

2020

Větrné elektrárny -  
Část 24: Ochrana před bleskem

ČSN  
EN IEC 61400-24  
ed. 2  
33 3160

idt IEC 61400-24:2019

Wind energy generation systems -  
Part 24: Lightning protection

Systeme de génération d'énergie éolienne -  
Partie 24: Protection contre la foudre

Windenergieanlagen -  
Teil 24: Blitzschutz

Tato norma je českou verzí evropské normy EN IEC 61400-24:2019. Překlad byl zajištěn Českou agenturou pro standardizaci. Má stejný status jako oficiální verze.

This standard is the Czech version of the European Standard EN IEC 61400-24:2019. It was translated by the Czech Standardization Agency. It has the same status as the official version.

Nahrazení předchozích norem

S účinností od 2022-08-07 se nahrazuje ČSN EN 61400-24 (33 3160) z března 2011, která do uvedeného data platí souběžně s touto normou.

Národní předmluva

Upozornění na používání této normy

Souběžně s touto normou je v souladu s předmluvou k EN IEC 61400-24:2019 dovoleno do 2022-08-07 používat dosud platnou ČSN EN 61400-24 (33 3160) z března 2011.

Změny proti předchozí normě

Toto vydání obsahuje ve srovnání s předchozím vydáním následující významné technické změny: hlavní normativní část je přeorganizována, zatímco informativní informace jsou umístěny do příloh.

Informace o citovaných dokumentech

IEC 60364-4-44 zavedena v ČSN 33 2000-4-444 (33 2000) Elektrické instalace nízkého napětí - Část

4-444: Bezpečnost - Ochrana před napěťovým a elektromagnetickým rušením

IEC 60364-5-53 nezavedena

IEC 60364-5-54 zavedena v ČSN 33 2000-5-54 ed. 3 (33 2000) Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-54: Výběr a stavba elektrických zařízení - Uzemnění a ochranné vodiče

IEC 60364-6 zavedena v ČSN 33 2000-6 ed. 2 (33 2000) Elektrické instalace nízkého napětí - Část 6: Revize

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

IEC TR 60479-4 nezavedena

IEC 60664-1 zavedena v ČSN EN 60664-1 ed. 2 (33 0420) Koordinace izolace zařízení nízkého napětí - Část 1: Zásady, požadavky a zkoušky

IEC 61000 (soubor) zavedena v souboru ČSN EN 61000 (33 3432) Elektromagnetická kompatibilita (EMC)

IEC 61000-4-5 zavedena v ČSN EN 61000-4-5 ed. 3 (33 3432) Elektromagnetická kompatibilita - Část 4-5: Zkušební a měřicí technika - Rázový impuls - Zkoušky odolnosti

IEC 61000-4-9 zavedena v ČSN EN 61000-4-9 ed. 2 (33 3432) Elektromagnetická kompatibilita - Část 4-9: Zkušební a měřicí technika - Pulzy magnetického pole - Zkoušky odolnosti

IEC 61000-4-10 zavedena v ČSN EN 61000-4-10 ed. 2 (33 3432) Elektromagnetická kompatibilita - Část 4-10: Zkušební a měřicí technika - Tlumené kmity magnetického pole - Zkoušky odolnosti

IEC TR 61000-5-2 dosud nezavedena

IEC 61400-23 zavedena v ČSN EN 61400-23 ed. 2 (33 3432) Větrné elektrárny - Část 23: Pevnostní zkoušky rotorových listů

IEC 61587-3 zavedena v ČSN EN 61587-3 ed. 2 (18 8003) Mechanické konstrukce pro elektronická zařízení - Zkoušky pro IEC 60917 a IEC 60297 - Část 3: Zkoušky účinnosti elektromagnetického stínění pro skříně a kostry

IEC 61643-11 zavedena v ČSN EN 61643-11 ed. 2 (34 1392) Ochrany před přepětím nízkého napětí - Část 11: Ochrany před přepětím zapojené v sítích nízkého napětí - Požadavky a zkušební metody

IEC 61643-12 zavedena v ČSN CLC/TS 61643-12 (34 1392) Ochrany před přepětím nízkého napětí - Část 12: Ochrany před přepětím zapojené v sítích nízkého napětí - Zásady pro výběr a instalaci

IEC 61643-21 zavedena v ČSN EN 61643-21 (34 1392) Ochrany před přepětím nízkého napětí - Část 21: Ochrany před přepětím zapojené v telekomunikačních a signalizačních sítích - Požadavky na funkci a zkušební metody

IEC 61643-22 dosud nezavedena

IEC 61936-1 zavedena v ČSN EN 61936-1 (33 3201) Elektrické instalace nad AC 1 kV - Část 1: Všeobecná pravidla

IEC TS 61936-2 dosud nezavedena

IEC 62305-1:2010 zavedena v ČSN EN 62305-1 ed. 2:2011 (34 1390) Ochrana před bleskem - Část 1: Obecné principy

IEC 62305-2:2010 zavedena v ČSN EN 62305-2 ed. 2:2013 (34 1390) Ochrana před bleskem - Část 2: Řízení rizika

IEC 62305-3:2010 zavedena v ČSN EN 62305-3 ed. 2:2012 (34 1390) Ochrana před bleskem – Část 3: Hmotné škody na stavbách a ohrožení života

IEC 62305-4:2010 zavedena v ČSN EN 62305-4 ed. 2:2011 (34 1390) Ochrana před bleskem – Část 4: Elektrické a elektronické systémy ve stavbách

Souvisící ČSN

ČSN EN 60060-1:2011 (34 5640) Technika zkoušek vysokým napětím – Část 1: Obecné definice a požadavky na zkoušku

ČSN EN 60068 (soubor) (34 5791) Zkoušení vlivů prostředí

ČSN EN 60071 (soubor) (33 0419) Koordinace izolace

ČSN EN IEC 60071-2 ed. 2:2019 (33 0419) Koordinace izolace – Část 2: Směrnice pro použití

ČSN EN 60099-4 ed. 3 (35 4870) Svodiče přepětí – Část 4: Omezovače přepětí bez jiskřišť pro sítě střídavého napětí

ČSN EN 60099-5 ed. 3 (35 4870) Svodiče přepětí – Část 5: Doporučení pro volbu a použití

ČSN EN 60204-1 ed. 3 (33 2200) Bezpečnost strojních zařízení – Elektrická zařízení strojů – Část 1: Obecné požadavky

ČSN EN IEC 60204-11 ed. 2 (33 2200) Bezpečnost strojních zařízení – Elektrická zařízení strojů – Část 11: Požadavky na elektrická zařízení VN pro napětí nad 1 000 V AC nebo 1 500 V DC a nepřesahující 36 kV

ČSN EN 60243 (soubor) (34 6463) Elektrická pevnost izolačních materiálů

ČSN EN 60243-1 ed. 2 (34 6463) Elektrická pevnost izolačních materiálů – Zkušební metody – Část 1: Zkoušky při průmyslových kmitočtech

ČSN EN 60243-3 ed. 2 (34 6463) Elektrická pevnost izolačních materiálů – Zkušební metody – Část 3: Dodatečné požadavky na impulzní zkoušky (1,2/50 ms)

ČSN EN 60464-2 (34 6580) Elektroizolační láky – Část 2: Zkušební metody

ČSN EN 60587 (34 6472) Elektroizolační materiály používané v různých podmínkách prostředí – Zkušební metody pro hodnocení odolnosti proti vytváření vodivých cest a erozi

ČSN EN 62561 (soubor) (35 7605) Součásti systému ochrany před bleskem (LPSC)

ČSN EN 62561-1 ed. 2 (35 7605) Součásti systému ochrany před bleskem (LPSC) – Část 1: Požadavky na spojovací součásti

ČSN EN 62561-6 (35 7605) Součásti systému ochrany před bleskem (LPSC) – Část 6: Požadavky na čítače úderů blesků (LSC)

ČSN EN IEC 62793 (35 7605) Ochrana před bleskem – Výstražné systémy před bouřkou

ČSN EN IEC 62858 (34 1390) Měření četnosti blesků založené na systémech jejich lokalizace (LLS) – Obecné principy

ČSN CLC/TS 50539-22 (34 1394) Ochrany před přepětím nízkého napětí - Ochrany před přepětím pro zvláštní použití zahrnující DC - Část 22: Zásady výběru a použití - Použití pro větrné elektrárny

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).

Informativní údaje z IEC 61400-24:2019

Tuto mezinárodní normu vypracovala technická komise IEC/TC 88 *Větrné elektrárny*.

Toto druhé vydání zrušuje a nahrazuje první vydání z roku 2010. Toto vydání představuje technickou revizi.

Text této normy se zakládá na těchto dokumentech:

FDIS	Zpráva o hlasování
88/709/FDIS	88/713/RVD

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 61400 se společným názvem *Větrné elektrárny* 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 na národní poznámky

Do normy byly k článkům B.4.3, B.4.9, E.2.2 a příloze M doplněny národní poznámky.

Vypracování normy

Zpracovatel: EGC - EnerGoConsult ČB, s. r. o., IČO 25166972, Petr Pražák

Technická normalizační komise: TNK 97 Elektroenergetika

Pracovník České agentury pro standardizaci: Ing. Eva Krlevičová

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.

EVROPSKÁ NORMA  
EUROPEAN STANDARD  
NORME EUROPÉENNE  
EUROPÄISCHE NORM

EN IEC 61400-24

Srpen 2019

ICS 27.180  
(pokud existují)

Nahrazuje EN 61400-24:2010 a všechny její změny a opravy

Větrné elektrárny -  
Část 24: Ochrana před bleskem

(IEC 61400-24:2019)

Wind energy generation systems –  
Part 24: Lightning protection  
(IEC 61400-24:2019)

Systeme de génération d'énergie éolienne –  
Partie 24: Protection contre la foudre  
(IEC 61400-24:2019)

Windenergieanlagen –  
Teil 24: Blitzschutz  
(IEC 61400-24:2019)

Tato evropská norma byla schválena CENELEC dne 2019-08-07. Členové CENELEC jsou povinni splnit vnitřní předpisy CEN/CENELEC, v nichž jsou stanoveny podmínky, za kterých se této evropské normě bez jakýchkoliv modifikací uděluje status národní normy.

Aktualizované seznamy a bibliografické citace týkající se těchto národních norem lze obdržet na vyžádání v Řídicím centru CEN-CENELEC 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 Řídicímu centru CEN-CENELEC, 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, Maltu, Německa, Nizozemska, Norska, Polska, Portugalska, Rakouska, Republiky Severní Makedonie, Rumunska, Řecka, Slovenska, Slovinska, Spojeného království, Srbska, Španělska, Švédsko, Švýcarsko a Turecko.



**Evropský výbor pro normalizaci v elektrotechnice**  
**European Committee for Electrotechnical Standardization**  
**Comité Européen de Normalisation Electrotechnique**  
**Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung**  
**Řídicí centrum CEN-CENELEC: Rue de la Science 23, B-1040 Brusel**

© 2019 CENELEC Veškerá práva pro využití v jakékoliv formě a jakýmkoliv prostředky jsou celosvětově vyhrazena členům CENELEC.

Ref. č. EN IEC

61400-24:2019 E

# Evropská předmluva

Text dokumentu 88/709/FDIS, budoucího druhého vydání IEC 61400-24, který vypracovala technická komise IEC/TC 88 *Větrné elektrárny*, byl předložen k paralelnímu hlasování IEC-CENELEC a byl schválen CENELEC jako EN IEC 61400-24:2019.

Jsou stanovena tato data:

- nejzazší datum zavedení dokumentu na národní úrovni  
vydáním identické národní normy nebo vydáním  
oznámení o schválení k přímému používání  
jako normy národní (dop) 2020-05-07
- nejzazší datum zrušení národních norem,  
které jsou s dokumentem v rozporu (dow) 2022-08-07

Tento dokument nahrazuje EN 61400-24:2010 a všechny její změny a opravy (pokud existují).

Upozorňuje se na možnost, že některé prvky tohoto dokumentu mohou být předmětem patentových práv. CENELEC nelze činit odpovědným za identifikaci jakéhokoliv nebo všech patentových práv.

Oznámení o schválení

Text mezinárodní normy IEC 61400-24:2019 byl schválen CENELEC jako evropská norma bez jakýchkoliv modifikací.



<b>1.....</b> Rozsah platnosti.....	16
<b>2.....</b> Citované dokumenty.....	16
<b>3.....</b> Termíny a definice.....	17
<b>4.....</b> Symboly a jednotky.....	23
<b>5.....</b> Termíny uvedené zkratkou.....	26
<b>6.....</b> Prostředí s výskytem blesků pro větrné elektrárny.....	27
<b>6.1.....</b> Obecně.....	27
<b>6.2.....</b> Parametry bleskového proudu a úrovně ochrany před bleskem (LPL).....	27
<b>7.....</b> Vyhodnocení vystavení blesku.....	28
<b>7.1.....</b> Obecně.....	28
<b>7.2.....</b> Stanovení četnosti blesků ovlivňujících jednu větrnou elektrárnu nebo skupinu větrných elektráren.....	29
<b>7.2.1...</b> Kategorizace událostí souvisejících s bleskem.....	29
<b>7.2.2...</b> Odhad průměrného počtu úderů blesku do jednotlivé větrné elektrárny nebo skupiny větrných elektráren.....	29
<b>7.2.3...</b> Odhad průměrného počtu úderů blesku v blízkosti větrné elektrárny ( $N_M$ ).....	32

<b>7.2.4...</b> Odhad průměrného ročního počtu úderů blesku do obslužného vedení větrné elektrárny ( $N_L$ ).....	32
<b>7.2.5...</b> Odhad průměrného ročního počtu úderů blesku v blízkosti obslužného vedení větrné elektrárny ( $N_I$ ).....	32
<b>7.3.....</b> Vyhodnocení rizika poškození.....	.. 34
<b>7.3.1...</b> Základní rovnice.....	..... 34
<b>7.3.2...</b> Stanovení složky rizika úderů blesku do větrné elektrárny ( $S_1$ ).....	34
<b>7.3.3...</b> Stanovení složky rizika úderů blesku v blízkosti větrné elektrárny ( $S_2$ ).....	34
<b>7.3.4...</b> Stanovení složek rizika úderů blesku do obslužného vedení větrné elektrárny ( $S_3$ ).....	34
<b>7.3.5...</b> Stanovení složek rizika úderů blesku v blízkosti obslužného vedení větrné elektrárny ( $S_4$ ).....	35
<b>8.....</b> Ochrana dílčích součástí před bleskem.....	36
<b>8.1.....</b> Obecně.....	..... 36
<b>8.1.1...</b> Úroveň ochrany před bleskem (LPL).....	36
<b>8.1.2...</b> Zóny ochrany před bleskem (LPZ).....	36
<b>8.2.....</b> Listy.....	..... 36
<b>8.2.1...</b> Obecně.....	..... 36
<b>8.2.2...</b> Požadavky.....	..... 36
<b>8.2.3...</b> Ověření.....	.....

.....	37
<b>8.2.4... Hlediska ochranného schématu.....</b>	
37	
<b>8.2.5... Zkušební metody.....</b>	
..... 39	
<b>8.3..... Gondola a další součásti konstrukce.....</b>	39
<b>8.3.1... Obecně.....</b>	
..... 39	
<b>8.3.2... Náboj.....</b>	
..... 40	
<b>8.3.3... Kužel.....</b>	
..... 40	
<b>8.3.4... Gondola.....</b>	
..... 40	
<b>8.3.5... Věž.....</b>	
..... 41	
<b>8.3.6... Způsoby ověření.....</b>	
..... 41	
<b>8.4..... Mechanické hnací ústrojí a systém pro polohování.....</b>	41
<b>8.4.1... Obecně.....</b>	
..... 41	
<b>8.4.2... Ložiska.....</b>	
..... 41	

<b>8.4.3... Hydraulické systémy</b> .....	
.....	42
<b>8.4.4... Jiskřiště a kluzné kontakty</b> .....	
.....	42
<b>8.4.5... Ověření</b> .....	
.....	43
<b>8.5..... Elektrické systémy nízkého napětí a elektronické systémy a instalace</b> .....	43
<b>8.5.1... Obecně</b> .....	
.....	43
<b>8.5.2... Ekvipotenciální vazba v rámci větrné elektrárny</b> .....	47
<b>8.5.3... Ochrana před LEMP a stupně odolnosti</b> .....	47
<b>8.5.4... Stínění a směrování vedení</b> .....	
..	48
<b>8.5.5... Ochrana SPD</b> .....	
.....	48
<b>8.5.6... Postupy zkoušek pro zkoušky odolnosti systému</b> .....	52
<b>8.6..... Elektrické napájecí systémy velmi vysokého napětí (VVN)</b> .....	52
<b>9..... Uzemňování větrných elektráren</b> .....	
	53
<b>9.1..... Obecně</b> .....	
.....	53
<b>9.1.1... Účel a zaměření</b> .....	
.....	53

<b>9.1.2... Základní požadavky</b> .....	
.....	54
<b>9.1.3... Uspořádání zemních elektrod</b> .....	
. 54	
<b>9.1.4... Impedance uzemňovací soustavy</b> .....	54
<b>9.2..... Ekvipotenciální vazba</b> .....	
.....	55
<b>9.2.1... Obecně</b> .....	
.....	55
<b>9.2.2... Ekvipotenciální pospojování proti blesku u kovových instalací</b> .....	55
<b>9.3..... Konstrukční části</b> .....	
.....	55
<b>9.3.1... Obecně</b> .....	
.....	55
<b>9.3.2... Kovové válcové věže</b> .....	
.....	55
<b>9.3.3... Železobetonové věže</b> .....	
.....	55
<b>9.3.4... Příhradové věže</b> .....	
.....	56
<b>9.3.5... Systémy uvnitř věže</b> .....	
.....	56
<b>9.3.6... Betonové základy</b> .....	
.....	56
<b>9.3.7... Základy na skalnatém podloží</b> .....	
56	

<b>9.3.8...</b> Základna konstrukce s jedním pilotem.....	57
<b>9.3.9...</b> Základy u příbřežních konstrukcí.....	57
<b>9.4.....</b> Dimenzování tvaru elektrody.....	... 57
<b>9.5.....</b> Provedení a údržba uzemňovací soustavy.....	57
<b>10.....</b> Bezpečnost osob.....	58
<b>11.....</b> Dokumentace systému ochrany před bleskem.....	59
<b>11.1....</b> Obecně.....	59
<b>11.2....</b> Dokumentace nezbytná během vyhodnocování konstrukce.....	59
<b>11.2.1</b> Obecně.....	59
<b>11.2.2</b> Obecná dokumentace.....	59
<b>11.2.3</b> Dokumentace týkající se listů vrtule.....	59
<b>11.2.4</b> Dokumentace k mechanickým systémům.....	60
<b>11.2.5</b> Dokumentace k elektrickým a elektronickým systémům.....	60
<b>11.2.6</b> Dokumentace k uzemňovacím soustavám a systému pospojování.....	60
<b>11.2.7</b> Dokumentace týkající se krytu gondoly, náboje a systémů ochrany věže před bleskem.....	60

<b>11.3....</b> Informace specifické pro stanoviště.....	60
<b>11.4....</b> Dokumentace poskytovaná v příručkách pro kontrolu LPS.....	61
<b>11.5....</b> Příručky.....	61
<b>12.....</b> Kontrola systému ochrany před bleskem.....	61
<b>12.1....</b> Účel kontroly.....	61
<b>12.2....</b> Pořadí kontrol.....	61
<b>12.2.1</b> Obecně.....	61
<b>12.2.2</b> Kontrola během výroby větrné elektrárny.....	61
<b>12.2.3</b> Kontrola během instalace větrné elektrárny.....	61
<b>12.2.4</b> Kontrola při uvedení větrné elektrárny do provozu a periodická kontrola.....	62
<b>12.2.5</b> Kontrola po odstranění nebo opravě hlavních částí.....	63
<b>12.3....</b> Údržba.....	63
<b>Příloha A</b> (informativní) Jev blesku ve vztahu k větrným elektrárnám.....	64
<b>A.1.....</b> Prostředí s výskytem blesků pro větrné elektrárny.....	64
<b>A.1.1..</b> Obecně.....	64

<b>A.1.2.. Vlastnosti</b> blesku.....	64
<b>A.1.3.. Formování bleskového výboje a elektrické</b> parametry.....	64
<b>A.1.4.. Blesky do</b> země.....	65
<b>A.1.5.. Blesky ze</b> země.....	69
<b>A.2..... Parametry bleskového proudu týkající se místa úderu</b> blesku.....	71
<b>A.3..... Proud výboje bez zpětného</b> výboje.....	73
<b>A.4..... Elektromagnetický impulz blesku, LEPM,</b> účinky.....	73
<b>Příloha B (informativní) Stanovení expozice úderu</b> blesku.....	74
<b>B.1.....</b> Obecně.....	74
<b>B.2..... Metodologie pro přibližný výpočet průměrného ročního počtu úderů blesku nebo výbojů do</b> elektráren ve větrných farmách a blesků ze země v souvislosti s větrnými elektrárnami.....	74
<b>B.2.1..</b> Obecně.....	74
<b>B.2.2.. Metodologie pro přibližné stanovení průměrného ročního počtu úderů blesku do elektráren</b> ve větrných farmách zvýšením pozičního činitele zohledňujícího blesky směřující z větrných elektráren vzhůru.....	74
<b>B.2.3.. Procento blesků směřujících vzhůru ve větrných</b> farmách.....	77
<b>B.3..... Vysvětlení</b> termínů.....	77
<b>B.3.1.. Poškození</b> a ztráta.....	



..... 77

**B.3.2.. Složení**

rizika.....  
..... 78

**B.3.3.. Stanovení složek**

rizika.....  
..... 79

**B.3.4.. Četnost**

poškození.....  
..... 79

**B.3.5.. Stanovení pravděpodobnosti poškození**

$P_X$ ..... 80

**B.4.... Stanovení pravděpodobnosti poškození větrné**

elektrárny..... 80

**B.4.1.. Pravděpodobnost výskytu nebezpečných dotkových a krokových napětí způsobených úderem blesku -  $P_{AT}$ ..... 80**

**B.4.2.. Pravděpodobnost s jakou může úder blesku do větrné elektrárny způsobit zranění osobám nacházejícím se na konstrukci -**

$P_{AD}$ .....  
..... 81

**B.4.3.. Pravděpodobnost s jakou úder blesku do větrné elektrárny způsobí fyzické škody -**

$P_B$ ..... 82

**B.4.4.. Pravděpodobnost s jakou úder blesku do větrné elektrárny způsobí selhání vnitřních systémů -  $P_C$ ..... 83**

**B.4.5.. Pravděpodobnost s jakou úder blesku v blízkosti větrné elektrárny způsobí selhání vnitřních systémů -  $P_M$ ..... 84**

**B.4.6..** Pravděpodobnost s jakou úder blesku do obslužného vedení způsobí zranění osob v důsledku dotykového napětí -

$P_U$ .....  
.. 84

**B.4.7..** Pravděpodobnost s jakou úder blesku do obslužného vedení způsobí fyzické škody -

$P_V$ ..... 84

**B.4.8..** Pravděpodobnost s jakou úder blesku do obslužného vedení způsobí selhání vnitřních systémů -  $P_W$ ..... 85

**B.4.9..** Pravděpodobnost s jakou úder blesku v blízkosti připojeného obslužného vedení způsobí selhání vnitřních systémů -

$P_Z$ .....  
... 85

**B.4.10** Pravděpodobnost výskytu osob na nebezpečném místě -

$P_p$ ..... 86

**B.4.11** Pravděpodobnost výskytu osob na nebezpečném místě -

$P_e$ ..... 86

**B.5.....** Vyčíslení ztrát  $L_x$  ve větrné elektrárně.....

86

**B.5.1..**

Obecně.....  
..... 86

**B.5.2..** Střední hodnota relativní ztráty za nebezpečnou

událost..... 86

**Příloha C** (informativní) Způsoby ochrany

listů..... 88

**C.1.....**

Obecně.....  
..... 88

**C.1.1..** Typy listů a způsoby jejich

ochrany..... 88

**C.1.2..** Mechanismus poškození

listu..... 89

**C.2.....** Způsoby

ochrany.....  
..... 89

**C.2.1..**

Obecně.....	89
<b>C.2.2.</b> Jímací soustavy blesku na povrchu listu nebo zabudované do povrchu.....	90
<b>C.2.3.</b> Lepicí metalické pásy a segmentované svodové pásy.....	90
<b>C.2.4.</b> Vnitřní svodové systémy.....	90
<b>C.2.5.</b> Povrch z vodivých materiálů.....	91
<b>C.3....</b> Strukturální součásti vyrobené z CFRP.....	91
<b>C.4....</b> Záležitosti spojené s vodivými součástmi.....	92
<b>C.5....</b> Účinnost zachycení.....	93
<b>C.6....</b> Dimenzování systémů ochrany před bleskem.....	93
<b>C.7....</b> Spojení listu s nábojem.....	96
<b>C.8....</b> Expozice listů větrných elektráren v praxi.....	96
<b>C.8.1.</b> Obecně.....	96
<b>C.8.2.</b> Použití.....	96
<b>C.8.3.</b> Expozice v reálném provozu.....	96
<b>Příloha D</b> (normativní) Specifikace zkoušek.....	97
<b>D.1....</b>	

Obecně.....	97
<b>D.2.....</b> Zkoušky absorpce úderu vysokého napětí.....	97
<b>D.2.1..</b> Ověření účinnosti jímací soustavy.....	97
<b>D.2.2..</b> Zkouška absorpce prvotního výboje.....	97
<b>D.2.3..</b> Zkouška zásahem následným výbojem.....	106
<b>D.3.....</b> Zkoušky fyzického poškození vysokým proudem.....	109
<b>D.3.1..</b> Obecně.....	109
<b>D.3.2..</b> Zkouška na zásah obloukem.....	109
<b>D.3.3..</b> Zkouška vedeným proudem.....	113
<b>Příloha E</b> (informativní) Aplikace prostředí s výskytem blesku a zón ochrany před bleskem (LPZ).....	118
<b>E.1.....</b> Prostředí s výskytem blesku z hlediska listů.....	118
<b>E.1.1..</b> Aplikace.....	118
<b>E.1.2..</b> Příklady zjednodušených oblastí prostředí s výskytem blesku.....	118

<b>E.1.3..</b> Přechody oblastí.....	119
<b>E.2.....</b> Definice zón ochrany před bleskem pro elektrárny (ne listy).....	120
<b>E.2.1..</b> Obecně.....	120
<b>E.2.2..</b> LPZ 0.....	120
<b>E.2.3..</b> Ostatní zóny.....	121
<b>E.2.4..</b> Hranice zóny.....	122
<b>E.2.5..</b> Požadavky ochranné zóny.....	123
<b>Příloha F</b> (informativní) Volba a instalace koordinované ochrany SPD ve větrných elektrárnách.....	125
<b>F.1.....</b> Umístění SPD.....	125
<b>F.2.....</b> Volba SPD.....	125
<b>F.3.....</b> Instalace SPD.....	125
<b>F.4.....</b> Namáhání SPD okolním prostředím.....	126
<b>F.5.....</b> Indikace stavu SPD a monitorování SPD pro případ poruchy SPD.....	127
<b>F.6.....</b> Volba SPD s ohledem na úroveň ochrany ( $U_p$ ) a úroveň odolnosti systému.....	127

<b>F.7.....</b> Volba SPD s ohledem na přepětí vytvářená uvnitř větrných elektráren.....	127
<b>F.8.....</b> Volba SPD s ohledem na proud výboje ( $I_n$ ) a impulzní proud ( $I_{imp}$ ).....	127
<b>Příloha G</b> (informativní) Informace týkající se způsobu pospojování, stínění a instalace.....	129
<b>G.1....</b> Další informace týkající se pospojování.....	129
<b>G.2....</b> Další informace týkající se způsobů stínění a instalace.....	129
<b>Příloha H</b> (informativní) Zkušební metody zkoušek úrovně odolnosti systému.....	133
<b>Příloha I</b> (informativní) Zemnicí soustava.....	138
<b>I.1.....</b> Obecně.....	138
<b>I.1.1....</b> Typy zemnicích soustav.....	138
<b>I.1.2....</b> Konstrukce.....	138
<b>I.2.....</b> Rozměry tvaru elektrody.....	139
<b>I.2.1....</b> Typ uspořádání.....	139
<b>I.2.2....</b> Závislost kmitočtu na zemní impedanci.....	141
<b>I.3.....</b> Vyjádření zemního odporu pro různé konfigurace elektrod.....	142
<b>Příloha J</b> (informativní) Příklady definovaných měřicích bodů.....	144
<b>Příloha K</b> (informativní) Klasifikace poškození bleskem založená na řízení rizik.....	146

<b>K.1....</b>	
Obecně.....	146
<b>K.2.... Poškození listu</b>	
bleskem.....	146
<b>K.2.1.. Klasifikace poškození listu způsobeného</b>	
bleskem.....	146
<b>K.2.2.. Možné příčiny poškození listu</b>	
bleskem.....	147
<b>K.2.3.. Opatření proti poškození listu</b>	
bleskem.....	147
<b>K.3.... Poškození bleskem u dalších</b>	
součástí.....	149
<b>K.3.1.. Klasifikace poškození bleskem u dalších</b>	
součástí.....	149
<b>K.3.2.. Opatření proti poškození ostatních součástí</b>	
bleskem.....	149
<b>K.4.... Typický dotazník týkající se poškození</b>	
bleskem.....	150
<b>K.4.1..</b>	
Obecně.....	150
<b>K.4.2.. Vzorek</b>	
dotazníku.....	150
<b>Příloha L (informativní) Monitorovací</b>	
systemy.....	153
<b>Příloha M (informativní) Pokyny pro malé větrné</b>	
elektrárny.....	155

<b>Příloha N</b> (informativní) Pokyny pro ověření podobnosti listu.....	156
<b>N.1.....</b> Obecně.....	156
<b>N.2.....</b> Omezení související s podobností.....	156
<b>Příloha O</b> (informativní) Pokyny pro ověření numerických analytických metod.....	158
<b>O.1.....</b> Obecně.....	158
<b>O.2.....</b> Rozložení napětí a proudu v listu.....	158
<b>O.3.....</b> Analýza nepřímých účinků.....	159
<b>Příloha P</b> (informativní) Zkoušky rotujících součástí.....	160
<b>P.1.....</b> Obecně.....	160
<b>P.2.....</b> Zkušební vzorek.....	160
<b>P.2.1..</b> Zkušební vzorek znázorňující stacionární / téměř stacionární ložisko.....	160
<b>P.2.2..</b> Zkušební vzorek znázorňující rotující ložisko.....	160
<b>P.3.....</b> Zkušební uspořádání.....	160
<b>P.3.1..</b> Zkušební uspořádání představující stacionární/téměř stacionární ložisko.....	160
<b>P.3.2..</b> Zkušební uspořádání představující rotující ložisko.....	161



<b>P.4.....</b> Postup zkoušky.....	162
<b>P.5.....</b> Kritéria splnění/nesplnění.....	163
<b>Příloha Q</b> (informativní) Uzemňovací soustavy větrných farem.....	164
Bibliografie.....	165
<b>Příloha ZA</b> (normativní) Normativní odkazy na mezinárodní publikace a jim odpovídající evropské publikace.....	167
Obrázek 1 - Sběrná oblast větrné elektrárny.....	31
Obrázek 2 - Příklad sběrné oblasti celé větrné farmy ( $A_{DWF}$ ) s 10 větrnými elektrárnami (černé body) a zohledněním překryvání.....	31
Obrázek 3 - Sběrná oblast větrné elektrárny o výšce $H_a$ a další konstrukce o výšce $H_b$ připojené pomocí podzemního kabelu o délce $L_c$ .....	33
Obrázek 4 - Příklady možné SPM (ochranných opatření proti rázům).....	46
Obrázek 5 - Propojení dvou LPZ 1 pomocí SPD.....	46
Obrázek 6 - Propojení dvou LPZ 1 stíněnými kabely nebo stíněným kabelovodem.....	46
Obrázek 7 - Magnetické pole uvnitř uzavřeného krytu způsobené dlouhým kabelem spojujícím vstup do krytu a SPD.....	49
Obrázek 8 - Dodatečná ochranná opatření.....	50
Obrázek 9 - Příklady umístění VVN svodičů ve dvou typických hlavních elektrických obvodech větrných elektráren.....	53
Obrázek A.1 - Procesy probíhající při formování blesku do země.....	65

Obrázek A.2 - Typický profil negativního blesku do země.....	66
Obrázek A.3 - Definice parametrů krátkých výbojů (typicky $T_2 < 2$ ms).....	66
Obrázek A.4 - Definice parametrů dlouhého výboje (typicky $2 \text{ ms} < T_{\text{dlouhý}} < 1$ s).....	67
Obrázek A.5 - Možné součásti blesku do země (typicky na rovinném terénu a do nízkých objektů).....	68
Obrázek A.6 - Typický profil pozitivního blesku do země.....	68
Obrázek A.7 - Procesy spojené s formováním blesku ze země během letního a zimního období.....	69
Obrázek A.8 - Typický profil záporného výboje iniciovaného směrem vzhůru.....	69
Obrázek A.9 - Možné součásti blesku ze země (typické pro exponované a/nebo vysoké konstrukce).....	71
Obrázek B.1 - Mapa světa zobrazující blesky v zimním období na základě dat LLS a povětrnostních podmínek.....	75
Obrázek B.2 - Podrobné mapy výskytu blesků v zimě založené na datech LLS a povětrnostních podmínkách.....	76
Obrázek B.3 - Popis poměru $h/d$ .....	76

Obrázek C.1 - Typy listů větrných elektráren.....	88
Obrázek C.2 - Koncepce ochrany před bleskem u listů velkých moderních větrných elektráren.....	90
Obrázek C.3 - Napětí mezi trasou bleskového proudu a vedením k čidlu způsobené vzájemnou vazbou a impedancí trasy proudu.....	92
Obrázek D.1 - Příklad schématu A zkoušky na zásah prvotního výboje.....	99
Obrázek D.2 - Možné orientace související se schématem A zkoušky zásahu prvotního výboje.....	100
Obrázek D.3 - Definice podélné osy listu při zkouškách zásahu bleskem.....	100
Obrázek D.4 - Příklad použití úhlů během vysokonapěťové zkoušky.....	101
Obrázek D.5 - Příklad spojení výboje v bodu nalézajícím se mimo zkušební vzorek.....	102
Obrázek D.6 - Schéma B zkoušky spojení prvotního výboje.....	102
Obrázek D.7 - Typický nárůst spínacího impulzního napětí do přeskočení (rozděleno po 100 ms).....	104
Obrázek D.8 - Zkušební uspořádání pro zkoušku zásahem následným výbojem.....	107
Obrázek D.9 - Tvar vlny napětí bleskového rázu.....	107
Obrázek D.10 - Napětí bleskového rázu ustřižené za čelem.....	108
Obrázek D.11 - Polohy vysokonapěťové elektrody pro zkoušku úderu následným výbojem.....	109
Obrázek D.12 - Sestava pro zkoušku na vysoký proud u zkoušky na zásah obloukem.....	111
Obrázek D.13 - Typické zkušební elektrody s odchýleným výbojem.....	112
Obrázek D.14 - Příklad uspořádání pro zkoušky vedení	

proudu.....	115
Obrázek E.1 - Příklady obecné definice prostředí s výskytem blesku u listu.....	118
Obrázek E.2 - Princip valící se koule použitý u větrné elektrárny.....	121
Obrázek E.3 - Pletivo s velkými oky pro gondolu s krytem z GFRP.....	122
Obrázek E.4 - Pletivo s malými oky pro gondolu s krytem z GFRP.....	122
Obrázek E.5 - Dvě skříně definované jako LPZ 2 spojené pomocí stínění stíněného kabelu.....	122
Obrázek E.6 - Příklad: rozdělení větrné elektrárny do různých zón ochrany před bleskem.....	123
Obrázek E.7 - Příklad dokumentace systému opatření chránících proti rázům (SPM) rozdělením elektrického systému do zón s vyznačením, kde obvody překračují hranice LPZ a zobrazením dlouhých kabelů vedoucích mezi základnou věže a gondolou.....	124
Obrázek F.1 - Dvoubodové schéma instalace.....	126
Obrázek F.2 - Schéma instalace zemního propojení.....	126
Obrázek G.1 - Dvě ovládací skříně umístěné uvnitř gondoly na různých kovových platformách.....	129
Obrázek G.2 - Mechanismus magnetické vazby.....	130
Obrázek G.3 - Měření vazebního odporu.....	131
Obrázek H.1 - Příklad obvodu pro zkoušku SPD na výboj proudu za provozních podmínek.....	134
Obrázek H.2 - Typická zkušební schémata pro připojení zkušebního proudu.....	136
Obrázek H.3 - Příklad obvodu pro indukční zkoušku na bleskové proudy.....	137
Obrázek I.1 - Minimální délka ( $l_1$ ) každé zemní elektrody podle třídy LPS.....	140
Obrázek I.2 - Závislost kmitočtu na impedanci	

země.....	141
Obrázek J.1 - Příklad měřicích bodů.....	144
Obrázek K.1 - Schéma doporučených protiopatření podle klasifikace událostí.....	148
Obrázek K.2 - Náčrtek listu pro označení míst poškození.....	152
Obrázek N.1 - Definice názvosloví obtékání listu.....	157
Obrázek O.1 - Příklad geometrie listu pro simulaci rozložení proudu a napětí.....	158
Obrázek O.2 - Příklady geometrie pro simulaci nepřímých účinků na gondolu.....	159
Obrázek P.1 - Možné zkušební uspořádání pro ložisko nastavení úhlu náběhu.....	160

Obrázek P.2 – Možné místo připojení zkušebního proudu u ložiska nastavení úhlu náběhu.....	161
Obrázek P.3 – Možné schéma pro zkoušky hlavního ložiska.....	162
Obrázek P.4 – Příklad měření sériového odporu zkušebního vzorku.....	163
Tabulka 1 – Maximální hodnoty parametrů blesku podle LPL (převzato z IEC 62305-1).....	27
Tabulka 2 – Minimální hodnoty parametrů blesku a příslušného poloměru valcí se koule odpovídající LPL (převzato z IEC 62305-1).....	28
Tabulka 3 – Sběrné oblasti $A_L$ a $A_I$ u nadzemního a podzemního obslužného vedení.....	33
Tabulka 4 – Parametry příslušející ke stanovení složek rizika pro větrné elektrárny (odpovídá IEC 62305-2).....	35
Tabulka 5 – Ověření konceptů ložisek a konstrukce ochrany ložisek.....	42
Tabulka 6 – Obecné kontrolní intervaly LPS.....	62
Tabulka A.1 – Parametry proudu blesku do země.....	67
Tabulka A.2 – Parametry proudu u blesku ze země.....	70
Tabulka A.3 – Souhrn parametrů souvisejících s nebezpečím úderu blesku, které se zohledňují při výpočtu zkušebních hodnot pro různé součásti LPS a různé LPL.....	72
Tabulka B.1 – Doporučené hodnoty jednotlivých pozičních činitelů.....	75
Tabulka B.2 – Rozsah aktivity blesků směřujících vzhůru jako funkce aktivity blesků v zimě pro větrné elektrárny v rovinném terénu.....	77

Tabulka B.3 - Hodnoty pravděpodobnosti $P_A$ s jakou úder blesku do větrné elektrárny způsobí zranění osob kvůli nebezpečným dotykovým a krokovým napětím (odpovídá IEC 62305-2).....	81
Tabulka B.4 - Hodnoty redukčního činitele $r_t$ vyjádřeného jako funkce typu povrchu země nebo podlaží (odpovídá IEC 62305-2).....	81
Tabulka B.5 - Hodnoty pravděpodobnosti $P_o$ v závislosti na pozici osoby v exponované oblasti (odpovídá IEC 62305-2)	82
Tabulka B.6 - Hodnoty pravděpodobnosti $P_{LPS}$ v závislosti na ochranných opatřeních chránících exponované oblasti větrné elektrárny před přímým úderem blesku a snižujících fyzické škody (odpovídá IEC 62305-2).....	82
Tabulka B.7 - Hodnoty pravděpodobnosti $P_s$ s jakou úder blesku do větrné elektrárny způsobí nebezpečné jiskření (odpovídá IEC 62305-2).....	82
Tabulka B.8 - Hodnoty redukčního činitele $r_p$ jako funkce opatření přijatých k omezení následků požáru (odpovídá IEC 62305-2).....	83
Tabulka B.9 - Hodnoty redukčního činitele $r_f$ jako funkce rizika požáru ve větrné elektrárně (odpovídá IEC 62305-2).....	83
Tabulka B.10 - Hodnoty pravděpodobnosti $P_{LI}$ závisí na typu vedení a výdržném rázu napětí $U_w$ zařízení (odpovídá IEC 62305-2).....	86
Tabulka B.11 - Hodnoty ztráty pro každou zónu (odpovídá IEC 62305-2).....	86
Tabulka B.12 - Typické střední hodnoty $L_T$ , $L_D$ , $L_F$ a $L_O$ (odpovídá IEC 62305-2).....	87
Tabulka C.1 - Materiál, konfigurace a minimální průřez vodičů jímací soustavy, prutů jímací soustavy, zemních tyčí a svodových vodičů <sup>a</sup> (odpovídá IEC 62305-3).....	94
Tabulka C.2 - Fyzikální vlastnosti typických materiálů používaných v systémech ochrany před bleskem	

(odpovídá IEC  
62305-1).....  
..... 95

Tabulka C.3 - Nárůst teploty [K] u různých vodičů jako funkce  $W/R$  (odpovídá IEC  
62305-1)..... 95

Tabulka C.4 - Rozsah rozmístění přímých úderů vycházející ze sběru dat rozložení zásahů vzhledem  
ke vzdálenosti  
od špičky listů větrných elektráren pro délky listu 39 m až 45 m obsahujících i neobsahujících  
CFRP..... 96

Tabulka D.1 - Parametry zkušebního proudu odpovídající LPL  
I..... 113

Tabulka D.2 - Parametry zkušebního proudu pro zkoušky zimních blesků (doba trvání maximálně  
1 s)..... 113

Tabulka D.3 - Parametry zkušebního proudu odpovídající LPL  
I..... 116

Tabulka D.4 - Parametry zkušebního proudu odpovídající LPL I (u pohyblivých  
cest)..... 116

Tabulka D.5 - Parametry zkušebního proudu pro zkoušky vystavení zimním bleskům (doba trvání  
maximálně 1 s)..... 116

Tabulka E.1 - Definice oblastí listu příkladu z koncepce  
A..... 119



Tabulka E.2 – Definice oblastí listu příkladu z koncepce B.....	119
Tabulka E.3 – Definice zón ochrany před bleskem podle IEC 62305-1.....	120
Tabulka F.1 – Úrovně proudu výboje a impulzu pro systémy TN stanovené v IEC 60364-5-53.....	127
Tabulka F.2 – Příklad zvýšených úrovní proudu výboje a impulzu pro systémy TN.....	128
Tabulka I.1 – Impulzní účinnost několika uspořádání zemnicích tyčí v porovnání s 12 m dlouhou svislou zemnicí tyčí (100 %).....	141
Tabulka I.2 – Symboly používané v tabulkách I.3 až I.6.....	142
Tabulka I.3 – Vzorce pro různé konfigurace zemní elektrody.....	142
Tabulka I.4 – Vzorce pro zapuštěnou kruhovou elektrodu kombinovanou se svislými tyčemi.....	143
Tabulka I.5 – Vzorce pro zapuštěnou kruhovou elektrodu kombinovanou s paprskovitými elektrodami.....	143
Tabulka I.6 – Vzorce pro zapuštěnou přímou vodorovnou elektrodu kombinovanou se svislými tyčemi.....	143
Tabulka J.1 – Měřicí body a zaznamenávané odpory.....	145
Tabulka K.1 – Klasifikace poškození listu způsobeného bleskem.....	147
Tabulka K.2 – Matice poškození listu bleskem zohledňující řízení rizik.....	149
Tabulka K.3 – Klasifikace poškození ostatních součástí bleskem.....	150
Tabulka L.1 – Hlediska důležitá pro systémy detekce blesků pro rozsáhlé oblasti.....	153
Tabulka L.2 – Hlediska důležitá pro místní aktivní systémy detekce blesku.....	154
Tabulka L.3 – Hlediska důležitá pro místní pasivní systémy detekce	

blesku..... 154

Tabulka N.1 - Položky, které je nutno zkontrolovat a ověřit při vyhodnocování  
podobnosti..... 156

Tabulka P.1 - Postup zkoušky vysokým proudem u rotujících  
součástí..... 163

# 1 Rozsah platnosti

Tato část IEC 61400 se týká ochrany generátorů větrných turbín a větrných elektráren před bleskem. Příloha M se zabývá směrnicemi pro malé větrné turbíny.

Tento dokument definuje prostředí s výskytem blesků a vyhodnocuje rizika, která toto prostředí představuje pro větrné elektrárny. Definuje požadavky na ochranu listů vrtule, ostatních konstrukčních prvků a elektrických i řídicích systémů před jak přímým, tak nepřímým působením blesku. Obsahuje i zkušební metody pro ověření shody.

Uvádí pokyny pro použití platné ochrany před bleskem, průmyslové, elektrické a EMC normy včetně uzemnění.

Uvádí pokyny týkající se bezpečnosti osob.

Uvádí pokyny pro statistiku a hlášení škod.

Normativní reference odkazují na obecné normy týkající se ochrany před bleskem, soustavy nízkého a vysokého napětí pro strojní zařízení a instalace a elektromagnetickou kompatibilitu (EMC).

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