

ANALIZA EFEKTYWNOŚCI TERMICZNEJ BUDYNKÓW NA PODSTAWIE BADAŃ DOŚWIADCZALNYCH I SYMULACJI NUMERYCZNYCH

STRESZCZENIE

Tempo, z jakimi zachodzą zmiany we współczesnym świecie, nieprzerwanie wzrasta. Rozwój cywilizacji wiąże się jednak z większą konsumpcją dóbr oraz zużyciem znacznych ilości surowców naturalnych, a tym samym rosnącym naciskiem wywieranym przez ludzi na środowisko. Coraz większy nacisk kładziony jest na racjonalne wykorzystanie energii w budynkach, zarówno istniejących, jak i nowo projektowanych. Coraz częściej wykorzystywane są symulacje energetyczne, którym towarzyszy nieustanny rozwój narzędzi komputerowych wspomagających standardowe projektowanie.

Doskonalenie procedur obliczeniowych wymaga jednak zwiększania ich dokładności, popartej właściwym uszczegółowieniem danych fizykalnych określających środowisko zewnętrzne. Odpowiednie uściślenie opisu warunków brzegowych (brzegowo-początkowych), jak i rozbudowa algorytmów obliczeniowych powinno zatem prowadzić do adekwatnych modeli obliczeniowych, maksymalnie zbliżonych do rzeczywistości.

Bezpośrednim przedmiotem badań i analiz przedstawionych w pracy jest ocena termicznego zachowania obiektów budowlanych w warunkach rzeczywistych oraz symulowanych.

Celem pracy było poszukiwanie relacji łączących trzy obszary badawcze (A), (B) i (C) realizowane w pracy, gdzie A — badania laboratoryjne i analizy w obiekcie testowym, B — badania in situ i analizy w obiekcie testowym i C — badania in situ i analizy w obiekcie rzeczywistym, kopule.

Przedstawiono przeprowadzone własne badania tj.:

- eksperyment laboratoryjny stygnięcia jednostrefowego obiektu testowego z pomiarami termowizyjnymi utworzonego obiektu w aspekcie jednorodności termicznej przegród,
- badania in situ — pomiar temperatury i zużycia energii do ogrzewania — w obiekcie znajdującym się na stanowisku badawczym Katedry Budownictwa Ogólnego i Fizyki Budowli Politechniki Śląskiej,
- badania in situ wstępne oraz zasadnicze — pomiar temperatur powietrza, temperatur powierzchni przegrody oraz temperatur gruntu — przeprowadzone na cienkościennych monolitycznych kopułach żelbetowych.

Cele szczegółowe uwidaczniały się kolejno w realizacji (w programie *Environmental Systems Performance*) eksperymentów numerycznych tworzących elementy wejściowe badań rozbudowanych. Są to:

- Analizy wiarygodności odpowiedzi termicznej obiektu testowego w badaniach laboratoryjnych i symulacjach na podstawie oceny krzywej stygnięcia z przyszłym

ukierunkowaniem na utworzenie wirtualnej komory badawczej odzwierciedlającej warunki in situ.

- Analizy odpowiedzi termicznej i energetycznej w obiekcie badawczym o przegrodach wykonanych w technologii szkieletowej pracującym w warunkach rzeczywistych
- Badania nad wykazaniem użyteczności (często niezbędności) symulacji termicznych w zagadnieniach pozornie prostych, przechodząc od oceny racjonalności wprowadzania w modelach określonych uproszczeń do wykorzystania symulacji w ocenie monitorowanej odpowiedzi termicznej obiektów rzeczywistych o nietypowym kształcie obudowy.

W pracy udowodniono prawdziwość postawionych tez, tj.:

- Adekwatne numeryczne odtworzenie badań in situ oraz badań laboratoryjnych stwarza możliwość właściwego numerycznego przewidywania zachowań określonych układów charakterystycznych w przedziale badanych zachowań.
- Powiększanie modelu obliczeniowego od skali badawczej do skali rzeczywistej może zmienić badaną odpowiedź termiczną układu w zakresie możliwym do zdefiniowania.

Przeprowadzone badania i analizy wykazały, iż wiarygodny model numeryczny może służyć prognozowaniu zachowań obiektów o pożądanym walorach praktycznych przy równoczesnym spełnieniu wymogów ekologicznych.

Pokorska - Silva

ANALYSIS OF THERMAL EFFICIENCY OF BUILDINGS BASED ON EXPERIMENTAL RESEARCH AND NUMERICAL SIMULATIONS

ABSTRACT

The pace of changes being introduced into the modern world is constantly quickening. Civilisational development, however, is linked with higher consumption of goods and significant utilisation of natural resources, and consequently with growing pressure imposed by human on their natural environment. Greater emphasis is being placed on rational use of energy within buildings, both existing and currently under designing. Practice of employing energy simulations is on the rise, together with constant development of computer tools facilitating standard practices of design process.

Nonetheless, improvement of calculation procedures calls for increase in their precision, backed up with proper refinement of physical data describing the external environment. Properly clarified description of boundary conditions (boundary-initial), as well as development of calculation algorithms should result in creation of adequate calculation models representing reality with extremely high precision.

The direct object of this research and analyses within this paper is evaluation of thermal behaviour of building objects in real and simulated conditions.

The goal of the paper was exploring the relations between three research areas (A), (B) and (C) represented within this paper, where A — research and analysis performed in a laboratory facility, B — in situ research and analysis performed in a testing object and C — in situ research and analysis regarding a real dome structure.

Results of author's own research were presented, i.e.:

- a laboratory experiment of cooling a single-zone test structure involving thermovision measurements of a constructed object regarding thermal homogeneity of partitions,
- in situ research — measurements of temperature and heating energy consumption — regarding a object placed on the test stand,
of Department of Building Engineering and Building Physics at University of Technology,
- preliminary and general in situ research — measurements of air temperature, surface temperature of partitions and soil temperature — performed on monolithic reinforced concrete domes.

The detailed objectives subsequently manifested in conducting numerical experiments (in the Environmental System Performance) resulting in developing input elements for extensive research. These are:

- Analyses of test object thermal response reliability in laboratory research and simulations, based on evaluation of cooling function, with objective in creating a virtual test chamber reflecting in situ conditions.

- Analyses of thermal and energy response in the test object with frame structure partitions performing under in situ conditions.
- Studies on demonstrating usability (often indispensability) of thermal simulations when dealing with seemingly simple problems, from evaluating rationality of introducing certain simplifications into models, to utilisation of simulation for evaluating monitored thermal response of real objects with an outer partitions of non-typical shape.

Within the paper the truthfulness of the following theses was substantiated:

- Adequate numerical reconstruction of in situ research and laboratory research allows for making proper numerical predictions as to behaviour of certain characteristic set within the scope of analysed response.
- Magnifying the numerical model from research scale to real scale can change analysed thermal response of the set within a fully definable range.

Analyses and research performed made it clear that dependable numerical model can be used for making predictions as to behaviour of objects with desirable practical characteristics and environmental requirements.

Potorska-Silva