IEC 61400-12

Edition 1.0 2022-09

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

Wind energy generation systems – Part 12: Power performance measurements of electricity producing wind turbines – Overview

Systèmes de génération d'énergie éolienne – Partie 12: Mesurages de performance de puissance des éoliennes de production d'électricité – Vue d'ensemble

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ICS 27.180

ISBN 978-2-8322-5620-6

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

CONTENTS

INTRODUCTION 5
1 Scope 6
2 Normative references 6
3 Terms and definitions 7
4 Symbols, units and abbreviated terms 8
5 Power performance method overview 9
6 Interfaces between International Standards 12
Bibliography 14

Figure 1 – Overview of relationship between standards in the IEC 61400-12 and IEC 61400-50 series 13

Table 1 – Overview of wind measurement configurations for power curve measurements that meet the requirements of this document 12

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

WIND ENERGY GENERATION SYSTEMS –

Part 12: Power performance measurements of electricity producing wind turbines – Overview

FOREWORD

1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

IEC 61400-12 has been prepared by IEC technical committee 88: Wind energy generation systems. It is an International Standard.

This first edition of IEC 61400-12 is part of a structural revision that cancels and replaces the performance standards IEC 61400-12-1:2017 and IEC 61400-12-2:2013. The structural revision contains no technical changes with respect to IEC 61400-12-1:2017 and IEC 61400-12-2:2013, but the parts that relate to wind measurements, measurement of site calibration and assessment of obstacle and terrain have been extracted into separate standards.

The purpose of the re-structure was to allow the future management and revision of the power performance standards to be carried out more efficiently in terms of time and cost and to provide a more logical division of the wind measurement requirements into a series of separate standards which could be referred to by other use case standards in the IEC 61400 series and subsequently maintained and developed by appropriate experts.

The text of this International Standard is based on the following documents:

Draft	Report on voting
88/830/CDV	88/866/RVC

Full information on the voting for its approval can be found in the report on voting indicated in the above table.

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/standardsdev/publications.

A list of all parts in the IEC 61400 series, published under the general title *Wind energy generation systems*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IMPORTANT – The "colour inside" logo on the cover page of this document indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

INTRODUCTION

The IEC 61400-12 series comprises a sub-set of standards which are for use in the evaluation and measurement of the power performance characteristics of wind turbines. The power performance characterization of wind turbines of all types and sizes is covered.

IEC TC 88 has made this revision to reduce the complexity and to improve the maintainability of the previous version. Wind measurement procedures have been extracted from the performance standard, recognizing that wind measurements need to be referenced from other standards, such as in loads, noise and resource assessment measurements. IEC TC 88 recommends that the restructured standards gradually take over the previous standards before Maintenance Cycle Reports are written on the restructured standards introducing new technical requirements. Revision of the restructured documents should be proposed at the same time to incorporate such technical changes, recommendations, clarifications and simplifications.

The purpose of the IEC 61400-12 series is to provide a uniform methodology that will ensure consistency, accuracy and reproducibility in the measurement and analysis of power performance by wind turbines. These International Standards have been prepared with the anticipation that they would be applied by:

a) a wind turbine manufacturer striving to meet well-defined power performance requirements and/or a possible declaration system;

b) a wind turbine purchaser in specifying such performance requirements;

c) a wind turbine operator who can be required to verify that stated, or required, power performance specifications are met for new or refurbished units;

d) a wind turbine planner or regulator who needs to be able to accurately and fairly define power performance characteristics of wind turbines in response to regulations or permit requirements for new or modified installations.

The IEC 61400-12 series provides guidance in the measurement, analysis, and reporting of power performance testing for wind turbines. These International Standards will benefit those parties involved in the manufacture, installation planning and permitting, operation, utilization, and regulation of wind turbines. The technically accurate measurement and analysis techniques recommended in these standards should be applied by all parties to ensure that continuing development and operation of wind turbines is carried out in an atmosphere of consistent and accurate communication relative to wind turbine performance. These standards present measurement and reporting procedures expected to provide accurate results that can be replicated by others. Meanwhile, a user of these standards should be aware of differences in performance or the measurement of performance that arise from large variations in wind shear and turbulence. Not all of the test methods specified in the IEC 61400-12 series enable quantification of the impact of shear and turbulence. Therefore, a user should consider the influence of these differences, the most appropriate test method/standard and the data selection criteria in relation to the purpose of the test before contracting the power performance measurements.

Procedures for calibration, classification and uncertainty assessment of cup anemometers and ultrasonic anemometers are given in IEC 61400-50-1. Procedures for calibration, classification and uncertainty assessment of remote sensing devices are given in IEC 61400-50-2. Special care should be taken in the selection of the instruments chosen to measure the wind speed because it can influence the result of the power performance test.

WIND ENERGY GENERATION SYSTEMS –

Part 12: Power performance measurements of electricity producing wind turbines – Overview

1 Scope

This part of IEC 61400 defines procedures for assessing the power performance characteristics of wind turbines.

This document provides a general introduction to the available options for power performance measurement and the contributing evaluations which are further detailed in the other parts of the IEC 61400-12 series. Although this document (along with other parts of the IEC 61400-12 series) also defines the specifications of the meteorological variables (and in particular wind speed) required for the power performance evaluation, the methods and procedures for measuring or otherwise acquiring the wind speed data are defined in the IEC 61400-50 wind measurement series.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 61400-12-1, *Wind energy generation systems – Part 12-1: Power performance measurements of electricity producing wind turbines*

IEC 61400-12-2, *Wind energy generation systems – Part 12-2: Power performance of electricity producing wind turbines based on nacelle anemometry*

IEC 61400-12-3, *Wind energy generation systems – Part 12-3: Power performance – Measurement based site calibration*

IEC 61400-12-5, *Wind energy generation systems – Part 12-5: Power performance – Assessment of obstacles and terrain*

IEC 61400-12-6, *Wind energy generation systems – Part 12-6: Measurement based nacelle transfer function of electricity producing wind turbines*

IEC 61400-50, *Wind energy generation systems – Part 50: Wind measurement – Overview*

IEC 61400-50-1, *Wind energy generation systems – Part 50-1: Wind measurement – Application of meteorological mast, nacelle and spinner mounted instruments*

IEC 61400-50-2, *Wind energy generation systems – Part 50-2: Wind measurement – Application of ground-mounted remote sensing technology*

IEC 61400-50-3, *Wind energy generation systems – Part 50-3: Use of nacelle-mounted lidars for wind measurements*

SOMMAIRE

INTRODUCTION 19
1 Domaine d'application 20
2 Références normatives 20
3 Termes et définitions 21
4 Symboles, unités et termes abrégés 22
5 Vue d'ensemble de la méthode de performance de puissance 23
6 Interfaces entre les Normes internationales 27
Bibliographie 29

Figure 1 – Vue d'ensemble de la relation entre normes dans les séries IEC 61400-12 et IEC 61400-50 28

Tableau 1 – Vue d'ensemble des configurations de mesure du vent pour les mesurages de la courbe de puissance qui satisfont aux exigences du présent document 26

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

SYSTÈMES DE GÉNÉRATION D'ÉNERGIE ÉOLIENNE –

Partie 12: Mesurages de performance de puissance des éoliennes de production d'électricité – Vue d'ensemble

AVANT-PROPOS

1) La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets.

L'IEC 61400-12 a été établie par le comité d'études 88 de l'IEC: Systèmes de génération d'énergie éolienne. Il s'agit d'une Norme internationale.

La présente première édition de l'IEC 61400-12 fait partie d'une révision structurelle qui annule et remplace les normes de performance IEC 61400-12-1:2017 et IEC 61400-12-2:2013. Cette révision structurelle ne contient aucune modification technique par rapport à l'IEC 61400-12-1:2017 et l'IEC 61400-12-2:2013. Toutefois, les parties relatives aux mesurages du vent, au mesurage de l'étalonnage du site et à l'évaluation des obstacles et du terrain ont été extraites vers des normes distinctes.

Cette restructuration a pour objet de permettre, à l'avenir, une gestion et une révision plus efficaces des normes de performance de puissance en matière de temps et de coût, ainsi que

de fournir une division plus logique des exigences de mesure du vent en une série de normes distinctes auxquelles d'autres normes de cas d'utilisation de la série IEC 61400 pourront faire référence. Ces normes distinctes pourront ultérieurement être maintenues et élaborées par les experts appropriés.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
88/830/CDV	88/866/RVC

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à son approbation.

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/standardsdev/publications.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61400, publiées sous le titre général *Systèmes de génération d'énergie éolienne*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer ce document en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

La série IEC 61400-12 comprend un sous-ensemble de normes qui sont destinées être utilisées lors de l'évaluation et du mesurage des caractéristiques de performance de puissance des éoliennes. La caractérisation de performance de puissance des éoliennes de tous types et toutes tailles est couverte.

Le comité d'études 88 a réalisé cette révision pour réduire la complexité et pour améliorer la maintenabilité de la version précédente. Les procédures de mesure du vent ont été extraites de la norme de performance, avec la reconnaissance que les mesurages du vent ont besoin d'être référencés à partir d'autres normes, comme dans les mesurages d'évaluation de charges, de bruits et de ressources. Le comité d'études 88 recommande que les normes restructurées remplacent progressivement les normes précédentes avant la rédaction de rapports du cycle de maintenance concernant les normes restructurées avec l'introduction de nouvelles exigences techniques. Il convient de proposer conjointement la révision des documents restructurés afin d'intégrer de telles modifications techniques, recommandations, clarifications et simplifications.

La série IEC 61400-12 a pour objet de fournir une méthodologie uniforme qui assure la cohérence, l'exactitude et la reproductibilité du mesurage et de l'analyse de la performance de puissance des éoliennes. Ces Normes internationales ont été établies en vue d'être appliquées par:

a) les fabricants d'éoliennes dans le cadre de leurs efforts pour satisfaire à des exigences de performance de puissance bien définies et/ou à un système de déclaration éventuel;

b) les acheteurs d'éoliennes lors de la spécification de telles exigences de performance;

c) les opérateurs d'éoliennes qui peuvent devoir vérifier que les unités neuves ou remises en état satisfont aux spécifications de performance de puissance indiquées, voire exigées;

d) les autorités d'urbanisme ou de régulation en matière d'éoliennes, qui ont besoin d'être en mesure de définir avec exactitude et de manière acceptable les caractéristiques de performance de puissance des éoliennes au titre de la réglementation ou des exigences relatives aux autorisations applicables aux installations neuves ou modifiées.

La série IEC 61400-12 fournit des recommandations relatives au mesurage, à l'analyse et à la consignation des rapports d'essai de performance de puissance des éoliennes. Ces Normes internationales sont utiles aux parties impliquées dans la fabrication, l'installation, la planification et la délivrance de permis, le fonctionnement, l'exploitation et la réglementation des éoliennes. Il convient que toutes les parties appliquent les techniques de mesure et d'analyse techniquement exactes recommandées dans ces normes pour assurer le développement et l'exploitation en continu des éoliennes dans un climat de communication cohérente et exacte vis-à-vis de la performance des éoliennes. Ces normes décrivent les procédures de mesure et de rapport qui sont réputées donner des résultats exacts pouvant être reproduits par d'autres personnes. D'autre part, il convient que les utilisateurs de ces normes soient informés des différences de performance ou du mesurage de performance qui apparaissent en cas de variations importantes du cisaillement du vent et des turbulences. Toutes les méthodes d'essai spécifiées dans la série IEC 61400-12 ne favorisent pas la quantification de l'impact du cisaillement et des turbulences. Par conséquent, il convient que les utilisateurs prennent en considération l'influence de ces différences, de la norme/méthode d'essai la plus convenable ainsi que des critères de choix des données par rapport à l'objectif de l'essai avant de procéder aux mesurages de performance de puissance.

Les procédures d'étalonnage, de classification et d'évaluation de l'incertitude des anémomètres à coupelles et à ultrasons sont données dans l'IEC 61400-50-1. Les procédures d'étalonnage, de classification et d'évaluation de l'incertitude des dispositifs de télédétection sont données dans l'IEC 61400-50-2. Il convient de porter une attention particulière au choix des instruments utilisés pour mesurer la vitesse du vent car ce choix peut avoir une influence sur le résultat de l'essai de performance de puissance.

SYSTÈMES DE GÉNÉRATION D'ÉNERGIE ÉOLIENNE –

Partie 12: Mesurages de performance de puissance des éoliennes de production d'électricité – Vue d'ensemble

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61400 définit les procédures d'évaluation des caractéristiques de performance de puissance des éoliennes.

Le présent document fournit une introduction générale aux options disponibles des mesurages de performance de puissance et des évaluations de contribution présentes dans les autres parties de la série IEC 61400-12, avec de plus amples informations. Les méthodes et les procédures de mesure ou d'acquisition des données de la vitesse du vent sont définies dans la série IEC 61400-50 relatives au mesurage du vent, bien que le présent document (ainsi que d'autres parties de la série IEC 61400-12) donne aussi les spécifications des variables météorologiques (la vitesse du vent, en particulier) exigées pour l'évaluation de performance de puissance.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 61400-12-1, *Systèmes de génération d'énergie éolienne – Partie 12-1: Mesurages de performance de puissance des éoliennes de production d'électricité*

IEC 61400-12-2, *Systèmes de génération d'énergie éolienne – Partie 12-2: Performance de puissance des éoliennes de production d'électricité fondée sur l'anémométrie de nacelle*

IEC 61400-12-3, *Systèmes de génération d'énergie éolienne – Partie 12-3: Performance de puissance – Étalonnage du site fondé sur le mesurage*

IEC 61400-12-5, *Systèmes de génération d'énergie éolienne – Partie 12-5: Performance de puissance – Évaluation des obstacles et du terrain*

IEC 61400-12-6, *Systèmes de génération d'énergie éolienne – Partie 12-6: Fonction de transfert de la nacelle fondée sur le mesurage des éoliennes de production d'éléctricité*

IEC 61400-50, *Systèmes de génération d'énergie éolienne – Partie 50: Mesurage du vent – Vue d'ensemble*

IEC 61400-50-1, *Wind energy generation systems – Part 50-1: Wind measurement – Application of meteorological mast, nacelle and spinner mounted instruments* (disponible en anglais seulement)

IEC 61400-50-2, *Systèmes de génération d'énergie éolienne – Partie 50-2: Mesurage du vent – Application de la technologie de télédétection montée au sol*

IEC 61400-50-3, *Systèmes de génération d'énergie éolienne – Partie 50-3: Utilisation de lidars montés sur nacelle pour le mesurage du vent*