

KURZWELIGE SONNENSTRAHLUNG ALS KLIMARANDBEDINGUNG FÜR DIE HYGROTHERMISCHE BAUTEILSIMULATION

SHORTWAVE SOLAR RADIATION AS CLIMATIC BOUNDARY CONDITION FOR HYGROTHERMAL BUILDING PART SIMULATION -

Claudia Finkenstein, Hans Petzold und Peter Häupl
Institut für Bauklimatik, TU Dresden, 01062 Dresden, Germany
Email: finkenstein@ibk.arch.tu-dresden.de

KURZFASSUNG

Für eine erfolgreiche Simulation des instationären hygrothermischen Zustands einer Konstruktion oder eines Gebäudes ist neben einem schlüssigen physikalischen Modell der Speicher- und Transportvorgänge und geeigneten Materialeigenschaften auch die Anwendung richtiger Klimarandbedingungen notwendig.

Für die Berechnung der Strahlungswärmestromdichte auf beliebig orientierte und geneigte Flächen, unter Beachtung der Eigenverschattung, sind Daten der direkten und diffusen kurzweligen Sonnenstrahlung nötig. Diese liegen aber meist nur als Summe, als Gesamtstrahlung auf die Horizontalfläche, vor.

Der vorliegende Beitrag stellt Verfahren vor, mit denen der Anteil der diffusen an der Gesamtstrahlung berechnet werden kann. Die der Literatur

(Loutzenhiser et al. 2006, Perez et al. 1990, Reindl et al. 1989, Wong/Chow 2001) entnommenen Korrelationsalgorithmen werden präsentiert und gegenübergestellt. Sie basieren auf einer statistischen Auswertung von gemessenen Strahlungsdaten. Die Aufteilung der Globalstrahlung in direkte und diffuse Strahlung erfolgt dabei in Abhängigkeit des Verhältnisses von gemessener Globalstrahlung und extraterrestrischer Sonnenstrahlung auf die Horizontalfläche.

Die Untersuchung ist Teil des EU-geförderten Forschungsprojekts CLIMON, das vom Institut für Bauklimatik der TU Dresden (D), der Abteilung Bauphysik der KU Leuven (B), der Abteilung Bauwesen des IIT New Delhi (IN), der Abteilung Bauwesen des MNIT Jaipur (IN) sowie des Indian Council of Architecture durchgeführt wird. Forschungsgegenstand ist dabei die bauklimatische Untersuchung des Humayun's Tomb in New Delhi, eines bedeutenden architektonischen Denkmals des 16. Jahrhunderts. Neben allen wichtigen Klimaparametern werden an der Südfassade des Humayun's Tomb gebäuderelevante bauphysikalische Zustandsgrößen wie Oberflächentemperaturen sowie Relative Luftfeuchte und Temperatur an verschiedenen Stellen in der Konstruktion gemessen.

Den Abschluss des Beitrages bildet die Anwendung der gefundenen Lösung der oben genannten Korrelationen auf die Messdaten der Südfassade des Humayun's Tomb: Die als Klimadaten gemessenen Werte der kurzweligen solaren Gesamtstrahlung auf die Horizontalfläche werden mithilfe einer Korrelation in ihre direkten und diffusen Anteile aufgeteilt. Anschließend wird die Strahlungswärmestromdichte auf die gewählte Südfassade des Humayun's Tomb berechnet und mit den Messwerten verglichen.

Der Beitrag zeigt, wie für eine hygrothermische Bauteil- oder Gebäudesimulation auch bei schwieriger Daten- Ausgangslage akzeptable Werte der kurzweligen Sonnenstrahlung auf eine beliebig orientierte und geneigte Wand zur Anwendung als Klimarandbedingung erzeugt werden können.

LITERATUR

- Finkenstein C., Fechner H., Häupl P. 2006. Modellierung von kurzwelliger solarer Strahlung bei der hygrothermischen Bauteilsimulation - numerische Lösung und analytischer Ansatz, Bauphysik 28 (1) S.1-19, Berlin Germany.
- Iqbal M. 1983. An introduction to solar radiation. Academic Press, Toronto Canada.
- Loutzenhiser P.G., Manz H., Felsmann C., Strachan P.A., Frank T., Maxwell G.M. 2006. Empirical validation of models to compute solar irradiance on inclined surfaces for building energy simulation, Solar Energy (in press), USA.
- Perez R., Seals R., Zelenka A., Ineichen P. 1990. Climatic evaluation of models that predict direct irradiance from hourly global irradiance: prospects for performance improvements, Solar Energy Vol. 44 (2) p. 99-108. USA.
- Reindl D., Beckman W., Duffie J. 1989. Diffuse fraction correlations, Proc. ISES Solar world Conference p. 2082-2089, USA.
- Wong L.T., Chow W.K. 2001. Solar radiation model, Applied Energy Vol. 69 p. 191-224, USA.

ABSTRACT

For a successful simulation of the transient hygrothermic behaviour of a construction or a building it is necessary to include a well-rounded physical concept of transport and storage processes as well as suitable material functions or proper climatic boundary conditions.

The calculation of the heat flux density on arbitrarily oriented and tilted surfaces is based on separate data of direct and diffuse shortwave solar radiation. However, measurement of shortwave solar radiation is very often done for total radiation only.

The paper presents several methods in order to calculate a separation of measured total radiation into its direct and diffuse parts. The correlation algorithms, that are taken from literature (Loutzenhiser et al. 2006, Perez et al. 1990, Reindl et al. 1989, Wong/Chow 2001) are presented and compared. They are based on statistical exploitation of measured radiation data. The separation of total radiation into direct and diffuse radiation depends hereby on the ratio of measured total radiation and extraterrestrial solar radiation on the horizontal surface.

The study is part of the EU-funded research project CLIMON, being realised by the Institute of Building Climatology of TU Dresden (D), Department of Building Physics of CU Leuven (B), Department of Civil Engineering of IIT New Delhi (IN), Department of Civil Engineering of MNIT Jaipur (IN) and the Indian Council of Architecture.

Research subject is hereby the climatological investigation of the Humayun's Tomb in New Delhi, a very popular Mughal, built in the 16th century. There are measured all important climatic parameters as well as several state variables at the south facade such as surface temperature, relative humidity and temperature at different locations inside the construction.

At the end of the paper, there is presented the application of the best correlation mentioned above on the measured data on the south facade of the Humayun's Tomb. The measured total radiation data on the horizontal surface, being a climatic parameter, are separated into direct and diffuse parts by the correlation. Afterwards, the radiation heat flux density on the chosen south facade of the Humayun's Tomb is calculated and compared with the measured data.

The paper shows how to generate acceptable data of shortwave radiation on an arbitrarily oriented and tilted surface for the usage in hygrothermal building part or building simulation - even in a difficult starting data situation.