



# CONTEG

white paper

---

## Optimalizace proudění vzduchu pro boční chladičí jednotky CoolTeg Plus

Trendy a zkušenosti z oblasti datových center

Zpracoval: CONTEG  
Datum: 15. 11. 2013  
Verze: 1.15.CZ

© 2013 CONTEG. Všechna práva vyhrazena. Žádná část této publikace nesmí být použita, reprodukována, dále šířena nebo uložena v jakémkoli vyhledávacím systému bez písemného souhlasu vlastníka autorských práv.

## Obsah

Úvod .....	3
Použitá terminologie.....	4
Zúžení lemu dveří a vliv difuzoru .....	5
Dílčí závěr 1 – zúžení lemu dveří a použití difuzoru.....	6
Použití více difuzorů v uličce s IT rozvaděči .....	7
Dílčí závěr 2 – použití difuzorů v řadě rozvaděčů .....	9
Separční přepážka mezi jednotlivými ventilátory.....	10
Dílčí závěr 3 – použití oddělovací přepážky mezi ventilátory.....	11

## Úvod

Klimatizace se stává stále důležitější součástí plánování datových center, protože významně ovlivňuje jejich energetickou účinnost a provozní náklady. Moderní klimatizační technologie poskytují přesně vyladěné řešení. Správné vnímání potřeb distribuce vzduchu v datovém centru vede k požadavku na použití efektivních mechanických prvků pro usměrnění toku vzduchu. Volba vhodných mechanických prvků, například deflektorů a oddělovacích stěn, je přitom základním předpokladem pro zajištění optimální spotřeby sálových klimatizačních jednotek po celou dobu jejich provozu.

Měření a dále popsané konstrukční úpravy byly prováděny na chladicích jednotkách CoolTeg a CoolTeg Plus ze sériové produkce společnosti CONTEG.

### Základní údaje:

Rozměry (v x š x h): 1978 mm x 300 mm x 1000 mm  
Ventilátory: 5x radiální ventilátor, za provozu vyměnitelné



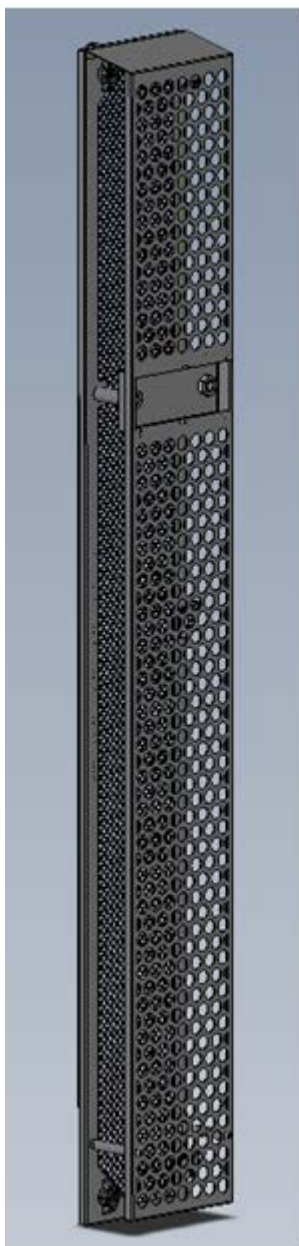
## Použitá terminologie

**Lem dveří** je neperforovaná plocha dveřního křídla. Za touto částí bez perforace se nachází svařovaný rám výklopné části dveří.

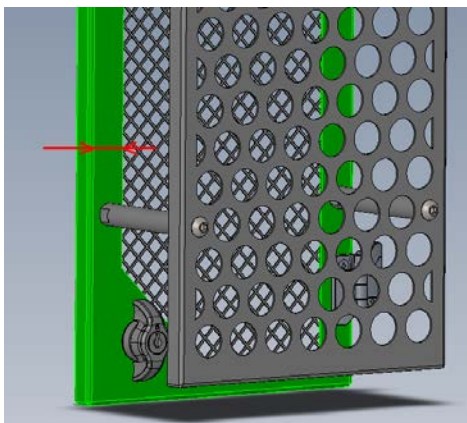
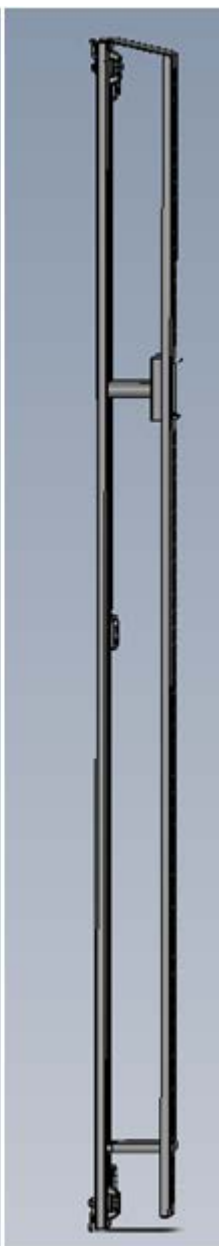
**Deflektor** („odchylovač“), případně deflektorová lišta, je kryt předních sloupků, který zajišťuje jejich lepší obtékání - laboratorně netestováno, jelikož není pochyb o tom, že funguje. Je standardní součástí nových jednotek CoolTeg Plus.

**Difuzor** („rozptylovač“) je předsazený perforovaný plech montovaný na dveře, který přispívá ke zrovnoměrnění výstupního proudění (jako volitelné příslušenství) – testováno v laboratoři a na matematickém modelu.

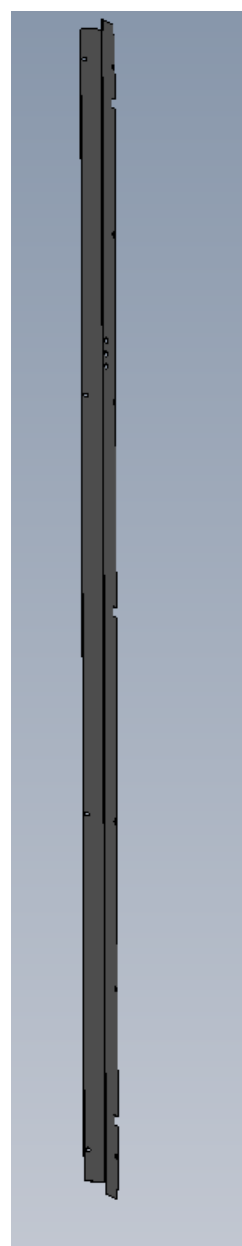
**Separační přepážka** – oddělovací přepážka mezi jednotlivými ventilátory.



Dveře s difuzorem



Detail lemu dveří



Deflektor

## Zúžení lemu dveří a vliv difuzoru

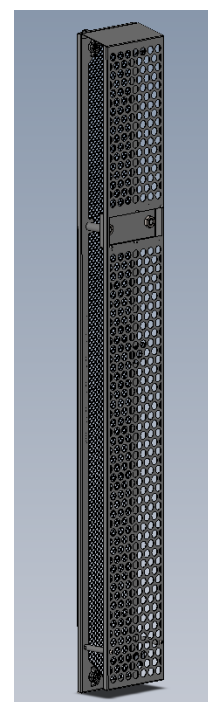
Úkolem měření bylo zjistit, jakým způsobem ovlivňují stávající a nově navržené dveře na výtlačku parametry jednotky CoolTeg šířky 30 cm. Důvodem úprav dveří je zrovnoměnění rychlostního pole na výtlačku z jednotky, které tvoří pět nad sebou umístěných radiálních ventilátorů. Upravené dveře mají užší lem po obvodu a přesunutý displej. Další variantou jsou dveře vybavené difuzorem (plech s perforací o průměru 20 mm).

Rovnoměrnost proudění vzduchu na výstupu byla měřena jako rychlostní pole na výdechu ve vzdálenostech od jednotky 20 a 35 cm přičemž byla zvolena širší oblast měření, než je rozměr samotné jednotky. Měřicí rastr byl 60x60 mm (6x31 bodů), viz foto - měřicí stojan.

Nasávání jednotky (vstup vzduchu):



Výdech jednotky (výstup vzduchu), dveře s difuzorem:



Měření na sání jednotky ukázalo, že změna v průtoku vzduchu nebude výrazná. Zúžení lemu na dveřích není natolik markantní, aby se průtok vzduchu výrazně změnil.

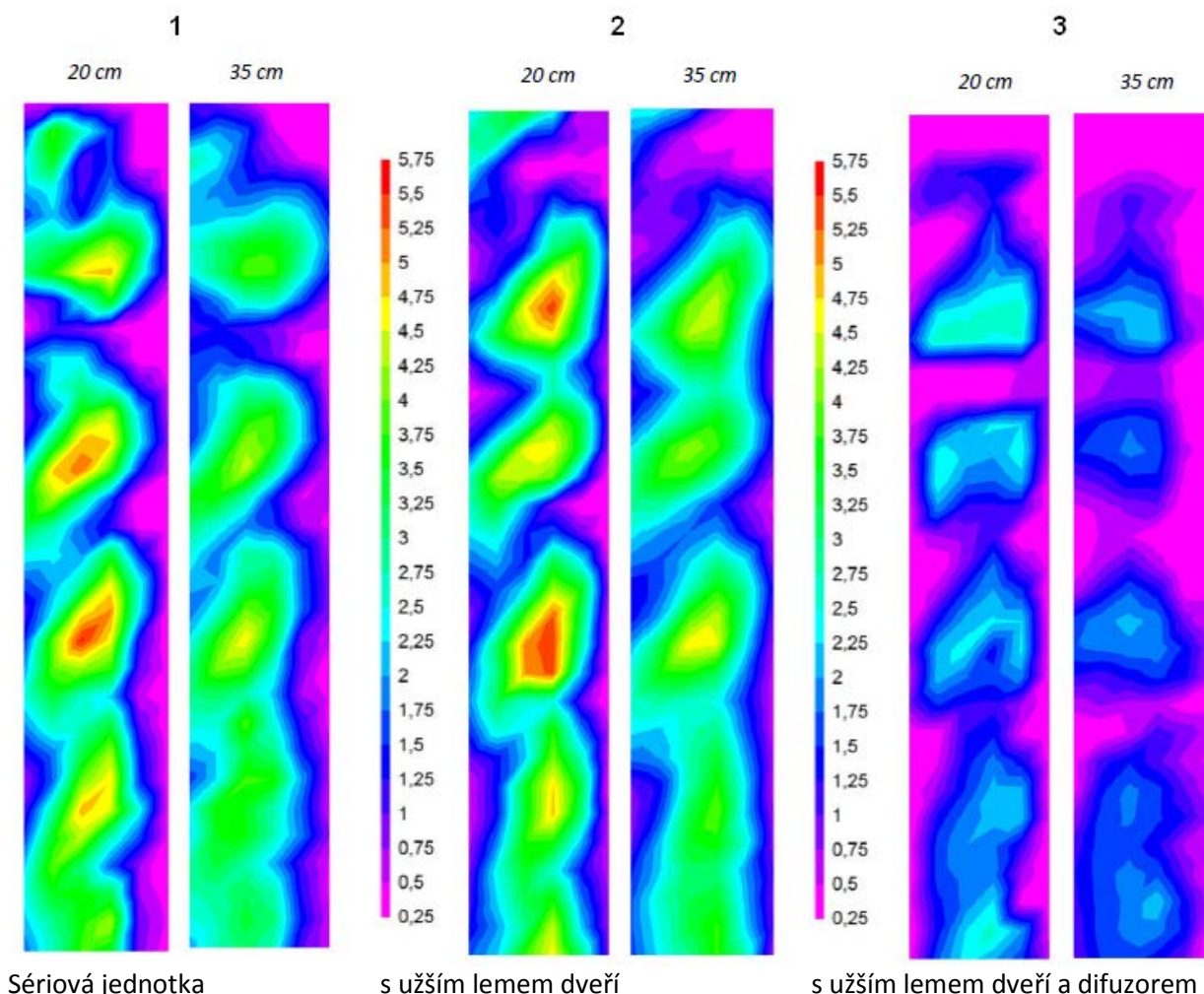
Doplnění vhodně navrženého difuzoru před přední dveře jednotky má na průtok vzduchu rovněž jen malý vliv. Nedochozí k zásadnímu nárůstu tlakové ztráty, očekávaný nižší průtok vzduchu při použití difuzoru je menší pouze o cca 1 %, což je v oblasti chyby měření.

Elektrický příkon chladicí jednotky pro všechny varianty ukazuje tabulka. Po úpravách příkon klesl v řádech desítek Wattů, což znamená, že ventilátory pracují s nepatrně lepší účinností.

Varianta	Popis	Střední rychlost (m/s)	Průtok m <sup>3</sup> /hod.	%	Zdánlivý výkon (VA)	%
1	sériová jednotka	3,75	3550	100,0	972	100%
2	s užším lemlem dveří	3,76	3558	100,2	954	98%
3	s užším lemlem dveří a difuzorem	3,72	3516	99,0	945	97%



Grafy rychlostních polí na výtlaku potvrdily značné rozdíly v proudění přímo za 5 radiálními ventilátory a mezi nimi (obrázek 1). Lépe umístěný displej a užší lem na dveřích přináší mírné zlepšení, ale rychlost proudění vzduchu na výdechu z jednotky se zásadně nezměnila (obrázek 2). Teprve varianta s přidaným difuzorem (obrázek 3) vykazuje výrazné zrovnoměrnění rychlosti proudu vzduchu na výdechu jednotky. Část vzduchu je difuzorem odkloněna do strany, protože difuzor představuje překážku, a část vzduchu prochází přes difuzor. Vyšší rychlost za ventilátory je stále patrná, ale oproti předchozím variantám poklesla přibližně o 50 %.



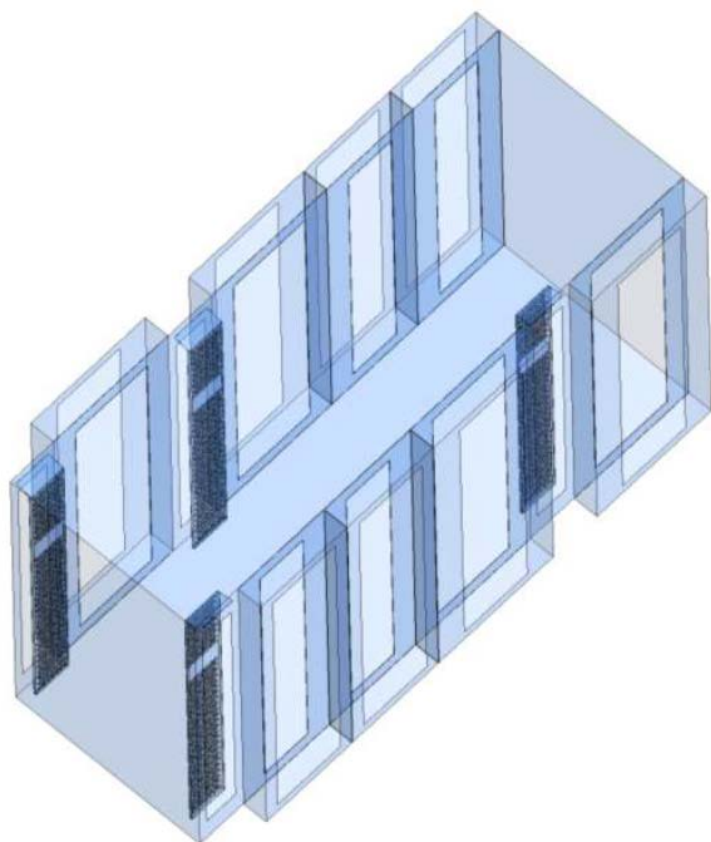
### Dílčí závěr 1 – zúžení lemu dveří a použití difuzoru

Měření potvrdila, že pozitivní vliv užšího lemu dveří je při dané přesnosti měření obtížně prokazatelný. Přesto k mírnému zlepšení došlo - naměřili jsme větší průtok vzduchu při nižší spotřebě elektrické energie, což znamená potvrzení teoretických předpokladů.

Daleko přesvědčivější je však funkce difuzoru na výtlaku jednotky, která je výrazná a přispívá k celkově lepší distribuci vzduchu. Při jeho osazení nedojde k poklesu chladicího výkonu jednotky ani k nárůstu spotřeby elektrické energie. Difuzor přispívá ke zrovnoměrnění výstupního proudu vzduchu a lepšímu chlazení rozvaděčů sousedících s boční chladicí jednotkou. Z hlediska proudění vzduchu je tedy difuzor vhodný k využití datových centrech.

## Použití více difuzorů v uličce s IT rozvaděči

Další zajímavou aplikací je použití více difuzorů na chladicích jednotkách v řadě rozvaděčů. Opět tedy difuzory mají plnou výšku a šířku výstupního průřezu a testovali jsme perforovaný plech s kruhovými otvory o průměru 20 mm. Přibližně ve  $\frac{3}{4}$  výšky předsazeného difuzoru jsou umístěny ovládací panely chladicích jednotek.

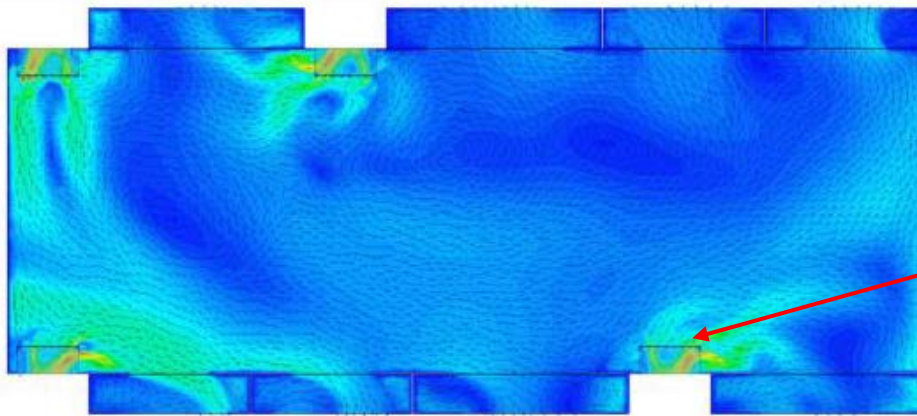


Obrázek vlevo představuje 3D matematický model uzavřené studené uličky, který byl vytvořen pro ověření naměřených dat.

Předmětem našeho zájmu je proudění vzduchu uvnitř uzavřené uličky, ve které máme boční chladicí jednotky vybavené difuzory (přípevněny na přední část chladicích jednotek), přičemž vstup vzduchu do simulovaného IT zařízení v rozvaděčích se nachází v hloubce 15cm od roviny předních dveří. Stupeň perforace předních dveří datových rozvaděčů je 83%.

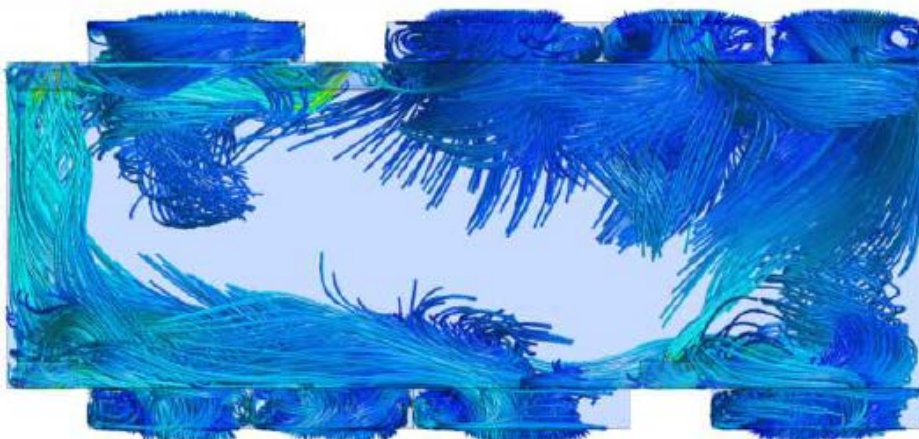
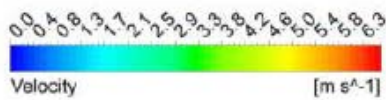
Obrázky na dalších stranách ukazují rychlostní pole a proudnice uvnitř uličky.



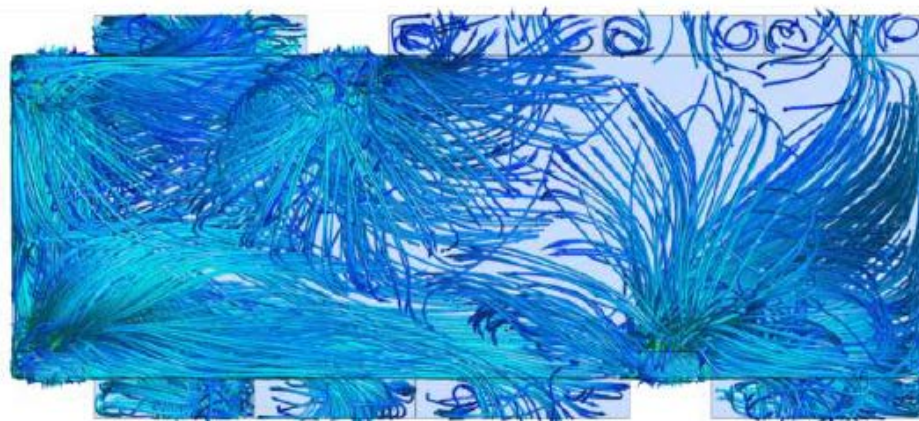
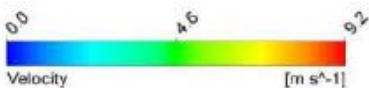


**Testované řešení:**

Obrázek ukazuje rychlostní pole ve výšce 1m nad podlahou při použití difuzorů.



Obrázek ukazuje proudnice v uzavřené uličce při použití chladicích jednotek s difuzory.

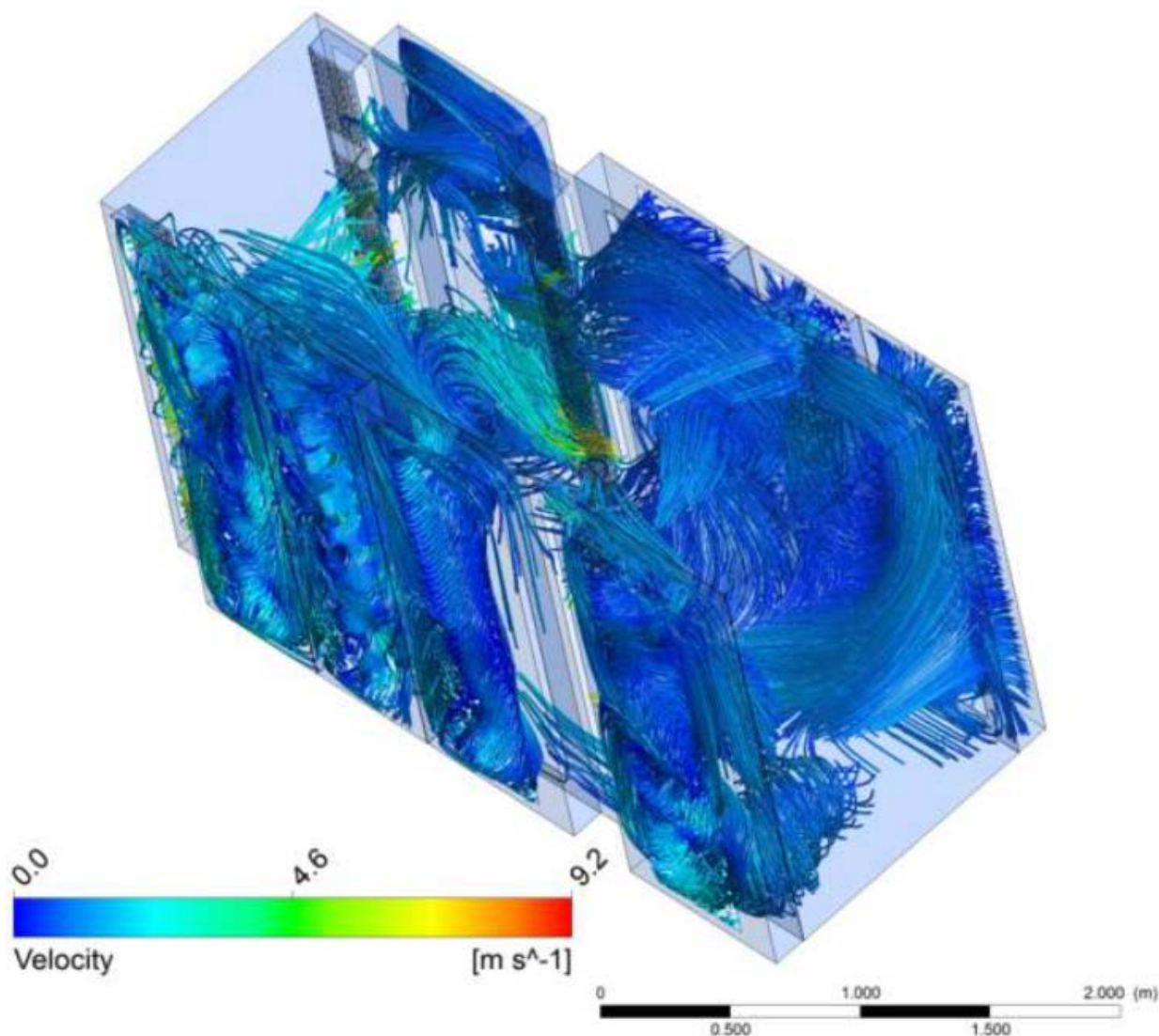


**... a porovnání se stávajícím řešením:**

Obrázek ukazuje proudnice v uzavřené uličce při použití chladicích jednotek **bez** difuzorů.







Pohled na celkové zavíření v uzavřené studené uličce.

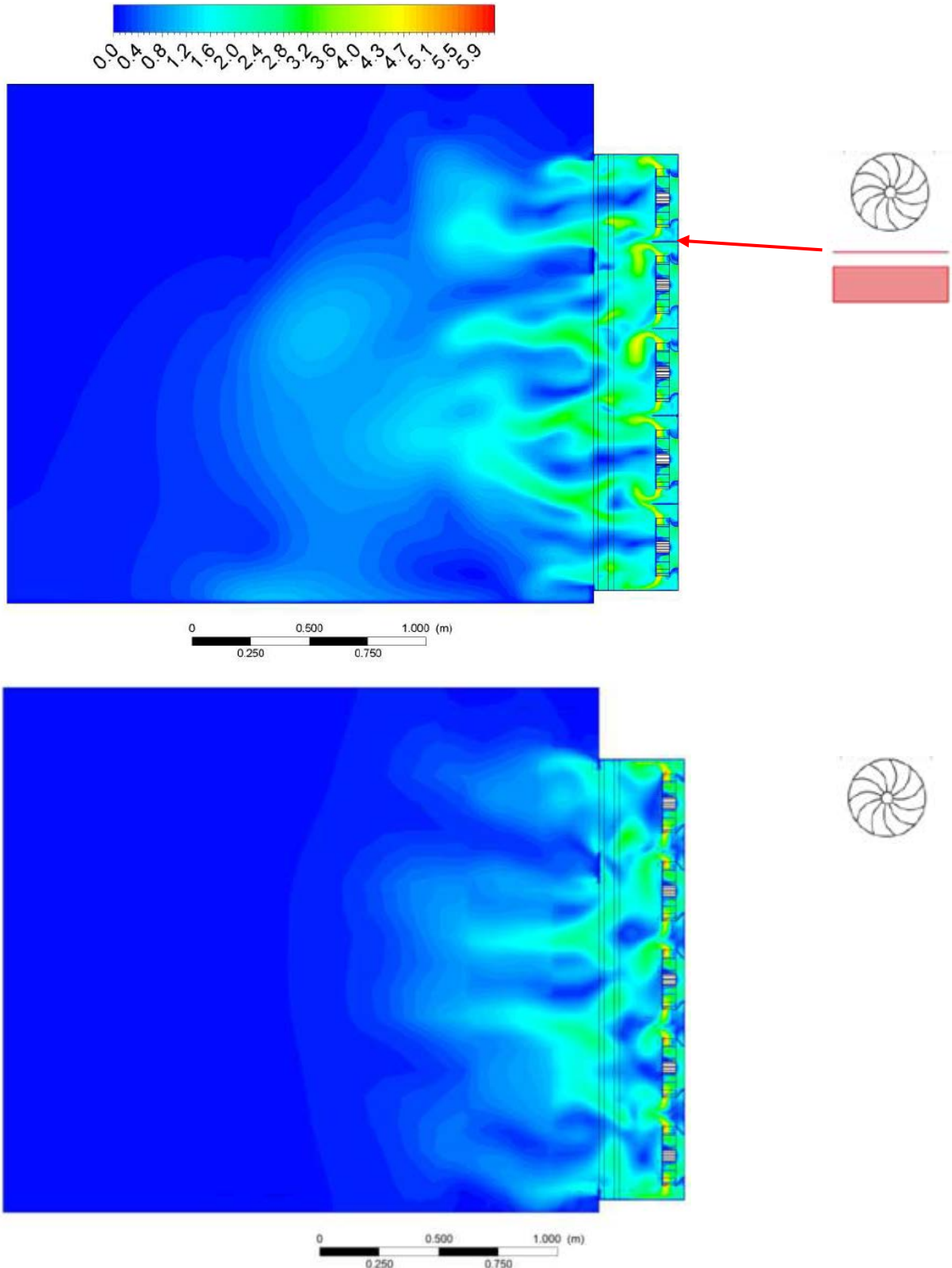
## Dílčí závěr 2 – použití difuzorů v řadě rozvaděčů

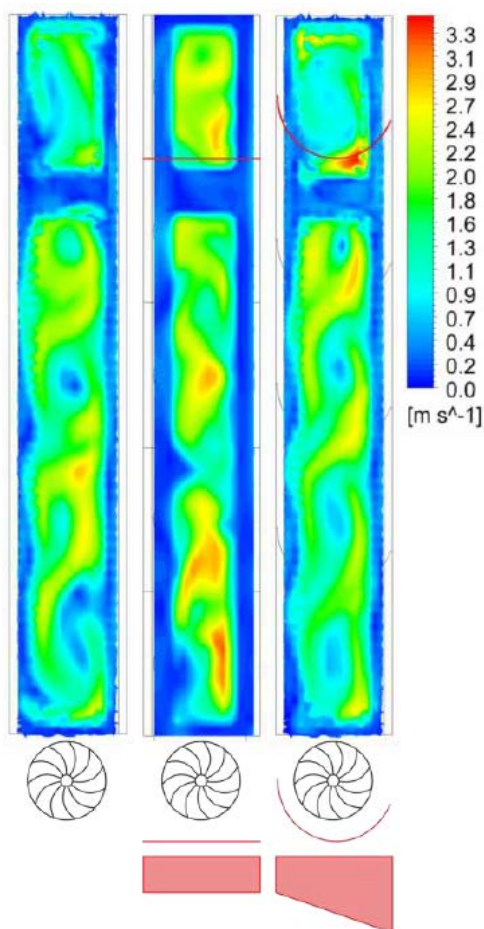
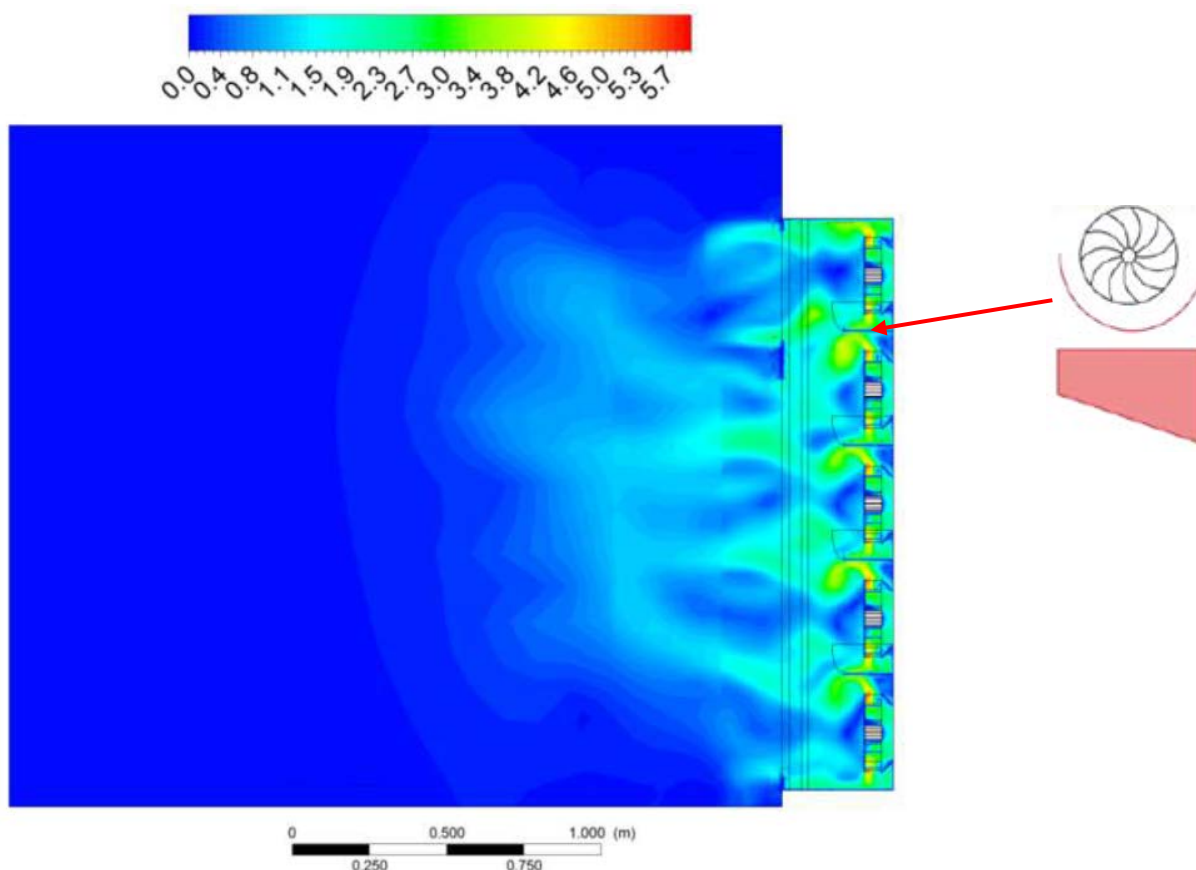
Difuzory pro boční chladicí jednotky se osvědčily a to jak podle numerické simulace tak i při měření prototypu. Přítomnost difuzorů v uličce má za výsledek rovnoměrnější distribuci proudů vzduchu a tím i lepší dodávku klimatizovaného vzduchu ke všem IT rozvaděčům.

Chladicí jednotky s předsazenými difuzory se zejména uplatní v datových sálech s koncepcí horká/studená ulička, kde uličky nejsou konstrukčně (mechanicky) odděleny stěnami či závěsy.

## Separční přepážka mezi jednotlivými ventilátory

Matematické modely ukazují rychlost proudění vzduchu na výstupu z chladicí jednotky s 5 radiálními ventilátory. Rychlost je vyjádřena v m/s, symbol na pravé straně ukazuje tvar separační přepážky mezi jednotlivými ventilátory. První příklad ukazuje standardní provedení chladicí jednotky, druhý model je chladicí jednotka bez separačních přepážek a třetí model je vybaven čtvrtkruhovými přepážkami, které se postupně zúžují.





Speciálně navržené separační přepážky mezi ventilátory zasahují do větší hloubky v prostoru výdechu, tvoří kruhovou výseč a jejich zúžující se tvar podle očekávání zajišťuje ustálený proud vzduchu z jednotky. Cílem použití separačních přepážek bylo eliminovat vzájemné působení proudů vzduchu vycházejících z jednotlivých ventilátorů.

Další diagram ukazuje rychlostní pole na čelních dveřích jednotky, opět pro 3 simulované modely. Přemostění vykazující nižší rychlost proudění představuje blok s displejem umístěný na čelních dveřích chladicí jednotky.

### Dílčí závěr 3 – použití oddělovací přepážky mezi ventilátory

U oddělovače ventilátorů se výhody nepotvrdily. Simulace nevyšla uspokojivě – i když dojde k ustálení proudění vzduchu, průtok, respektive hmotnostní tok v matematickém modelu se sníží o desítky procent. Při měření v externí specializované zkušebně oddělovače zvýšily průtok cca o 1%, rovnoměrnost proudění nebyla předmětem měření.

Použité zdroje:

- 1) Interní dokumenty a zdroje společnosti CONTEG
- 2) STULZ GmbH publication library
- 3) Zprávy z měření z testovacích laboratoří CONTEG a ATREA