

	Elektrické kabely - Výpočet dovolených proudů - Část 3: Pracovní podmínky - Oddíl 2: Ekonomická optimalizace průřezu silových kabelů	ČSN IEC 287-3-2 + A1 34 7420
---	--	--

Electric cables - Calculation of the current rating -
Part 3: Sections on operating conditions -
Section 2: Economic optimization of power cable size

Câbles électriques - Calcul du courant admissible -
Partie 3: Sections concernant les conditions de fonctionnement -
Section 2: Optimisation économique des sections d'âme de câbles électriques de puissance

Kabel - Berechnung der Bemessungsströme -
Teil 3: Hauptabschitte für die Betriebsbedingungen -
Hauptabschnitt 2: Wirtschaftliche Optimierung der Querschnitte von Stakstromkabeln

Tato norma je českou verzí mezinárodní normy IEC 287-3-2:1995 včetně její změny IEC 287--2:1995/A1:1996. Mezinárodní norma IEC 287-3-2:1995/A1:1996 spolu se zapracovanou změnou IEC 287-3-2:1995/A1:1996 má status české technické normy.

This standard is the Czech version of the International Standard IEC 287-3-2:1995 including its Amendment IEC 287-3-2:1995/A1:1996. The International Standard IEC 287-3-2:1995 together with incorporated Amendment IEC 287-3-2:1995/A1:1996 has the status of a Czech Standard.

Nahrazení předchozích norem

Touto normou se nahrazuje ČSN IEC 1059 (34 7202) z prosince 1995.

Národní předmluva

Změny proti předchozí normě

IEC 287 byla rozdělena do tří Částí a Oddílů tak, aby bylo možné snadno provádět revize a doplnění tohoto dokumentu. Proto byla předchozí norma IEC 1059 (ČSN IEC 1059) nahrazena normou IEC 287-3-2 (ČSN IEC 287-3-2).

Tato norma se dále liší od ČSN IEC 1059:1995 tím, že obsahuje změnu A1:1996.

V této normě je terminologie upravena podle ČSN IEC 27-1.

Citované normy

IEC 228:1978 zavedena v ČSN 34 7201:2000 Jádra kabelů - Pokyn pro mezní rozměry jader kruhového průřezu (idt HD 383 S2:1996, mod IEC 228:1978)

IEC 287-1-1:1994 zavedena v ČSN IEC 287-1-1:2000 (34 7420) Elektrické kabely - Výpočet dovolených proudů. Část 1: Rovnice pro výpočet dovolených proudů (100% zatížitelnost) a výpočet ztrát. Oddíl 1: Všeobecně

IEC 287-2-1:1994 zavedena v ČSN IEC 287-2-1:2000 (34 7420) Elektrické kabely - Výpočet dovolených proudů. Část 2: Tepelný odpor. Oddíl 1: Výpočet tepelného odporu

IEC 853 dosud nezavedena

Souvisící ČSN

ČSN IEC 27-1:1995 (33 0100) Písmenné značky používané v elektrotechnice. Část 1: Všeobecně

ČSN IEC 50(461):1996 (33 0050) Mezinárodní elektrotechnický slovník. Kapitola 461: Elektrické kabely

ČSN 33 2000-5-523:1994 Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 5: Výběr a stavba elektrických zařízení. Oddíl 523: Dovolené proudy (mod IEC 364-5-523:1983)

Vysvětlivky k textu převzaté normy

Text změny A1:1996 je na levém okraji označen svislou čarou.

Vypracování normy

Zpracovatel: Ing. Ivan Hála, Krondlova 16, 616 00 Brno, IČO 60494182

Technická normalizační komise: TNK 68 Kabely a vodiče

MEZINÁRODNÍ NORMA

Elektrické kabely - Výpočet dovolených proudů -
Část 3: Pracovní podmínky -
Oddíl 2: Ekonomická optimalizace silových kabelů

IEC 287-3-2
První vydání
1995-06
+ A1
1996-09

Obsah

Strana

Předmluva

..... 4

0

Úvod

..... 5

1 Rozsah platnosti

..... 7

2 Normativní odkazy

..... 7

3

Symboly

..... 8

4 Výpočet celkových nákladů

..... 9

5 Určení ekonomického průřezů jádra

..... 11

5.1 První metoda: ekonomický proudový rozsah pro každé jádro v řadě průřezů

..... 11

5.2	Druhá metoda: ekonomický průřez jádra pro dané zatížení.....	11
------------	--	----

Přílohy

A	Příklady výpočtu ekonomických průřezů jader.....	13
B	Průměrná hodnota teploty a rezistance jádra.....	24

Strana 4

Předmluva

- 1) IEC (Mezinárodní elektrotechnická komise) je celosvětovou normalizační organizací 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. Jejich příprava je svěřena technickým komisím; každý národní komitét IEC, který se zajímá o projednávaný předmět, se může těchto přípravných prací zúčastnit. Mezinárodní vládní i nevládní organizace, s nimiž IEC navázala pracovní styk, se této přípravě 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 připravené technickými komisemi, v nichž jsou zastoupeny všechny zainteresované národní komitety, vyjadřují v největší možné míře mezinárodní shodu v názoru na předmět, kterého se týkají.
- 3) Mají formu doporučení pro mezinárodní používání publikovaných formou norem, technických zpráv nebo pokynů a v tomto smyslu jsou přijímány národními komitety.
- 4) Na podporu mezinárodního sjednocení národní komitety IEC přebírají mezinárodní normy IEC transparentně v maximální možné míře do svých národních regionálních norem. Každý rozdíl mezi normou IEC a odpovídající národní nebo regionální normou se v těchto normách jasně vyznačí.

Mezinárodní norma IEC 287-3-2 byla vypracována subkomisí 20A: Vysokonapěťové kabely, technické komise IEC 20: Elektrické kabely.

První vydání IEC 287-3-2 ruší a nahrazuje první vydání IEC 1059 z roku 1991 bez technických změn.

IEC 287-1-1 nahrazuje Oddíl jedna a dvě druhého vydání IEC 287; IEC 287-2-1 nahrazuje Oddíl tři a přílohy C a D druhého vydání IEC 287; IEC 287-3-1 nahrazuje přílohy A a B druhého vydání IEC 287.

Text normy vychází z těchto dokumentů:

DIS	Zpráva o hlasování
20A(CO)131	20A(CO)139

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

Přílohy A a B slouží pouze pro informaci.

Předmluva ke změně IEC 287-3-2:1995/A1:1996

Tato změna byla vypracována subkomisí 20A: Vysokonapěťové kabely, technické komise IEC 20: Elektrické kabely.

Text normy vychází z těchto dokumentů:

FDIS	Zpráva o hlasování
20A/308/FDIS	20A/322/RVD

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

Strana 5

0 Úvod

IEC 287 byla rozdělena do tří Částí a Oddílů tak, aby bylo možné snadno provádět revize a doplnění tohoto dokumentu.

Každá Část je rozdělena na Oddíly, které jsou vydány jako samostatné normy.

Část 1: Rovnice pro výpočet dovolených proudů (100% zatížitelnost) a výpočet ztrát

Část 2: Tepelný odpor

Část 3: Oddíly týkající se pracovních podmínek

Tento Oddíl byl dříve obsažen v IEC 1059.

0.1 Všeobecně

Postupy všeobecně používané při volbě rozměru kabelu vedou k přípustnému minimálnímu průřezu a udržují počáteční investiční náklady na pořízení kabelu co možná nejnižší. Přitom se neberou v úvahu náklady vznikající ztrátami během doby života kabelu.

Z důvodu vzrůstající ceny energie spolu s vysokými ztrátami energie, které vyplývají z vysoké pracovní teploty umožněné novými izolačními materiály (např. 90 °C pro XLPE nebo EPR), je třeba při volbě průřezu kabelu věnovat větší pozornost ekonomickému hledisku. Místo minimalizace počátečních investic je třeba minimalizovat počáteční investice spolu s náklady na ztráty během ekonomické životnosti kabelu. Z této druhé podmínky vyplývá volba většího průřezu jádra kabelu, než by odpovídalo minimálním počátečním nákladům, což vede k nižším ztrátám při stejném proudu a tím k nižším celkovým nákladům za dobu ekonomické životnosti kabelu.

Budoucí náklady na ztráty energie během ekonomické životnosti kabelu mohou být vypočteny na základě odhadu nárůstu zatížení a ceny energie. Nejvhodnější průřez jádra kabelu z ekonomického hlediska je takový průřez, kdy součet budoucích nákladů na ztráty energie a počáteční kupní ceny včetně instalace je minimální.

Úspora celkových nákladů (v případě, že je průřez jádra větší než by byl pouze na základě oteplení) spočívá ve značném snížení ceny za ztráty energie v porovnání se zvýšením kupní ceny. Pro hodnoty

ekonomických a elektrických ukazatelů použitých v této normě, které nejsou výjimečné, činí úspory kombinovaných pořizovacích a provozních nákladů řádově 50 % (viz kapitola A.6 přílohy A). Obdobný postup výpočtu může být použit i pro mnohem kratší období.

Dalším důležitým rysem, který je demonstrován na příkladech, je to, že možné úspory nejsou kriticky závislé na průřezu jádra navrženého podle ekonomických hledisek - viz obrázek A 3. To má dva důsledky:

- a) Vliv chyb ekonomických dat, zvláště těch, která jsou odhadem budoucích nákladů, je malý. I když je výhodné určit data s co největší možnou přesností, mohou být značné úspory dosaženy s použitím dat založených na rozumných odhadech.
- b) Je možné vzít v úvahu všechny další parametry potřebné pro volbu průřezu jádra, které mají vliv na celkovou hospodárnost instalace, jako jsou zkratové proudy, úbytek napětí atd., aniž by došlo ke značnému zhoršení výsledků získaných při návrhu ekonomického průřezu.

0.2 Ekonomická hlediska

Aby bylo možné kombinovat pořizovací náklady a náklady na instalaci s náklady na ztráty energie v průběhu ekonomické životnosti kabelu, je nutné je vyjádřit srovnatelnými ekonomickými hodnotami, tj. hodnotami, které se vztahují ke stejnému časovému bodu. Jako tento bod je vhodné použít datum provedení instalace a považovat jej za "současnost". "Budoucí" náklady na ztráty energie se potom přepočítají na jejich ekvivalentní "současnou hodnotu". To se provádí pomocí diskontování; diskontní sazba odpovídá sazbám úvěru.

Při výpočtech nebyla uvažována inflace, a to z toho důvodu, že ovlivní jak úvěr, tak i cenu energie. Pokud jsou položky uvažovány ve stejném časovém období a pokud na ně má inflace přibližně stejný vliv, je možné správně určit ekonomický průřez, aniž by bylo nutno zavádět další komplikaci ve formě inflace.

Pro výpočet současné hodnoty nákladů na ztráty je nutné zvolit odpovídající hodnoty budoucího vývoje zatížení, ročního nárůstu ceny jedné kWh a roční diskontní sazby po dobu ekonomické životnosti kabelu, která může být 25 let nebo více. V této normě není možné pro tato hlediska stanovit nějaká doporučení,

protože závisejí na podmínkách a ekonomických vazbách dané instalace. Jsou uvedeny pouze příslušné vzorce: použité ekonomické činitele musí být dohodnuty mezi projektantem a uživatelem.

Vzorce stanovené v této normě jsou jednoduché; při jejich aplikaci je však zaveden předpoklad, že ekonomické parametry zůstávají během ekonomické životnosti kabelu nezměněny. Výše uvedené poznámky týkající se vlivu přesnosti těchto parametrů však platí i zde.

Existují dva přístupy k výpočtu ekonomického průřezu založené na stejné nákladové koncepci. První přístup, který uvažuje řadu průřezů jader spočívá ve výpočtu rozsahu ekonomických proudů pro každý z průřezů pro určité podmínky uložení kabelu a v následné volbě toho průřezu, jehož ekonomický rozsah obsahuje požadovanou hodnotu zatížení. Tento přístup je vhodný tam, kde přichází v úvahu několik podobných způsobů uložení kabelu. Druhý přístup, který může být vhodnější tam, kde přichází v úvahu pouze jeden způsob uložení kabelu, spočívá ve výpočtu optimálního průřezu pro požadované

zatížení a v následné volbě nejbližšího normalizovaného průřezu jádra.

0.3 Ostatní kritéria

Je třeba uvažovat i ostatní kritéria, např. zkratový proud a dobu zkratu, úbytek napětí atd. Kabel, který byl navržen s ekonomickým průřezem, může také vyhovovat těmto ostatním hlediskům, takže při návrhu průřezu kabelu je možné s výhodou použít tento postup:

- a) Vypočítá se ekonomický průřez;
- b) pomocí výpočtových metod uvedených v IEC 287-1, v IEC 287-2 a v IEC 853 se zkontroluje, že průřez získaný pomocí bodu a) je schopen na konci ekonomické životnosti přenášet nejvyšší předpokládané zatížení, aniž by došlo k překročení nejvyšší hodnoty dovolené teploty;
- c) zkontroluje se, zda zvolený průřez kabelu může bezpečně vydržet předpokládaný zkratový proud a proud zemního spojení po odpovídající dobu zkratu;
- d) zkontroluje se, zda úbytek napětí na konci kabelu nepřekročil dovolené meze;
- e) zkontroluje se ostatní kritéria pro dané uložení kabelu.

Na doplnění ekonomického výběru kabelu je třeba dát náležitou váhu důsledkům výpadku napájení. Může nastat nutnost použití většího průřezu jádra, než je stanoveno z hlediska normálního zatížení nebo z ekonomického hlediska, nebo nutnost příslušné úpravy sítě.

Do nákladů je ještě možné zahrnout složku pravděpodobnosti chybného rozhodnutí. To už je ale oblast teorie rozhodování, která není předmětem této normy.

Proto je stanovení rozměru kabelu z ekonomických hledisek jen částí ekonomických úvah o systému a může ukazovat na ostatní důležité ekonomické činitele.

Strana 7

1 Rozsah platnosti

Tato mezinárodní norma stanovuje postup pro volbu ekonomického průřezu kabelu s ohledem na počáteční investiční náklady a budoucí náklady na ztráty energie v průběhu ekonomické životnosti kabelu.

POZNÁMKY

- 1 Nedoporučuje se používat postup uvedený v této normě pro kabely pro napětí rovnající se nebo větší než jsou dále uvedené hodnoty (viz IEC 287-1-1):

<i>Typ kabelu</i>	<i>Napětí sítě U_0</i>
	kV

Kabely s napuštěnou papírovou izolací

s plným jádrem	38
olejové a plynové tlakové	63,5

Kabely s ostatními druhy izolace

Butylkaučuk	18
EPR	63,5
PVC	6
PE (vysoká a nízká hustota)	127
XLPE (bez výplně)	127
XLPE (s výplní)	63,5

2 Připravuje se modifikace postupu uvedeného v této normě tak, aby byly zahrnuty dielektrické ztráty.

Problematika údržby, ztrát energie v soustavách chlazení s nuceným oběhem a cena energie závislá na denní době nebyla zahrnuta do této normy.

Příklad použití tohoto postupu pro fiktivní síť je uveden v příloze A.

2 Normativní odkazy

Součástí tohoto Oddílu IEC 287-3 jsou i ustanovení dále uvedených norem, na něž jsou odkazy v textu této mezinárodní normy. V době uveřejnění této mezinárodní normy byla platná uvedená vydání.

Všechny normy podléhají revizím a účastníci, kteří uzavírají dohody na podkladě tohoto Oddílu IEC 287-3, by měli využít nejnovějšího vydání dále uvedených norem. Členové IEC a ISO udržují seznamy platných mezinárodních norem.

IEC 228:1978 IEC 228:1978 zavedena v ČSN 34 7201:2000 Jádra kabelů - Pokyn pro mezní rozměry jader kruhového průřezu
(*Conductors of insulated cables*)

IEC 287-1-1:1994 Elektrické kabely - Výpočet dovolených proudů. Část 1: Rovnice pro výpočet dovolených proudů (100% zatížitelnost) a výpočet ztrát. Oddíl 1: Všeobecně
(*Electric cables - Calculation of the current rating - Part 1: Current rating equations (100 % load factor) and calculation of losses - Section 1: General*)

IEC 287-2-1:1994 Elektrické kabely - Výpočet dovolených proudů. Část 2: Tepelný odpor. Oddíl 1: Výpočet tepelného odporu

(*Electric cables - Calculation of the current rating - Part 2: Thermal resistance - Section 1: Calculation of the thermal resistance*)

IEC 853 Výpočet dovolených proudů kabelů s přerušovaným (cyklickým) a krátkodobým zatížením
(*Calculation of the cyclic and emergency current rating of cables*)

-- Vynechaný text --