

Vliv Kármánových vírů na vzduchem obtékané těleso

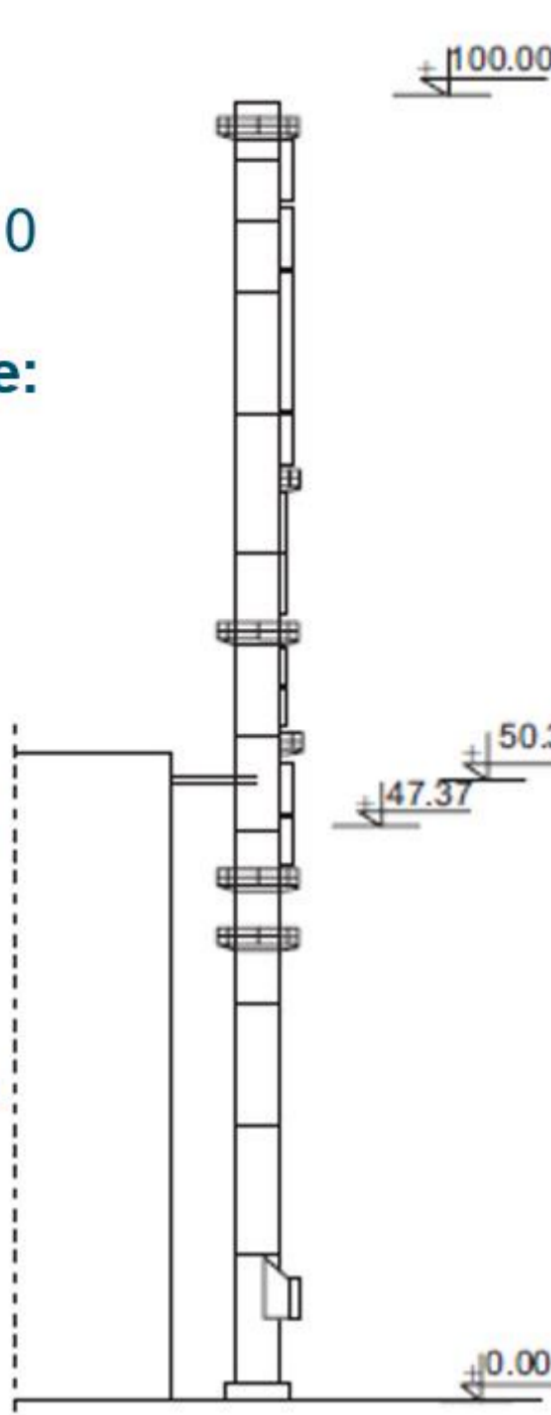
Jan Matějka

Ústav mechaniky těles mechatroniky a biomechaniky



ANALYZOVANÉ OBTÉKANÉ TĚLESO OCELOVÝ KOMÍN (MÍSTO: ŚWIECIE; POLSKO)

- Umístění: Papírna u města Świecie (Polsko)
- Datum havárie: 31.03. 2003
- Výška: 100 m
- Vnitřní průměr: 2.5 m
- Konstrukční provedení: 11 segmentů s tloušťkou stěny 10 – 5 mm
- Ukotvení k budově ve výšce: 50.35 m
- Rychlost větru v okamžiku havárie: 6 m/s
- Zjištěné poškození po havárii:

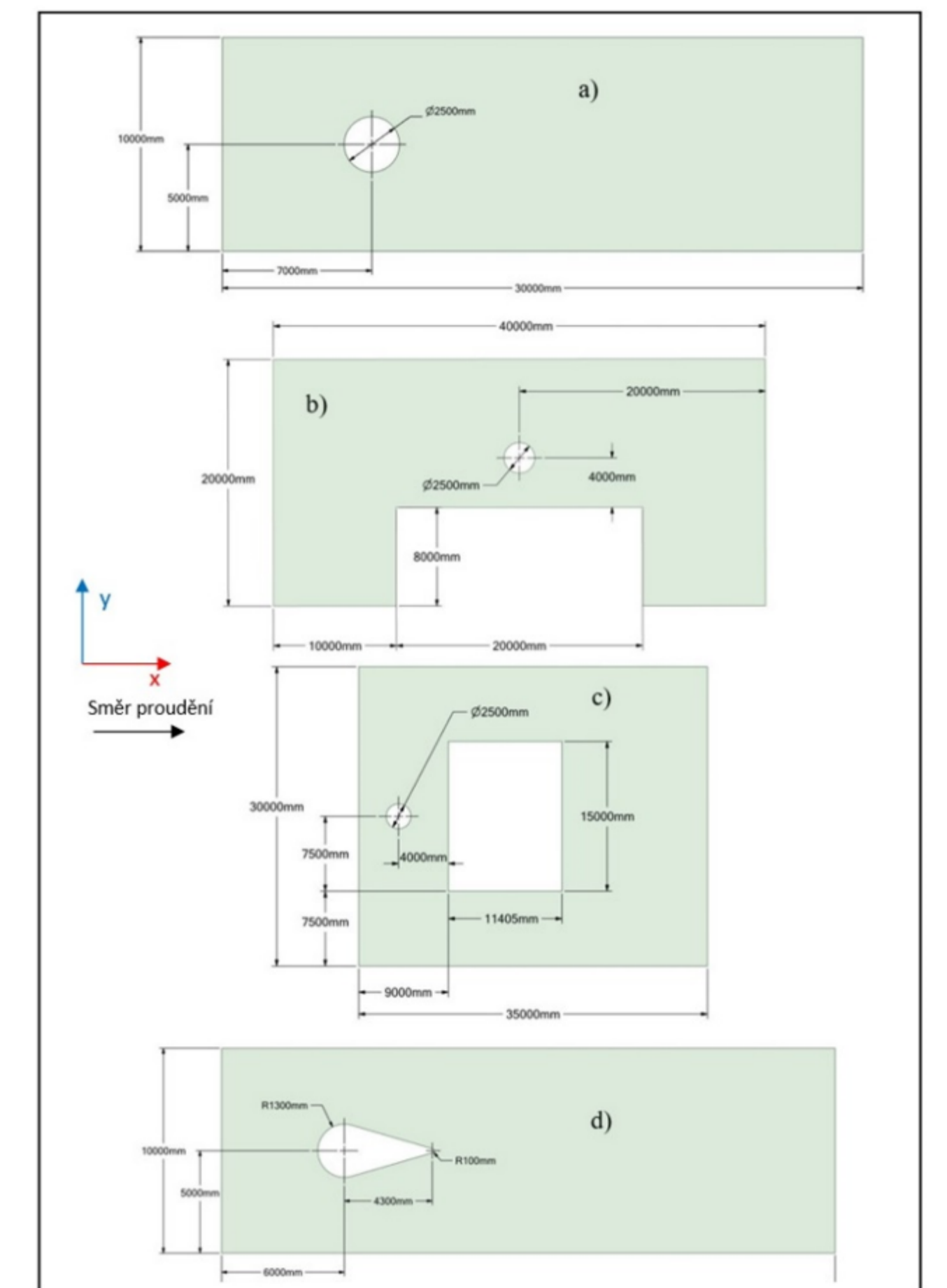
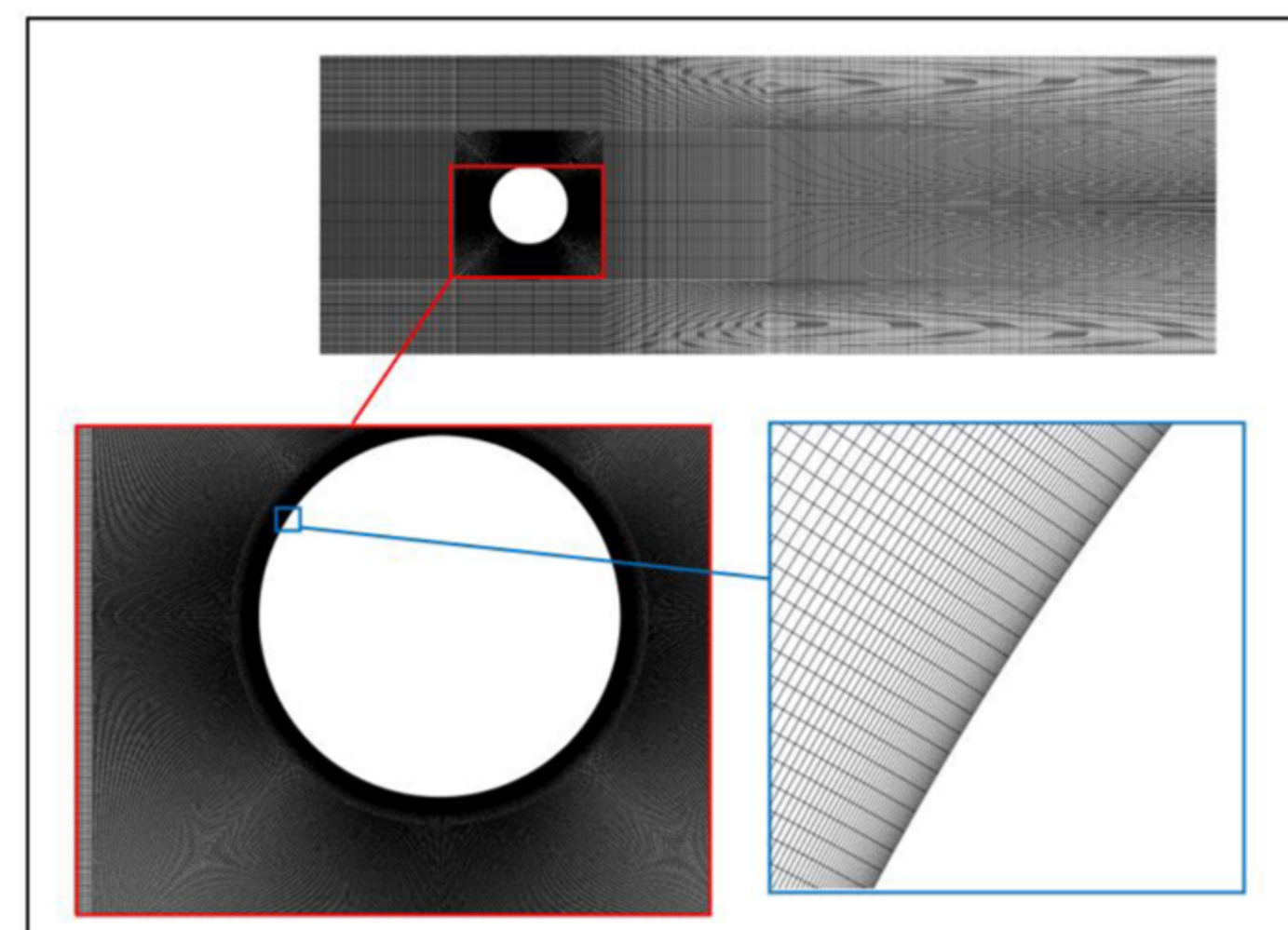


Komín v současnosti

http://www.arnika.com.pl/strona.php?lang=pl&id=1&id2=1&id3=1&id4=1&id5=1&id6=1&id7=1&id8=1&id9=1&id10=1&id11=1&id12=1&id13=1&id14=1&id15=1&id16=1&id17=1&id18=1&id19=1&id20=1&id21=1&id22=1&id23=1&id24=1&id25=1&id26=1&id27=1&id28=1&id29=1&id30=1&id31=1&id32=1&id33=1&id34=1&id35=1&id36=1&id37=1&id38=1&id39=1&id40=1&id41=1&id42=1&id43=1&id44=1&id45=1&id46=1&id47=1&id48=1&id49=1&id50=1&id51=1&id52=1&id53=1&id54=1&id55=1&id56=1&id57=1&id58=1&id59=1&id60=1&id61=1&id62=1&id63=1&id64=1&id65=1&id66=1&id67=1&id68=1&id69=1&id70=1&id71=1&id72=1&id73=1&id74=1&id75=1&id76=1&id77=1&id78=1&id79=1&id80=1&id81=1&id82=1&id83=1&id84=1&id85=1&id86=1&id87=1&id88=1&id89=1&id90=1&id91=1&id92=1&id93=1&id94=1&id95=1&id96=1&id97=1&id98=1&id99=1&id100=1

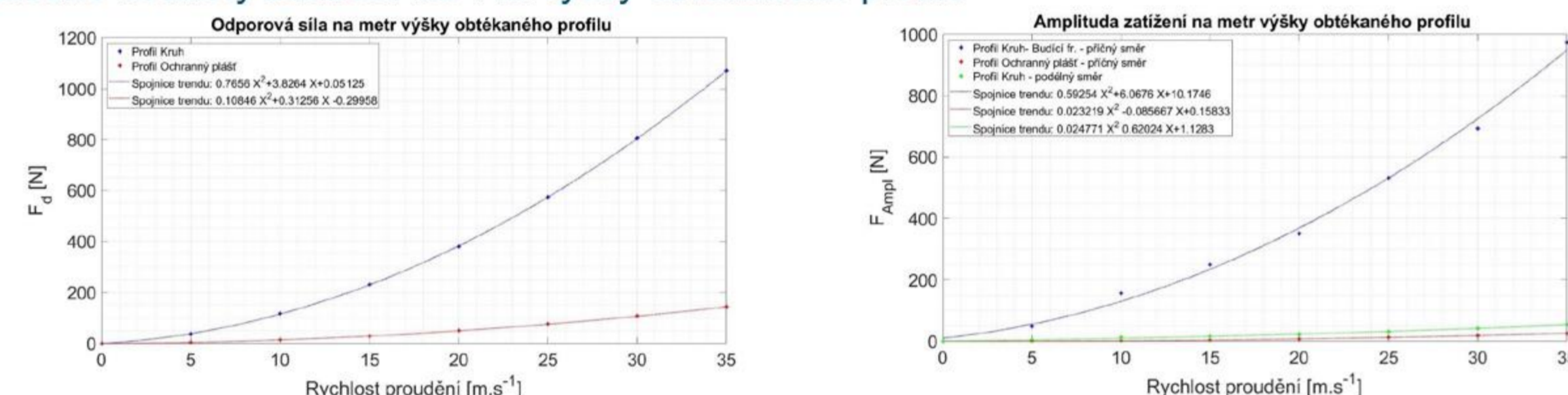
MODEL ANALYZOVANÉHO KOMÍNU CFD SIMULACE

- Připraveny 4 typy 2D domén představující následující situace:
 - Komín ve volném prostoru
 - Komín v blízkosti přilehlé budovy (směr proudění podélně s přilehlou stěnou budovy)
 - Komín v blízkosti přilehlé budovy (směr proudění kolmo na stěnu budovy)
 - Aerodynamický ochranný plášť ve volném prostoru
- Model Turbulence: SST- k- ω
- Předpoklad použití 2D:
 - Konstantní pole rychlosti proudění po výšce komínu

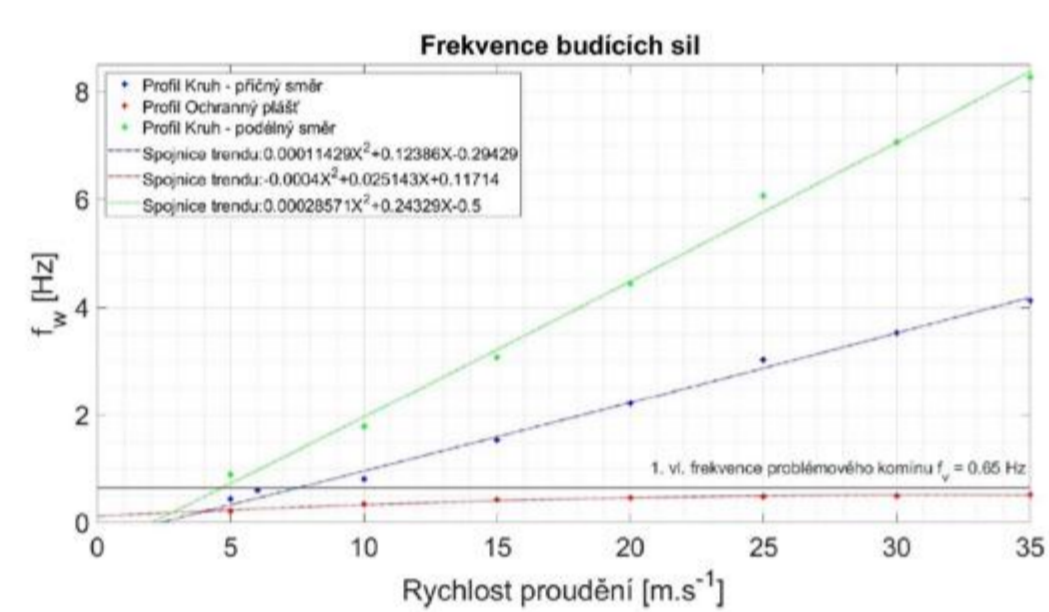


VÝSLEDKY CFD ANALÝZ – PŮSOBNÍ KÁRMÁNOVÝCH VÍRŮ

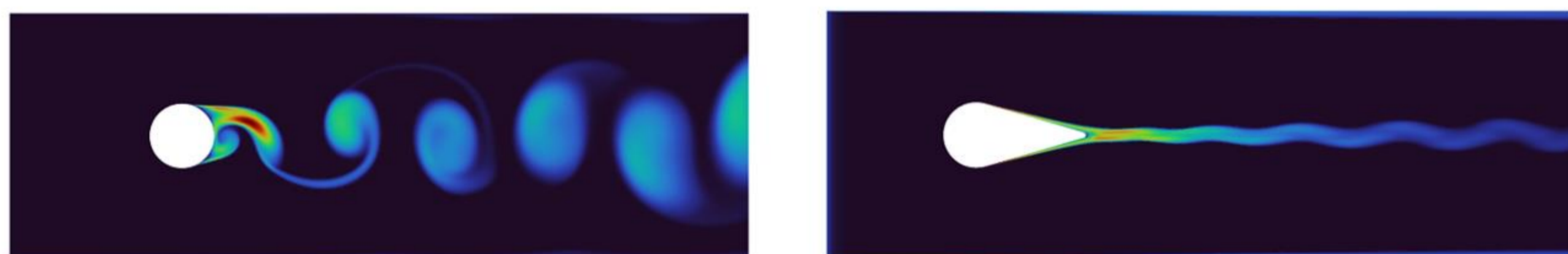
- Výsledné hodnoty zatížení na 1 m výšky obtékaného profilu



- Rozsah budících frekvencí

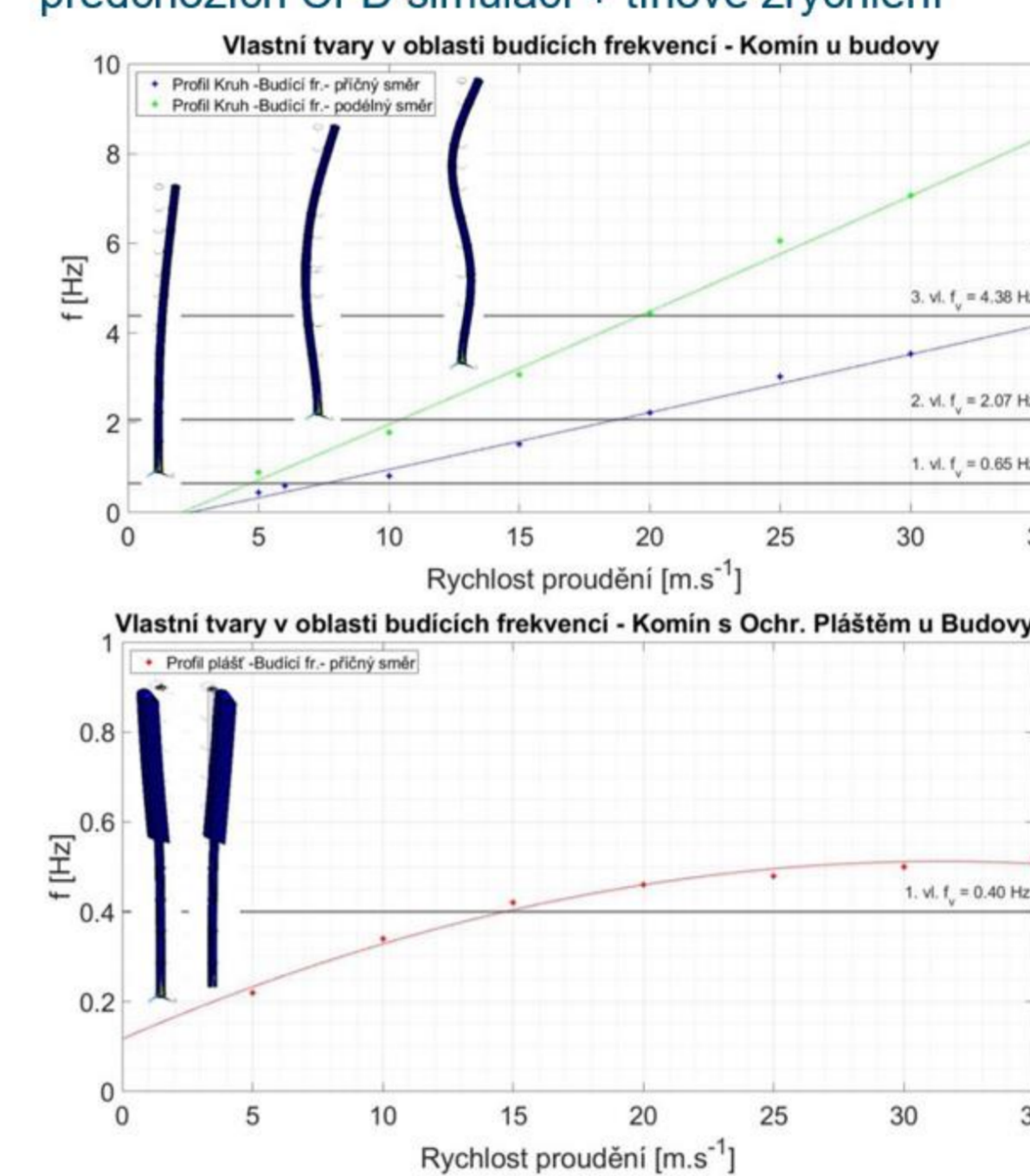
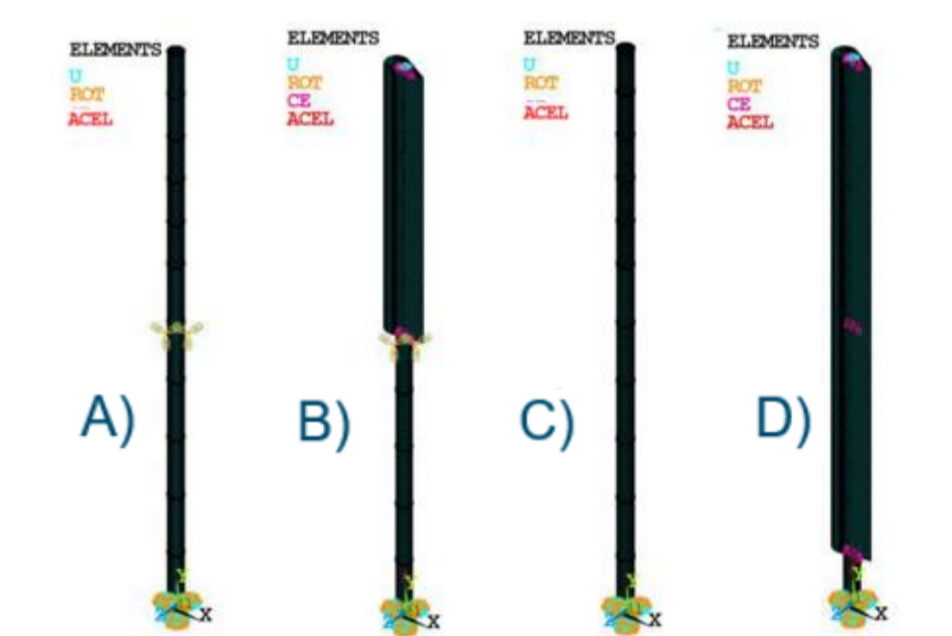


- Vizualizace proudění vzduchu okolo profilu komínu a profilu ochranného pláště

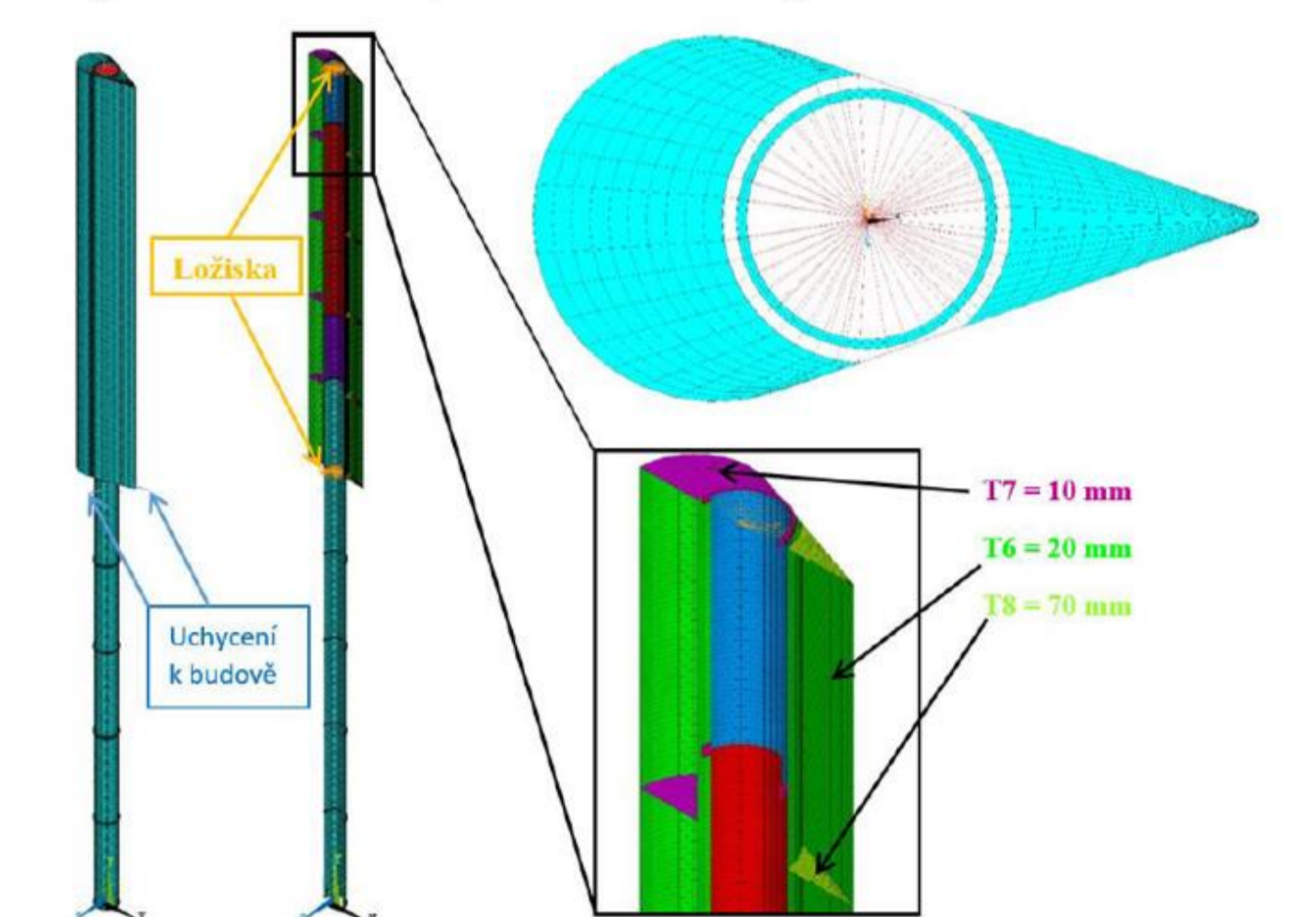


MODEL ANALYZOVANÉHO KOMÍNU DEFORMAČNĚ – NAPĚŤOVÁ ODEZVA

- Připraveny 4 typy 3D modelů:
 - Komín ukotvený k přilehlé budově (viz případ ve Świecie)
 - Komín ukotvený k přilehlé budově s ochranným pláštěm
 - Komín volně stojící v prostoru
 - komín s ochranným pláštěm volně stojící v prostoru
- Řešené analýzy: Modální, Transientní
- Model zatížení: Na obtékaný povrch mapovaná tlaková pole určená z předchozích CFD simulací + tíhové zrychlení

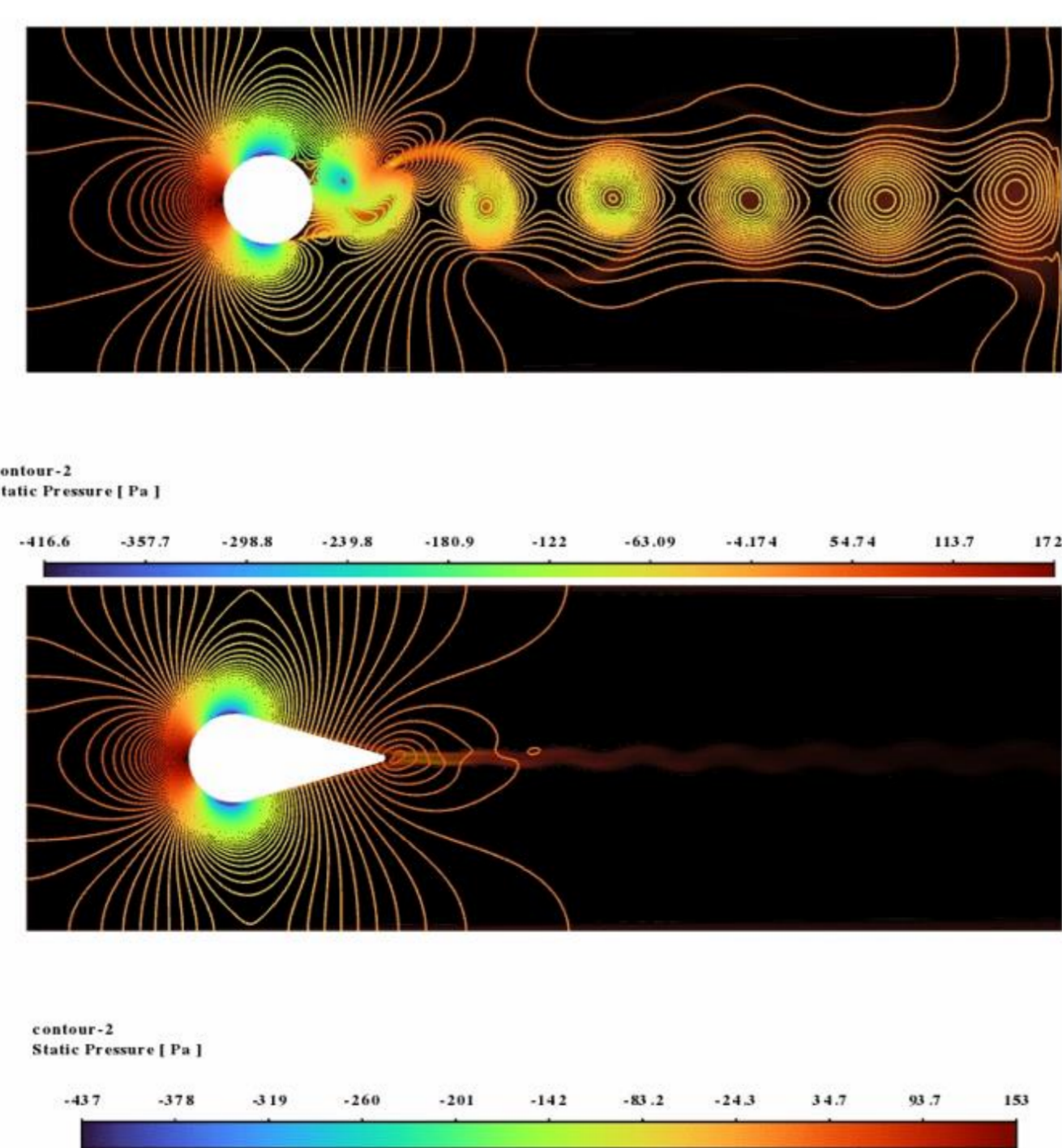
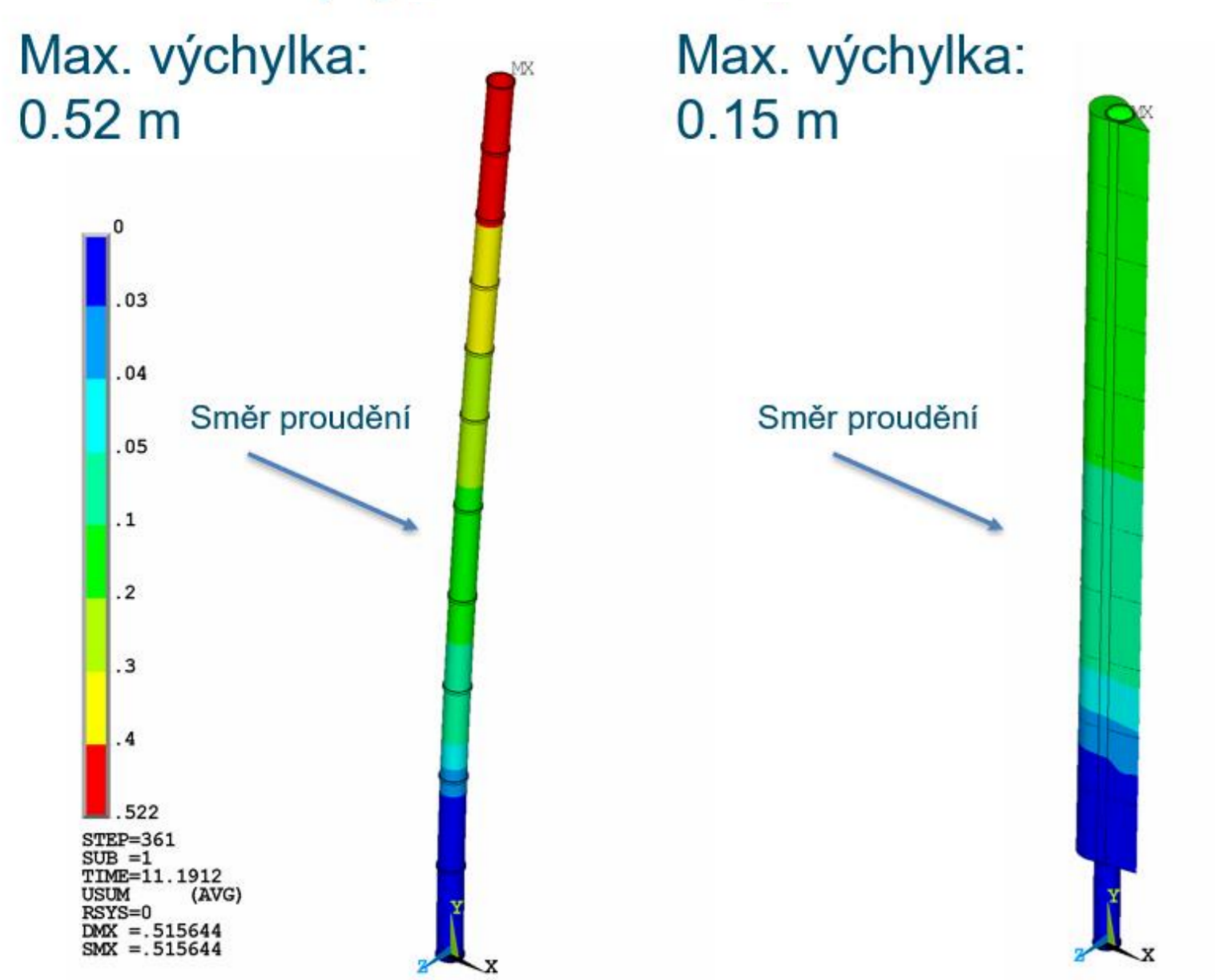


Realizace instalace ochranného pláště na problémový komín



VÝSLEDKY TRANSIENTNÍCH ANALÝZ VOLNĚ STOJÍCÍ KOMÍN

- Uveden příklad pro rychlost větru 15 m/s



ZHODNOCENÍ POUŽITELNOSTI OCHRANNÉHO PLÁŠTĚ ZA ÚČELEM MINIMALIZACE ÚČINKŮ KÁRMÁNOVÝCH VÍRŮ

Použití ochranného pláště má výhody:

- U komínu s ochranným pláštěm (ukotvený i neukotvený)
 - Až zhruba 50% redukce vychylky komínu
- V porovnání s vinutou spirálou snížení odborového součinitele při jakékoliv rychlosti proudění
- Redukce zatížení ocelového komínu způsobeného Kármánovými víry
- Snížení rozsahu budících frekvencí
- Možnost zabránit odtrhávání vírů

Zjištěny nové problémy:

- Přídavná hmotnost od ochranného pláště snižuje vlastní frekvenci soustavy komín + plášť a způsobuje další zatížení komínu
- Pokaždé nutnost řešit vyvážení ochranného pláště

Nové výzvy pro další rozvoj:

- Potřeba optimalizovat topologii výstužných žebek ochranného pláště
- Výběr optimálního materiálu za účelem redukce hmotnosti pláště
- Experimentálně ověřit možnost vzniku flutteru
- Validace výsledků CFD u ochranného pláště
- Sekundární využití – Instalace solárních panelů na plochu pláště
- Pro řešený případ je možnost na volné ploše pláště vyprodukovat měsíčně v průměru 13500 kWh elektrické energie.

