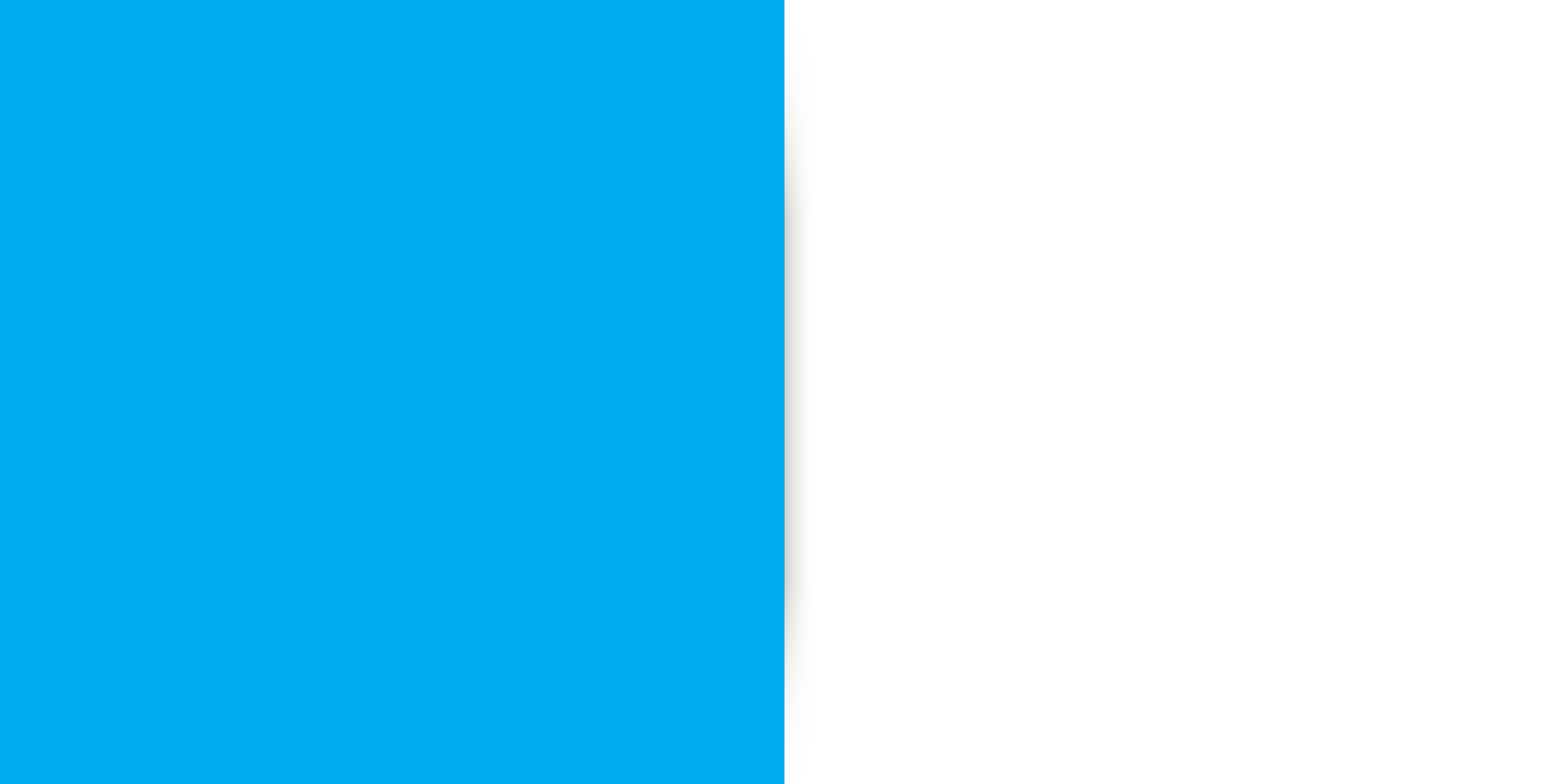




IT4Innovations

DIGITÁLNÍ  
INOVAČNÍ HUB











IT4Innovations#  
národní01\$%&&@1  
superpočítačové  
centrum\$@0@\$0%\$



IT4Innovations  
národní superpočítačové centrum

VŠB – Technická univerzita Ostrava  
Studentská 6231/1B, 708 33 Ostrava-Poruba

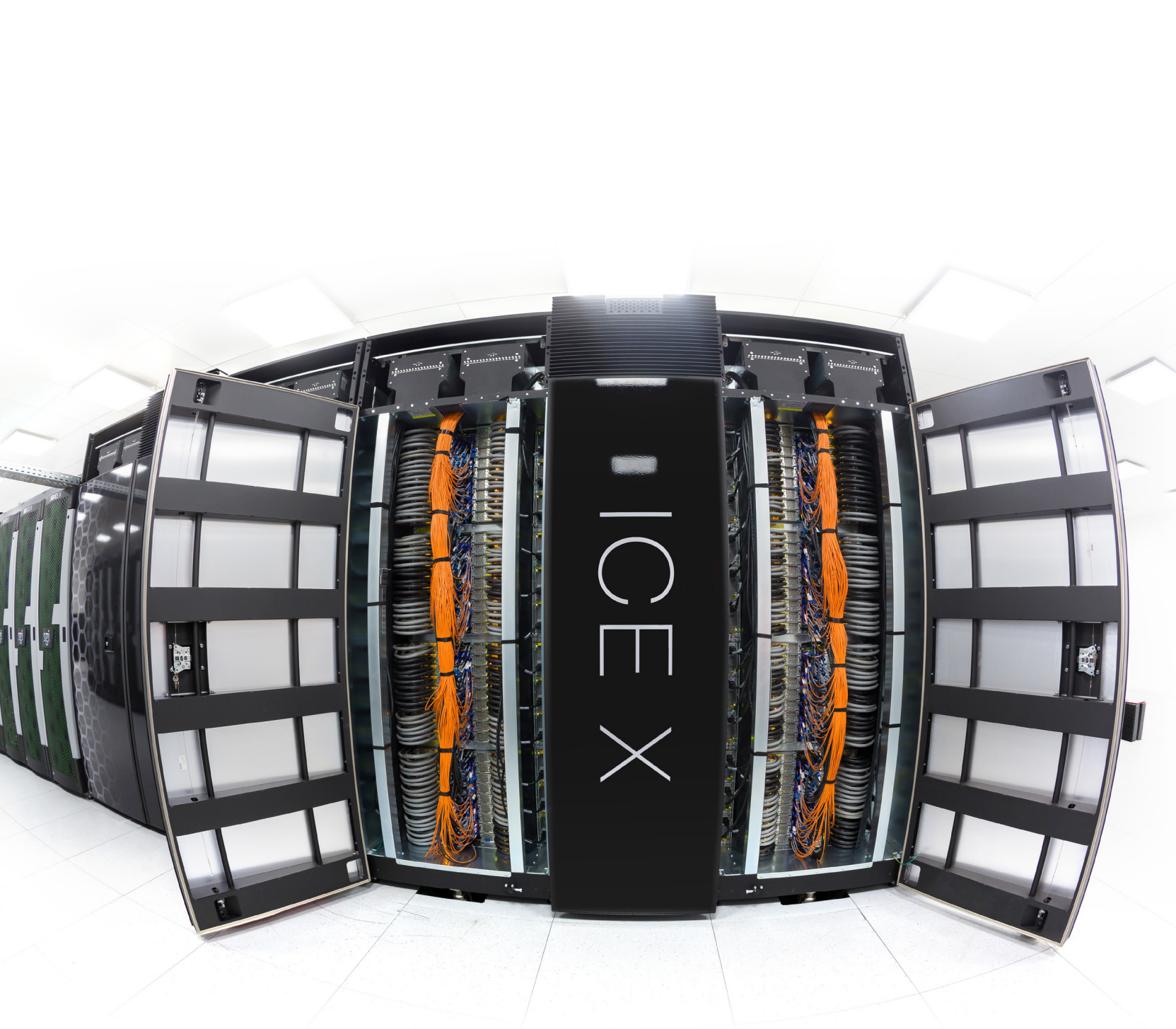
dih@it4i.cz

[www.it4i.cz](http://www.it4i.cz)

# DIGITÁLNÍ INOVAČNÍ HUB

Editoři: Tomáš Kozubek, Tomáš Brzobohatý





Vážení čtenáři,

superpočítače jsou v současné době již nepochybnitelně považovány za nepostradatelné pomocníky vědy. V čím dál větší míře jsou však, díky své schopnosti zvládat velmi náročné výpočty a zpracovávat enormní množství dat, využívány i v řadě průmyslových odvětví, jako je strojírenství, stavitelství, energetika, zdravotnictví, doprava nebo pomáhají zmírňovat dopad přírodních katastrof. IT4Innovations se proto jako národní superpočítačové centrum snaží naplnit své poslání a napomáhat digitalizaci české společnosti a průmyslu prostřednictvím superpočítačové infrastruktury a know-how v oblasti jejího použití. Zejména v oblasti průmyslu se snaží vtáhnout české průmyslové podniky do světa vysoko-výkonnostních výpočtů (tzv. High Performance Computing, zkráceně HPC), umělé inteligence, rozsáhlých datových analýz a ukázat jim, jakým způsobem mohou superpočítače pomoci právě jim. V této publikaci naleznete řadu příkladů naší úspěšné spolupráce s malými, středními i velkými podniky, které již využily našich služeb. Spolupráce s námi má mnoho možností a úrovní: od prostého pronájmu výpočetního času až po komplexní řešení konkrétního problému, které zahrnuje výzkum, vývoj počítačového kódu i jeho samotné nasazení na naší superpočítačové infrastruktuře.

Během naší 7leté historie jsme se zapojili do řady mezinárodních aktivit, sdružení a projektů, které přispívají k rozvoji superpočítačových technologií. Tou první byla celoevropská výzkumná infrastruktura Partnership for Advanced Computing in Europe (PRACE). Je to také evropská platforma European Technology Platform for High Performance Computing (ETP4HPC), která se zaměřuje na definování výzkumných a technologických priorit v oblasti vysokorychlostních výpočtů. Naše práce na poli vývoje algoritmů a optimalizace kódů byla oceněna firmou Intel, když jsme se stali členy prestižní skupiny výzkumných institucí a superpočítačových center z celého světa nazývaných Intel Parallel Computing Center.

Stali jsme se rovněž i významným centrem pro vzdělávání v oblasti HPC. Jsme jedním z tzv. PRACE Training Center, máme rozsáhlý program školení a vytvořili jsme zcela nový doktorský studijní program Výpočetní vědy. Právě vzdělávací aktivity totiž považujeme za klíčové, neboť úspěch v nasazování HPC a obecně všech digitálních technologií do průmyslové praxe i každodenního života je kriticky závislý na dostatku lidských zdrojů vybavených odpovídající odborností.

Naše aktivity směrem k průmyslovým podnikům byly uznány Evropskou komisí, když jsme získali statut úspěšně fungujícího Digitálního Inovačního Hubu (DIH) v oblasti vysoko-výkonnostních výpočtů, umělé inteligence a pokročilých datových analýz. Jsme členy konsorcií několika mezinárodních projektů, jenž mají za úkol pomoci malým a středním podnikům s překonáním bariér, které jim brání v přístupu a využití superpočítačů pro jejich vlastní inovace a rozvoj. Jmenovitě jsou to projekty SESAME NET, InnoHPC, CloudiFacturing, TETRAMAX a Centrum excelence v HPC POP 2, ale také program na podporu malých a středních podniků výzkumné infrastruktury PRACE s názvem SME HPC Adoption Programme in Europe (SHAPE).

Věřím, že vás tato publikace bude inspirovat a že společně nalezneme cestu, jak může HPC pomoci v rozvoji i vašeho podnikání.

VÍT VONDRÁK  
ředitel IT4Innovations





O IT4INNOVATIONS	12
INFRASTRUKTURA	14
PORTFOLIO SLUŽEB	16
Výpočetně náročné modelování a simulace	18
Pokročilé datové analýzy a simulace	20
Vývoj a implementace FEM/BEM simulačních nástrojů	22
Asistence při nasazení kódů na HPC systémy	23
Pronájem výpočetních prostředků	24
Renderování	26
PŘÍKLADY SPOLUPRÁCE	28





## O IT4INNOVATIONS

IT4I



Národní superpočítačové centrum IT4Innovations při VŠB – Technické univerzitě Ostrava zajišťuje provoz nejvýkonnějších superpočítačových technologií v České republice. Vzhledem ke své jedinečnosti a významu se řadí mezi velké národní výzkumné infrastruktury České republiky. V současné době provozuje dva výkonné superpočítače – Anselm a Salomon, přičemž Salomon stále patří mezi evropskou špičku. IT4Innovations je rovněž výzkumným a vývojovým centrem se silnými mezinárodními vazbami a jako takové je aktuálně zapojeno v síťce mezinárodních projektů financovaných zejména z programu Horizont 2020. Od svého založení v roce 2011 je IT4Innovations členem prestižní celoevropské výzkumné infrastruktury PRACE (Partnership for Advanced Computing in Europe), kde reprezentuje Českou republiku. Od roku 2016 je rovněž zapojeno v Evropské technologické platformě pro vysoko-výkonnostní výpočty (ETP4HPC, European Technology Platform for High-Performance Computing), která se zaměřuje na definování

technologických a výzkumných priorit v oblasti vysoko-výkonnostních výpočtů v Evropě. Díky aktivitám týkajících se podpory nasazování náročných numerických simulací a pokročilých datových analýz zejména v malých a středních podnicích je IT4Innovations evidováno Evropskou komisí jako **Digitální Inovační Hub** v oblasti HPC, umělé inteligence a pokročilých datových analýz.

<http://s3platform.jrc.ec.europa.eu>

Od počátku roku 2018 IT4Innovations také participuje na přípravě společného evropského podniku EuroHPC, jenž má za cíl, v rámci spolupráce evropských zemí, podpořit cestu k vybudování vlastního evropského exascalového superpočítače do roku 2022/2023 a tím významně přispět k digitalizaci evropské společnosti a průmyslu.

### Mise IT4I

Realizovat excelentní výzkum v oblasti velmi náročných výpočtů a datových analýz a provozovat přední národní superpočítačovou infrastrukturu, zprostředkovávat její efektivní využití za účelem zvýšení konkurenceschopnosti a inovativnosti české vědy a průmyslu.

### Vize IT4I

IT4Innovations chce být předním superpočítačovým centrem, které poskytuje profesionální služby a realizuje excelentní výzkum v oblasti velmi náročných výpočtů a zpracování rozsáhlých dat ku prospěchu vědy, průmyslu i celé společnosti.



V červnu 2013 jsme uvedli do provozu výpočetní systém ANSELM s teoretickým výpočetním výkonem 94 Tflop/s a o dva roky později superpočítač Salomon s teoretickým výpočetním výkonem 2011 Tflop/s. V době svého uvedení do provozu byl Salomon 40. nejvýkonnějším superpočítačem žebříčku TOP500 nejvýkonnějších superpočítačů světa. Salomon je nejvýkonnějším evropským systémem založeným na první komerčně dostupné generaci koprocesorů Intel Xeon Phi (Knights Corner). Na začátku roku 2019 plánujeme rozšířit naše superpočítače o nový systém s výkonem přibližně 800 Tflop/s, který bude disponovat nejnovějšími dostupnými technologiemi jako například procesory s instrukční sadou AVX-512, akcelerátory architektury V100, jedním výpočetním uzlem s pamětí až 6 TB, 200 Gb/s výpočetní sítí, paměťmi NVMe a technologií BurstBuffer pro akceleraci přístupu na datové úložiště.

Všechny naše superpočítače jsou umístěny v datovém sále v budově IT4Innovations národního superpočítačového centra, s lokací v kampusu VŠB – Technické univerzity Ostrava. Datový sál disponuje cca 500 m² plochy s vyvýšenou podlahou, pod kterou je dostatek prostoru pro systém napájení, přívody a odvody teplé (30–55 °C) a studené vody (6–28 °C) opatřené ventily pro snadné napojení racků chlazených vodou. Sál je vybaven systémem prevence vzniku požáru na bázi aktivního snižování koncentrace kyslíku na úroveň cca 15%, která fyzicky znemožňuje vznik a šíření požáru. Pro výpočetní systémy máme k dispozici až 2,5 MW kapacity plně redundantního příkonu zálohovaného vlastními diesel generátory a cca 500 kW kapacity chladu realizovaných systémem redundantních chladících okruhů s 15 chladicími věžemi. Součástí sálu jsou i redundantní datové přípojky do národní sítě CESNET a dále do Internetu.



Technické parametry výpočetních systémů IT4Innovations

	ANSELM	SALOMON	NOVÝ SYSTÉM
Uvedení do provozu	Q2 2013	Q2 2015	Předpoklad – 2019
Teoretický výkon	94 Tflop/s	2011 Tflop/s	>800 TFlop/s
Operační systém	RedHat Linux 64bit 6.x	RedHat Linux 64bit 6.x, CentOS 64bit 6.x	Linux
Výpočetní uzly	209	1008	198
CPU na uzel	2x Intel SandyBridge, osmijádrový, 2,3 / 2,4 GHz, celkem 3344 jader	2x Intel Haswell, dvanáctijádrový, 2,5 GHz, celkem 24192 jader	2x Intel Cascade Lake, osmnácti jádrový, 2,6 GHz
RAM	64 GB / 96 GB / 512 GB	128 GB / 3,25 TB (výpočetní uzel UV)	192 GB / 6 TB (tlustý výpočetní uzel)
GPU akcelerátory	23x NVidia Tesla Kepler K20	N/A	32x Nvidia Volta V100
MIC akcelerátory	4x Intel Xeon Phi 5110P	864x Intel Xeon Phi 7120P, každý 61 jader, celkem 52 704 jader	N/A
Úložný prostor	320 TiB / home (rychlost 2 GB/s), 146 TiB / scratch (rychlost 6 GB/s)	500 TiB / home (rychlost 6 GB/s), 1638 TiB / scratch (rychlost 30 GB/s)	25 TiB / home 200 TiB / scratch (rychlost 30 GB/s)
Síť	Infiniband QDR 40 Gb/s	Infiniband FDR 56 Gb/s	Infiniband HDR 200 Gb/s





# PORTFOLIO SLUŽEB



## VÝPOČETNĚ NÁROČNÉ MODELOVÁNÍ A SIMULACE

Centrum IT4Innovations nabízí partnerům z průmyslové praxe dlouholeté zkušenosti v oblastech náročných numerických simulací a virtuálního prototypování. Nabízíme provedení simulací fyzikálních procesů v oblastech proudění tekutin, strukturální mechaniky, přenosu tepla, akustiky a elektromagnetizmu. Zaměstnanci IT4Innovations disponují komplexním know-how v oblasti aplikací jak komerčních programových balíčků, jako jsou ANSYS Multiphysics, Fluent, CFX, Comsol Multiphysics, MSC Marc nebo LS-DYNA, tak i nekomerčních open source balíčků, jako jsou OpenFOAM, Code\_Saturne, Code\_Aster, Elmer nebo Calculix.



### Portfolio numerických simulací

#### Strukturální mechanika

- > modální analýzy konstrukcí s výpočtem vlastních frekvencí a tvarů kmitání
- > harmonické analýzy, amplitudo-frekvenční odezva na buzení harmonického a náhodného časového průběhu
- > dynamika rotorových soustav
- > nelineární harmonická rovnováha
- > lineární a nelineární statické analýzy soustav s geometrickými i materiálovými nelinearitami, kontaktní úlohy, plasticita, hyperelastocita, viskoplasticita
- > dynamika rozsáhlých soustav – implicitní/explicitní dynamika
- > simulace rychlých dějů – crash testy / drop testy
- > posuzování mezních stavů souvisejících s porušováním soudržnosti

#### Přenos tepla

- > lineární a nelineární přenosy tepla
- > ustálené stavy a časově závislé děje
- > radiace, solární záření
- > simulace přenosu tepla kontaktem
- > změna fáze/solidifikace

#### Simulace proudění - CFD

- > ustálené a časově závislé řešení proudění tekutin
- > nestlačitelné/stlačitelné proudění
- > turbulentní proudění – RANS/LES/DES
- > pohyblivé sítě, mesh morphing
- > multifázové proudění
- > hoření a spalování

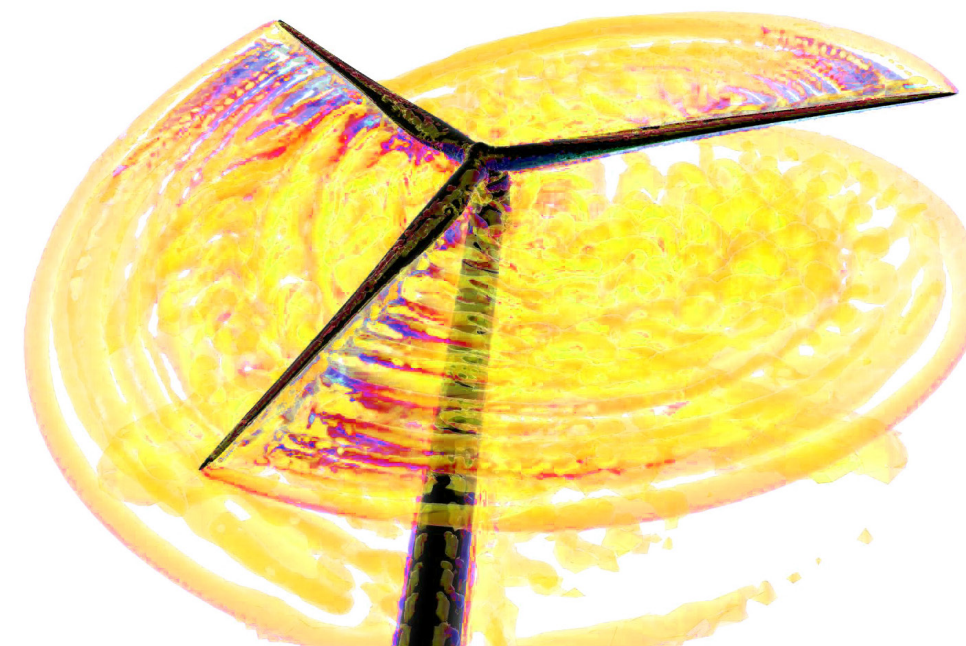
#### Šíření zvukového vlnění

- > aeroakustika, vibroakustika
- > šíření zvukových vln v harmonické oblasti
- > časově závislé simulace šíření zvukových vln

#### Multifyzikální úlohy

- > teplotně-strukturální úlohy
- > CFD – proudění, teplo, radiace, chemické procesy
- > FSI – interakce pevných těles s tekutinou

#### Tvarová a topologická optimalizace





## POKROČILÉ DATOVÉ ANALÝZY A SIMULACE

V oblasti náročných datových analýz se IT4Innovations věnuje zpracování a analýze rozsáhlých dat a simulacím pro různá využití v reálném životě. Jedná se například o podporu řízení a rozhodování v mimořádných situacích, inteligentní navigace, predikce zatížení provozu, modelování šíření záplav, inteligentní města, bioinformatiku a analýzy spolehlivosti. Dále se zabýváme oblastí programových modelů pro distribuované aplikace a jejich efektivní realizací.

### Smart City a dopravní modelování

- > implementace a modifikace algoritmů pro dopravní modelování
- > globální pohled na dopravní infrastrukturu
- > inteligentní navigace
- > řízení dopravního proudu ve městech
- > problematika optimalizačních úloh: optimalizace rozvozu/svozu zboží k zákazníkům
- > interakce dopravního modelování s dalšími tematickými oblastmi (povodně, znečištění)

### Řízení výroby a skladových zásob

- > efektivní řízení materiálových toků
- > predikce prodejů na základě historických dat
- > optimalizace skladových zásob
- > statistické metody analýzy časových řad

### Podpora krizového řízení: Floreon+

- > hydrologické monitorování a modelování
- > sledování aktuální dopravní situace
- > modelování úniku nebezpečných látek
- > monitorování mobility obyvatelstva
- > detekce půdních pohybů
- > modelování interakce krizových jevů

### Bioinformatika

- > genomika a molekulární diagnostika ve spolupráci s pracovišti z lékařské a akademické sféry
- > vývoj a testování bioinformatických nástrojů
- > rozhraní pro přístup k výpočetní infrastruktuře

### Radarové pozorování planety Země

- > identifikace aktivity sesuvů
- > sledování vertikálních pohybů staveb
- > mapování zaplaveného území skrz oblačnost
- > vyhodnocení změn ve vegetaci, například odlesňování

### Analýza biologických obrazů

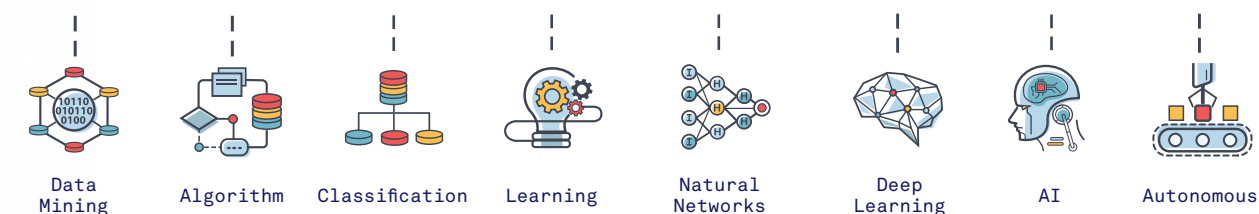
- > zpracovávání rozsáhlých obrazových biologických dat
- > paralelizace zpracování dat z light sheet mikroskopie
- > rozšíření FIJI platformy pro analýzu obrazových dat o modul umožňující zpracování dat na HPC

### Zpracování MRI/CT dat

- > rekonstrukce 3D modelů tkání zpracováním dat z magnetické rezonance a počítačové tomografie
- > vlastní softwarové nástroje pro rekonstrukci obrazu vyvinuté ve spolupráci s Fakultní nemocnicí v Ostravě

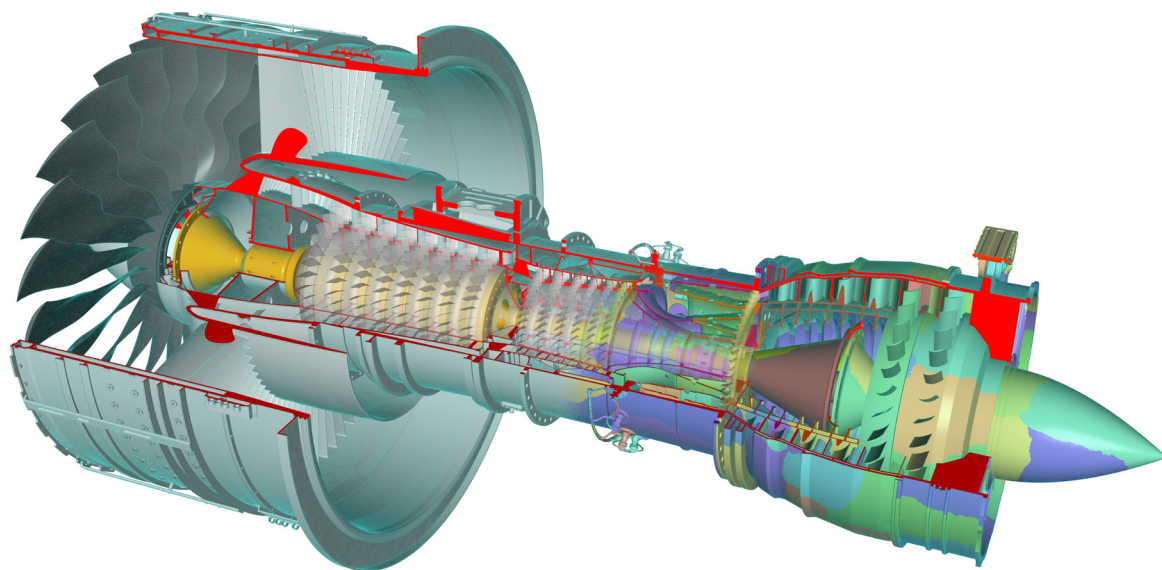


# MACHINE LEARNING





## VÝVOJ A IMPLEMENTACE FEM/BEM SIMULAČNÍCH NÁSTROJŮ



Nabízíme naše znalosti a zkušenosti s vývojem a implementací nových efektivních metod pro výpočetně náročné numerické simulace v oblastech, jako je strojírenství, stavitelství, energetika a biomechanika. IT4I vyvíjí vlastní vysoce paralelní open source simulační nástroj ESPRESO založený na metodě konečných prvků pro efektivní využití dostupné HPC infrastruktury. Bezplatná licence vyvíjeného balíku umožňuje vytvářet plně automatizované simulační řetězce. Přidanou hodnotou tohoto balíku je vysoce škálovatelný řešič založený na metodách doménové dekompozice, který umožňuje plně saturovat výpočetní kapacity nejvýkonnějších superpočítačů dneška a řešit tak komplexní multifyzikální úlohy.

Dále nabízíme tvorbu automatizovaných, na míru šitých, výpočetních nástrojů založených na open source produktech třetích stran, jako jsou OpenFOAM, Code\_Saturne, Code\_Aster, Elmer nebo Calculix. Pro všechny výše uvedené produkty můžeme kromě provedení samotných výpočtů nabídnout i technickou a odbornou podporu spojenou s HPC technologiemi.

## ASISTENCE PŘI NAsAZENÍ EXISTUJÍCÍCH KÓDŮ NA HPC SYSTÉMY A JEJICH OPTIMALIZACE

Nabízíme podporu při nasazení existujících kódů jak na HPC systémy IT4I, tak na systémy našich partnerů. V rámci této podpory jsme při nasazení na HPC platformy schopni asistovat v profilování daných kódů a jejich případné optimalizaci. IT4Innovations je od roku 2018 členem Centra excelence POP2 (Performance Optimization and Productivity) v rámci programu H2020, jehož hlavní náplní je asistence s analýzou paralelních aplikací, identifikace problémových částí kódu a doporučení

optimalizačních technik vedoucích k vyššímu výkonu a lepší škálovatelnosti dané aplikace. Po dobu běhu tohoto projektu nabízíme naše služby bez poplatku, a to jak akademickým a výzkumným institucím, tak komerčním organizacím se sídlem v EU. Přesnou nabídku služeb je možné nalézt na stránkách projektu:

<https://pop-coe.eu/services>





# PRONÁJEM VÝPOČETNÍCH PROSTŘEDKŮ IT4I

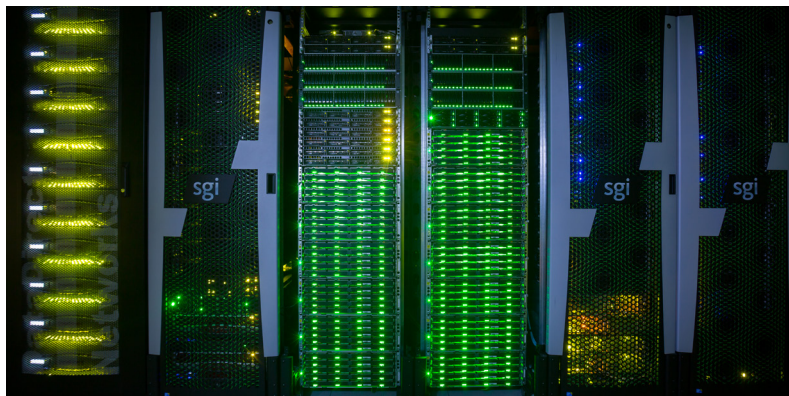
IT4Innovations nabízí podnikům možnost pronájmu výpočetních kapacit provozovaných superpočítačů. Zájemci o tuto službu si mohou zvolit na základě svých preferencí z následujících variant:

## Standardní alokace sjednaná na určité období s předem dohodnutou kvótou

Jedná se o pronájem formou sdíleného přístupu s jinými uživateli s předem dohodnutým celkovým počtem jádrohodin a standardní uživatelskou podporou.

## Alokace přizpůsobená zákazníkovi „na míru“

Zde patří např. výhradní možnost využití předem sjednaného počtu výpočetních uzlů v předem určeném období, která umožňuje okamžitý přístup k výpočetním kapacitám oproti standardní alokaci.



Všeobecné  
obchodní  
podmínky  
pronájmu

Zákazníkovi je po podání žádosti o pronájem předložen návrh smlouvy o pronájmu výpočetních kapacit a je zajištěn nezbytný souhlas s pronájmem ze strany poskytovatele (MŠMT ČR). Po získání souhlasu s pronájmem (obvykle do 14 dnů) obdrží zákazník Smlouvu o pronájmu výpočetních kapacit k podpisu. Zákazníkovi jsou výpočetní kapacity zpřístupněny nejpozději ve lhůtě do 3 pracovních dnů ode dne účinnosti příslušného smluvního vztahu. Cena za jádrohodinu pro rok 2018 v rámci standardní alokace činí 1,20 Kč bez DPH.

**Měrou jednotkou využití pronájmu výpočetního času je 1 jádrohodina, která představuje přidělení 1 jádra po dobu 1 hodiny.**

Technicky je přístup zákazníka k systémům realizován vzdáleně pomocí přístupových serverů. Alokace výpočetních zdrojů, spouštění a řízení úloh je realizováno prostřednictvím workload manager systému PBS Professional. Zákazník má možnost průběžně sledovat množství využitých jádrohodin a je mu poskytnuta standardní uživatelská podpora. Podrobný návod přístupu ke klastru včetně technických a jiných požadavků je uveden v dokumentaci klastřů Salomon a Anselm:

<https://docs.it4i.cz/>

## K podání žádosti o pronájem je zapotřebí:

- > zvolit způsob pronájmu
- > specifikovat počet požadovaných jádrohodin
- > specifikovat dobu pronájmu
- > stručně specifikovat účel pronájmu
- > doložit obchodní údaje (obchodní název objednatele, sídlo objednatele, IČ a DIČ)

## Příklad pronájmu výpočetního času

Spolupráci s naším centrem navázala formou pronájmu výpočetních prostředků IT4Innovations například státní organizace Ústav pro hospodářskou úpravu lesů. Tato instituce využila HPC technologie IT4Innovations pro komplexní výpočty sledování lesního pokryvu ČR a lesních změn prostřednictvím dat družicového dálkového průzkumu Země. Za tímto účelem byla využita volně dostupná data evropského programu Copernicus, družic Sentinel-1 a Sentinel-2. Odborníci z IT4Innovations rovněž aktivně spolupracovali na vývoji nových algoritmů pro využití v oblasti lesnictví.

## Ing. Marek Mlčoušek

Ústav pro hospodářskou úpravu lesů

Spolupráce s IT4I je pro nás klíčová – bez přístupu k HPC zdrojům, které IT4I nabízí, bychom nebyli schopni realizovat jednu z našich činností, kterou je hodnocení zdravotního stavu a vývoje lesních porostů pomocí dat dálkového průzkumu Země. Tuto činnost zabezpečujeme periodicky, a to pro celé území České republiky. V této souvislosti je nutné provádět výpočetně náročné úlohy, kterými jsou např. atmosférické korekce všech pořízených satelitních dat Sentinel-2, následná automatizovaná tvorba bezoblačných scén pro celou Českou republiku a další. Toto jsou úlohy, které vyžadují „big data“ přístup, který není na běžných desktopových počítačích možný provést v celostátním měřítku. Kladně hodnotíme rovněž vstřícný přístup a kvalifikovanou podporu ze strany IT4I, kdy jsme v prvním roce vývoje naši metody mohli naše řešení implementovat v rámci výzkumného projektu.



# RENDEROVÁNÍ

V návaznosti na možnost pronájmu výpočetních prostředků, IT4Innovations nabízí externím partnerům služby v oblasti renderování počítačových 3D scén. Renderování je zpracováno formou rozšíření open source softwaru Blender a k dispozici je využití dvou výpočetních režimů v závislosti na typu alokovaných HW prostředků. První režim využívá pro rendering pouze standardní CPU architekturu, druhý pak kombinuje akcelerátory Intel Xeon Phi (MIC) pro rendering s jedním CPU pro pre-processing a post-processing. Druhý režim je v porovnání se standardním přístupem využívajícím pouze klasickou CPU architekturu zhruba 2x levnější, ovšem klade větší nároky na čas výpočtu.

## Cenové porovnání obou variant na typických benchmarkových scénách

Ceny jsou uvedeny v Kč bez DPH.

1/ **CLASSROOM**  
by Christophe Seux



2/ **FISHY CAT**  
by Manu Jarvinen



3/ **BARBERSHOP**  
CC-BY-SA, Blender Institute, based on Agent 327 comics  
© Martin Lodewijk



MIC

CPU



4/ **PABELLON BARCELONA**  
by Claudio Andres



5/ **BMW BENCHMARK**  
from Mike Pan

6/ **VICTOR**  
CC-BY, from the Gooseberry open movie project

4

5

1

2

3

6



# PŘÍKLADY SPOLUPRÁCE



## VÝVOJ KRANIÁLNÍCH ORTÉZ

Partner

**Invent Medical Group s.r.o. (IMG)**

Odvětví

zdravotnická technika

U novorozenců, zejména u těch předčasně narozených, se mohou v prvních měsících jejich života objevit deformace lebky. Standardním léčebným postupem v těchto případech je použití plastových kraniálních ortéz. Tyto ortézy jsou relativně těžké, nevzhledné, neprodyšné a je zapotřebí je v průběhu léčby upravovat tak, aby „rostly“ společně s dětskou hlavičkou. Tyto úpravy, stejně jako prvotní výroba, jsou časově velmi náročné a pro malé pacienty nepohodlné.

Invent Medical Group s.r.o. je start-up společnost zabývající se návrhem a výrobou kraniálních ortéz metodou 3D tisku. Tyto ortézy jsou geometricky a funkčně velmi komplexní a v současné době je jejich tvorba závislá na zkušenostech návrhářů a odborných pracovníků.

Spolupráce mezi IT4Innovations a IMG má za cíl mnohé z těchto manuálních postupů zautomatizovat, a tím i zjednodušit a zrychlit celý proces. V rámci projektů smluvního výzkumu se zabýváme vývojem algoritmů pro automatickou úpravu kraniálních ortéz, aplikací optimalizačních algoritmů pro nalezení optimálního tvaru hlavičky a také využitím metod numerického modelování pro určení tuhosti ortéz. Pro zaručení plné funkčnosti ortézy je potřeba správně určit její tuhost, jelikož právě tuhost ovlivňuje růst dětské hlavičky do požadovaného tvaru. Tato tuhost je v současné době testována v laboratoři za použití speciálních přístrojů. Testování musí být provedeno pro každý nový typ kraniální ortézy, což činí její návrh značně časově i finančně náročný. V rámci spolupráce mezi IT4In-

*K dosažení nejlepších výsledků se používá nejmodernější technologie 3D skenování.*

novations a IMG bylo experimentální testování ortéz v laboratoři nahrazeno metodami numerického modelování s využitím superpočítače. Geometrický model vytvořený návrháři je automaticky převeden na model výpočtový, na kterém jsou vypočteny deformace ortézy pro požadované zatížení. Na základě těchto výpočtů je možné upravit výsledný návrh tak, aby splňoval požadavky na tuhost, případně je možné porovnávat jednotlivé návrhy.



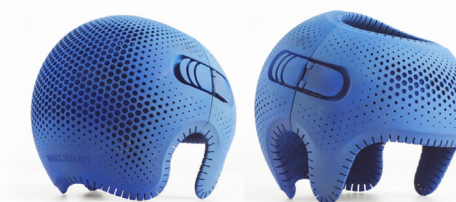
### Ing. Jiří Rosický, CSC.

Invent Medical Group s.r.o.

Spolupráce s IT4I je pro naši firmu významným přínosem. Jsme přesvědčení, že i náš obor - zakázková ortotika a protetika - se nevyhne technologickým trendům, mezi kterými je pro nás nejdůležitější digitalizace a automatizace návrhových a výrobních procesů. S národním superpočítačovým centrem IT4Innovations řešíme řadu projektů - automatizaci a optimalizaci CAD procesů, počítačovou simulaci napětově-deformačních stavů a vývoj zakázkového softwaru pro klinické aplikace.

Od počátku jsme si s IT4I „padli do oka“ - jsme rádi, že můžeme spolupracovat se špičkovou institucí, která kromě výborného technologického záze-  
mí disponuje týmem skutečných a nadše-  
ných odborníků. Věříme, že díky novým řešením, které vznikají ve spolupráci s IT4I, bude naše firma globálním lídrem v digitální etapě zakázkové ortotiky a protetiky. Náš dík patří kolegům v IT4I a všem, kteří vznik a rozvoj této instituce umožnili.

*Ortézy jsou vyráběny metodou 3D tisku.*





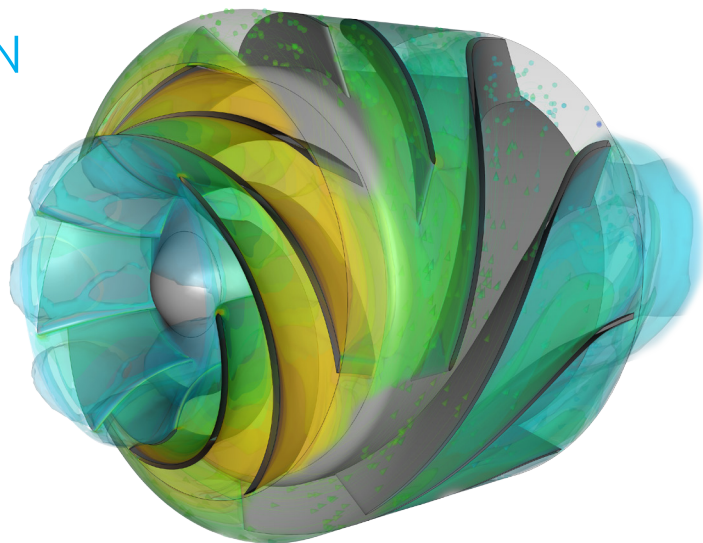
# OPTIMALIZACE ÚČINNOSTI ČERPADEL S VYUŽITÍM OPEN SOURCE ŘEŠENÍ A HPC

Partner

**SIGMA GROUP a.s.**

Odvětví

strojírenství



Ve spolupráci se členy skupiny SIGMA GROUP a.s., moderní a dynamicky se rozvíjející strojírenskou firmou, která stojí v čele uskupení nejvýznamnějších výrobců čerpací techniky v České republice, pracujeme na urychlení a zlevnění optimalizačního procesu lopatkových strojů, jako jsou například odstředivá čerpadla.

Při návrhu odstředivých čerpadel je jedním z nejdůležitějších parametrů jejich účinnost, která je značně ovlivněna tvarem lopatek rotorové i statorové části, nebo tvarem náběžné a odtokové hrany. Pro nalezení optimálního tvaru zmíněných částí tak, aby čerpadla dosahovala nejvyšší možné účinnosti pro co nejširší provozní oblast, je nezbytné provedení velkého množství (desítky až stovky) výpočetně náročných CFD simulací. Počet těchto simulací je úzce spojen s počtem návrhových proměnných ovlivňujících komplexní změny geometrie čerpadla.

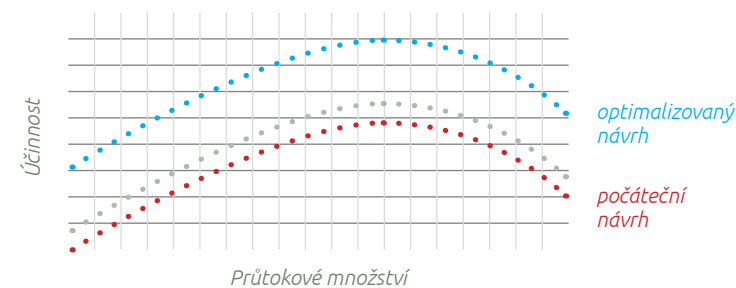
Výsledky CFD simulace pro jednu návrhovou proměnnou, tj. fixní tvar čerpadla, lze při využití několika stovek výpočetních jader obdržet v řádu 0,5–2 dnů v závislosti na velikosti úlohy a počtu použitých výpočetních jader. Při použití standardní pracovní stanice se čas výpočtu jednoho návrhu může pohybovat v řádu týdnů. Komplexní optimalizace čerpadla se tedy v takovémto případě stává nereálnou. Infrastruktura IT4Innovations poskytuje dostatek výpočetních kapacit, které umožňují nezávislé spuštění výpočtů velkého počtu geometrických návrhů současně, což nalezení optimálního řešení zkracuje na řád několika dnů až týdnů, na rozdíl od měsíců až roků při použití standardní pracovní stanice s omezeným výpočetním výkonem.

Standardním zavedeným postupem při optimalizaci čerpadel je využití komerčních nástrojů umožňujících řešení CFD simulací. Jejich použití se při nasazení na HPC infrastrukturu stává ekonomicky nerentabilní z důvodů finanční náročnosti pořízení licencí a omezené možnosti přizpůsobení potřebám zákazníka.

Hlavním cílem společných aktivit je nahrazení komerčního řešení pomocí dostupných open source knihoven a jejich kombinace s in-house softwarovým řešením, které plnohodnotně splňuje potřeby partnera bez dodatečných finančních nákladů vynaložených při pořízování komerčních licencí. Toto řešení ve spojení s HPC infrastrukturou IT4I umožňuje průmyslovému partneru zefektivnit proces návrhu nových zařízení a snížit tak náklady vývojového cyklu.

**98% časová úspora**  
návrhu s pomocí HPC oproti  
standardní pracovní stanici

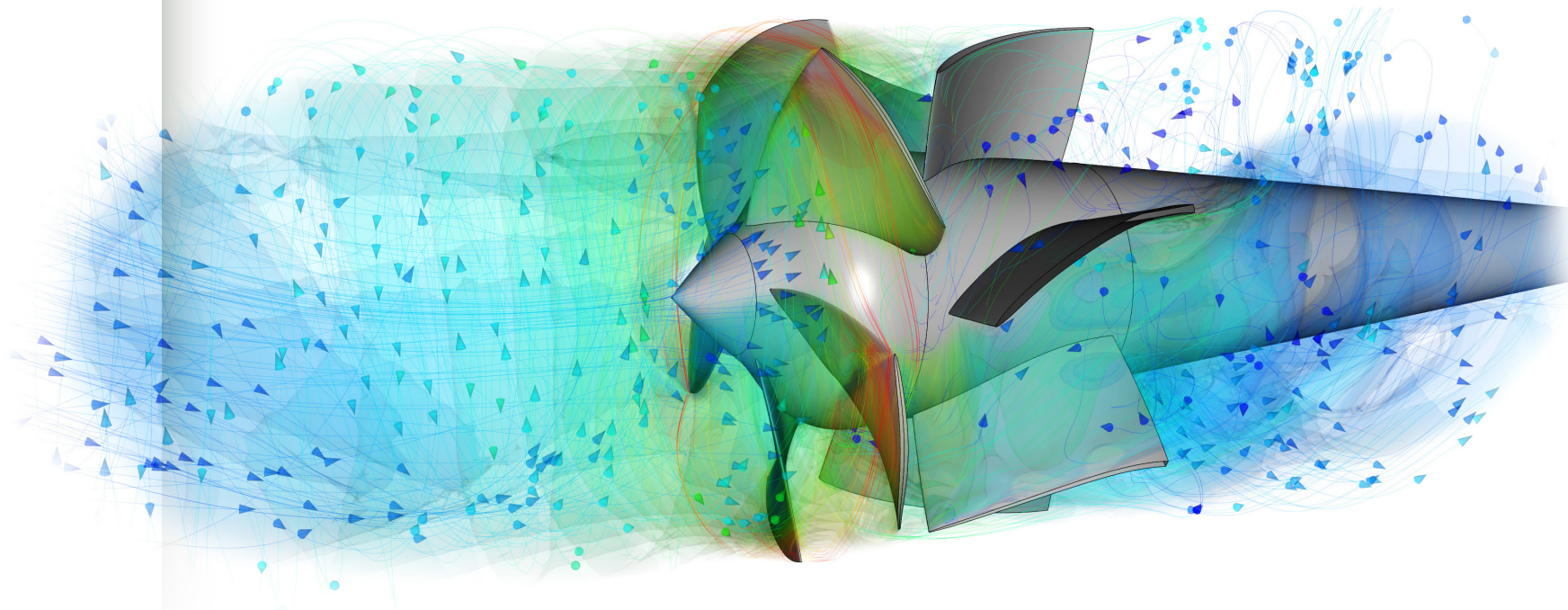
Značná úspora **finančních** nákladů



**Mgr. Tomáš Krátký**

SIGMA Výzkumný a vývojový ústav, s.r.o

Spolupráci s IT4I hodnotíme jako velice přínosnou. Přechod k „velkému“ HPC se pro potřeby vývoje čerpadel postupem času stal nezbytným, technická náročnost a naše nezkušenost s podobnými řešeními však představovaly obtížně překonatelnou překážku. Odborníci z IT4Innovations dokázali přispět komplexním řešením, od pomoci s konfigurací clusteru až po spuštění výpočtů a skriptů na míru. Díky tomu, že mnozí mají navíc technické vzdělání a zkušenosti se společnými projekty s průmyslovými partnery, byla komunikace velice snadná.





Partner

**Fakultní nemocnice Ostrava**

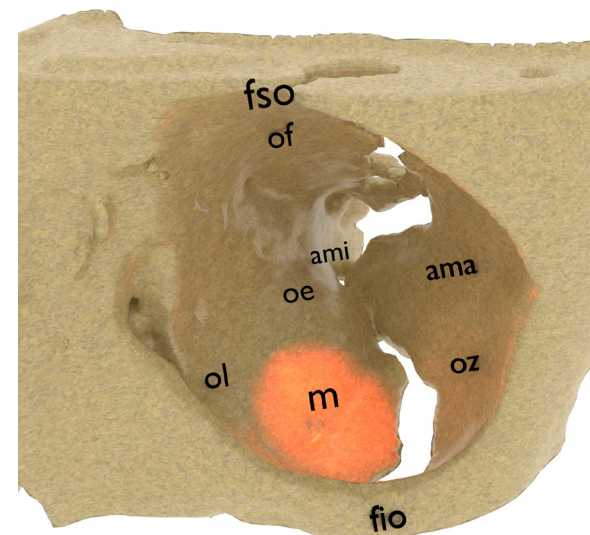
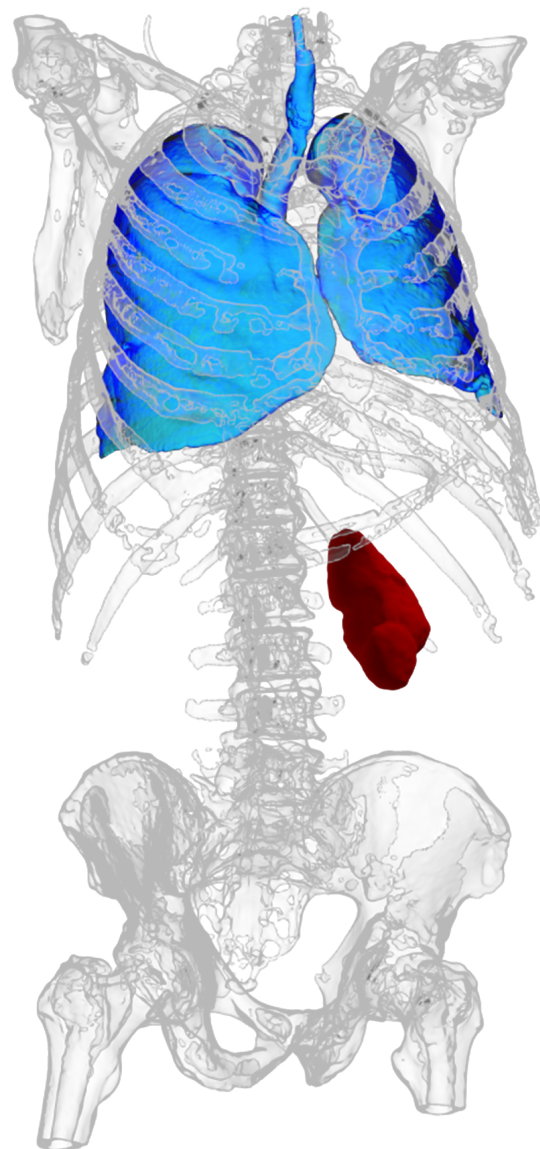
Odvětví

zdravotnictví

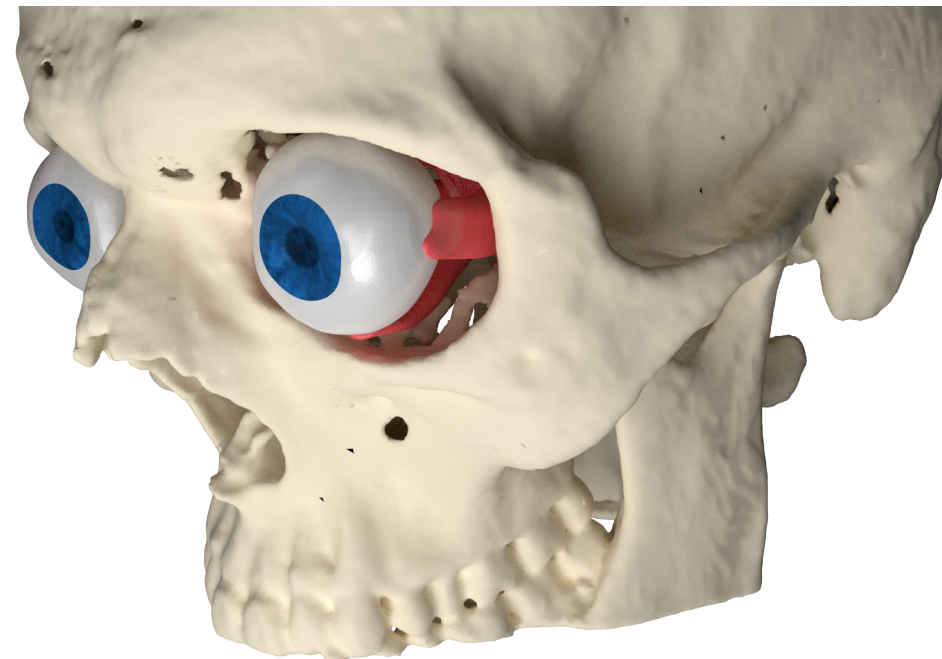
Zdravotnictví je jedním z oborů lidské činnosti, kde při vyšetřování pacientů vzniká obrovské množství dat. Tento objem se každým dnem neustále zvětšuje, což klade stále větší důraz na jejich zpracování, uchovávání a zabezpečení. Jedním z příkladů běžně dostupných diagnostických přístrojů produkujících obrovský objem dat jsou počítačová tomografie (CT) a magnetická rezonance (MR). Ačkoliv jsou tyto přístroje vybaveny softwarem umožňujícím tvorbu virtuálních 3D modelů orgánů na základě snímků z CT nebo MR, je tento proces časově velmi náročný a pracný, protože vyžaduje řadu vstupů ze strany odborného personálu. Cílem společných aktivit je nejen proces tvorby 3D modelů z CT a MR snímků zautomatizovat, ale využít jej také jako nový zdroj informací pro další výzkum.

Jedním z příkladů, kdy je možno ze 3D modelu získat informaci, která je jinak nedostupná, je přesné měření velikosti fraktury očníce. Při rozhodování, zda pacient podstoupí operaci nebo bude použita konzervativní léčba, je velikost fraktury očníce jedním z hlavních rozhodovacích kritérií. V současné době je však možné tuto velikost určit pouze přibližně na základě CT snímků a zjednodušeného empirického přístupu.

Naši výzkumníci společně s lékaři z Fakultní nemocnice Ostrava vyvíjejí novou metodologii pro přesné měření velikosti fraktury očníce s využitím 3D modelů vytvořených ze snímků CT nebo MR. Tato nová metodologie využívající kromě algoritmů pro zpracování obrazu také statistické metody umožní přesnější diagnostiku při úrazech očníce.



Kostěná anatomie očníce: fso – foramen supraorbitale, fio – foramen infraorbitale, ama – ala major ossis sphenoidalis, ami – ala minor ossis sphenoidalis, oz – os zygomaticum, oe – os ethmoidale, ol – os lacrimale, m – maxilla. Spodina (maxilla) bývá jednou z nejvíce postižených míst očníce.

**MUDr. Jan Štembírek, Ph.D.**

Fakultní nemocnice Ostrava

V současnosti je měření defektu zlomeniny očníce z vyšetření počítačovou tomografií (CT) často nepřesné a zkreslené pro nepravidelný tvar traumaticky vzniklého defektu, ale i spodiny očníce. Tyto informace však mohou hrát důležitou roli při rozhodování lékaře ohledně chirurgické nebo konzervativní terapie těchto zlomenin. Díky velmi dobré spolupráci s IT4Innovations nyní vyvíjíme softwarovou aplikaci, která by nám umožnila přesné měření těchto defektů spolu s velikostí očníce z CT vyšetření. Tato aplikace může v budoucnosti hrát důležitou roli při tvorbě indikačních kritérií u terapie zlomenin očníce.



## VÝVOJ VLAKOVÝCH SEDADEL

Partner | **BORCAD cz s.r.o.**  
Odvětví | strojírenství, doprava



Počátek spolupráce mezi předním evropským výrobcem kolejové techniky společností BORCAD cz s.r.o. a IT4Innovations se datuje od roku 2012. V tomto roce v rámci projektu podpořeného Technologickou agenturou České republiky (TAČR) vznikl společný tým výzkumníků z řad IT4Innovations a konstruktérů z firmy BORCAD cz s.r.o. s cílem vyvinout novou generaci vlakových sedadel pro příměstskou a dálkovou přepravu. Základní požadavek ze strany firmy byl, aby výsledná sedadla splňovala přísná bezpečnostní kritéria, potřebná pro prodej sedadel na britském, respektive kanadském trhu. Bezpečnost se ověřuje tzv. nárazovými zkouškami (crash testy). Tyto zkoušky jsou nejen velmi drahé, ale také časově náročné, protože fyzický prototyp sedadla musí být vyroben a odeslán k testování do certifikované laboratoře. V případě neúspěšného testu musí být celý proces zopakován, což zvyšuje náklady na vývoj nového produktu. S využitím virtuálního pro-

totypování, které je založeno na metodách numerického modelování a na simulacích, je možno riziko neúspěšného testu značně snížit.

V rámci testování byly prováděny jak testy integrity, kdy testované sedadlo musí vydržet náraz bez toho, aby došlo k jeho destrukci, tak i biometrické testy poranění, k nimž se používají figuríny stejně jako při nárazových testech v automobilovém průmyslu. Při návrhu vlakových sedadel je hlavním omezením rovněž jejich váha, která z důvodu konkurenceschopnosti těchto sedadel, musí být co nejmenší. Pokud mají sedadla navíc splnit podmínky bezpečnosti definované britskou normou, musí být zároveň dostatečně robustní, aby vydržela nárazové testy a současně dostatečně poddajná, aby při nárazu testovací figuríny do sedadla byla splněna biometrická kritéria. V rámci projektu byl existující systém návrhu a testování prototypů sedadel změněn tak, že nejprve jsou veškeré konstrukční změny

ověřeny metodou matematického modelování. Teprve poté, co jsou splněna veškerá kritéria, je vyroben fyzický prototyp, který se zasílá na testování do laboratoře.

Prvním významným úspěchem byla spolupráce na certifikaci regionálního sedadla Regio. Sedadlo splňuje náročné dynamické požadavky normy GM/RT2100 včetně implementace sklopného stolku, jehož konstrukce zvyšuje nároky na certifikační proces. Za pomoci parametrických studií byl výrazně navýšen interval dovolené rozteče mezi sedadly. Dalším výzkumným problémem bylo uložení sedadel do stěny vlakové skříně tzv. „cantilever“, které je během dynamických testů výrazně ohybově a torzně namáháno. V průběhu výzkumných prací bylo navrženo několik prototypů cantileveru, z nichž dva včetně sedadla Genio získaly certifikaci podle normy GM/RT2100. Dalším významným úspěchem byl návrh bezpečnostních úprav prototypu nového

### Mgr. Tomáš Boruta

Sales & Marketing  
BORCAD cz s.r.o.

Díky spolupráci na konkrétních úkolech se zvyšuje napříč firmou úroveň znalostí a zkušeností. Pevně věřím, že se výsledky a přínosy spolupráce začnou velmi brzy projevovat i získáním zakázek na britském trhu a všude tam, kde pasivní bezpečnost veřejné dopravy hraje důležitou roli. Spolupráce v rámci regionu je vysoce efektivní a pro mě osobně to byla a stále je zajímavá zkušenost a radost, že se spousta věcí podařila, a to dokonce lépe, než jsme původně očekávali.



regionálního sedadla Visio. Nové technické řešení totiž umožňuje při nárazu kolen minimální deformaci horní části sedadla. Na základě intenzivní spolupráce s technologií a konstruktéry se podařilo provést certifikaci sedadla ihned při prvním laboratorním testování, aniž by bylo nutné prototyp modifikovat. Za zmínku také stojí úspěšná spolupráce při certifikaci komfortního

sedadla první třídy pro vyhlídkové trať v kanadských horách. Tato sedadla splňují bezpečnostní požadavky dané normou APTA PR-CS-S-016-99, která je specifická pro severoamerický kontinent.

Úspěšnost této spolupráce dokumentuje i získané mezinárodní ocenění evropské sítě výzkumných center HiPE-

AC (European Network of Excellence on High Performance and Embedded Architecture and Compilation). Spolupráce mezi firmou BORCAD cz s.r.o. a IT4Innovations nadále pokračuje. Vyvinutý systém návrhu sedadel se stále s výhodou používá pro vývoj nových typů sedadel dle specifických požadavků nových zákazníků.





# RENDEROVÁNÍ JAKO EFEKTIVNÍ VYUŽITÍ VÝPOČETNÍ SÍLY SUPERPOČÍTAČE

Partner

**Blender Institute**

Odvětví

informační technologie

CC-BY-SA, Blender Institute,  
snímek z Open Movie Agent 327:  
Operation Barbershop – ukázka  
„wireframe“ modelu a finální  
vizualizace, podle komiksu  
Agent327© Martina Lodewijka

Vizualizace počítačem generovaných scén, kde je vyžadováno dosažení reálného vzhledu, je výpočetně velmi náročný proces. Tuto problematiku řeší rendering nebo česky renderování. V současné době se nejčastěji používají renderery, které věrně simulují fyzikální chování světla. Takto je možné dosáhnout velmi kvalitních výsledků nerozeznatelných nebo téměř nerozeznatelných od reálné fotografie.

IT4Innovations v této oblasti úspěšně spolupracuje s Blender Institute, který stojí za vývojem 3D softwaru Blender. Jedná se o open source software pokrývající širokou škálu 3D počítačové tvorby od vytvoření modelu přes jeho animaci až po finální renderování. A právě zde se objevila příležitost ke vzájemné spolupráci. Na IT4Innovations byl modifikován a dále rozšířen

původní renderer Blenderu, který nabízí možnost renderování pouze na výpočetní stanici vybavené grafickým akcelerátorem (GPU). V případě použití na IT4Innovations vyvíjeném modulu CyclesPhi je možné využít pro renderování výpočetní síly celého superpočítače, včetně jeho akceleračních karet typu Intel Xeon Phi, kterými je vybavena zhruba polovina výpočetních uzlů kladru Salomon.

S využitím superpočítače je možné dosáhnout zkrácení renderovacího procesu na zlomek původního času. Jedná se o úlohu ideálně škálovatelnou – to znamená, že při využití desetinásobného počtu výpočetních prostředků lze výpočetní čas zkrátit na desetinu, při stonásobném na setinu atd. Při tvorbě obsahu je tak možné výrazně zrychlit celý produkční proces. Během spo-



lupráce s Blender Institute byl využit superpočítač Salomon pro renderování animovaných propagačních snímků Cosmos Laundromat: First Cycle, Agent 327: Operation Barbershop a aktuálně také snímku Spring.

Hlavním cílem spolupráce mezi IT4Innovations a Blender Institute je vývoj nástrojů umožňujících vzdálené renderování 3D scén a příprava služby Rendering as a Service. Ve výsledku tak bude možné z kteréhokoli počítače provádět renderování náročných scén s využitím výkonu superpočítačového kladru.



## BA. Francesco Siddi

Blender Institute

IT4I sehrálo zásadní roli ve výzkumném a vývojovém procesu během tvorby několika tzv. open movies filmů od institutu Blender. Díky jeho přístupu k superpočítači Salomon bylo možné zrychlit iterace během ladění scén/výkonu, a prostřednictvím maximálního využití renderovacích algoritmů také dosáhnout špičkového vzhledu. Tým centra IT4I vždy velmi otevřeně a profesionálně podporoval naše cíle.

CC-BY-SA, Blender Institute, snímek z Open Movie Agent 327: Operation Barbershop, podle komiksu Agent327© Martina Lodewijka

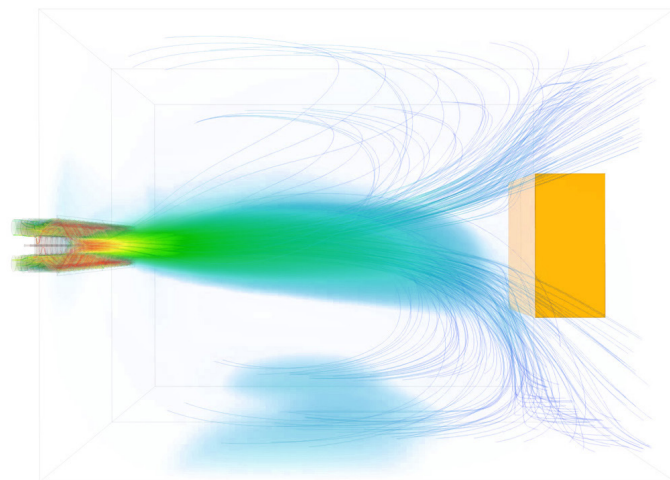
CC-BY-SA, Blender Institute, snímek z Open Movie Cosmos Laundromat: First Cycle





# SIMULACE PROCESU CHLAZENÍ HLINÍKOVÝCH PROFILŮ

Partner | **FERRAM STROJÍRNA s.r.o.**  
Odvětví | strojírenství



Při chlazení hliníkových profilů je důležité, aby byl tento proces zcela pod kontrolou obsluhy chladicího zařízení (tzv. Water Quench). Při výrobě hliníkových profilů opouští profil raznici o teplotě přibližně 500–550 °C, kterou je potřeba za relativně krátkou dobu 15–30 vteřin snížit na požadovanou teplotu 200–250 °C. Tohoto ochlazení je možno dosáhnout ostřikováním povrchu profilu v prostoru Water Quenche směsí vody a vzduchu za použití speciálních trysek.

Společnost FERRAM STROJÍRNA s.r.o. je předním světovým výrobcem zařízení na chlazení hliníkových profilů. Vyvinula revoluční tvar trysek, které urychlují velký objem směsi vody a vzduchu o nízkém tlaku tak, aby bylo dosaženo požadovaného efektu odvodu tepla z povrchu profilu. Speciálně vyvinutá tryska vytváří drobné kapičky vody, které jsou následně smíchány se vzduchem. Tyto kapičky jsou pak

unášeny proudem vzduchu a ostřikují povrch profilu, odebírají teplo a tím profil ochlazují. Správné nastavení Water Quenche se pro každý ochlazovaný profil mění v závislosti na jeho tvaru. Toto nastavení z velké míry závisí na zkušenosti obsluhy, což znesnadňuje opakovatelnost a přesnost tohoto procesu. U nových profilů, u nichž není známo minulé nastavení, to má za následek velkou zmetkovitost v důsledku nutnosti použít metodu pokus-omyl.

V rámci evropského projektu H2020 CloudiFacturing spolupracují IT4Innovations a FERRAM STROJÍRNA s.r.o. na vytvoření numerického modelu proudění tekutin, který by simuloval proces chlazení hliníkových profilů. Z důvodu potřeby zahrnutí všech důležitých fyzikálních procesů, ke kterým při ochlazování hliníkových profilů dochází, je potřeba vytvořit numerický model celého Water Quenche, který sestává ze sedmi

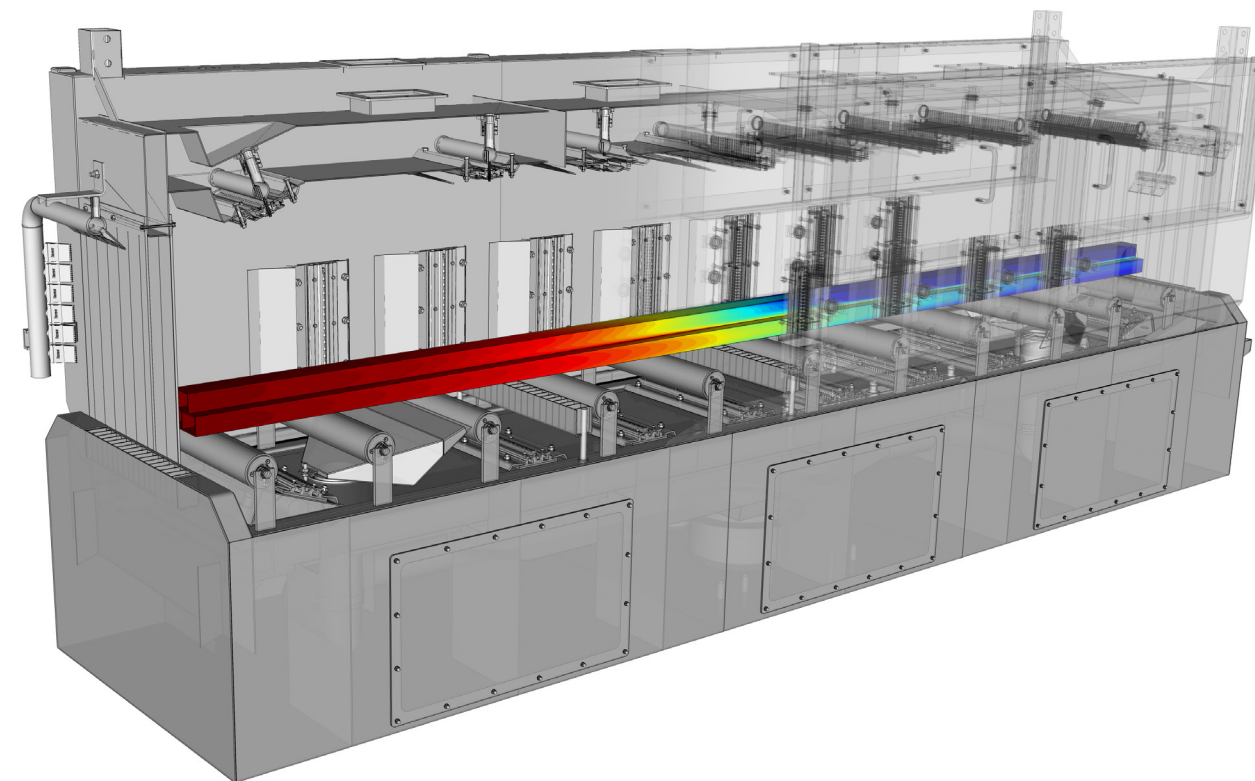
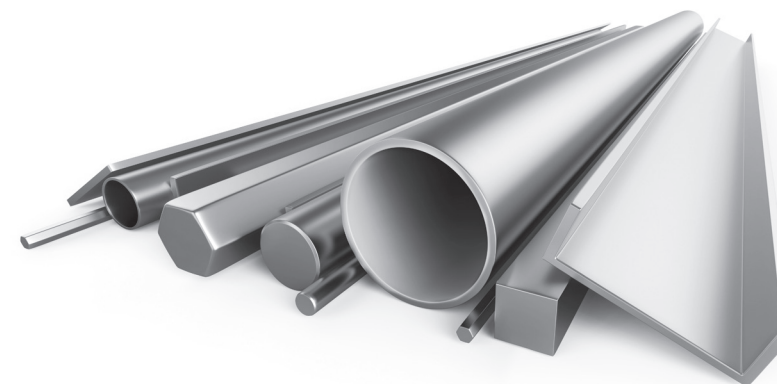
oddělených sekcí, kde každá sekce je opatřena čtyřmi řadami trysek. Navíc každá tryska musí být vymodelovaná do nejmenšího detailu, což vede na stovky miliónů výpočetních buněk ve výsledném numerickém modelu. Takto rozsáhlý model není možné na běžně dostupných pracovních stanicích vyřešit v rozumném čase. Jeho řešení by trvalo několik týdnů, a proto se přímo nabízí využít k řešení superpočítače.

Nově vyvinutá a fyzickými experimenty ověřená metodologie založená na CFD simulacích bude v budoucnu využita firmou FERRAM STROJÍRNA s.r.o. k vývoji nové generace trysek umožňujících vyrábět i zcela nové profily, které není možno v současné době a při použití existujících zařízení uchladiť na požadované teploty.

## Ing. Ondřej Tůma

ředitel a jednatel  
FERRAM STROJÍRNA s.r.o.

V našem odvětví není jednoduché najít takového partnera, který je nejen špičkovým odborníkem v dané oblasti, ale zároveň dokáže být iniciativní při hledání inovativních řešení. A teprve v náročnějších situacích oceníte spolupráci se skutečnými profesionály. IT4Innovations pro nás byla správná volba a v budoucnu se znovu rádi obrátíme na jejich experty.





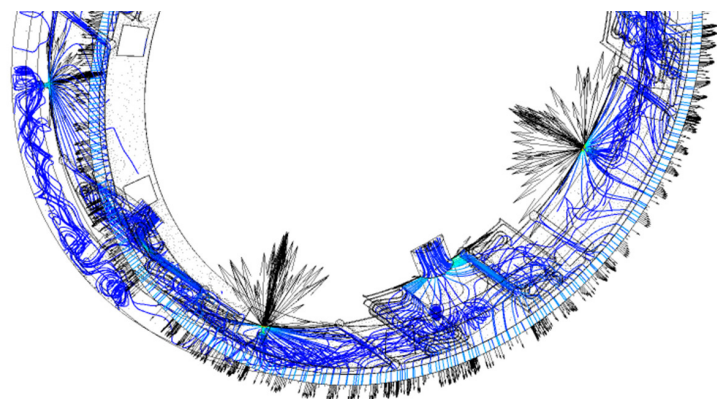
# ZKOUMÁNÍ DYNAMICKÝCH VLASTNOSTÍ SQUEEZE FILMOVÉHO TLUMIČE

Partner

**Doosan Škoda Power s.r.o. (DŠPW)**

Odvětví

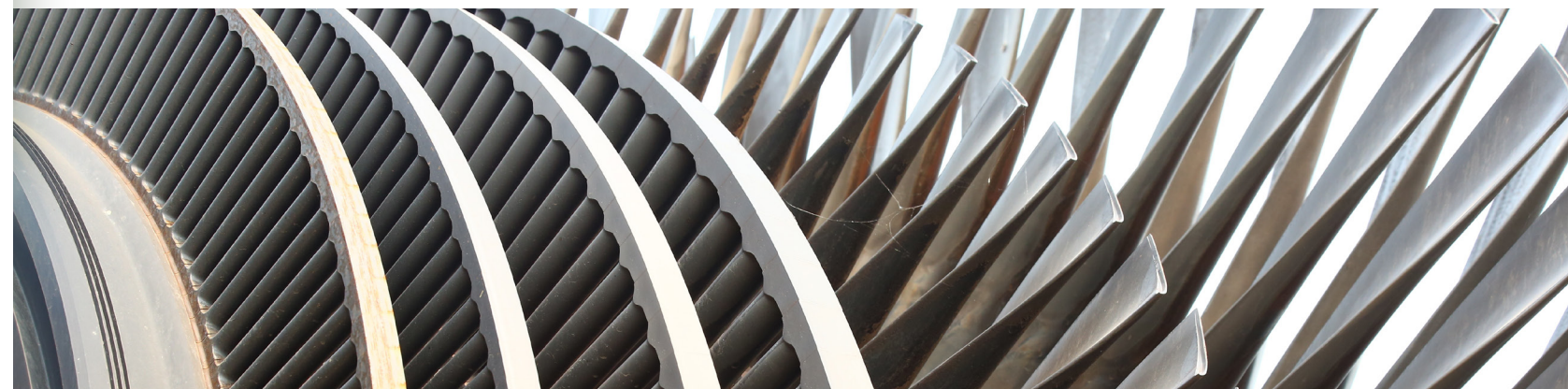
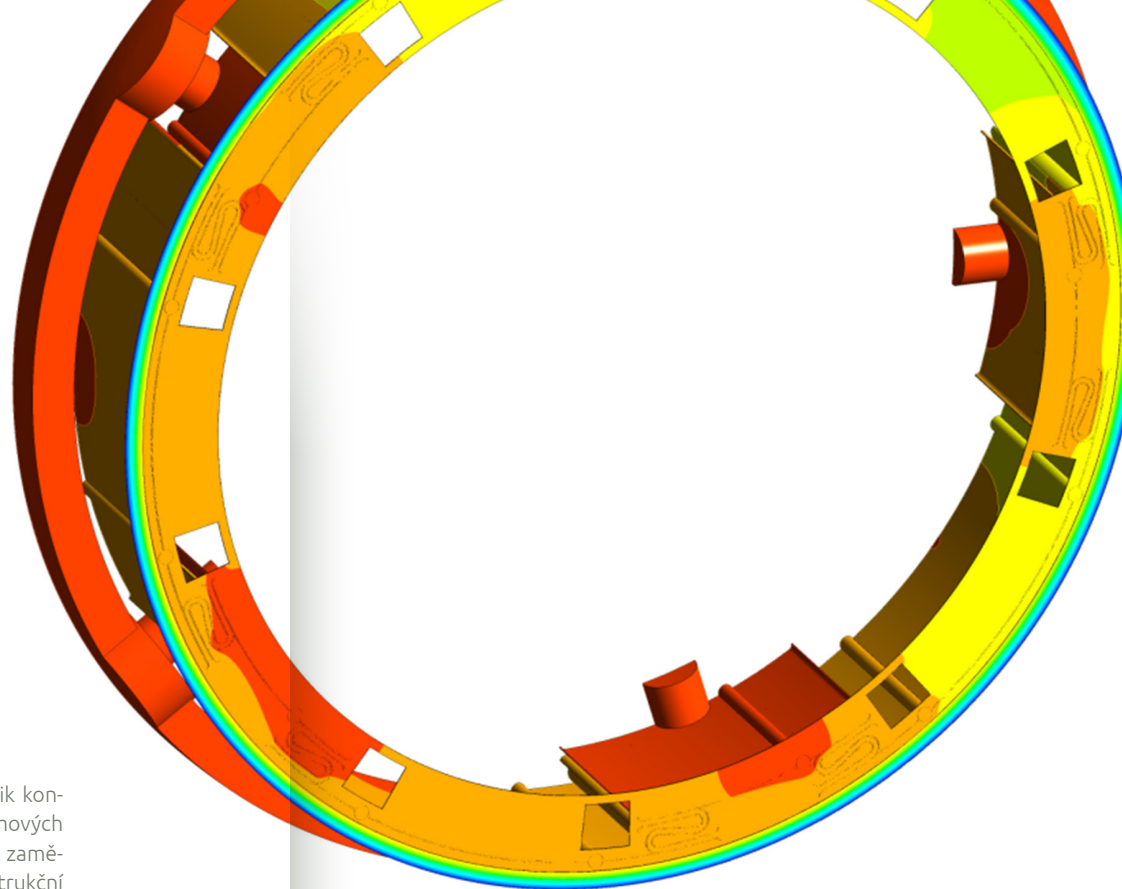
strojírenství, energetika



IT4Innovations spolupracuje se společností Doosan Škoda Power s.r.o., která je předním výrobcem a dodavatelem vysoce účinných parních turbín od 10 MW do 1200 MW, technologických zařízení a služeb pro energetiku. Vzájemná spolupráce je zaměřena na výzkum a vývoj v oblasti tlumení kmitání pomocí squeeze filmových tlumičů u rotačních strojů, jakými jsou například parní turbíny.

Nežádoucí projevy v provozních režimech rotačních strojů, přenášené síly a maximální výchylky příčného kmitání mohou být významně sníženy použitím tlumicích prvků umístěných mezi rotor a jeho stacionární část. Toho lze dosáhnout pomocí squeeze filmového tlumiče. Tento tlumicí prvek vznikne spojením hydrodynamického a valivého ložiska a jeho tlumicí účinek se dosahuje stlačováním tenké vrstvičky olejového filmu.

V současné době existuje několik konstrukčních variant squeeze filmových tlumičů. Výzkumné práce byly zaměřeny na nejmodernější konstrukční uspořádání tlumiče. Hlavním cílem výzkumně vývojových prací bylo stanovení tuhostních a tlumicích koeficientů olejového filmu tlumiče. Efektivním přístupem pro stanovení těchto koeficientů je využití CFD simulací. Ukázalo se, že na standardní pracovní stanici nelze v rozumném čase požadované CFD simulace provést, protože i při využití několika stovek výpočetních jader by jedna CFD simulace trvala přibližně 5 dnů. Za využití HPC infrastruktury IT4I a vzájemné spolupráce mezi odborníky z Doosan Škoda Power s.r.o. a IT4I v oblastech CFD výpočtů, dynamiky rotačních strojů a HPC se úspěšně identifikovaly dynamické parametry tlumiče. Získaná data a zkušenosti průmyslovému partneru pomáhají při efektivním návrhu nových konstrukčních uspořádání squeeze filmových tlumičů.



SLOVO PARTNERA

## Ing. Václav Polreich

vedoucí měření a diagnostiky  
Doosan Škoda Power s.r.o.

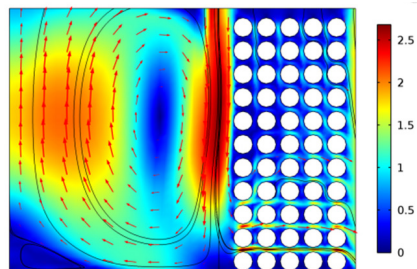
Vzájemná spolupráce byla zaměřena na výzkum a vývoj v oblasti tlumení kmitání pomocí squeeze filmových tlumičů, které jsou v oblasti rotačních strojů využívány pro potlačení nežádoucích amplitud frekvencí subsynchronních složek, a tím přispívají k flexibilnějšímu a bezproblémovému chodu stroje. Spolupráce s pracovníky IT4I byla velmi přínosná. Disponují velmi hlubokými znalostmi v oblasti modelování a CFD výpočtů. Dále mají k dispozici velmi dobré výpočetní zařízení, na kterém jsou schopni v rozumném čase CFD simulace provést. Díky těmto kompetencím bylo možné úspěšně identifikovat dynamické parametry tlumiče. V budoucnu bychom chtěli využít získaných znalostí k návrhu nového tlumiče radiálního ložiska. Nový návrh bude podpořen CFD výpočty a simulacemi týmu IT4I. K ověření vypočtených dynamických koeficientů bude využito testovací zařízení DŠPW.



# VÝVOJ VÝPOČETNÍCH MODELŮ V OBLASTI HUTNÍHO PRŮMYSLU

Partner  
Odvětví

**ITA spol. s r.o.**  
strojírenství

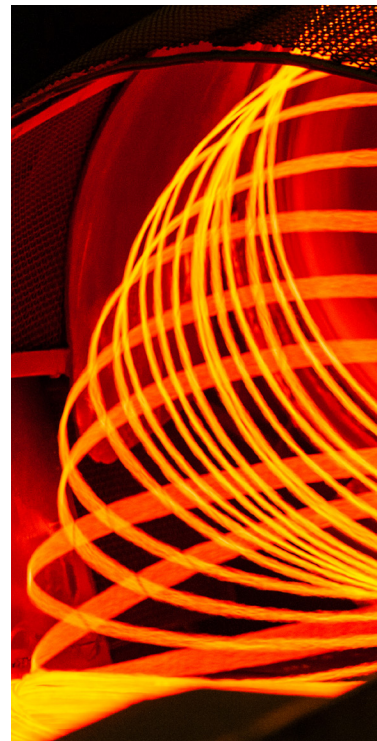


Pracovníci IT4Innovations dlouhodobě spolupracují s ostravskou společností ITA spol. s r.o. Tato firma byla založena v roce 1991 a věnuje se řešení technických problémů souvisejících s hutním průmyslem, a to nejen v oblasti Severomoravského regionu. ITA spol. s r.o. se zabývá moderními technologiemi válcování za tepla a studena, vývojem a optimalizací řídicích systémů válcovacích tratí, počítačovým modelováním hutních procesů a řešením technických problémů a technologických inovací na teplých a studených válcovacích tratích.

Spolupráce s průmyslovým partnerem ITA spol. s r.o. zahrnuje vývoj výpočetních modelů, realizaci výpočetních

simulací na výkonných pracovních stanicích nebo superpočítačích a inženýrském vyhodnocení dosažených výsledků. Tato spolupráce se v posledních letech uskutečňuje prostřednictvím výzkumných projektů podporovaných Moravskoslezským krajem.

Jednou ze společných aktivit byl projekt Výpočtová simulace ochlazování válců během procesu válcování s cílem optimalizovat kvalitu vývalku a životnost válců. V projektu byl vyvinut výpočetní model, byly provedeny výpočetní simulace deformačních, napěťových a teplotních polí a na jejich základě byl optimalizován proces ochlazování válců. Tím došlo ke zlepšení technicko-ekonomických parametrů výroby, pro-



tože se snížila spotřeba chladicí vody, prodloužila se životnost válců a zlepšila se kvalita vývalku.

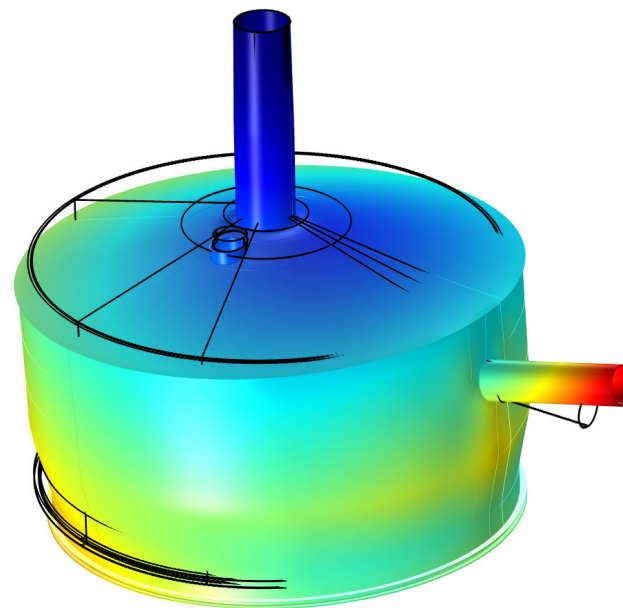
Další společnou aktivitou byl projekt Výpočtové modelování teplotních polí ve svitcích z drátů a pásů. Za účelem zachování požadovaných mechanických vlastností ocelových drátů a pásů musí po vyválnování bezprostředně následovat jejich řízené dochlazení, kdy je teplota držena v předepsaných mezích. Řídicí systémy pro optimální dochlazení využívají predikce teploty, proto byl v rámci projektu vyvinut efektivní výpočetní model k výpočtu teplotního pole ve svitku.

**Ing. Daniel Hajduk, Ph.D.**

jednatel  
ITA spol. s r.o.

Naše spolupráce je jedinečná v tom, že odborníci z IT4I znají inženýrské pozadí řešených problémů, a to využívají k tvorbě výpočetních modelů, znají a umějí využívat rychlé a efektivní algoritmy k jejich řešení na výpočetních stanicích, ale i superpočítačích.

V následujícím období bychom chtěli spolupracovat s IT4I na společném výzkumu zaměřeném na tvorbu multifyzikálních modelů technických problémů, k jejichž řešení bychom chtěli využít vlastní softwarové produkty, které ovšem nejsme pro komplexnost těchto modelů sami schopni vytvořit.





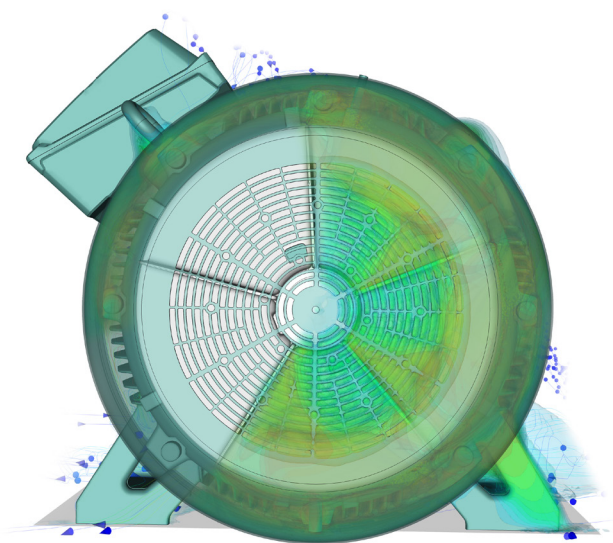
# OPTIMALIZACE VENTILAČNÍHO UZLU ASYNCHRONNÍHO ELEKTROMOTORU

Partner

**Elektromotory Frenštát  
odštěpný závod Siemens s.r.o.**

Odvětví

energetika, strojírenství



Ve spolupráci s odborníky ze společnosti Siemens s.r.o. pracujeme na vývoji optimálního návrhu ventilačního uzlu zajišťujícího efektivní chlazení asynchronního elektromotoru. Odštěpný závod Elektromotory Frenštát patří mezi přední světové dodavatele nízkonapěťových asynchronních elektromotorů. K jejich hlavním zákazníkům patří výrobci čerpadel, kompresorů a klimatizačních zařízení. Jednou z priorit firmy Siemens s.r.o. je výroba elektromotorů s vysoce účinným systémem chlazení, který zajišťuje bezproblémový chod zařízení i v extrémních podmínkách.

Při návrhu aktivního ventilačního uzlu zabezpečujícího efektivní chlazení elektromotoru je nutné zajistit přívod co možná největšího objemu vzduchu a ten rozvést na maximální možnou

plochu kostry elektromotoru pro zajištění dostatečného odvodu tepla generovaného elektromagnetickými jevy. Optimální návrh ventilačního uzlu nesmí svou konstrukcí negativně ovlivnit chod elektromotoru navýšením mechanických ztrát či nepřiměřeným generováním hluku.

Pro nalezení optimálního návrhu splňujícího výše definované parametry je nezbytné provedení desítek výpočetně náročných simulací proudění. Díky dostupné HPC infrastruktuře IT4I v kombinaci s využitím open source softwarového řešení je možné provedení simulací proudění na celém elektromotoru bez jakýchkoli tvarových zjednodušení. Tímto postupem lze plně nahradit laboratorní měření virtuálním modelem, což vede k urychlení procesu

návrhu ventilačního uzlu a umožňuje posouzení dopadu jednotlivých změn na jeho funkčnost bez nutnosti vytvářet fyzický prototyp.

S použitím infrastruktury IT4I v synergii s dostupným know-how v oblastech simulací proudění je možné provedení několika s měřením srovnatelných simulací ustáleného stavu do dvou hodin a plně transientního modelu do dvou dnů, a to na plném modelu elektromotoru bez geometrických zjednodušení. Simulace jednoho návrhu s použitím běžné pracovní stanice se pohybují v řádech dnů pro simulace ustáleného stavu nebo v řádu měsíců pro jednu časově závislou simulaci, což prakticky, na rozdíl od použití moderní HPC infrastruktury, znemožňuje přesun návrhu do oblasti virtuálního prototypování.

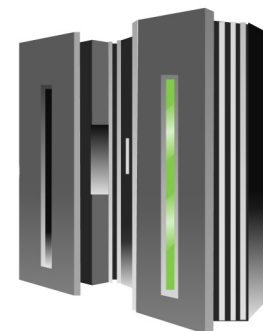
## Ing. Igor Majer

vedoucí vývojového centra Ostrava  
Siemens s.r.o.

Přestože je spolupráce s národním superpočítačovým centrem teprve v počátcích, již dnes v ní, co se týče oblasti inovačních a výzkumných projektů, vidím velký potenciál. V poslední době slýcháváme často o Průmyslu 4.0, digitalizaci nebo digitálních dvojčatech. A právě tento výzkumný projekt je pěknou ukázkou toho, že v Siemensu se řada zajímavých digitalizačních projektů realizuje. Pevně věřím, že tyto společné aktivity jsou dobrým předpokladem pro zvýšení konkurenceschopnosti našich výrobků a v budoucnu přinesou i mnohá inovativní řešení.

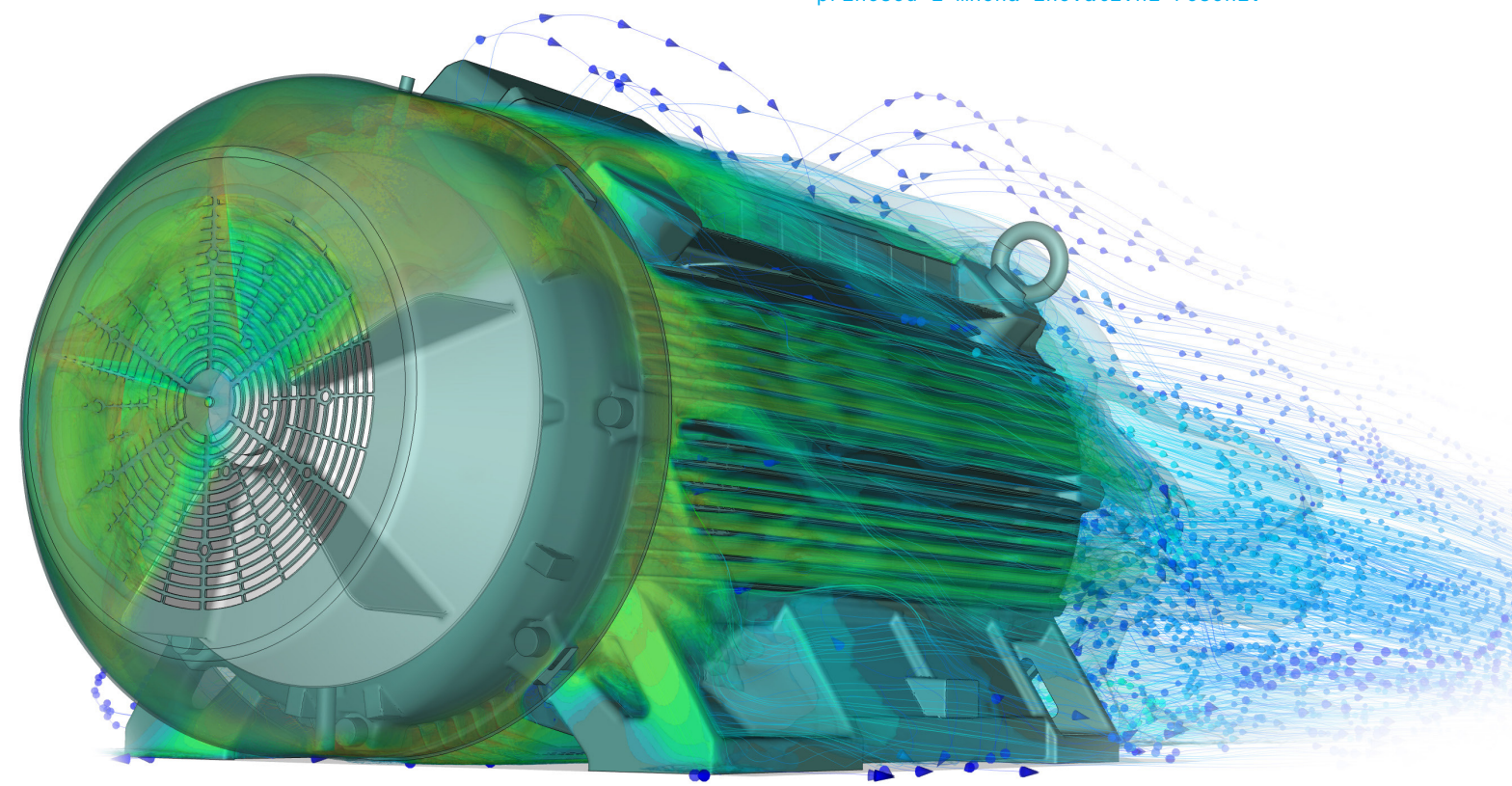


WORK STATION



HPC CLUSTER

**Značná časová úspora  
návrhu pomocí HPC oproti  
standardní pracovní stanici**



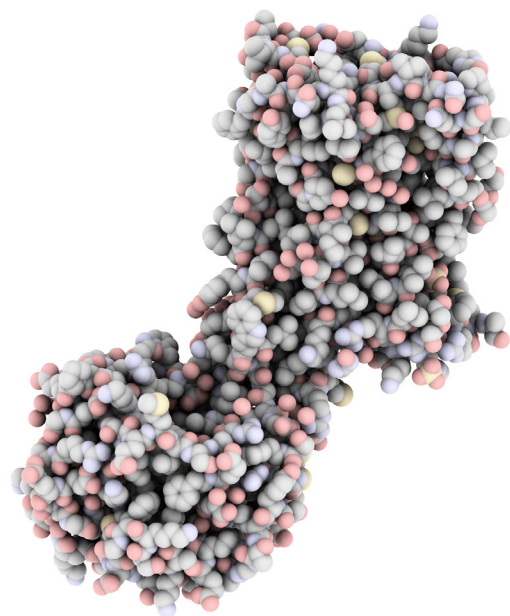


# STROJOVÉ UČENÍ PRO VÝVOJ LÉČIV

Partner

**Janssen Pharmaceuticals**

Odvětví

informační technologie,  
farmaceutický průmysl

Aplikace strojového učení nalézají uplatnění v nejrůznějších oblastech lidské činnosti počínaje energetikou přes průmyslovou automatizaci, robotiku, automobilový průmysl a biomedicínu. Na průmyslové úrovni tyto aplikace obvykle zahrnují sérii vzájemně propojených data-zpracovávajících kroků.

V rámci evropského projektu ExCAPE programu Horizont 2020 spolupracujeme s farmaceutickými firmami na vývoji nových léčiv pomocí strojového učení na superpočítačích. Možnost přesné predikce aktivity chemických sloučenin zásadně snižuje náklady a časovou náročnost celého procesu a má významný dopad na inovaci léčebných procesů a rozšíření možností medikace.

Pro tento účel byla vyvinuta řada nástrojů umožňujících čelit této výzvě. Za IT4Innovations je to open source software HyperLoom umožňující efektivní rozložení souvisejících výpočetních úloh na distribuované výpočetní systémy.

Pomocí softwaru HyperLoom mohou uživatelé jednoduše definovat závislosti mezi výpočetními úlohami a vytvořit plán, který pak spustí na vysoce výkonném výpočetním systému. Software přitom umožňuje spouštění výpočetních plánů, které obsahují širokou škálu typů úloh, od nativních poskytujících základní funkcionalitu, přes úlohy definované uživatelem, až po úlohy zapouzdřující aplikace třetích stran, včetně možnosti jejich kombinace.

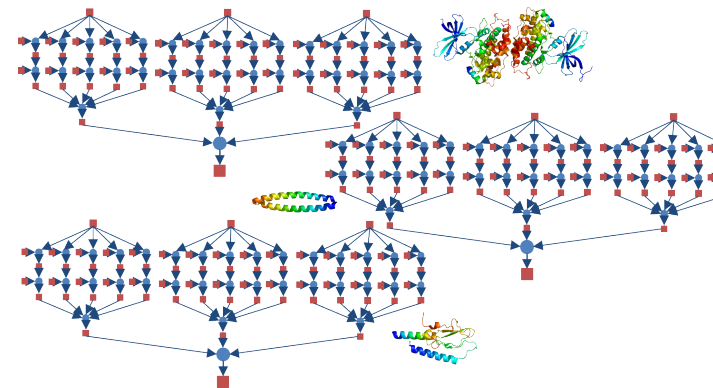
HyperLoom byl navržen tak, aby samotná režie plánování a spouštění úloh byla minimální a aby dokázal efektivně zpracovat různé výpočetně náročné úlohy. Výpočetní jádro softwaru je implementováno v jazyce C++ a dokáže dynamicky spouštět úlohy na dostupných výpočetních zdrojích s ohledem na uživatelem definované požadavky jednotlivých úloh. Samotné jádro HyperLoomu se skládá ze serverové komponenty a několika pracovních komponent. Serverová je zodpovědná

za plánování a spouštění úloh na pracovních komponentách, které běží na výpočetních uzlech. Plány se pak definují a odesílají na server pomocí Python rozhraní.

Výkonnostní testy prokázaly, že HyperLoom umožňuje spouštění plánů obsahujících stovky tisíc úloh s dopředu neznámou délkou běhu na desítkách až stovkách výpočetních uzlů. Tento obecný nástroj navíc nachází další uplatnění i v jiných odvětvích průmyslu.



HyperLoom je open source produkt dostupný na GitLabu IT4Innovations včetně dokumentace a ukázkových příkladů pod licencí BSD3.



**Ing. Vladimír Chupakhin, Ph.D.**

Farmaceutické společnosti shromáždily značné množství interakcí bílkovin s ligandy tvořící tzv. chemogenomickou matici: interakce mezi sloučeninami a bílkovinami. Tato matice je však velmi řídká, tzn. že méně než 1% matice je vyplněné. Díky predikčnímu modelování je možné tuto matici vyplnit pomocí klasifikačního nebo regresního modelu. Predikce se následně využívají ke zrychlení návrhu léčiv a jejich vývoje, snížení nákladů a minimalizaci testování na zvířatech. Ač se v každé fázi návrhu a vývoje léčiv využívá strojového učení, je stále obtížné jej nasadit na rozsáhlé soubory dat (big data) vzhledem ke všem nutným krokům v procesu modelování: hledání nejvhodnějšího parametru modelu (hyperparameter search), ukládání modelu a predikcí, aj. Ve spolupráci s IT4Innovations se snažíme překonat tyto překážky v rámci projektu ExCAPE.



# „HPC JAKO SLUŽBA“ PRO OBLAST HYDROLOGICKÉHO MODELOVÁNÍ

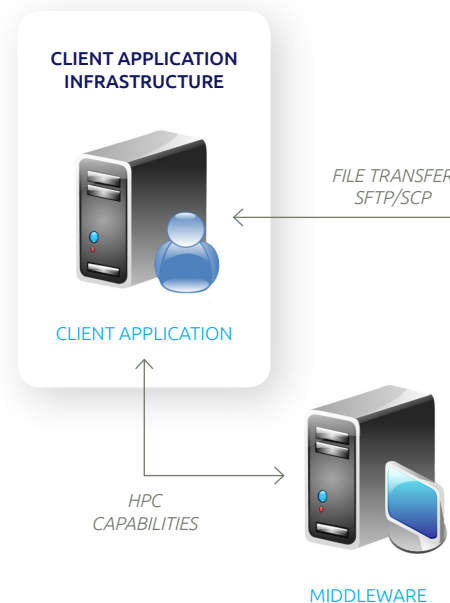
Partner  
Odvětví

**DHI**

informační technologie,  
vodní hospodářství,  
životní prostředí



USERS



Rizika a nejistoty se staly základními aspekty většiny rozhodovacích procesů. Kvalitativní posouzení rizik obvykle vychází z vnímání, názorů, úsudků, veřejného nebo politického konsenzu (nebo jejich kombinace), zatímco kvantitativní posouzení rizik je založeno na výsledcích modelovacích technik. Analýza rizika katastrofických jevů často vyžaduje modelování pomocí on-line monitorovaných dat. V tomto kontextu je důležitým aspektem vztah mezi dobou výpočtu a reálným časem modelovacího cyklu. Výkonné osobní počítače často nejsou schopny spouštět modely s dostatečně jemným měřítkem natolik rychle, aby získaly relevantní výsledky v požadované krátkém čase. Tyto výsledky jsou zapotřebí pro prognózu a předpověď, ale hlavně pro samotnou reakční fázi.

„HPC jako služba“ v oblasti hydrologického modelování umožňuje vzdáleně provozovat hydrologické modely na

HPC klastrech. Výsledky hydrologických simulací mohou být díky HPC získány v téměř reálném čase a díky tomu použity k podpoře rozhodování v kritických situacích a k poskytnutí návrhů na preventivní opatření při snižování rizik a rozsahu budoucích kritických situací. Paralelizace hydrologického modelu a vzdálené spouštění na HPC také umožňuje uživatelům zvýšit přesnost výsledků zvýšením rozlišení počítačových sítí při zachování zvládnutelné doby běhu.

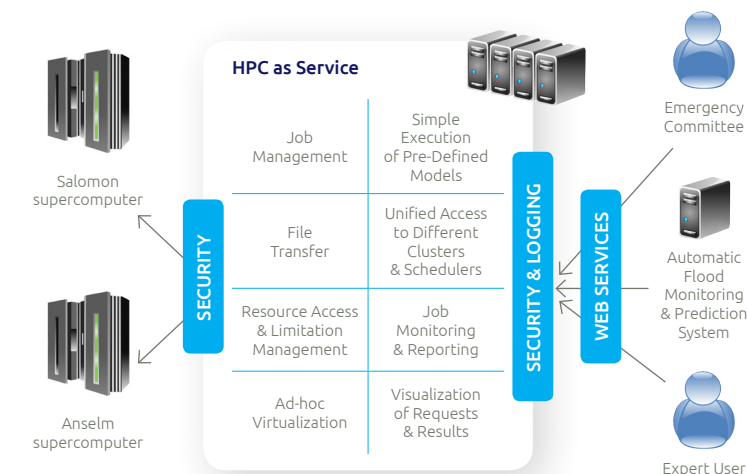
Pro vzdálené spouštění procesů hydrologického modelování na HPC infrastruktuře a automatizované monitorování a předpovídání povodní jsme ve spolupráci se společností DHI, působící celosvětově v oborech vodního hospodářství a životního prostředí, vytvořili aplikační rozhraní původně známé jako „HPC as a Service“ nebo česky „HPC jako služba“. Toto rozhraní sjednocuje přístup k různým HPC systémům

prostřednictvím jednoduchého objektově orientovaného klient-server rozhraní a standardních webových služeb. Dále zajišťuje dostupnost požadovaných podpůrných funkcí, jako je správa výpočetních úloh, sledování prostředků, zaslání zpráv, ověřování uživatelů, přenosy dat, šifrování a různé notificační mechanismy. Nová generace vyvinutého aplikačního rozhraní HPC as a Service je označována zkratkou HEAppE (High-End Application Execution, <http://heappe.eu>). HEAppE je v současnosti úspěšně využíváno v několika veřejných a soukromých projektech i mimo doménu hydrologického modelování, v nichž je vyžadován vzdálený přístup k HPC infrastruktuře.

## Johan Nicolai Hartnack

DHI

HPC jako služba výrazně snižuje vstupní bariéru pro uživatele, kteří mají zájem využívat masivně paralelní počítače pro efektivní běh svých simulací. Prostřednictvím této služby mohou malé a střední podniky využít této technologie bez přede-  
m vynaložených investic do hardwaru.





# ZPRACOVÁNÍ A UKLÁDÁNÍ DAT PRO EVROPSKOU KOSMICKOU AGENTURU

Partner

**ESA**

Odvětví

informační technologie,  
vědy o Zemi

Společný výzkum v této oblasti probíhá v rámci projektu Evropské kosmické agentury s názvem Urban Thematic Exploitation Platform, v němž spolupracujeme s Německým střediskem pro letectví a kosmonautiku (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, DLR), firmou GISAT a dalšími.

Rostoucí schopnost získávat velké množství dat z vesmíru – díky nejnovějším misím zaměřeným na dálkový průzkum Země – vedly Evropskou kosmickou agenturu (European Space Agency – ESA) v roce 2014 ke spuštění iniciativy nazvané Thematic Exploitation Platform (TEP). V první fázi programu TEP bylo hlavním cílem vyvinout a implementovat řadu tematicky orientovaných platform, virtuálních prostředí usnadňujících vyhledávání dat získaných pozorováním Země. Tyto platformy poskytují uživatelům přístup nejen k archivům dat z pozorování Země, ale i k informačním a komunikačním technologiím potřebným k jejich efektivnímu zpracování, analýze a vizualizaci. V současné době program TEP zahrnuje sedm platform – Coastal (Pobřeží), Forestry (Zales-

nění), Geohazards (Geologická rizika), Hydrology (Hydrologie), Polar (Polární oblasti), Food Security (Udržitelnost pěstování potravin) a Urban (Zalidnění). IT4Innovations se aktivně podílí na poslední zmíněné, tedy Urban Thematic Exploitation Platform (Urban TEP).

Nosná myšlenka programu TEP se opírá o princip, jehož cílem je umožnit uživatelům přístup k datům a analytickým nástrojům. Hlavním cílem projektu je poskytování otevřeného a vzájemně spolupracujícího pracovního prostředí, v němž může kdokoli (odborník i laik) nalézt koncová a okamžitě použitelná řešení (data i nástroje) k vyhledání specifických informací a ukazatelů požadovaných z hlediska udržitelného rozvoje měst. K tematickým aplikacím patří například generování bezoblačných snímků povrchu Země, které umožňují nezastřený pohled na zastavěné oblasti, sledování vývoje globální urbanizace, dynamiky využití zemského povrchu v jednotlivých oblastech a nasazení funkcí pro zpracování dat zaměřených na vytváření ortosnímků a digitálních modelů terénu z dat pořízených drony. Platformu Urban TEP provozuje me-

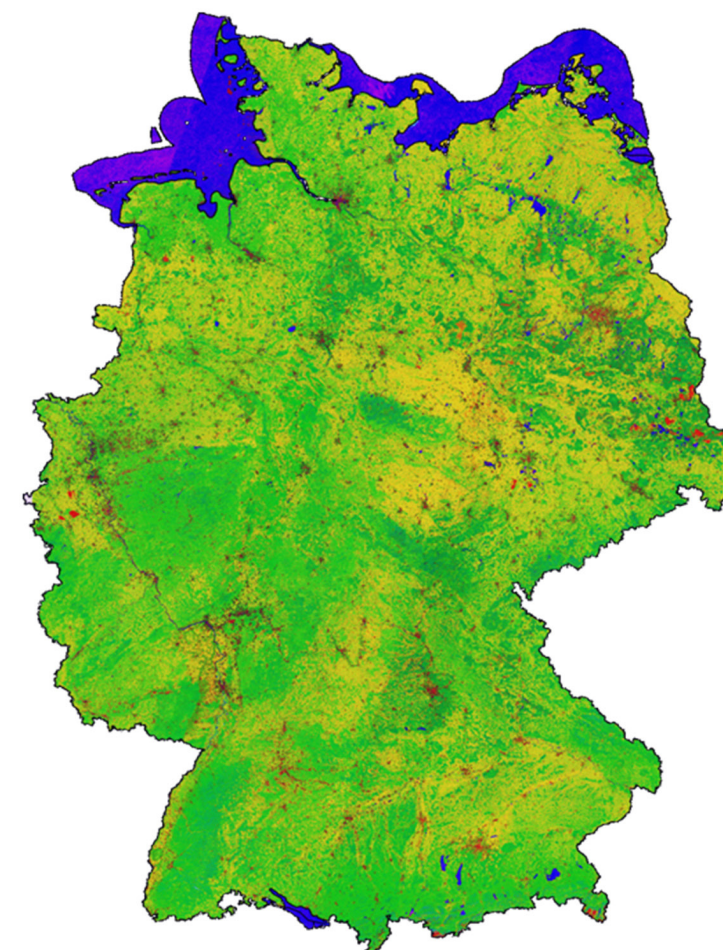
zinárodní konsorcium pěti partnerů, kterými jsou Německé středisko pro letectví a kosmonautiku, jakožto koordinátor projektu, společnost Brockmann Consult GmbH (Německo), Terradue Srl (Itálie), IT4Innovations národní superpočítačové centrum a firma Gisat, s.r.o. (Česká republika). DLR a Brockmann Consult jsou oborovými experty na tematické analýzy a ve spolupráci s IT4Innovations také poskytovateli infrastruktur pro ukládání dat a služeb souvisejících s jejich zpracováním. Úkolem Terradue je vývoj webového portálu a jeho vizualizačních služeb. Gisat vyvíjí pro zpracování dat sadu nástrojů, které slouží pro společnou analýzu a vizualizaci všech datových vrstev dostupných v rámci platformy.

V další fázi projektu Urban TEP budou činnosti zaměřeny na systematické zlepšování a zefektivňování výkonu platformy, funkcí produktů a služeb za účelem splnění požadavků kladených na plně funkční a udržitelnou platformu.

<https://urban-tep.eo.esa.int>

## Zájem o využití platformy Urban TEP

Do konce přípravné fáze před spuštěním platformy Urban TEP v červnu 2018 projevil zájem o produkty, služby a přístup do systému přes 300 institucí z více než 40 zemí, přičemž 40% uživatelů bylo z vědecké sféry, 30% uživatelů z veřejných institucí, 20% uživatelů z neziskových/nevládních organizací a 10% z komerční sféry.





# PŘESNÉ VYHODNOCENÍ VERTIKÁLNÍCH POHYBŮ POMOCÍ RADAROVÝCH DRUŽIC

Partner | **Gisat s.r.o.**  
Odvětví | geologie, geodézie



Ve spolupráci s odbornými firmami se věnujeme v rámci projektu TA ČR vývoji a využití algoritmů pro družicovou radarovou interferometrii (angl. zkratka InSAR), která umožňuje identifikovat především vertikální pohyb vystavěných konstrukcí (budovy, mosty atp.) v přesnosti často převyšující 1 mm/rok. Citlivost radarových (SAR) družic na pohyb indikuje možnost využití i pro identifikaci terénních změn, jako je vývoj poklesové kotliny poddolovaných oblastí či detekce svahových pohybů.

Data ze SAR družic jsou k dispozici již od 90. let (ERS, rozlišení 25x5 m, snímání každých 35 dnů). Moderní SAR družice umožňují velmi vysoké rozlišení (Cosmo či TerraSAR-X, standardní rozlišení 3x1 m, snímání s několikadenním odstupem), v případě Sentinel-1 (rozlišení 4x20 m, snímání každých 6 dnů) je výhoda v kontinuálním snímání a otevřeném datovém přístupu. Pro přesnou analýzu se využívá především metoda

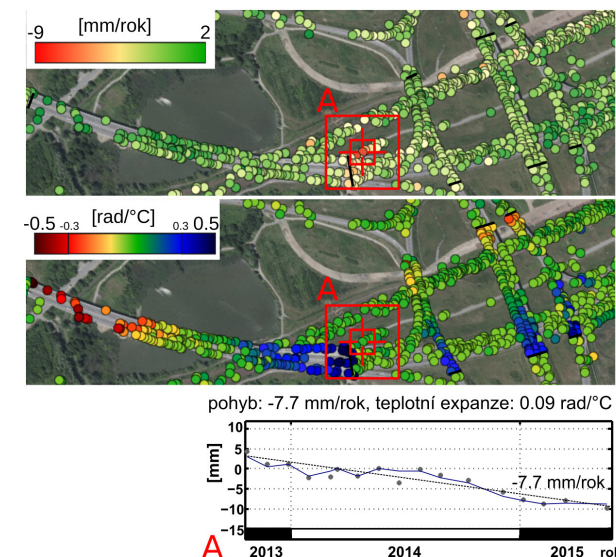
tzv. Persistent Scatterers, která zpracovává časové řady minimálně 30 snímků. S počtem snímků se zvyšuje spolehlivost výsledků, ale i nároky na úložný prostor a výpočetní kapacitu.

Komplexní zpracování velkého množství rozměrných radarových snímků na HPC infrastruktuře je otázkou několika minut, zatímco při použití standardní pracovní stanice trvají tyto výpočty několik dní. Infrastruktura IT4Innovations poskytuje výpočetní kapacity umožňující nezávislé spuštění výpočtů nad různými daty či zájmovými oblastmi. Každý výpočetní uzel je výhradně alokovaný, spolupracovníci tak mohou provádět výpočty s rychlou odezvou a grafickým rozhraním, aniž by byli omezováni celkovým vytížením infrastruktury.

K experimentům byl použit komerční software SARPROZ a vlastní vyvíjené kódy. S využitím zkušeností z předchozí spolupráce jsme vyvinuli vlastní řešení,

aplikaci IT4S1, která umožňuje efektivní využití HPC k InSAR zpracování dat družice Sentinel-1 a v současné době je částečně implementováno na platformě Floreon+ pro podporu krizového řízení v ČR. Cílem je automatizace náročného způsobu zpracování tak, aby byla technologie použitelná pro odborníky bez hluboké znalosti InSAR.

Projekt Technologické agentury ČR „Sledování nežádoucích pohybů a deformací dopravních infrastruktur prostřednictvím radarové interferometrie“ byl vyhodnocen jako nejlepší ve své kategorii pro udělení Ceny TA ČR 2018.



## Mgr. Jan Kolomazník

technický projektový manažer  
GISAT s.r.o.

Spolupráce s IT4I v rámci projektu zaměřeného na detekci nežádoucích deformací dopravní infrastruktury z družicových dat pro nás byla velmi přínosná. Zpracování dlouhých časových řad družicových snímků metodou radarové interferometrie je náročné na výpočetní výkon a jeho nasazení na HPC nám umožnilo výrazně zefektivnit a urychlit výpočetní postup. S nasazením této technologie na cloudovém řešení superpočítačového centra jsme do té doby neměli zkušenosti, proto pro nás byla klíčová podpora odborníků z IT4I, kteří nám pomohli s konfigurací clusteru, návrhem výpočetního řešení a skriptů pro zpracování. Pomoci si velmi ceníme a na předešlou spolupráci v budoucnu rádi navážeme.



# ŘÍZENÍ SKLADOVÝCH ZÁSOB POMOCÍ PREDIKCE PRODEJŮ

Partner

**K2 atmitec s.r.o.**

Odvětví

informační technologie, logistika

V dnešní době je nezbytné, aby se podniky v rámci plánování zajímaly o efektivní využití skladových prostor. Není v lidských silách sledovat veškeré produkty na skladě v reálném čase, proto do plánování vstupuje výpočetní technika s využitím moderních statistických metod.

Společnost K2 atmitec s.r.o. je výrobcem a dodavatelem Informačního systému K2, jenž pomáhá řídit a optimalizovat firemní procesy pomocí komplexního pohledu získaného z analýzy firemních dat. Jednou ze zásadních inovací je zde integrace systému pro řízení skladových zásob, který vychází z modulu pro predikci prodejů, vyvíjeném na základě navázané spolupráce s IT4Innovations. Ten je schopen analyzovat pohyb zboží na skladu v předcházejícím období, za pomoci statistických metod pro analýzu časových řad předpovídat budoucí prodeje a eliminovat nadbytečné skladové zásoby. Jelikož se při vývoji modulu analyzovaly veškeré prodeje několika firem, docházelo ke

zpracování velkého množství dat, nad kterými bylo navíc sestavováno a porovnáváno mnoho statistických modelů. Pro ověření efektivity vytvořeného modulu bylo potřeba spustit enormní počet náročných simulací vývoje skladů, k jejichž řešení bylo nezbytné využít síly superpočítače. V další spolupráci se superpočítač využíval na hledání nejvhodnějších parametrů pro modely zaměřené na optimalizaci skladových zásob.

Tým IT4Innovations pracuje, co se modulu pro predikci prodejů týče, s údaji jako bod objednávky, pojistné zásoby a optimální množství objednávky na základě predikcí prodejů z historických dat, kdy je možné uživatelem nastavit service level (úroveň obsluhy). Tyto predikce jsou založeny na statistických metodách analýzy časových řad. Pracuje se s různými typy dat: surová data, očištěná data, vyfiltrovaná data; data s denní, týdenní i měsíční agregací. Pro všechny kombinace je sestaveno několik modelů: lineární, kvadratický,

kubický a arima. Pomocí porovnávacích kritérií MASE (mean absolute scaled error) jsou jednotlivé modely automaticky porovnány a následně je vyhodnocen nejlepší z nich, který je doporučen k dalším výpočtům.

Řízení skladových zásob pomocí predikce prodejů umožňuje snížení rozhodovacího času, usnadnění práce na skladě a snížení nákladů díky optimalizaci skladových zásob.



## Ing. Petr Schaffartzik

K2 atmitec s.r.o.

S rozvojem informačních technologií očekávají firmy od svých podnikových informačních systémů, že se budou stále více podílet na automatizaci procesů. Jednou z oblastí, kde bývají firmy zcela odkázány na schopnosti a znalosti člověka, je problematika řízení skladových zásob. Chtěli jsme našim klientům dát k dispozici nástroje, které by pomohly proces nákupu ještě více automatizovat. Zároveň jsme si byli vědomi toho, že nám chybí zkušenosti a znalostní báze proto, abychom problematiku zvládli sami. Proto jsme se rozhodli pro spolupráci s IT4Innovations, kde jsme získali potřebné know-how, podporu při vývoji i testování na vybraných firmách. Jsme tak schopni našim klientům přímo v Informačním systému K2 nabídnout funkčnost, kterou by jinak museli řešit integrací jiného složitějšího systému.



# PLATFORMA PRO MASIVNĚ PARALELNÍ ZPRACOVÁVÁNÍ SEKVENCÍ DNA

Partner  
Odvětví

**MOLDIMED**  
bioinformatika

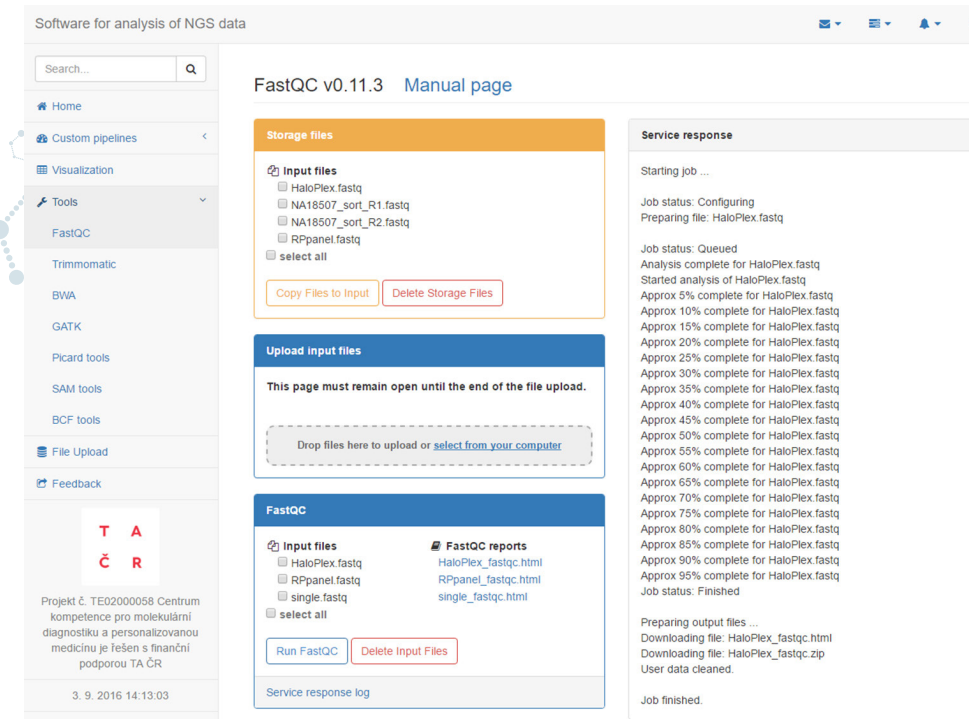
Společný výzkum v této oblasti probíhá v rámci projektu Centrum kompetence pro molekulární diagnostiku a personalizovanou medicínu Technologické agentury ČR, v němž spolupracujeme společně s CEITEC, Fakultní nemocnicí Brno, Fakultní nemocnicí Olomouc, GENERI BIOTECH s.r.o., IntellMed, s.r.o., Univerzitou Palackého v Olomouci a Ústavem molekulární genetiky AV ČR, v.v.i.

Metody masivně paralelního sekvenování (MPS) hrají klíčovou roli v klinicky orientovaném výzkumu a DNA diagnostice molekulárních patologií. Koncept personalizované medicíny tedy nahrazuje klasické přístupy, které jsou často metodicky časově náročné na pokrytí dlouhých oblastí DNA. Celoexomové sekvenování (WES), sekvenování ampikonů PCR produktů u dlouhých genů nebo sekvenace genových panelů, které jsou spojené se specifickými chorobami, jsou metody, které se v současné době používají k prokázání genetických rizikových faktorů. MPS metody, zejména WES, generují obrovské množství dat, které musí být dále zpracovány.

Z tohoto důvodu byla v rámci projektu Technologické agentury ČR Centrum kompetence pro molekulární diagnostiku a personalizovanou medicínu MOLDIMED vytvořena platforma pro zpracovávání tzv. next-generation sequencing (NGS) dat sloužící pro detekci dědičných a somatických variant DNA. Platforma je použitelná pro genomové/exomové nebo panelové DNA sekvenační projekty.

Hlavním cílem platformy je poskytnout vědeckým pracovníkům v oblasti klinických MPS dat snadný a intuitivní přístup k HPC infrastruktuře prostřednictvím specializovaného webového rozhraní. Platforma obsahuje vlastní anotační nástroj vyvinutý centrem MOLDIMED a množství volně dostupných bioinformatických nástrojů. Platforma je aktuálně provozována ve dvou samostatných instancích využívajících HPC infrastrukturu centra IT4Innovations a centra MOLDIMED.

Webová  
platforma pro  
zpracovávání  
MPS dat





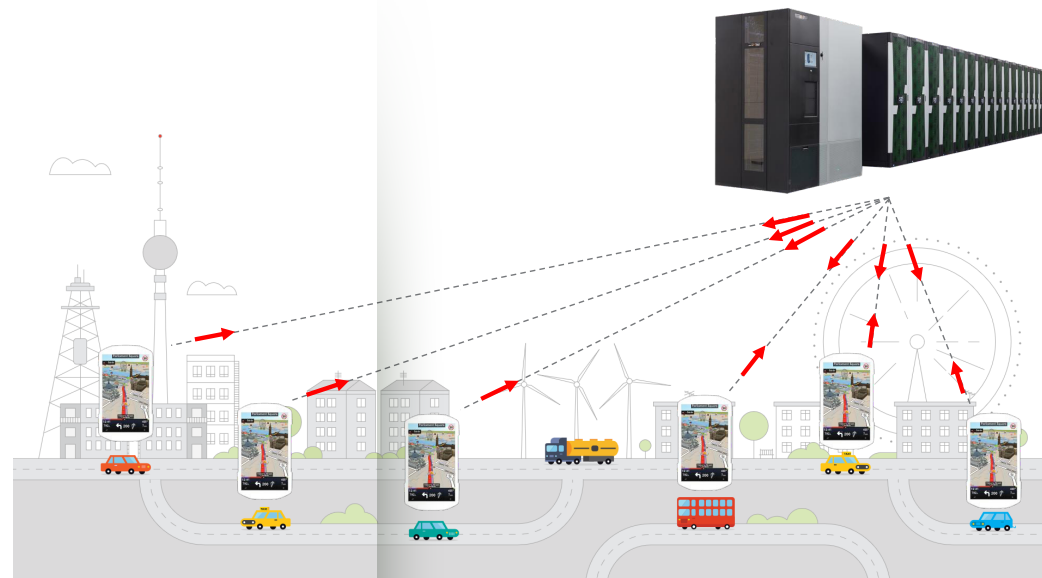
# CO SE STANE, KDYŽ... ANALÝZY PRO SMART CITY VE SPOLUPRÁCI S NAVIGAČNÍ SPOLEČNOSTÍ SYGIC

Partner

**Sygic, a.s.**

Odvětví

informační technologie, Smart City



Smart City je koncept zaměřený na zkvalitňování mnoha aspektů našeho života v moderním městě s ohledem na menší spotřebu energie. Můžeme zde zahrnout např. optimalizaci dopravního provozu, efektivní řízení klimatizace a topení v budovách, snadnější přístup k veřejným službám a podobná témata. V oblasti řízení dopravy potřebují kupříkladu města vědět, co by se stalo, kdyby byla uzavřena komunikace z důvodu oprav mostu, zúžené vozovky nebo přetížení dopravní sítě kvůli organizaci velké sportovní události. Takové informace pomáhají orgánům zodpovědným za provoz dopravní infrastruktury připravit se na potenciální kritické situace a efektivně plánovat opravy na silniční síti ve vhodný čas tak, aby se minimalizoval dopad na plynulost dopravy.

Ve spolupráci s navigační společností Sygic, a.s. se zaměřujeme na aspekt optimalizace dopravního provozu ve městě vývojem specializovaných služeb založených na pokročilých datových

analýzách a simulacích a na expertním samoadaptivním navigačním systému kombinujícím klientskou a serverovou navigaci. Tento systém využívá historická data, monitoring současného stavu dopravního proudu a metody založené na teorii grafů pro určení potenciálně nejvíce vytížených míst v dopravní síti. Dále je systém rozšiřován o integraci informací o mobilitě obyvatelstva. V systému využíváme pro makromodelování vlastní implementaci algoritmu pro výpočet betweenness centrality, který je dále v rámci výzkumu a vývoje vylepšován. Použití tohoto algoritmu na rozsáhlé grafy, které představují velké množství silničních segmentů, je velmi náročné, a proto využíváme infrastrukturu superpočítače tak, abychom nejaktuálnější data poskytli uživatelům v co nejkratším čase.

Efektivní fungování takto vytvořených služeb je zajištěno použitím technologií, které byly vyvinuty v rámci evropského H2020 projektu ANTAREX.

Hlavním cílem projektu ANTAREX je poskytnout metodologii pro mapování, správu v reálném čase a autotuning aplikací pro HPC systémy s ohledem na efektivní spotřebu energie. Za tímto účelem byly vyvinuty nástroje založené na speciálním doménově orientovaném jazyce LARA pro heterogenní systémy. Spolu s autotuningem je tak možné efektivně používat principy paralelizace, škálovatelnosti a adaptability dynamické zátěže tak, aby byl plně využit výkon HPC systému.

Výsledky spolupráce byly využity v rámci projektu ANTAREX, publikovány v několika článcích a dále pak představeny široké veřejnosti na konferencích, mezi které patří SC 16 (The International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis) konaná v Salt Lake City a Transportation Research Arena 2018 konaná ve Vídni.

<http://www.antarex-project.eu>

## Radim Cmar

Sygic, a.s.

Spolupráce s IT4Innovations a využívání jejich zkušeností a zdrojů v oblasti superpočítačů a modelování dopravy rozšiřuje naše schopnosti a poskytuje analýzu dopravy pro města ve velkém měřítku a téměř v reálném čase, což činí na dnešním trhu náš produkt velmi konkurenceschopným.





# ANALÝZA PŘÍČIN A PREDIKCE PROBLÉMŮ V SÍTÍCH 4G A 5G

Partner

**T-Mobile Czech Republic a.s.**  
**Deutsche Telekom-IT**  
**Competence & Delivery**  
**Centre Prague – CDCP**

Odvětví

telekomunikace

Ve spolupráci s kompetenčním centrem pro rozvoj sítí Deutsche Telekom, které zajišťuje T-Mobile Czech Republic a.s., pracujeme na analýze dat získaných z páteřní sítě mobilního operátora za účelem zvýšení spolehlivosti a snížení nákladů údržby nových technologií sloužících k zajištění provozu mobilních sítí 4G a 5G.

Vysokou spolehlivost telekomunikačních sítí podporují dílčí analýzy jednotlivých technologií či celků sítě. Řada technických problémů v síti je ovšem způsobena kombinací jejích různých částí nebo technologií, a proto je obtížné určit příčiny těchto problémů stávajícími postupy a metodami. Identifikace zdroje příčiny je rovněž časově náročná. Cílem spolupráce je najít klíčové datové zdroje, shromáždit informace o technických problémech na jednom místě a identifikovat výkonnostní ukazatele,

kteří je možné využít ke zvýšení spolehlivosti a předcházení problémům v síti. Výsledky budou ověřeny v testovacím prostředí, které musí být kompatibilní s prostředím produkčním, jež má k dispozici průmyslový partner.

Společný výzkum se zabývá analýzou dat získaných z páteřní sítě mobilního operátora, konkrétně z části zabezpečující síťová pravidla a účtování. Jedním z hlavních úkolů je vypracování postupů a následné analýzy k určení problémů v implementované technologii pro hlasové služby Voice over LTE (VoLTE). VoLTE nahrazuje starší hlasové technologie v mobilních sítích, oproti kterým představuje velký koncepční rozdíl. Možnosti různých implementací technologie způsobují problémy se vzájemnou spoluprací entit v rámci sítě. Naše analýza se zaměřuje na základní ukazatele v síti, jako je množství pře-

rušených spojení či hlášených chyb využívaného protokolu, s jejichž pomocí jsou navrženy klíčové ukazatele výkonnosti. Vzhledem k povaze a množství analyzovaných dat je nutné využívat specializované nástroje pro tzv. big data analýzy. Současné výsledky ukazují, že většina problémů s technologií VoLTE souvisí s určitými koncovými zařízeními a buňkami mobilní sítě, které vzájemně nespolupracují správně. Tato skutečnost je způsobena neukotvenou specifikací VoLTE a velkým množstvím dodavatelů mobilních zařízení operujících v rámci jedné sítě. Tato problematická zařízení v určitých mobilních buňkách byla detekována s využitím navrženého algoritmu detekce anomálií používající vybraný klíčový ukazatel. Důležitou vlastností provedených analýz je možnost geograficky lokalizovat všechny události pomocí různých datových vrstev, což značně zjednodušuje

jejich řešení na straně mobilního operátora. Vzhledem k disperzi polygonů, jež reprezentují model pokrytí mobilní sítě, je samotné zobrazení relevantních síťových vrstev pro analytické účely významnou technologickou výzvou, a to i přes pokrok v oblasti veřejné dostupnosti tematických mapových podkladů.

Na základě dosavadních zkušeností připravujeme speciální datové struktury pro práci s daty za delší časové období, které umožní provádět analýzu časových řad s využitím navržených ukazatelů a spolehlivých statistických metod. Tyto spolehlivé metody pomohou odhalit i takové anomálie, které se objevují značně nepravidelně.

## Ing. et Ing. Radim Kalfus, Ph.D.

Telco Development team  
Competence & Delivery Centre Prague – CDCP  
T-Mobile Czech Republic a.s.

Při řešení úkolu využíváme nejen technické zázemí HPC, ale především zkušenosti odborníků z oblasti koncepce návrhu uspořádání dat, paralelizace výpočtů a optimalizace algoritmů. Parametry získané HPC simulací budou vstupem pro řešení, které již nebude vyžadovat výkonnost HPC. Budoucí integrace využívající strojové učení nám nabízí unikátní příležitost jak automaticky detekovat a klasifikovat anomálie v síti a koncovým zákazníkům tak díky včasné rekonfiguraci zvýšit dostupnost služeb.

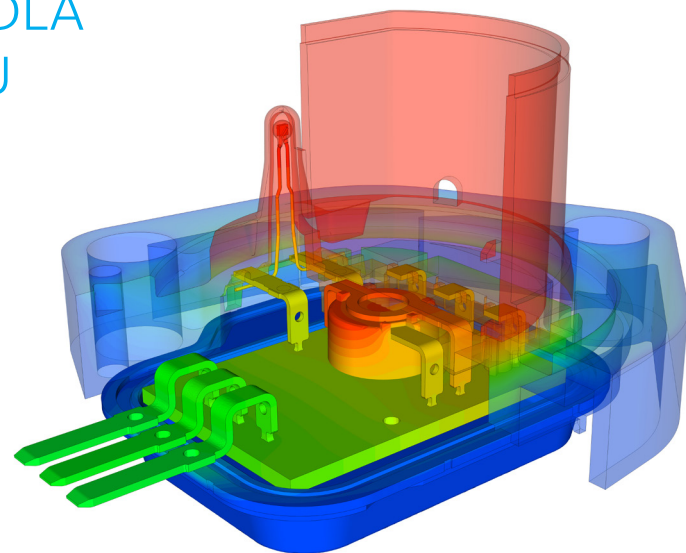




# OPTIMALIZACE RYCHLOSTI ODEZVY TEPLOTNÍHO ČIDLA HLADINOVÉHO SENZORU

Partner **Continental Automotive  
Czech Republic s.r.o**

Odvětví automobilový průmysl

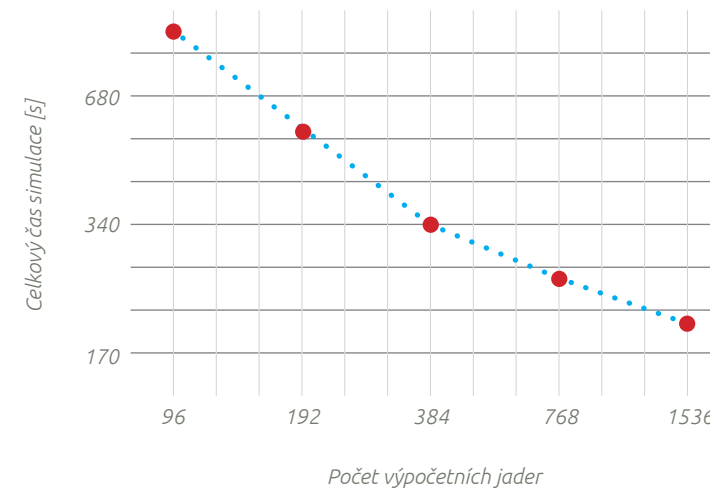


Společně s pracovníky výzkumu a vývoje firmy Continental Automotive Czech Republic s.r.o. byl vytvořen nástroj pro urychlení návrhu teplotních senzorů a jejich optimalizaci.

Při návrhu teplotních senzorů je nutné zajistit jejich rychlou odezvu v co možná největším rozsahu provozních parametrů, jako je například proměnná okolní teplota daná změnou klimatických podmínek či rychlá změna teplot měřených provozních tekutin.

Na rychlost odezvy senzoru mají vliv jak materiálové vlastnosti jednotlivých komponent, tak samotný tvar geometrie. Pro stanovení optimálních parametrů jednotlivých komponent a posouzení jejich vlivu na čas odezvy senzoru byl vytvořen automatizovaný nástroj založený na open source knihovně ESPRESO (Highly Parallel Solvers for Engineering Applications) vyvíjené zaměstnanci IT4Innovations.

Pro výpočet odezvové křivky nutné k posouzení optimální funkcionality teplotního senzoru je zapotřebí provedení desítek až stovek nezávislých výpočetně náročných simulací časové odezvy. Využití knihovny ESPRESO, založené na metodě konečných prvků v kombinaci s optimálními paralelními algoritmy a umožňující využití HPC infrastruktury v širokém rozsahu, zkracuje čas potřebný pro dosažení optimálních parametrů na minimum. Použití open source řešení také minimalizuje ekonomické náklady spojené s využitím komerčních softwarových řešení a umožňuje snadné rozšíření funkcionality na další produkty z širokého portfolia společnosti Continental Automotive Czech Republic s.r.o.



Paralelní škálovatelnost knihovny ESPRESO pro plně nelineární časově závislou úlohu stanovení času odezvy teplotního čidla hladinového senzoru.

## Ing. Pavel Žáček

Mechanical Engineer Leader  
BU Sensors & Actuators  
Continental Automotive Czech Republic s.r.o

Velice oceňujeme již víceletou spolupráci s národním superpočítačovým centrem IT4Innovations. Konzultace při řešení komplexních úloh jsou vedeny profesionálně a vstřícně. Reflektují specifické vlivy produktu, potřeby a možnosti naší společnosti. Dosažené výsledky prezentované v přehledných zprávách korelují s reálnými testovacími vzorky. Součástí výstupu je i výpočtový model, který může být využitý pro budoucí optimalizace. Spolupráce s IT4I je tedy velkým přínosem a těšíme se na další společné projekty.



# PORADENSTVÍ V OBLASTI INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

Partner

**Bayncore**

Odvětví

informační technologie, poradenství



Na konci roku 2017 jsme zahájili spolupráci se společností Bayncore z Velké Británie, a přidali jsme se tak k jejím partnerům, kterými jsou např. Intel, Microsoft, IXPUG a Computer Laboratory – University of Cambridge (Velká Británie). Bayncore nabízí služby v oblasti poradenství a informačních technologií. Specializuje se na poskytování platformy pro špičková technologická řešení v oblasti vysoce náročných výpočtů (HPC), technického zpracování dat a velkých dat. Nabídka společnosti Bayncore, ve většině případů přizpů-

sobená každému klientovi na míru, se zaměřuje na čtyři oblasti služeb: platforma pro špičkové IT služby a poradenství, výzkum a vývoj, školení a benchmarking. Svou působností pokrývá celý region Evropy, Blízkého Východu a Afriky (EMEA).

První společný projekt IT4Innovations a Bayncore zahrnuje smluvní výzkum a poradenské služby v rámci série workshopů „Intel AI EMEA Roadshow“ konajících se po celém regionu EMEA. Toto partnerství zahrnuje tvorbu

obsahu zaměřeného na strojové učení a podílení se na odborných školeních v blízké spolupráci s firmami Bayncore a Intel. Mezi tématy pokrývající tuto spolupráci patří modernizace kódů pomocí vývojářských nástrojů společnosti Intel, Intellem optimalizované hluboké neuronové sítě a strojové učení pomocí frameworků Tensorflow, Caffe a scikit-learn a Intel Python Distribution.

Od počátku spolupráce do června 2018 byly příspěvky IT4Innovations předneseny na 15 workshopech.

## Marc DERQUENNES

CEO, Bayncore

Tým IT4I přináší do vzájemné spolupráce s Bayncore nejen odborné znalosti z oblasti HPC a umělé inteligence, ale také cenné praktické zkušenosti a pomoc při jednáních s odborníky z vědecké sféry. Velice si ceníme kvalit IT4I, mezi které patří schopnost přispívat znalostmi o návrzích, optimalizacích vědeckých algoritmů a o analýzách dat. IT4I se podílí na projektu, jehož výsledky mají vliv na pozitivní vnímání společnosti Bayncore. K silným stránkám týmu IT4I patří přesnost, profesionalita, reaktivita a excelence, jež jsou perfektní pro společnost Bayncore a také pro oblast výzkumu a vývoje společnosti. Spolupráce s IT4I nás přivedla i k možnosti zapojit se do několika velmi zajímavých projektů z oblasti výpočtů na úrovni exascale / large-scale. IT4I nám také dopomáhá naplňovat naše závazky, jako je např. pomoc při publikování odborných článků, využití vícejádrové architektury ve vědě a výzkumu a podpora různých projektů s ComputerLab při University of Cambridge ve Velké Británii.





IT4Innovations#  
národní  
superpočítačové  
centrum



©  
IT4Innovations  
národní superpočítačové centrum

Ostrava 2018

sgi

sgi

sgi

sgi

sgi

sgi

sgi

sgi

sgi

sgi

sgi

sgi

sgi

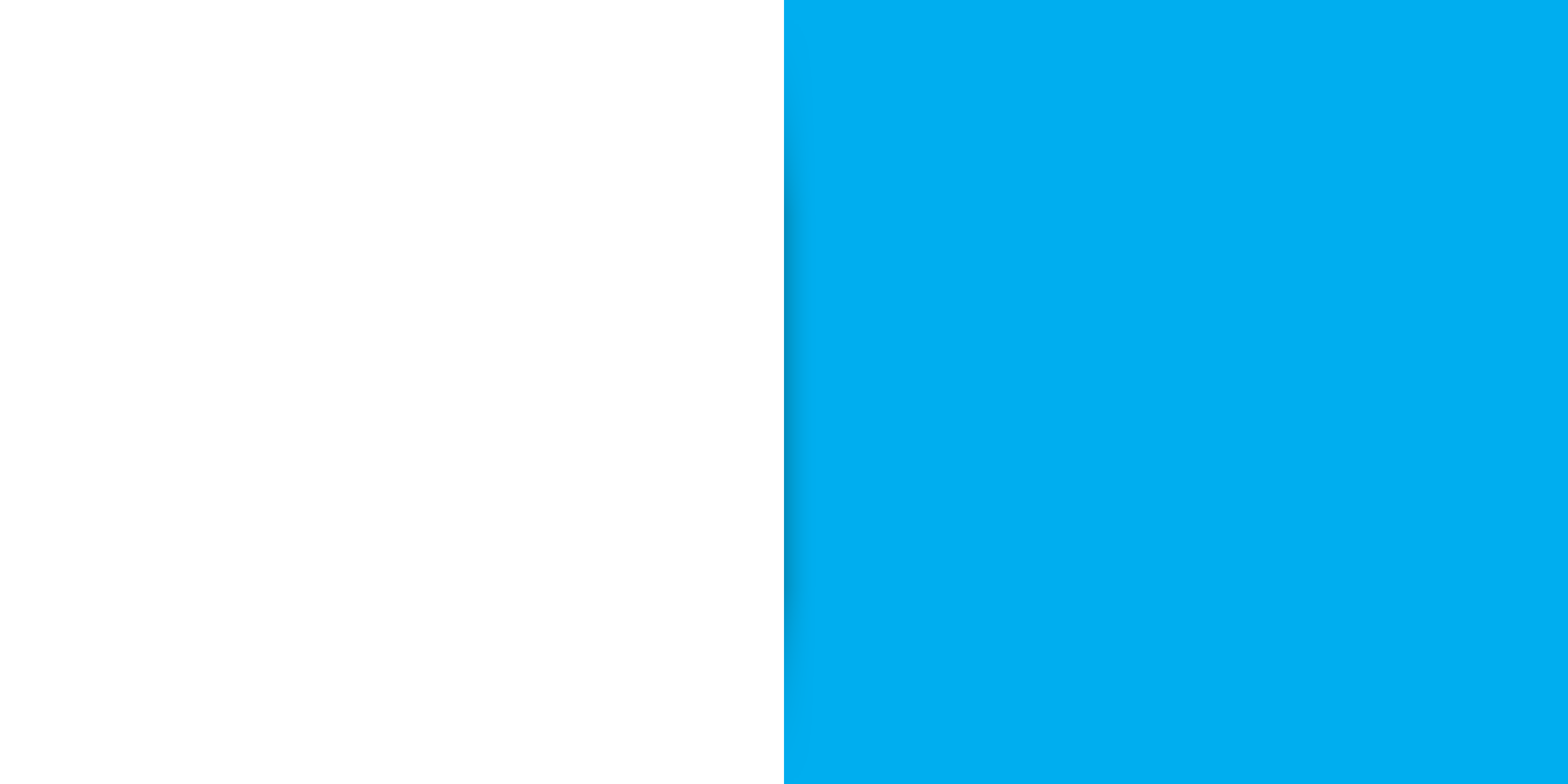
sgi

sgi

sgi

sgi









[www.it4i.cz](http://www.it4i.cz)

