

PROUDĚNÍ V DESKOVÝCH OTOPNÝCH TĚLESECH SE ZAMĚŘENÍM NA OPTIMALIZACI DISTANČNÍHO KROUŽKU

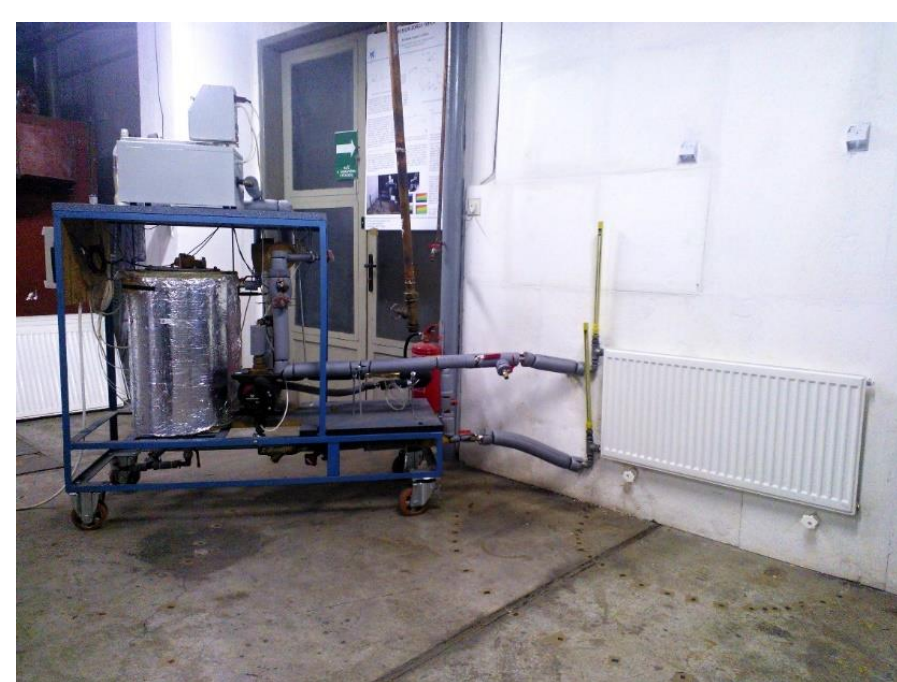
Motivace

Tato práce se zabývá zrovnomením teplotního pole především po délce deskového otopného tělesa pomocí změny geometrie vstupního distančního kroužku. Tím budou rovnoměrně rozloženy povrchové teploty a bude i rovnoměrně rozložený sálavý tok působící na člověka.

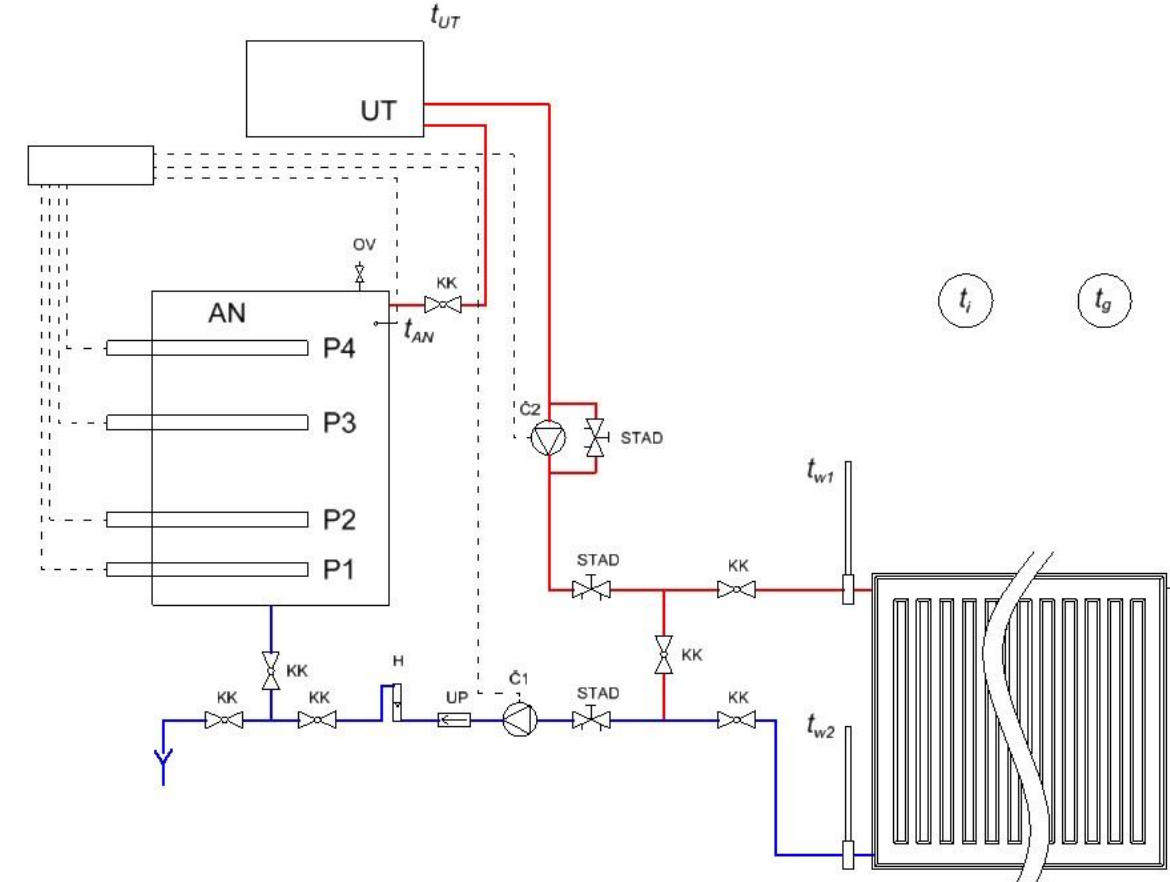
Distanční kroužek je nedílnou součástí deskových otopných těles z důvodu konstrukčního a technologického, který rozhodujícím způsobem ovlivňuje proudění vody po celé desce otopného tělesa. Je tedy vhodné využít tento prvek v otopném tělese a optimalizovat proudění v tělese tak, aby bylo dosaženo maximálního zrovnomení teploty především po délce přední desky otopného tělesa.

Metody řešení

Experiment - Byla vytvořena experimentální soustava napojení deskového otopného tělesa. Experiment je zaměřený na určení stacionárních jevů (např. výkon tělesa) i nestacionárních jevů (přechodových charakteristik) deskového otopného tělesa typu 10 o rozměrech 1000 x 500 mm pro teplotní spád 75/65 °C jednostranně připojeného shora-dolů. Bylo naměřeno teplotní pole otopného tělesa s distančním kroužkem s jedním otvorem nasměrovaným do osy horní rozvodné komory pomocí termovizní kamery.

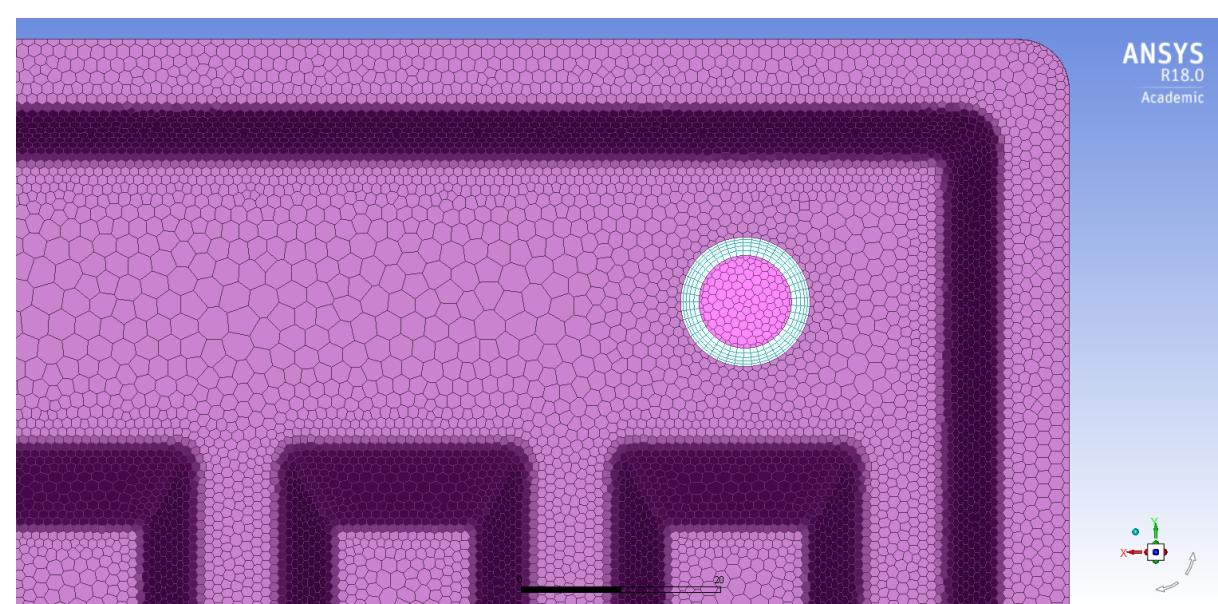


Obr. 3 Mobilní zdroj tepla napojený na deskové otopné těleso

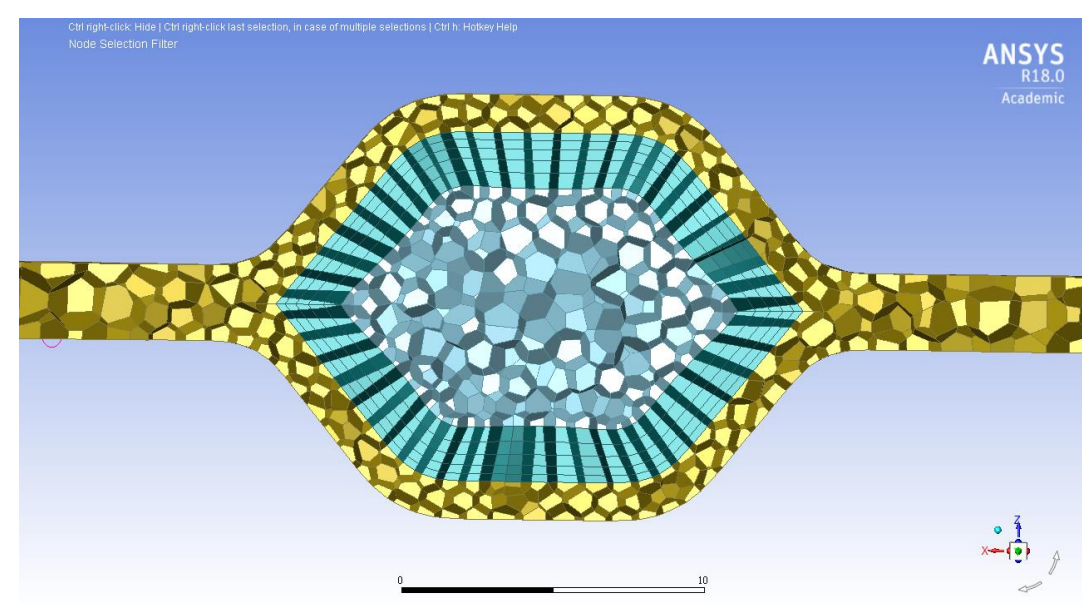


Obr. 4 Schéma experimentální soustavy

Matematická simulace – Přístup řešení pomocí matematické simulace je volen z důvodu finanční náročnosti výroby otopného tělesa s upraveným distančním kroužkem. Pomocí matematické simulace, která je validovaná s výsledky z experimentální části, lze sledovat vliv natočení a změny geometrie vstupního distančního kroužku. Geometrický model otopného tělesa je vytvořený dle reálných rozměrů deskového otopného tělesa. Okrajové podmínky byly převzaty z naměřených hodnot z experimentální části. Nastavení matematické simulace, výběr modelu turbulence byl volen dle charakteru a nejlepší konvergence úlohy.



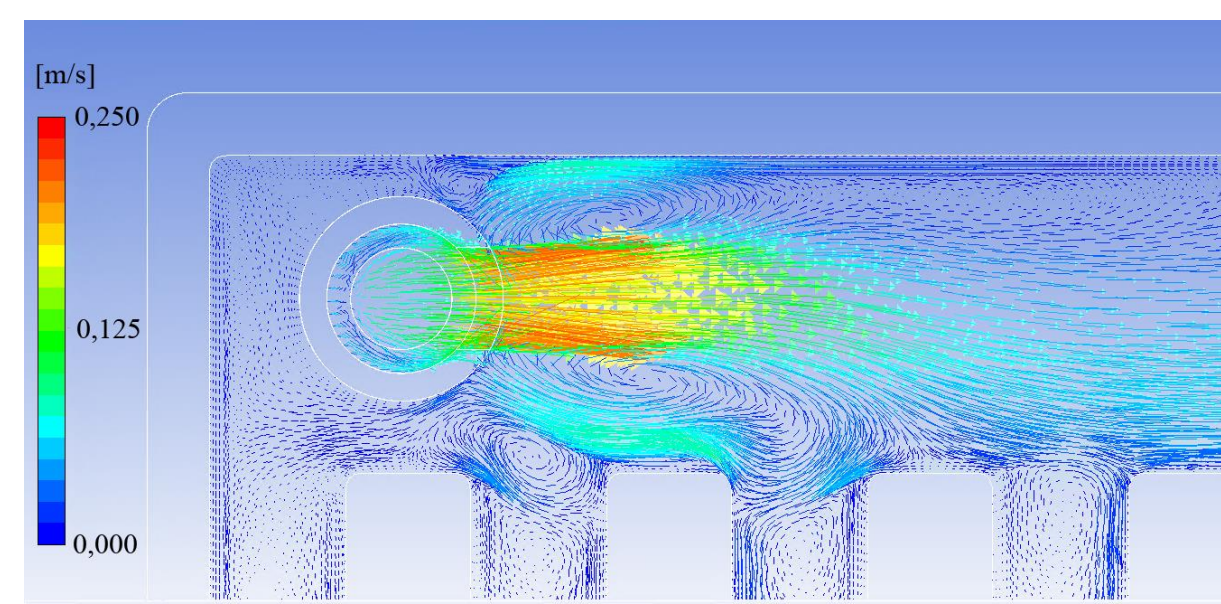
Obr. 6 Pohled na polyedrickou síť v oblasti vstupního distančního kroužku



Obr. 7 Řez kolmo na osu kanálku s viditelným modelováním u stěny

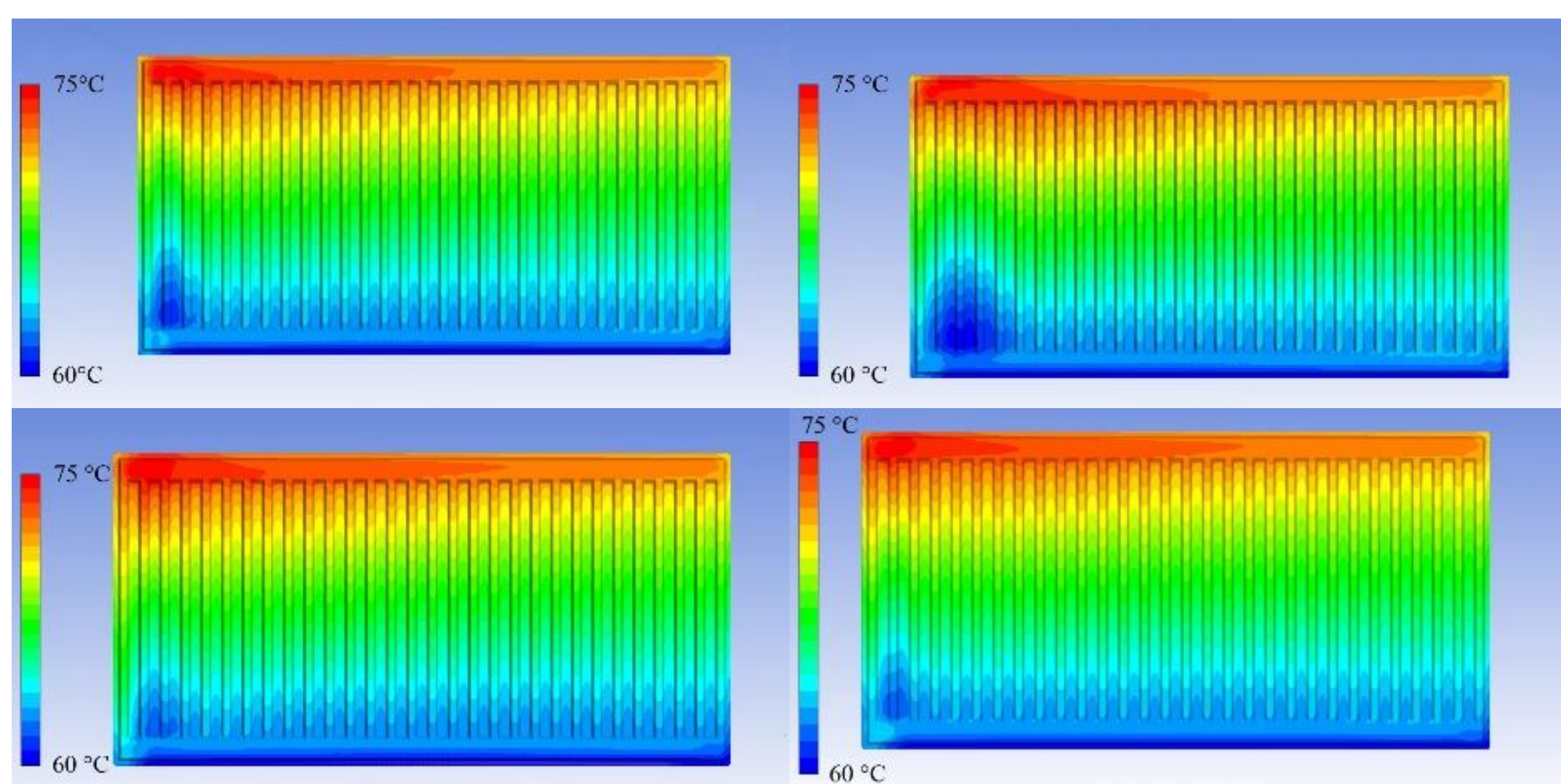
Výsledky

Popis teplotního a rychlostního pole – Z výsledků matematické simulace je popsáno celé teplotní pole na přední desce otopného tělesa, kde dochází k nerovnoměrnému rozložení povrchových teplot. Viditelná je chladnější oblast ve spodní části druhého kanálku. Je také popsáno rychlostní pole uvnitř otopného tělesa, zejména v oblasti vstupního distančního kroužku, horní rozvodné komory, vertikálních kanálků a výstupního distančního kroužku.

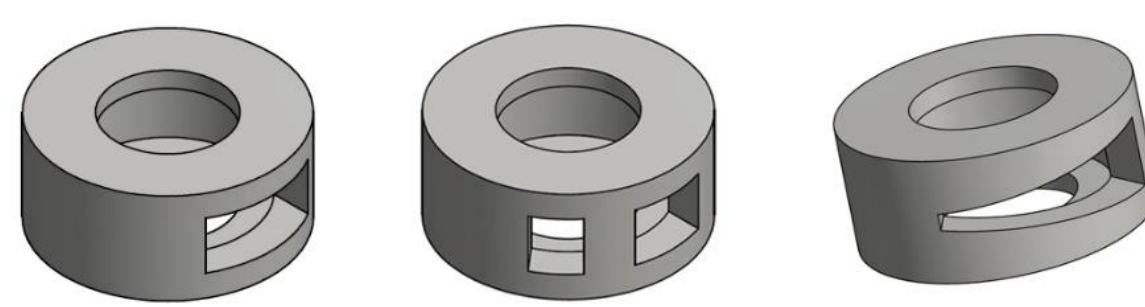


Obr. 9 Rychlostní pole u vstupního distančního kroužku

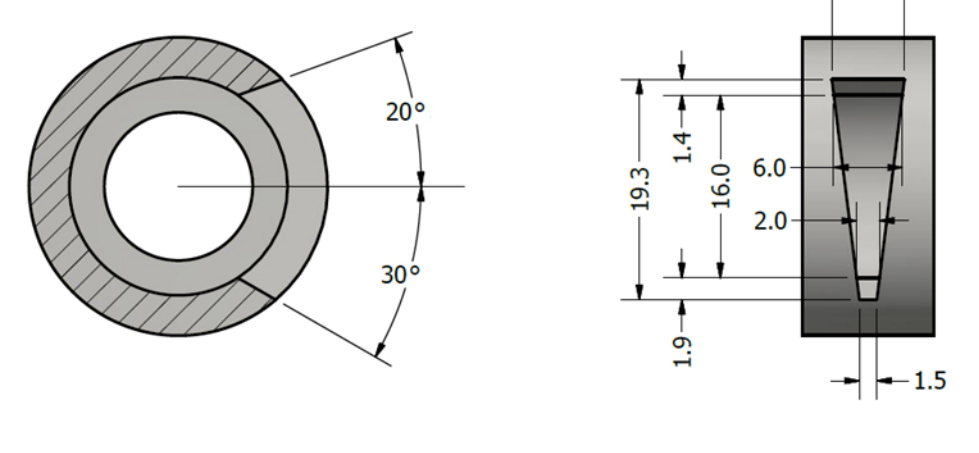
Natočení a změna geometrie distančního kroužku – Zrovnomení teplotního pole na přední desce otopného tělesa bylo sledováno nejdříve pomocí natočení distančního kroužku jeho otvorem k horní hraně rozvodné komory o 10° a 20°. Pomocí natočení distančního kroužku docházelo ke zvýšení průtoku pravou částí otopného tělesa a nedocházelo ke zrovnomení. V dalších matematických simulacích byl otvor distančního kroužku rozdělen na dva v určitých poměrech 10/3, 9/4 a 8/5. Toto rozdělení také nepřineslo uspokojivé výsledky. Z poznatku natočení distančního kroužku a distančního kroužku se dvěma otvory vznikl návrh distančního kroužku s klinovým otvorem, který nejvíce zrovnomenil teplotní pole na přední desce otopného tělesa.



Obr. 12 Teplotní pole: horní řada zleva – s distančním kroužkem beze změny a s natočeným distančním kroužkem o 20°, dolní řada zleva – se dvěma otvory v poměru 8/5 a s otvorem ve tvaru klínu



Obr. 11 Zleva – distanční kroužek s jedním otvorem, se dvěma otvory v poměru 10/3 a s klinovým otvorem



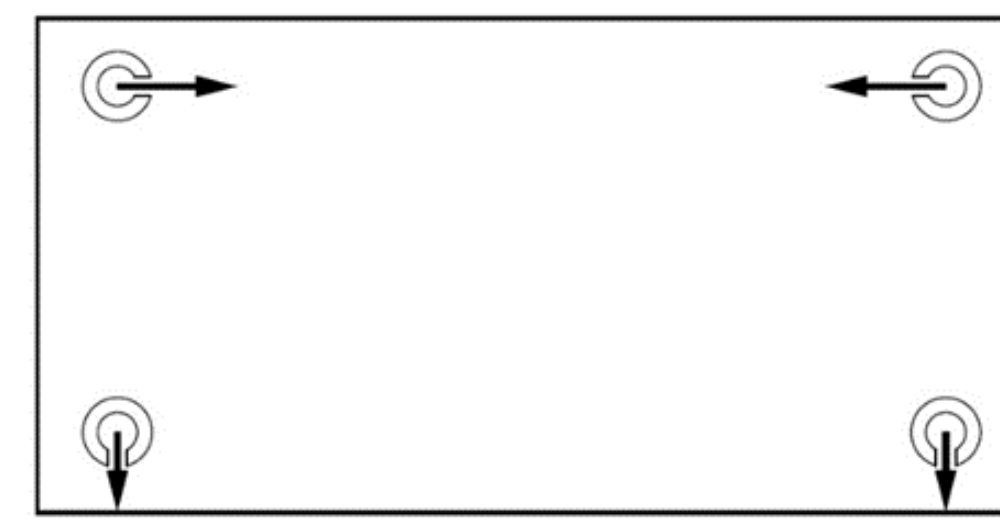
Obr. 13 Přesné rozměry v [mm] distančního kroužku s klinovým otvorem a natočení vůči ose horní rozvodné komory v tělese

Závěr

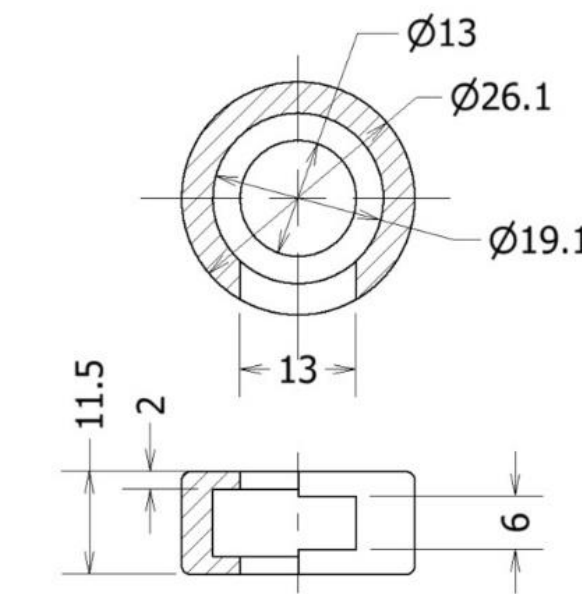
Jednoznačným přínosem je detailní popis rychlostního pole uvnitř otopného tělesa. Doposud nebylo nikde publikováno, k jakým projevům proudění dochází v jednotlivých částech tělesa a také s jakými rychlostmi proudění můžeme uvažovat.

Hlavním přínosem pro praxi je návrh optimálního tvaru distančního kroužku (patentován v ČR pod číslem patentu 309019) s ohledem na maximální zrovnomení teplotního pole na přední desce otopného tělesa. Jelikož je distanční kroužek nedílnou součástí deskového otopného tělesa z technologického hlediska, tak je výhodné pomocí jeho optimalizace tohoto dosáhnout bez zásahu do tvaru a konstrukce především horní rozvodné komory deskového otopného tělesa. A v tomto výzkumu je uvedeno maximální dosažení zrovnomení teplotního pole pomocí optimalizace vstupního distančního kroužku. Pro větší zrovnomení teplotního pole, než je v tomto výzkumu uvedeno, je nutné zasáhnout do konstrukce otopného tělesa.

Teoretickým přínosem je na základě tohoto výzkumu jedinečný detailní popis neboli technický manuál, jak úspěšně připravit zasíťování modelu deskového otopného tělesa a jaké použít nastavení jednotlivých okrajových podmínek, parametrů a modelu turbulence pro validované výsledky matematické simulace otopného tělesa.



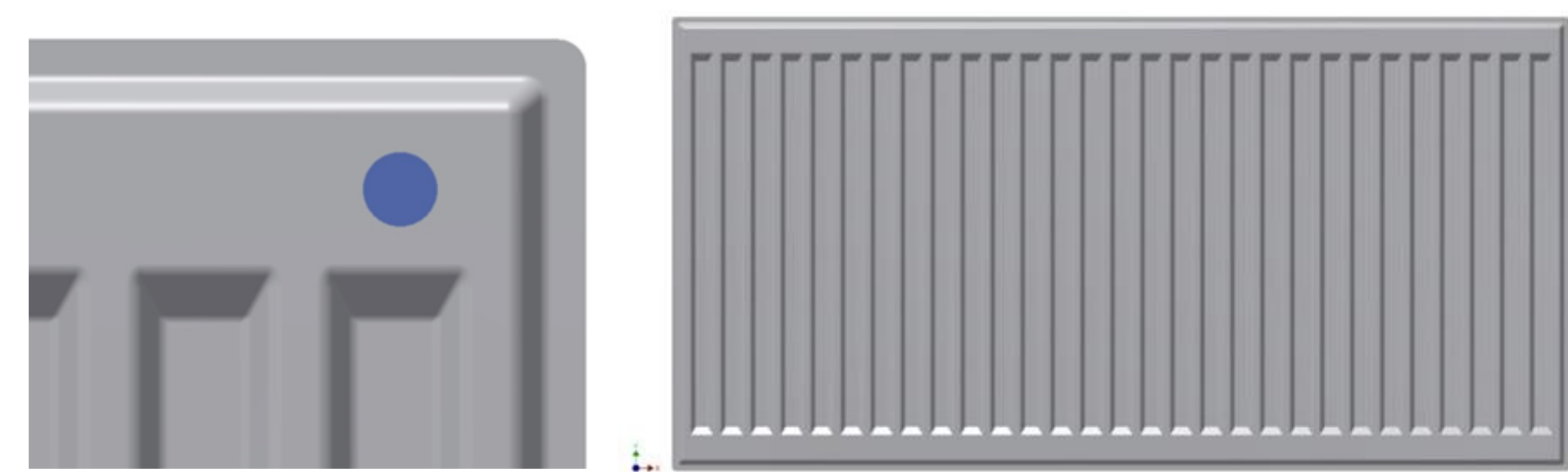
Obr. 1 Náčrty nasměrování distančních kroužků v otopném tělese



Obr. 2 Rozměry běžného distančního kroužku s jedním otvorem

Cíle práce

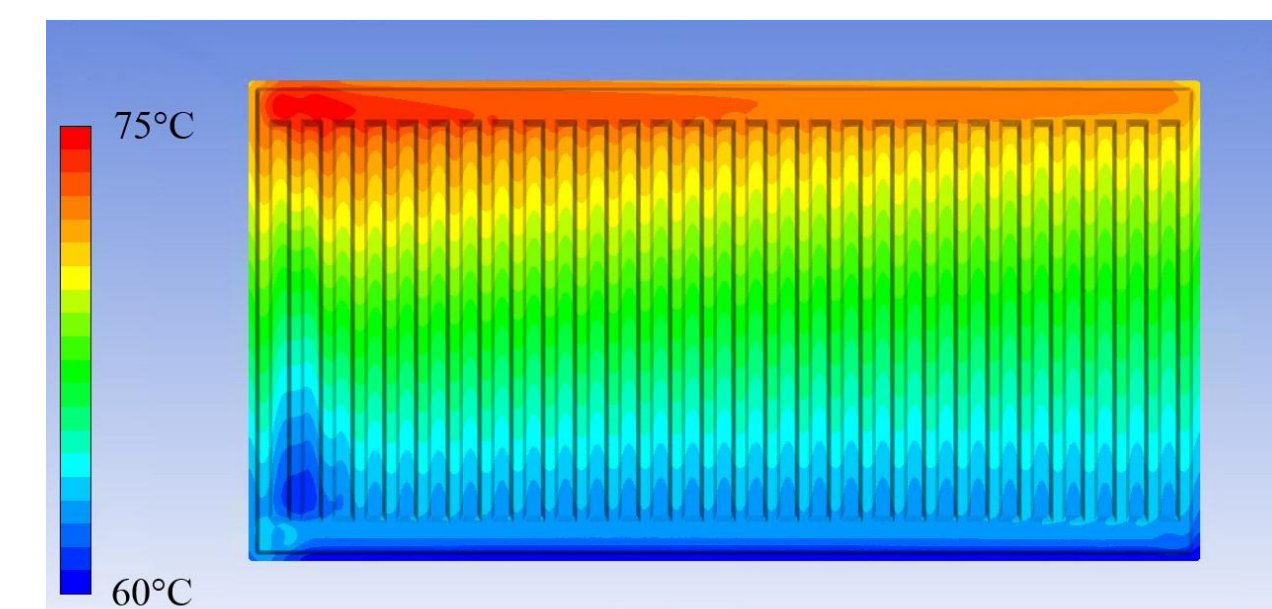
- Definovat metodu matematického modelování pro komplikovanou geometrii a malé rychlosti proudění v otopném tělese.
- Stanovit trendy proudění v horní rozvodné komoře otopného tělesa se změnou geometrie distančního kroužku.
- Navrhnout optimální tvar distančního kroužku, aby bylo dosaženo maximálně rovnoměrného teplotního pole po délce otopného tělesa.



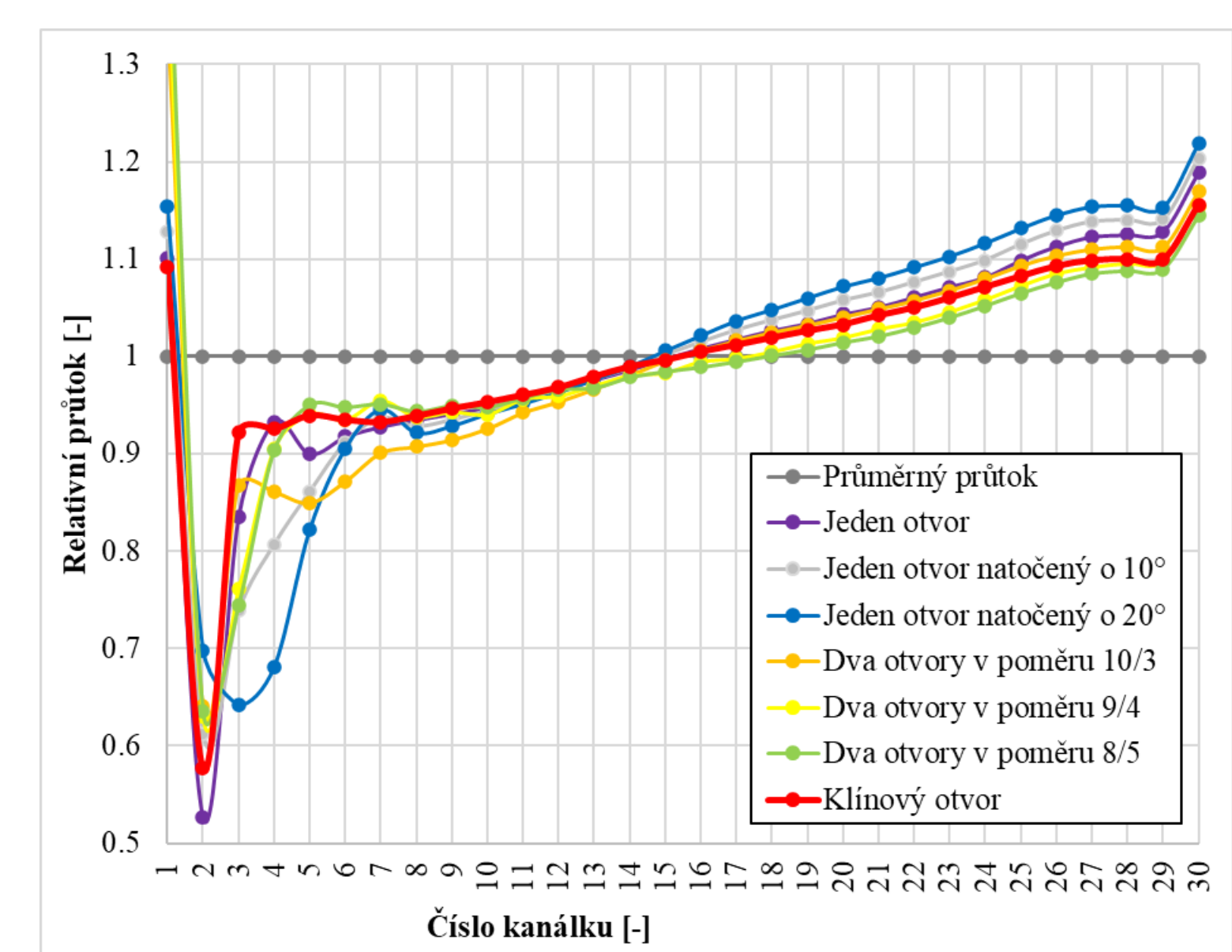
Obr. 5 Detail zaoblení prolisovaných ocelových plechů a pohled na celý model otopného tělesa

Validace výsledků matematické simulace a experimentu

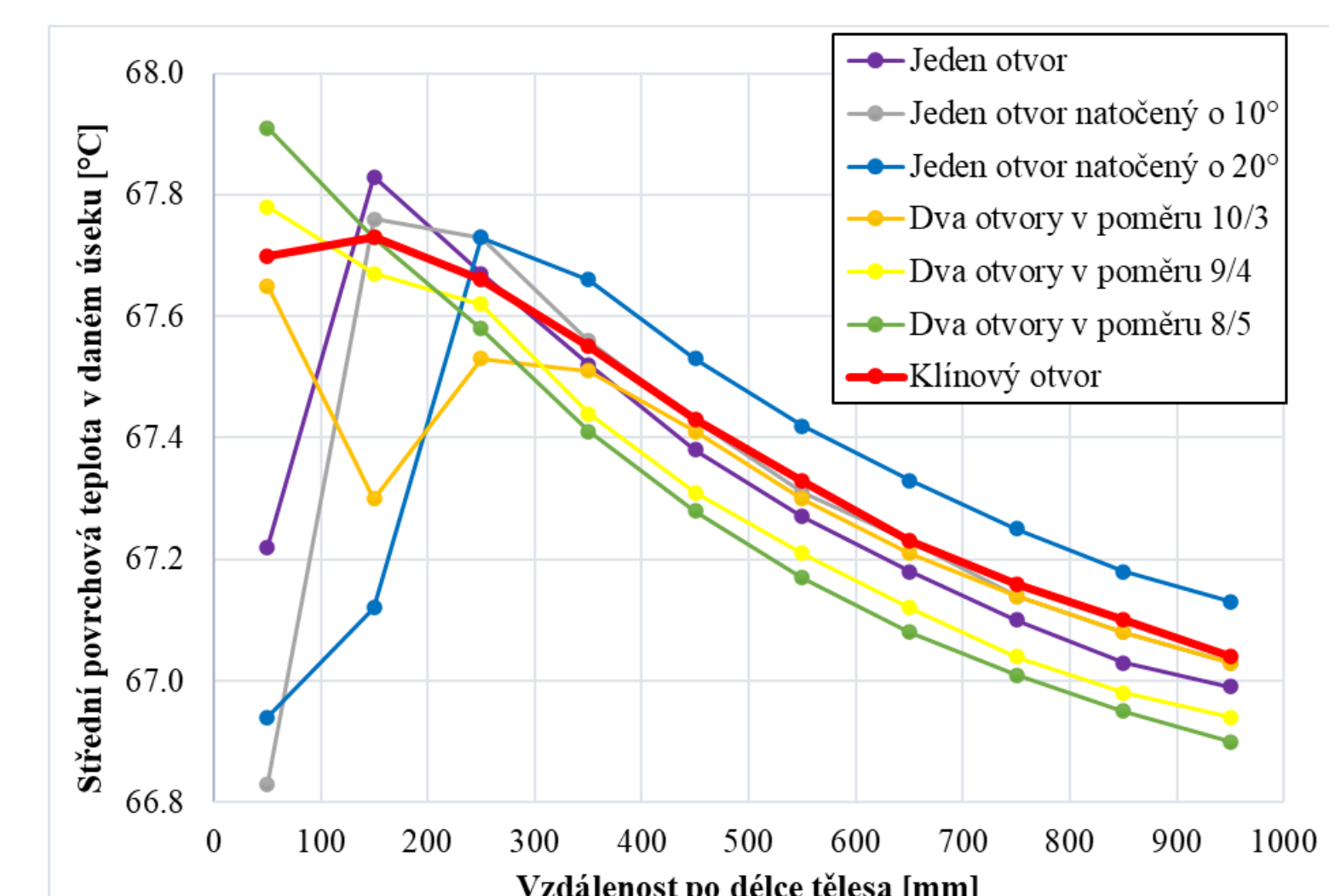
Celkově se teplotní pole jeví velice shodně. Porovnání experimentu a matematické simulace lze pouze na základě teplotního pole, protože nejsme schopni v měřeném tělese naměřit například průtoky jednotlivými kanálky nebo rychlosti, protože by došlo k ovlivnění proudění. To, že je model takto detailní, je výhodné pro další část výzkumu, a využít ho pro další výpočty s úpravou vstupního distančního kroužku.



Obr. 8 Vlevo – teplotní pole z matematické simulace, vpravo – teplotní pole z experimentální části



Obr. 10 Souhrnný graf průtoků jednotlivými kanálky pro všechny typy distančních kroužků



Obr. 14 Porovnání středních povrchových teplot pro jednotlivé úseky po délce tělesa pro různé typy distančních kroužků

Literatura

- LEGNER, Tomáš a JIŘÍ BAŠTA. Proudění na straně vody u deskových otopných těles. In: *Simulace budov a techniky prostředí 2016 - sborník 9. konference IBPSA-CZ*. Brno: IBPSA-CZ, 2016, s. 51-56. ISBN 978-80-270-0772-1.
- LEGNER, Tomáš a JIŘÍ BAŠTA. Vliv natočení distančních kroužků v deskových otopných tělesech. In: *Konference výstavní Třebos 2017*. Praha: Společnost pro techniku prostředí, 2017, s. 76-88. ISBN 978-80-02-02712-6.
- LEGNER, Tomáš a JIŘÍ BAŠTA. Vliv natočení a změny geometrie distančního kroužku u deskových otopných těles. In: *Simulace budov a techniky prostředí 2018*. Praha: IBPSA-CZ, 2018, s. 23-28. ISBN 978-80-907423-0-7.
- LEGNER, Tomáš a JIŘÍ BAŠTA. Influence of rotation and geometry change of distance rings in panel radiators. In: *Konference studentské tvůrčí činnosti 2018*. ČVUT v Praze, Fakulta strojní, 2018. ISBN 978-80-01-06621-4.
- LEGNER, Tomáš a JIŘÍ BAŠTA. Geometrie distančního kroužku a teplotní pole otopného tělesa. In: *Konference Výstavní Třebos 2019*. Praha: Společnost pro techniku prostředí, 2019, s. 59-63. ISBN 978-80-02-02847-5.
- LEGNER, Tomáš a JIŘÍ BAŠTA. Optimization of Distance Rings in Panel Radiators. In: *Central Europe towards Sustainable Buildings (CESB19)*. Brno: TOP Publishing Ltd., 2019. TOP Conference Series, ISSN 1755-1307.
- LEGNER, Tomáš a JIŘÍ BAŠTA. Importance of Distance Ring in Panel Radiators. *Výstavní, větrání, instalace*. 2019, 286, 320-322. ISSN 1210-1389.
- Patentový spis
LEGNER, Tomáš a JIŘÍ BAŠTA. Distanční kroužek, zejména do přírodního rohu deskových otopných těles. Česká republika. Patent CZ 309019. Ukládko 13.10.2021.