

**2025**

Elektrické kabely – Výpočet dovolených proudů – Část 1-1: Rovnice pro výpočet dovolených proudů (100% zatížitelnost) a výpočet ztrát – Obecně

ČSN  
IEC 60287-1-1  
34 7420

Electric cables – Calculation of the current rating –  
Part 1-1: Current rating equations (100 % load factor) and calculation of losses – General

Câbles électriques – Calcul du courant admissible –  
Partie 1-1: Equations de l'intensité du courant admissible (facteur de charge 100 %) et calcul des pertes – Généralités

Tato norma je českou verzí mezinárodní normy IEC 60287-1-1:2023. Překlad byl zajištěn Českou agenturou pro standardizaci. Má stejný status jako oficiální verze.

This standard is the Czech version of the International Standard IEC 60287-1-1:2023. 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 60287-1-1+A1 (34 7420) z října 2017.

Národní předmluva

Změny proti předchozí normě

Významné technické změny v IEC 60287-1-1:2023 v porovnání s IEC 60287-1-1:2006 jsou uvedeny v předmluvě tohoto dokumentu.

Informace o citovaných dokumentech

IEC 60228 zavedena v ČSN EN IEC 60228 ed. 2 (34 7201) Jádra izolovaných kabelů

IEC 60287-1-3 dosud nezavedena

IEC 60287-2-1:2023 dosud nezavedena

Souvisící ČSN

ČSN IEC 60027-3 (33 0100) Písmenné značky používané v elektrotechnice – Část 3: Logaritmické a k nim se vztahující veličiny a jejich jednotky

ČSN IEC 28:1995 (33 0210) Elektrotechnické předpisy. Mezinárodní norma odporu mědi

ČSN IEC 60502-1 (34 7419) Silové kabely s výtlačně lisovanou izolací a jejich příslušenství pro jmenovitá napětí od 1 kV ( $U_m = 1,2$  kV) do 30 kV ( $U_m = 36$  kV) – Část 1: Kabely pro jmenovitá napětí 1 kV ( $U_m = 1,2$  kV) a 3 kV ( $U_m = 3,6$  kV)

ČSN IEC 60502-2 (34 7419) Kabely s výtlačně lisovanou izolací a jejich příslušenství pro jmenovitá napětí od 1 kV ( $U_m = 1,2$  kV) do 30 kV ( $U_m = 36$  kV) – Část 2: Kabely pro jmenovitá napětí od 6 kV ( $U_m = 7,2$  kV) do 30 kV ( $U_m = 36$  kV)

ČSN IEC 889 (34 7504) Tvrdé tažené hliníkové dráty pro vodiče nadzemního vedení

Vysvětlivky k textu této normy

V případě nedatovaných odkazů na evropské/mezinárodní normy jsou ČSN uvedené v člancích „Informace o citovaných dokumentech“ a „Souvisící ČSN“ 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).

Vypracování normy

Zpracovatel odborného překladu: AVK Jihlava, IČO 71200665, Martin Vališka

Technická normalizační komise: TNK 68 Vodiče a kabely

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 29.060.20

## Obsah

## Strana

|                                                                                                    |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Předmluva.....                                                                                     | 5         |
| Úvod.....                                                                                          | 6         |
| <b>1..... Rozsah platnosti.....</b>                                                                | <b>7</b>  |
| <b>2..... Citované dokumenty.....</b>                                                              | <b>7</b>  |
| <b>3..... Termíny, definice a značky.....</b>                                                      | <b>7</b>  |
| <b>3.1..... Termíny a definice.....</b>                                                            | <b>7</b>  |
| <b>3.2..... Značky.....</b>                                                                        | <b>8</b>  |
| <b>4..... Dovolené proudy kabelů.....</b>                                                          | <b>11</b> |
| <b>4.1..... Obecně.....</b>                                                                        | <b>11</b> |
| <b>4.2..... Kabely uložené v zemi, kde nedochází k vysušování půdy nebo kabely na vzduchu.....</b> | <b>11</b> |
| <b>4.2.1... AC</b>                                                                                 |           |

|                                                                                      |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| kabely.....                                                                          | 11        |
| <b>4.2.2... DC kabely pro napětí do 5 kV.....</b>                                    | <b>12</b> |
| <b>4.3..... Kabely uložené v zemi, kde dochází k částečnému vysušování půdy.....</b> | <b>12</b> |
| <b>4.3.1... AC kabely.....</b>                                                       | <b>12</b> |
| <b>4.3.2... DC kabely pro napětí do 5 kV.....</b>                                    | <b>13</b> |
| <b>4.4..... Kabely uložené v zemi, kde se musí vysušování půdy zabránit.....</b>     | <b>13</b> |
| <b>4.4.1... AC kabely.....</b>                                                       | <b>13</b> |
| <b>4.4.2... DC kabely pro napětí do 5 kV.....</b>                                    | <b>13</b> |
| <b>4.5..... Kabely přímo vystavené slunečnímu záření.....</b>                        | <b>13</b> |
| <b>4.5.1... Obecně.....</b>                                                          | <b>13</b> |
| <b>4.5.2... AC kabely.....</b>                                                       | <b>13</b> |
| <b>5..... Výpočet ztrát.....</b>                                                     | <b>14</b> |
| <b>5.1..... AC odpor jádra.....</b>                                                  | <b>14</b> |
| <b>5.1.1... Obecně.....</b>                                                          | <b>14</b> |
| <b>5.1.2... DC odpor jádra.....</b>                                                  | <b>14</b> |

### 5.1.3... Činitel skinefektu

$y_s$ .....  
..... 14

5.1.4... Činitel proximity efektu  $y_p$  pro dvojžilové kabely a pro dva jednožilové kabely..... 15

5.1.5... Činitel proximity efektu  $y_p$  pro třížilové kabely a pro tři jednožilové kabely..... 15

5.1.6... Činitel skinefektu a proximity efektu pro potrubní kabely..... 16

5.2..... Dielektrické ztráty (platí pouze pro AC kabely)..... 16

5.3..... Činitel ztrát pro stínění a plášť (platí pouze pro AC kabely při průmyslovém kmitočtu)..... 17

5.3.1...  
Obecně.....  
..... 17

|                                                                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>5.3.2...</b> Dva jednožilové kabely a tři jednožilové kabely (v uspořádání do trojúhelníku) s pláští navzájem spojenými na obou koncích elektrického úseku.....    | 17 |
| <b>5.3.3...</b> Tři jednožilové kabely uspořádané vedle sebe při jejich pravidelném transponování s pláští navzájem spojenými na obou koncích elektrického úseku..... | 18 |
| <b>5.3.4...</b> Tři jednožilové kabely uspořádané vedle sebe bez transponování s pláští navzájem spojenými na obou koncích elektrického úseku.....                    | 18 |
| <b>5.3.5...</b> Rozdílná vzdálenost jednožilových kabelů mezi body vzájemného spojení plášťů.....                                                                     | 19 |
| <b>5.3.6...</b> Účinek Millikenových jader.....                                                                                                                       | 19 |
| <b>5.3.7...</b> Jednožilové kabely s pláští uzemněnými v jednom bodě nebo s pláští křížově propojenými.....                                                           | 20 |
| <b>5.3.8...</b> Dvoužilové kabely se společným pláštěm bez pancíře.....                                                                                               | 21 |
| <b>5.3.9...</b> Třížilové kabely se společným pláštěm bez pancíře.....                                                                                                | 22 |
| <b>5.3.10</b> Dvoužilové a třížilové kabely s pancířem z ocelového pásu.....                                                                                          | 23 |
| <b>5.3.11</b> Kabely s pancířem a s každou žilou v samostatném kovovém pláští (typ SL).....                                                                           | 23 |
| <b>5.3.12</b> Ztráty ve stínění a pláštích potrubních kabelů.....                                                                                                     | 23 |
| <b>5.4.....</b> Činitel ztrát pro pancíř, bandáž a ocelové trubky (platí pouze pro AC kabely při průmyslovém kmitočtu).....                                           | 24 |
| <b>5.4.1...</b> Obecně.....                                                                                                                                           | 24 |
| <b>5.4.2...</b> Pancíř nebo bandáž z nemagnetického materiálu.....                                                                                                    | 24 |

|                                                                                                                                                   |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>5.4.3... Pancíř nebo bandáž z magnetického materiálu.....</b>                                                                                  | <b>25</b> |
| <b>5.4.4... Ztráty v ocelových trubkách.....</b>                                                                                                  | <b>28</b> |
| <b>Příloha A (normativní) Korekční faktor pro větší délky jednotlivých žil ve vícežilových kabelech.....</b>                                      | <b>32</b> |
| <b>Bibliografie.....</b>                                                                                                                          | <b>33</b> |
| <br><b>Tabulky</b>                                                                                                                                |           |
| Tabulka 1 – Elektrické rezistivity a teplotní součinitele použitých kovů.....                                                                     | 29        |
| Tabulka 2 – Skinefekt a proximity efekt – Experimentální hodnoty pro součinitele $k_s$ a $k_p$ .....                                              | 30        |
| Tabulka 3 – Hodnoty relativní permitivity a činitelů ztrát pro izolaci vysokonapěťových a středně napěťových kabelů při průmyslovém kmitočtu..... | 31        |
| Tabulka 4 – Součinitel absorpce slunečního záření pro povrchy kabelů.....                                                                         | 31        |
| Tabulka A.1 – Hodnoty činitele $C_{fl}$ pro různé počty žil.....                                                                                  | 32        |



## **DOKUMENT CHRÁNĚNÝ COPYRIGHTEM**

© IEC 2023, Ženeva, Švýcarsko

Veškerá práva vyhrazena. Není-li specifikováno jinak, nesmí být žádná část této publikace reprodukována nebo používána v jakémkoliv formě nebo jakýmkoliv způsobem, elektronickým ani mechanickým, včetně pořizování fotokopii a mikrofilmů bez předchozího písemného svolení IEC nebo národního komitétu člena 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 Varembe · 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 komitáty (národní komitáty 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 komitát 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 komitáty.
- 3) Publikace IEC mají formu doporučení pro mezinárodní používání a v tomto smyslu jsou přijímány národními komitáty 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 komitáty 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 nenese 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) Je věnována pozornost normativním odkazům citovaným 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 IEC 60287-1-1 vypracovala technická komise IEC 20 *Elektrické kabely*.

Toto třetí vydání zrušuje a nahrazuje druhé vydání z roku 2006 a změnu 1:2014. Toto vydání je jejich technickou revizí.

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

- a) důkladné predefinování značek používaných napříč souborem norem IEC 60287 a IEC 60853 s cílem sladit a sjednotit definice, odstranit nesrovnalosti a zlepšit vzájemné používání jednotlivých částí souboru norem IEC 60287 a IEC 60853;
- b) zavedení korekčních faktorů pro příslušné vypočtené fyzikální vlastnosti, aby se zohlednil vliv vícežilového uspořádání; byla zavedena samostatná příloha pro zohlednění korekčních faktorů pro různé počty žil (příloha A).

Text této normy se zakládá na těchto dokumentech:

|              |                    |
|--------------|--------------------|
| FDIS         | Zpráva o hlasování |
| 20/2096/FDIS | 20/2103/RVD        |

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



Jazykem použitým pro vypracování této normy je angličtina.

Tento dokument byl navržen v souladu se směrnicemi ISO/IEC, část 2 a vypracován v souladu se směrnicemi ISO/IEC, část 1 a směrnicemi ISO/IEC, doplněk IEC, které jsou k dispozici na adrese [www.iec.ch/members\\_experts/refdocs](http://www.iec.ch/members_experts/refdocs). Hlavní typy dokumentů vypracované IEC jsou podrobněji popsány na adrese [www.iec.ch/publications](http://www.iec.ch/publications).

Seznam všech částí souboru IEC 60287 pod společným názvem *Elektrické kabely - Výpočet dovolených proudů* 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.

# Úvod

Tato část IEC 60287 obsahuje vzorce pro výpočet veličin  $R_c$ ,  $W_d$ ,  $I_1$  and  $I_2$ .

Obsahuje postupy výpočtu dovolených proudů kabelů na základě dovoleného oteplení, odporu jádra, ztrát a tepelných odporů.

Také jsou uvedeny vzorce pro výpočet ztrát.

Vzorce v tomto dokumentu obsahují veličiny, které se liší podle konstrukce kabelu a použitých materiálů. Hodnoty uvedené v tabulkách jsou buď mezinárodně schválené, například elektrické odpory a teplotní součinitele odporu nebo jsou v praxi všeobecně přijímané, například tepelné odpory a permitivity materiálů. Některé hodnoty z této druhé kategorie se nevztahují k novému kabelu, ale uplatňují se u kabelů po dlouhodobém použití. Aby bylo možné získat jednotné a srovnatelné výsledky, měly by se pro výpočet dovolených proudů použít hodnoty uvedené v tomto dokumentu. Pokud je však bezpečně známo, že pro určité materiály a konstrukci jsou vhodnější jiné hodnoty, smí být pro výpočet dovolených proudů použity za předpokladu, že je tato skutečnost při výpočtu uvedena.

Veličiny související s provozními podmínkami kabelů se mohou v jednotlivých zemích výrazně lišit. Například nad hodnotami teploty okolí a tepelného odporu půdy se v jednotlivých zemích uvažuje jiným způsobem. Plošná porovnání hodnot použitých v jednotlivých zemích, která nejsou založena na obecných kritériích, mohou vést k chybným závěrům: například mohou existovat různá kritéria na životnost kabelů a v některých zemích se při navrhování vychází z maximálních hodnot tepelného odporu půdy, zatímco jinde jsou použity hodnoty průměrné. Zejména v případě tepelného odporu půdy je dobře známo, že tato veličina je velmi citlivá na obsah vlhkosti v půdě a může se v čase výrazně měnit v závislosti na druhu půdy, topografických a meteorologických podmínkách a zatížení kabelu.

Proto by se měl při volbě hodnot jednotlivých parametrů použít následující postup.

Číselné hodnoty by měly být přednostně založeny na výsledcích vhodných měření. Tyto výsledky jsou často zahrnuty v národních předpisech jako doporučené hodnoty, takže výsledek může být založen na těchto hodnotách, které jsou obecně používány v dané zemi; přehled těchto hodnot je uveden v IEC 60287-3-1.

Doporučený seznam informací požadovaných pro výběr vhodného kabelu je uveden v IEC 60287-3-1.

# 1 Rozsah platnosti

Tato část IEC 60287 je použitelná pro podmínky ustáleného provozu kabelů pro všechny napěťové hladiny střídavého napětí a pro stejnosměrná napětí do 5 kV, uložených přímo v zemi, v kanálech, žlabech nebo v ocelových trubkách, a to jak s částečným vysycháním půdy, tak i bez něj a také pro kabely na vzduchu. Termínem „ustálený stav“ se rozumí trvalý konstantní proud (100% zatížitelnost), jenž postačuje k tomu, aby asymptoticky dosáhl maximální teploty jádra, přičemž okolní podmínky jsou považovány za konstantní.

V tomto dokumentu jsou uvedeny vzorce dovolené proudy a ztráty.

Uvedené vzorce jsou v podstatě doslovné a záměrně ponechávají výběr některých důležitých parametrů. Tyto mohou být rozděleny do tří skupin:

- parametry související s konstrukcí kabelu (například tepelný odpor izolačního materiálu), jejichž reprezentativní hodnoty byly vybrány na základě publikovaných prací;
- parametry související s okolními podmínkami, které se mohou značně lišit a jejichž volba záleží na daném státu, ve kterém jsou kabely používány nebo budou používány;
- parametry vyplývající z dohody mezi výrobcem a uživatelem, a které zahrnují rezervu pro bezpečnost provozu (například maximální teplota jádra).

**Konec náhledu - text dále pokračuje v placené verzi ČSN.**