

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Household electric direct-acting room heaters – Methods for measuring performance –
Part 3: Additional provisions for the measurement of radiation efficiency**

**Appareils électrodomestiques de chauffage des locaux à action directe –
Méthodes de mesure de l'aptitude à la fonction –
Partie 3: Dispositions supplémentaires pour la mesure du rendement de rayonnement**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2020 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and once a month by email.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: sales@iec.ch.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

67 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: sales@iec.ch.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

67 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Household electric direct-acting room heaters – Methods for measuring performance –
Part 3: Additional provisions for the measurement of radiation efficiency**

**Appareils électrodomestiques de chauffage des locaux à action directe –
Méthodes de mesure de l'aptitude à la fonction –
Partie 3: Dispositions supplémentaires pour la mesure du rendement de rayonnement**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 97.100.10

ISBN 978-2-8322-9088-0

**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.**

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms, definitions and symbols.....	6
4 Classification.....	9
5 List of measurements	9
6 General conditions for measurements.....	9
7 Dimensions, mass and means of connection to the supply.....	9
8 Temperature rises of air-outlet grilles and external surfaces	9
9 Temperature rises of surfaces surrounding the heater	10
10 Warming-up time of the heater.....	10
11 Stability of room temperature.....	10
12 Set-back.....	10
13 Frost protection temperature.....	10
14 Inrush current.....	10
15 Effect of radiant heat	10
15.1 Determination of radiant factor	10
15.2 Determination of radiation efficiency	10
16 Measurement of the usable power	10
17 Verification of the maximum room temperature promoted by the manufacturer	10
Annex A (normative) Climatic test room	11
Annex B (informative) Information provided at point-of-sale	12
Annex C (informative) Test report form	13
Annex AA (informative) Method for measuring the radiation efficiency	14
AA.1 General.....	14
AA.2 Equations	14
AA.2.1 Radiation efficiency	14
AA.2.2 Dynamic factor	16
AA.3 Classification	17
AA.3.1 Categories.....	17
AA.3.2 Type	17
AA.3.3 List of measurements and calculations	17
AA.4 General conditions.....	17
AA.4.1 General	17
AA.4.2 Power stabilizer	17
AA.4.3 Multimeter	17
AA.4.4 Variac.....	18
AA.4.5 Infrared camera	18
AA.4.6 Maximum size of active radiant heating surfaces	18
AA.4.7 Heat-reflection devices	18
AA.4.8 Technical data.....	18
AA.4.9 Rated power	19
AA.4.10 Testing chamber.....	19
AA.5 Examinee.....	19

AA.5.1	Declaration	19
AA.5.2	Mounting devices, temperature control, multi-stage heater settings	20
AA.5.3	Model series	20
AA.5.4	Multiple active radiant heating surfaces	21
AA.6	Test method	21
AA.6.1	Emissivity	21
AA.6.2	Boundary lines	21
AA.6.3	Pixel temperature	21
AA.6.4	Positioning	22
AA.6.5	Steady-state operating condition	25
AA.6.6	Calculation of the nominal radiation efficiency	27
AA.6.7	Nominal heat-up time period	27
AA.6.8	Dynamic factor	28
AA.6.9	Test method	28
AA.7	Test report	29
AA.8	Verification system	30
AA.8.1	General	30
AA.8.2	Purpose of master heaters	30
AA.8.3	Verification procedure	30
AA.8.4	Compliance	30
AA.9	Measuring emissivity by combining temperature reference method and masking tape reference method	30
AA.9.1	Combining procedure	30
AA.9.2	The temperature reference method	31
AA.9.3	The masking tape reference method	31
AA.10	Measuring emissivity by using an Ulbricht sphere	32
AA.10.1	General	32
AA.10.2	Measurement method	33
AA.10.3	Measurement range	34
AA.10.4	Calculation of thermal emissivity	34
AA.10.5	Calculation of the hemispherical emissivity	34
AA.11	Radiant heat correction factor	35
AA.12	Example of the test report	36
AA.13	Example of model series test report	41
Bibliography		43
Figure AA.1	– Positioning of a wall-mounted heater and the infrared camera in the testing chamber	23
Figure AA.2	– Positioning of a ceiling-mounted heater and the infrared camera in the testing chamber	24
Figure AA.3	– Positioning of a floor-standing heater and the infrared camera in the testing chamber	25
Figure AA.4	– Schematics of a FTIR-spectrometer for measuring the directional-spectral reflectivity of an examinee	33
Figure AA.5	– Schematics of the reference measurement of the directional-hemispherical spectral reflexivity	34
Table 100	– Symbols used in this document	9

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**HOUSEHOLD ELECTRIC DIRECT-ACTING ROOM HEATERS –
METHODS FOR MEASURING PERFORMANCE –****Part 3: Additional provisions for the measurement of radiation efficiency****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.

International Standard IEC 60675-3 has been prepared by subcommittee 59C: Electrical heating appliances for household and similar purposes, of IEC technical committee 59: Performance of household and similar electrical appliances.

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

FDIS	Report on voting
59C/257/FDIS	59C/261/RVD

Full information on the voting for the approval of this International Standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This document has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

This International Standard is to be used in conjunction with IEC 60675:1994, IEC 60675:1994/AMD1:1998 and IEC 60675:1994/AMD2:2018. This document supplements or modifies the corresponding clauses of IEC 60675:1994. Where the text indicates an "addition" to or a "replacement" of the relevant provision of IEC 60675:1994, these changes are made to the relevant text of IEC 60675:1994. Where no change is necessary, the words "This clause of IEC 60675:1994 is applicable" are used. When a particular subclause of IEC 60675:1994 is not mentioned in this part, that subclause applies as far as is reasonable.

Additional specific provisions to those in Part 1, given as individual clauses or subclauses, are numbered starting from 101.

NOTE The following numbering system is used:

- subclauses, tables and figures that are numbered starting from 101 are additional to those in Part 1;
- unless notes are in a new subclause or involve notes in Part 1, they are numbered starting from 101, including those in a replaced clause or subclause;
- additional annexes are lettered AA, BB, etc.

In this document, the following print types are used:

- **terms listed in Clause 3 of this document and of IEC 60675:1994 and IEC 60675-2:2020:**
Arial bold.
- *test specifications: in italic type.*

A list of all parts in the IEC 60675 series, published under the general title *Household electric direct-acting room heaters – Methods for measuring performance*, 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 "<http://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 publication 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.

HOUSEHOLD ELECTRIC DIRECT-ACTING ROOM HEATERS – METHODS FOR MEASURING PERFORMANCE –

Part 3: Additional provisions for the measurement of radiation efficiency

1 Scope

This clause of IEC 60675:1994 is applicable, with the following modification:

Replace the first paragraph with the following content:

This document applies to electric direct-acting room heaters.

This document defines performance characteristics related to the radiant effect and specifies methods for measuring the **radiation efficiency** for the information of users.

This document is used to measure the **radiation efficiency** of direct-acting room heaters.

2 Normative references

Replace Clause 2 of IEC 60675:1994 with the following content:

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 60675:1994, *Household electric direct-acting room heaters – Methods for measuring performance*

IEC 60675:1994/AMD1:1998

IEC 60675:1994/AMD2:2018

IEC 60675-2:2020, *Household electric direct-acting room heaters – Methods for measuring performance – Part 2: Additional provisions for the measurement of the radiation factor*

3 Terms, definitions and symbols

Replace Clause 3 of IEC 60675:1994 with the following content:

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60675:1994, IEC 60675:1994/AMD1:1998, IEC 60675-2:2020 and the following apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

3.101

radiant factor

ratio of the measured infrared heat output to the measured total energy input, expressed in %

Note 1 to entry: The **radiant factor** can be measured for **panel heaters**, **convector heaters** and **radiant heaters**

3.102

radiation efficiency

ratio of the heat flow into a (testing) chamber by radiation exchange between an active radiant heating surface and the inner surfaces of the chamber to the nominal electric power of a heater inside this **testing chamber**

Note 1 to entry: The **radiant factor** and the **radiation efficiency** are measured on different physical background and not comparable.

3.103

active radiant heating surface

room-facing surfaces of heaters

Note 1 to entry: Areas with average temperatures below 40 °C, like frames, mounting devices, operation panels, and other additions, shall be excluded from being part of the respective **active radiant heating surface**.

3.104

rated power

electrical input Q_M in W, measured in steady-state conditions calculated as the average of the electrical input during the measurement of the **radiation efficiency** over the period necessary for confirming steady-state conditions

Note 1 to entry: Steady-state conditions are reached when the heater's surface temperature does not vary by more than 1 K over 10 min.

3.105

emissivity

ratio of radiant flux of a specific surface as compared to the radiant flux of a standard black body, at the same temperature and in the same environment

3.106

examinee

heater that is being tested in accordance with this document

3.107

infrared camera

measurement device for recording and pictorial representation of the surface temperatures of heaters

3.108

low temperature infrared heater

heater without visibly glowing parts, with one or more **active radiant heating surfaces**, each with an average temperature between 40 °C and 200 °C, and a **nominal radiation efficiency** of 40 % or higher as determined by this document

Note 1 to entry: "Without visibly glowing parts" denotes that, in case of an installed heater, those parts cannot be detected with the naked eye from a point situated 2 m in front of the heater and 1,2 m above the floor.

3.109

model

heater with the identical construction and appearance as other heaters made by the same manufacturer

3.110

model series

group of **models**

3.111

nominal heat-up time

time period from turning-on the heater until arriving at 2/3 of the temperature in the **steady-state operating condition** of the heater

3.112

nominal radiation efficiency

ratio of the heat flow into a **testing chamber** by radiation exchange between an **active radiant heating surface** and the inner surfaces of the chamber to the nominal electric power of a heater inside this **testing chamber**

Note 1 to entry: For calculation of the **nominal radiation efficiency**, see AA.2.1.1.

3.113

dynamic factor

parameter that can be used for benchmarking of **low temperature infrared heaters**

Note 1 to entry: This parameter is based on the **nominal radiation efficiency** and the **nominal heat-up time**.

Note 2 to entry: For the calculation of the **dynamic factor**, see AA.2.2.

3.114

radiant heat correction factor

parameter that specifies how much of the radiant flux of a heater is absorbed in the air

3.115

steady-state operating condition

status of heater with steady-state operating temperature of its **active radiant heating surfaces** over a predetermined period of time

3.116

testing chamber

standardized environment for testing heaters

3.117

corrected radiation efficiency

nominal radiation efficiency reduced by the influence of absorption in air.

Note 1 to entry: For calculation of the **corrected radiation efficiency**, see AA.2.1.2.

3.118

relative radiation efficiency

ratio of the **nominal radiation efficiency** of the test device to the **radiation efficiency** of an idealized version of the test device

Note 1 to entry: For calculation of the **relative radiation efficiency**, see AA.2.1.3.

3.119 Symbols

The symbols given in Table 100 are used in this document.

Table 100 – Symbols used in this document

Symbol	Designation	Dimension
P_{elnom}	Electric nominal power	W
P_{el}	Measured electrical input in steady-state conditions	W
L	Length	m
W	Width	m
D	Depth	m
--	Length of power cable	m
--	Weight	kg
A_{pixel}	Active radiant heating surface	m ²
ε_{h}	Hemispherical emissivity of an active radiant heating surface	--
σ	Stefan-Boltzmann constant ($= 5,670\,4 \times 10^{-8}$)	W / m ² K ⁴
T_{front}	Infrared camera image-pixel temperature of an active radiant heating surface	K
T_{wall}	Simple average temperature of all 6 interior surfaces of the testing chamber	K
A_{TOT}	Radiant heat correction factor for radiant heat absorption in air	--
ϕ_{radc}	Radiant flux after applying the radiant heat correction factor	W
R_{nom}	Nominal radiation efficiency	%
D_{f}	Dynamic factor	--
t_{nom}	Nominal heat-up time	minutes
s_{o}	Repetitive precision	W
s_{m}	Comparative precision	W

4 Classification

This clause of IEC 60675:1994 is applicable.

5 List of measurements

This clause of IEC 60675:1994 and IEC 60675:1994/AMD1:1998 is applicable.

6 General conditions for measurements

This clause of IEC 60675:1994 and IEC 60675:1994/AMD1:1998 is applicable.

7 Dimensions, mass and means of connection to the supply

This clause of IEC 60675:1994 is applicable.

8 Temperature rises of air-outlet grilles and external surfaces

This clause of IEC 60675:1994 is applicable.

9 Temperature rises of surfaces surrounding the heater

This clause of IEC 60675:1994 is applicable.

10 Warming-up time of the heater

This clause of IEC 60675:1994 is applicable.

11 Stability of room temperature

This clause of IEC 60675:1994 and IEC 60675:1994/AMD1:1998 is applicable.

12 Set-back

This clause of IEC 60675:1994 is applicable.

13 Frost protection temperature

This clause of IEC 60675:1994 is applicable.

14 Inrush current

This clause of IEC 60675:1994 is applicable.

Replace Clause 15 of IEC 60675:1994 with the following content:

15 Effect of radiant heat

15.1 Determination of radiant factor

For **panel heaters**, **convector heaters** and **radiant heaters** the **radiant factor** shall be determined in accordance with Annex AA of IEC 60675-2:2020.

15.2 Determination of radiation efficiency

For **low temperature radiant heaters**, the **radiation efficiency** may be determined in accordance with Annex AA of this document.

16 Measurement of the usable power

This clause of IEC 60675:1994/AMD1:1998 is applicable.

17 Verification of the maximum room temperature promoted by the manufacturer

This clause of IEC 60675:1994/AMD2:2018 is applicable.

Annex A
(normative)

Climatic test room

This annex of IEC 60675:1994 is applicable.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60675-3:2020

Annex B
(informative)

Information provided at point-of-sale

This annex of IEC 60675:1994 and the modifications in IEC 60675:1994/AMD1:1998 and IEC 60675:1994/AMD2:2018 apply.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60675-3:2020

Annex C
(informative)

Test report form

The following content replaces the content of Annex C of IEC 60675:1994:

See Test report according to Annex AA of this document.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60675-3:2020

Annex AA (informative)

Method for measuring the radiation efficiency

AA.1 General

This annex is based on the fact that electric heaters are traded in the market based on their performance characteristics. One such characteristic is the **nominal radiation efficiency**, which is becoming increasingly important. For purposes of comparison, this annex specifies a test method for the **nominal radiation efficiency**.

This annex covers:

- heaters with a maximum electric nominal power of 3 kW;
- heaters with radiant surface temperatures of at least 40 °C and up to 200 °C;
- heaters with one or more **active radiant heating surface**;
- heaters with or without an integrated or external room temperature control;
- heaters with a radiant surface that is plane or curved in any way;
- heaters with a radiant surface that includes any kind of recesses, protrusions or holes;
- heaters with a radiant surface that consists partially or entirely of a mesh;
- heaters with a radiant surface that consists partially or entirely of different materials;
- heaters with a radiant surface that consists partially or entirely of different colours;
- heaters that are fixed or portable;
- heaters used indoors;
- heaters used in residences, offices, hotels, motels, bed and breakfasts, restaurants; kindergartens, schools; sales shops, supermarkets, and similar environments.

This annex does not cover:

- heaters with active radiant surface temperatures of more than 200°C (for these kinds of heaters, IEC 60675-2 shall be used to measure the radiant factor) (see 3.101),
- electric thermal-storage heaters (IEC 60531),
- electric heating appliances integrated into the building structure,
- electric central heating systems,
- electric heaters connected to an air duct,
- wallpaper, paint, carpets and drapes incorporating electric heating technologies.

AA.2 Equations

AA.2.1 Radiation efficiency

AA.2.1.1 Nominal radiation efficiency

Equation (AA.1) for the **nominal radiation efficiency** is incident to Equation (AA.5) as follows:

$$R_{\text{nom}} = \frac{\sum \Phi_{\text{rad}}}{P_{\text{el}}} \times 100 \quad (\text{AA.1})$$

with

$$\Phi_{\text{rad}} \text{ (W)} = A_{\text{pixel}} \text{ (m}^2\text{)} \times \varepsilon_{\text{h}} \text{ (--) } \times \sigma \text{ (W / m}^2\text{ K}^4\text{)} \times (T_{\text{front}}^4 \text{ (K)} - T_{\text{wall}}^4 \text{ (K)}) \quad (\text{AA.2})$$

where

R_{nom} is the **nominal radiation efficiency** in (%)

Φ_{rad} is the radiant flux of each single pixel of the **infrared camera** image in (W)

P_{el} is the **rated power** in (W)

A_{pixel} is the respective **active radiant heating surface** of the heater in (m²)

ε_{h} is the hemispherical **emissivity** of **active radiant heating surfaces** in the spectral wavelength of at least 2,5 µm to 35 µm (--)

σ is the Stefan-Boltzmann constant in (W / m² K⁴)

T_{front} is the temperature of an **infrared camera** image-pixel at an active radiant heating surface in (K)

T_{wall} is the mean temperature of all six interior surface temperatures of the **testing chamber** in (K)

Equation (AA.2) for Φ_{rad} is applied to every single pixel of every **infrared camera** image of each **active radiant heating surface**. The total of all Φ_{rad} is the given heat flow and is used in Equation (AA.1).

AA.2.1.2 Corrected radiation efficiency

Equation (AA.3) for the **corrected radiation efficiency** is incident to Equation (AA.5) as follows:

$$R_{\text{nomc}} \text{ (%) } = \frac{\sum \Phi_{\text{radc}}}{P_{\text{el}}} \times 100 \quad (\text{AA.3})$$

with

$$\Phi_{\text{radc}} \text{ (W)} = A_{\text{pixel}} \text{ (m}^2\text{)} \times \varepsilon_{\text{h}} \text{ (--) } \times \sigma \text{ (W / m}^2\text{ K}^4\text{)} \times (T_{\text{front}}^4 \text{ (K)} - T_{\text{wall}}^4 \text{ (K)}) \times A_{\text{TOT}} \text{ (--) } \quad (\text{AA.4})$$

with A_{TOT} in accordance with Clause AA.11.

where

R_{nomc} is the **corrected radiation efficiency** in %;

Φ_{radc} is the corrected radiant flux of each single pixel of the **infrared camera** image in W;

P_{el} is the **rated power** in W;

A_{pixel} is the respective **active radiant heating surface** of the heater in m²;

ε_{h} is the hemispherical **emissivity** of **active radiant heating surfaces** in the spectral wavelength of at least 2,5 µm to 35 µm (--)

σ is the Stefan-Boltzmann constant in W / m² K⁴;

T_{front} is the temperature of an **infrared camera** image-pixel at an active radiant heating surface in K;

T_{wall} is the mean temperature of all six interior surface temperatures of the **testing chamber** in K;

A_{TOT} is the **radiant heat correction factor** (--).

Equation (AA.4) for Φ_{radc} is applied to every single pixel of every **infrared camera** image of each **active radiant heating surface**. The total of all Φ_{radc} is the given heat flow and is used in Equation (AA.3).

AA.2.1.3 Relative radiation efficiency

The **relative radiation efficiency** is determined in accordance with Equation (AA.5):

$$R_{\text{rel}} = R_{\text{nom}} / R_{\text{idealized}} \quad (\text{AA.5})$$

where:

R_{rel} is the **relative radiation efficiency** in %;

R_{nom} is the **nominal radiation efficiency** in %;

$R_{\text{idealized}}$ is defined as 70 %.

AA.2.1.4 Nominal radiation efficiency at lower power levels

The values of **radiation efficiency** according to AA.2.1.1 – AA.2.1.3, can be measured and stated at lower power levels also.

In this case, the **radiation efficiency** at steady-state conditions at 20 %, 50 %, or 80 % of the **rated power** shall be used.

The formulas and the measurement process stay the same.

The information of the power level shall be given with the resulting values.

NOTE For heaters with more than one heating element, the average power of each heating element shall be measured during the tests for **amplitude** and **drift** of IEC 60675-1. The power distribution between the different heating elements shall be determined. These power levels for the heating elements shall be used for steady state conditions at the lower power levels. If these conditions cannot be realized by the integrated controls, the different heating elements must be activated by variacs with the power levels determined during the tests of part 1.

AA.2.2 Dynamic factor

The **dynamic factor** is based on the following Equation (AA.6):

$$Q_f = \frac{R_{\text{nom}}}{t_{\text{nom}}} \times K \quad (\text{AA.6})$$

where

Q_f is the **dynamic factor** (--);

R_{nom} is the **nominal radiation efficiency** in %;

t_{nom} is the **nominal heat-up time** in minutes and seconds, with seconds displayed as double-digit minute-decimal;

K is the factor of 1 min/%.

AA.3 Classification

AA.3.1 Categories

- Electric **low temperature infrared heaters**

AA.3.2 Type

- Fixed
- Portable

In the case of portable heaters, at least the front and the back side of the heater shall be measured if they are **active radiant heating surfaces**. If applicable and of relevance, other sides can be measured also.

For heaters that can be operated as fixed and as portable heaters, the mounting conditions shall be stated in combination with the measurement results.

The test report should state the category, type, and kind of mounting of the heater.

AA.3.3 List of measurements and calculations

Performance is determined by means of the following measurements and calculations:

- size of the **active radiant heating surfaces**,
- weight of the heater,
- length of the power cord,
- **rated power**,
- average temperature of the inside surfaces of the **testing chamber**,
- calculation of the **nominal heat-up time** period
- calculation of the **nominal radiation efficiency**,
- calculation of the **dynamic factor**,
- determination of the classification.

AA.4 General conditions

AA.4.1 General

The measurements are performed with the appliance mounted in accordance with the manufacturer's instructions set at the nominal output as declared by the manufacturer and under the conditions given in AA.4.2 to AA.4.11.

AA.4.2 Power stabilizer

To ensure that the heater achieves the steady-state operating temperature as designed by the manufacturer, a power stabilizer keeps the supply voltage steady at mains voltage during the entire testing period. The power stabilizer should have an output power of up to 3 kW, with an accuracy of at least ± 1 % of the measured voltage.

AA.4.3 Multimeter

For measuring electric power, a TrueRMS-multimeter should be used. The multimeter should have a load capacity of up to 3 kW, with an accuracy of at least ± 1 % of the measured value. Power values may be recorded at least once every 5 s, simultaneously with the **infrared camera** images.

AA.4.4 Variac

For heaters with an integrated on/off control, a manually or automatically operated variac with an output power of up to 3 kW should be used to establish a **steady-state operating condition** of the heater.

AA.4.5 Infrared camera

The **infrared camera** should have a minimum resolution of 640 pixels × 480 pixels.

The **infrared camera** should have a spectral range of 7 µm up to 13 µm, with a tolerance of ±1 µm.

The **infrared camera** should have the following accuracy:

- from 20 °C up to 100 °C average temperature, a maximum of ±2 °C relating to the measured value,
- from 101 °C up to 200 °C average temperature, a maximum of ±2 % relating to the measured value.

At least once every 5 s, simultaneously with multimeter recordings, the **infrared camera** should automatically record an infrared image from an **active radiant heating surface**.

The **infrared camera** should be calibrated in accordance with the instructions, at least once before every verification test.

The test report should state make and **model** of the **infrared camera**, the resolution, the spectral range, accuracy, and the last calibration date.

AA.4.6 Maximum size of active radiant heating surfaces

Pertaining to current heater sizes offered on the market and included in the scope of this annex, the maximum size of any **active radiant heating surface** is limited to a plane surface or its equivalent of 2 m × 1,3 m, or a cylinder or similar shaped surface with a diameter of 1,3 m × 2 m, or a spherical or similar shaped surface of 1,3 m in diameter, or a triangle or similar shaped surface with of 1,3 m × 2 m.

For heaters exceeding the size of 1,3 m in the horizontal direction, the infrared camera shall be turned by 90°.

AA.4.7 Heat-reflection devices

Should the heater have a heat-reflection device at the backside of the heater, and the device is also mentioned in the heater manual, then this device may be used in conjunction with the heater for testing purposes.

AA.4.8 Technical data

The following technical data of a heater should be supplied with the heater, and should be stated in the test report:

- the length, width and depth of each active radiant heater surface in m, rounded-off to 0,005 m;
- the weight of the heater in kg, rounded-off to one decimal;
- the electric nominal power of the heater in W, rounded-off to one decimal;
- the operating temperature in °C, rounded-off to integer;

- the length of the power cord in m, rounded-off to one decimal; the length is the distance between the entry point into the heater and into the power plug or the loose end of the power cord;
- the provision of a power plug or a loose end of the power cord;
- the provision of cable clamps on the heater for fixed installation;

AA.4.9 Rated power

The measured electrical power at the exact time of the **steady-state operating condition** equals the **rated power** of the heater.

Rated power of the heater is expressed in W.

The **rated power**, rounded-off to integer, should be stated in the test report.

AA.4.10 Testing chamber

The testing procedure should take place in a **testing chamber**.

The **emissivity** of all six interior surfaces of the **testing chamber** should be equal to or greater than 0,8.

The temperature of the six interior surfaces of the **testing chamber** should be kept constant at $(20 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$ during the entire testing period.

The cooling system of the **testing chamber** should keep the temperature difference between the six interior surfaces of the **testing chamber** at or below 0,5 K during the entire testing period.

The use of a **testing chamber** in accordance with EN 442-2 should be stated in the test report.

The **emissivity** of all six interior surfaces of the **testing chamber**, rounded-off to two decimals, should be stated in the test report.

The arithmetic average of all six interior surface temperatures during the testing period, rounded-off to one decimal, should be stated in the test report.

Air temperature in the **testing chamber** shall be kept constant at $20 ^\circ\text{C} \pm 0,5 ^\circ\text{C}$. Therefore, an air temperature sensor shall be used, which is shielded against infrared radiation to avoid influence of the infrared radiation from the device under test. The sensor should be positioned approximately in the centre of the test chamber.

AA.5 Examinee

AA.5.1 Declaration

The following information should be given with the appliance:

- technical data in accordance with AA.4.8;
- a drawing or photo of the **examinee**, including all measurements and characteristics pertaining to the **active radiant heating surfaces** of the **examinee**;
- the **examinee**'s manual as well as specifications regarding the mounting options of the **examinee** as stated in its manual, and chosen by the manufacturer from the following options:
 - wall mounted – long side vertical,

- wall mounted – long side horizontal,
 - ceiling mounted,
 - floor standing in case of portable heaters
- a declaration that the **examinee** is:
- made by the same method,
 - made of the same materials,
 - with the same measurements,
 - made of the same type and size of the heating element,
 - made of the same type of the **active radiant heating surface** or reflector like the **models** of regular mass production.

AA.5.2 Mounting devices, temperature control, multi-stage heater settings

Mounting and temperature control devices that are supplied by the manufacturer for the **examinee** should be used by the examiner if possible. If the **examinee** or its control device includes a manually or automatically operated multi-stage heater setting, the test should only be executed at the highest setting.

AA.5.3 Model series

The **nominal radiation efficiency** of untested **models** of a **model series** is determined by linear interpolation. For a **model's** performance data to be interpolated, certain **models** of a **model series** should be tested in accordance with Clause AA.6, in order to meet the following requirements:

- basic construction and materials of each **model** of a **model series** are the same, especially the heating elements, and
- the ratio of the **active radiant heating surface** size from the next smaller to the next bigger tested heater is equal to or smaller than the value 2.

The method for linear interpolation of the **nominal radiation efficiency** R_{nom}^i for non-tested electric component heaters is given by Equation (AA.7):

$$R_{\text{nom}}^i = \left(\left(\frac{R_{\text{nom}}^n - R_{\text{nom}}^{n-1}}{A_{\text{front}}^n - A_{\text{front}}^{n-1}} \right) \times (A_{\text{front}}^i - A_{\text{front}}^{n-1}) \right) + R_{\text{nom}}^{n-1} \quad (\text{AA.7})$$

The linear interpolation of the **dynamic factor** for not tested electric **low temperature infrared heaters** is given by Equation (AA.8):

$$Q_f^i = \left(\left(\frac{Q_f^n - Q_f^{n-1}}{A_{\text{front}}^n - A_{\text{front}}^{n-1}} \right) \times (A_{\text{front}}^i - A_{\text{front}}^{n-1}) \right) + Q_f^{n-1} \quad (\text{AA.8})$$

where

- R_{nom}^i is the **nominal radiation efficiency** of the heater to be interpolated in %,
- R_{nom}^n is the **nominal radiation efficiency** of the next bigger size of a tested heater in %,
- R_{nom}^{n-1} is the **nominal radiation efficiency** of the next smaller size of a tested heater in %,
- A_{front}^i is the **active radiant heating surface** of the heater to be interpolated in m²,
- A_{front}^n is the **active radiant heating surface** of the next bigger size of a tested heater in m²,

A_{front}^{n-1} is the **active radiant heating surface** of the next smaller size of a tested heater in m^2 ,

Q_{f}^i is the **dynamic factor** of the heater to be interpolated (---),

Q_{f}^n is the **dynamic factor** of the next bigger size of a tested heater (---),

Q_{f}^{n-1} is the **dynamic factor** of the next smaller size of a tested heater (---).

AA.5.4 Multiple active radiant heating surfaces

If a heater has two or more **active radiant heating surfaces**, each **active radiant heating surface** should be tested separately in accordance with Clause AA.6.

AA.6 Test method

AA.6.1 Emissivity

For testing a heater in accordance with the test method, the hemispherical **emissivity** of each **active radiant heating surface** should be determined. This can be done using the method described in AA.9. Alternatively, it can be done by **emissivity** testing using the test procedure as described in AA.10.

To ensure a closed-loop testing process in case of involving an external laboratory in accordance with this annex, one of the heater **models** to be tested for **radiation efficiency** should be submitted by the manufacturer to the **emissivity** testing laboratory. After finishing the **emissivity** test report for that **model**, the **emissivity** testing laboratory should send that heater **model** including the **emissivity** test report directly to the respective **radiation efficiency** testing laboratory.

The hemispherical **emissivity** ε_{h} in the spectral range of 7 μm to 14 μm as stated in the **emissivity** test report should be used as input for the **infrared camera**.

The hemispherical **emissivity** ε_{h} in the spectral range of 2,5 μm to 35 μm as stated in the **emissivity** test report should be used in Equation (AA.4) to calculate the corrected radiant flux Φ_{radc} of each pixel of each **infrared camera** image.

The test report in accordance with Clause AA.12 should state the date and the test report number of the **emissivity** test report of each **active radiant heating surface**.

AA.6.2 Boundary lines

The area of an **active radiant heating surface** is defined by its boundary lines. Boundary lines are closed polygonal lines, drawn by the examiner with an **infrared camera** software tool around the edges of an **active radiant heating surface**.

Frames or mounting devices that are not directly connected to the heating element of the heater can be excluded from the **active radiant heating surface**.

AA.6.3 Pixel temperature

Within the boundary lines, the **infrared camera** should record the surface temperature T_{front} or an equivalent parameter of each pixel of each **infrared camera** image once every 5 s simultaneously with the value of electric power measured by the multimeter (see AA.4.3).

The surface temperature T_{front} of each pixel should be used in Equation (AA.2).

See AA.2.1 to calculate the corrected radiant flux Φ_{radc} of each pixel.

AA.6.4 Positioning

AA.6.4.1 Wall-mounted heaters

In this position, the heater should be mounted on the insulated wall of the **testing chamber**. The distance between this wall and the heater is determined by the mounting devices of the heater, or if those are found impractical by the examiner, by the mounting devices used by the examiner.

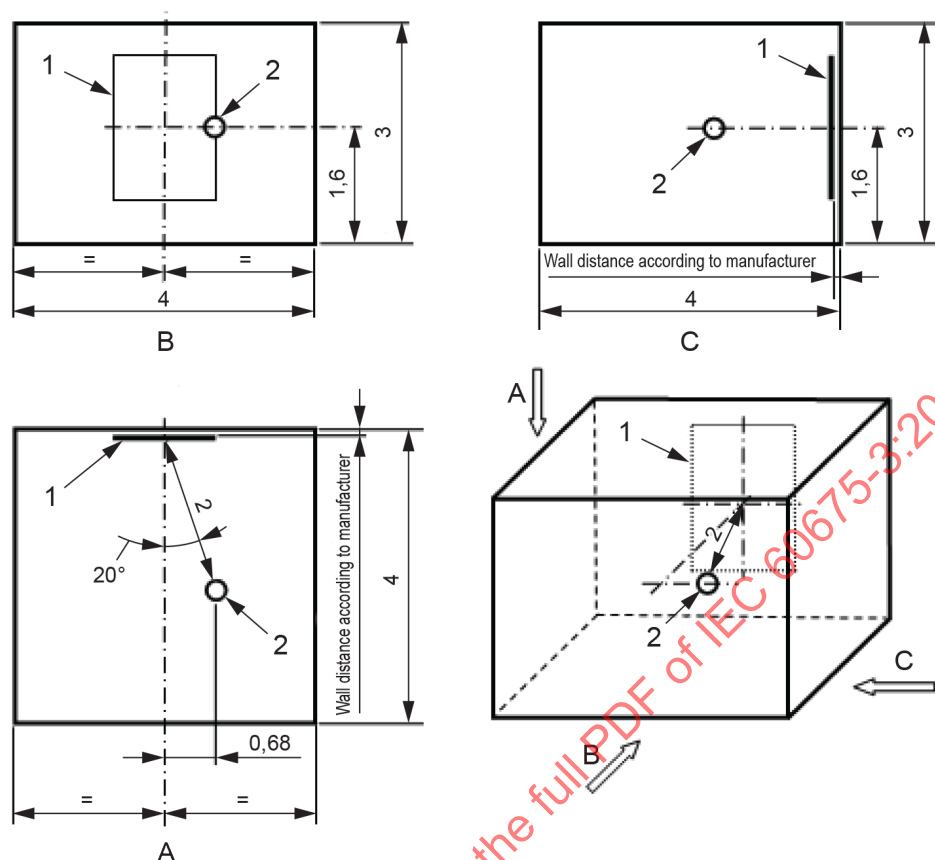
In the absence of other instructions in the heater manual or by the manufacturer, the standard mounting position of a heater is with its long side vertical, with the centre point of the **active radiant heating surface** at a distance of $(1,60 \pm 0,01)$ m above the floor of the **testing chamber** (see Figure AA.1).

The centre point of the **infrared camera** lens should be $(1,60 \pm 0,01)$ m above the floor of the testing chamber. The **infrared camera** should be positioned in a horizontal plane in an angle of 20° , pointing to the geometric centre point of the **active radiant heating surface**.

The **infrared camera** should be positioned at such a distance X from the heater that the **infrared camera** image covers the entire **active radiant heating surface** within its boundary lines. The maximum distance X is $(3,00 \pm 0,01)$ m to cover a maximum **active radiant heating surface** of a length of $(2,00 \pm 0,01)$ m and a width of $(1,30 \pm 0,01)$ m (see Figure AA.1).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60675-3:2020

Dimensions in metres



IEC

Key

- 1 heater
- 2 infrared camera
- A top view
- B front view of the wall mounted heater with its long side vertical (standard position)
- C side view of the heater
- X distance between infrared camera and heater

Figure AA.1 – Positioning of a wall-mounted heater and the infrared camera in the testing chamber

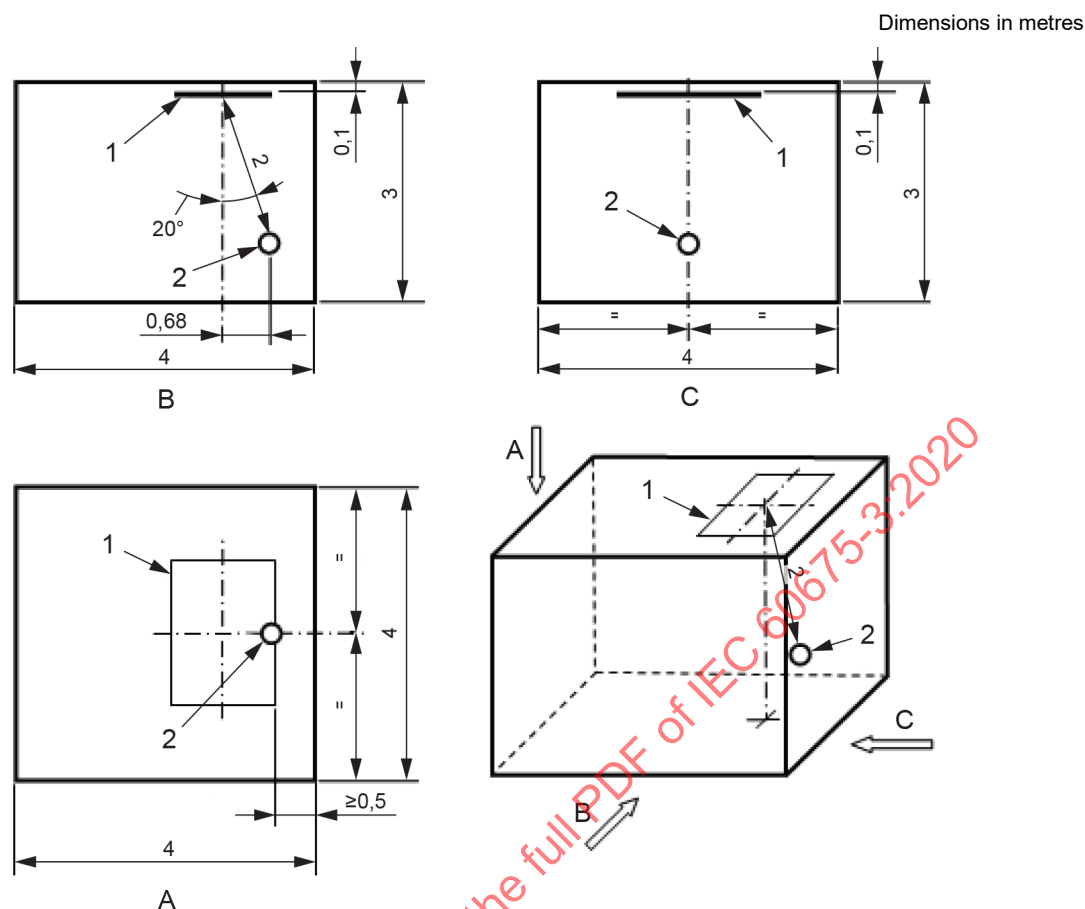
AA.6.4.2 Ceiling-mounted heaters

In this position, the heater should be mounted with its **active radiant heating surface** level $(0,10 \pm 0,01)$ m away from the ceiling. If the mounting devices of the heater are found to be impractical by the examiner, the examiner should use other mounting devices.

The distance between any edge of the heater and any wall of the **testing chamber** should be at least $(0,50 \pm 0,01)$ m (see Figure AA.2, view A).

The **infrared camera** should be positioned in a vertical plane at an angle of 20° , with its lens pointing to the geometric centre point of the **active radiant heating surface**.

The **infrared camera** should be positioned at such a distance X from the heater that the **infrared camera** image covers the entire **active radiant heating surface** within its boundary lines. The maximum distance X is $(3,00 \pm 0,01)$ m to cover a maximum **active radiant heating surface** of a length of $(2,00 \pm 0,01)$ m and a width of $(1,30 \pm 0,01)$ m (see Figure AA.2).



IEC

Key

- 1 heater
- 2 infrared camera
- A top view
- B front view of the ceiling-mounted heater
- C side view of the heater
- X distance between infrared camera and heater

Figure AA.2 – Positioning of a ceiling-mounted heater and the infrared camera in the testing chamber

AA.6.4.3 Floor-standing heaters

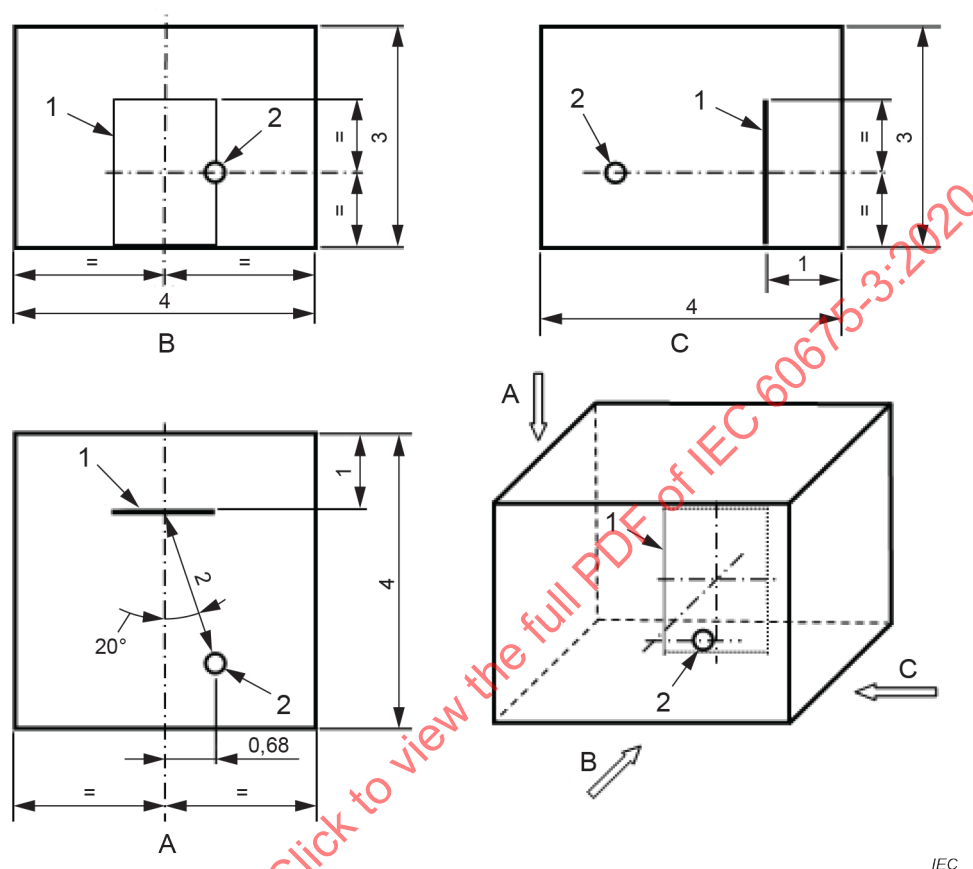
In this position, the heater should stand on the floor of the **testing chamber**, with its lowest edge at least 0,10 m off the floor. If not already mounted on the heater, the manufacturer should supply the necessary casters or brackets for the heater to stay in an upright position during the entire testing period.

In the absence of other instructions in the heater manual or by the manufacturer, the standard mounting position of a heater is with its **active radiant heating surface** parallel to the insulated wall of the **testing chamber**, with a distance of $(1,00 \pm 0,01)$ m between the **active radiant heating surface** and that wall, and with its long side vertical (see Figure AA.3).

The **infrared camera** lens should be positioned in an angle of 20° to, and at the same height as, the geometric centre point of the **active radiant heating surface**.

The **infrared camera** should be positioned in such a distance X from the heater, that the **infrared camera** image covers the entire **active radiant heating surface** within its boundary lines. The maximum distance X is $(3,00 \pm 0,01)$ m to cover a maximum **active radiant heating surface** of a length of $(2,00 \pm 0,01)$ m and a width of $(1,30 \pm 0,01)$ m, or equivalent dimensions (see Figure AA.3).

Dimensions in metres



IEC

Key

- 1 heater
- 2 infrared camera
- A top view
- B front view of the floor-standing heater with its long side vertical (standard position)
- C side view of the heater
- X distance between infrared camera and heater

Figure AA.3 – Positioning of a floor-standing heater and the infrared camera in the testing chamber

AA.6.5 Steady-state operating condition

AA.6.5.1 General

The steady-state operating condition of an **active radiant heating surface** is the starting point of a 10-minute period, in which a temperature deviation of ± 1 K or less of the average temperature occurs. The starting point should be determined by a minimal inclination of two consecutive minute-temperatures, in accordance with Equation (AA.9).

For that purpose, the hemispherical **emissivity** ε_h in the spectral range of $7 \mu\text{m}$ to $14 \mu\text{m}$ should be entered into the **infrared camera** software (see AA.6.1).

The **infrared camera** should record an infrared image of the **active radiant heating surface** at least once every 5 s.

For every infrared image, the arithmetic average of all pixel-temperatures T_{front} (see AA.6.3) should be calculated, resulting in an image-temperature.

The arithmetic average of each 12 consecutive image-temperatures should be calculated, resulting in a minute-temperature.

The inclination for 2 consecutive minute-temperatures is given by Equation (AA.9):

$$\frac{\Delta T_{\text{temp}}}{\Delta t_{\text{time}}} = \frac{T_{n,a} - T_{n-1,a}}{t_n - t_{n-1}} < 0,1 \text{ K / min} \quad (\text{AA.9})$$

where

ΔT_{temp} is the average temperature difference,

$T_{n,a}$ is the arithmetic average temperature of all pixels of an **active radiant heating surface** at minute n ,

$T_{n-1,a}$ is the arithmetic average temperature of all pixels of an **active radiant heating surface** at minute $n - 1$ that directly precedes the minute n ,

Δt_{time} is the time period of 1 min,

t_n is the minute n ,

t_{n-1} is the minute $n - 1$ that directly precedes the minute n .

The inclination temperature difference should be rounded-off to one decimal.

A first-time inclination of less than 0,1 K should mark the starting point of a successive 10-minute period.

If the operating temperature deviation during this 10-minute period is less than ± 1 K, then the starting point of this 10-minute period should constitute the steady-state operating condition.

Otherwise, the measurement should continue until the inclination of 2 consecutive minute-temperatures of less than 0,1 K is achieved again.

The **infrared camera** image with an image-temperature closest to the operating temperature should be called the operating temperature image.

AA.6.5.2 Heaters without integrated control

For determining the **steady-state operating condition** and the resulting **dynamic factor** of the heater, AA.6.5.1 applies.

AA.6.5.3 Heaters with integrated on/off control

In addition to AA.6.5.1, the following applies: two consecutive heat-up cycles should be performed.

At the first heat-up cycle, the heater should be turned on and heated up until the integrated on/off switch turns off the heater. At this point, the switch-off temperature should be recorded and used as a mark for the second heat-up cycle.

Subsequently, the **active radiant heating surface** should be allowed to cool down to room temperature.

At the second heat-up cycle, the heater is turned on again. Using the switch-off temperature as a mark, a manually or automatically adjustable variac (see AA.4.4) should be used to achieve a steady-state temperature just below that switch-off temperature. This steady-state temperature should constitute the operating temperature of an **active radiant heating surface**.

AA.6.5.4 Heaters with integrated PI or PID controller

In addition to AA.6.5.1, the following applies:

The external or integrated PI or PID controller of the heater varies the temperature of the active radiant heating surface during operation.

The controller should be altered in such a way as to keep a steady-state operating temperature during the entire testing period. Otherwise, the controller should be made inoperable for changing the temperature of the **active radiant heating surface**.

AA.6.6 Calculation of the nominal radiation efficiency

Based on the operating temperature image (see AA.6.5.1), the corrected radiant flux Φ_{radc} of each image-pixel is calculated by Equation (AA.4). In Equation (AA.2), the hemispherical **emissivity** ε_h in the spectral range of 2,5 μm to 35 μm as stated in the **emissivity** test report should be used.

The sum of all corrected radiant flux values Φ_{radc} results in the heat flow $\sum \Phi_{\text{radc}}$ of an **active radiant heating surface** in the steady state operating condition.

The electric power measured by the multimeter at the same time as the operating temperature image is the **rated power** P_{el} of an **active radiant heating surface** in the steady-state operating condition.

Based on the heat flow $\sum \Phi_{\text{radc}}$ and the **rated power** P_{el} , the **nominal radiation efficiency** is calculated by Equation (AA.1).

Should the heater have two or more **active radiant heating surfaces**, the **nominal radiation efficiency** of the heater is determined as follows:

- the heat flow $\sum \Phi_{\text{radc}}$ of the heater is the sum of all radiant flux values from all pixels of all operating temperature images, and
- the **rated power** P_{el} of the heater is the arithmetic average of the **rated powers** at all operating temperature images.

The **nominal radiation efficiency** is expressed in percent.

The test report should state the **nominal radiation efficiency**, rounded-off to one decimal.

AA.6.7 Nominal heat-up time period

The **nominal heat-up time** period is only calculated for heaters with a **nominal radiation efficiency** of 40 % or more.

The **nominal heat-up time** period is the period from starting the heater until arriving at a temperature value of 2/3 of the temperature in the steady-state operating condition.

Should the heater have two or more **active radiant heating surfaces**, the **nominal heat-up time** period for the heater is the arithmetic average of all **nominal heat-up time** periods of each **active radiant heating surface**.

The **nominal heat-up time** period should be recorded in minutes and seconds, whereby the seconds are transformed into 2-decimal minute values.

The **nominal heat-up time** period should be stated as a 2-decimal minute value in the test report.

AA.6.8 Dynamic factor

The **dynamic factor** of the heater is determined by Equation (AA.6).

AA.6.9 Test method

AA.6.9.1 Measurement basis

The **emissivity** of the **active radiant heating surfaces** of the heater are measured with a Fourier-Transformation-Infrared spectrometer. Based on the **emissivity**, the temperatures of the **active radiant heating surfaces** of the heater are measured with an **infrared camera** in a standardized **testing chamber**. The temperatures of the interior surfaces of the **testing chamber** are measured by thermocouples. The **rated power** in the steady-state operating condition of the heater is determined by measuring the electric power with a multimeter. All aforementioned measured values are used as parameters in a standard Planck-Equation for radiant heat exchange between surfaces to calculate the **nominal radiation efficiency**.

AA.6.9.2 Testing process

It is highly recommended to use automated testing software.

Start the testing chamber to reach an average interior surface temperature of $(20 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$.

Review the information on the manufacturer declaration document, checking if the calibration period of the **infrared camera** is still valid, and enter all pertinent data in the test report software.

Measure and verify the sizes of all **active radiant heating surfaces**, the weight of the heater, the length of the power cord if existing, and entering the measurement values in the test report software.

Install the examinee in the **testing chamber** in accordance with the manufacturer's declaration and the heater manual. Check if the mounting devices supplied with the heater should be used in the testing chamber. The **examinee** stays turned-off this time. An integrated PI or PID temperature control should be adjusted to achieve the maximum operating temperature of the heater. In case of an integrated on/off temperature controller, a variac shall be installed between the power stabilizer and the multimeter.

Install the **infrared camera** in the **testing chamber**, start the camera, and enter the **emissivity** value of the **active radiant heating surface** in the spectral range of $7 \mu\text{m}$ to $13 \mu\text{m}$ as stated in the **emissivity** test report in the **infrared camera** software.

Draw the boundary lines on the test report software around the **active radiant heating surface** of the heater.

Ensure that the **testing chamber** has a steady average interior surface temperature of $(20 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$ for at least 5 min before commencing.

Turn on the heater, turn off the light in the **testing chamber** and close the **testing chamber** door.

Heat-up the heater to its operating temperature. In the case of a heater with an integrated on/off switch, use the variac to establish the operative temperature of an **active radiant heating surface**.

Steady-state operation starts with a $< 0,1$ K temperature inclination of an **active radiant heating surface**.

End of test is achieved after a 10-minute period of a steady-state operating temperature.

AA.7 Test report

The test report should contain the following information:

- name and address of the examiner, the manufacturer and the test location,
- the words "test report",
- a unique test report number,
- the text "Classification of electric **low temperature infrared heaters** in accordance with IEC 60675-3",
- the text "This test report consists of ____ pages.", stating the number of pages,
- the text "Without written permission from the examiner, only the entire test report without alterations may be published. Previous test reports are hereby invalid, and it is not permitted to use them any more for advertising purposes.",
- date, start- and ending-time of test procedure,
- **model** identifier,
- type of **active radiant heating surfaces**,
- mounting type,
- **rated power** in W,
- total surface area of **active radiant heating surfaces** in m²,
- operating temperature in °C,
- **emissivity** & test report number of each **active radiant heating surface**,
- **nominal radiation efficiency**,
- **nominal heat-up time** period (only for electric **low temperature infrared heaters**) in min,
- **dynamic factor** (only for electric **low temperature infrared heaters**),
- heater type and category,
- location and date of examination,
- name and signature of examiner,
- information about **testing chamber**, the testing method and the instruments,
- date of the manufacturer declaration information, with date received by the examiner, verification measurements of **active radiant heating surfaces**, heater weight and length of power cord,
- information regarding control options,
- on the bottom of each page the respective page number and the number of all pages of the test report.

Clause AA.12 shows an example of the test report.

AA.8 Verification system

AA.8.1 General

The entire testing system needs to be verified for compliance with this annex. For that purpose, two "master heaters" are part of the verification system. For reasons of unknown performance characteristics, both master heaters should be heaters that are not yet tested in accordance with this annex. The electric nominal power of each heater should not exceed 3 kW.

AA.8.2 Purpose of master heaters

The master heaters serve the following purposes:

- a) to verify that the comparative precision among the involved examiners is within the deviations set by this annex, and
- b) to establish a common basis for all examiners, whereby it should be documented that the repetitive precision of an examiner is within the deviations set by this annex.

AA.8.3 Verification procedure

There has to be organized a "round robin" test among all participating examiners.

The **nominal radiation efficiency** is the determinant for both the repetitive and comparative precision.

The repetitive precision s_o of three consecutive tests with the same "second master heater" should be within a tolerance of $s_o = \pm 2 \%$.

The results from the "round robin" test determine the average comparative precision $\phi_{M,s}$ based on each test of each examiner. The comparative precision s_m of three consecutive tests with the same "first master heater" should be within a tolerance of $s_m \pm 2 \%$ in relation to the average comparative precision $\phi_{M,s}$ of all participating examiners' test results.

AA.8.4 Compliance

By utilizing both master heaters, the verification tests for repetitive and comparative precision in relation to the **nominal radiation efficiency** should be carried out in accordance with this annex.

An examiner should not provide a test report pertaining to this annex if their verification test results are outside the precision deviations as stated in AA.8.3, or if their last verification test was more than 3 years before issuing a test report.

Based on the positive results of the verification tests, an examiner should provide a declaration, that they are complying with this annex.

AA.9 Measuring emissivity by combining temperature reference method and masking tape reference method

NOTE Both methods are processed with the same **infrared camera** that is used to measure the **nominal radiation efficiency**.

AA.9.1 Combining procedure

The temperature reference method as well as the masking tape reference method are susceptible to handling errors.

To avoid incorrect measurement of **emissivity** caused by handling errors, both methods should be processed and combined as follows:

- 1) Both methods described in AA.9.2 and AA.9.3 should be processed.
- 2) If the difference between the **emissivity** values is more than 0,03, step 1) has to be redone.
- 3) If the difference between the **emissivity** values is less than or equal 0,03, the mean value of both should be taken as the valid result for **emissivity**.

AA.9.2 The temperature reference method

In its details, the method may be different depending on the **infrared camera** used. For details, the camera manual should be taken into account. Generally, it should be done in accordance with the following steps:

Step 1:

Selection of a location on the heater active surface to perform the test and measuring the reflected apparent temperature of this location. Setting of this value as the reflected apparent temperature in the camera.

Step 2:

Measuring the temperature of the selected location on the heater surface with a contact thermometer (as recommended by camera distributor).

Step 3:

Measuring the temperature of the selected location on the heater surface with the camera with a preset **emissivity** of one. The difference between the measured temperature values of the contact thermometer and the camera results from an **emissivity** set too high.

Step 4:

Gradual lowering the **emissivity** setting, one can change the measured temperature until it matches the value of the contact measurement. The then selected **emissivity** corresponds to the **emissivity** of the heater surface. This **emissivity** value should be taken as the valid value for this measurement.

AA.9.3 The masking tape reference method

The masking tape reference method is a reference method as described in ISO 18434-1.

The principle is to use a material of known **emissivity** to determine the **emissivity** of an unknown material. The reference material is placed on the heater and the heater is heated up until reaching steady state. The reference is then used to establish the true temperature of the material. **Emisivity** is then adjusted until the true temperature appears in the camera for the heater.

In its details, the method may be different relating to the **infrared camera** which is used. For details, the camera manual should be considered. Generally, it should be done as per the following steps:

Step 1:

Selection of a location on the heater active surface to perform the test and measuring the reflected apparent temperature of this location. Setting of this value as the reflected apparent temperature in the camera.

Step 2:

Covering a small part of the selected location with a masking tape of known **emissivity**. The tape area should be about one cm².

NOTE If there is no reference tape available from the camera distributor, another kind of black tape can be used that has an **emissivity** of 0,95.

Step 3:

Heating up until steady state is reached.

Step 4:

Measuring the temperature of the masking tape with the camera by using its **emissivity** value. Storing this temperature value.

Step 5:

Selection of a location very close to the tape location or keeping the location and removing the tape if it can be ensured that there is no adhesive left.

Step 6:

Adjusting **emissivity** value in the camera settings until the stored temperature value appears. This is the **emissivity** value for this active heater surface.

Remarks:

- Always use a frozen or saved image.
- Make sure that the image is in focus.
- There shall not be any spot reflections in the image.
- If the heater surface is very rough, heat transfer paste is useful to be put partially under the tape.
- The selected location for measuring should be in the hottest region of the active surface.

AA.10 Measuring emissivity by using an Ulbricht sphere

AA.10.1 General

To determine the **emissivity** of an opaque **active radiant heating surface**, hereafter called "**examinee**", a Fourier-Transformation-Infrared spectrometer (FTIR-spectrometer) with an integrating sphere (also known as an Ulbricht sphere) is used (see Figure AA.4).

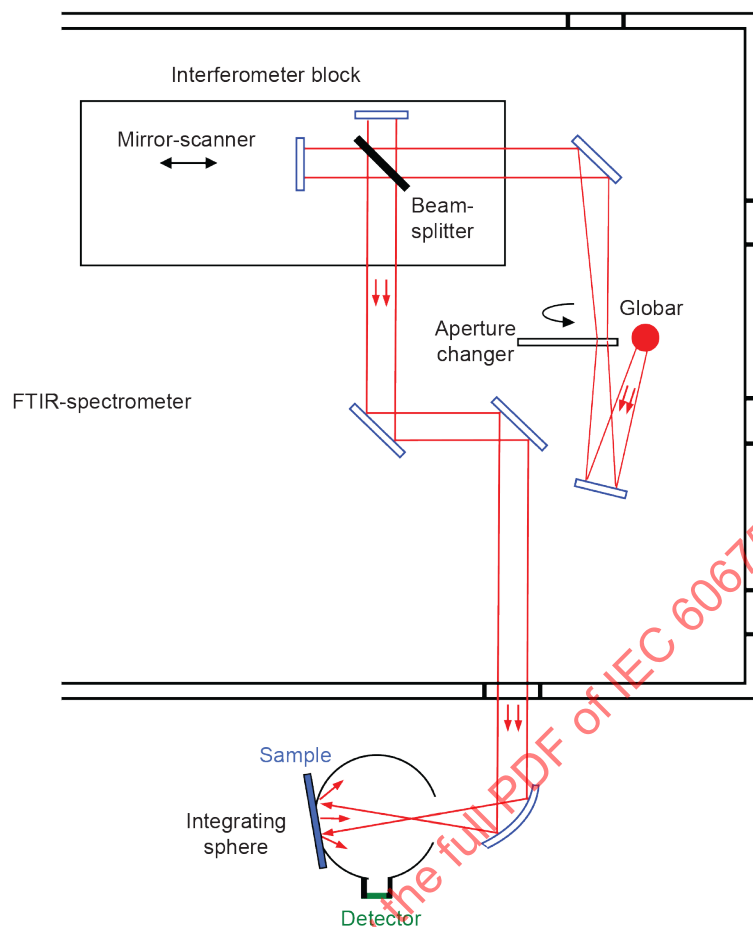


Figure AA.4 – Schematics of a FTIR-spectrometer for measuring the directional-spectral reflectivity of an examinee

AA.10.2 Measurement method

The integrating sphere consists of a hollow spherical cavity covered with a diffuse and highly reflective coating. Within the integrating sphere, this results in an isotropic radiant energy field registered by the detector.

The detector itself is located in a recess on the side of the integrating sphere or located behind a shade. This ensures that the detector will only receive diffusely reflected radiation.

Through an opening of the integrating sphere, infrared radiation is directed straight onto the **examinee**.

Opposite from the opening, the **examinee** is placed directly in front of another opening of the integrating sphere. The **examinee**-opening is usually slightly tilted to prevent the specular reflected radiation from escaping through the infrared-opening.

This way, the directional-hemispherical spectral reflectivity R_{gh} of an opaque **examinee** is measured.

In addition, a reference measurement for determining the directional-hemispherical reflectivity R_{gh} of an **examinee** should be conducted. For this purpose, a highly-reflective reference material with known reflectivity should be used (see Figure AA.5).

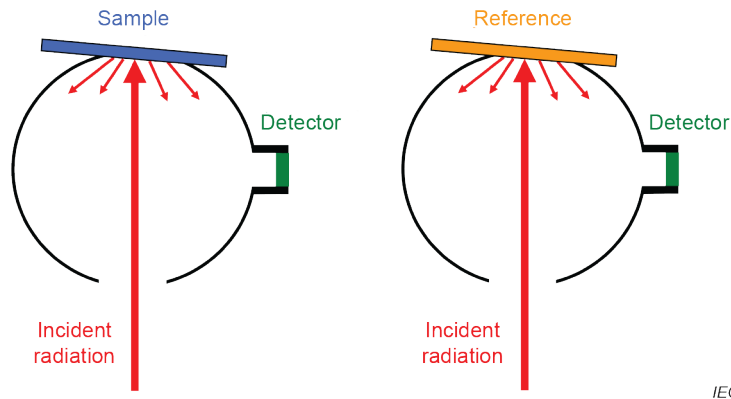


Figure AA.5 – Schematics of the reference measurement of the directional-hemispherical spectral reflexivity

AA.10.3 Measurement range

The measurement should be performed in a spectral range of at least 2,5 μm to 35 μm .

AA.10.4 Calculation of thermal emissivity

Based on the measured directional-hemispherical spectral reflectivity R_{gh} , the directional-spectral **emissivity** ε_n is calculated with Equation (AA.10):

$$\varepsilon_n = 1 - R_{\text{gh}} \quad (\text{AA.10})$$

The thermal **emissivity** $\varepsilon(T)$ with respect to the temperature T can be calculated by integrating the spectral **emissivity** ε_λ over all wavelengths λ from 2,5 μm to 35 μm with the Planck-function $i_\lambda(T)$ as a weight function with Equation (AA.11):

$$\varepsilon(T) = \frac{\int_{2,5}^{35} \varepsilon_\lambda(T) \cdot i_\lambda(T) \cdot d\lambda}{\int_{2,5}^{35} i_\lambda(T) \cdot d\lambda} \quad (\text{AA.11})$$

The Planck-function $i_\lambda(T)$ gives the amount of radiation emitted by a black body at a certain temperature T .

In test methods described in AA.6.9 and AA.9, an **infrared camera** is used as a temperature measurement device. The common spectral range for **infrared cameras** is from about 7 μm up to 14 μm . Therefore, Equation (AA.11) is also used to calculate the thermal **emissivity** $\varepsilon(T)$ in the spectral range of 7 μm to 14 μm as input-parameter for the **infrared camera** only.

AA.10.5 Calculation of the hemispherical emissivity

Based on a normal-spectral **emissivity** ε_n of $\geq 0,5$, the hemispherical **emissivity** ε_h should be calculated in accordance with Equation (AA.12):

$$\varepsilon_h = 0,156\,9 \times \varepsilon_n + 3,766\,9 \times (\varepsilon_n)^2 - 5,439\,8 \times (\varepsilon_n)^3 + 2,473\,3 \times (\varepsilon_n)^4 \quad (\text{AA.12})$$

Based on a normal-spectral **emissivity** ε_n of $< 0,5$, the hemispherical **emissivity** ε_h should be calculated in accordance with ASTM E 1585 – 93, given by Equation (AA.13):

$$\varepsilon_h = 1,321\,7 \times \varepsilon_n - 1,876\,6 \times (\varepsilon_n)^2 + 4,658\,6 \times (\varepsilon_n)^3 - 5,834\,9 \times (\varepsilon_n)^4 + 2,740\,6 \times (\varepsilon_n)^5 \quad (\text{AA.13})$$

AA.11 Radiant heat correction factor

To determine the **radiant heat correction factor** for temperatures of **active radiant heating surfaces** from 40 °C up to 100 °C, Equation (AA.14) applies:

$$A_{\text{TOT}} = 1 - 0,01 \times (0,1 \times T_{\text{front}} - 1) \quad (\text{AA.14})$$

To determine the **radiant heat correction factor** for temperatures of **active radiant heating surfaces** greater than 100 °C and up to 200 °C, Equation (AA.15) applies:

$$A_{\text{TOT}} = 1 - 0,01 \times (0,041 \times T_{\text{front}} + 4,9) \quad (\text{AA.15})$$

where

A_{TOT} is the **radiant heat correction factor** (–)

T_{front} is the temperature of each pixel of an **active radiant heating surface** in (°C)

NOTE The correction factor calculation is based on a medium path length of 4 m and a relative humidity of 55 %.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60675-3:2020

AA.12 Example of the test report

Name and address of examiner

TEST REPORT

No. _____

Classification electric low temperature infrared heaters in accordance with IEC 60675-3

The test report consists of x pages.

Without written permission from the examiner, only the entire test report
without alterations may be published.

Previous test reports are hereby invalid,
and it is not permitted to use them any more for advertising purposes.

page _____ of _____

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60675-3:2020

name and address of examiner

TEST RESULTS

test report number	(number)
date and time of start and end	____.____.____ / ____:____ - ____:____
manufacturer	_____ (name ZIP, town, country)
heater model	(model identifier)
surface material	(surface type,)
mounting	(i.e. wall / vertical)
rated power	_____, ____ Watt
active radiant heating surface area	____, ____ m²
operating temperature	____, ____ °C
nominal radiation efficiency	____, ____ %
nominal heat-up time period	____, ____ minutes
dynamic factor	____, ____
classification	(i.e. fixed electric low temperature infrared heater)

test location and date

name and signature of examiner

page ____ of ____

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60675-3:2020

Description of the testing chamber and method

Test report number:

Manufacturer:

Model:

Description of the **testing chamber** Test chamber in accordance with EN 442-2

Applied test method Test method in accordance with IEC 60675-3.

Applied measurement principles By measuring the applied electric power and the room facing radiant heating power in the steady state operating condition of the **examinee**, the **nominal radiation efficiency** of the **examinee** is calculated. The **nominal heat-up time** period is the time period from turning-on the **examinee** until arriving at 2/3 of the temperature in the steady state operating condition of the **examinee**.

Average radiant **emissivity** of the **testing chamber** walls 0,____

Average radiant **emissivity** of the **testing chamber** ceiling 0,____

Average radiant **emissivity** of the **testing chamber** floor 0,____

Average temperature of the inside surfaces of the **testing chamber** ____ °C

page ____ of ____

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60675-3:2020

Measurement instruments

Test report number:

Manufacturer:

Model:

power stabilizer	manufacturer:	_____
	model:	_____
	voltage:	_____
	accuracy:	_____
multimeter	manufacturer:	_____
	model:	_____
	power range:	_____
	accuracy:	_____
variac	manufacturer:	_____
	model:	_____
	power range:	_____
infrared camera	manufacturer:	_____
	model:	_____
	pixel resolution:	_____
	temperature range:	_____
	spectral range:	_____
	accuracy:	_____
air temp. sensor	last calibration date:	_____
	manufacturer:	_____
	model:	_____
	temperature range:	_____
	accuracy:	_____

Verification data

Test report number:

Manufacturer:

Model:

According to IEC 60675-3, Annex AA.12 , the manufacturer submitted the following documentation:

	date of goods	arrival date at test location	explanation
examinee	---	---.---.---	(model identifier)
manufacturer declaration	---.---.---	---.---.---	technical data of the examinee
heater manual	---.---.---	---.---.---	not applicable if the examinee is a R&D model
mounting locations	on the wall – vertical ☐ on the wall – horizontal ☐ on the ceiling ☐ floor standing ☐		mounting options refer to the longitudinal axis of the heater according to the heater manual and manufacturer's choice

verification by the examiner

	radiant heat reference plane #1	radiant heat reference plane #2
surface sizes according to manufacturer declaration	_, _ m x _, _ m	_, _ m x _, _ m
size evaluation by examiner	_, _ m x _, _ m	_, _ m x _, _ m
compliance with size tolerances	yes / no	yes / no
power cord length according to manufacturer	_, _ m	
supply cord length according to examiner	_, _ m	

AA.13 Example of model series test report

name and address of examiner

MODEL SERIES REPORT

No. _____

Classification of electric low temperature infrared heaters in accordance with IEC 60675-3

The test report consists of x pages.

Without written permission from the examiner, only the entire test report
without alterations may be published.

Previous test reports are hereby invalid,
and it is not permitted to use them any more for advertising purposes.

page _____ of _____

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60675-3:2020

name and address of examiner

MODEL SERIES REPORT

manufacturer			
model series			
models	model identifier #1	model identifier #2 2)	model identifier #3
test report nr.			
date of test report			
mounting		2)	
surface materials		2)	
operating temperature		2)	
nominal power		2)	
active radiant surface area		2)	
dynamic factor		1)	
classification			
rating			

1) linear interpolation according to IEC 60675 Annex B

2) according to manufacturer

_____ location and date

_____ name and signature of examiner

page ____ of ____

Bibliography

This annex of IEC 60675:1994 applies with the following addition:

IEC 60531, *Household electric thermal storage room heaters – Methods for measuring performance*

ISO 18434-1, *Condition monitoring and diagnostics of machines – Thermography – Part 1: General procedures*

EN 442-2:2014, *Radiators and convectors – Part 2: Test methods and rating*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60675-3:2020

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	46
1 Domaine d'application	48
2 Références normatives	48
3 Termes, définitions et symboles	48
4 Classification	51
5 Enumération des mesures	51
6 Conditions générales d'exécution des mesures	51
7 Dimensions, masse et moyens de raccordement au réseau d'alimentation	51
8 Echauffements des grilles de sortie d'air et des surfaces extérieures	52
9 Echauffement des surfaces autour de l'appareil	52
10 Temps de mise en régime de l'appareil	52
11 Stabilité de la température ambiante	52
12 Abaissement	52
13 Température hors-gel	52
14 Courant d'appel	52
15 Effet du rayonnement	52
15.1 Détermination du coefficient de rayonnement	52
15.2 Détermination du rendement de rayonnement	52
16 Mesure de la puissance utile	52
17 Vérification de la température ambiante maximale préconisée par le fabricant	52
Annexe A (normative) Enceinte climatique	53
Annexe B (informative) Informations disponibles au point de vente	54
Annexe C (informative) Formulaire de rapport d'essai	55
Annexe AA (informative) Méthode de mesure du rendement de rayonnement	56
AA.1 Généralités	56
AA.2 Equations	57
AA.2.1 Rendement de rayonnement	57
AA.2.2 Facteur dynamique	58
AA.3 Classification	59
AA.3.1 Catégories	59
AA.3.2 Types	59
AA.3.3 Liste des mesurages et calculs	59
AA.4 Conditions générales	59
AA.4.1 Généralités	59
AA.4.2 Stabilisateur de puissance	60
AA.4.3 Multimètre	60
AA.4.4 Autotransformateur	60
AA.4.5 Caméra infrarouge	60
AA.4.6 Dimensions maximales des surfaces rayonnantes actives	60
AA.4.7 Réflecteurs de chaleur	61
AA.4.8 Données techniques	61
AA.4.9 Puissance assignée	61
AA.4.10 Chambre d'essai	61
AA.5 Appareil examiné	62

AA.5.1	Déclaration	62
AA.5.2	Dispositifs de montage, commande de température et réglages de l'appareil de chauffage multiphase	62
AA.5.3	Série de modèles	62
AA.5.4	Appareils de chauffage comportant plusieurs surfaces rayonnantes actives	63
AA.6	Méthode d'essai	63
AA.6.1	Emissivité	63
AA.6.2	Lignes de délimitation	64
AA.6.3	Température de pixel	64
AA.6.4	Position	64
AA.6.5	Condition de régime établi	68
AA.6.6	Calcul du rendement de rayonnement nominal	69
AA.6.7	Temps nominal de mise en température	70
AA.6.8	Facteur dynamique	70
AA.6.9	Méthode d'essai	70
AA.7	Rapport d'essai	71
AA.8	Système de vérification	72
AA.8.1	Généralités	72
AA.8.2	Objet des appareils de chauffage de référence	72
AA.8.3	Méthode de vérification	72
AA.8.4	Conformité	73
AA.9	Mesure de l'émissivité par combinaison de la méthode de référence de température et de la méthode de référence au ruban adhésif	73
AA.9.1	Procédure de combinaison	73
AA.9.2	Méthode de référence de température	73
AA.9.3	Méthode de référence au ruban adhésif	74
AA.10	Mesure de l'émissivité à l'aide d'une sphère d'Ulbricht	75
AA.10.1	Généralités	75
AA.10.2	Méthode de mesure	76
AA.10.3	Plage de mesure	77
AA.10.4	Calcul de l'émissivité thermique	77
AA.10.5	Calcul de l'émissivité hémisphérique	78
AA.11	Facteur de correction de la chaleur rayonnante	78
AA.12	Exemple de rapport d'essai	79
AA.13	Exemple de rapport d'essai d'une série de modèles	84
	Bibliographie	86
	Figure AA.1 — Positionnement d'un appareil de chauffage à montage mural et de la caméra infrarouge dans la chambre d'essai	65
	Figure AA.2 — Positionnement d'un appareil de chauffage à montage au plafond et de la caméra infrarouge dans la chambre d'essai	66
	Figure AA.3 — Positionnement d'un appareil de chauffage à montage au sol et de la caméra infrarouge dans la chambre d'essai	67
	Figure AA.4 — Représentation schématique d'un spectromètre FTIR pour le mesurage de la réflectivité spectrale directionnelle d'un appareil examiné	76
	Figure AA.5 — Représentation schématique de la mesure de référence de la réflectivité spectrale hémisphérique directionnelle	77
	Tableau 100 — Symboles utilisés dans le présent document	51

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPAREILS ÉLECTRODOMESTIQUES DE CHAUFFAGE DES LOCAUX À ACTION DIRECTE – MÉTHODES DE MESURE DE L'APTITUDE À LA FONCTION –

Partie 3: Dispositions supplémentaires pour la mesure du rendement de rayonnement

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique 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. A 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 et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 60675-3 a été établie par le sous-comité 59C: Appareils de chauffage électrique à usage domestique et similaire, du comité d'études 59 de l'IEC: Aptitude à la fonction des appareils électrodomestiques et analogues.

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

FDIS	Rapport de vote
59C/257/FDIS	59C/261/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette Norme internationale.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

La présente Norme internationale doit être utilisée conjointement avec l'IEC 60675:1994, l'IEC 60675:1994/AMD1:1998 et l'IEC 60675:1994/AMD2:2018. Le présent document complète ou modifie les articles correspondants de l'IEC 60675:1994. Lorsque le présent document mentionne "addition" ou "remplacement" par rapport à une disposition de l'IEC 60675:1994, le texte correspondant de l'IEC 60675:1994 est adapté en conséquence. Si aucune modification n'est nécessaire, le texte "L'article correspondant de l'IEC 60675:1994 s'applique" est utilisé. Lorsqu'un paragraphe particulier de l'IEC 60675:1994 n'est pas mentionné dans la présente partie, ce paragraphe s'applique pour autant que cela soit raisonnable.

Les dispositions spécifiques qui s'ajoutent à celles de la Partie 1 sont introduites sous forme d'articles ou de paragraphes, et sont numérotées à partir de 101.

NOTE Le système de numérotation suivant est utilisé:

- les paragraphes, tableaux et figures qui s'ajoutent à ceux de la Partie 1 sont numérotés à partir de 101;
- à l'exception de celles qui sont dans un nouveau paragraphe ou de celles qui concernent des notes de la Partie 1, les notes sont numérotées à partir de 101, y compris celles des articles ou paragraphes qui sont remplacés;
- les annexes qui sont ajoutées sont désignées AA, BB, etc.

Dans le présent document, les caractères d'imprimerie suivants sont utilisés:

- **termes répertoriés à l'Article 3 du présent document, de l'IEC 60675:1994 et de l'IEC 60675-2:2020: Arial gras.**
- *modalités d'essais: caractères italiques.*

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60675, publiées sous le titre général *Appareils électrodomestiques de chauffage des locaux à action directe — Méthodes de mesure de l'aptitude à la fonction*, 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 "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives au document recherché. A 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 cette publication en utilisant une imprimante couleur.

APPAREILS ÉLECTRODOMESTIQUES DE CHAUFFAGE DES LOCAUX À ACTION DIRECTE – MÉTHODES DE MESURE DE L'APTITUDE À LA FONCTION –

Partie 3: Dispositions supplémentaires pour la mesure du rendement de rayonnement

1 Domaine d'application

L'article de l'IEC 60675:1994 s'applique, avec la modification suivante:

Remplacer le premier alinéa par le suivant:

Le présent document s'applique aux appareils électriques de chauffage des locaux à action directe.

Le présent document définit les caractéristiques d'aptitude à la fonction associées à l'effet rayonnant et spécifie les méthodes de mesure du **rendement de rayonnement** à titre d'information pour les utilisateurs.

Le présent document a pour objet de mesurer le **rendement de rayonnement** des appareils de chauffage des locaux à action directe.

2 Références normatives

Remplacer l'Article 2 de l'IEC 60675:1994 par le suivant:

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 60675:1994, *Appareils électrodomestiques de chauffage des locaux à action directe – Méthodes de mesure de l'aptitude à la fonction*

IEC 60675:1994/AMD1:1998

IEC 60675:1994/AMD2:2018

IEC 60675-2:2020, *Appareils électrodomestiques de chauffage des locaux à action directe – Méthodes de mesure de l'aptitude à la fonction – Partie 2: Dispositions supplémentaires pour la mesure du coefficient de rayonnement*

3 Termes, définitions et symboles

Remplacer l'Article 3 de l'IEC 60675:1994 par le suivant:

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'IEC 60675:1994, l'IEC 60675:1994/AMD1:1998, l'IEC 60675-2:2020 ainsi que les suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

3.101

coefficient de rayonnement

rapport de la puissance calorifique infrarouge à l'apport énergétique total mesuré, exprimé en %

Note 1 à l'article: Le **coefficient de rayonnement** peut être mesuré pour les **panneaux chauffants**, les **convecteurs** et les **appareils rayonnants**.

3.102

rendement de rayonnement

rapport du flux thermique dans une chambre (d'essai) par échange de rayonnement entre une surface rayonnante active et les surfaces intérieures de la chambre, à la puissance électrique nominale d'un appareil de chauffage placé à l'intérieur de cette **chambre d'essai**

Note 1 à l'article: Le **coefficient de rayonnement** et le **rendement de rayonnement** sont mesurés par rapport à différents paramètres physiques et ne sont pas comparables.

3.103

surface rayonnante active

surface des appareils de chauffage orientée vers la pièce

Note 1 à l'article: Les zones dont la température moyenne est inférieure à 40 °C, comme les châssis, les dispositifs de montage, les panneaux de service et autres éléments ajoutés, doivent être exclues de la **surface rayonnante active** à laquelle ils sont associés.

3.104

puissance assignée

puissance électrique absorbée Q_M en W, mesurée dans des conditions de régime établi, calculées comme étant égales à la moyenne de la puissance électrique absorbée au cours de la mesure du **rendement de rayonnement** pendant la période nécessaire pour confirmer les conditions de régime établi

Note 1 à l'article: Les conditions de régime établi sont atteintes lorsque la température de surface de l'appareil de chauffage ne varie pas de plus de 1 K sur une durée de 10 min.

3.105

émissivité

rapport du flux rayonnant d'une surface spécifique au flux rayonnant d'un corps noir étalon, à la même température et dans le même environnement

3.106

appareil examiné

appareil de chauffage soumis à l'essai conformément au présent document

3.107

caméra infrarouge

dispositif de mesure utilisé pour enregistrer et représenter visuellement les températures de surface des appareils de chauffage

3.108

appareil de chauffage à infrarouge basse température

appareil de chauffage sans parties lumineuses qui comporte une ou plusieurs **surfaces rayonnantes actives**, où la température moyenne des surfaces est comprise entre 40 °C et 200 °C, et dont le **rendement de rayonnement nominal** est supérieur ou égal à 40 %, tel que déterminé dans le présent document

Note 1 à l'article: "Sans parties lumineuses" signifie, dans le cas d'un appareil de chauffage installé, que ces parties ne peuvent être détectées à l'œil nu d'un point situé à 2 m en avant de l'appareil et à 1,2 m au-dessus du sol.

3.109

modèle

appareil de chauffage dont la construction et l'aspect sont identiques à ceux d'autres appareils de chauffage produits par le même fabricant

3.110

série de modèles

groupe de **modèles**

3.111

temps nominal de mise en température

délai entre la mise sous tension de l'appareil de chauffage et le point où sont atteints les 2/3 de la température en **condition de régime établi** de l'appareil de chauffage

3.112

rendement de rayonnement nominal

rapport du flux thermique dans une **chambre d'essai** par échange de rayonnement entre une **surface rayonnante active** et les surfaces intérieures de la chambre, à la puissance électrique nominale d'un appareil de chauffage placé à l'intérieur de cette **chambre d'essai**

Note 1 à l'article: Pour le calcul du **rendement de rayonnement nominal**, voir AA.2.1.1.

3.113

facteur dynamique

paramètre qui peut être utilisé pour comparer les **appareils de chauffage à infrarouge basse température**

Note 1 à l'article: Ce paramètre dépend du **rendement de rayonnement nominal** et du **temps nominal de mise en température**.

Note 2 à l'article: Pour le calcul du **facteur dynamique**, voir AA.2.2.

3.114

facteur de correction de la chaleur rayonnante

paramètre qui spécifie la quantité de flux rayonnant d'un appareil de chauffage qui est absorbée dans l'air

3.115

condition de régime établi

état de l'appareil de chauffage lorsque ses **surfaces rayonnantes actives** atteignent la température de service en régime établi au cours d'une période prédéterminée

3.116

chambre d'essai

environnement normalisé pour l'essai d'appareils de chauffage

3.117

rendement de rayonnement corrigé

rendement de rayonnement nominal réduit par l'influence de l'absorption dans l'air

Note 1 à l'article: Pour le calcul du **rendement de rayonnement corrigé**, voir AA.2.1.2.

3.118

rendement de rayonnement relatif

rapport du **rendement de rayonnement nominal** de l'appareil d'essai au **rendement de rayonnement** d'une version idéalisée de l'appareil d'essai

Note 1 à l'article: Pour le calcul du **rendement de rayonnement relatif**, voir AA.2.1.3.

3.119 Symboles

Les symboles répertoriés dans le Tableau 100 sont utilisés dans le présent document.

Tableau 100 — Symboles utilisés dans le présent document

Symbole	Désignation	Dimensions
P_{elnom}	Puissance électrique nominale	W
P_{el}	Puissance électrique absorbée mesurée dans des conditions de régime établi	W
L	Longueur	m
W	Largeur	m
D	Profondeur	m
--	Longueur de câble électrique	m
--	Poids	kg
A_{pixel}	Surface rayonnante active	m ²
ε_{h}	Emissivité hémisphérique d'une surface rayonnante active	--
σ	Constante de Stefan-Boltzmann (= $5,670\,4 \times 10^{-8}$)	W/m ² K ⁴
T_{avant}	Température de pixel de l'image de la caméra infrarouge d'une surface rayonnante active	K
T_{paroi}	Température moyenne des six surfaces intérieures de la chambre d'essai	K
A_{TOT}	Facteur de correction de la chaleur rayonnante qui tient compte de l'absorption de la chaleur rayonnante dans l'air	--
Φ_{radc}	Flux rayonnant après application du facteur de correction de la chaleur rayonnante	W
R_{nom}	Rendement de rayonnement nominal	%
D_{f}	Facteur dynamique	--
t_{nom}	Temps nominal de mise en température	minutes
s_{o}	Précision répétitive	W
s_{m}	Précision comparative	W

4 Classification

L'article de l'IEC 60675:1994 s'applique.

5 Enumération des mesures

L'article de l'IEC 60675:1994 et de l'IEC 60675:1994/AMD1:1998 s'applique.

6 Conditions générales d'exécution des mesures

L'article de l'IEC 60675:1994 et de l'IEC 60675:1994/AMD1:1998 s'applique.

7 Dimensions, masse et moyens de raccordement au réseau d'alimentation

L'article de l'IEC 60675:1994 s'applique.

8 Echauffements des grilles de sortie d'air et des surfaces extérieures

L'article de l'IEC 60675:1994 s'applique.

9 Echauffement des surfaces autour de l'appareil

L'article de l'IEC 60675:1994 s'applique.

10 Temps de mise en régime de l'appareil

L'article de l'IEC 60675:1994 s'applique.

11 Stabilité de la température ambiante

L'article de l'IEC 60675:1994 et de l'IEC 60675:1994/AMD1:1998 s'applique.

12 Abaissement

L'article de l'IEC 60675:1994 s'applique.

13 Température hors-gel

L'article de l'IEC 60675:1994 s'applique.

14 Courant d'appel

L'article de l'IEC 60675:1994 s'applique.

Remplacer l'Article 15 de l'IEC 60675:1994 par le suivant:

15 Effet du rayonnement

15.1 Détermination du coefficient de rayonnement

Pour les **panneaux chauffants**, les **convecteurs** et les **appareils rayonnants**, le coefficient de rayonnement doit être déterminé conformément à l'Annexe AA de l'IEC 60675-2:2020.

15.2 Détermination du rendement de rayonnement

Pour les **appareils rayonnants à basse température**, le **rendement de rayonnement** peut être déterminé conformément à l'Annexe AA du présent document.

16 Mesure de la puissance utile

L'article de l'IEC 60675:1994/AMD1:1998 s'applique.

17 Vérification de la température ambiante maximale préconisée par le fabricant

L'article de l'IEC 60675:1994/AMD2:2018 s'applique.

Annexe A
(normative)

Enceinte climatique

L'annexe de l'IEC 60675:1994 s'applique.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60675-3:2020

Annexe B
(informative)

Informations disponibles au point de vente

L'annexe de l'IEC 60675:1994 et les modifications introduites par l'IEC 60675:1994/AMD1:1998 et l'IEC 60675:1994/AMD2:2018 s'appliquent.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60675-3:2020

Annexe C
(informative)

Formulaire de rapport d'essai

Remplacer l'Annexe C de l'IEC 60675:1994 par le texte suivant:

Se reporter au rapport d'essai de l'Annexe AA du présent document.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60675-3:2020

Annexe AA (informative)

Méthode de mesure du rendement de rayonnement

AA.1 Généralités

La présente annexe se justifie par le fait que les appareils de chauffage électriques sont commercialisés en fonction de leurs caractéristiques d'aptitude à l'emploi. Le **rendement de rayonnement nominal**, qui tend à devenir un facteur de plus en plus important, est l'une de ces caractéristiques. La présente annexe spécifie une méthode d'essai pour la détermination du **rendement de rayonnement nominal** à des fins de comparaison.

La présente annexe couvre:

- les appareils de chauffage qui présentent une puissance électrique nominale maximale de 3 kW;
- les appareils de chauffage dont les températures de surfaces rayonnantes sont comprises entre 40 °C et 200 °C;
- les appareils de chauffage qui comportent une ou plusieurs **surfaces rayonnantes actives**;
- les appareils de chauffage équipés ou non d'une commande de température ambiante intégrée ou externe;
- les appareils de chauffage qui présentent une surface rayonnante plane ou incurvée, quel qu'en soit le type;
- les appareils de chauffage dont une surface rayonnante présente des creux, saillies ou trous;
- les appareils de chauffage dont la surface rayonnante est partiellement ou intégralement composée d'un maillage;
- les appareils de chauffage dont la surface rayonnante est partiellement ou intégralement composée de différents matériaux;
- les appareils de chauffage dont la surface rayonnante est partiellement ou intégralement composée de différentes couleurs;
- les appareils de chauffage fixes ou portatifs;
- les appareils de chauffage utilisés en intérieur;
- les appareils de chauffage utilisés dans des bâtiments résidentiels; dans des bureaux; dans des hôtels, motels, auberges, restaurants; dans des garderies, établissements scolaires; dans des magasins, supermarchés et environnements analogues.

La présente annexe ne couvre pas:

- les appareils de chauffage dont les températures de surfaces rayonnantes actives sont supérieures à 200 °C (pour ces types d'appareils, le coefficient de rayonnement doit être mesuré conformément à l'IEC 60675-2) (voir 3.101);
- les appareils de chauffage électriques à accumulation des locaux (IEC 60531);
- les appareils de chauffage électriques incorporés à la structure des bâtiments;
- les systèmes de chauffage électriques centralisés;
- les appareils de chauffage électriques reliés à un conduit d'air;
- les papiers, peintures, tapis et rideaux qui incorporent des technologies de chauffage électrique.

AA.2 Equations

AA.2.1 Rendement de rayonnement

AA.2.1.1 Rendement de rayonnement nominal

L'Equation (AA.1) pour le **rendement de rayonnement nominal** est dérivée de l'Equation (AA.5), comme suit:

$$R_{\text{nom}} = \frac{\sum \Phi_{\text{rad}}}{P_{\text{el}}} \times 100 \quad (\text{AA.1})$$

avec

$$\Phi_{\text{rad}} (\text{W}) = A_{\text{pixel}} (\text{m}^2) \times \varepsilon_{\text{h}} (--) \times \sigma (\text{W} / \text{m}^2 \text{K}^4) \times (T_{\text{avant}}^4 (\text{K}) - T_{\text{paroi}}^4 (\text{K})) \quad (\text{AA.2})$$

où

R_{nom} est le **rendement de rayonnement nominal**, en %

Φ_{rad} est le flux rayonnant de chaque pixel de l'image de la **caméra infrarouge**, en W

P_{el} est la **puissance assignée**, en W

A_{pixel} est la **surface rayonnante active** respective de l'appareil de chauffage, en m²

ε_{h} est l'**émissivité** hémisphérique des **surfaces rayonnantes actives** dans la plage de longueurs d'onde spectrales de 2,5 µm à 35 µm (--)

σ est la constante de Stefan-Boltzmann, en W/m² K⁴

T_{avant} est la température d'un pixel d'image de la **caméra infrarouge** au niveau d'une surface rayonnante active, en K;

T_{paroi} est la température moyenne des températures des six surfaces intérieures de la **chambre d'essai**, en K

L'Equation (AA.2) pour Φ_{rad} est appliquée à chaque pixel de chaque image de la **caméra infrarouge** de chaque **surface rayonnante active**. La somme de toutes les valeurs Φ_{rad} correspond au flux thermique donné et est utilisée dans l'Equation (AA.1).

AA.2.1.2 Rendement de rayonnement corrigé

L'Equation (AA.3) pour le **rendement de rayonnement corrigé** est dérivée de l'Equation (AA.5), comme suit:

$$R_{\text{nomc}} (\%) = \frac{\sum \Phi_{\text{radc}}}{P_{\text{el}}} \times 100 \quad (\text{AA.3})$$

avec

$$\Phi_{\text{radc}} (\text{W}) = A_{\text{pixel}} (\text{m}^2) \times \varepsilon_{\text{h}} (--) \times \sigma (\text{W} / \text{m}^2 \text{K}^4) \times (T_{\text{avant}}^4 (\text{K}) - T_{\text{paroi}}^4 (\text{K})) \times A_{\text{TOT}} (--) \quad (\text{AA.4})$$

A_{TOT} est conforme à l'Article AA.11.

où

- R_{nomc} est le **rendement de rayonnement corrigé**, en %;
- Φ_{radc} est le flux rayonnant corrigé de chaque pixel de l'image de la **caméra infrarouge**, en W;
- P_{el} est la **puissance assignée**, en W;
- A_{pixel} est la **surface rayonnante active** respective de l'appareil de chauffage, en m²;
- ε_{h} est l'**émissivité** hémisphérique des **surfaces rayonnantes actives** dans la plage de longueurs d'onde spectrales de 2,5 µm à 35 µm (--);
- σ est la constante de Stefan-Boltzmann, en W/m² K⁴;
- T_{avant} est la température d'un pixel d'image de la **caméra infrarouge** au niveau d'une surface rayonnante active, en K;
- T_{paroi} est la température moyenne des températures des six surfaces intérieures de la **chambre d'essai**, en K;
- A_{TOT} est le **facteur de correction de la chaleur rayonnante** (--).

L'Equation (AA.4) pour Φ_{radc} est appliquée à chaque pixel de chaque image de la **caméra infrarouge** de chaque **surface rayonnante active**. La somme de toutes les valeurs Φ_{radc} correspond au flux thermique donné et est utilisée dans l'Equation (AA.3).

AA.2.1.3 Rendement de rayonnement relatif

Le **rendement de rayonnement relatif** est déterminé selon l'Equation (AA.5):

$$R_{\text{rel}} = R_{\text{nom}} / R_{\text{idéalisé}} \quad (\text{AA.5})$$

où:

- R_{rel} est le **rendement de rayonnement relatif**, en %;
- R_{nom} est le **rendement de rayonnement nominal**, en %;
- $R_{\text{idéalisé}}$ est défini à 70 %.

AA.2.1.4 Rendement de rayonnement nominal à des niveaux de puissance inférieurs

Les valeurs de **rendement de rayonnement** (voir AA.2.1.1 à AA.2.1.3) peuvent également être mesurées et déclarées pour des niveaux de puissance inférieurs.

Dans ce cas, le **rendement de rayonnement** en conditions de régime établi à 20 %, 50 % ou 80 % de la **puissance assignée** doit être utilisé.

Les formules et le processus de mesurage restent les mêmes.

Les informations de niveau de puissance doivent être fournies, avec les valeurs obtenues.

NOTE Pour les appareils de chauffage qui comportent plusieurs éléments chauffants, la puissance moyenne de chaque élément chauffant doit être mesurée pendant les essais d'**amplitude** et de **dérive** de l'IEC 60675-1. La répartition de la puissance entre les différents éléments chauffants doit être déterminée. Ces niveaux de puissance doivent être appliqués aux éléments chauffants afin qu'ils atteignent les conditions de régime établi à des niveaux de puissance inférieurs. Si ces conditions ne peuvent pas être réalisées au moyen des commandes intégrées, les différents éléments chauffants doivent être activés à l'aide d'autotransformateurs selon les niveaux de puissance déterminés lors des essais de la Partie 1.

AA.2.2 Facteur dynamique

Le **facteur dynamique** est calculé selon l'Equation (AA.6) suivante:

$$Q_f = \frac{R_{\text{nom}}}{t_{\text{nom}}} \times K \quad (\text{AA.6})$$

où

Q_f est le **facteur dynamique** (--);

R_{nom} est le **rendement de rayonnement nominal**, en %;

t_{nom} est le **temps nominal de mise en température**, en minutes et en secondes, où les secondes sont représentées en décimales de minute à deux chiffres;

K est le facteur défini à 1 min/%.

AA.3 Classification

AA.3.1 Catégories

- **Appareils de chauffage à infrarouge basse température** électriques

AA.3.2 Types

- Fixe
- Portatif

Dans le cas des appareils de chauffage portatifs, le mesurage doit être réalisé au moins sur les faces avant et arrière de l'appareil de chauffage si celles-ci comportent des **surfaces rayonnantes actives**. Le cas échéant, et si cela est pertinent, les autres faces peuvent également faire l'objet de mesures.

Pour les appareils de chauffage qui peuvent être utilisés en modes fixe et portatif, les conditions de montage ainsi que les résultats des mesures réalisées doivent être indiqués.

Il convient que le rapport d'essai mentionne la catégorie, le type et l'option de montage de l'appareil de chauffage.

AA.3.3 Liste des mesurages et calculs

L'aptitude à la fonction est déterminée par les mesurages et calculs suivants:

- dimensions des **surfaces rayonnantes actives**,
- poids de l'appareil de chauffage,
- longueur du câble d'alimentation,
- **puissance assignée**,
- température moyenne des surfaces intérieures de la **chambre d'essai**,
- calcul du **temps nominal de mise en température**
- calcul du **rendement de rayonnement nominal**,
- calcul du **facteur dynamique**,
- détermination de la classification.

AA.4 Conditions générales

AA.4.1 Généralités

Les mesurages sont réalisés avec l'appareil monté conformément aux instructions du fabricant, réglé à la puissance nominale déclarée par le fabricant et dans les conditions décrites aux paragraphes AA.4.2 à AA.4.11.

AA.4.2 Stabilisateur de puissance

Pour s'assurer que l'appareil de chauffage atteint la température de service en régime établi prévue par le fabricant, un stabilisateur de puissance maintient la tension d'alimentation constante à la tension réseau pendant toute la durée de l'essai. Il convient que le stabilisateur de puissance possède une puissance de sortie inférieure ou égale à 3 kW, avec une précision d'au moins ± 1 % de la tension mesurée.

AA.4.3 Multimètre

Pour mesurer la puissance électrique, il convient d'utiliser un multimètre TrueRMS. Il convient que le multimètre possède une capacité de charge inférieure ou égale à 3 kW, avec une précision d'au moins ± 1 % de la valeur mesurée. Les valeurs de puissance peuvent être enregistrées au moins une fois toutes les 5 s, en même temps que les images de la **caméra infrarouge**.

AA.4.4 Autotransformateur

Pour les appareils de chauffage qui comportent une commande de marche/arrêt intégrée, il convient d'utiliser un autotransformateur à actionnement manuel ou automatique d'une puissance de sortie inférieure ou égale à 3 kW afin de permettre à l'appareil de chauffage d'atteindre des **conditions de régime établi**.

AA.4.5 Caméra infrarouge

Il convient que la **caméra infrarouge** ait une résolution minimale de 640 pixels x 480 pixels.

Il convient que la **caméra infrarouge** ait une plage spectrale de 7 μm à 13 μm , avec une tolérance de ± 1 μm .

Il convient que la **caméra infrarouge** présente les précisions de mesure suivantes:

- température moyenne de 20 °C à 100 °C, avec une valeur maximale de ± 2 °C par rapport à la valeur mesurée,
- température moyenne de 101 °C à 200 °C, avec une valeur maximale de ± 2 % par rapport à la valeur mesurée.

Au moins une fois toutes les 5 s, en même temps que les enregistrements du multimètre, il convient que la **caméra infrarouge** enregistre automatiquement une image infrarouge provenant d'une **surface rayonnante active**.

Il convient d'étalonner la **caméra infrarouge** conformément aux instructions, au moins une fois avant chaque essai de vérification.

Il convient que le rapport d'essai mentionne la marque et le **modèle** de la **caméra infrarouge**, sa résolution, sa plage spectrale, sa précision et la date de son dernier étalonnage.

AA.4.6 Dimensions maximales des surfaces rayonnantes actives

Concernant les dimensions actuelles des appareils de chauffage commercialisés et entrant dans le domaine d'application de la présente annexe, les dimensions maximales d'une **surface rayonnante active** sont limitées à une surface plane ou équivalente de 2 m x 1,3 m, à une surface de forme cylindrique ou similaire de diamètre 1,3 m x 2 m, à une surface de forme sphérique ou similaire de diamètre 1,3 m, ou à une surface de forme triangulaire ou similaire de 1,3 m x 2 m.

Pour les appareils de chauffage qui mesurent plus de 1,3 m dans la direction horizontale, la caméra infrarouge doit être tournée à 90°.

AA.4.7 Réflecteurs de chaleur

Si l'appareil de chauffage est équipé à l'arrière d'un réflecteur de chaleur et que ce réflecteur est également mentionné dans le manuel de l'appareil, ce dispositif peut être utilisé en même temps que l'appareil pour les besoins des essais.

AA.4.8 Données techniques

Il convient de fournir les données techniques suivantes de l'appareil de chauffage et de les mentionner dans le rapport d'essai:

- la longueur, la largeur et la profondeur de chaque surface rayonnante active de l'appareil de chauffage en m, arrondie à 0,005 m;
- le poids de l'appareil de chauffage en kg, arrondi à une décimale;
- la puissance électrique nominale de l'appareil de chauffage en W, arrondie à une décimale;
- la température de service en °C, arrondie à un entier;
- la longueur du câble d'alimentation en m, arrondie à une décimale; la longueur correspond à la distance entre le point d'insertion dans l'appareil de chauffage et le point d'insertion dans la fiche d'alimentation ou l'extrémité libre du câble d'alimentation;
- la présence d'une fiche d'alimentation ou d'une extrémité libre du câble d'alimentation;
- la présence de serre-câbles sur l'appareil de chauffage pour les installations fixes.

AA.4.9 Puissance assignée

La puissance électrique mesurée à l'instant précis, où sont atteintes les **conditions de régime établi**, équivaut à la **puissance assignée** de l'appareil de chauffage.

La **puissance assignée** de l'appareil est exprimée en W.

Il convient de mentionner la **puissance assignée**, arrondie à un entier, dans le rapport d'essai.

AA.4.10 Chambre d'essai

Il convient de réaliser la procédure d'essai dans une **chambre d'essai**.

Il convient que l'**émissivité** des six surfaces intérieures de la **chambre d'essai** soit supérieure ou égale à 0,8.

Il convient que la température des six surfaces intérieures de la **chambre d'essai** reste constante à $(20 \pm 0,5)$ °C pendant toute la durée de l'essai.

Il convient que le système de refroidissement de la **chambre d'essai** maintienne la différence de température entre les six surfaces intérieures de la **chambre d'essai** à une valeur maximale de 0,5 K pendant toute la durée de l'essai.

Il convient de mentionner dans le rapport d'essai l'emploi d'une **chambre d'essai** conformément à l'EN 442-2.

Il convient de mentionner dans le rapport d'essai l'**émissivité** des six surfaces intérieures de la **chambre d'essai**, arrondie à deux décimales.

Il convient d'indiquer dans le rapport d'essai la moyenne arithmétique des six surfaces intérieures de la chambre d'essai, arrondie à une décimale, pendant la durée de l'essai.

L'air à l'intérieur de la **chambre d'essai** doit être maintenu à une température constante de $20 \text{ °C} \pm 0,5 \text{ °C}$. Par conséquent, un capteur de température de l'air doit être utilisé, lequel

est protégé contre les rayonnements infrarouges pour éviter que le rayonnement infrarouge émis par le dispositif à l'essai compromette les résultats. Il convient de placer le capteur approximativement au centre de la chambre d'essai.

AA.5 Appareil examiné

AA.5.1 Déclaration

Il convient de joindre les informations suivantes à l'appareil:

- les données techniques conformément au AA.4.8;
- un dessin ou une photographie de l'**appareil examiné**, incluant toutes les mesures et caractéristiques relatives aux **surfaces rayonnantes actives** de l'**appareil examiné**;
- le manuel de l'**appareil examiné**, ainsi que les spécifications relatives aux options de montage de l'**appareil examiné**, indiquées dans le manuel et préconisées par le fabricant:
 - montage mural – côté long à la verticale,
 - montage mural – côté long à l'horizontale,
 - montage au plafond,
 - montage au sol pour les appareils de chauffage portatifs
- une déclaration précisant que l'**appareil examiné**:
 - est fabriqué selon la même méthode,
 - est composé des mêmes matériaux,
 - utilise les mêmes mesures,
 - comporte un élément chauffant de même type et de mêmes dimensions,
 - présente une **surface rayonnante active** de même type ou un réflecteur similaire aux **modèles** de production série.

AA.5.2 Dispositifs de montage, commande de température et réglages de l'appareil de chauffage multiphase

Il convient que l'examineur utilise si possible les dispositifs de montage et de commande de température fournis par le fabricant pour l'**appareil examiné**. Si l'**appareil examiné** ou son dispositif de commande comprend un réglage de l'appareil multiphase à actionnement manuel ou automatique, il convient d'exécuter l'essai uniquement au réglage le plus élevé.

AA.5.3 Série de modèles

Le **rendement de rayonnement nominal** des **modèles** non soumis à l'essai d'une **série de modèles** est déterminé par interpolation linéaire. Pour interpoler les données d'aptitude à la fonction d'un **modèle**, il convient de soumettre à l'essai certains **modèles** d'une **série de modèles** conformément à l'Article AA.6 afin de satisfaire aux exigences suivantes:

- la construction de base et les matériaux de chaque **modèle** d'une **série de modèles** sont identiques, en particulier les éléments chauffants, et
- le rapport entre les dimensions des **surfaces rayonnantes actives** du deuxième plus petit appareil et celles du deuxième plus grand appareil de chauffage soumis à l'essai est inférieur ou égal à 2.

La méthode d'interpolation linéaire du **rendement de rayonnement nominal** R_{nom}^i pour les appareils de chauffage équipés de composants électriques non soumis à l'essai est déterminée par l'Equation AA.7):

$$R_{\text{nom}}^i = \left(\left(\frac{R_{\text{nom}}^n - R_{\text{nom}}^{n-1}}{A_{\text{avant}}^n - A_{\text{avant}}^{n-1}} \right) \times (A_{\text{avant}}^i - A_{\text{avant}}^{n-1}) \right) + R_{\text{nom}}^{n-1} \quad (\text{AA.7})$$

L'interpolation linéaire du **facteur dynamique** des **appareils de chauffage à infrarouge basse température** électriques non soumis à l'essai est déterminée par l'Equation (AA.8):

$$Q_f^i = \left(\left(\frac{Q_f^n - Q_f^{n-1}}{A_{\text{avant}}^n - A_{\text{avant}}^{n-1}} \right) \times (A_{\text{avant}}^i - A_{\text{avant}}^{n-1}) \right) + Q_f^{n-1} \quad (\text{AA.8})$$

où:

- R_{nom}^i est le **rendement de rayonnement nominal** de l'appareil de chauffage à interpoler, en %,
- R_{nom}^n est le **rendement de rayonnement nominal** du deuxième plus grand appareil de chauffage soumis à l'essai, en %,
- R_{nom}^{n-1} est le **rendement de rayonnement nominal** du deuxième plus petit appareil de chauffage soumis à l'essai, en %,
- A_{avant}^i est la **surface rayonnante active** de l'appareil de chauffage à interpoler, en m²,
- A_{avant}^n est la **surface rayonnante active** du deuxième plus grand appareil de chauffage soumis à l'essai, en m²,
- A_{avant}^{n-1} est la **surface rayonnante active** du deuxième plus petit appareil de chauffage soumis à l'essai, en m²;
- Q_f^i est le **facteur dynamique** de l'appareil de chauffage à interpoler (---),
- Q_f^n est le **facteur dynamique** du deuxième plus grand appareil de chauffage soumis à l'essai (---),
- Q_f^{n-1} est le **facteur dynamique** du deuxième plus petit appareil de chauffage soumis à l'essai (---).

AA.5.4 Appareils de chauffage comportant plusieurs surfaces rayonnantes actives

Si l'appareil de chauffage comporte deux **surfaces rayonnantes actives** ou plus, il convient de soumettre à l'essai chaque **surface rayonnante active** séparément conformément à l'Article AA.6.

AA.6 Méthode d'essai

AA.6.1 Emissivité

Pour soumettre à l'essai un appareil de chauffage conformément à la méthode d'essai, il convient de déterminer l'**émissivité** hémisphérique de chaque **surface rayonnante active**. La méthode décrite à l'Article AA.9 peut être utilisée. A défaut, les essais d'émissivité peuvent être effectués selon la procédure d'essai décrite à l'Article AA.10.

Pour assurer un processus d'essai en boucle fermée dans le cas où un laboratoire indépendant est impliqué conformément à la présente annexe, il convient que le fabricant soumette au laboratoire d'essais d'**émissivité** l'un des **modèles** d'appareil de chauffage qui doivent faire l'objet d'un essai de **rendement de rayonnement**. Une fois le rapport d'essai d'**émissivité** complété pour le **modèle** évalué, il convient que le laboratoire d'essais d'**émissivité** envoie le modèle d'appareil accompagné du rapport d'essai d'**émissivité** directement au laboratoire en charge des essais de **rendement de rayonnement**.

Il convient d'utiliser l'**émissivité** hémisphérique ε_h dans la plage spectrale de 7 μm à 14 μm , indiquée dans le rapport d'essai d'**émissivité**, comme données d'entrée pour la **caméra infrarouge**.

Il convient d'utiliser l'**émissivité** hémisphérique ε_h dans la plage spectrale de 2,5 μm à 35 μm , indiquée dans le rapport d'essai d'**émissivité**, dans l'Equation (AA.4) afin de calculer le flux rayonnant corrigé Φ_{radc} de chaque pixel de chaque image de la **caméra infrarouge**.

Il convient que le rapport d'essai, conformément à l'Article AA.12 mentionne la date et le numéro du rapport d'essai d'**émissivité** de chaque **surface rayonnante active**.

AA.6.2 Lignes de délimitation

La zone d'une **surface rayonnante active** est définie par ses lignes de délimitation. Les lignes de délimitation sont des lignes polygonales fermées, tracées par l'examineur au moyen d'un outil logiciel de **caméra infrarouge** autour des arêtes d'une **surface rayonnante active**.

Les châssis ou dispositifs de montage qui ne sont pas directement reliés à l'élément chauffant de l'appareil de chauffage peuvent être exclus de la **surface rayonnante active**.

AA.6.3 Température de pixel

A l'intérieur des lignes de délimitation, il convient que la **caméra infrarouge** enregistre la température de surface T_{avant} ou un paramètre équivalent de chaque pixel de chaque image de la **caméra infrarouge**, à raison d'une fois toutes les 5 s, en même temps que la valeur de puissance électrique mesurée par le multimètre (voir AA.4.3).

Il convient d'utiliser la température de surface T_{avant} de chaque pixel dans l'Equation (AA.2).

Pour calculer le flux rayonnant corrigé Φ_{radc} de chaque pixel, voir AA.2.1.

AA.6.4 Position

AA.6.4.1 Appareils de chauffage à montage mural

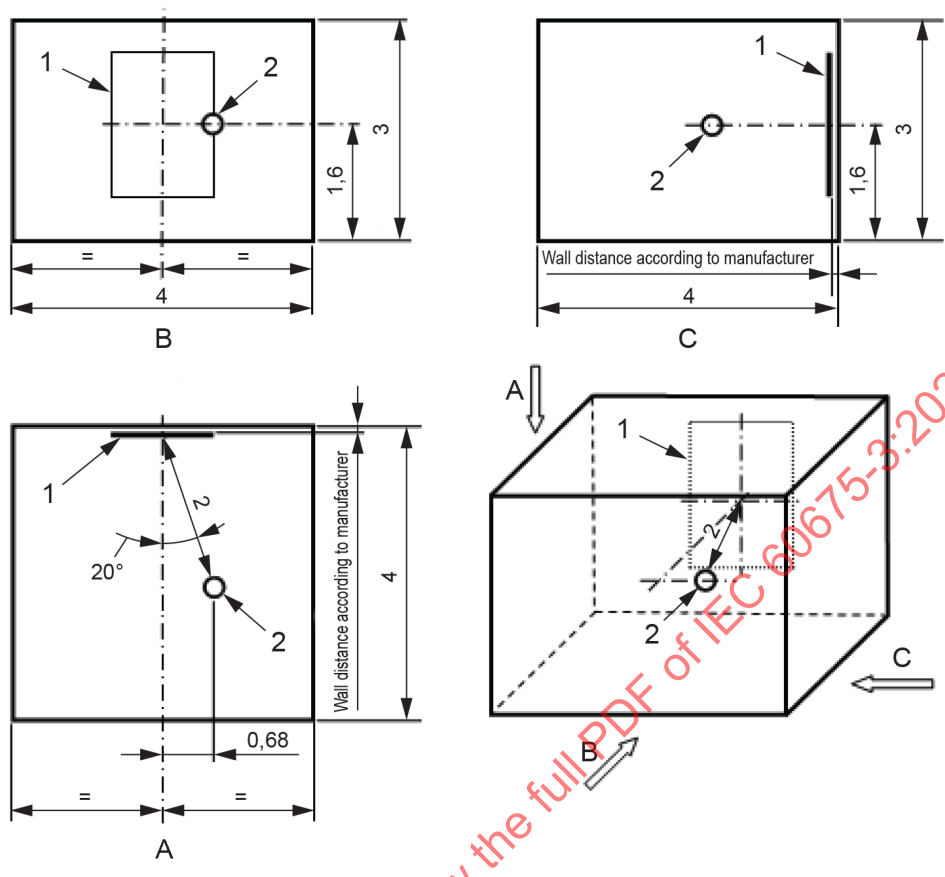
Dans cette position, il convient de monter l'appareil de chauffage sur la paroi isolée de la **chambre d'essai**. La distance entre cette paroi et l'appareil de chauffage est déterminée par les dispositifs de montage de l'appareil ou, si l'examineur estime que ceux-ci sont difficiles à utiliser, par les dispositifs de montage utilisés par l'examineur.

En l'absence d'autres instructions dans le manuel de l'appareil ou de la part du fabricant, la position de montage normale d'un appareil de chauffage consiste à le placer côté long à la verticale, en positionnant le point central de la **surface rayonnante active** à une distance de $(1,60 \pm 0,01)$ m par rapport au sol de la **chambre d'essai** (voir Figure AA.1).

Il convient que le point central de la lentille de la **caméra infrarouge** se trouve à $(1,60 \pm 0,01)$ m du sol de la chambre d'essai. Il convient de positionner la **caméra infrarouge** sur un plan horizontal à un angle de 20° pointant vers le point central géométrique de la **surface rayonnante active**.

Il convient de placer la **caméra infrarouge** à une distance X de l'appareil de chauffage telle que l'image de la **caméra infrarouge** couvre la totalité de la **surface rayonnante active** à l'intérieur de ses lignes de délimitation. La distance maximale X est fixée à $(3,00 \pm 0,01)$ m pour couvrir une **surface rayonnante active** maximale d'une longueur de $(2,00 \pm 0,01)$ m et d'une largeur de $(1,30 \pm 0,01)$ m (voir Figure AA.1).

Dimensions en mètres



- Légende**
- 1 appareil de chauffage
 - 2 caméra infrarouge
 - A vue de dessus
 - B vue de face de l'appareil à montage mural, côté long à la verticale (position normale)
 - C vue de côté de l'appareil de chauffage
 - X distance entre la caméra infrarouge et l'appareil de chauffage

Anglais	Français
Wall distance according to manufacturer	Distance par rapport au mur spécifiée par le fabricant

Figure AA.1 — Positionnement d'un appareil de chauffage à montage mural et de la caméra infrarouge dans la chambre d'essai

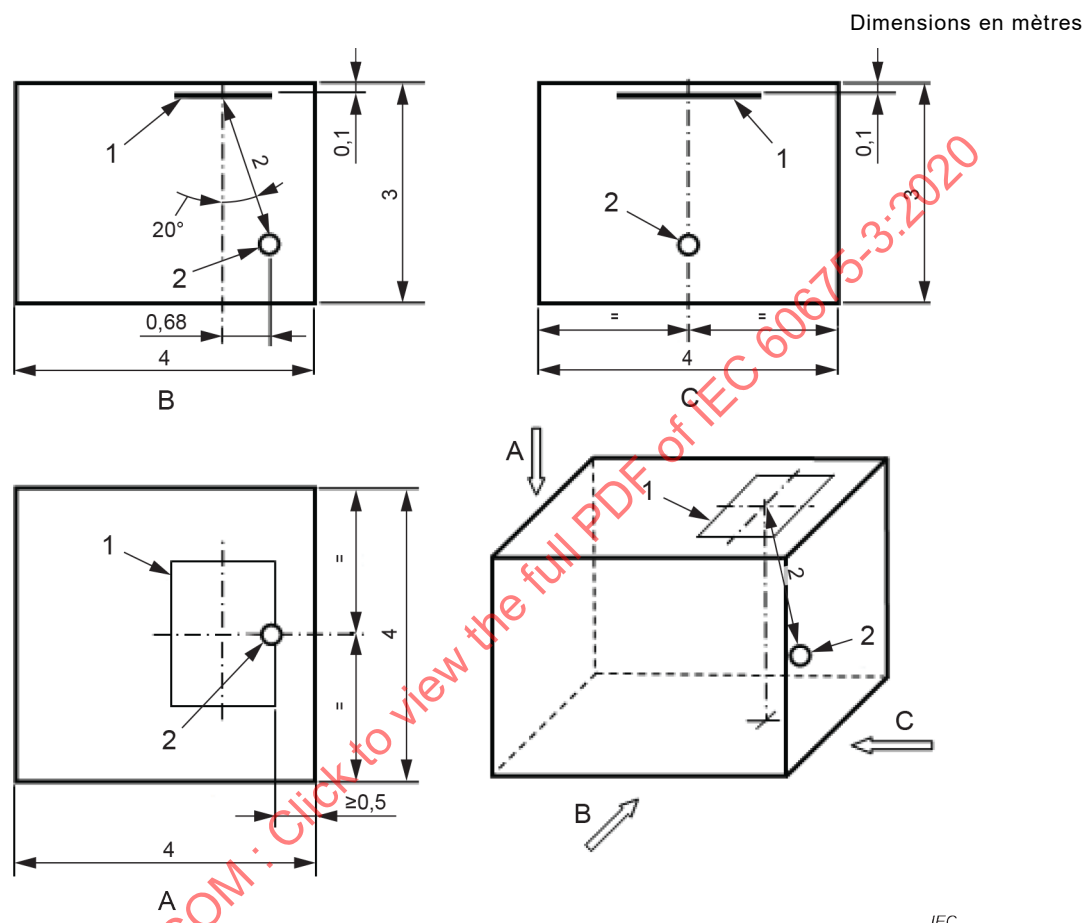
AA.6.4.2 Appareils de chauffage à montage au plafond

Dans cette position, il convient de monter l'appareil de chauffage en plaçant le niveau de sa **surface rayonnante active** à $(0,10 \pm 0,01)$ m du plafond. Si l'examineur estime que les dispositifs de montage sont difficiles à utiliser, il convient qu'il utilise d'autres dispositifs de montage.

Il convient que la distance entre un bord de l'appareil de chauffage et une paroi de la **chambre d'essai** soit d'au moins $(0,50 \pm 0,01)$ m (voir Figure AA.2, vue A).

Il convient de positionner la **caméra infrarouge** sur un plan vertical à un angle de 20° , en orientant sa lentille vers le point central géométrique de la **surface rayonnante active**.

Il convient de placer la **caméra infrarouge** à une distance X de l'appareil de chauffage telle que l'image de la **caméra infrarouge** couvre la totalité de la **surface rayonnante active** à l'intérieur de ses lignes de délimitation. La distance maximale X est fixée à $(3,00 \pm 0,01)$ m pour couvrir une **surface rayonnante active** maximale d'une longueur de $(2,00 \pm 0,01)$ m et d'une largeur de $(1,30 \pm 0,01)$ m (voir Figure AA.2).



Légende

- 1 appareil de chauffage
- 2 caméra infrarouge
- A vue de dessus
- B vue de face de l'appareil de chauffage à montage au plafond
- C vue de côté de l'appareil de chauffage
- X distance entre la caméra infrarouge et l'appareil de chauffage

Figure AA.2 — Positionnement d'un appareil de chauffage à montage au plafond et de la caméra infrarouge dans la chambre d'essai

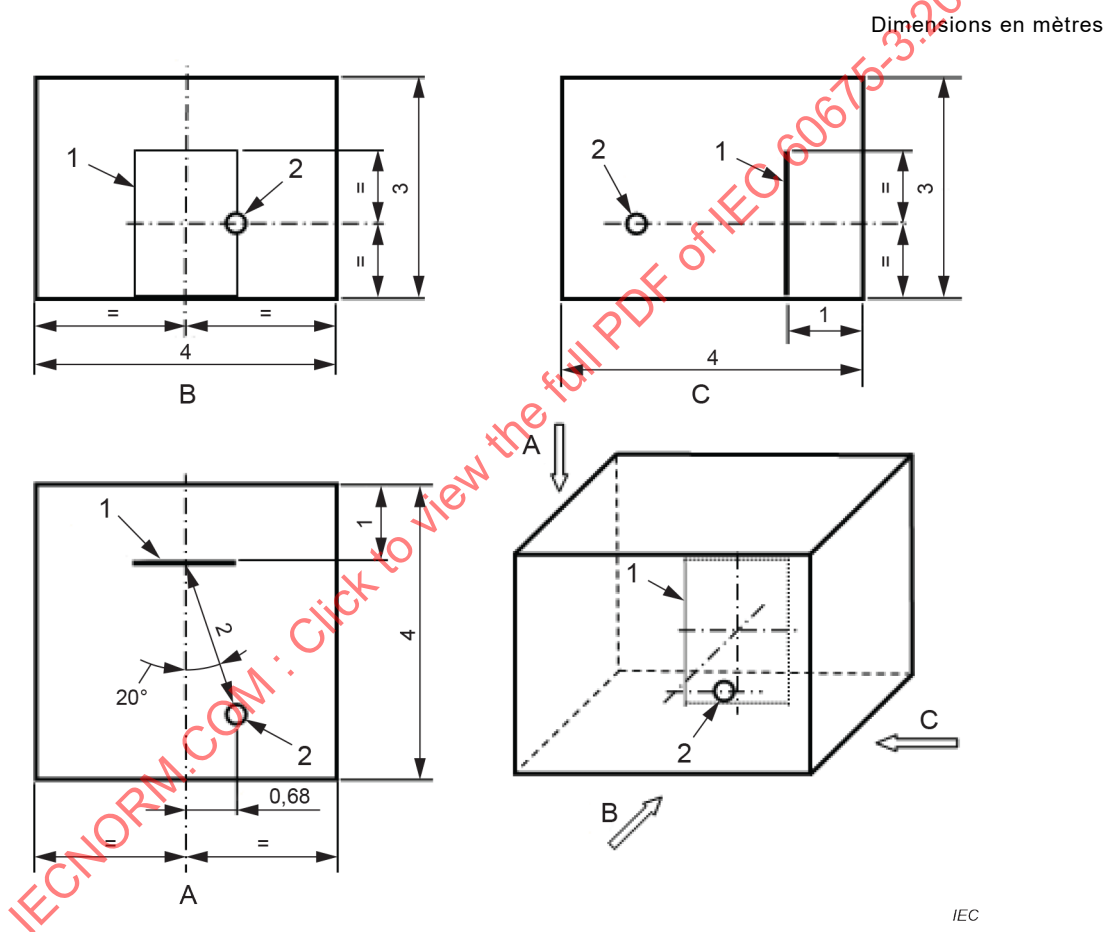
AA.6.4.3 Appareils de chauffage à montage au sol

Dans cette position, il convient de poser l'appareil de chauffage sur le sol de la **chambre d'essai**, en plaçant son bord inférieur à au moins 0,10 m du sol. S'ils ne sont pas déjà installés sur l'appareil de chauffage, il convient que le fabricant fournisse les roulettes ou supports nécessaires pour maintenir l'appareil en position verticale pendant toute la durée de l'essai.

En l'absence d'autres instructions dans le manuel de l'appareil ou de la part du fabricant, la position de montage normale consiste à placer sa **surface rayonnante active** parallèlement à la paroi isolée de la **chambre d'essai** en respectant une distance de $(1,00 \pm 0,01)$ m entre la **surface rayonnante active** et la paroi considérée, et en plaçant son côté long à la verticale (voir Figure AA.3).

Il convient de positionner la lentille de la **caméra infrarouge** à un angle de 20° et à la même hauteur que le point central géométrique de la **surface rayonnante active**.

Il convient de placer la **caméra infrarouge** à une distance X de l'appareil de chauffage telle que l'image de la **caméra infrarouge** couvre la totalité de la **surface rayonnante active** à l'intérieur de ses lignes de délimitation. La distance maximale X est fixée à $(3,00 \pm 0,01)$ m pour couvrir une **surface rayonnante active** maximale d'une longueur de $(2,00 \pm 0,01)$ m et d'une largeur de $(1,30 \pm 0,01)$ m, ou de dimensions équivalentes (voir Figure AA.3).



Légende

- 1 appareil de chauffage
- 2 caméra infrarouge
- A vue de dessus
- B vue de face de l'appareil à montage au sol, côté long à la verticale (position normale)
- C vue de côté de l'appareil de chauffage
- X distance entre la caméra infrarouge et l'appareil de chauffage

Figure AA.3 — Positionnement d'un appareil de chauffage à montage au sol et de la caméra infrarouge dans la chambre d'essai

AA.6.5 Condition de régime établi

AA.6.5.1 Généralités

Les conditions de régime établi d'une **surface rayonnante active** correspondent au point de départ d'une période de 10 min pendant laquelle l'écart de température constaté est inférieur ou égal à ± 1 K de la température moyenne. Il convient de déterminer le point de départ par une inclinaison minimale de deux températures-minute consécutives, selon l'Equation (AA.9).

A cet effet, il convient d'entrer l'**émissivité** hémisphérique ε_h dans la plage spectrale de $7 \mu\text{m}$ à $14 \mu\text{m}$ dans le logiciel de la **caméra infrarouge** (voir AA.6.1).

Il convient que la **caméra infrarouge** enregistre une image infrarouge de la **surface rayonnante active** au moins une fois toutes les 5 s.

Pour chaque image infrarouge, il convient de calculer la moyenne arithmétique de l'ensemble des températures de pixel T_{avant} (voir AA.6.3) pour obtenir une température-image.

Il convient de calculer la moyenne arithmétique de chacune des 12 températures-image consécutives de manière à obtenir une température-minute.

L'inclinaison pour deux températures-minute consécutives est déterminée par l'Equation (AA.9):

$$\frac{\Delta T_{\text{temp}}}{\Delta t_{\text{durée}}} = \frac{T_{n,a} - T_{n-1,a}}{t_n - t_{n-1}} < 0,1 \text{ K / min} \quad (\text{AA.9})$$

Où

ΔT_{temp} est la différence de température moyenne,

$T_{n,a}$ est la température moyenne arithmétique de tous les pixels d'une **surface rayonnante active** à la minute n ,

$T_{n-1,a}$ est la température moyenne arithmétique de tous les pixels d'une **surface rayonnante active** à la minute $n - 1$ qui précède directement la minute n ,

$\Delta t_{\text{durée}}$ est la durée de 1 min,

t_n est la minute n ,

t_{n-1} est la minute $n - 1$ qui précède directement la minute n .

Il convient d'arrondir à une décimale la différence de température d'inclinaison.

Il convient que la première inclinaison de moins de 0,1 K marque le point de départ d'une période de 10 min successives.

Si l'écart de température de service au cours de cette période de 10 min est inférieur à ± 1 K, il convient d'interpréter le point de départ de cette période de 10 min comme la condition de régime établi.

Dans le cas contraire, il convient de poursuivre le mesurage jusqu'à obtenir une nouvelle inclinaison de 2 températures-minute consécutives inférieure à 0,1 K.

Il convient de désigner par "image de température de service" l'image de la **caméra infrarouge** dont la température-image est la plus proche de la température de service.

AA.6.5.2 Appareils de chauffage sans commande intégrée

Pour déterminer la **condition de régime établi** et le **facteur dynamique** correspondant de l'appareil, le AA.6.5.1 s'applique.

AA.6.5.3 Appareils de chauffage avec commande de marche/arrêt intégrée

En plus du AA.6.5.1, la recommandation suivante s'applique: il convient de réaliser deux cycles de mise en température.

Au premier cycle de mise en température, il convient de mettre l'appareil sous tension et de procéder à une mise en température jusqu'à ce que l'interrupteur de marche/arrêt intégré coupe l'appareil. A ce stade, il convient de relever la température d'arrêt et de l'utiliser comme repère pour le deuxième cycle de mise en température.

Par la suite, il convient de laisser refroidir la **surface rayonnante active** à la température ambiante.

Au deuxième cycle de mise en température, l'appareil de chauffage est de nouveau mis sous tension. En utilisant la température d'arrêt comme repère, il convient d'utiliser un autotransformateur à actionnement manuel ou automatique (voir AA.4.4) pour atteindre une température en régime établi légèrement inférieure à la température d'arrêt. Il convient d'interpréter cette température en régime établi comme la température de service d'une **surface rayonnante active**.

AA.6.5.4 Appareils de chauffage avec commande PI ou PID intégrée

En plus du AA.6.5.1, l'alinéa suivant s'applique:

La commande PI ou PID intégrée ou externe de l'appareil de chauffage fait varier la température de la surface rayonnante active pendant son fonctionnement.

Il convient d'ajuster la commande de manière à maintenir la température en régime établi pendant toute la durée de l'essai. Sinon, il convient de désactiver la commande afin de faire varier la température de la **surface rayonnante active**.

AA.6.6 Calcul du rendement de rayonnement nominal

A partir de l'image de température de service (voir AA.6.5.1), le flux rayonnant corrigé Φ_{radc} de chaque pixel d'image est calculé selon l'Equation (AA.4). Dans l'Equation (AA.2), il convient d'utiliser l'**émissivité** hémisphérique ε_h dans la plage spectrale de 2,5 μm à 35 μm , indiquée dans le rapport d'essai d'**émissivité**.

La somme de l'ensemble des valeurs de flux rayonnant corrigé Φ_{radc} permet d'obtenir le flux thermique $\sum \Phi_{\text{radc}}$ d'une **surface rayonnante active** dans les conditions de régime établi.

La puissance électrique mesurée par le multimètre au même moment que l'image de température de service est la **puissance assignée** P_{el} d'une **surface rayonnante active** en condition de régime établi.

A partir du flux thermique $\sum \Phi_{\text{radc}}$ et de la **puissance assignée** P_{el} , le **rendement de rayonnement nominal** est calculé selon l'Equation (AA.1).

Si l'appareil de chauffage comporte deux **surfaces rayonnantes actives** ou plus, le **rendement de rayonnement nominal** de l'appareil de chauffage est déterminé comme suit:

- le flux thermique $\sum \Phi_{\text{radc}}$ de l'appareil de chauffage est la somme des valeurs de flux thermique de tous les pixels de l'ensemble des images de température de service, et
- la **puissance assignée** P_{el} de l'appareil de chauffage est la moyenne arithmétique des **puissances assignées** de l'ensemble des images de température de service.

Le **rendement de rayonnement nominal** est exprimé en pourcentage.

Il convient que le rapport d'essai mentionne le **rendement de rayonnement nominal** arrondi à une décimale.

AA.6.7 Temps nominal de mise en température

Le **temps nominal de mise en température** est calculé uniquement pour les appareils de chauffage dont le **rendement de rayonnement nominal** est supérieur ou égal à 40 %.

Le **temps nominal de mise en température** correspond au délai entre la mise sous tension de l'appareil de chauffage et le point où sont atteints les 2/3 de la température en condition de régime établi.

Si l'appareil comporte deux **surfaces rayonnantes actives** ou plus, le **temps nominal de mise en température** de l'appareil est la moyenne arithmétique de l'ensemble des **temps nominaux de mise en température** de chaque **surface rayonnante active**.

Il convient de consigner le **temps nominal de mise en température** en minutes et en secondes, en convertissant les secondes en valeurs de minute à 2 décimales.

Il convient que le rapport d'essai mentionne le **temps nominal de mise en température** sous forme d'une valeur en minutes à deux décimales.

AA.6.8 Facteur dynamique

Le **facteur dynamique** de l'appareil de chauffage est déterminé par l'Equation (AA.6).

AA.6.9 Méthode d'essai

AA.6.9.1 Principe de mesurage

L'**émissivité** des surfaces rayonnantes actives de l'appareil de chauffage est mesurée à l'aide d'un spectromètre infrarouge à transformée de Fourier. A partir de l'**émissivité**, les températures des **surfaces rayonnantes actives** de l'appareil de chauffage sont mesurées à l'aide d'une **caméra infrarouge** dans une **chambre d'essai** normalisée. Les températures des surfaces intérieures de la **chambre d'essai** sont mesurées au moyen de thermocouples. La **puissance assignée** dans les conditions de régime établi de l'appareil de chauffage est déterminée en mesurant la puissance électrique à l'aide d'un multimètre. Toutes les mesures susmentionnées sont utilisées comme paramètres dans une équation de Planck classique pour l'échange de chaleur rayonnante entre les surfaces afin de calculer le **rendement de rayonnement nominal**.

AA.6.9.2 Processus d'essai

Il est fortement recommandé d'utiliser un logiciel d'essai automatisé.

Démarrer la chambre d'essai pour atteindre une température de surface moyenne intérieure de $(20 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$.

Passer en revue les informations contenues dans le document de déclaration du fabricant en vérifiant si la période d'étalonnage de la **caméra infrarouge** est toujours valide et en saisissant toutes les données d'essai pertinentes dans le logiciel de rapport d'essai.