

EXPERIMENTÁLNÍ VYŠETŘOVÁNÍ VHODNÉ PORÉZNOSTI PROTIPRAŠNÉ STĚNY

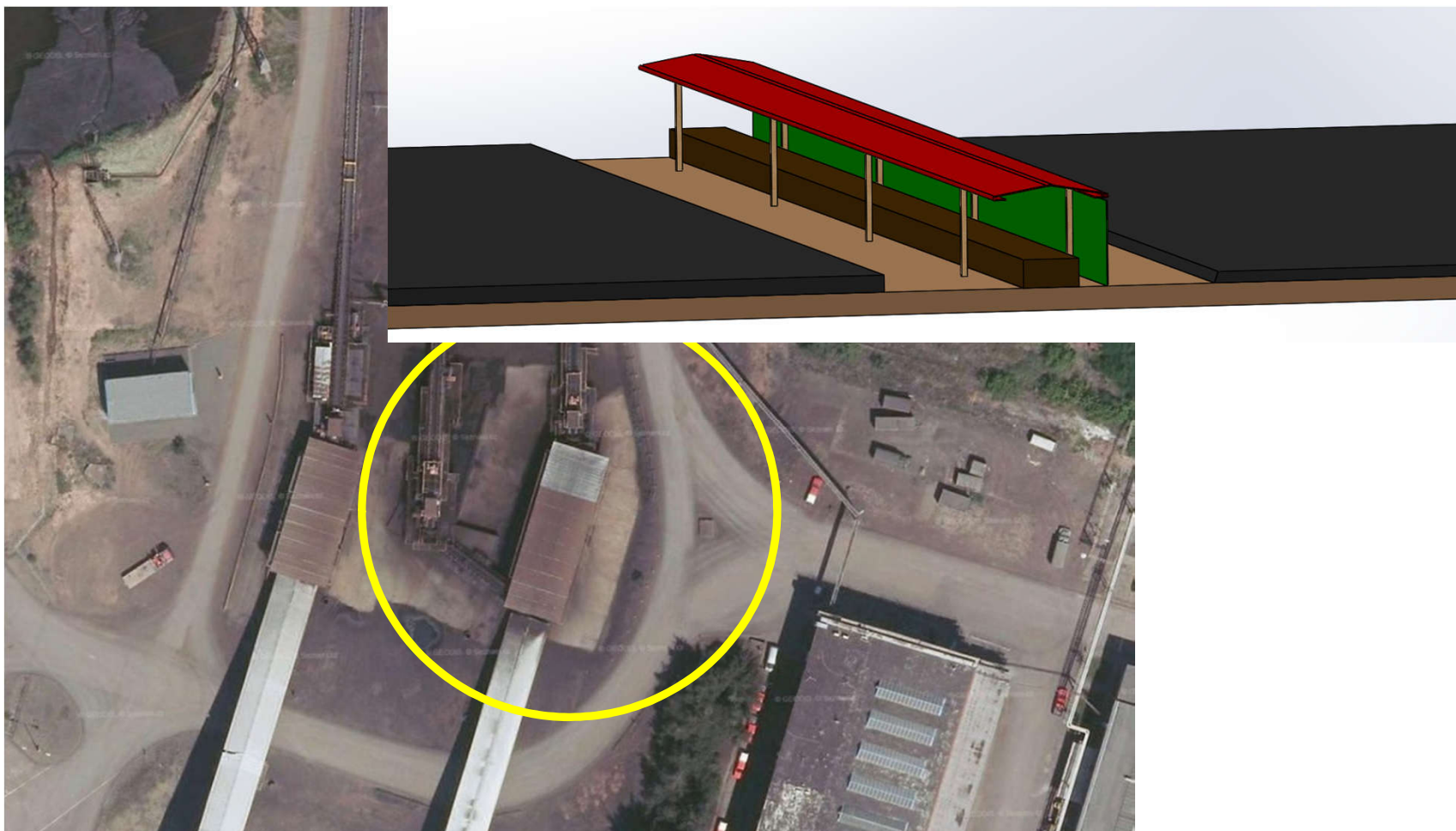
Štěpán Nosek

*Laboratoř Aerodynamiky prostředí,
Ústav Termomechaniky AV ČR*

Technologie pro elektrárny a teplárny na tuhá paliva
2019

Motivace

- Snížení prašnosti z dopravníků uhlí v Tušimicích (projekt TAČR - ECODUST)



Motivace

- Problematika předpovědi turbulentního proudění → stále nevyřešený matematický problém
- Současné výpočetní modely musí být validovány experimenty
- Experimenty v reálném terénu jsou velmi časově a finančně náročné a velmi závislé na okrajových podmínkách



Fyzikální modelování v aerodynamických tunelech na zmenšených modelech

Předchozí výzkum

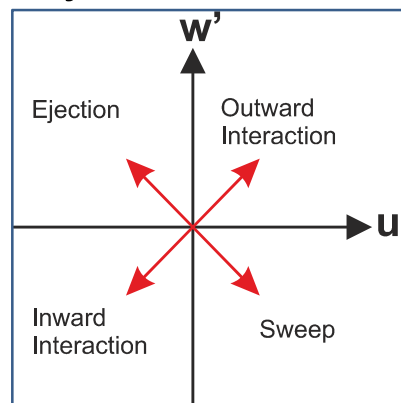
- Protiprašné stěny byly studovány pouze jako samostatné jednotky, a to experimentálně (*Dong et al. 2007, 2010*) a numericky (*Chen et al. 2012*)



Příklad protiprašné stěny chránící dálnici v poušti před pískem (Taklamakan, Foto: Weimin Zhang)



- **Účinnost stěny** – snížení rychlosti větru **A** turbulence v dané vzdálenosti za stěnou.
- Turbulentní koherentní struktury, známé jako **sweeps (zametení)** and **outward interactions (vymetení)**, hrají důležitou roli pro přenos sedimentů (*Wiggs et al. 2012*).



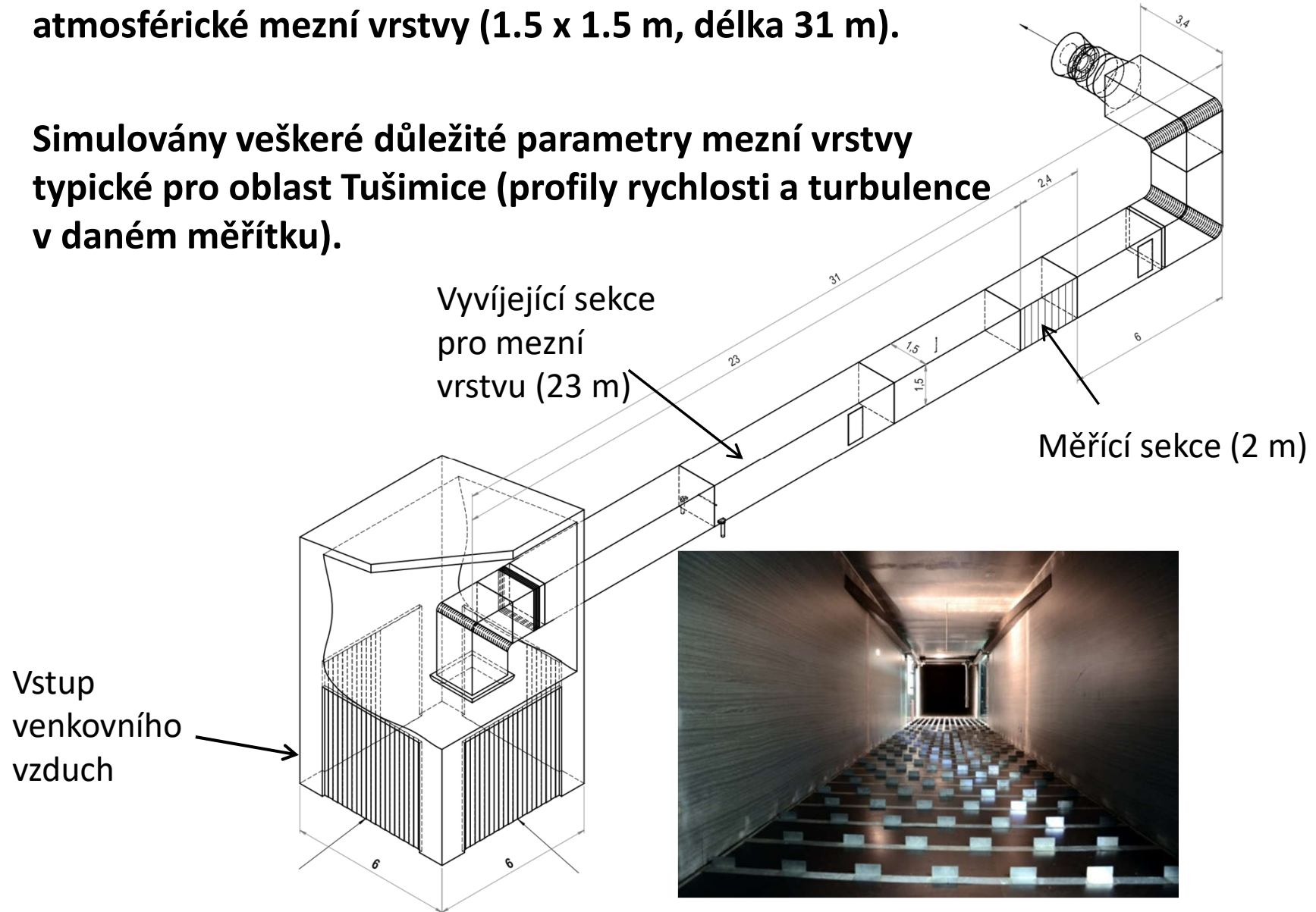
Cíle

**Stanovení nejvhodnější poréznosti protiprašné stěny
vzhledem ke:**

- **geometrii dopravníku,**
- **účinnému snížení jak rychlosti proudění tak i
turbulence za stěnou,**
- **snížení těch struktur turbulence odpovědných za
přenos sedimentu („zametení“ a „vymetení“)**

Metodika

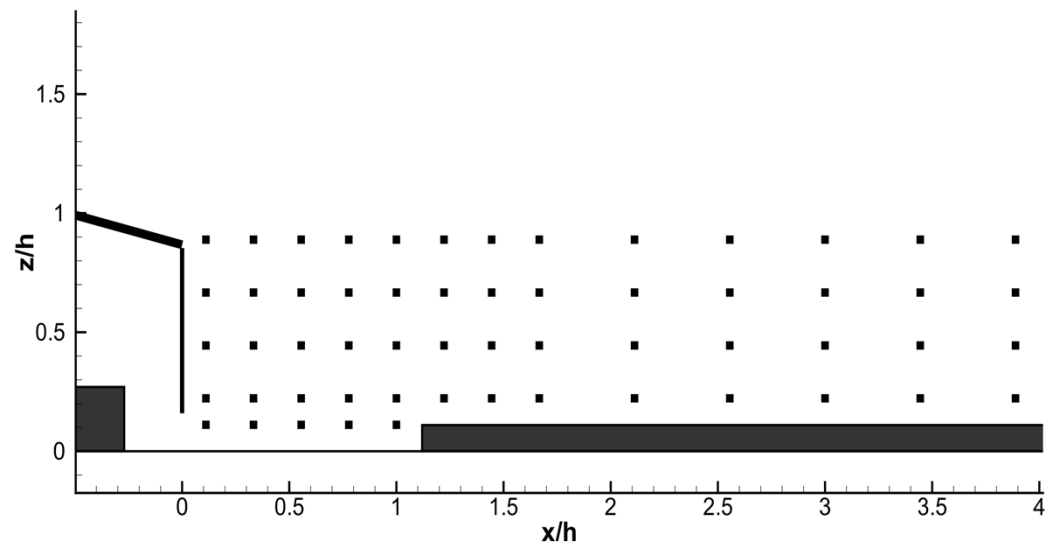
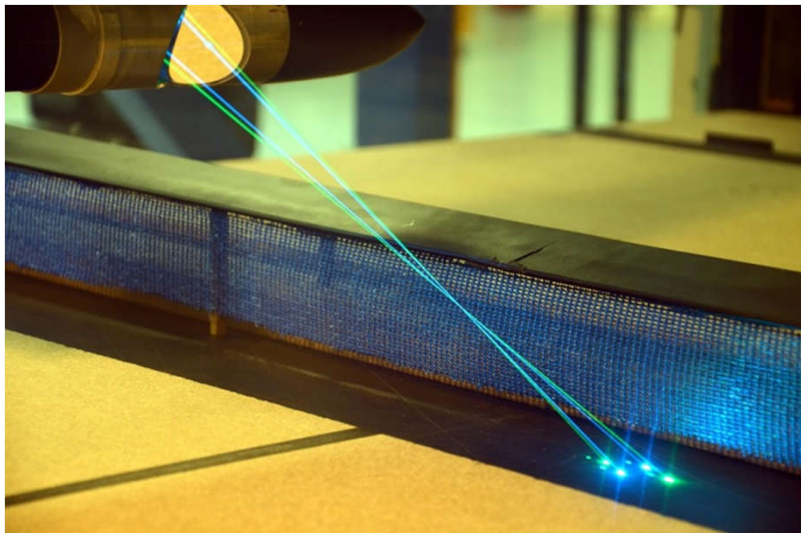
- Aerodynamický tunel ÚT AVČR v Nové Kníně vhodný pro modelování atmosférické mezní vrstvy (1.5 x 1.5 m, délka 31 m).
- Simulovány veškeré důležité parametry mezní vrstvy typické pro oblast Tušimice (profily rychlosti a turbulence v daném měřítku).



Metodika

Měřící technika:

- 3D posuvný systém
- Simultánní měření dvou složek rychlosti laserovou Dopplerovskou (LDA) metodou (DANTEC, BSA F-60 burst processor) vzorkovací frekvencí až 2 kHz
- Chyba měření 1 % (stanovena z 10ti opakovaných měření ve čtyřech různých bodech)



Analýza dat

Koeficient redukce rychlosti větru a turb. kinetické energie (TKE):

$$R_U = 1 - \frac{U/U_{ref}}{U_0/U_{0,ref}}, \quad R_{TKE} = 1 - \frac{TKE}{TKE_0},$$

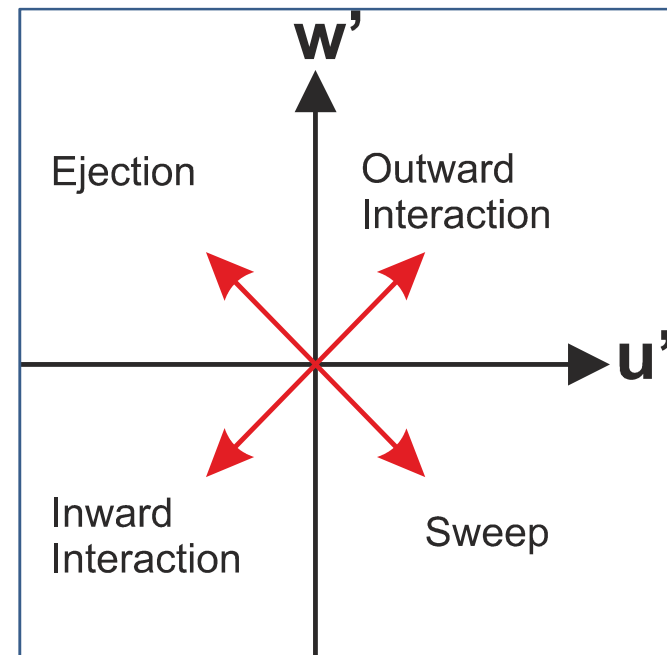
$U_{ref} \approx 5 \text{ m/s}$, referenční rychlost, měřena ve výšce $10H$ před modelem

($Re_H = \frac{U_{ref}H}{\nu} \approx 34\,600 > Re_{crit} = 11\,000$ (**Snyder 1981**) - splněna nezávislost poréznosti na tlakové ztrátě (**Jonáš 1957**)).

Časový zlomek koh. struktur (for $|u'w'| \geq \sigma_{uw}$ (**Katul 1996**)):

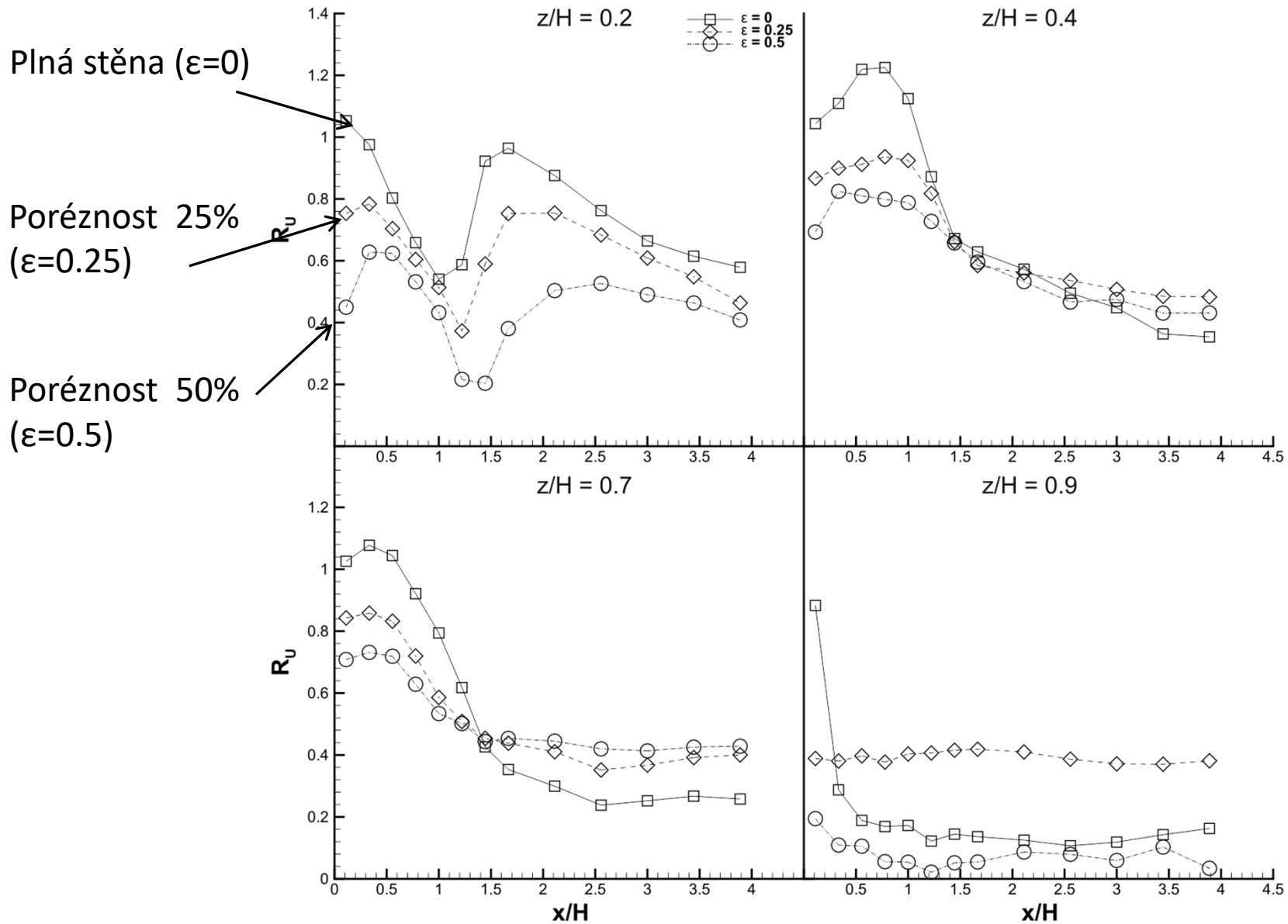
$$D_i = \frac{1}{T} \int_0^T I_i(t) dt,$$

kde $I_i = 1$, pokud $u'w'$ je uvnitř kvadrantu 1,2, jinak $I_i = 0$,



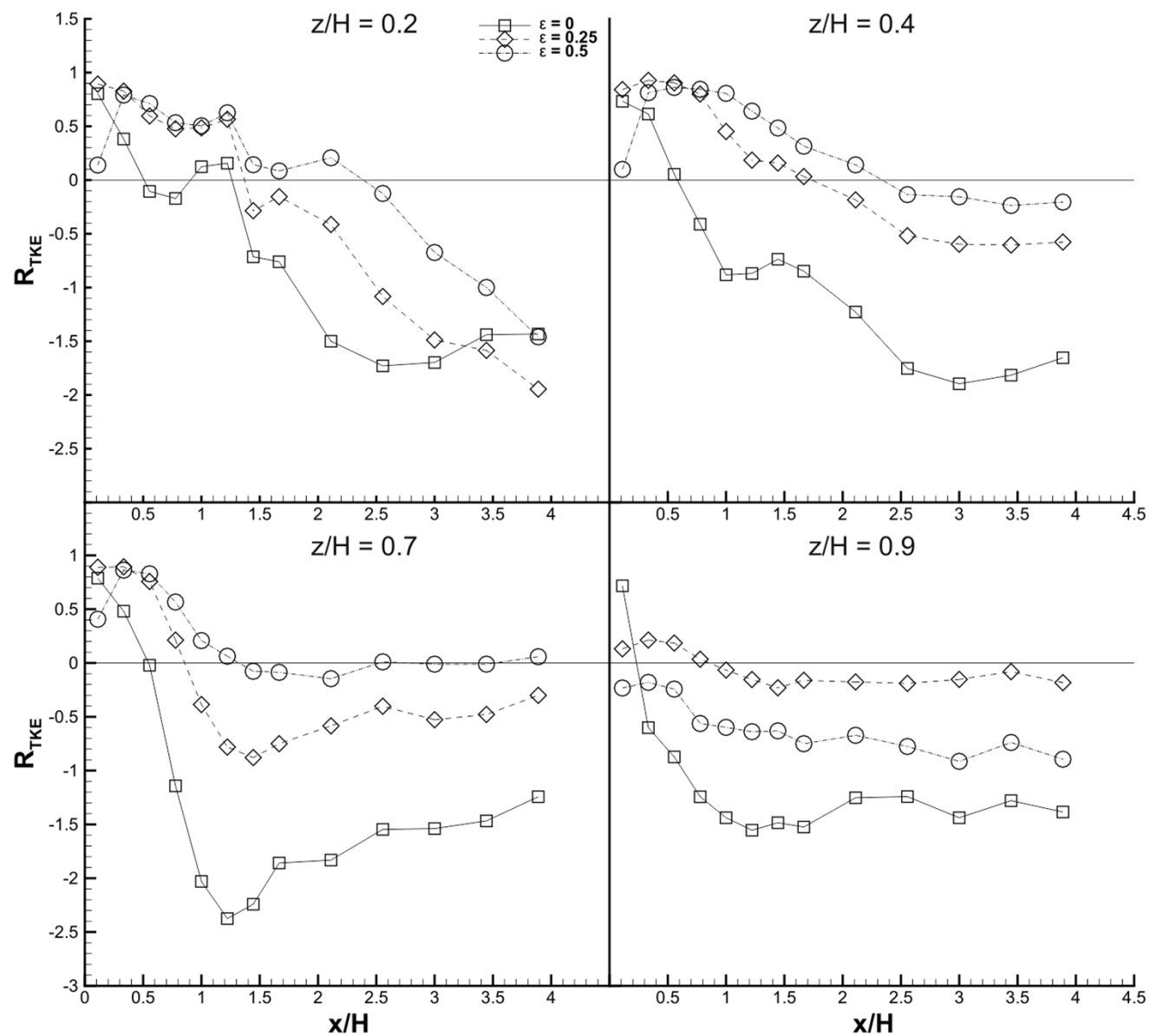
Výsledky

Relativní snížení rychlosti proudění, R_U



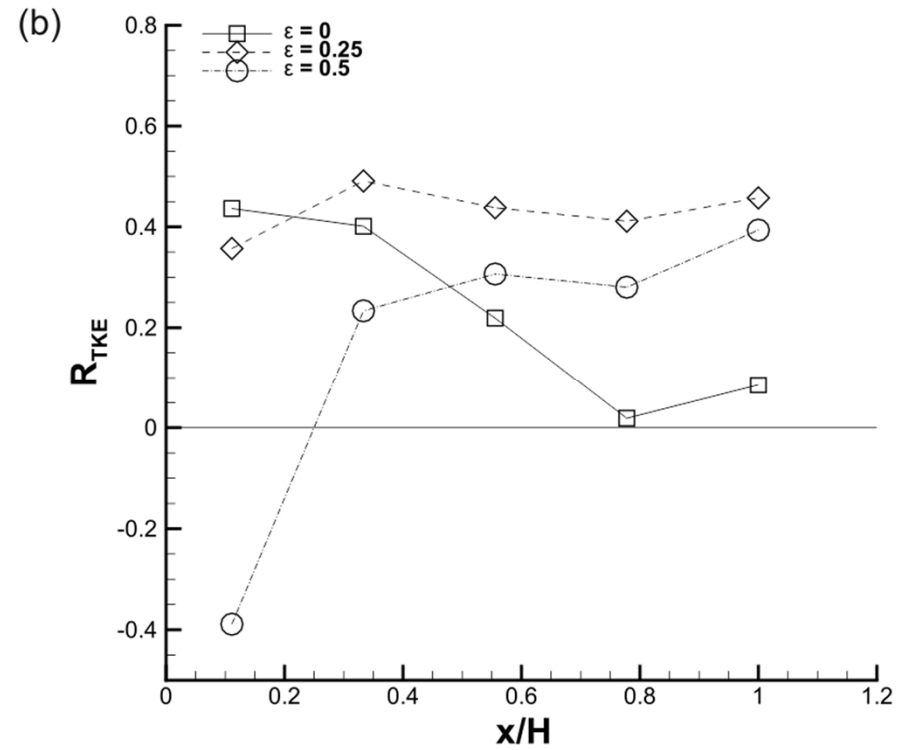
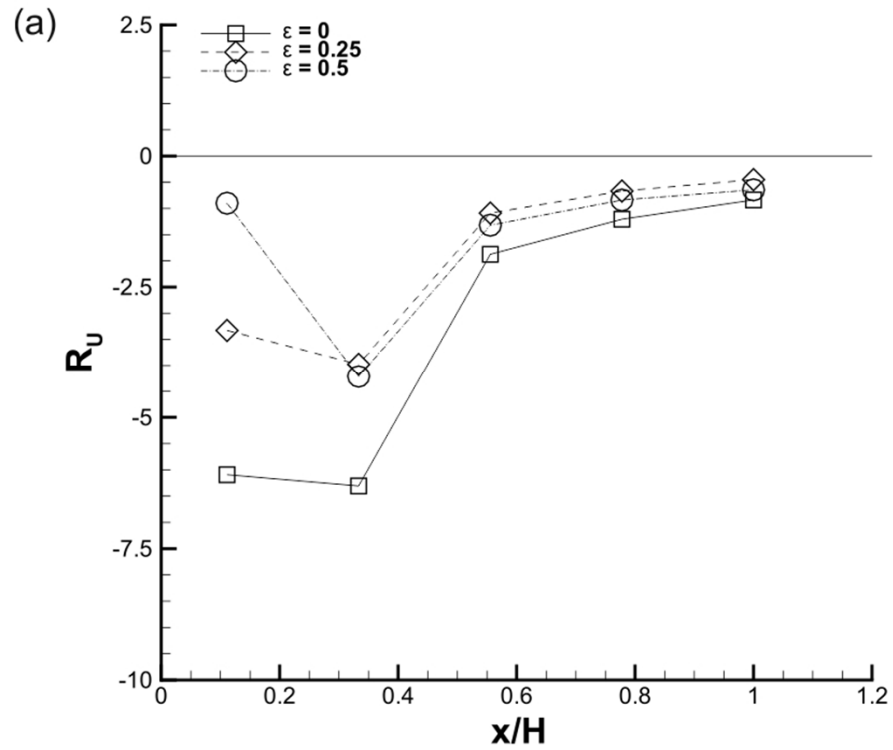
Výsledky

Relativní snížení turbulентní kinetické energie, R_{TKE}



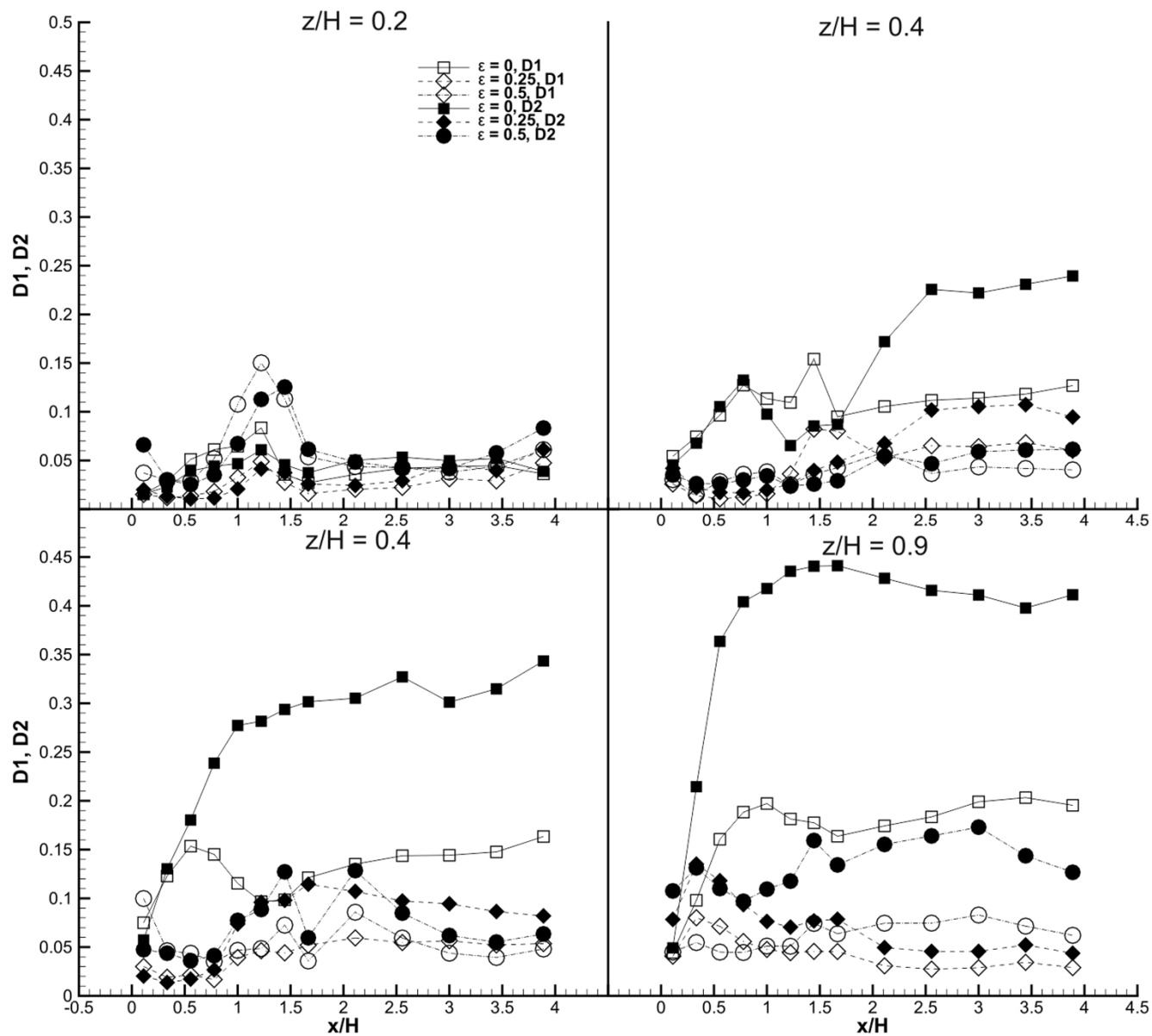
Výsledky

Vliv mezery pod stěnou na R_U and R_{TKE}



Výsledky

Časové zlomky „Zametení“ (D_2) a „Vymetení“ (D_1)



Závěr

- **Geometrické prvky staveb musí být brány do úvahy při analýze prašnosti a případné aplikaci protiprašných stěn.**
- **Bylo prokázáno, že porozita stěn má potenciál ke snížení prašnosti za studovanou budovou oproti plným stěnám.**
- **Vhodná porozita pro reálné aplikace protiprašných stěn uvažující zajištění dostatečného množství čistého vzduchu je 50 %.**
- **Tato stěna vykazovala nejvyšší rel. snížení turbulentní kinetické energie pro všechny studované výšky.**

Děkuji za pozornost!

Acknowledgements

This work was supported by the project TA01020428 of Technology Agency of the Czech Republic and by the institutional support RVO: 61388998. Special thanks are expressed to the technicians of the Environmental Aerodynamic laboratory of IT CAS in Nový Knín.