



HENNLICH

## Nové trendy v technologiích chlazení a kondicionování spalin

*Martin Pavliska, Claus Fritze*





# HENNLICH

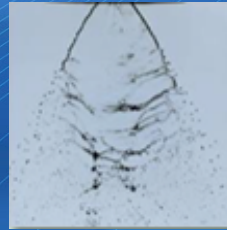
**komplexní řešení pro průmysl**



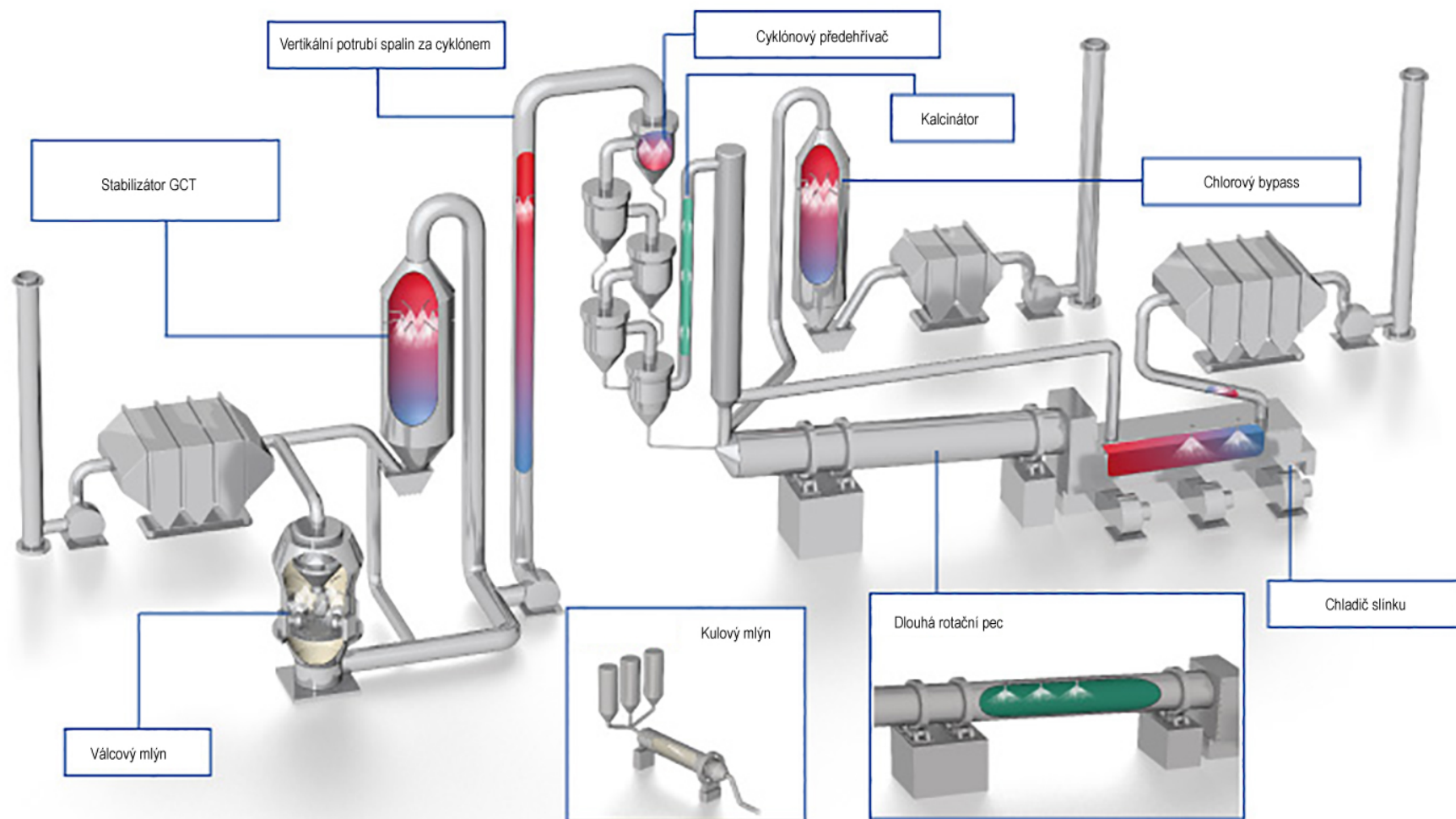
**ENGINEERING  
YOUR SPRAY SOLUTION**

**LECHLER**

# Precision Spray Nozzles and Nozzle Systems



## NOVÉ TRENDY V TECHNOLOGIÍCH CHLAZENÍ SPALIN



## NOVÉ TRENDY V TECHNOLOGIÍCH CHLAZENÍ SPALIN

**Moderní chlazení a čištění horkých spalin vstřikováním vody  
tryskami**

=

**široká škála možností jak snížit provozní náklady a zvýšit  
efektivitu.**

**Pro tento proces je důležité:**

- špičková technologie
- porozumění proudění spalin a chování vodního paprsku a kapek

**CFD simulace – predikce reálného stavu  
umožňuje následnou úsporu energie a  
nákladů.**

### CFD simulace byly provedeny za těchto předpokladů:

Rovnoměrný proud spalin na vstupu do kondicionéru  
Přesné modelování tvaru paprsku trysek

### Příklady:

Č. 1: *Laval trysky uvnitř kondicionéru:*

Důraz na rozdílnou délku odpařovací zóny.

Č. 2: *VarioJet trysky uvnitř vertikálního potrubí za cyklónem:*

Důraz na rozstřík na stěny potrubí a na délku odpařovací zóny.

## CFD SIMULACE TRYSEK V KONDICIONÉRU

**CFD simulace pro Laval trysky byla provedena za následujících podmínek:**

*Kondicionér:*

**průměr: 7m**

**množství spalin: 230.000 Nm<sup>3</sup>/h**

**rychlost proudění spalin: 4 m/s**

**požadavek na chlazení spalin: 370°C → 150°C**

**délka odpařovací zóny k dispozici (včetně bezpečnostního koeficientu): 16,2m**

**→ množství vody potřebné ke chlazení: 470 l/min**



*Trysky:*

- **21 ks Laval trysek L1 170.881.WW.81.00.0: 22,4 l/min na trysku**
- **potřebná velikost kapek D32: 113μm**

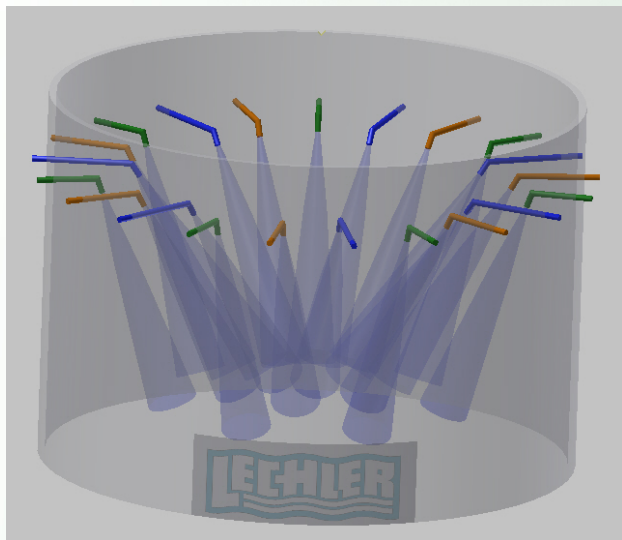
## CFD SIMULACE TRYSEK V KONDICIONÉRU

### Design č. 1:

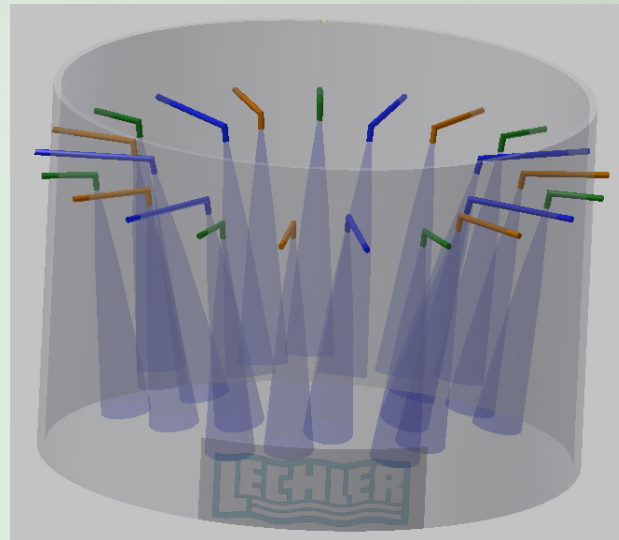
| Počet lanzen | Počet trysek na 1 lanzně | Délka lanzny v kondicionéru [mm] | Úhel sklonu hlavy lanzny [°] |
|--------------|--------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| 7            | 1                        | 500                              | 70°                          |
| 7            | 1                        | 750                              | 60°                          |
| 7            | 1                        | 1000                             | 55°                          |

### Design č. 2:

| Počet lanzen | Počet trysek na 1 lanzně | Délka lanzny v kondicionéru [mm] | Úhel sklonu hlavy lanzny [°] |
|--------------|--------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| 7            | 1                        | 400                              | 80°                          |
| 7            | 1                        | 800                              | 80°                          |
| 7            | 1                        | 1200                             | 75°                          |



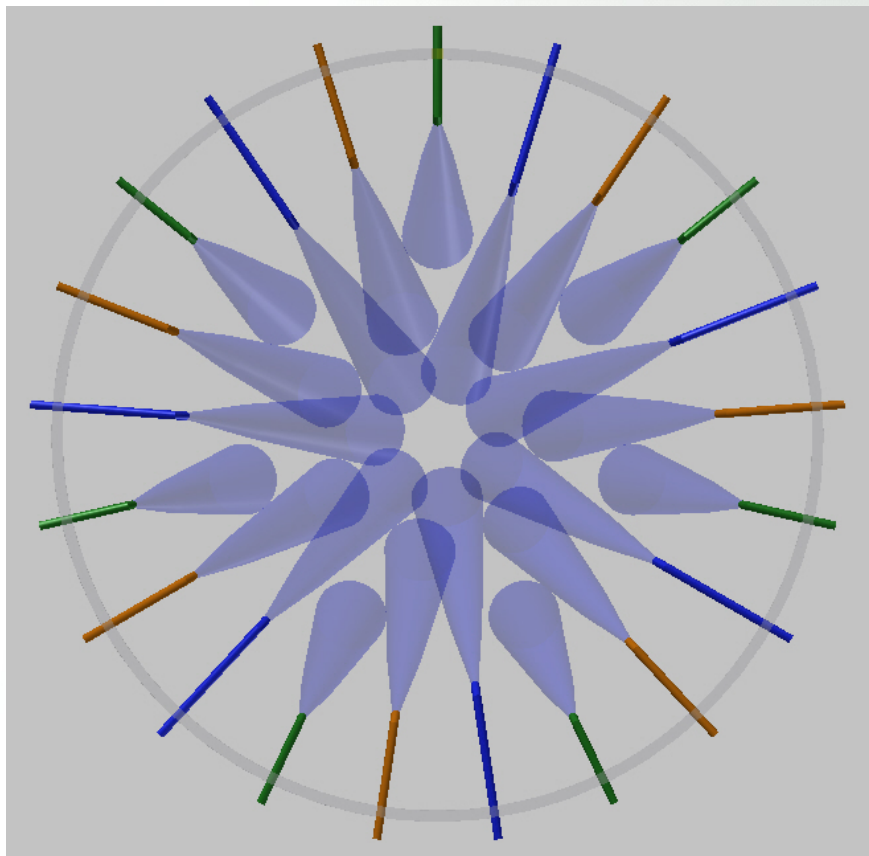
Tvar kuželu simulace není ovlivněn proudícími spalinami



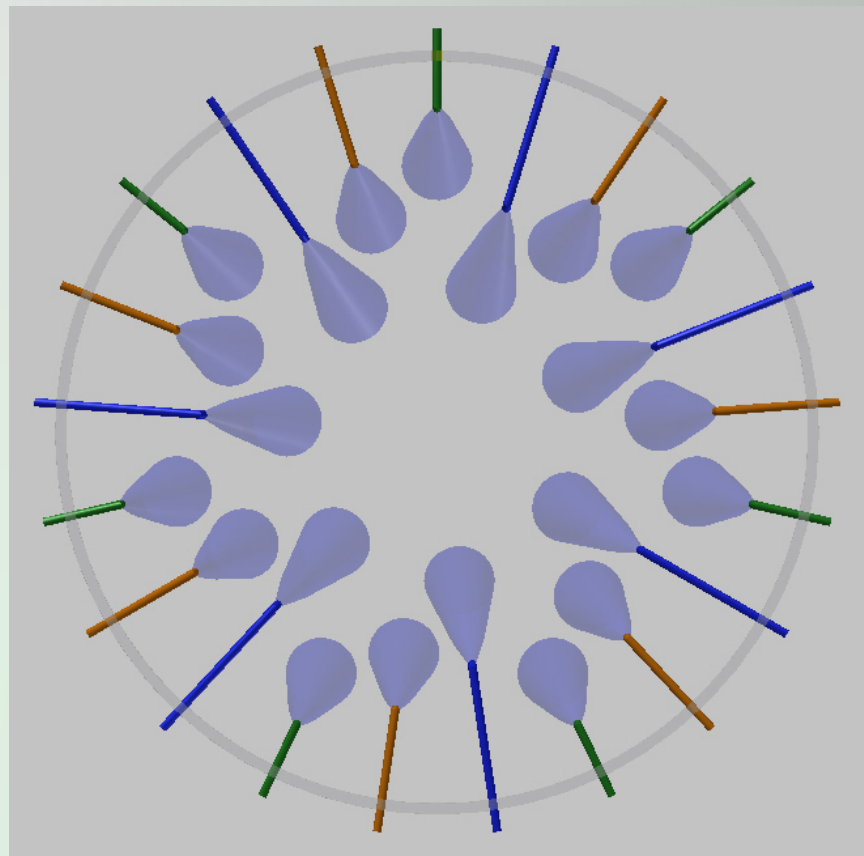


## CFD SIMULACE TRYSEK V KONDICIONÉRU

**Design č. 1:**



**Design č. 2:**



## CFD SIMULACE TRYSEK V KONDICIONÉRU

|                        | délka<br>odpařovací zóny<br>k dispozici<br>[m] | CFD simulace<br>design č.1 | CFD simulace<br>design č.2 |
|------------------------|--|----------------------------|----------------------------|
| kompletní odpaření [m] | 16   | 24,3                       | 13,8                       |
| kompletní odpaření [%] | 100%   | 152%                       | 86%                        |

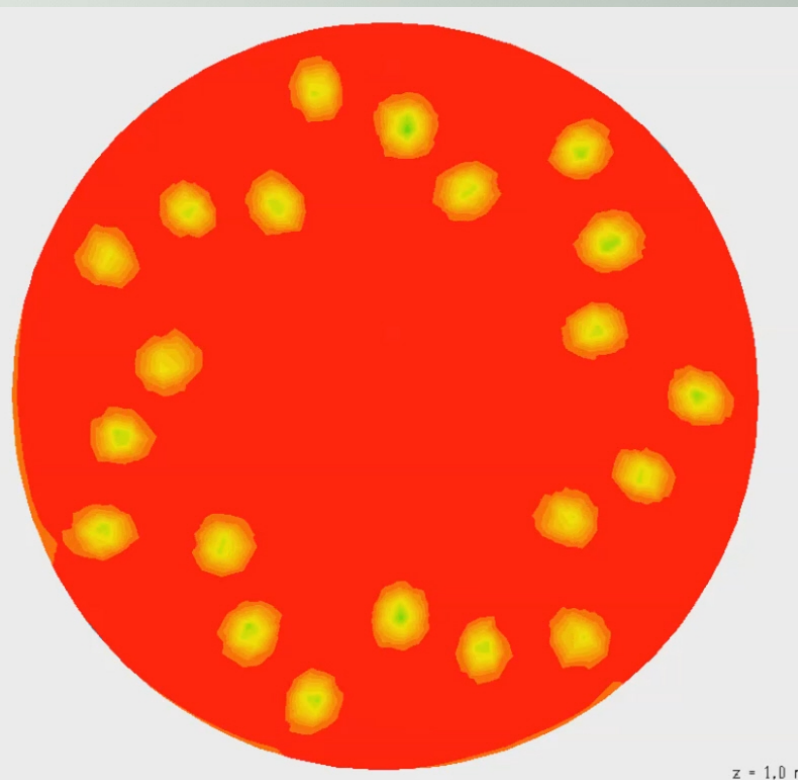
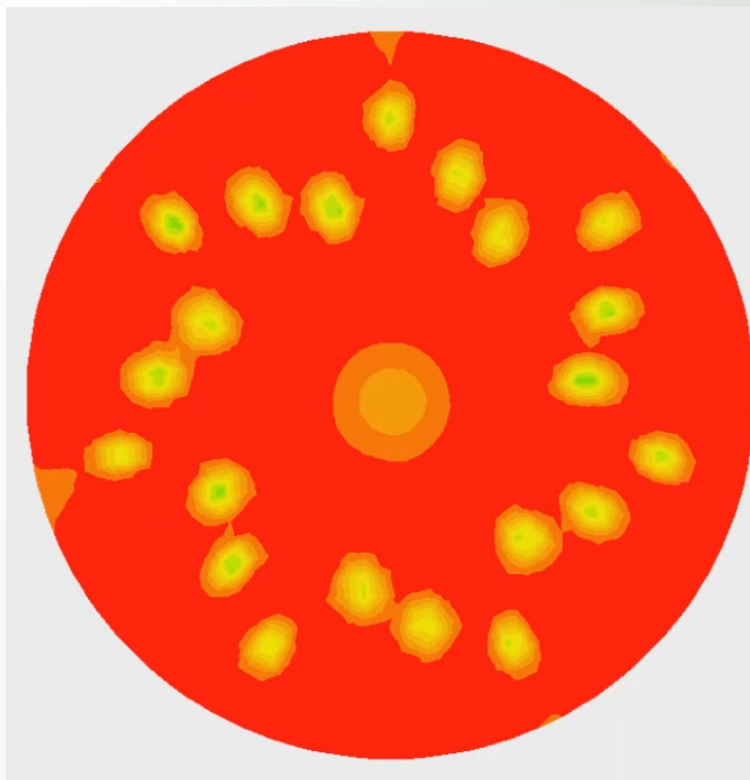
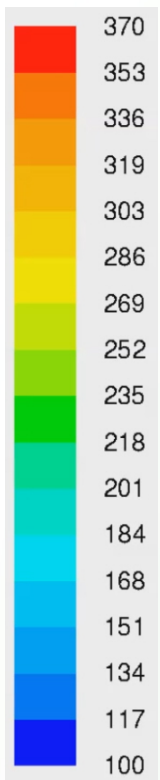
## CFD SIMULACE TRYSEK V KONDICIONÉRU

Vzdálenost od místa vstřikování: 1 m

T [°]:

Design č.1:

Design č. 2:



z = 1.0 m

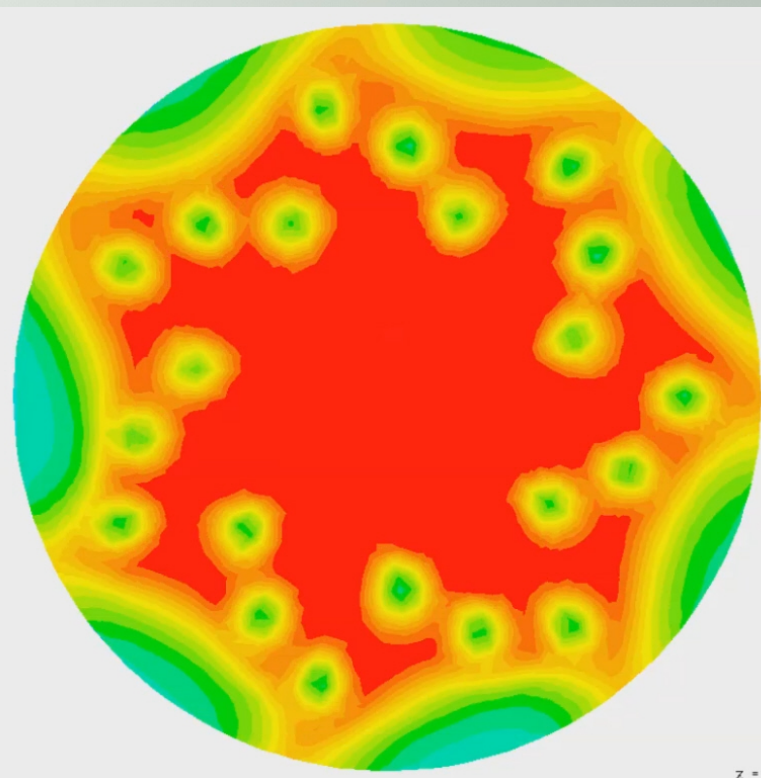
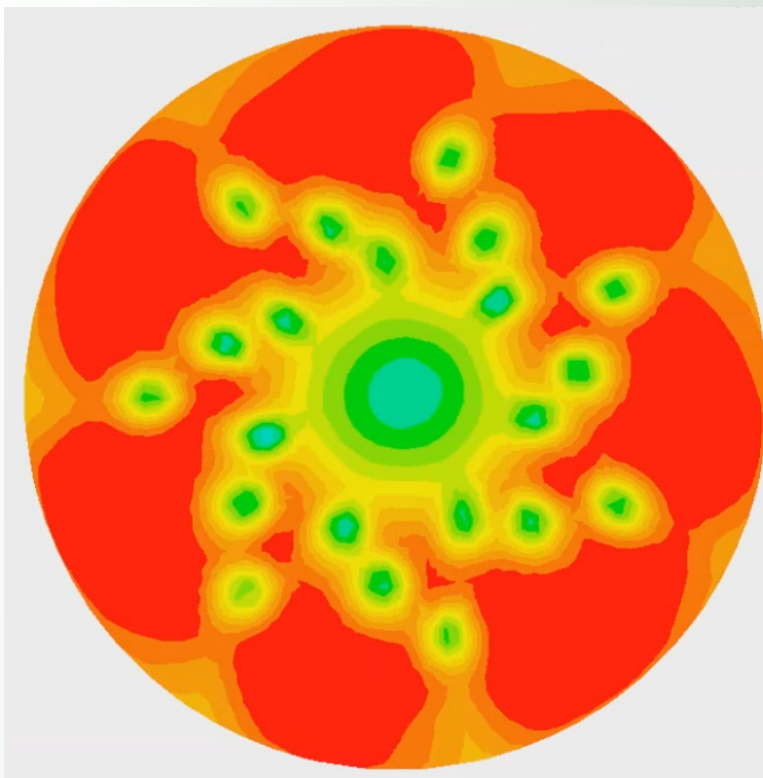
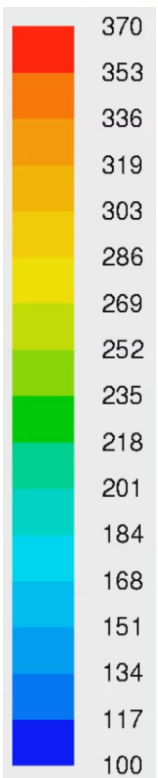
## CFD SIMULACE TRYSEK V KONDICIONÉRU

Vzdálenost od místa vstřikování: 2 m

T [°]:

Design č.1:

Design č. 2:



z = 2,0

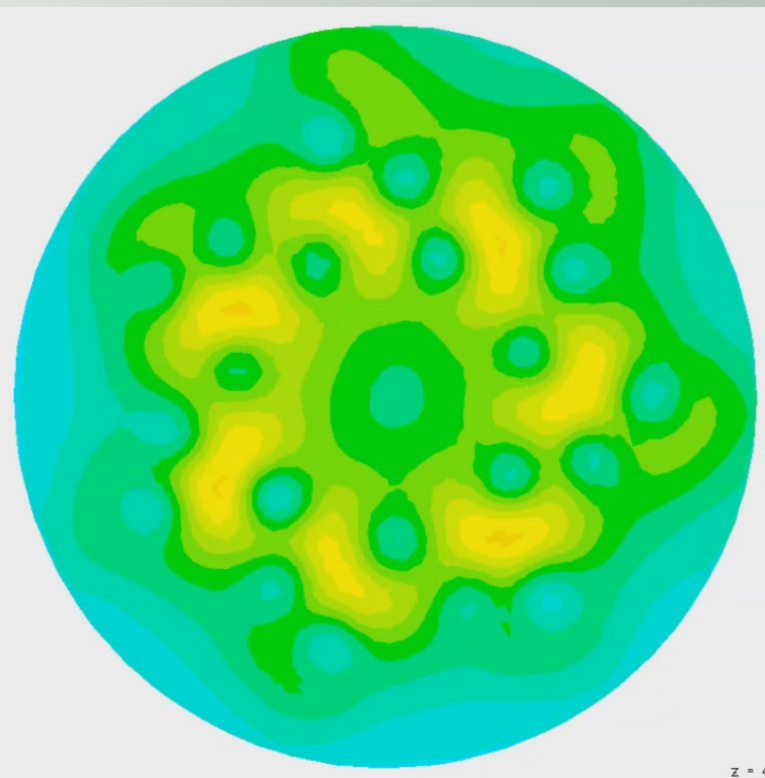
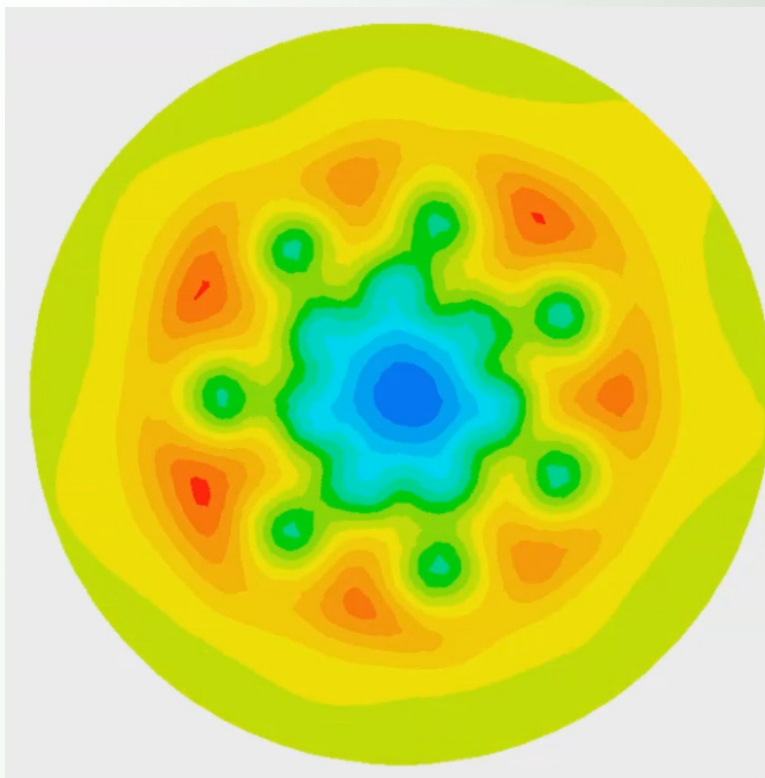
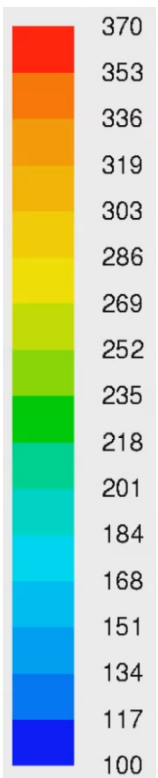
## CFD SIMULACE TRYSEK V KONDICIONÉRU

Vzdálenost od místa vstřikování: 4 m

T [°]:

Design č.1:

Design č. 2:



z = 4,0

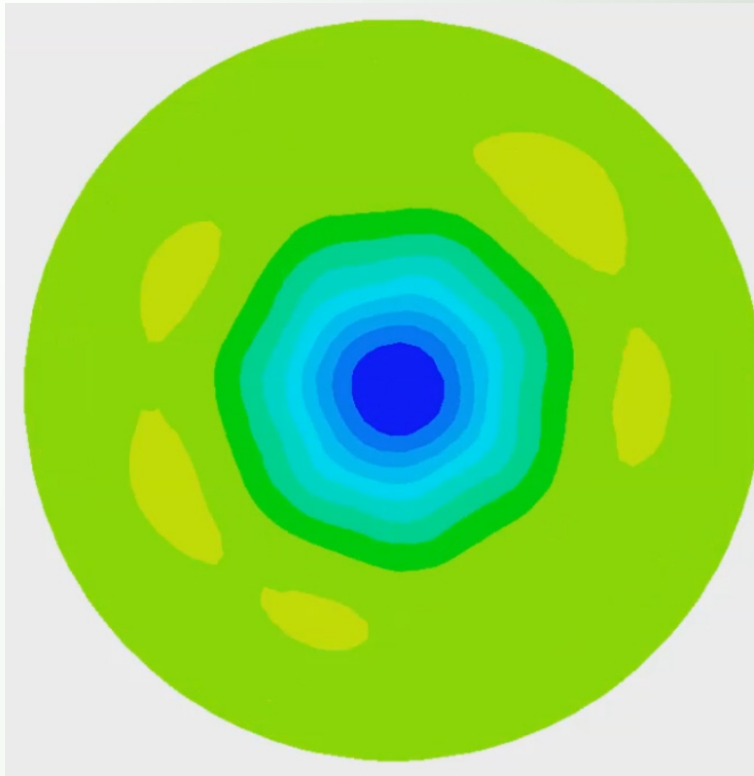
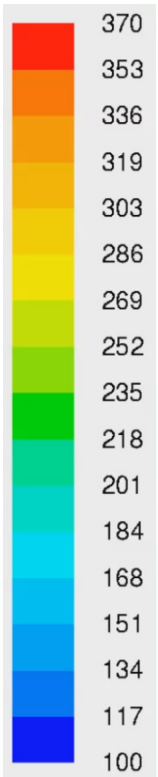
## CFD SIMULACE TRYSEK V KONDICIONÉRU

Vzdálenost od místa vstřikování: 8 m

T [°]:

Design č.1:

Design č. 2:



z = 8,0

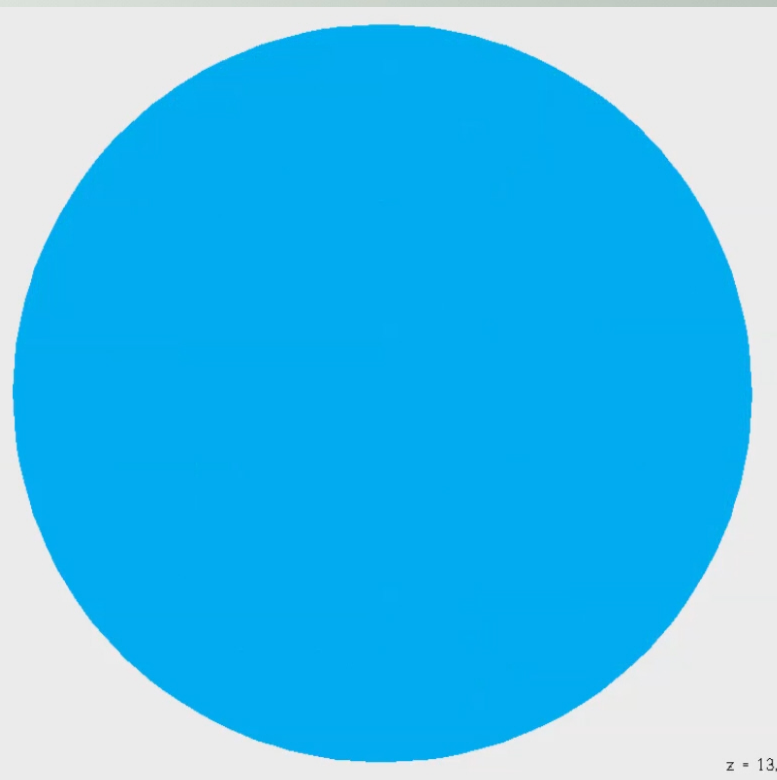
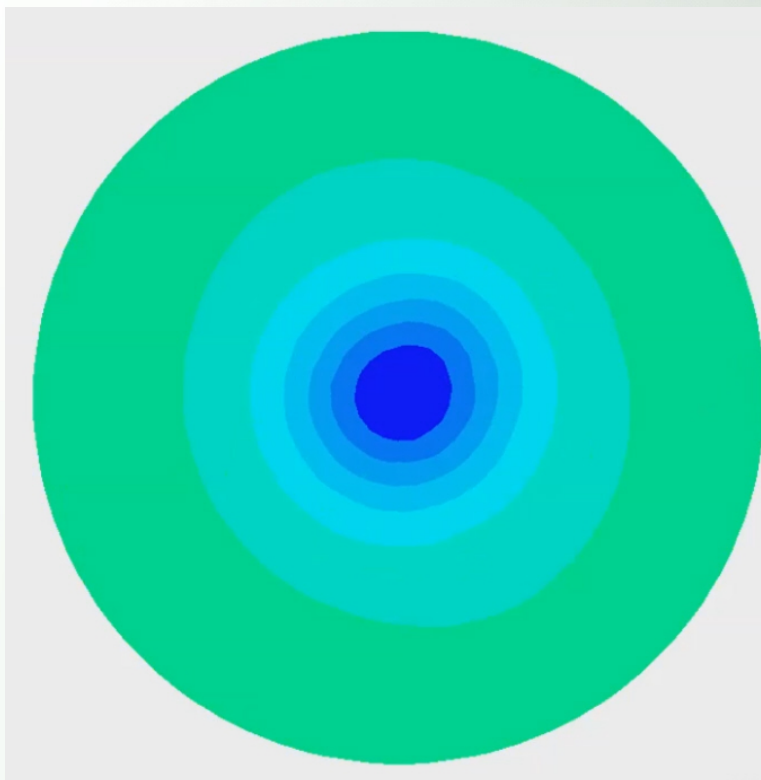
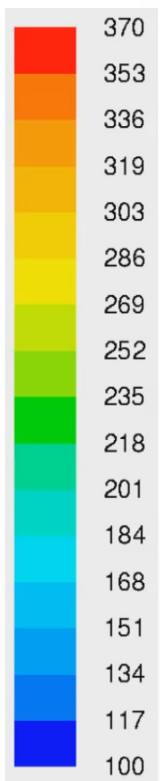
## CFD SIMULACE TRYSEK V KONDICIONÉRU

Vzdálenost od místa vstřikování: 14 m

T [°]:

Design č.1:

Design č. 2:



z = 13,5

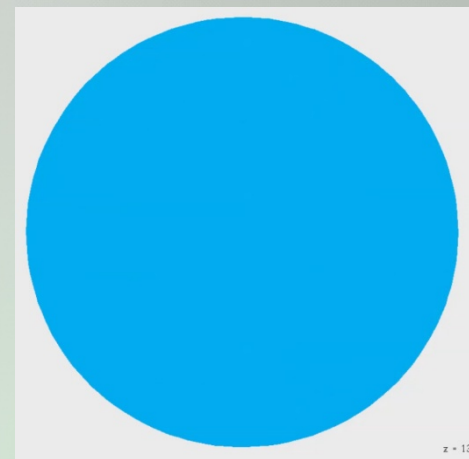
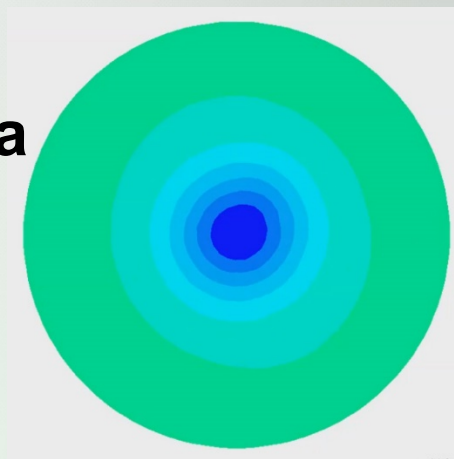
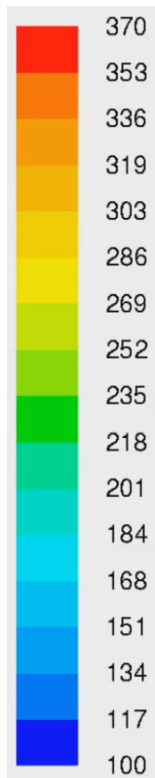
## CFD SIMULACE TRYSEK V KONDICIONÉRU

### Zhodnocení:

#### Design č. 1:

#### Design č. 2:

T [°]: vzdálenost od místa  
vstřikování: 14 m



|                        | CFD simulace<br>design č. 1   | CFD simulace<br>design č. 2 |
|------------------------|---|-----------------------------|
| Kompletní odpaření [m] | 24,3  | 13,8                        |
| Závěr                  | Příliš mnoho vody ve<br>středu kondicionéru → je<br>potřeba větší úhel sklonu<br>hlavy lantny |                             |



**CFD simulace VarioJet trysek byla provedena za následujících podmínek:**

*Potrubí:*

**průměr: 3 m**

**množství spalin: 259.000 Nm<sup>3</sup>/h**

**rychlost proudění spalin: 25 m/s**

**požadavek na chlazení spalin: 390°C → 320°C**

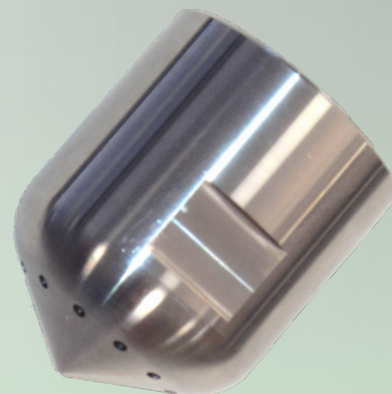
**délka odpařovací zóny k dispozici (včetně bezpečnostního koeficientu) : 24m**

**→ množství vody potřebné ke chlazení: 153 l/min**

*Trysky:*

**4 ks VarioJet trysky VJ6-II 120.834.WW.AS.00.0: 38,4 l/min  
na 1 trysku**

**potřebná velikost kapek D32: 150μm**

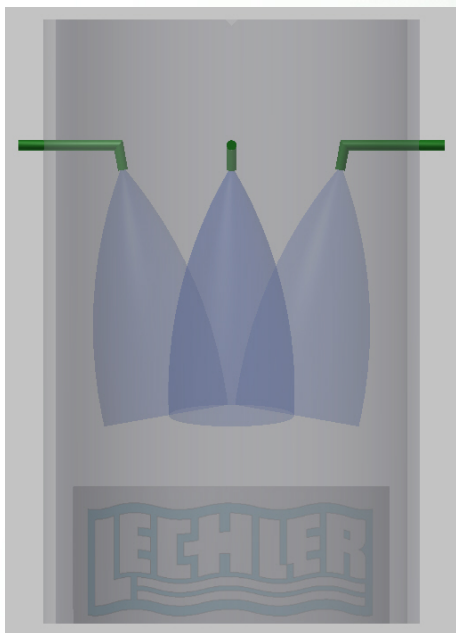


## CFD SIMULACE TRYSEK VE VERTIKÁLNÍM POTRUBÍ

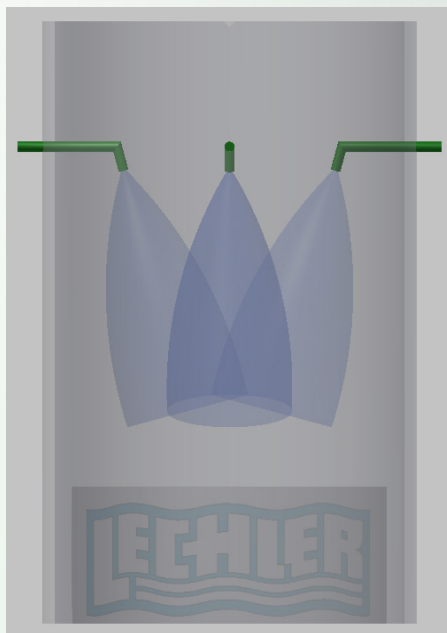
rozložení lanzen: - 1 tryska na 1 lanznu  
- 500 mm zasunutí do potrubí

úhel sklonu hlavy lanzny:

80°



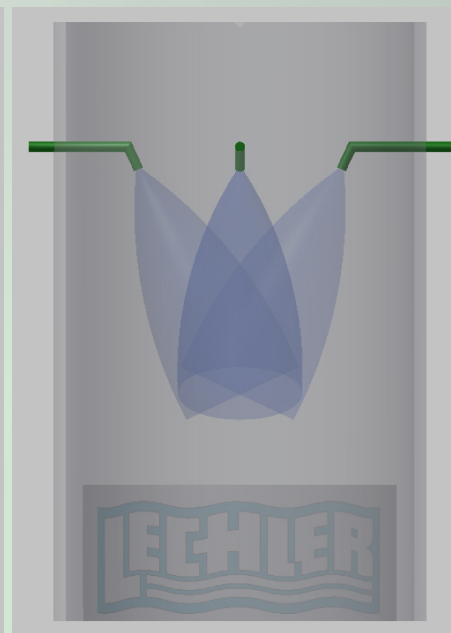
75°



70°



65°



Tvar kuželu simulace není ovlivněn proudícími spalinami

**CFD SIMULACE TRYSEK VE VERTIKÁLNÍM POTRUBÍ**

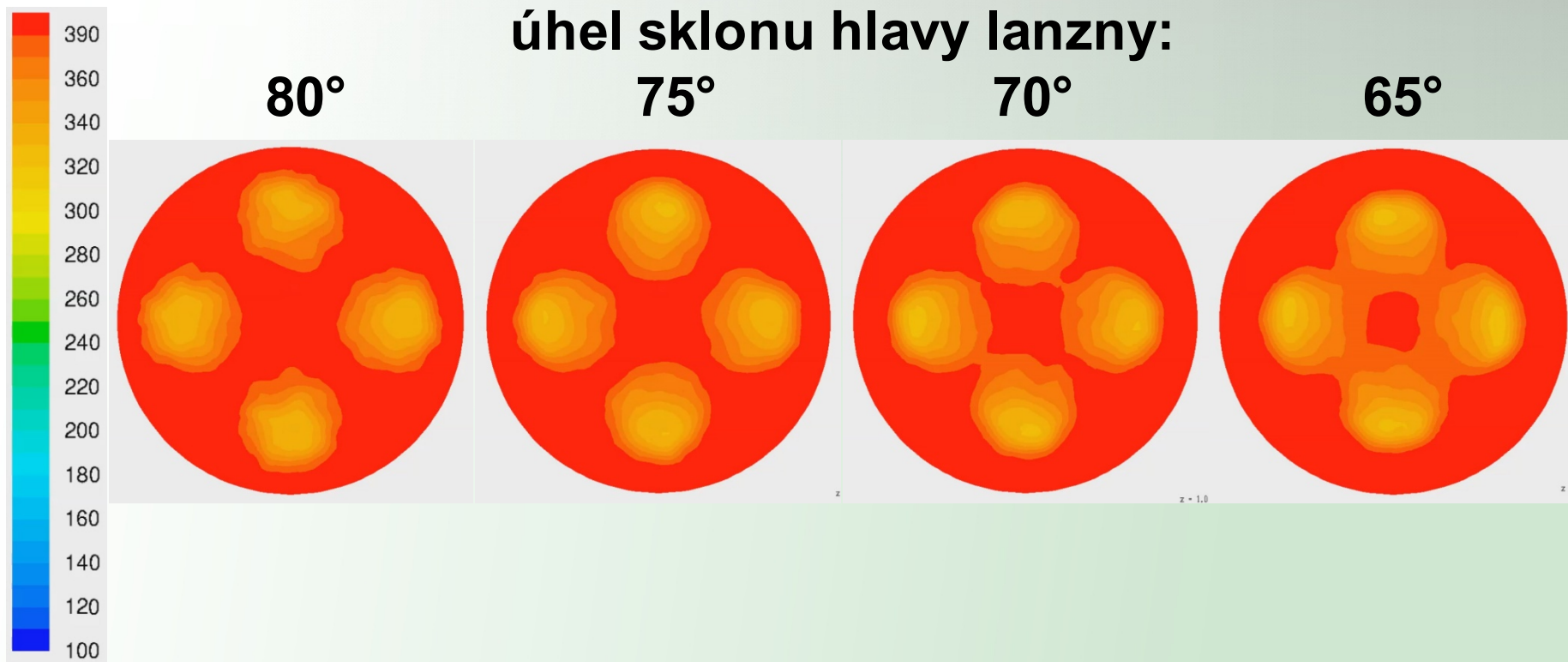
- rozložení lanzen:**
- 1 tryska na 1 lanznu
  - 500 mm zasunutí do potrubí

| Úhel sklonu hlavy lanzny | Délka odpařovací zóny k dispozici [m] | Délka odpařovací zóny [m] (dle CFD simulace) | Množství vody stříkající na stěnu potrubí [kg/min] | Množství vody stříkající na stěnu potrubí [%] |
|--------------------------|---------------------------------------|--|--|---|
| 80°                      | 24                                    | 19,5   | 15,05  | 9,83%   |
| 75°                      |                                       | 20,9   | 5,85   | 3,82%   |
| 70°                      |                                       | 22,5   | 1,53   | 1,00%   |
| 65°                      |                                       | 23,2   | 0,81   | 0,53%   |

## CFD SIMULACE TRYSEK VE VERTIKÁLNÍM POTRUBÍ

Vzdálenost od místa vstřikování: 1 m

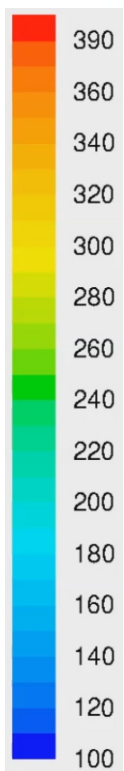
T [°]:



## CFD SIMULACE TRYSEK VE VERTIKÁLNÍM POTRUBÍ

Vzdálenost od místa vstřikování: 2 m

T [°]:



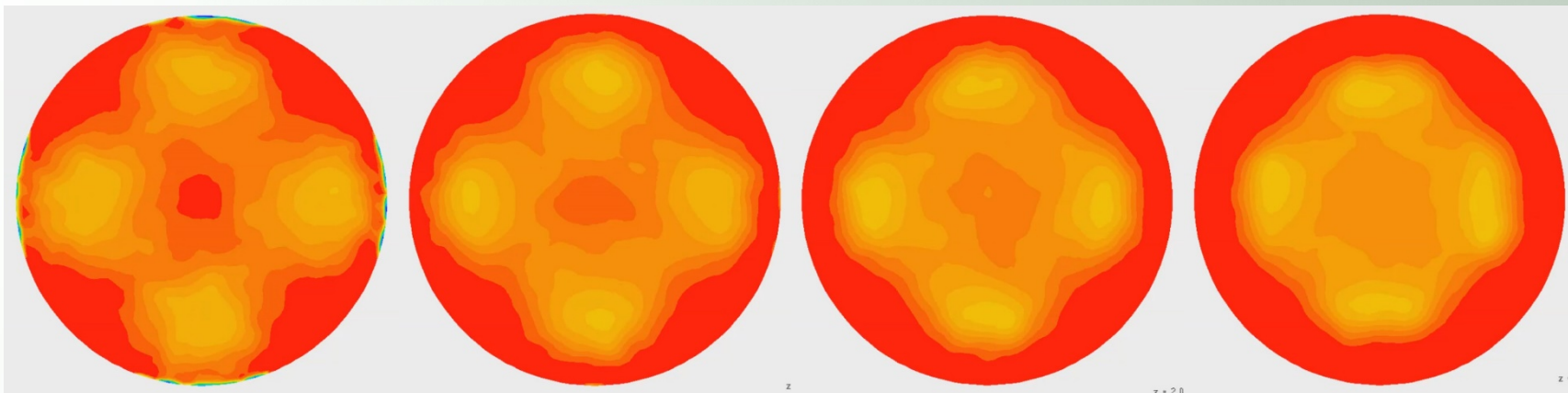
úhel sklonu hlavy lantny:

80°

75°

70°

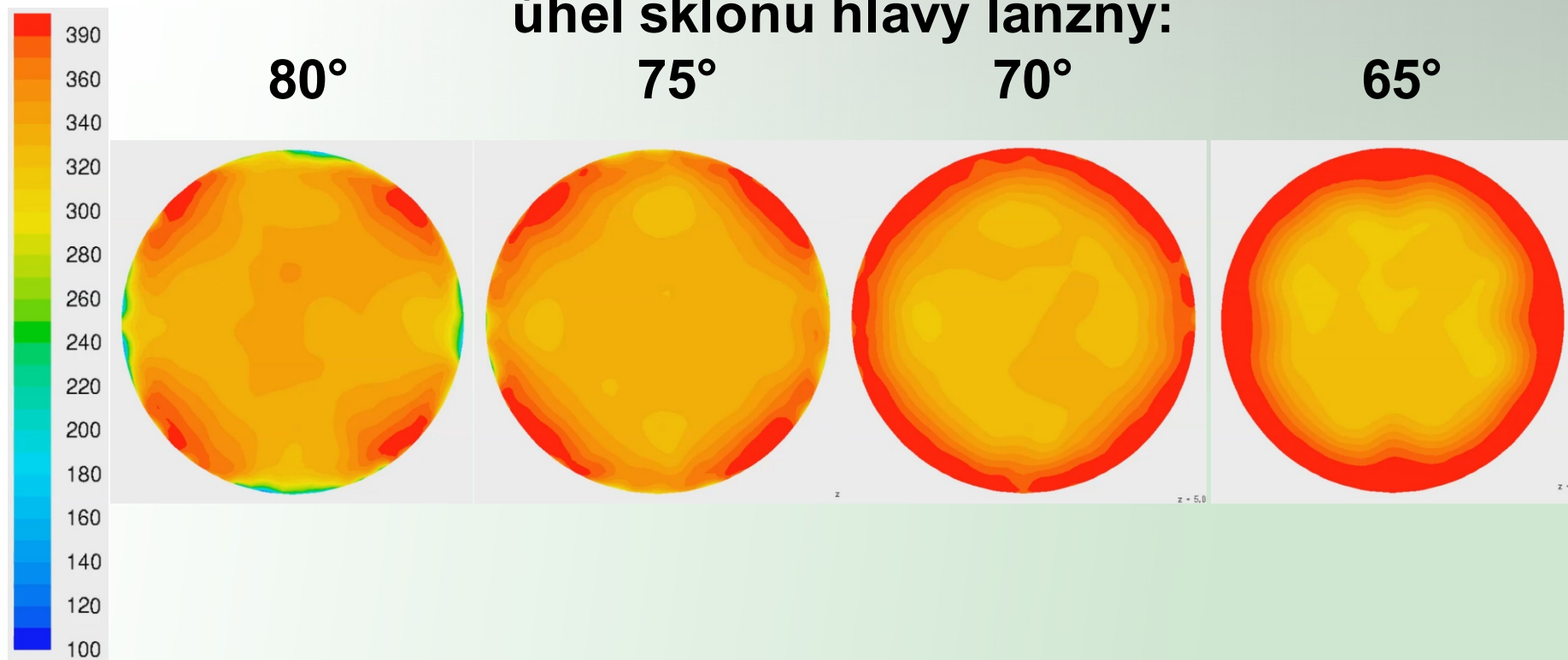
65°



## CFD SIMULACE TRYSEK VE VERTIKÁLNÍM POTRUBÍ

Vzdálenost od místa vstřikování: 5 m

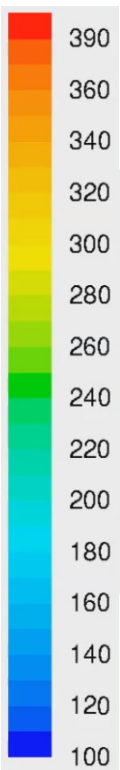
T [°]:



## CFD SIMULACE TRYSEK VE VERTIKÁLNÍM POTRUBÍ

Vzdálenost od místa vstřikování: 10 m

T [°]:



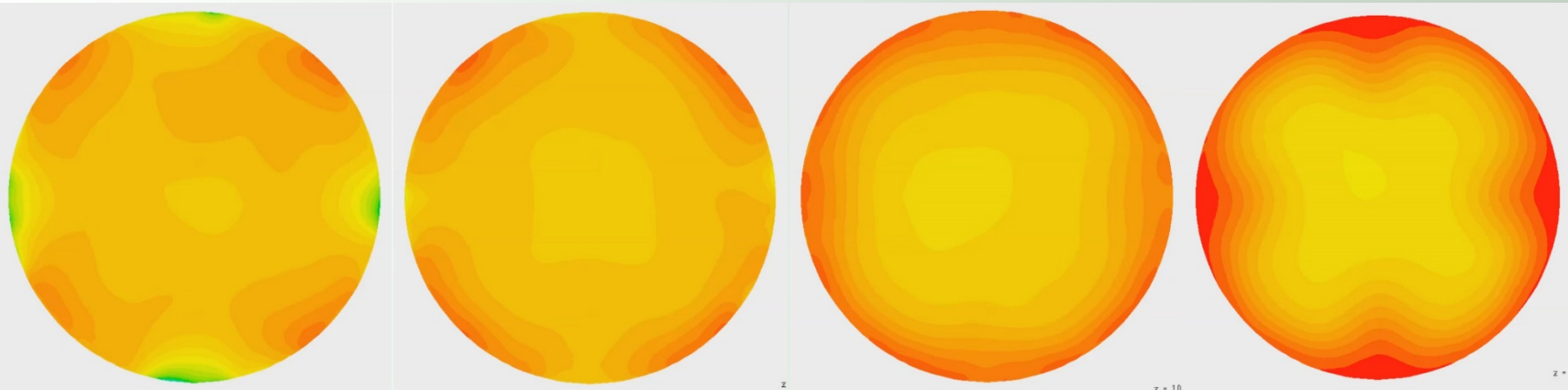
úhel sklonu hlavy lantny:

80°

75°

70°

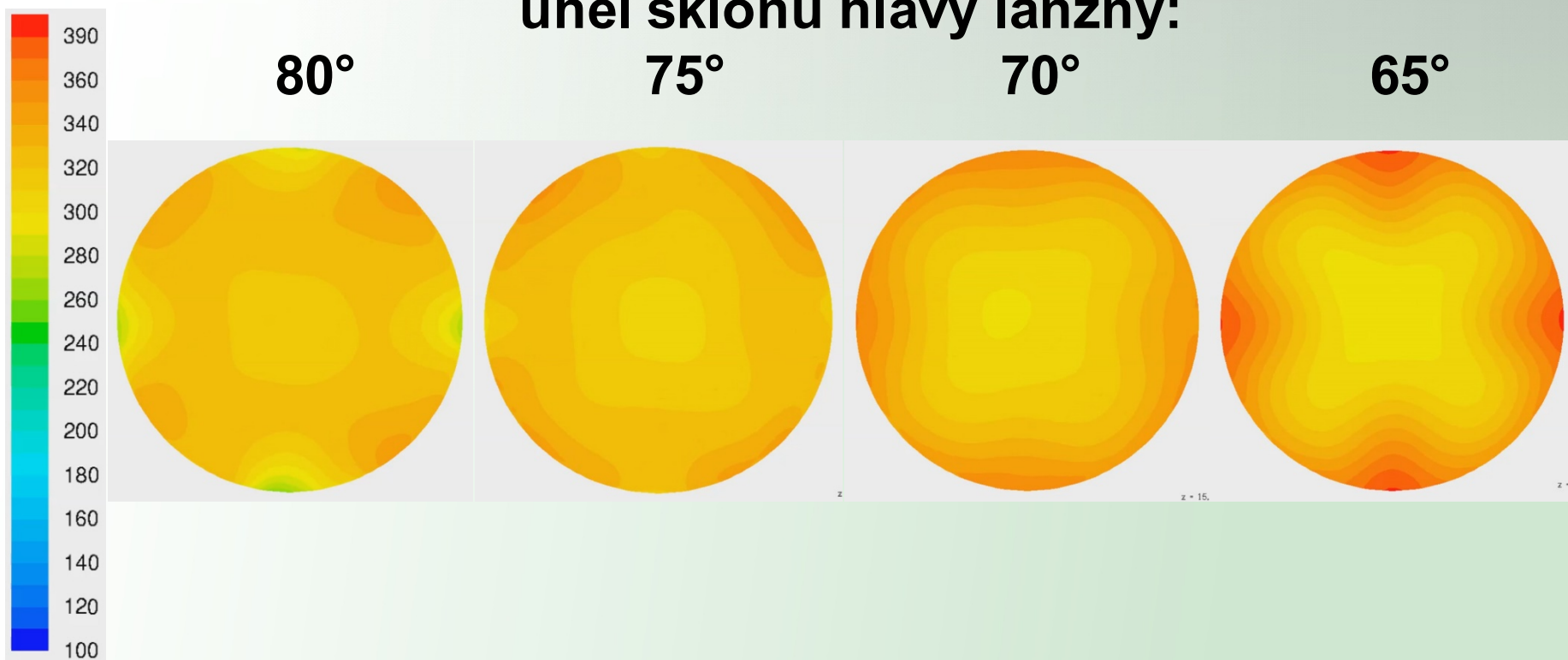
65°



## CFD SIMULACE TRYSEK VE VERTIKÁLNÍM POTRUBÍ

Vzdálenost od místa vstřikování: 15 m

T [°]:





## CFD SIMULACE TRYSEK VE VERTIKÁLNÍM POTRUBÍ

úhel sklonu hlavy lantny:

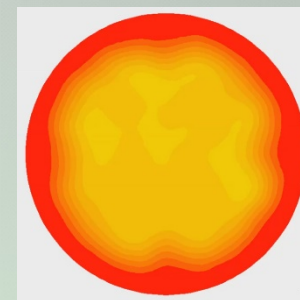
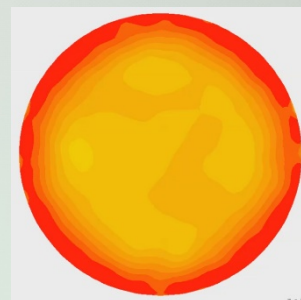
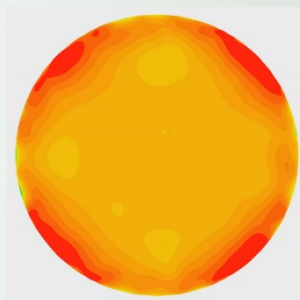
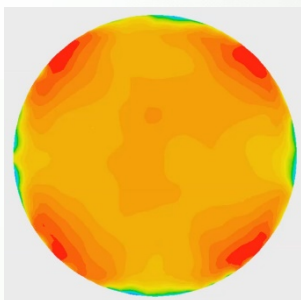
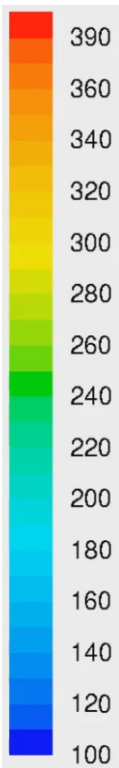
T [°]:

80°

75°

70°

65°



příliš mnoho vody stříká na stěny potrubí

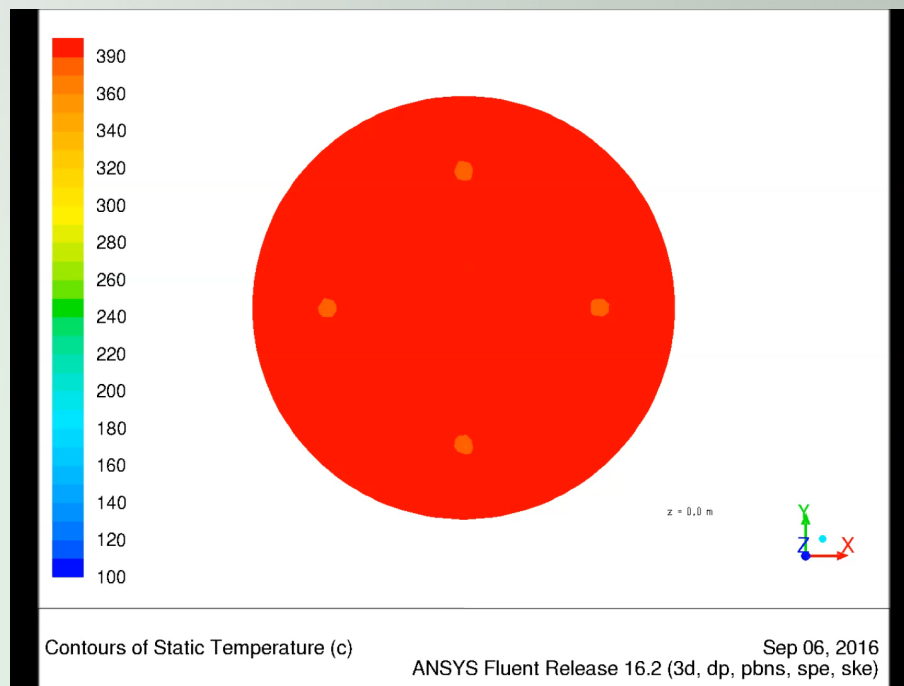
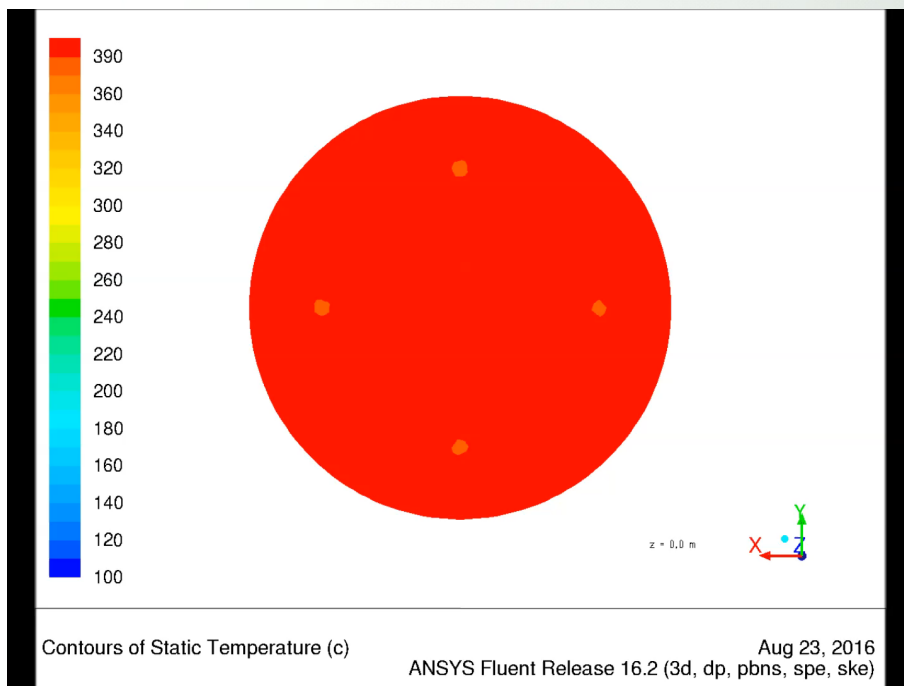
Snižuje se množství vody stříkající na stěny potrubí

Prodlužuje se délka odpařovací zóny

## CFD SIMULACE TRYSEK VE VERTIKÁLNÍM POTRUBÍ

úhel sklonu hlavy lantny:  
80°

65°



Start video

## Řešení denitrifikace, které roste s Vámi:

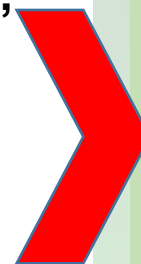
### Basic SNCR

- startovací balíček se 4 lanznami
- konvenční řízení na základě NOx koncentrace
- není stanoven limit pro čpavkový skluz
- nutné měření NOx koncentrace
- redukce do 600 mg/Nm<sup>3</sup> NOx (denní průměr)



### Efficiency SNCR (eSNCR)

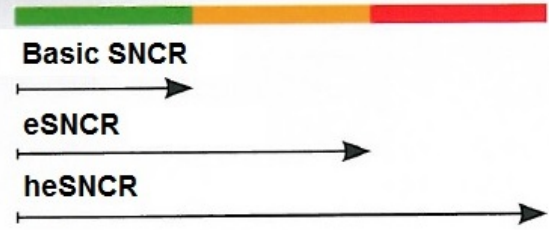
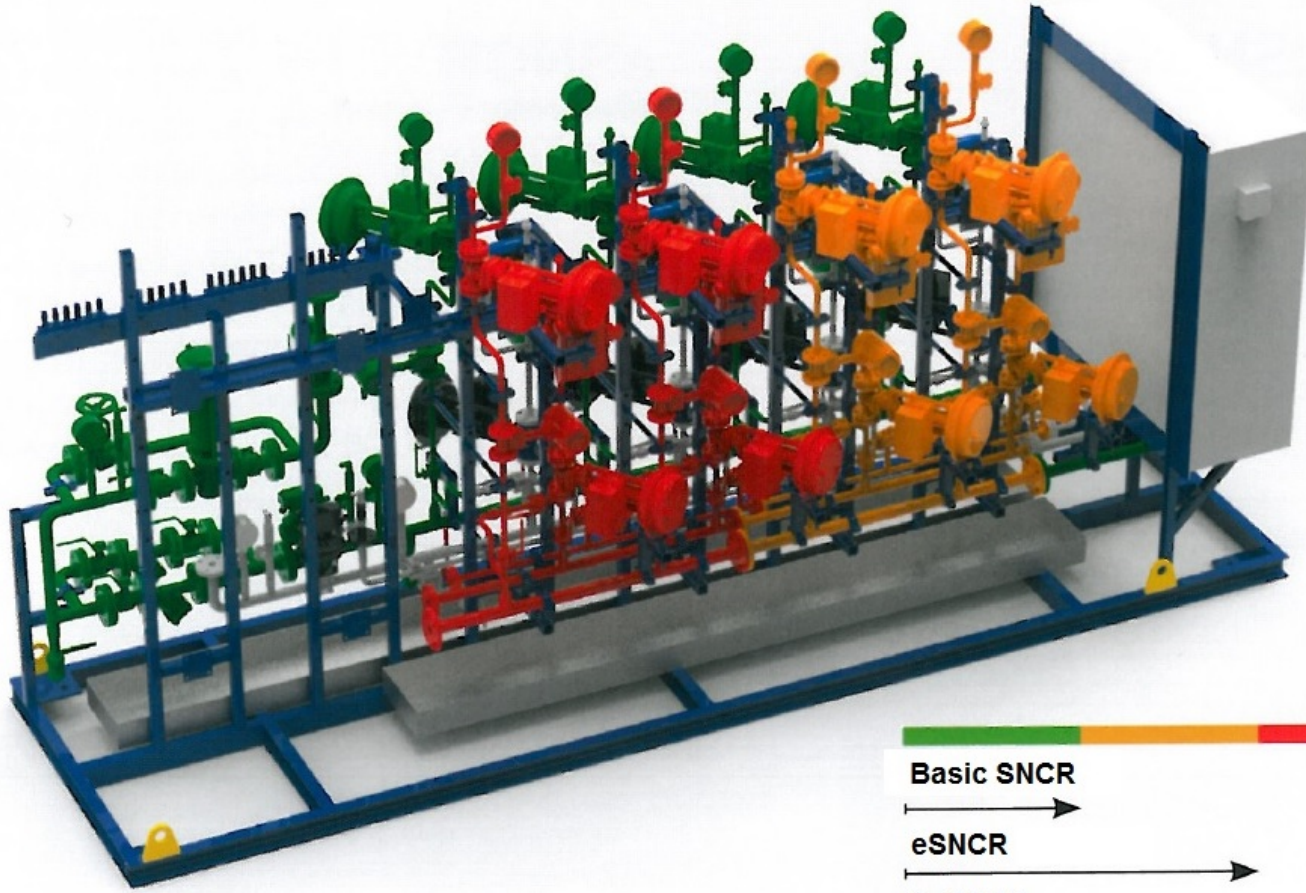
- Basic SNCR
- 2-3 další lanzny
- nejméně 2 vstřikovací úrovně, lanzny řízené samostatně
- PCS interface
- nutné měření NOx a skluzu
- redukce do 450 mg/Nm<sup>3</sup> NOx a do 60 mg/Nm<sup>3</sup> skluzu (denní průměr)



### High Efficiency SNCR (heSNCR)

- eSNCR
- 8-10 lanzen
- nejméně 3 úrovně, lanzny řízeny samostatně
- online CFD simulace teplotního pole s predikcí
- nutné měření NOx a skluzu
- redukce do 200 mg/Nm<sup>3</sup> NOx a do 30 mg/Nm<sup>3</sup> skluzu (denní průměr)

## DeNOx





**Děkuji za pozornost !**



*ENGINEERING  
YOUR SPRAY SOLUTION*

