

Využití CFD při projektování nových i modernizovaných stájí

P. Klačí, M. Zajíček^c
^aČZU v Praze, ^bÚTIA AV ČR, v.v.i.

Souhrn

Cílem tohoto příspěvku je ukázat možnosti využití výpočetní techniky při návrhu vhodného proudění vzduchu v halách pro hospodářská zvířata. Software CFD (Computational Fluid Dynamics) umožňuje předem prověřit různé varianty řešení větracího systému. V tomto článku jsou naznačeny základní principy a využití CFD na příkladu větrání v modernizovaných stájích pro výkrm brojlerů. Předností řešení s využitím CFD je možnost posoudit různé varianty a vybrat řešení výhodné pro danou stavbu a technologii. Tímto způsobem lze zpravidla zajistit potřebné mikroklima v průběhu celého výkrmového období a snížit náklady na provoz z hlediska spotřeby energie.

Klíčová slova: CFD, větrací systém, brojleři

Summary

The aim of this article is description of CFD computer application for designing of suitable air flow inside of buildings for domestic animals. Software CFD (Computational Fluid Dynamics) enables prediction of different variants of ventilation systems. Basic principles and applications of CFD are presented on the case of ventilation of modernised stables for broilers fattening. The advantage of CFD is possibility to compare different cases and chose the suitable one for individual construction and technology. This solution can usually results in suitable microclimate during the whole fattening period and lower consumption of energy.

Key words: CFD, ventilation system, broilers

Úvod

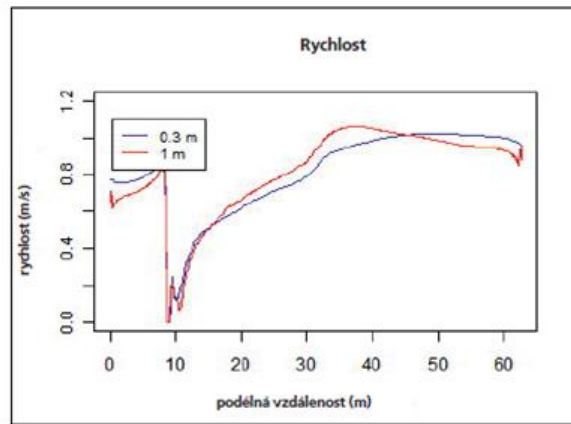
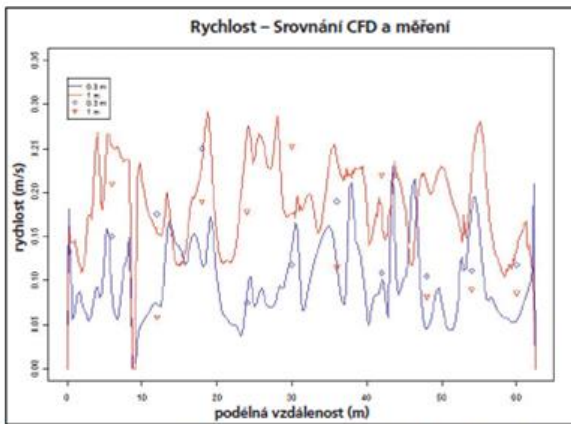
Jedním z klíčových problémů, který je třeba řešit při výstavbě nových nebo modernizaci starších stájí určených pro intenzivní chov hospodářských zvířat, je návrh odpovídajícího systému větrání, případ-

ně vytápění či klimatizace (ČSN 730543-2). V této souvislosti je vždy třeba také vyřešit problém vhodného proudění a distribuce čerstvého vzduchu ve stáji. Při zpracování tohoto projektu může být velmi účinným nástrojem software označova-

ný jako CFD, což znamená Computational Fluid Dynamics.

Slovo Computational představuje využití výpočetní techniky pro matematické výpočty a soubor Fluid Dynamics dynamiku tekutin. Problémy vhodného proudění vzduchu

se objevují zejména při modernizaci starších stájí, mnohdy se jedná o kompletní změnu technologie nebo využití pro jiný druh hospodářských zvířat. V tomto článku jsou naznačeny základní principy a využití CFD na příkladu větracího sys-



Srovnání naměřeného a vypočítaného rychlostního profilu při příčném a podélném proudění v hale, délka je 63 m.

tému v modernizovaných stájích pro výkrm kuřat.

Materiál a metodika

CFD umožňuje řešit široké rozpětí úloh z nejrůznějších oblastí vědy a průmyslu. Nezávisle na druhu úlohy je ale vždy třeba dodržet postup přípravy, řešení a vyhodnocení zkoumaného modelu. Jak tedy pracuje konstruktér – výpočtař, pokud se rozhodne pro použití CFD? Obecný postup předpokládá tvorbu geometrického modelu, definování výpočetní sítě a její rozdělení na zóny pro zadávání okrajových podmínek, zadání okrajových podmínek, vlastní výpočet, vyhodnocení výsledků a na jeho základě eventuální úpravu modelu a nové řešení. Kromě využití CFD pro posouzení různých variant řešení větracího systému a návrh optimálního proudění

pro danou stavbu a technologii, lze tímto způsobem i předem prověřit rozložení teplot vzduchu a vlhkosti, šíření plyných škodlivin v průběhu všech ročních období a po celou dobu chovného nebo výkrmového cyklu. Současně lze také vhodně řešenou optimalizací větracího režimu snížit náklady na provoz z hlediska spotřeby energie.

Výsledky a diskuse

Za pomoci metody CFD byly s ohledem na zkvalitnění stájového prostředí řešeny různé druhy úloh. Jednalo se o srovnání příčného a podélného způsobu větrání v dlouhé hale pro výkrm 12 500 brojlerů. Výsledkem této simulace bylo srovnání koncentračních profilů NH₃. Je zřejmé, že podélné proudění v tomto případě zaručí rovnoměrnější odvod škodlivin, zatímco při

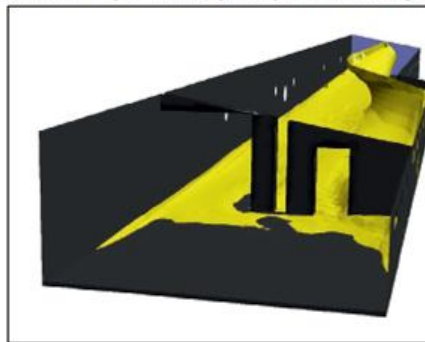
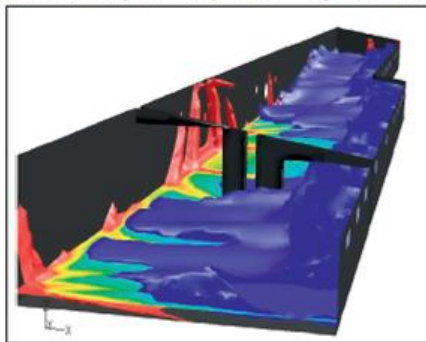


Hala pro výkrm brojlerů - interiér. Příčné větrání haly probíhá ve směru zprava doleva, šířka haly v místě měření je 8 m

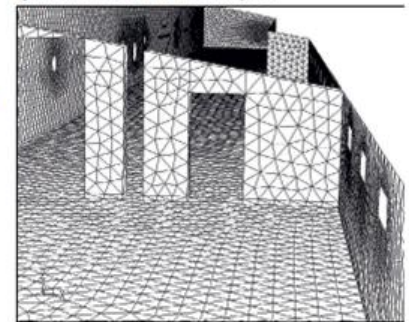
příčném proudění vzniká v prostoru haly řada špatně provětrávaných míst.

Na grafech je srovnání měření v podélném profilu příčné větrané haly se

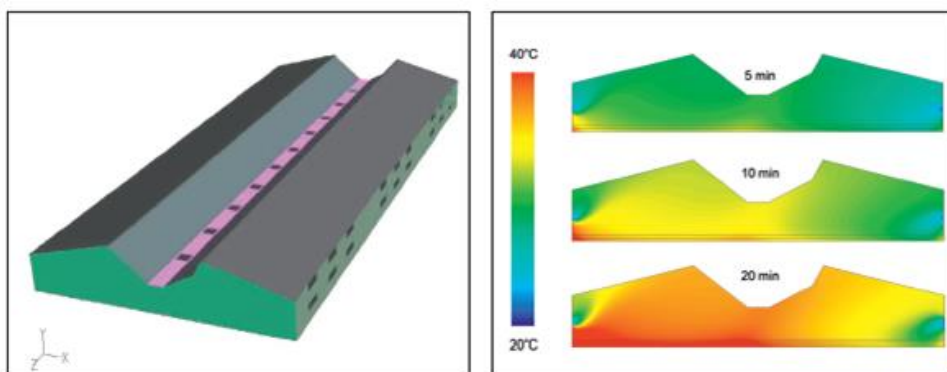
simulací pomocí CFD a tvar rychlostního profilu při podélném větrání získaný na základě výpočtu. Křivky odpovídají dvěma hladinám, ve kterých bylo měřeno (0,3 m a 1 m nad podla-



Srovnání tvaru isopleth koncentrace NH₃ pro příčné a podélné větrání haly



Pouřchová výpočetní síť pro simulaci proudění v drůbežárně



Hala s příčným větráním a odtahem v ose. Kontury ukazují tvar a hodnoty teplotního profilu po výpadku ventilace

hou). Pokles na úrovni 10 m je způsoben přítomností zděné přepážky. Dalším druhem úlohy, která byla řešena pomocí CFD, je nestacionární simulace nárůstu teploty po výpadku ventilace v tvarově atypické hale pro výkrm 15 400 brojlerů (Kic, Zajicek, 2010). Model byl odladěn vzhledem k skutečnému měření, na jehož základě byla vyhodnocena nestacionární dvourozměrná analýza vývoje teplotního profilu.

Závěr

Výsledkem numerické simulace je informace o rozložení rychlosti, tlaků, teplot a dalších veličin vstupujících do výpočtu ve všech bodech výpočetní oblasti, což umožňuje detailní analýzu chování celého systému. Změnou okrajových podmínek je pak možno sledovat systém za různých stavů, nebo řešit přechodové stavy, jimiž jsou tyto změny vy-

volány. Například zde prezentované výsledky srovnání příčného a podélného větrání potvrdily vhodnost použití příčného větrání v zimním období, zatímco podélné větrání je výhodné pro letní období. Z hlediska pohody prostředí tak může být dosaženo vhodných podmínek během celého roku a zároveň je možné omezit spotřebu energie nutné k větrání. *

Literatura

ČSN 730543-2. Vnitřní prostředí stájových objektů. Část 2: Větrání a vytápění. 1998. (CSN 73 0543-2 Internal environment in buildings for animal. Part 2: Ventilation and heating. 1998)
Kic, P., Zajicek, M. 2010 Broiler house ventilation, CFD analysis of variants. In: Proceedings of the 3rd International Congress on Information and Communication Technologies in Agriculture, Food, Forestry & Environment (ITAFFE'10), edit by Zeynel Cebeci, Ondokuz Mayıs University, Samsun, Turkey, pp. 126–131.

Další literatura je k dispozici u autorů.

Tento článek vznikl za podpory grantů CIGA (Grantová agentura ČZU), projekt č. 31170/1313/3102.

Článek byl odborně recenzován.

Prof. Ing. Pavel Kic, DrSc.,
Česká zemědělská univerzita v Praze
Ing. Milan Zajicek,
Ústav teorie informace
a automatizace AV ČR, v. v. i. (ÚTIA)