

2020

Účinky proudu na člověka a domácí zvířectvo -
Část 2: Zvláštní hlediska

ČSN
IEC 60479-2

33 2010

Effects of current on human beings and livestock -
Part 2: Special aspects

Effets du courant sur l'homme et les animaux domestiques -
Partie 2: Aspects particuliers

Einwirkungen des elektrischen Stromes auf Menschen und Haustiere -
Teil 2: Spezielle Aspekte

Tato norma je českou verzí mezinárodní normy IEC 60479-2:2019. Překlad byl zajištěn Českou agenturou pro standardizaci. Má stejný status jako oficiální verze.

This standard is the Czech version of the International Standard IEC 60479-2:2019. 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 IEC/TS 60479-2 (33 2010) z listopadu 2018.

Národní předmluva

Změny proti předchozí normě

Změny proti předchozí normě jsou uvedeny v Předmluvě přijímaného dokumentu.

Informace o citovaných dokumentech

IEC 60479-1:2018 zavedena v ČSN IEC 60479-1:2019 (33 2010) Účinky proudu na člověka a domácí zvířectvo - Část 1: Obecná hlediska

IEC 60990 zavedena v ČSN EN 60990 ed. 2 (36 9060) Metody měření dotykového proudu a proudu ochranným vodičem

Pokyn IEC 104 dosud nezaveden

Pokyn ISO/IEC 51:2014 zaveden v TNI POKYN ISO/IEC 51:2015 (76 3503) Bezpečnostní hlediska – Směrnice pro jejich začlenění do norem

Souvisící ČSN

ČSN IEC 60050-551 (33 0050) Mezinárodní elektrotechnický slovník – Část 551: Výkonová elektronika

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).

Upozornění na národní poznámku

Do této normy byla k tabulce 1 doplněna národní poznámka upřesňujícího charakteru.

Vypracování normy

Zpracovatel: MEDIT Consult s. r. o., IČO 26837021, Ing. Michal Kříž, Ing. Bohuslav Kramerius

Technická normalizační komise: TNK 22 Elektrotechnické předpisy

Pracovník České agentury pro standardizaci: Ing. Pavel Vojík

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 13.200, 29.020

Obsah

Strana

Předmluva.....	4
Úvod.....	8
1..... Rozsah platnosti.....	9
2..... Citované dokumenty.....	9
3..... Termíny a definice.....	9
4..... Účinky střídavých proudů o kmitočtech nad 100 Hz.....	11
4.1..... Obecně.....	11
4.2..... Účinky střídavého proudu v kmitočtovém rozsahu nad 100 Hz do 1 000 Hz včetně.....	12
4.2.1... Práh vnímání.....	12
4.2.2... Práh odpoutání.....	13
4.2.3... Práh komorové fibrilace.....	13

4.3..... Účinky střídavého proudu v kmitočtovém rozsahu nad 1 000 Hz do 10 000 Hz včetně.....	14
4.3.1... Práh vnímání.....	14
4.3.2... Práh odpoutání.....	14
4.3.3... Práh komorové fibrilace.....	15
4.4 Účinky střídavého proudu v kmitočtovém rozsahu nad 10 000 Hz.....	15
4.4.1... Obecně.....	15
4.4.2... Práh vnímání.....	15
4.4.3... Práh odpoutání.....	15
4.4.4... Práh komorové fibrilace.....	15
4.4.5... Ostatní účinky.....	16
5..... Účinky proudů se zvláštními tvary vlny.....	16
5.1..... Obecně.....	16
5.2..... Ekvivalentní velikost, kmitočet a práh.....	16
5.3..... Účinky střídavého proudu s DC složkami.....	16
5.3.1... Tvary vlny a kmitočty a prahy proudů.....	16

5.3.2... Práh úlekové reakce.....	
.....	17
5.3.3... Práh odpoutání.....	
.....	17
5.3.4... Práh komorové fibrilace.....	
.....	19
6..... Účinky střídavých proudů s fázovým řízením.....	22
6.1..... Tvary vln a kmitočty a prahy proudů.....	22
6.2..... Práh úlekové reakce a práh odpoutání.....	23
6.3..... Práh komorové fibrilace.....	
.....	23

6.3.1...	
Obecně.....	23
6.3.2... Symetrické	
řízení.....	23
6.3.3... Asymetrické	
řízení.....	23
7..... Účinky střídavých proudů s cyklovým	
řízením.....	24
7.1..... Tvary vlny	
a kmitočty.....	24
7.2..... Práh úlekové reakce a práh	
odpoutání.....	24
7.3..... Práh komorové	
fibrilace.....	24
7.3.1...	
Obecně.....	24
7.3.2... Doba trvání zásahu elektrickým proudem delší než 1,5násobek doby trvání srdečního	
cyklu.....	25
7.3.3... Doba trvání zásahu elektrickým proudem kratší než 0,75násobek délky trvání srdečního	
cyklu.....	25
8..... Odhad prahu ekvivalentního proudu pro smíšené	
kmitočty.....	25
8.1..... Práh vnímání	
a odpoutání.....	25
8.2..... Práh komorové	
fibrilace.....	26
9..... Účinky opakovaných impulzů (dávek impulzů) proudu a náhodné složité nepravidelné tvary	
vln.....	26
9.1..... Práh komorových fibrilací dávek impulzů proudů oddělených intervaly 300 ms	

a delšími.....	26
9.2..... Práh komorových fibrilací mnohonásobných proudových impulzů (dávek impulzů) oddělených intervaly kratšími než 300 ms.....	26
9.2.1... Obecně.....	26
9.2.2... Příklady.....	27
9.2.3... Náhodný souhrn nepravidelných tvarů vln.....	29
10..... Účinky elektrického proudu protékajícího ponořeným lidským tělem.....	30
10.1.... Obecně.....	30
10.2.... Rezistivita vodního roztoku a lidského těla.....	31
10.3.... Proud vedený ponořeným tělem.....	32
10.4.... Fyziologické účinky proudu protékajícího ponořeným tělem.....	32
10.5.... Prahové hodnoty proudu.....	33
10.6.... Hodnoty vnitřního „bezpečného“ napětí.....	33
11..... Účinky jednosměrných jednotlivých krátkodobých proudových impulzů.....	33
11.1.... Obecně.....	33
11.2.... Účinky jednosměrných krátkodobých proudových impulzů.....	34
11.2.1 Tvary	

vln.....	34
11.2.2 Určení specifické fibrilační energie	
F_e	35
11.3.... Práh vnímání a práh bolesti při vybíjení kondenzátoru.....	36
11.4.... Práh komorové fibrilace.....	37
11.4.1 Obecně.....	37
11.4.2 Příklady.....	38
Příloha A (informativní) Analýza náhodného souboru vln nepravidelných tvarů.....	40
Bibliografie.....	46
 Obrázek	
Obrázek 1 - Změny prahu vnímání v kmitočtovém rozsahu 50/60 Hz až 1 000 Hz.....	12
Obrázek 2 - Změny prahu odpoutání v kmitočtovém rozsahu 50/60 Hz až 1 000 Hz.....	13
Obrázek 3 - Změny prahu komorové fibrilace v kmitočtovém rozsahu 50/60 Hz až 1 000 Hz, při trvání zásahu elektrickým proudem delším než jeden srdeční cyklus a podélné dráze proudu trupem těla.....	13

Obrázek 4 - Změny prahu vnímání v kmitočtovém rozsahu 1 000 Hz až 10 000 Hz.....	14
Obrázek 5 - Změny prahu odpoutání v kmitočtovém rozsahu 1 000 Hz až 10 000 Hz.....	14
Obrázek 6 - Změny prahu komorové fibrilace pro spojitý sinusový proud (1 000 Hz až 150 kHz).....	15
Obrázek 7 - Tvary vln proudu.....	17
Obrázek 8 - Prahy odpoutání pro muže, ženy a děti.....	18
Obrázek 9 - 99,5procentní práh odpoutání pro kombinace střídavého proudu sinusového průběhu 50/60 Hz a stejnosměrného proudu.....	19
Obrázek 10 - Kombinace střídavého a stejnosměrného proudu, při nichž je pravděpodobnost komorových fibrilací stejná.....	20
Obrázek 11 - Tvary vln usměrněných střídavých proudů.....	21
Obrázek 12 - Tvary vln střídavých proudů s fázovým řízením.....	22
Obrázek 13 - Tvary vln střídavých proudů s faktorem cyklového řízení.....	24
Obrázek 14 - Práh komorové fibrilace (průměrná hodnota) pro střídavý proud s cyklovým řízením pro různé stupně řízení (výsledky pokusů na selatech).....	25
Obrázek 15 - Série čtyř pravouhlých impulzů jednosměrného proudu.....	27
Obrázek 16 - Série čtyř pravouhlých impulzů jednosměrného proudu.....	28
Obrázek 17 - Série čtyř pravouhlých impulzů jednosměrného proudu.....	28
Obrázek 18 - Příklad časového průběhu proudu na znečištěném izolátoru.....	29

Obrázek 19 - PC zakreslený do křivek čas/proud pro AC proud (obrázek 20 v IEC 60479-1:2018).....	30
Obrázek 20 - Průběhy proudů pravoúhlých impulzů, sinusových impulzů a vybíjení kondenzátorů.....	34
Obrázek 21 - Pravoúhlý impulz, sinusový impulz a impulz vybíjení kondenzátoru, které mají stejnou fibrilační energii a stejnou dobu trvání zásahu proudem.....	35
Obrázek 22 - Práh vnímání a práh bolesti pro proud vzniklý při vybíjení kondenzátoru (suché ruce, velká kontaktní plocha) 36	
Obrázek 23 - Pravděpodobnost nebezpečí komorových fibrilací pro proudy protékající dráhou od levé ruky do nohou....	37
Obrázek A.1 - Definice úseku náhodného souboru vln různých tvarů.....	40
Obrázek A.2 - Definice doby trvání ve vzorku.....	40
Obrázek A.3 - PC pro příklad metody výseče náhodného souhrnu tvarů vln zakreslené do křivek čas/proud pro efektivní hodnotu střídavého proudu.....	42
Obrázek A.4 - Náhodný souhrn tvarů vln typických pro ty, které jsou použity v příkladu 1.....	43
Obrázek A.5 - Náhodný souhrn tvarů vln typických pro ty, které jsou použity v příkladu 2.....	44
Obrázek A.6 - Pravděpodobný proud (PC) pro příklady 1 a 2 metody výseče náhodného souhrnu tvarů vln zakreslených do křivek čas/proud pro efektivní hodnotu (RMS) střídavého proudu.....	45
Tabulka	
Tabulka 1 - Příklad odhadu prahu komorové fibrilace po dávkách po sobě jdoucích proudových impulzů, které vyvolají vzruch srdeční tkáně.....	27
Tabulka 2 - Rezistivita vodních roztoků [24], [25].....	31
Tabulka 3 - Rezistivita tkání lidského těla.....	31

Tabulka 4 – Relativní vzájemné působení mezi rezistivitou vodního roztoku a charakteristickou impedancí elektrického zdroje.....	32
Tabulka 5 – Účinky zasažení elektrickým proudem.....	38
Tabulka 6 – Účinky zasažení elektrickým proudem.....	39



DOKUMENT CHRÁNĚNÝ COPYRIGHTEM

© IEC 2019, Ženeva, Švýcarsko

Veškerá práva vyhrazena. Není-li specifikováno jinak, nesmí být žádná část této publikace reprodukována nebo používána v jakékoliv formě nebo jakýmkoliv způsobem, elektronickým ani mechanickým, včetně pořizování fotokopii a mikrofilmů bez předchozího písemného svolení IEC nebo národního komitétu členu IEC v zemi žadatele. Máte-li jakékoliv dotazy týkající se copyrightu IEC nebo požadavky na získání dalších práv k této publikaci, kontaktujte prosím IEC na níže uvedené adrese nebo národní komitét IEC ve vaší zemi.

IEC Central Office

3, rue de Varembé · CH-1211 Geneva 20, Switzerland

Tel. + 41 22 919 02 11

info@iec.ch

www.iec.ch

Předmluva

1) IEC (Mezinárodní elektrotechnická komise) je celosvětová normalizační organizace zahrnující všechny národní elektrotechnické komitety (národní komitety IEC). Cílem IEC je podporovat mezinárodní spolupráci ve všech otázkách, které se týkají normalizace v oblasti elektrotechniky a elektroniky. Za tím účelem, kromě jiných činností, IEC vydává mezinárodní normy, technické specifikace, technické zprávy, veřejně dostupné specifikace (PAS) a pokyny (dále „publikace IEC“).

Jejich vypracování je svěřeno technickým komisím, každý národní komitét IEC, který se zajímá o projednávaný předmět, se může těchto prací zúčastnit. Mezinárodní vládní i nevládní organizace, s nimiž IEC navázala pracovní styk, se těchto prací rovněž zúčastňují. IEC úzce spolupracuje s Mezinárodní organizací pro normalizaci (ISO) v souladu s podmínkami dohodnutými mezi těmito dvěma organizacemi.

2) Oficiální rozhodnutí nebo dohody IEC týkající se technických otázek vyjadřují v největší možné míře mezinárodní shodu v názoru na předmět, kterého se týkají, protože v každé technické komisi jsou zastoupeny všechny zainteresované národní komitety.

3) Publikace IEC mají formu doporučení pro mezinárodní používání a v tomto smyslu jsou přijímány národními komitety IEC. Přestože je věnováno velké úsilí tomu, aby byl obsah publikací IEC přesný, IEC nemůže nést odpovědnost za způsob, jakým jsou používány, nebo za jakoukoliv chybnou interpretaci uživatelem.

4) Na podporu mezinárodního sjednocení národní komitety IEC transparentně přejímají publikace IEC v maximální možné míře do svých národních a regionálních publikací. Každý rozdíl mezi publikací IEC a odpovídající národní nebo regionální publikací v nich musí být jasně vyznačen.

5) IEC se nezabývá ověřováním shody. Služby posuzování shody a v některých oblastech přístup ke značkám shody poskytují nezávislé certifikační orgány. IEC nenesे odpovědnost za žádné služby prováděné nezávislými certifikačními orgány.

6) Všichni uživatelé se mají ujistit, že mají poslední vydání této publikace.

7) IEC ani její řídicí pracovníci, zaměstnanci, pomocné síly nebo zástupci, včetně samostatných expertů a členů technických komisí a národních komisí IEC, neodpovídají za jakékoliv zranění osob, poškození majetku nebo poškození čehokoliv, ať už přímé, nebo nepřímé, ani za náklady (včetně právních poplatků) a výdaje spojené s publikováním, používáním a spoléháním se na tuto publikaci IEC nebo na jiné publikace IEC.

8) Upozorňuje se na normativní odkazy citované v této publikaci. Používání citovaných publikací je nezbytné ke správnému používání této publikace.

9) Upozorňuje se na možnost, že některé prvky této publikace IEC mohou být předmětem patentových práv. IEC nelze činit odpovědnou za identifikaci jakéhokoliv nebo všech patentových práv.

Mezinárodní normu vypracovala technická komise IEC/TC 64 *Elektrické instalace a ochrana před úrazem elektrickým proudem*.

Toto první vydání zrušuje a nahrazuje IEC/TS 60479-2:2017. Toto vydání je jeho technickou revizí.

Toto vydání obsahuje v porovnání s IEC/TS 60479-2:2017 dále uvedené významné technické změny:

- a) mění status z technické specifikace na mezinárodní normu.

Má status základní bezpečnostní publikace v souladu s Pokynem IEC 104.

Text této mezinárodní normy se zakládá na následujících dokumentech:

CDV	Zpráva o hlasování
64/2300/CDV	64/2362/RVC

Úplnou informaci o hlasování při schvalování této normy lze najít ve zprávě o hlasování ve výše

uvedené tabulce.

Tento dokument byl vypracován v souladu se směrnicemi ISO/IEC, část 2.

Seznam všech částí souboru IEC 60479 se společným názvem *Účinky proudu na člověka a domácí zvířectvo* 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 (<http://webstore.iec.ch>) v údajích o tomto dokumentu. K tomuto datu bude dokument buď

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

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.

Úvod

Aby se zabránilo omylům ve výkladu této specifikace, zdůrazňuje se, že údaje v ní obsažené vycházejí hlavně z pokusů na zvířatech a z informací, které jsou k dispozici z klinických pozorování. Jen několik pokusů zasažení šokovým elektrickým proudem krátké doby trvání bylo provedeno na živých lidech.

Jsou popsány účinky proudu protékajícího lidským tělem pro:

- střídavý proud sinusového průběhu s DC složkami;
- střídavý proud sinusového průběhu s fázovým řízením;
- střídavý proud sinusového průběhu s cyklovým řízením;
- práh ekvivalentního proudu pro smíšené kmitočty;
- impulzy proudu a náhodné složité nepravidelné tvary vln;
- elektrický proud protékající ponořeným lidským tělem a
- jednosměrné jednotlivé krátkodobé proudové impulzy.

1 Rozsah platnosti

Tato část IEC 60479 popisuje účinky střídavého proudu sinusového průběhu o kmitočtu nad 100 Hz na lidské tělo, kterým tento proud protéká.

Jsou uvedeny účinky proudu protékajícího lidským tělem pro:

- střídavý proud sinusového průběhu s DC složkami;
- střídavý proud sinusového průběhu s fázovým řízením;
- střídavý proud sinusového průběhu s cyklovým řízením;

ale předpokládá se jejich uplatnění pouze pro střídavé proudy o kmitočtech od 15 Hz do 100 Hz.

Jsou uvedeny metody rozšiřující uplatnitelnost čistých sinusovek až do kmitočtu 150 kHz, čímž se doplňují údaje v IEC 60479-1.

Jsou uvedeny metody pro vyšetření nahodilého komplexu nepravidelných tvarů vln.

Tento dokument popisuje účinky proudů protékajících lidským tělem, které mají tvar jednotlivých nebo vícenásobných po sobě následujících pravoúhlých jednosměrných impulzů, sinusových impulzů a impulzů vznikajících následkem vybíjení kondenzátoru.

O specifikovaných hodnotách se předpokládá, že je možné je uplatnit pro impulzy trvající od 0,1 ms až do 10 ms včetně.

Tento dokument, stejně jako IEC 60479-1, uvažuje pouze s proudy, které jsou lidským tělem vedeny v důsledku přímého přiložení zdroje proudu na lidské tělo. Neuvažuje s proudem indukovaným v těle z důvodu vystavení těla vnějšímu elektromagnetickému poli.

Tato základní bezpečnostní publikace je v první řadě určena pro použití technickými komisemi při přípravě norem v souladu se zásadami uvedenými v Pokynu IEC 104 a v Pokynu ISO/IEC 51. Není určena k tomu, aby ji používali výrobci nebo certifikační orgány.

Jednou z odpovědností technických komisí je, kdekoli je možné to uplatnit, použít základní bezpečnostní publikace při zpracování svých vlastních publikací. Požadavky, zkušební metody nebo zkušební podmínky této základní bezpečnostní publikace se neuplatní, pokud to nebude konkrétně zmíněno nebo zahrnuto v příslušných publikacích.

Konec náhledu - text dále pokračuje v placené verzi ČSN.