

# ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA

ICS 27.180 **Únor 2014**

## **Větrné elektrárny - Část 12-2: Výkonové charakteristiky větrných elektráren na základě anemometrie gondoly**

**ČSN**  
**EN 61400-12-2**  
33 3160

idt IEC 61400-12-2:2013

Wind turbines -

Part 12-2: Power performance of electricity-producing wind turbines based on nacelle anemometry

Eoliennes -

Partie 12-2: Performance de puissance des éoliennes de production d'électricité basée sur l'anémométrie de nacelle

Windenergieanlagen -

Teil 12-2: Messung des Leistungsverhaltens von Elektrizität erzeugenden Windturbinen basierend auf Gondelanemometrie

Tato norma je českou verzí evropské normy EN 61400-12-2:2013. Překlad byl zajištěn Úřadem pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Má stejný status jako oficiální verze.

This standard is the Czech version of the European Standard EN 61400-12-2:2013. It was translated by the Czech Office for Standards, Metrology and Testing. It has the same status as the official version.

Národní předmluva

Informace o citovaných dokumentech

IEC 60688 zavedena v ČSN EN 60688 ed. 2 (35 6215) Elektrické měřicí převodníky pro převod střídavých a stejnosměrných elektrických veličin na analogové nebo číslicové signály

IEC 61400-12-1:2005 zavedena v ČSN EN 61400-12-1:2007 (33 3160) Větrné elektrárny - Část 12-1: Měření výkonu větrných elektráren

IEC 61869-2 zavedena v ČSN EN 61869-2 (35 1350) Přístrojové transformátory - Část 2: Dodatečné požadavky na transformátory proudu

IEC 61869-3 zavedena v ČSN EN 61869-3 (35 1350) Přístrojové transformátory - Část 3: Dodatečné požadavky pro indukční transformátory napětí

ISO/IEC 17025 zavedena v ČSN EN ISO/IEC 17025 (01 5253) Posuzování shody - obecné požadavky na

způsobilost zkušebních a kalibračních laboratoří

ISO/IEC Pokyn 98-3 zaveden v TNI 01 4109-3 (01 4109) Nejistoty měření – Část 3: Pokyn pro vyjádření nejistoty měření (GUM:1995) (Pokyn ISO/IEC 98-3)

Informativní údaje z IEC 61400-12-2:2013

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

Text této normy se zakládá na těchto dokumentech:

FDIS	Zpráva o hlasování
88/442/FDIS	88/445/RVD

Úplnou informaci o hlasování lze najít ve zprávě o hlasování ve výše uvedené tabulce.

Tato publikace byla vypracována 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 této publikace se nebude měnit až do výsledného data aktualizace uvedeného na webových stránkách IEC (<http://webstore.iec.ch>) v údajích o této publikaci. K tomuto datu bude publikace buď

- znovu potvrzena;
- zrušena;
- nahrazena revidovaným vydáním, nebo
- změněna.

Vysvětlivky k textu převzaté 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 používat taková vydání ČSN, která přejímají nejnovější vydání nedatovaných evropských/mezinárodních norem (včetně všech změn).

Vypracování normy

Zpracovatel: Bršlica Brno, IČ 88347711, Doc. Ing. Vít Bršlica, CSc.

Technická normalizační komise: TNK 97 Elektroenergetika

Pracovník Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví: Ing. Jiří Holub

**EVROPSKÁ NORMA EN 61400-12-2**  
**EUROPEAN STANDARD**  
**NORME EUROPÉENNE**  
**EUROPÄISCHE NORM** Červenec 2013

ICS 27.180

**Větrné elektrárny -**

## **Část 12-2: Výkonové charakteristiky větrných elektráren na základě anemometrie gondoly (IEC 61400-12-2:2013)**

Wind turbines –

Part 12-2: Power performance of electricity-producing wind turbines based on nacelle anemometry  
(IEC 61400-12-2:2013)

Eoliennes –  
Partie 12-2: Performance de puissance  
des éoliennes de production d'électricité basée  
sur l'anémométrie de nacelle  
(CEI 61400-12-2:2013)

Windenergieanlagen –  
Teil 12-2: Messung des Leistungsverhaltens  
von Elektrizität erzeugenden Windturbinen basierend auf  
Gondelanemometrie  
(IEC 61400-12-2:2013)

Tato evropská norma byla schválena CENELEC dne 2013-05-02. 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, Bývalé jugoslávské republiky Makedonie, České republiky, Dánska, Estonska, Finska, Francie, Chorvatska, Irska, Islandu, Itálie, Kypru, Litvy, Lotyšska, Lucemburska, Maďarska, Malty, Německa, Nizozemska, Norska, Polska, Portugalska, Rakouska, Rumunska, Řecka, Slovenska, Slovinska, Spojeného království, Španělska, Švédska, Švýcarska a Turecka.

### **CENELEC**

**Evropský výbor pro normalizaci v elektrotechnice**  
**European Committee for Electrotechnical Standardization**  
**Comité Européen de Normalisation Electrotechnique**  
**Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung**  
**Řídicí centrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brusel**

© 2013 CENELEC Veškerá práva pro využití v jakékoli formě a jakýmikoli prostředky jsou celosvětově vyhrazena členům CENELEC.  
Ref. č. EN 61400-12-2:2013 E

Předmluva

Text dokumentu 88/442/FDIS, budoucího prvního vydání IEC 61400-12-2, vypracovaný technickou komisí IEC/TC 88 *Větrné elektrárny*, byl předložen k paralelnímu hlasování IEC-CENELEC a byl schválen CENELEC jako EN 61400-12-2:2013.

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) 2014-02-02
- nejzazší datum zrušení národních norem, které jsou s dokumentem v rozporu (dow) 2016-05-02

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

## Oznámení o schválení

Text mezinárodní normy IEC 61400-12-2:2013 byl schválen CENELEC jako evropská norma bez jakýchkoliv modifikací.

## Obsah

Strana

### Úvod 8

### **1** Rozsah platnosti 9

### **2** Citované dokumenty 9

### **3** Termíny a definice 10

### **4** Značky a jednotky 13

### **5** Přehled zkušební metody 17

### **6** Příprava na výkonové zkoušky 19

#### **6.1** Obecně 19

#### **6.2** Větrná elektrárna 19

#### **6.3** Místo zkoušky 19

##### **6.3.1** Klasifikace terénu 20

##### **6.3.2** *RIX* indexy 20

##### **6.3.3** Průměrný sklon 20

##### **6.3.4** Určení třídy terénu 20

##### **6.3.5** Hřebenové útvary 21

#### **6.4** Gondolová přenosová funkce rychlosti větru 22

#### **6.5** Plán zkoušky 22

### **7** Zkušební zařízení 22

#### **7.1** Elektrický výkon 22

#### **7.2** Rychlost větru 22

#### **7.3** Směr větru 23

<b>7.3.1</b>	Snímač polohy vybočení gondoly	23
<b>7.3.2</b>	Senzor směru větru na gondole	23
<b>7.3.3</b>	Směr větru	23
<b>7.4</b>	Hustota vzduchu	24
<b>7.5</b>	Rychlost vrtule	24
<b>7.6</b>	Úhel nastavení	24
<b>7.7</b>	Stav větrné elektrárny	24
<b>7.8</b>	Sběr dat	25
<b>8</b>	Postup měření	25
<b>8.1</b>	Obecně	25
<b>8.2</b>	Provoz větrné elektrárny	25
<b>8.3</b>	Synchronizace datového (datových) systému(ů)	25
<b>8.4</b>	Sběr dat	26
<b>8.5</b>	Kontrola kvality údajů	26
<b>8.6</b>	Vyřazení dat	27
<b>8.7</b>	Oprava údajů	27
<b>8.8</b>	Databáze	28
<b>9</b>	Odvozené výsledky	28
<b>9.1</b>	Normalizace dat	28
<b>9.1.1</b>	Korekce hustoty	28
<b>9.2</b>	Stanovení měřené výkonové křivky	29
<b>9.3</b>	Roční výroba energie (AEP)	29
<b>9.4</b>	Výkonový koeficient	30
<b>9.5</b>	Analýza nejistoty	30
<b>10</b>	Formát zpracování zprávy	30
<b>Příloha A</b>	(informativní) Montáž přístrojů na gondolu	37
<b>Příloha B</b>	(normativní) Postup pro měření sektorů	38

- Příloha C** (normativní) Postup pro platnou přenosovou funkci gondoly 43
- Příloha D** (normativní) Postup měření pro gondolovou přenosovou funkci rychlosti větru 44
- Příloha E** (normativní) Vyhodnocení nejistoty měření 50
- Příloha F** (normativní) Teoretický základ pro určení nejistoty měření pomocí metody třídních intervalů 53
- Příloha G** (normativní) Odhady a výpočet nejistoty NTF/NPC 60
- Příloha H** (normativní) Přípustné přístrojové typy anemometrů 71
- Příloha I** (informativní) Výsledky a posouzení nejistoty 73
- Příloha J** (informativní) Příklad určení NTF/NPC nejistoty u více elektráren 77
- Příloha K** (informativní) Organizace zkoušky, bezpečnost a komunikace 85
- Příloha L** (informativní) Vývojový diagram NPC a NTF 86
- Příloha ZA** (normativní) Normativní odkazy na mezinárodní publikace a na jim příslušející evropské publikace 88
- Obrázek 1 – Přehled procesu 18
- Obrázek 2 – Prezentace vzorových dat: přenosová funkce vyplývající z přílohy D 33
- Obrázek 3 – Prezentace vzorových dat: graf rozptylu pro zkoušku výkonových parametrů na gondole 34
- Obrázek 4 – Prezentace vzorových dat: výkonová křivka pro třídní intervaly s pásmovou nejistotou 34
- Obrázek 5 – Prezentace vzorových dat: naměřená křivka výkonu a  $C_p$  křivka 35
- Obrázek A.1 – Montáž anemometru v horní části gondoly 37
- Obrázek B.1 – Sektory k vyloučení z důvodu vlivu sousedních a provozovaných větrných elektráren a významných překážek 40
- Obrázek B.2 – Příklad výsledku kontroly vnitřní konzistence sektoru 42
- Obrázek D.1 – Přenosová funkce gondoly pro rychlost větru 48
- Obrázek J.1 – Vliv zkoušek více elektráren na nejistotu měření 84
- Obrázek J.2 – Vliv zkoušek více elektráren na nejistotu vzorkování 84
- Obrázek L.1 – Vývojový diagram tvorby NPC 86
- Obrázek L.2 – Vývojový diagram tvorby NTF 87
- Tabulka 1 – Třídy sklonu terénu 21

Tabulka 2 – Třídy terénu *RIX* 21

Tabulka 3 – Konečná třída terénu 21

Tabulka 4 – Maximální účinky hřebenového kroku na třídu terénu 21

Tabulka 5 – Příklad naměřené křivky výkonu 35

Tabulka 6 – Příklad odhadované roční výroby energie 36

Tabulka B.1 – Požadavky na překážky: relevance překážek 39

Tabulka D.1 – Příklad prezentace měřené křivky výkonu na základě dat z meteorologického stožáru, pro kontrolu konzistence 49

Tabulka E.1 – Vyhodnocení složek nejistoty v přenosové funkci gondoly 50

Tabulka E.2 – Vyhodnocení složek nejistoty ve výkonové křivce gondoly 51

Tabulka E.3 – Složky nejistoty absolutního směru větru 52

Tabulka F.1 – Příklad příčin eliminace 54

Strana

Tabulka F.2 – Seznam nejistot kategorie A a B pro NTF 55

Tabulka F.3 – Seznam nejistot kategorie A a B pro NPC 56

Tabulka F.4 – Rozšířené nejistoty 59

Tabulka G.1 – Určení složek nejistoty z kalibrace v místě instalace 60

Tabulka G.2 – Určení složek nejistoty z měření NTF 62

Tabulka G.3 – Určení složek nejistoty z měření NPC 63

Tabulka G.4 – Určení  $u_{vs,i}$  pro NPC třídu terénu 65

Tabulka G.5 – Určení složek nejistoty pro směr větru 66

Tabulka G.6 – Určení příspěvků pro kalibraci v místě instalace 67

Tabulka G.7 – Určení příspěvků pro NTF 67

Tabulka G.8 – Určení příspěvků pro NPC 68

Tabulka J.1 – Seznam korelovaných složek nejistoty 78

Tabulka J.2 – Vzorové údaje pro *AEP* a nejistotu ze 3 elektráren 80

Tabulka J.3 – Příspěvek nejistoty složky k nejistotě *AEP* pro elektrárnu 1 81

Tabulka J.4 – Kombinace složek nejistoty pro všechny elektrárny 82

## Úvod

Účelem této části IEC 61400-12 je stanovit jednotnou metodiku měření, analýzy a tvorby zpráv o výkonových charakteristikách pro jednotlivé větrné elektrárny na základě anemometrie gondoly. Tato norma je určena jen pro větrné elektrárny s horizontální osou dostatečné velikosti, aby montáž anemometru na gondole neměla významný vliv na průtok vrtulí a kolem gondoly, a proto neovlivnila výkon větrné elektrárny. Záměrem této normy je, aby metody zde prezentované byly použity, pokud požadavky stanovené v IEC 61400-12-1:2005 nejsou proveditelné. Tím bude zajištěno, že výsledky jsou tak konzistentní, přesné a reprodukovatelné, jak je to možné v současném stavu přístrojové a měřicí techniky.

Tento postup popisuje, jak charakterizovat výkonové vlastnosti větrné elektrárny z hlediska měřené křivky výkonu a předpokládané roční produkce energie (*AEP*) na základě anemometrie gondoly. V tomto postupu se anemometr nachází na, nebo v blízkosti gondoly zkoušené elektrárny. V tomto místě anemometr měří rychlost větru, která je silně ovlivněna vrtulí měřené elektrárny. Tento postup zahrnuje metody pro stanovení a použití vhodných korekcí pro tuto rušení. Je však třeba poznamenat, že tyto opravy neodmyslitelně zvyšují nejistotu měření ve srovnání se správně nakonfigurovanou zkouškou provedenou v souladu s normou IEC 61400-12-1:2005. Tento postup také poskytuje návod na určení nejistoty měření, včetně posouzení zdrojů nejistoty a doporučení pro jejich kombinování do nejistoty ve vykazovaném výkonu a *AEP*.

Klíčovým prvkem zkoušení výkonových charakteristik je měření rychlosti větru. I když jsou anemometry pečlivě kalibrovány ve kvalitním aerodynamickém tunelu, mohou výkyvy ve velikosti a směru vektoru větru způsobit, že různé anemometry vyhovují jinak v této oblasti. Dále, podmínky průtoku v blízkosti gondoly jsou složité a proměnlivé. Proto by zvláštní pozornost měla být věnována výběru a instalaci anemometru. Tyto otázky jsou zodpovězeny v této normě.

Norma bude přínosem pro ty strany, které se podílejí na výrobě, instalaci, plánování a povolování, provozování, využití a regulaci větrných elektráren. Pokud je to vhodné, technicky přesné metody měření a analýzy doporučené v této normě, by měly být použity všemi stranami, aby zajistily, že další rozvoj a provoz větrných elektráren se provádí v atmosféře konzistentní a přesné komunikace ve vztahu k životnímu prostředí. Tato norma představuje měření a postupy pro podávání zprávy, od které se očekává, že poskytne přesné výsledky, které mohou být opakovány ostatními.

Přitom by si uživatelé této normy měli být vědomi rozdílů, které vznikají z velkých rozdílů ve stříhu větru a intenzitě turbulence, a ze zvolených kritérií pro výběr dat. Proto by měl uživatel před uzavřením smlouvy o měření výkonových charakteristik zvážit vliv těchto rozdílů a kritérií pro výběr dat ve vztahu k účelu zkoušky.

### 1 Rozsah platnosti

Tato část IEC 61400-12 stanovuje postupy pro ověřování shody technických vlastností pro výkonnostní ukazatele jednotky pro výrobu elektřiny, horizontální větrné elektrárny, které nejsou považovány za malé větrné elektrárny podle IEC 61400-2. Očekává se, že tato norma bude použita, v případě kdy zvláštní provozní nebo smluvní specifikace nebudou v souladu s požadavky uvedenými v IEC 61400-12-1:2005. Tento postup může být použit pro vyhodnocení parametrů výkonu specifických elektráren, ve specifickém prostředí, ale stejná metodika může být použita pro obecné srovnání různých modelů elektráren nebo jejich různých nastavení.

Výkonnostní parametry větrné elektrárny charakterizované měřenou křivkou výkonu a předpokládané *AEP* založené na základě gondolového měření rychlosti větru budou ovlivněny vrtulí elektrárny (tj. zrychlení nebo zpomalení rychlosti větru). Gondolové měření rychlosti větru musí tedy být v tomto



smyslu korigováno. Postupy pro určení této korekce budou zahrnuty v metodice. V normě IEC 61400-12-1:2005 je anemometr umístěn v meteorologické věži, která se nachází ve vzdálenosti mezi dvěma až čtyřmi průměry vrtule umístěnými proti větru zkušební elektrárny. Tato poloha umožňuje přímé měření normálního větru, s minimálním rušením od vrtule zkoušené elektrárny. V postupu v normě IEC 61400-12-2, je anemometr umístěn na nebo v blízkosti gondoly zkoušené elektrárny. Zde anemometr měří rychlost větru, která je silně ovlivněna vrtulí zkoušené elektrárny a gondolou. Tento postup zahrnuje metody pro určení a využití vhodných korekcí pro tuto deformaci. Nicméně, je třeba poznamenat, že tyto korekce přirozeně zvyšují nejistoty měření v porovnání se správně nastavenou zkouškou dle normy IEC 61400-12-1:2005.

Norma IEC 61400-12-2 popisuje charakteristiku výstupního výkonu větrné elektrárny z hlediska křivky naměřeného výkonu a odhadu *AEP* (roční produkce energie). Křivka naměřeného výkonu je určena sběrem současných měření rychlosti větru na gondole a výstupního výkonu po dobu, která je dostatečně dlouhá, aby vzniklý datový soubor byl statisticky významný s ohledem na rozsah rychlostí větru, kolísání větru a povětrnostní podmínky. Aby bylo možné přesně změřit výkonovou křivku, je potřeba k měření rychlosti větru na gondole využít upravenou převodní funkci založenou na odhadu rychlosti volně proudícího větru. Postup pro měření a ověření takovéto přechodové funkce je uveden v tomto dokumentu. *AEP* se vypočítá pomocí křivky měřeného výkonu s odkazem na rozložení četnosti rychlosti větru, za předpokladu že jsou 100% dostupné. Norma rovněž poskytuje návod pro stanovení nejistoty měření včetně posouzení zdrojů nejistoty a doporučení pro jejich kombinaci do nejistoty pro udávaný výkon a *AEP*.

Konec náhledu - text dále pokračuje v placené verzi ČSN.