

SVS FEM

TUHÁ ALTERNATIVNÍ PALIVA - VÝVOJ SYSTÉMŮ PRO DOPRAVU A DÁVKOVÁNÍ

Jiří Vondál

Jsme experti v oblasti simulací



— SVS FEM s.r.o.

- Jsme **Ansys Channel Partner** pro ČR a SR od roku 1991
- Jsme společnost působící již **30 let v oblasti numerických simulací**
- Jsme místem podpory **akademických i komerčních zákazníků** v ČR a SR



SVS FEM s.r.o.
Trnkova 117c
628 00 Brno
Czech Republic
Phone: +420 543 254 554
Email: info@svsfem.cz
Web: www.svsfem.cz

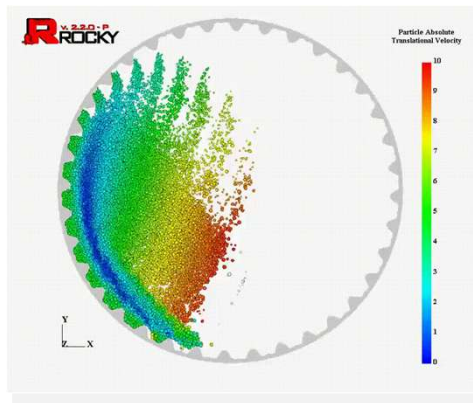


— K čemu jsou simulace?

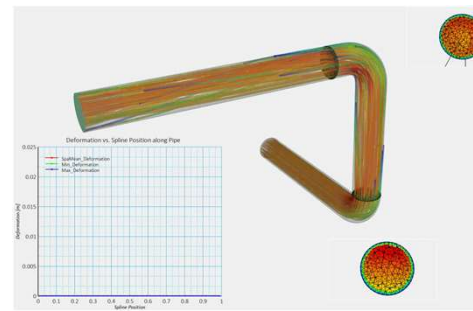


*1

Pomáhají splňovat požadavky zákazníků s ohledem na technické normy



Navrhování nových produktů a zvyšování jejich výkonosti a spolehlivosti



Analyzování příčin poruch a hledání řešení k jejich odstranění



Snižování časů a nákladů při vývoji nových produktů

*1 <https://www.heidelbergcement.cz/cs>



Vývoj zařízení pro dopravu TAP

— Tuhá alternativní paliva

Vzorek z cementárny v Mokré



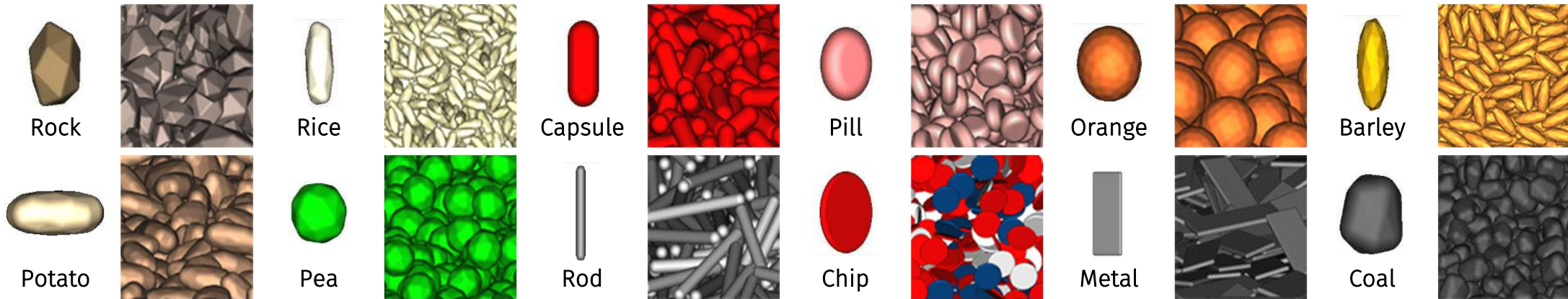
Vzorek z cementárny z Ladců



- TAP = Tuhá Alternativní Paliva
- Hořlavé složky odpadů:
 - Papír (včetně papírové lepenky)
 - Nerecyklovatelné plasty (kromě PVC)
 - Celulóza
 - Dřevo
 - Textilie
 - Kůže
 - Pryže
 - (Sklo, kovy, zemina, kamení,...)

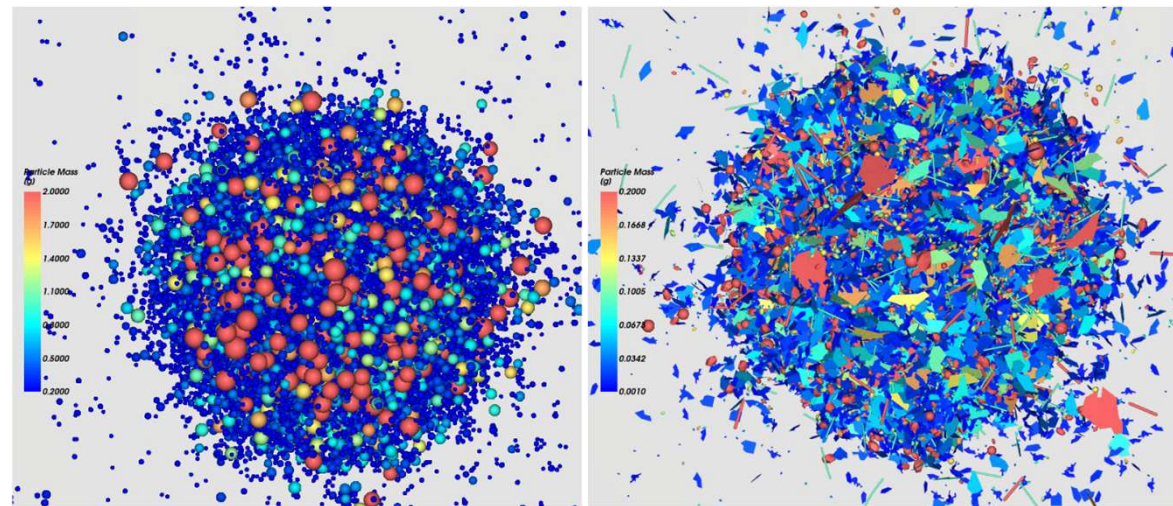
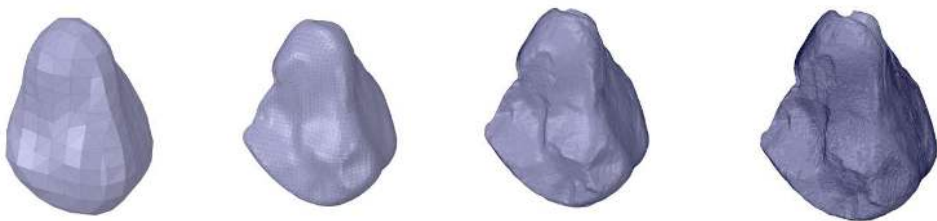
Tenké skořepiny (obaly, fólie, papíry), tlustější plastové úlomky, různé porézní materiály (molitan, PU/PUR pěna), dlouhá a tenká vlákna (provaz, drát) či částičky zeminy nebo kamení, které mají tvar podobný kouli nebo polyedru.

Různé tvary částic v simulacích



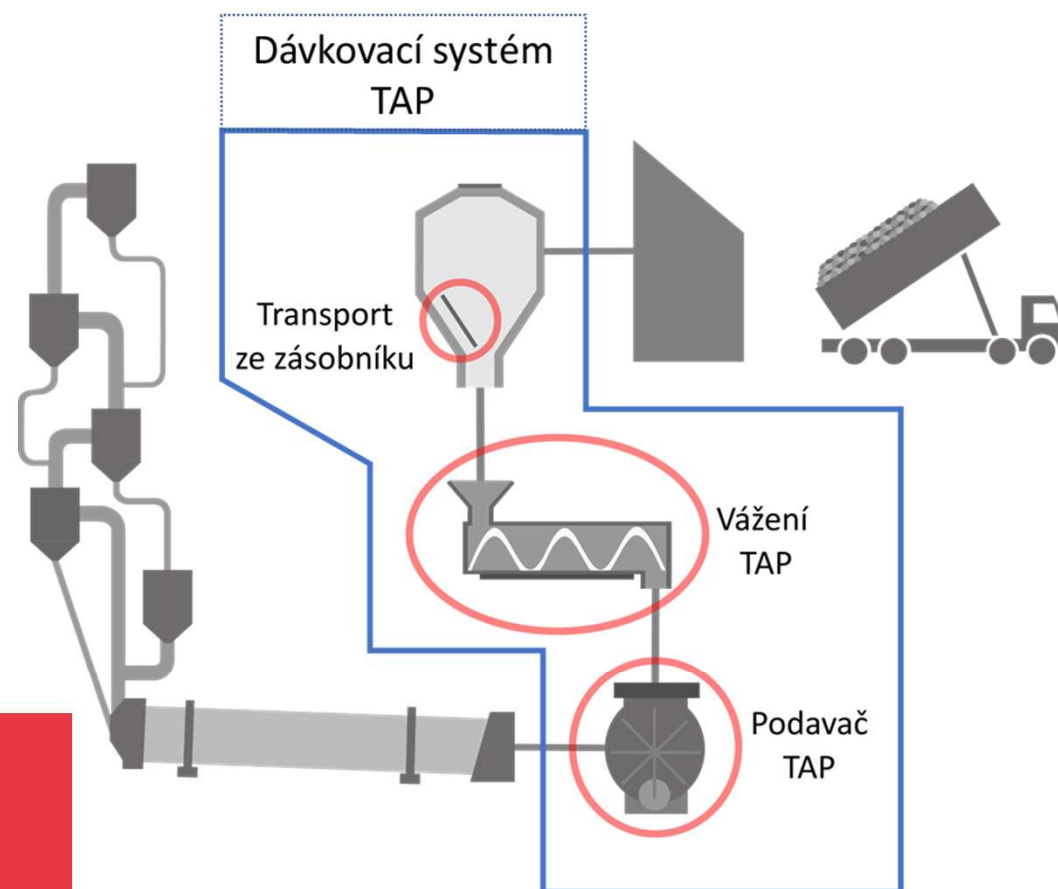
S přesnějším popisem částice roste výpočetní náročnost

Nízká Vysoká



Výzkumný projekt

- Projekt řešený společnostmi Melkov, SVS FEM a VUT
- Označení projektu: FW09020063
- Vývoj zařízení pro plynulé dávkování tuhých alternativních paliv – TURNIKET
 - Identifikace materiálových a aerodynamických vlastností běžně užívaného paliva TAP
 - Měření toků a pulzací stávajícího dávkového systému
 - Provedení numerických simulací pro výpočet chování tuhých částic paliva během dávkování pro různá technická řešení
- Následující slidy jsou výstupy z tohoto projektu



T A
Č R

Tento projekt je spolufinancován se státní podporou Technologické agentury ČR a Ministerstva průmyslu a obchodu v rámci **Programu TREND**.

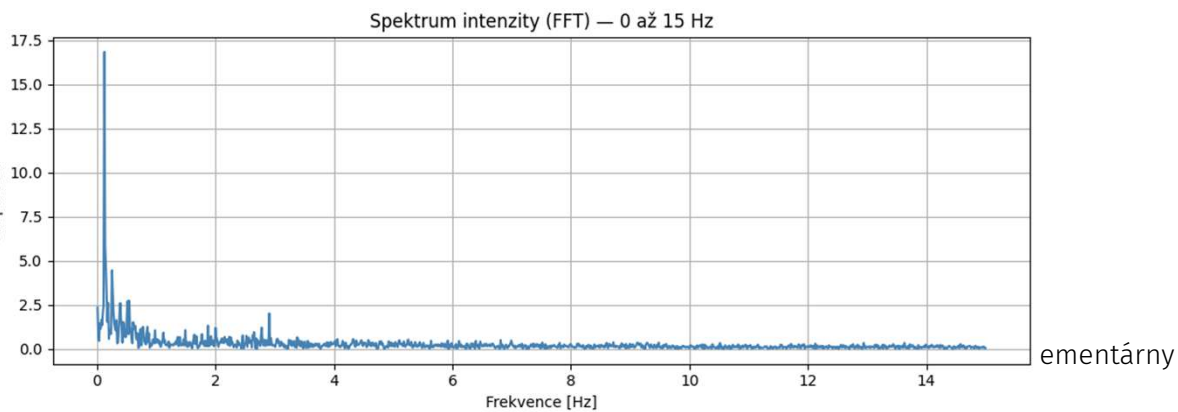
www.tacr.cz

www.mpo.cz

Měření pulzací TAP

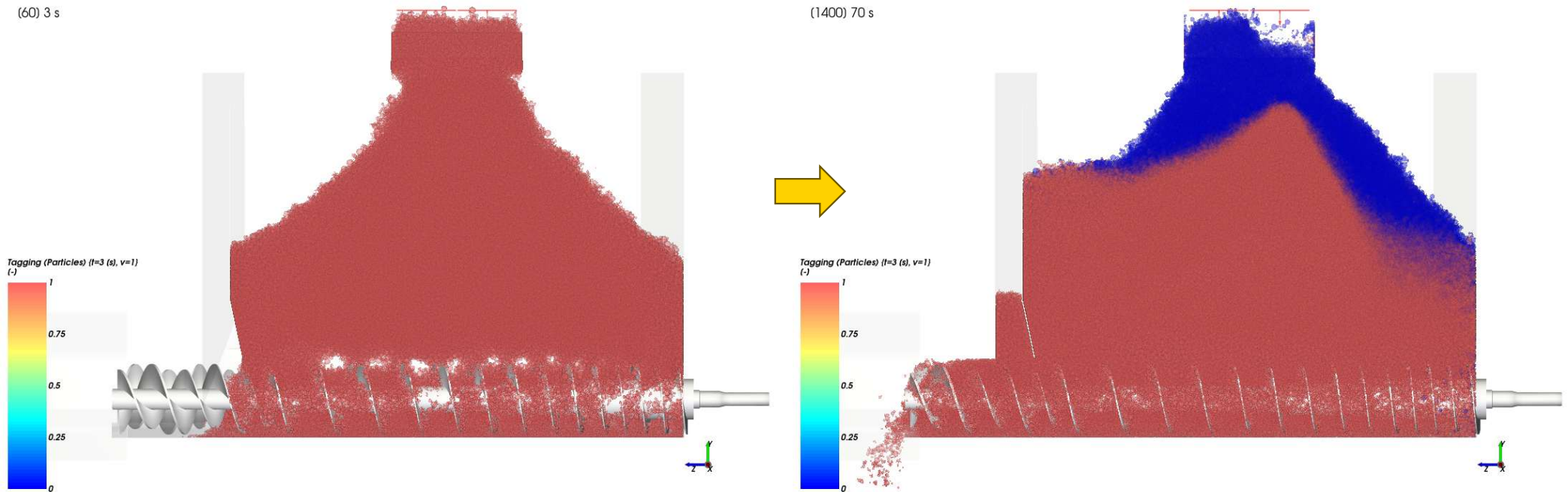


	Frekvence [Hz]	Čas [s]
1	0.13	7.8
2	0.14	7.1
3	0.15	6.5
4	0.26	3.9
5	0.27	3.7
6	0.17	6.0
7	0.55	1.8
8	0.52	1.9
9	0.19	5.2
10	0.4	2.5



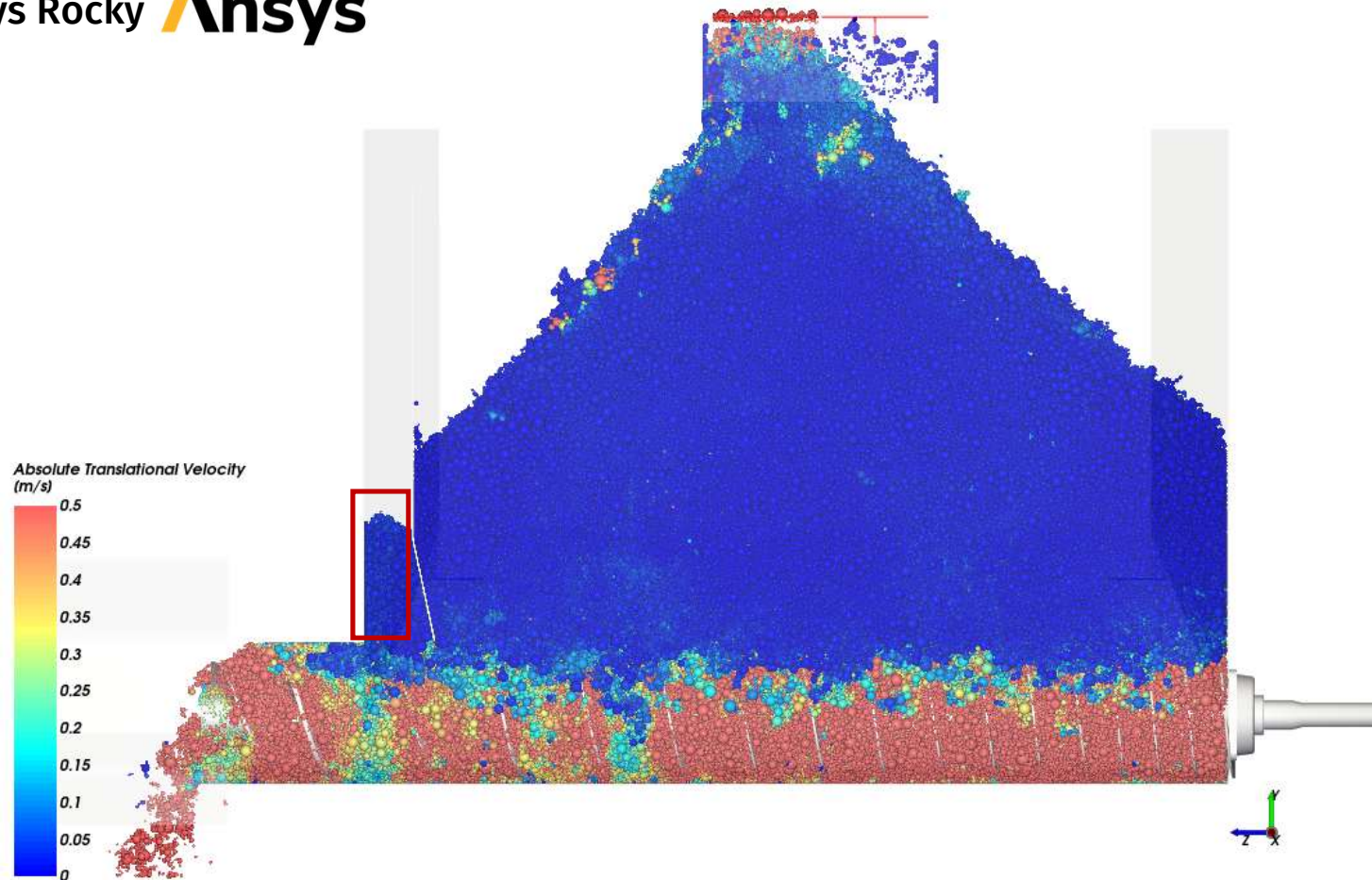
— Odebírání materiálu – výsledky simulace

Využitý software: **Ansys Rocky**



— Odebírání materiálu – výsledky simulace

Využitý software: **Ansys Rocky**

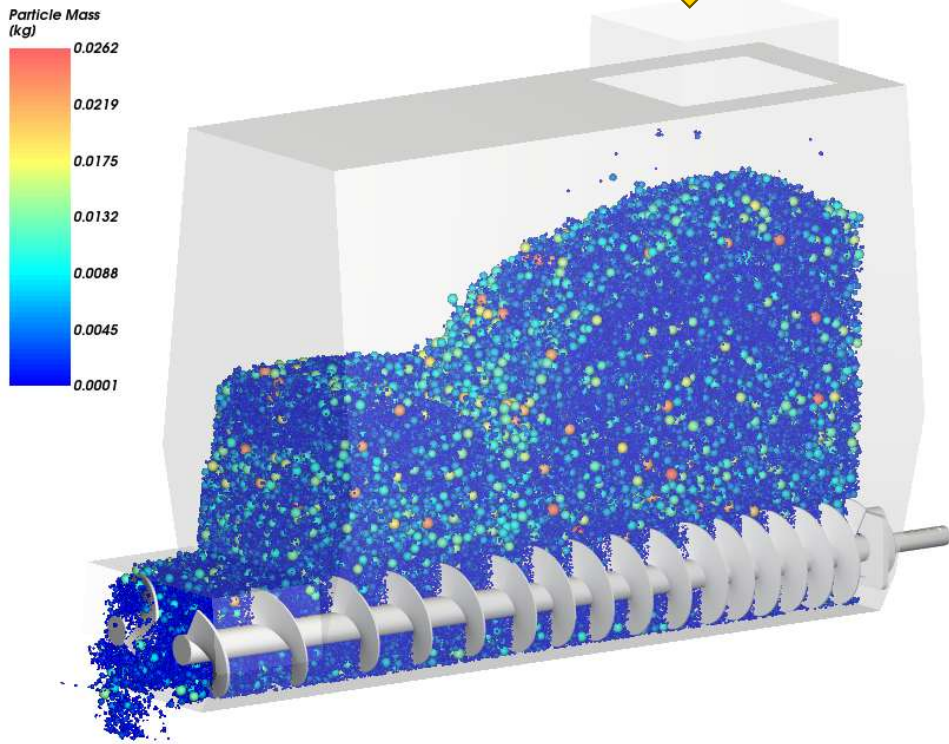




Dvoušnekový dopravník

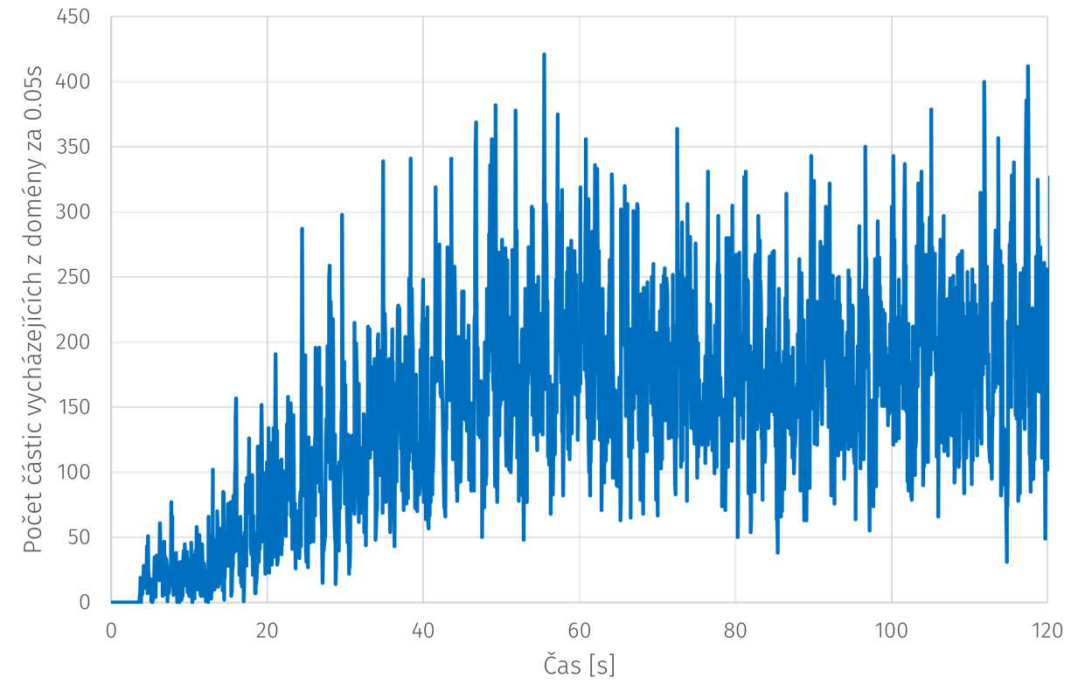


Vstup materiálu



Zjištění rovnoměrnosti toku

Particles out count

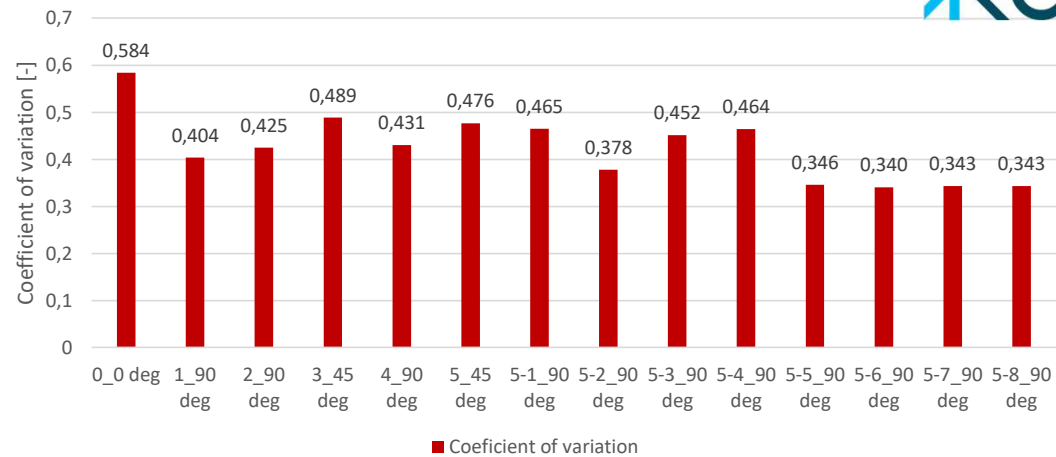




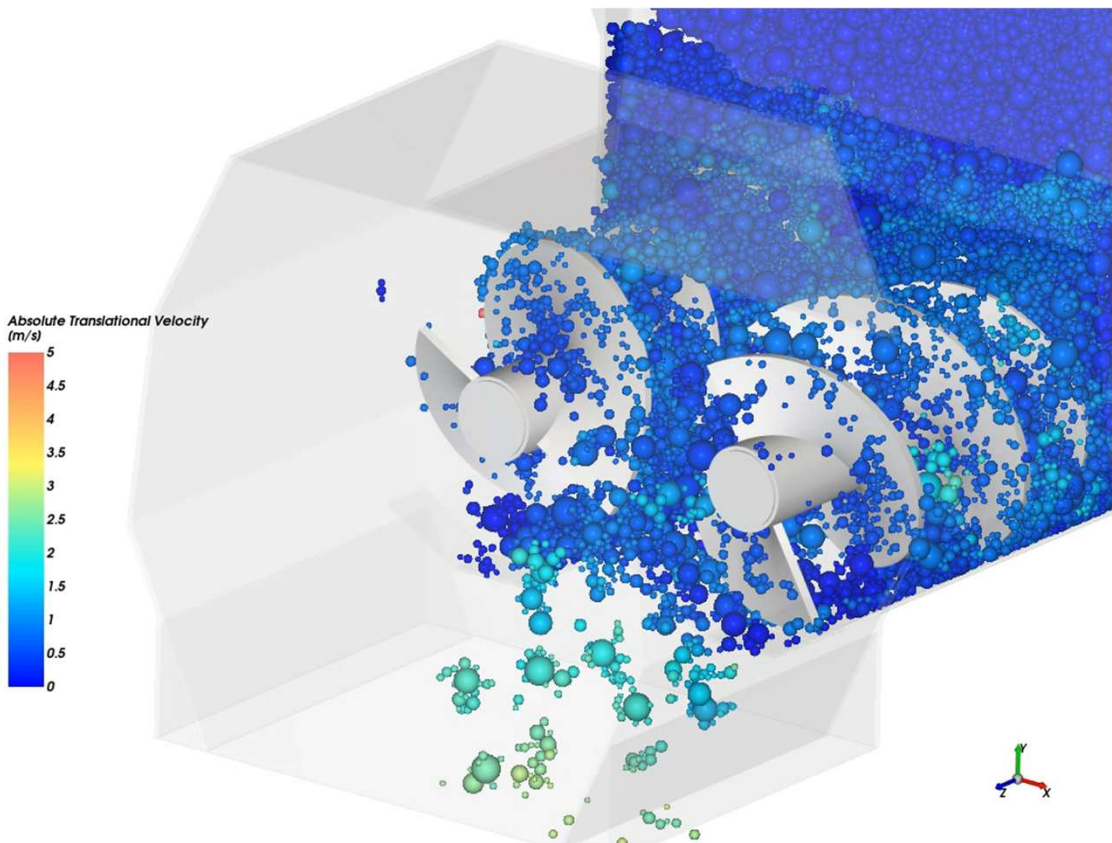
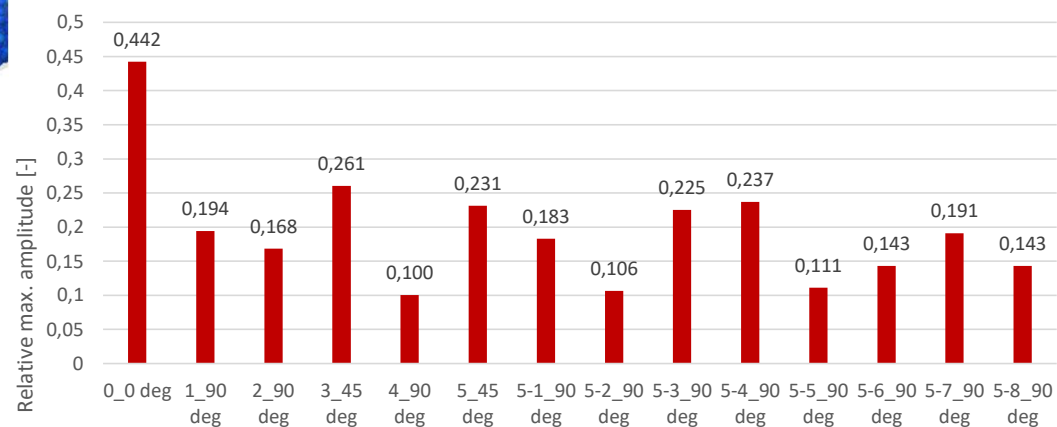
Dvoušnekový dopravník



Mass flow rate Coefficient of Variation

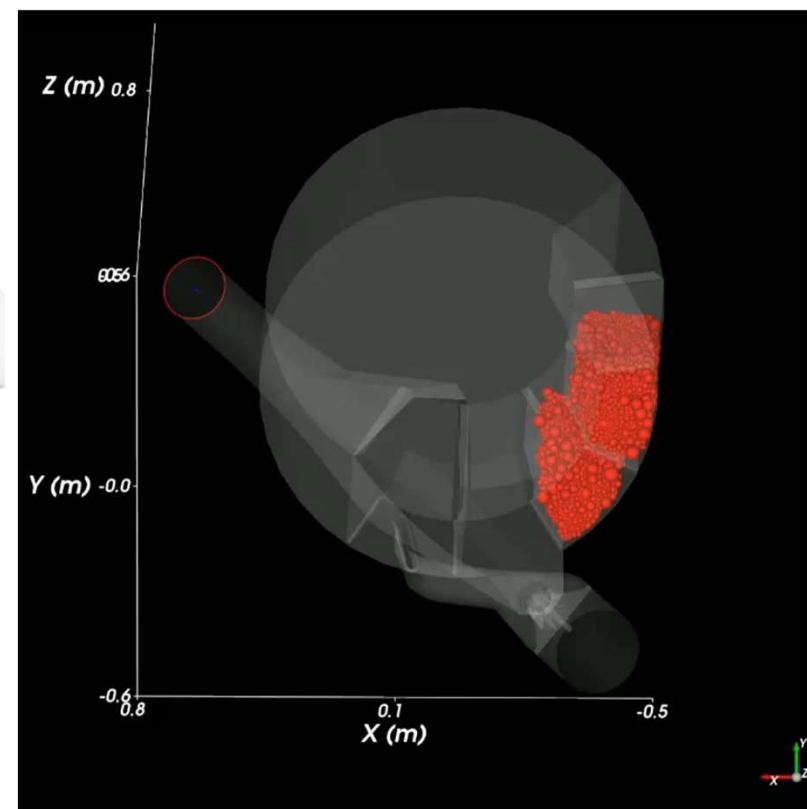
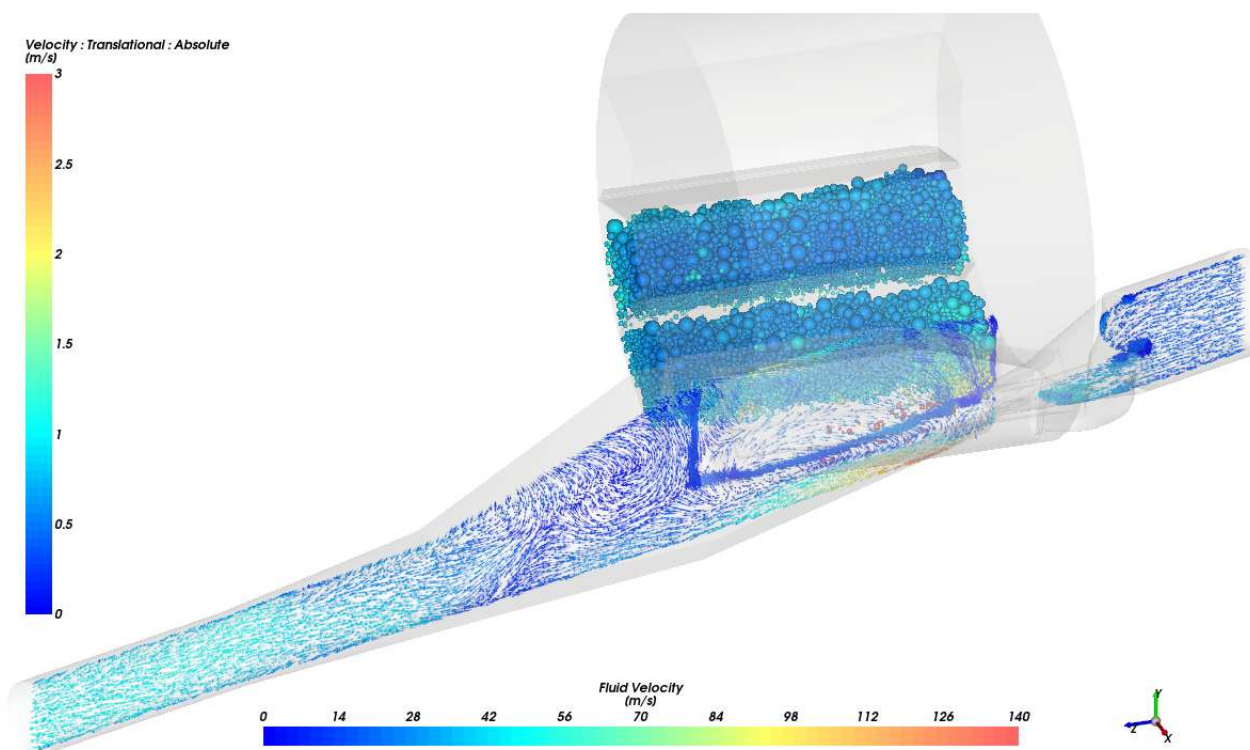


Relative max. amplitude



— Výpočet proudění a interakce částic

Využitý software: **Ansys Rocky**
Ansys Fluent





Analýza silového působení kameniva na stěny vápenné pece

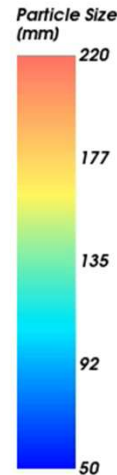
Vypracováno pro:

Vápenka čertovy schody a.s.



— Simulace – obecný vhled + zatížení na plochy hořákových tyčí a lance boxů ^{(120) 6}

- Část cyklu byla zrychlená, aby bylo možné daný jev nasimulovat v reálném čase
- Rychlost otevírání násypky je zachována, aby bylo možné získat reálné účinky od materiálu na stěny tyčí hořáků a na lance boxy
- Perioda: 20.5 s
 - Otevírání: 10 s
 - Doba otevření: 6 s
 - Doba zavírání: 0.1 s
- Frekvence otevírání násypky byla zrychlena cca 35×



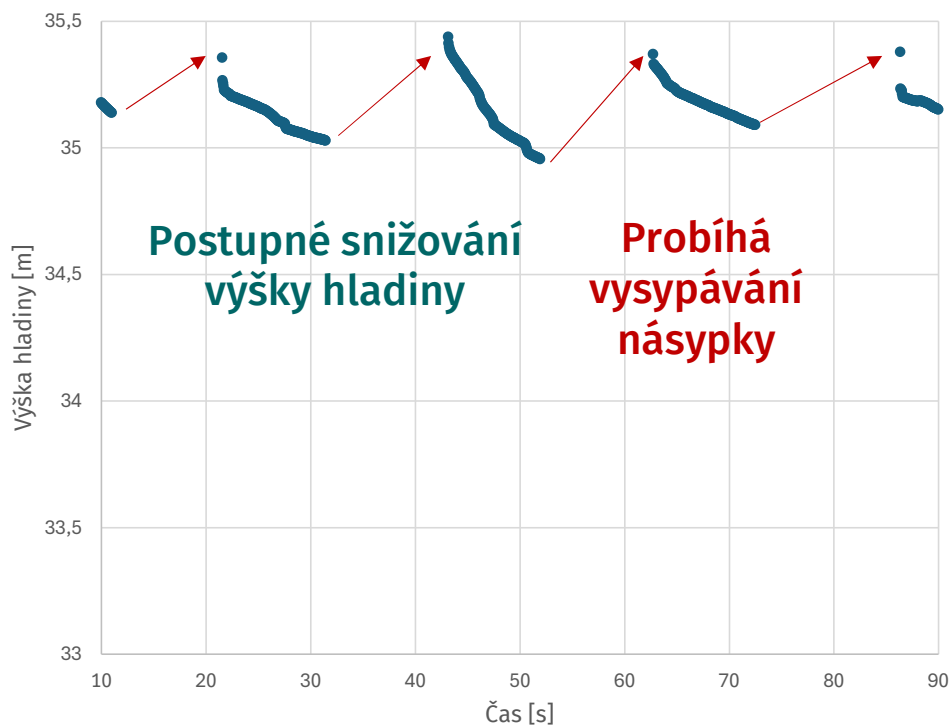


Posuv výšky hromady v průběhu simulace

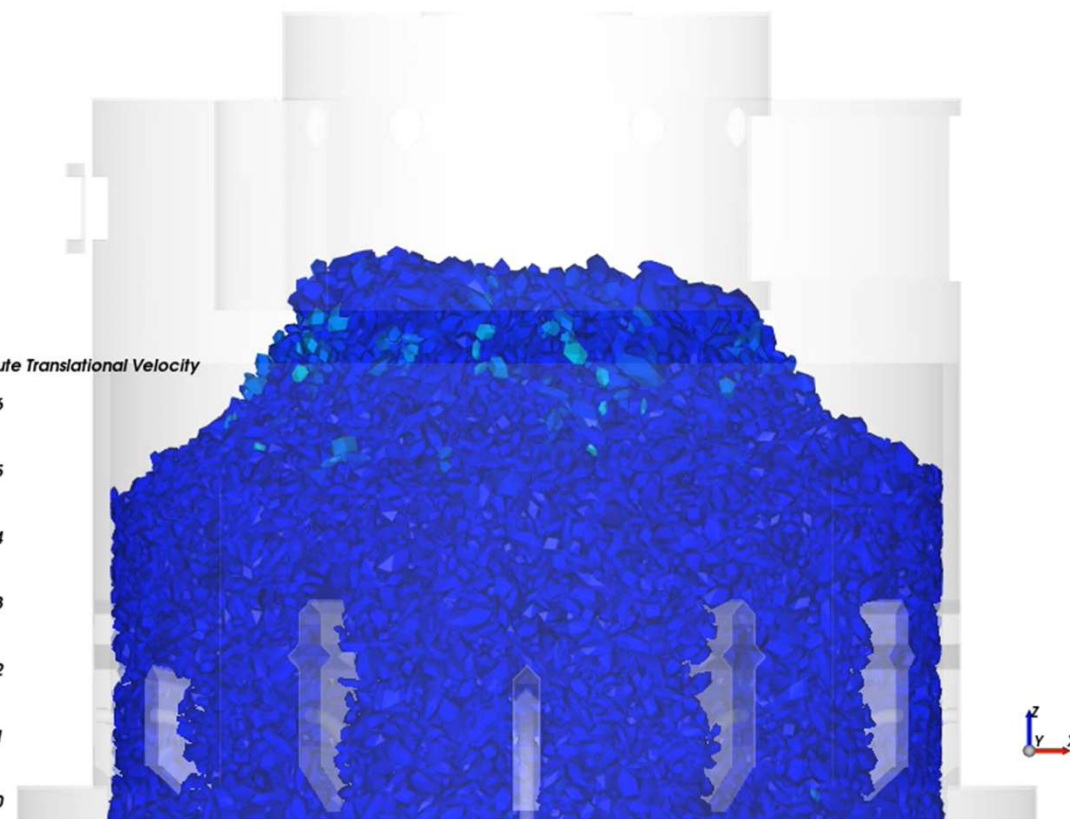
Rychlost částic při dopadu na hromadu

(120) 6 s

Výška hladiny hromady



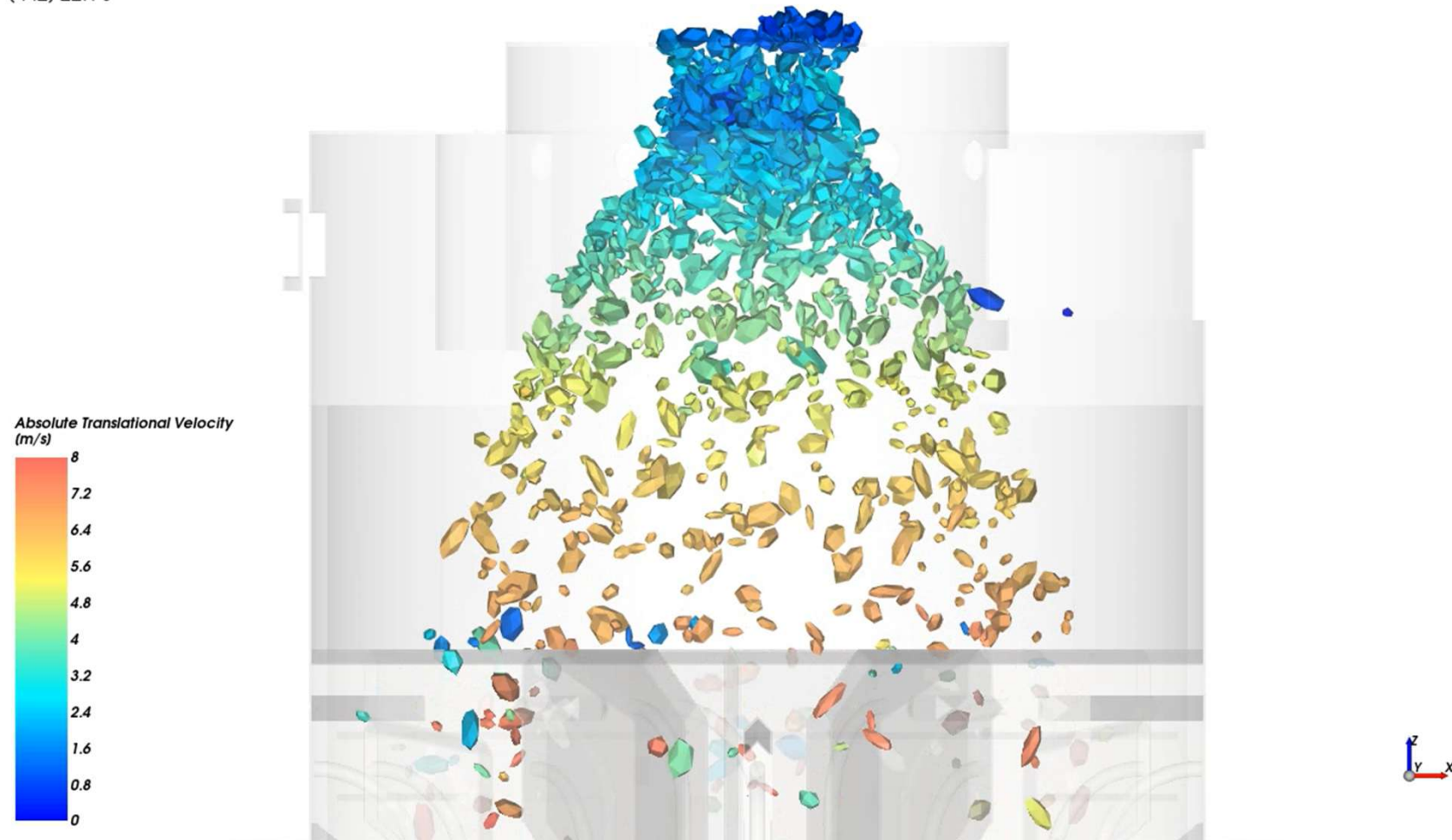
Absolute Translational Velocity (m/s)



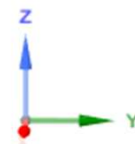


Vysypání dvou násypek po 4.5 t

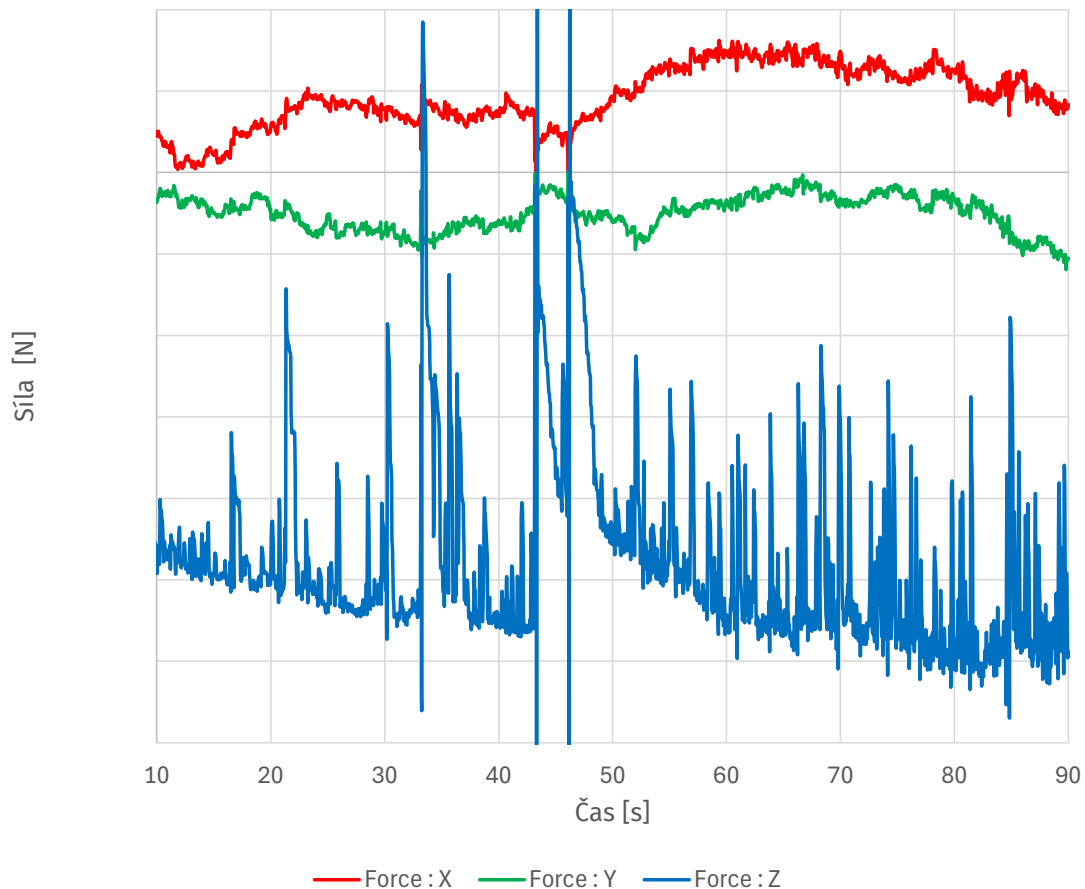
(442) 22.1 s



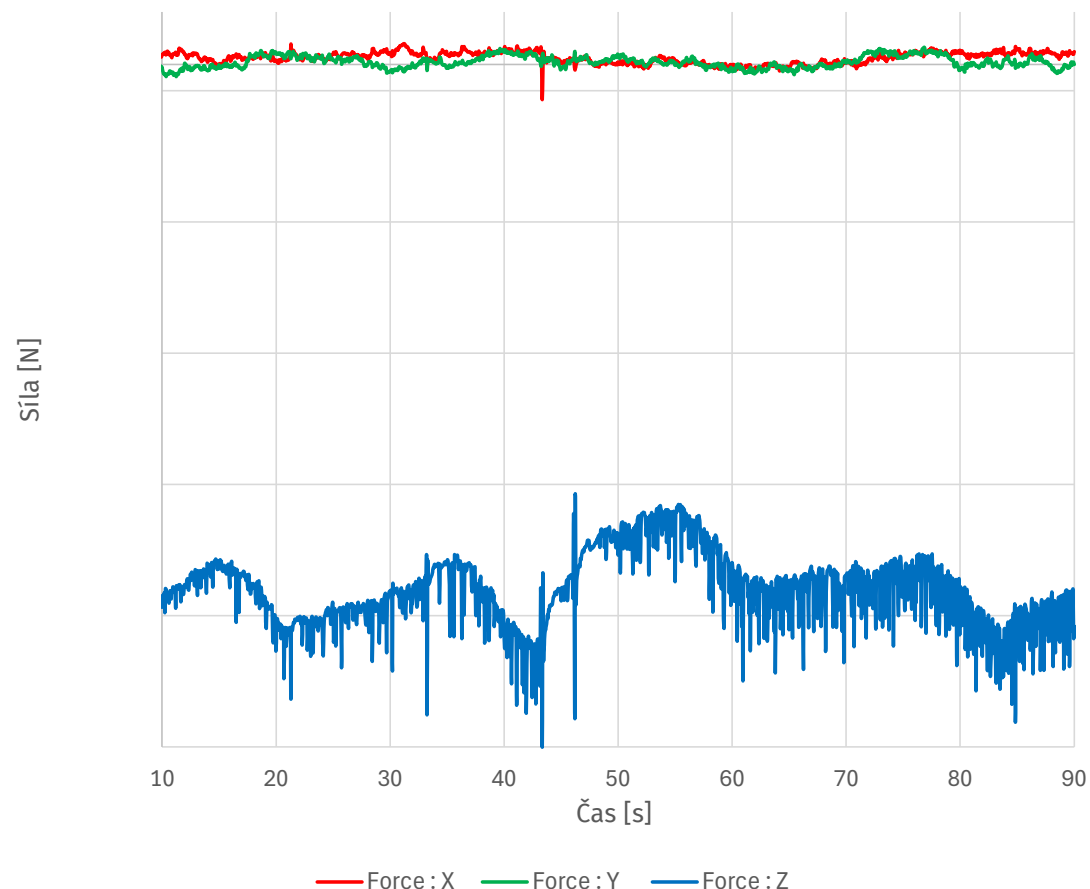
Složky síly působící na hořákové tyče a lance boxy

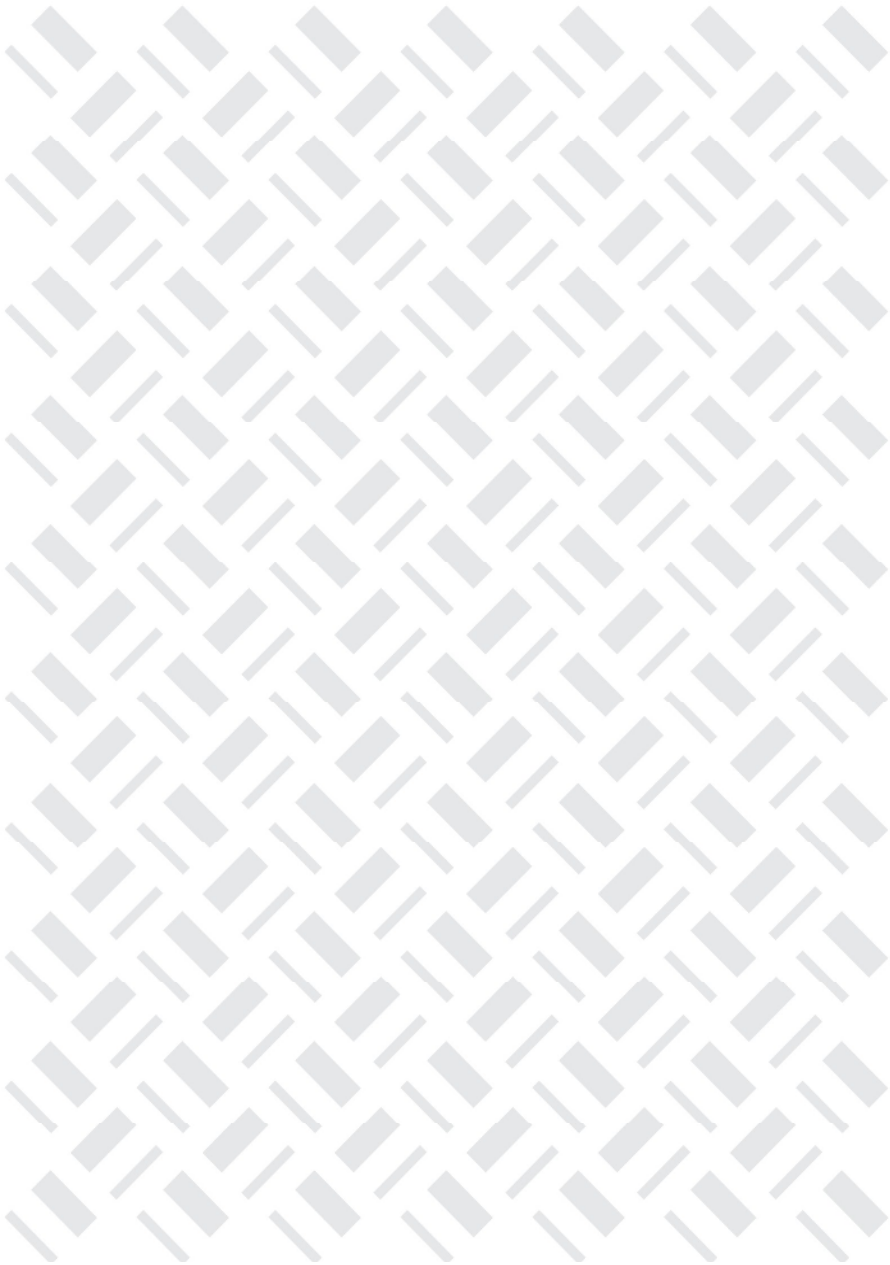


Složky síly na hořákové tyče



















Složky síly na lance boxy





Typy simulací

— Ansys – přehled produktů

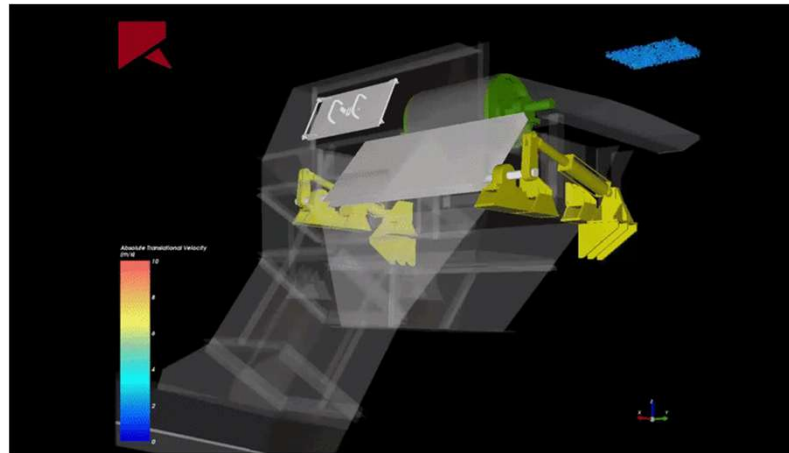
 <p>AV Simulation</p> <ul style="list-style-type: none"> AVxcelerate Autonomy AVxcelerate Sensors AVxcelerate Headlamp 	 <p>Connect</p> <ul style="list-style-type: none"> Granta MI Granta Selector Granta MDS Granta EduPack optiSLang Minerva System Architecture Modeler ModelCenter 	 <p>Electronics</p> <ul style="list-style-type: none"> HFSS Icepak Maxwell HFSS-IC ConceptEV Motor-CAD Slwave Q3D Extractor EMC Plus Charge Plus Perceive EM SynMatrix Filter Nuhertz FilterSolutions 	 <p>Semiconductor</p> <ul style="list-style-type: none"> RedHawk-SC RedHawk-SC Electrothermal RedHawk-SC Security Totem/Totem-SC PathFinder-SC PowerArtist RaptorQu Exalto VeloceRF ParagonX PrimeX PowerX Clock FX 	 <p>Structures</p> <ul style="list-style-type: none"> Mechanical LS-DYNA Forming Motion Sherlock Additive Solutions nCode DesignLife Autodyn Sound Mcalibration PolyUMod 	 <p>Fluids</p> <ul style="list-style-type: none"> Fluent CFX Rocky Thermal Desktop Chemkin Forte FENSAP-ICE EnSight Turbo Tools Polyflow Model Fuel Library FreeFlow 	<p>Shared Technology / Functionality</p> <ul style="list-style-type: none"> HPC Licensing Workbench System Coupling Data Processing Framework Nexus EnSight PyAnsys/Developer Ecosystem Solutions 	
 <p>Safety Analysis</p> <ul style="list-style-type: none"> Digital Safety Manager medini analyze medini analyze for Cybersecurity medini analyze for Semiconductors 	 <p>Digital Twin</p> <ul style="list-style-type: none"> Twin Builder TwinAI 	 <p>Acoustics Simulation</p> <ul style="list-style-type: none"> Sound 	 <p>3D Design</p> <ul style="list-style-type: none"> Discovery 	 <p>Optics</p> <ul style="list-style-type: none"> Lumerical FDTD Lumerical Multiphysics Lumerical INTERCONNECT Lumerical MODE Lumerical CML compiler Speos Zemax OpticStudio 	 <p>Mission Engineering</p> <ul style="list-style-type: none"> STK ODTK RF Channel Modeler DME Component Libraries Missions AI+ 	 <p>Cloud</p> <ul style="list-style-type: none"> Ansys Gateway powered by AWS Ansys Access on Microsoft Azure Ansys Cloud Burst Compute Ansys Cloud Direct 	
 <p>Embedded Software</p> <ul style="list-style-type: none"> Scade One SCADE Suite SCADE Display SCADE Architect SCADE Test 	 <p>Ansys AI</p> <ul style="list-style-type: none"> SimAI Ansys GPT AI+ 	<p>alternativní paliva – jejich doprava a využití v simulacích pro cementárny</p>					

— Simulace sypkých hmot

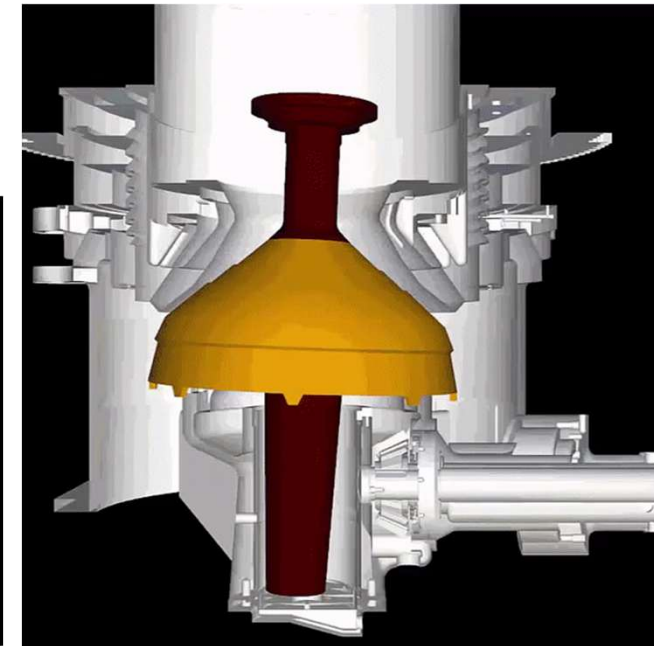
Oblasti použití:

- Mletí/drcení kameniva
 - Účinnost
 - Opotřebení
- Transport sypkých hmot
 - Návrh dopravníků, násypek
 - Snížení prašnosti
 - Segregace v sílech
- Efektivita míchaní
 - Použití postřiků
 - Vlhčení částic

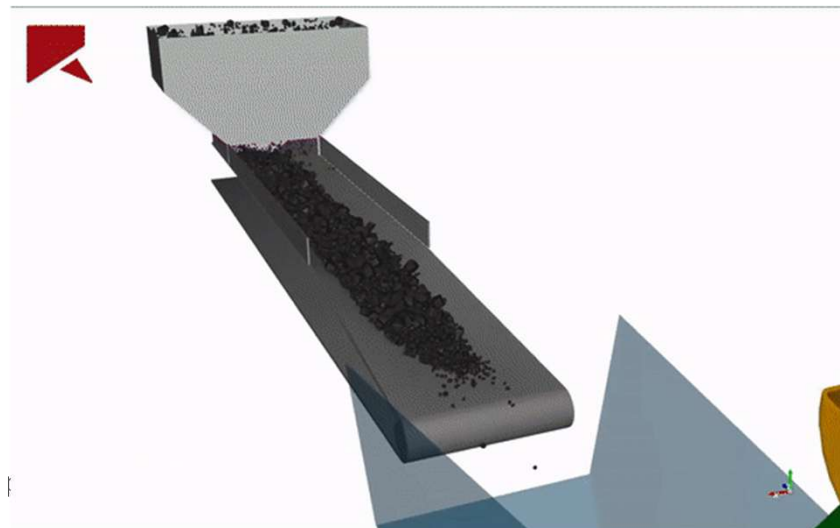
Přepava viskózního materiálu



Drcení kameniva



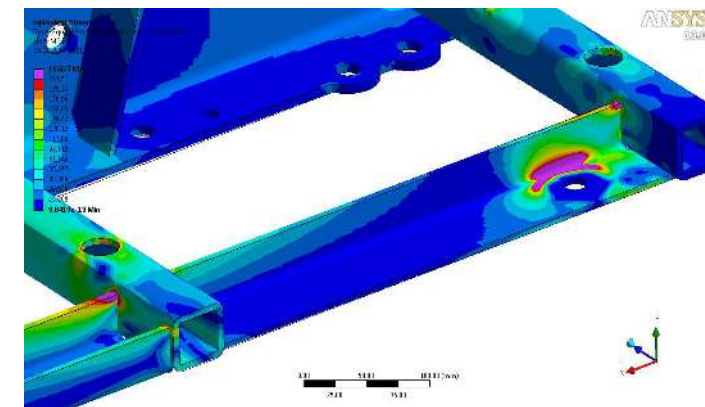
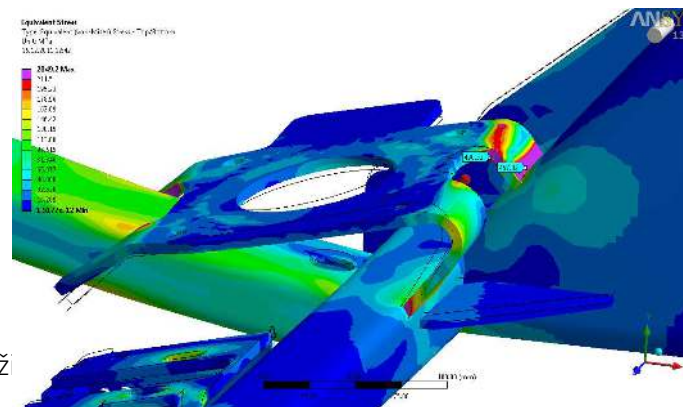
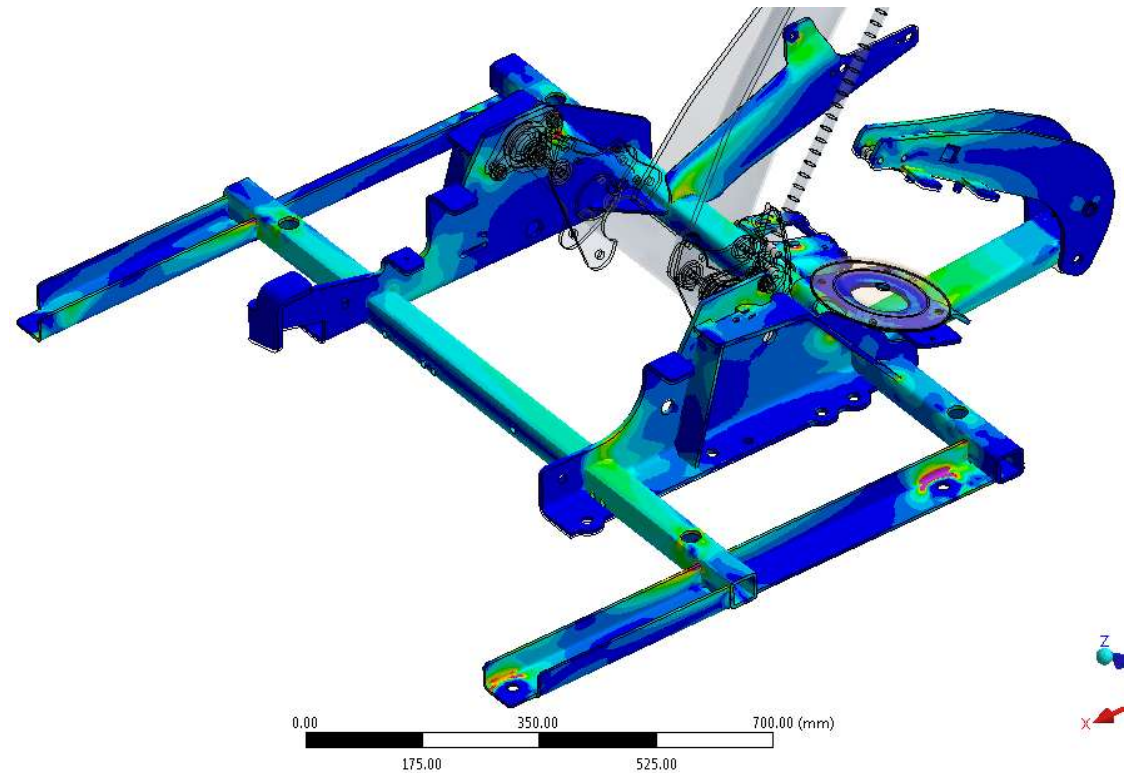
Přepava sypkého materiálu



— Pevnostní simulace

Oblasti použití

- Predikce deformace konstrukce
 - Identifikace kritických míst
 - Výpočet únavové životnosti
 - Snižování vibrací a hluku
 - Předcházení havárií
-
- Provázanost s dalšími řešiči
 - Sympké hmoty, proudění, akustika, přestupy tepla

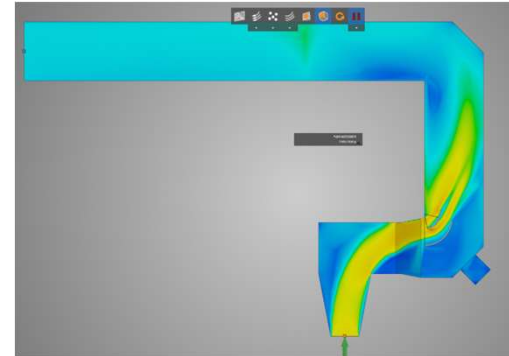


— Simulace proudění

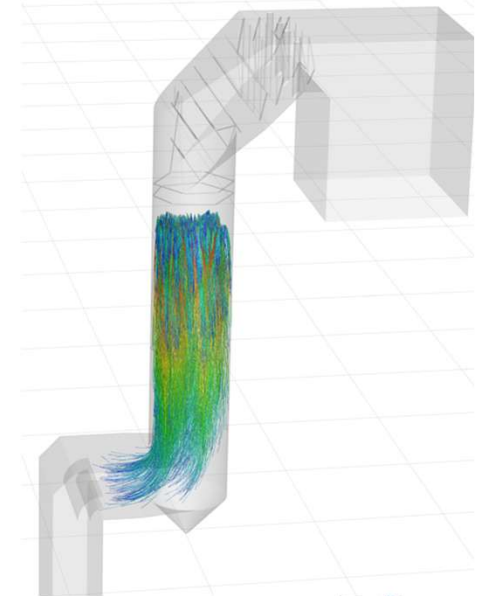
Oblasti použití:

- Dodržení emisních limitů - snižování TZL
- Spalování
 - Aktuálně velmi diskutované spalování vodíku
- Modelování přestupu tepla ve výměnících
- Tvar a postavení lopatek ve spalínovodu
- Určení tlakové ztráty
- Simulace nástřiku vody
- Interakce tekutiny s částicemi
 - Transport sypkých hmot

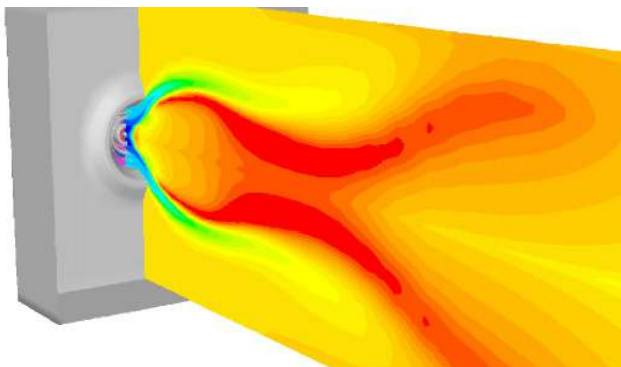
Optimalizovaný tvar
spalínovodu



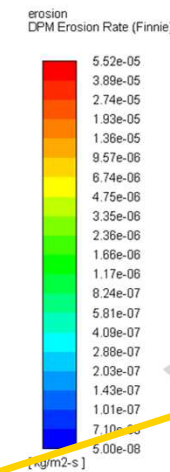
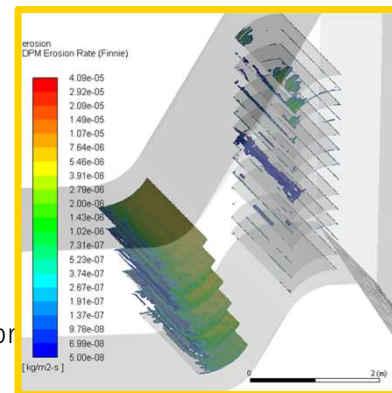
Vypařování kapek



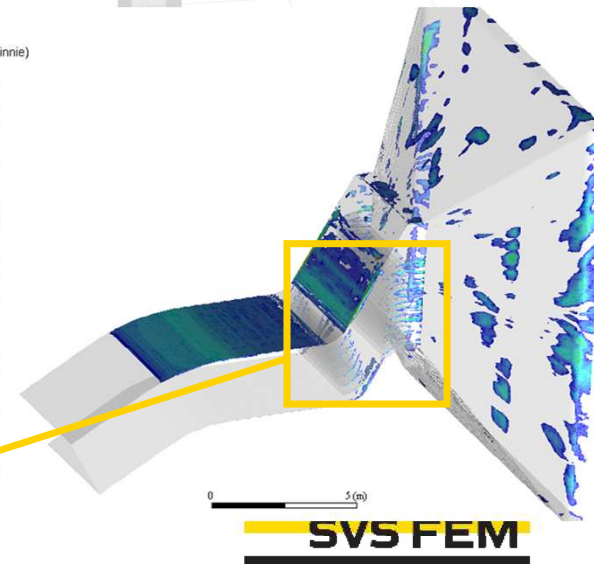
Spalování s
více druhy
tekutin



Erozní působení částic
na stěny potrubí



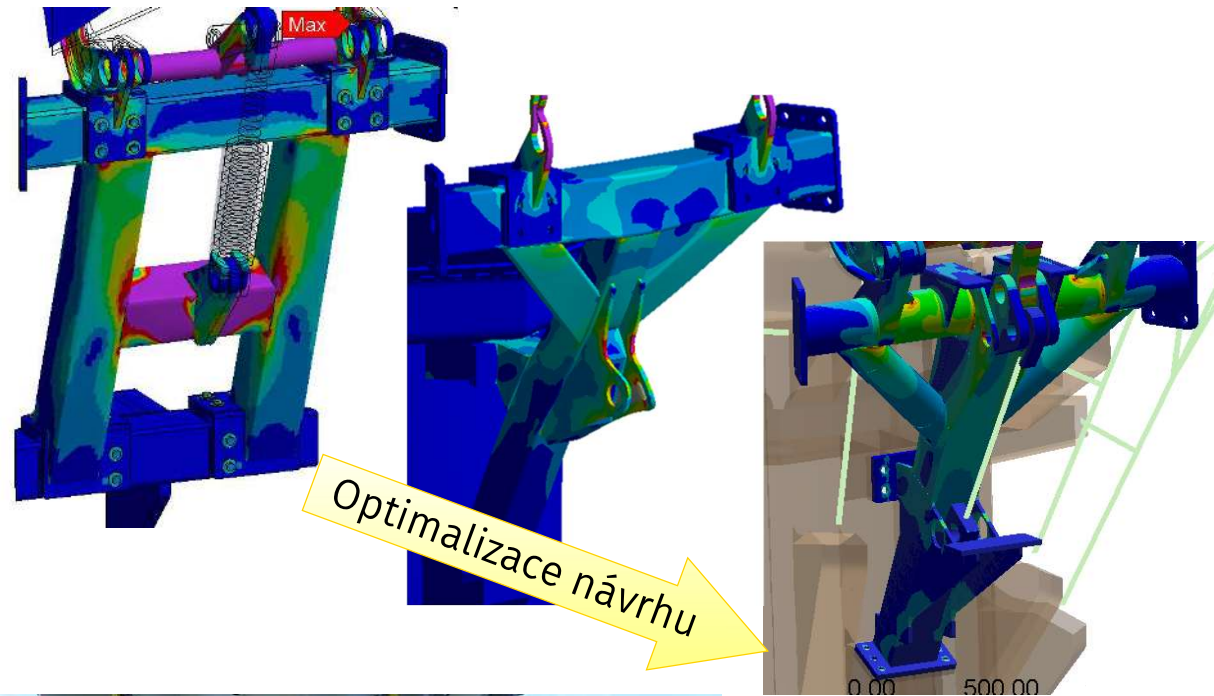
simulacích pr



Optimalizace

Oblast použití:

- zvyšování výkonu, bezpečnosti, spolehlivosti, účinnosti, ...
- Snížení nákladů, tlakové ztráty, prašnosti, emise, hmotnosti při zachování tuhosti, ...
- **Díky simulacím snadno zjistíme jaký vliv budou mít různé návrhové změny**
(snížení hmotnosti, zvýšení výkonu, změna hmotnostního toku, ...)



**Díky za pozornost
a zůstaňme ve spojení**

 Jiří Vondál

 jvondal@svsfem.cz

SVS FEM

www.svsfem.cz