

Určili sa nasledujúce termíny:

- posledný termín, do ktorého sa musí dokument prevziať na národnej úrovni vydaním identickej národnej normy alebo oznámením (dop) 30. 6. 2026
- posledný termín, do ktorého sa musia zrušiť národné normy, ktoré sú v rozpore s dokumentom (dow) 30. 6. 2028

Tento dokument nahrádza EN 60060-2: 2011 a všetky jej zmeny a opravy (ak sú).

Upozorňuje sa na možnosť, že niektoré časti tohto dokumentu môžu byť predmetom patentových práv. CENELEC nezodpovedá za identifikáciu ktoréhokoľvek ani všetkých takýchto patentových práv.

Akákoľvek spätná väzba a otázky k tomuto dokumentu sa majú adresovať národnému komitétu krajiny používateľa. Úplný zoznam týchto národných orgánov sa nachádza na webovom sídle CENELEC.

Oznámenie o schválení

Text medzinárodnej normy IEC 60060-2: 2025 schválil CENELEC ako európsku normu bez akýchkoľvek modifikácií.

V oficiálnej verzii literatúry sa k uvedeným normám doplnili tieto poznámky:

IEC 60060-3	POZNÁMKA. – Schválená ako EN 60060-3.
IEC 60071-1	POZNÁMKA. – Schválená ako EN IEC 60071-1.
IEC 60270	POZNÁMKA. – Schválená ako EN 60270.
IEC 62475	POZNÁMKA. – Schválená ako EN 62475.
ISO/IEC 17025: 2017	POZNÁMKA. – Schválená ako ISO/IEC 17025: 2017 (bez modifikácií).

1 Predmet

Táto časť IEC 60060 je aplikovateľná na kompletne meracie systémy a ich súčasti, ktoré sa používajú na meranie vysokých napätí počas skúšok v skúšobni alebo počas továrenských skúšok s jednosmerným napätím, striedavým napätím, atmosférickým a spínacím impulzným napätím a kombinovaným a zloženým napätím, ako je špecifikované v IEC 60060-1. Pre merania vykonávané počas skúšok na mieste inštalovania pozri IEC 60060-3.

Medzné hodnoty neistôt merania stanovené v tejto norme platia pre skúšobné hladiny stanovené v IEC 60071-1. Princípy tohto dokumentu platia aj pre vyššie úrovne, ale neistoty môžu byť väčšie.

V tomto dokumente sa:

- definujú použité termíny;
- opisujú metódy na odhadnutie neistôt meraní vysokého napätia;
- stanovujú požiadavky, ktorým musia meracie systémy vyhovovať;
- opisujú metódy na schválenie meracieho systému a kontrolu jeho súčastí;
- opisujú postupy, ktorými používateľ musí preukázať, že merací systém vyhovuje požiadavkám tohto dokumentu vrátane medzných hodnôt stanovených pre neistotu merania.

2 Normatívne odkazy

Na nasledujúce dokumenty sa odkazuje v texte takým spôsobom, že časť ich obsahu alebo celý obsah predstavuje požiadavky tohto dokumentu. Pri datovaných odkazoch sa používa len citované vydanie. Pri nedatovaných odkazoch sa používa najnovšie vydanie citovaného dokumentu (vrátane akýchkoľvek zmien).

IEC 60052 *Voltage measurement by means of standard air gaps*

IEC 60060-1 *High-voltage test techniques – Part 1: General terminology and test requirements*

IEC 61083 (all parts) *Instruments and software used for measurements in high-voltage and high-current tests*

IEC 61083-1 *Instruments and software used for measurements in high-voltage and high-current tests – Part 1: Requirements for instruments for impulse tests*

IEC 61083-2 *Instruments and software used for measurement in high-voltage and high-current tests – Part 2: Requirements for software for tests with impulse voltages and currents*

ISO/IEC Guide 98-3: 2008 *Uncertainty of measurement – Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM: 1995)*

koniec náhľadu – text ďalej pokračuje v platenej verzii STN