



# PŘEHLED ROKU 2020

**VŠB** TECHNICKÁ  
UNIVERZITA  
OSTRAVA

IT4INNOVATIONS  
NÁRODNÍ SUPERPOČÍTAČOVÉ  
CENTRUM

# Naše superpočítače pomáhají vědě, průmyslu a společnosti.

ÚVODNÍ SLOVO ŘEDITELE IT4INNOVATIONS	5
VÝZNAMNÉ UDÁLOSTI V ROCE 2020	6
PŘEDSTAVENÍ IT4INNOVATIONS	10
Historie	11
Členství	12
Organizační struktura	13
FINANČNÍ PŘEHLED	16
Provozní a investiční náklady	16
Zdroje financování	17
Souhrnný výčet všech grantů	18
SUPERPOČÍTAČOVÉ SLUŽBY	20
Technické parametry superpočítačů	21
Přidělování výpočetního času	22
Uživatelé výpočetních zdrojů	27
Projekty v oblasti superpočítačových služeb	28
VÝZKUM A VÝVOJ	30
Vlajkové lodě ve výzkumu a vývoji	31
Laboratoř pro náročné datové analýzy a simulace	33
Laboratoř pro výzkum infrastruktury	34
Laboratoř vývoje paralelních algoritmů	35
Laboratoř modelování pro nanotechnologie	36
Laboratoř pro big data analýzy	37
Projekty v oblasti výzkumu a vývoje	38
Spolupráce s komerční sférou	47
VZDĚLÁVACÍ A VÝUKOVÉ AKTIVITY	48
Studijní programy	48
Vzdělávací aktivity	48
PRACE Summer of HPC	49
Projekty v oblasti vzdělávání	50



## Úvodní slovo ředitele IT4Innovations

Vážení čtenáři,

dovolte mi, abych v úvodním slově stejně jako každý rok shrnul dění v našem superpočítačovém centru za rok uplynulý. Ten minulý byl však významně jiný než ty předcházející. Pandemie COVID-19 se dotkla života každého z nás a nejinak tomu bylo i v činnostech našeho centra. Vyzkoušeli jsme si výhody i nevýhody práce na dálku, která s sebou sice nese větší flexibilitu, ale mnohdy zdlouhavější a komplikovanější proces realizace aktivit, ke kterým jsme se zavázali nebo si je předsevzali. I přesto, že se pro společnost na chvíli čas téměř zastavil, na našich aktivitách to nebylo znát a podařilo se nám toho v roce minulém opravdu hodně.

V roce 2019 jsme uspěli v celoevropské soutěži s projektem „IT4Innovations centrum pro evropskou vědu a průmysl“ o hostitelství jednoho z tzv. EuroHPC petascale superpočítačových systémů, které mají být vybudovány v rámci společného evropského podniku EuroHPC. V uplynulém roce proběhlo výběrové řízení na dodavatele tohoto systému, na jehož konci byl podpis smlouvy mezi IT4Innovations, EuroHPC JU a společností Hewlett Packard Enterprise, která systém dodá. Proběhla také veřejná soutěž na jméno tohoto nového superpočítače. Jméno Karolina naváže na pojmenování předchozích superpočítačů v historickém i regionálním kontextu. Svým uživatelům přinese Karolina špičkový výkon 15,7 PFlop/s a bude sloužit nejen českým, ale také evropským vědeckým komunitám a průmyslovým partnerům.

Nezahálely ale ani ostatní superpočítače našeho centra, s jejichž pomocí jsme se aktivně zapojili hned několika projekty do boje proti COVID-19. Ihned po vypuknutí pandemie v České republice jsme reagovali na aktuální situaci a našim uživatelům nabídli přednostní

přístup k výpočetním zdrojům pro řešení problémů týkajících se výzkumu v souvislosti s COVID-19. Dalším významným projektem, za kterým stojí Laboratoř pro big data analýzy, je Atlas mobility. Jedná se o primární datové rozhraní předávající informace o mobilitě osob v ČR během nouzového stavu zpracovaných z anonymizovaných provozních údajů společnosti T-Mobile CZ na našich superpočítačích. V neposlední řadě jsme se jako jediný český zástupce v prestižní lize Exscalate4COV podporované Evropskou komisí aktivně zapojili i do výzkumných aktivit v hledání léku proti koronaviru.

Naše superpočítače však poskytovaly svůj výpočetní výkon i v rámci řešení výzkumných cílů našich uživatelů, které nesouvisí s pandemií COVID-19. Z jejich projektů řešených na našich superpočítačích bych rád vyzdvihl projekt Pavla Jungwirtha a jeho vědeckého týmu z Ústavu organické chemie a biochemie AV ČR, jenž odpovídá na otázku, co je to kov a jak vlastně vzniká. Výsledek tohoto projektu se dokonce dostal na obálku jednoho z nejprestižnějších a nejcitovanějších vědeckých časopisů světa – Science.

Nezastavily se ani naše výzkumné aktivity. Zejména bych rád zmínil získání a start nových projektů Horizont 2020 či EuroHPC. Od loňského roku jsme v rámci projektu EuroCC Národním centrem kompetence pro HPC, které je referenčním a jednotným kontaktním a koordinačním místem v ČR pro vysoce výkonné počítání a datové analýzy. V rámci hodnocení našich výzkumných aktivit mezinárodním evaluačním panelem dle Modulu 3 metodiky RIV 2017+ obdrželo IT4Innovations nejvyšší známku 5 Excelentní.

Nemohu opomenout ani spolupráci s průmyslovými podniky, jež je nedílnou součástí

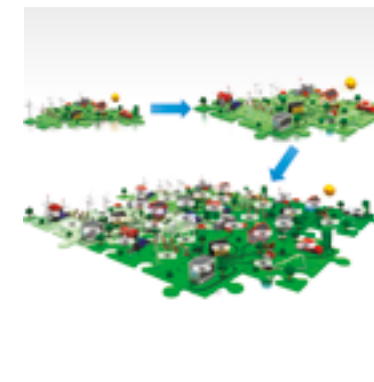
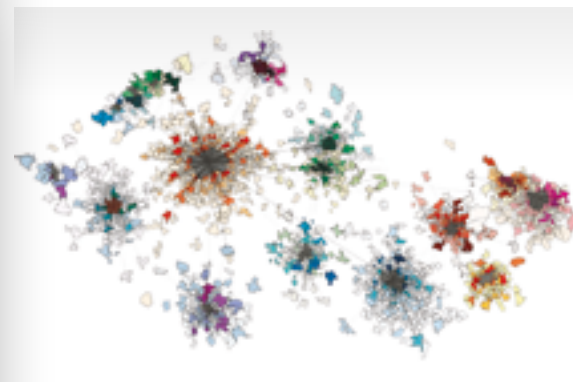
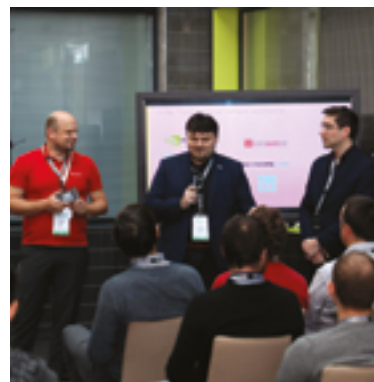
našich aktivit a kterou se snažíme neustále rozšiřovat. Významně by nám v této oblasti měl pomoci Digitální inovační hub Ostrava, který jsme založili společně s Moravskoslezským inovačním centrem. Společně se tak budeme snažit pomáhat firmám zejména z Moravskoslezského kraje řešit jejich potřeby v oblasti digitalizace. Díky našim výzkumným a inovačním aktivitám se Moravskoslezský region, město Ostrava, ale i celá Česká republika dostala na seznam špičkových IT center Evropy. Nedávno zveřejněný radar inovačních projektů na webových stránkách Evropské komise jasně zviditelňuje IT4Innovations i náš region na mapě Evropy.

Bohužel nás nepotkaly jen příjemné události. V loňském roce jsme se navždy rozloučili s naším dlouholetým kolegou, panem profesorem Jaromírem Pištorou, který mnoho let úspěšně vedl Laboratoř modelování pro nanotechnologie a stál od samého počátku u vzniku IT4Innovations. Dovolte, abych alespoň touto cestou poděkoval za jeho přínos při budování našeho centra.

Závěrem bych poděkoval i všem našim zaměstnancům a partnerům, kteří v nelehké době bez ustání přispívali k plnění našich strategických cílů a závazků, zajišťovali chod našeho centra a pomáhali k jeho dalšímu rozvoji. Doufám, že v následujících letech již nebudeme muset čelit takovým překážkám, které nás postihly v roce loňském.

Vít Vondrák

ředitel IT4Innovations národního  
superpočítačového centra



## LEDEN

- > IT4Innovations a Moravskoslezské inovační centrum Ostrava uzavřely memorandum ustavující **Digitální inovační hub Ostrava**.
- > Odstartoval projekt „**Výzkum a vývoj funkčního vzorku železničního vozidla se schopností sběru dat a softwaru — simulátoru se schopností generování dat pro trénování detekce překážek v simulovaných podmínkách**“, který byl podpořen v 1. veřejné výzvě TA ČR, programu průmyslového výzkumu a experimentálního vývoje TREND.
- > Zahájení projektu s názvem „**Blockchain ENabled DEep Learning for Space Data**“ (BLENDED), který jsme získali v rámci veřejné soutěže Evropské vesmírné agentury ESA.

## ÚNOR

- > Pořádali jsme **NVIDIA AI & HPC Academy 2020** pro všechny příznivce umělé inteligence (AI) a high-performance computing (HPC). Jednalo se o sérii tzv. hands-on školení NVIDIA Deep Learning Institute, která 90 účastníkům představila, jak optimálně navrhnout a implementovat algoritmy úloh umělé inteligence na výkonné superpočítače.
- > Georg Zitzlsberger získal dvě **certifikace v oblasti Deep Learning a AI — Fundamentals of Deep Learning for Multiple Data Types a Fundamentals of Deep Learning for Multi-GPUs**.

## BŘEZEN

- > Modernizované oddělení pro výzkumné aktivity týmu Laboratoře modelování pro nanotechnologie disponuje speciálním **laserem pro generaci ultrakrátkých femtosekundových pulsů**, tedy laserových záblesků trvajících biliontiny sekundy.

## DUBEN

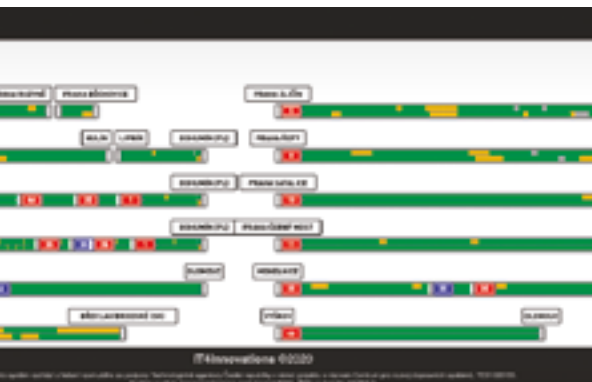
- > IT4Innovations nabízí **přednostní možnost využití výpočetních zdrojů** pro projekty s návazností na zmírnění šíření nemoci COVID-19.
- > Ve spolupráci se společností T-Mobile Czech Republic a. s. probíhá spolupráce při vytěžování anonymizovaných informací o pohybu obyvatel pro potřeby státu k vyhodnocování dopadů prováděných protiepidemiologických opatření na mobilitu populace – **projekt Atlas mobility**.

## KVĚTEN

- > Článek „**Domain Knowledge Specification for Energy Tuning**“, na kterém se podíleli naši kolegové Lubomír Říha, Ondřej Vysocký, Martin Beseda a Jan Zapletal, patří mezi 10 % nejstahovanějších příspěvků v „Concurrency and Computation: Practice and Experience“.
- > Započal strategický projekt s názvem „**Chytrý systém pro řízení energie energetických sítí**“ (ES4G). Projekt spojuje unikátní řešitelské konsorcium – Centrum ENET a IT4Innovations při VŠB-TUO, VUT v Brně a aplikační garanty – E.ON Distribuce, a.s., ČEZ Distribuce, a. s. a ABB s.r.o.

## ČERVEN

- > Uživatelům nabízíme službu **Bezplatná asistence v oblasti optimalizace výkonu paralelních aplikací** na podporu výzkumu a vývoje, kterou poskytujeme v rámci mezinárodního H2020 projektu Centrum excellence POP2.
- > Spuštěna **nová webová prezentace IT4Innovations**. Změny se dočkal nejen design stránek, ale také obsah. Nový web je plně responzivní a dostupný na všech mobilních zařízeních.
- > Vědecký tým ze skupiny Pavla Jungwirtha z Ústavu organické chemie a biochemie (ÚOCHB) AV ČR a jeho projekt se dostal na obálku jednoho z nejprestižnějších a nejcitovanějších vědeckých časopisů světa – **Science**. IT4Innovations přispělo k tomuto objevu svým dílem, jelikož Pavlu Jungwirthovi přidělilo na jeho výzkum 650 000 jadrohodin výpočetních zdrojů.



## ČERVENEC

- > IT4Innovations představuje **aktualizovanou aplikaci viaRODOS**, jež byla vyvinuta v rámci projektu RODOS a která spolupracuje se systémem Floreon+. Aplikace využívá datových zdrojů poskytovaných Národním dopravním informačním centrem (NDIC), které spadá pod Ředitelství silnic a dálnic ČR.



## SRPEN

- > Spolupracujeme s **Centrem ENET**, které je součástí VŠB – Technické univerzity Ostrava, na projektu **Centrum energetických a environmentálních technologií** (CEET). Projekt je podpořen TA ČR a jeho cílem je nalézt řešení pro efektivní přeměnu alternativních paliv, odpadů a vedlejších produktů na využitelné chemické látky a užitečné formy energie.



## ZÁŘÍ

- > Odstartoval dvouletý evropský projekt **EuroCC** na vybudování sítě národních center kompetence pro HPC v rámci společného celoevropského podniku EuroHPC. Cílem je sdílení a šíření znalostí v oblasti HPC po celé Evropě a posílení technologické autonomie a konkurenceschopnosti EU. V ČR bude v rámci projektu vytvořeno **Národní centrum kompetence pro HPC**, jehož náplní bude mimo jiné realizovat podpůrné aktivity pro nasazování HPC technologií pro průmysl, veřejnou správu a akademickou obec.



## ŘÍJEN

- > **Byla podepsána smlouva na pořízení nového EuroHPC petascalového superpočítače**, který bude v IT4Innovations zprovozněn v první polovině roku 2021. Dodavatelem superpočítače, jež bude sloužit nejen akademické obci, ale také veřejným institucím či průmyslovým podnikům, se stane společnost Hewlett Packard Enterprise.
- > Zahájen H2020 projekt **EVEREST**. Projekt je koordinován IBM, spolupracuje na něm 10 partnerů a jeho doba trvání je 36 měsíců. Projekt vyvíjí holistický přístup navrhování výpočtů a komunikace ve špičkovém, a především bezpečném systému pro vysoce výkonné datové analýzy.



## LISTOPAD

- > Jiří Dědeček spolu s Edytou Tabor a Štěpánem Sklenákem z Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR našli unikátní cestu, jak přeměnit metan na metanol, za což byli oceněni společností **Česká hlava, cenou In-vence**. Při svém výzkumu využívali superpočítače IT4Innovations, na kterých prostřednictvím náročných výpočtů předpověděli výsledky, jež následně experimentálně potvrdili.
- > **4. konference uživatelů IT4Innovations** proběhla virtuálně s účastí 68 hostů. Konference přinesla informace o plánech, které chystáme v oblasti infrastruktury i o nových službách souvisejících s naším zapojením do e-INFRA CZ či LUMI konsorcia.



## PROSINEC

- > Vít Vondrák byl časopisem Computerworld zařazen mezi **TOP osobnosti roku 2020**. Jedná se o mix inovátorů, zakladatelů start-upových firem či zkušených lidí, kteří se v IT oboru pohybují delší dobu.
- > Zprovoznili jsme **Laboratoř vizualizace a virtuální reality**, která bude podpůrnou částí superpočítačové infrastruktury a bude využívána k vizualizaci 3D obsahu pomocí nejnovější dostupné technologie v oblasti velkoplošné 3D projekce a zařízení pro virtuální realitu.

# PŘEDSTAVENÍ IT4INNOVATIONS

IT4Innovations národní superpočítačové centrum při VŠB – Technické univerzitě Ostrava je předním výzkumným, vývoje- vým a inovačním centrem v oblasti vyso- ce výkonného počítání (HPC), datových analýz (HPDA), umělé inteligence (AI) a jejich aplikací do dalších vědeckých, průmyslových i společenských oborů, provozující nejvýkonnější superpočíta- čové systémy v České republice. IT4In- novations společně s institucemi CESNET a CERIT-SC tvoří strategickou výzkum- nou infrastrukturu České republiky e-IN- FRA CZ. Tato infrastruktura je uvedena v Cestovní mapě velkých výzkumných in- frastruktur České republiky pro výzkum, experimentální vývoj a inovace, kterou sestavuje Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy České republiky.

IT4Innovations poskytuje nejmodernější superpočítačové technologie a služby jak českým, tak i zahraničním výzkumným týmům z akademické i soukromé sféry. V roce 2020 provozovalo IT4Innovations čtyři superpočítače: Anselm s výkonem 94 TFlop/s – instalován na jaře 2013, Sa- lomon s výkonem 2 PFlop/s – uveden do provozu v létě 2015, Barbora s výkonem 849 TFlop/s – zprovozněn v létě 2019 a specializovaný systém pro výpočty umělé inteligence NVIDIA DGX-2 s výko- nem 130 TFlop/s (a pro AI až 2 PFlop/s) – spuštěn na jaře 2019. V roce 2020 byla podepsána smlouva na dodání nového petascalového výpočetního systému Karolina, který bude v IT4Innovations

instalován v roce 2021 a který je pořízen v rámci celoevropského společného pod-niku EuroHPC.

Stěžejními tématy výzkumu IT4Innovati- ons jsou zpracování a analýza rozsáhlých dat, strojové učení, vývoj paralelních šká- lovatelných algoritmů, řešení náročných inženýrských úloh, pokročilá vizualizace, virtuální realita, modelování pro nano- technologie a vývoj nových materiálů.

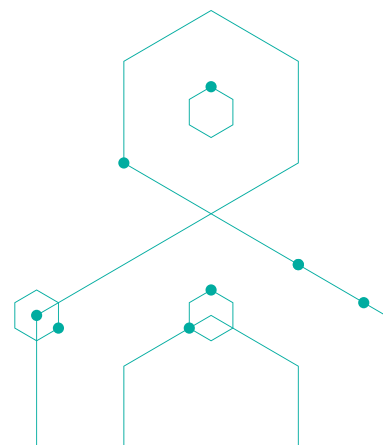
Výzkumné aktivity IT4Innovations se realizují v pěti laboratořích:

- > Laboratoř pro náročné datové analýzy a simulace,
- > Laboratoř pro výzkum infrastruktury,
- > Laboratoř vývoje paralelních algoritmů,
- > Laboratoř modelování pro nanotechnologie,
- > Laboratoř pro big data analýzy.

Nedílnou součástí aktivit IT4Innovations je spolupráce s průmyslovými podniky, díky níž získalo IT4Innovations statut Digitálního inovačního hubu registrova- ného na úrovni Evropské komise, a je čle- nem evropské sítě digitálních inovačních hubů DIHnet EU. Digitální inovační huby jsou založeny na regionální spolupráci mezi více partnery, jako jsou výzkumné organizace, průmyslová sdružení, inkubátory/akcelerátory či konkrétní firmy.

V této souvislosti navázalo IT4Innovations partnerství s Moravskoslezským inovač- ním centrem Ostrava a v roce 2020 vznikl Digitální inovační hub Ostrava.

IT4Innovations se nezaměřuje pouze na poskytování přístupu ke špičkovým vý- početním systémům či aktivity ve vědě, výzkumu a inovacích, ale nabízí také širokou škálu odborných školení zamě- řených na získání znalostí potřebných k efektivnímu využívání superpočítačové infrastruktury. IT4Innovations se tak- též podílí na vzdělávání odborníků v HPC, HPDA a AI zejména v rámci doktorského studijního programu Výpočetní vědy. Program je garantován Fakultou elektrotechniky a informatiky VŠB-TUO. Zaměstnanci centra participují na výuce ve výpočetně zaměřených studijních programech, které nabízí VŠB-TUO od bakalářských až po doktorské studijní programy, jako jsou výpočetní a apliko- vaná matematika, informatika, nano- technologie, aplikovaná mechanika či aplikovaná fyzika.



## Historie

### 2011

- > založení IT4Innovations
- > implementace Výzkumných programů
- > členství v PRACE (Partnership for Advanced Computing in Europe)

### 2013

- > zprovoznění superpočítače Anselm

### 2014

- > otevření budovy IT4Innovations

### 2015

- > zprovoznění superpočítače Salomon
- > zařazení do programu Intel® Parallel Computing Center

### 2016

- > členství v ETP4HPC (European Technology Platform for High-Performance Computing)

### 2018

- > Česká republika se připojila k EuroHPC JU, na jehož aktivitách se IT4I významně podílí
- > IT4Innovations součástí H2020 Centra excellence POP2 a je registrováno jako DIH Evropskou komisí

### 2019

- > spuštění superpočítače Barbora a specializovaného systému NVIDIA DGX-2 pro výpočty umělé inteligence
- > úspěch v soutěži o EuroHPC pre-exascale superpočítačový systém, a to jako člen LUMI konsorcia
- > členství v BDVA (Big Data Value Association) a EUDAT CD
- > vznik e-INFRA CZ
- > start H2020 projektu LEXIS, jehož je IT4Innovations koordinátorem
- > rozhodnutí o instalaci petascalového systému Karolina v roce 2021 s výkonem 15,7 PFlop/s

### 2020

- > vznik Digitálního inovačního hubu Ostrava
- > podpis smlouvy na pořízení superEuroHPC petascalového superpočítače s výkonem 15,7 PFlop/s, nejvýkonnějšího superpočítače v ČR
- > IT4Innovations se stává Národním centrem kompetence pro HPC

## Mise

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

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.



## Členství

IT4Innovations se významně podílí na aktivitách společného podniku EuroHPC a je členem v klíčových evropských infrastrukturách, iniciativách a sdruženích v oblasti HPC a HPDA.

### PRACE

Partnership for Advanced Computing in Europe

### ETP4HPC

European Technology Platform for High-Performance Computing

### I4MS

ICT Innovation for Manufacturing SMEs

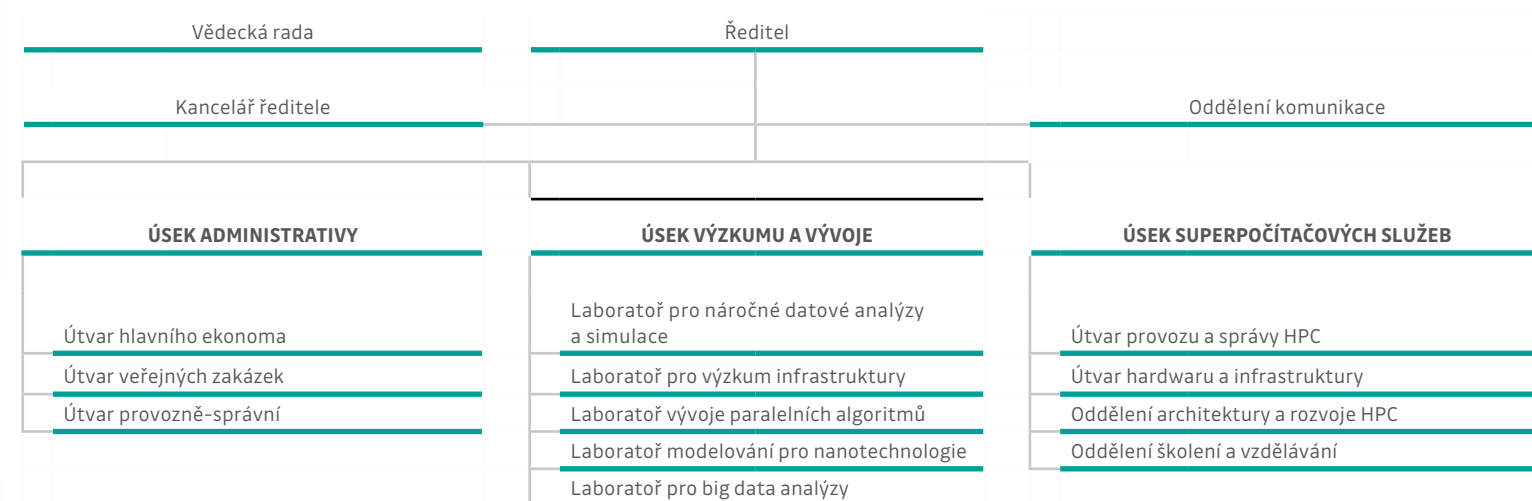
### EUDAT

Collaborative Data Infrastructure

### BDVA

Big Data Value Association

## ORGANIZAČNÍ STRUKTURA



## Vedení laboratoří IT4Innovations

**Ing. Jan Martinovič, Ph.D.**

Laboratoř pro náročné datové analýzy a simulace

**Ing. Lubomír Říha, Ph.D.**

Laboratoř pro výzkum infrastruktury

**Ing. Tomáš Karásek, Ph.D.**

Laboratoř vývoje paralelních algoritmů

**prof. Ing. Jaromír Pištora, CSc.**

Laboratoř modelování pro nanotechnologie

**prof. Ing. Miroslav Vozňák, Ph.D.**

Laboratoř pro big data analýzy



## Vědecká rada IT4Innovations

### PŘESED A

**doc. Mgr. Vít Vondrák, Ph.D.**

### ČLENOVÉ

Interní

**prof. Ing. Tomáš Kozubek, Ph.D.**

**Mgr. Branislav Jansík, Ph.D.**

**Ing. Jan Martinovič, Ph.D.**

**Ing. Lubomír Říha, Ph.D.**

**Ing. Tomáš Karásek, Ph.D.**

**prof. Ing. Jaromír Pištora, CSc.**

**prof. Ing. Miroslav Vozňák, Ph.D.**

Externí

**prof. Ing. Jan Holub, Ph.D.**

Fakulta informačních technologií České vysoké učení technické v Praze

**doc. Ing. Jiří Jaroš, Ph.D.**

Fakulta informačních technologií Vysoké učení technické v Brně

**prof. Ing. Pavel Tvrđík, CSc.**

Fakulta informačních technologií České vysoké učení technické v Praze

**doc. RNDr. Stanislav Hledík, Ph.D.**

Filozoficko-přírodovědecká fakulta Slezská univerzita v Opavě

**prof. RNDr. Jaroslav Pokorný, CSc.**

Matematicko-fyzikální fakulta Univerzita Karlova

Také v roce 2020 pokračovala spolupráce IT4Innovations s partnery projektu Centrum excelence IT4Innovations – Ostravskou univerzitou, Slezskou univerzitou v Opavě, Vysokým učením technickým v Brně a Ústavem geoniky Akademie věd ČR. Od roku 2016 společně řeší projekt IT4Innovations Excellence in Science, jenž je financován z Národního programu udržitelnosti II.

Dozor nad tímto projektem, ale i nad udržitelností projektu Centra excelence IT4Innovations, zajišťuje správní rada IT4Innovations

## Správní rada Centra excelence IT4Innovations

### PŘESED A

**Ing. Evžen Tošenovský, Dr.h.c.**

### MÍSTOPŘESED A

**doc. Mgr. Pavel Drozd, Ph.D.**

### ČLENOVÉ

**prof. Ing. Ivo Vondrák, CSc.**

**prof. Ing. Petr Noskovič, CSc.**

**Ing. Miroslav Murin, FCCA**

**prof. Dr. Ing. Pavel Zemčik**

**Ing. Leoš Dvořák**

**doc. Ing. Pavel Tuleja, Ph.D.**

**prof. Ing. Miroslav Tůma, CSc.**

Odborný dohled nad projektem IT4Innovations Excellence in Science, ale i nad udržitelností projektu Centra excelence IT4Innovations, zajišťuje vědecká rada Centra excelence IT4Innovations.

## Vědecká rada Centra excelence IT4Innovations

### PŘESED A

**doc. Mgr. Vít Vondrák, Ph.D.**

### ČLENOVÉ

**prof. Jean Christopher Desplat**

Irish Centre for High-End Computing

**prof. Ing. Petr Berka, CSc.**

Vysoká škola ekonomická v Praze

**doc. Ing. Petr Cintula, Ph.D.**

Ústav informatiky Akademie věd ČR

**prof. Dr. Kenneth Ruud**

The Arctic University of Norway

**prof. Dr. hab. Ing. Roman Wyrzykowski**

Czestochowa University of Technology

**prof. Dr. Arndt Bode**

Leibniz Supercomputing Centre of the Bavarian Academy of Sciences

**prof. Dr. Vahtang Jandieri**

University of Duisburg-Essen

**prof. DrSc. Svetozar Dimitrov Margenov**

Bulgarian Academy of Sciences

**prof. Dr. Svetlana Asmuss**

University of Latvia

## Zaměstnanci IT4Innovations

Počet zaměstnanců IT4Innovations po přepočtu na ekvivalent plného pracovního úvazku (FTE) činil v roce 2020 celkem 155,48 FTE, z toho:



11%

Superpočítačové služby



20%

Management a administrativa



69%

Výzkum a vývoj

37 % Laboratoř pro náročné datové analýzy a simulace

11 % Laboratoř pro výzkum infrastruktury

25 % Laboratoř vývoje paralelních algoritmů

19 % Laboratoř modelování pro nanotechnologie

8 % Laboratoř pro big data analýzy



# FINANČNÍ PŘEHLED

## Provozní a investiční náklady

Celkové náklady IT4Innovations činily 227 861 000 Kč. Z této částky byly neinvestiční (provozní) náklady 91,3 %, investiční (kapitálové) náklady 8,7 %. Nejvyšší část provozních nákladů tvořily mzdové výdaje, služby (náklady za spotřebu elektrické energie, servis provozovaných systémů a podpůrné infrastruktury, technickou a systémovou podporu atd.), režijní výdaje a členské poplatky (do mezinárodních organizací a konsorcií PRACE, ETP4HPC, EUDAT, BDVA).



37,3 %	Mzdové výdaje – výzkumné týmy
12,8 %	Mzdové výdaje – řízení, administrativa
7,7 %	Mzdové výdaje – superpočítačové služby
19,8 %	Služby
17,5 %	Režijní výdaje
1 %	Poplatky
1 %	Drobný dlouhodobý hmotný majetek
0,7 %	Zahraniční a domácí pracovní cesty (vč. zvaných přednášejících)
0,7 %	Stipendia
0,6 %	Spotřební materiál
0,5 %	Odpisy
0,4 %	Ostatní náklady



72,6 %	Dlouhodobý hmotný majetek – stroje a zařízení
18 %	Dlouhodobý nehmotný majetek
9,4 %	Dlouhodobý hmotný majetek – stavby

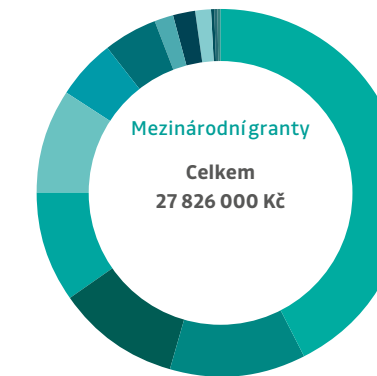


## Zdroje financování

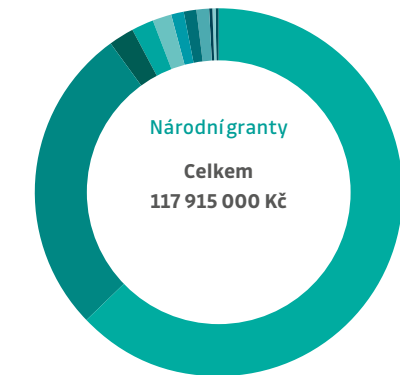
V roce 2020 hospodařilo IT4Innovations se zdroji ve výši 241 478 000 Kč. Uvedené prostředky obsahují rovněž nespotebované dotační prostředky převedené do fondu účelově určených prostředků a zisk před zdaněním. Největší podíl na zdrojích financování provozních výdajů měly národní granty (granty Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy, Technologické agentury ČR, Grantové agentury ČR, Ministerstva průmyslu a obchodu a Ministerstva vnitra). Dále se na zdrojích financování provozních výdajů podílely strukturální fondy, mezinárodní granty, prostředky na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace, vlastní prostředky, smluvní výzkum a pronájem výpočetního času, specifický výzkum a ostatní zdroje.



49,1 %	Národní granty
15,7 %	Strukturální fondy
11,5 %	Mezinárodní granty
8,4 %	Dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace
8,1 %	Vlastní prostředky
5,8 %	Smluvní výzkum a pronájem výpočetního času
1,1 %	Specifický výzkum
0,3 %	Ostatní



42,6 %	LEXIS
12 %	POP2
10,8 %	PRACE 6IP
9,7 %	ExaQute
9,2 %	CloudiFacturing
5,3 %	OPENQKD
4,7 %	Expertise
1,8 %	TETRAMAX
1,7 %	EUROCC
1,6 %	PRACE 3IP
0,3 %	EVEREST
0,2 %	Superheroes4Science
0,1 %	PRACE 5IP



62,8 %	Projekty velkých infrastruktur pro VaVal – MŠMT
27,4 %	Národní program udržitelnosti II – MŠMT
2,2 %	Centra kompetence – TAČR
2 %	TREND – TAČR
1,5 %	Standardní projekty – GAČR
1,3 %	Bezpečnostní výzkum České republiky – MV
1,1 %	TRIO – MPO
1 %	Mezinárodní grantové projekty hodnocené na principu LEAD Agency – GAČR
0,4 %	Podpora vědy a výzkumu v Moravskoslezském kraji – MSK
0,2 %	Individuální dotace – MSK
0,1 %	Podpora mobility výzkumných pracovníků a pracovníků v rámci mezinárodní spolupráce ve VaVal – MŠMT

- SUPERPOČÍTAČOVÉ SLUŽBY
- VÝZKUM A VÝVOJ
- VZDĚLÁVACÍ A VÝUKOVÉ AKTIVITY

## Národní granty

### Projekty podpořené Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy

#### Projekt velkých infrastruktur pro výzkum, experimentální vývoj a inovace

- e-Infrastruktura CZ

#### Projekt Národního programu udržitelnosti II

- IT4Innovations Excellence in Science

#### Dotace na specifický vysokoškolský výzkum pro rok 2020 – SGS

- Teorie dynamických systémů a její aplikace v inženýrství
- Tvorba multifyzikálního modelu asynchronního elektromotoru uzpůsobeného pro HPC
- Experimentální studium a ab-initio modelování spinových laserů
- Rozšíření HPC platformy pro spouštění vědeckých pipelines 2
- Internacionalizace doktorského vzdělávání v oblasti molekulové fyziky III

- Výzkum infrastruktury a vývoj HPC knihoven a nástrojů II

#### Podpora mobility výzkumných pracovníků a pracovníků v rámci mezinárodní spolupráce ve VaVal

- Fyzika fononových interakcí v pevných látkách pro generaci terahertzového záření
- Víceúrovňový design nových permanentních magnetů bez prvků vzácných zemin

#### Projekty Operačního programu Výzkum, vývoj a vzdělávání

- IT4Innovations národní superpočítačové centrum – cesta k exascale
- e-INFRA CZ: Modernizace
- Doktorská škola pro vzdělávání v oblasti matematických metod a nástrojů v HPC
- Technika pro budoucnost 2.0
- Umělá inteligence a uvažování
- Věda bez hranic 2.0

#### Dotace Moravskoslezského kraje

- Digitální inovační hub – pilotní ověření

### Projekty podpořené Grantovou agenturou České republiky

- Prostorově-časové metody hraničních prvků pro řešení rovnice vedení tepla
- Modifikace teplotní stability slitin na bázi W-Cr pro aplikaci ve fúzních reaktorech

### Projekty podpořené Technologickou agenturou České republiky

- Personalizovaná medicína – diagnostika a terapie
- Optimalizace provozních parametrů elektrické distribuční soustavy s využitím umělé inteligence
- Bezkontaktní detektor částečných výbojů pro distribuční vedení VN
- Národní centrum pro energetiku (NCE)
- Chytrý systém pro řízení energie energetických sítí
- Centrum energetických a environmentálních technologií

- Vývoj expertního systému pro automatické vyhodnocování patologií ze snímku oka
- Výzkum a vývoj funkčního vzorku železničního vozidla se schopností sběru dat a softwaru – simulátoru se schopností generování dat pro trénování detekce překážek v simulovaných podmínkách

### Podpora Ministerstva průmyslu a obchodu

- Vtokové a výtokové objekty čerpacích a turbínových stanic
- Digitální dvojče produktu v rámci výrobních závodů Siemens

### Podpora Ministerstva vnitra

- Zapojení umělé inteligence do příjmu tísňového volání

## Mezinárodní granty

### Projekty 8. rámcového programu pro výzkum a inovace Evropské unie – Horizont 2020

- PRACE-6IP – Partnership for Advanced Computing in Europe, 6. implementační fáze
- LEXIS – Large-scale EXecution for Industry & Society
- EUROCC – National Competence Centres in the framework of EuroHPC
- POP2 – Performance Optimisation and Productivity 2
- CloudiFacturing – Cloudification of Production Engineering for Predictive Digital Manufacturing
- OPENQKD – Open European Quantum Key Distribution Testbed
- EXPERTISE – Experiments and High-Performance Computing for Turbine Mechanical Integrity and Structural Dynamics in Europe

- TETRAMAX – Technology Transfer via Multinational Application Experiments
- ExaQute – Exascale Quantifications of Uncertainties for Technology and Science Simulation
- EVEREST – dEsign enVironmEnt foR Extreme-Scale big data analytics on heterogeneous platforms

### Erasmus+ projekty

- SCtrain – Supercomputing knowledge partnership

### Mezinárodní visegrádský fond

- Superheroes4Science

## SUPERPOČÍTAČOVÉ SLUŽBY

IT4Innovations představuje strategickou výzkumnou infrastrukturu v České republice a společně s dalšími dvěma infrastrukturami CESNET a CERIT-SC tvoří unikátní e-infrastrukturu s názvem e-INFRA CZ.

IT4Innovations v roce 2020 provozovalo čtyři superpočítače: Anselm (94 TFlop/s, instalovaný v létě 2013), Salomon (2 PFlop/s, instalovaný v létě 2015), Barbora (849 TFlop/s, instalovaný na podzim 2019) a specializovaný systém pro výpočty umělé inteligence NVIDIA DGX-2 (130 TFlop/s a 2 PFlop/s pro AI, instalovaný na jaře 2019).

V roce 2020 se IT4Innovations opět aktivně podílelo na většině aktivit společného podniku EuroHPC, v rámci něhož bude v roce 2021 instalován nový petascalový výpočetní systém Karolina s výkonem přibližně 15,7 PFlop/s. Konkrétně byla podepsána smlouva mezi EuroHPC JU, společností Hewlett Packard Enterprise (HPE), která systém dodá, a IT4Innovations národním superpočítačovým centrem při VŠB – Technické univerzitě Ostrava, kde bude nový superpočítač umístěn. Karolina se se svými parametry zařadí mezi nevykonnější superpočítače v Evropě. Superpočítač je navržen tak, aby uceleně pokryl uživatelské požadavky při

řešení komplexních vědeckých i průmyslových problémů zahrnujících jak klasické numerické simulace, tak rozsáhlé datové analýzy nebo i využití umělé inteligence.

IT4Innovations je rovněž členem LUMI konsorcia (Large Unified Modern Infrastructure) tvořeném koordinujícím Finskem a dále Belgií, ČR, Dánskem, Estonskem, Islandem, Nizozemím, Norskem, Polskem, Švédskem a Švýcarskem. Cílem spolupráce konsorcia je pořízení EuroHPC pre-exascale superpočítačového systému LUMI, který bude v letech 2021–2022 nainstalován ve finském Kajaani a stane se jedním z nejvýkonnějších v Evropě i ve světě.



## Technické parametry superpočítačů

	Anselm	Salomon	NVIDIA DGX-2	Barbora
Uvedení do provozu	Jaro 2013	Léto 2015	Jaro 2019	Podzim 2019
Teoretický výkon	94 TFlop/s	2 011 TFlop/s	130 TFlop/s 2 PFlop/s pro AI	849 TFlop/s
Operační systém	RedHat Linux 64bit 6.x	CentOS 64bit 7.x	CentOS 64bit 7.x	CentOS 64bit 7.x
Operační uzly	209	1 008	1	201
CPU na uzel	2 x Intel SandyBridge, osmijádrový, 2,3 / 2,4 GHz, celkem 3 344 jader	2 x Intel Haswell, dvanáctijádrový, 2,5 GHz, celkem 24 192 jader	2 x Intel Xeon Platinum, dvacetitřijádrový, celkem 48 jader	2 x Intel Cascade Lake, osmnáctijádrový, 2,6 GHz, celkem 7 235 jader
RAM na uzel	64 GB / 96 GB / 512 GB	128 GB / 3,25 TB (UV node)	1,5 TB DDR4, 512 GB HBM2 (16 x 32 GB)	192 GB / 6 TB fat node
GPU akcelerátory	23 x NVIDIA Tesla K20 (Kepler)	N/A	16 x NVIDIA Tesla V100 / 32 GB HBM2	32 x NVIDIA Tesla V100
MIC akcelerátory	4 x Intel Xeon Phi 5110P	864 x Intel Xeon Phi 7120P	N/A	N/A
Úložný prostor	320 TiB / home (rychlost 2 GB/s), 146 TiB / scratch (rychlost 6 GB/s)	500 TB / home (6 GB/s), 1 638 TB / scratch (30 GB/s)	30 TB NVMe	29 TB / home, 310 TB / scratch (28 GB/s)
Sít	Infiniband QDR 40 Gb/s	Infiniband FDR 56 Gb/s	8 x Infiniband nebo 8 x 100 GbE	Infiniband HDR 200 Gb/s

## Přidělování výpočetního času

Výpočetní kapacita IT4Innovations je určena pro řešení úloh ve výzkumu a vývoji především pro akademická pracoviště a další výzkumné instituce. Nevyužitá část kapacity může být uvolněna pro rozvoj spolupráce mezi akademickou sférou a průmyslovými partnery, či pro čistě komerční využití.

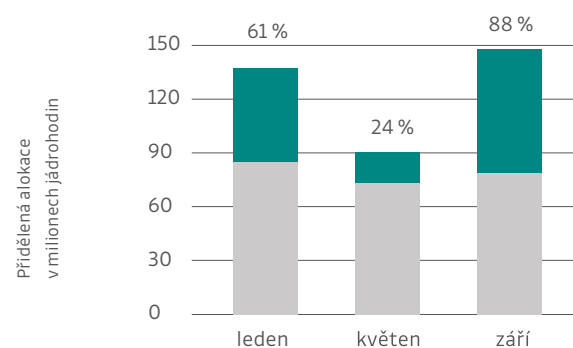
IT4Innovations poskytlo v roce 2020 v rámci Veřejné grantové soutěže výpočetní čas 184 projektům a dále 40 projektům na základě rozhodnutí ředitelství. Celkově bylo přiděleno 267 453 643 jádrohodin, z čehož 90 % jádrohodin bylo přiděleno v rámci tří Veřejných grantových soutěží a 10 % jádrohodin na základě

rozhodnutí ředitelství. Do celkové alokace výpočetních prostředků na základě rozhodnutí ředitelství patří alokace jak v rámci iniciativy PRACE prostřednictvím programu DECI, tak i pronájmu v komerční sféře.

### Veřejné grantové výzvy v roce 2020

■ Přidělená alokace  
■ Rozdíl mezi poptávkou a přidělenými alokacemi

Využití superpočítače se měří v jádrohodinách a určí se jako počet procesorových jednotek (jader) použitých ke spuštění simulace vynásobené dobou trvání úlohy v hodinách.



### Veřejné grantové soutěže

O výpočetní čas si instituce mohou zažádat v rámci Veřejných grantových soutěží, které IT4Innovations vypisuje třikrát ročně. V roce 2020 bylo ve prospěch české vědy mezi 184 výzkumných projektů v rámci tří Veřejných grantových soutěží rozděleno více než 241 milionů jádrohodin. Nejvíce výpočetních zdrojů, tj. 68 %, bylo přiděleno projektům z oblasti materiálových věd a 15 % projektům z oblasti biověd.

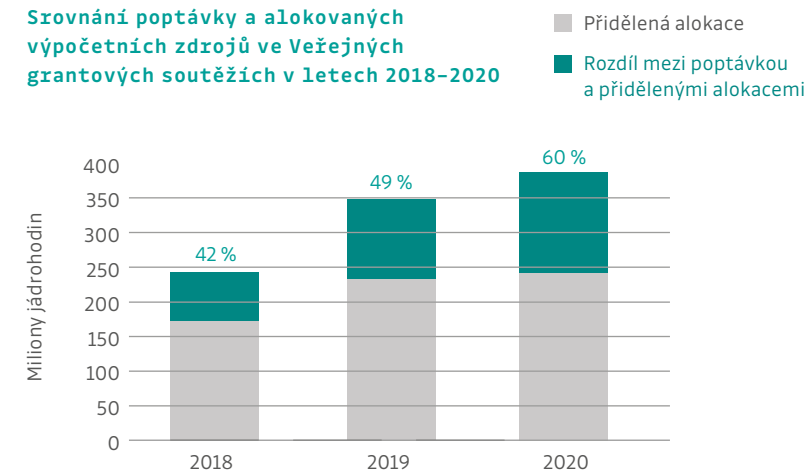
Vyhrazená výpočetní kapacita pro jednotlivá kola Veřejné grantové výzvy se měnila s ohledem na vzrůstající poptávku a během roku 2020 činila od 73 až po 85 milionů jádrohodin. V celkovém součtu se vyhrazená kapacita v průběhu roku zvedla ze 180 milionů na téměř 237 milionů jádrohodin. V roce 2018 byl rozdíl mezi poptávkou a alokovaným množstvím téměř 42 %, v roce 2019 dosáhl 49 % a v roce 2020 činil 60 %.

V roce 2020 shledala alokační komise většinu žádostí po vědecké i technické stránce jako velmi dobře připravené, ale s ohledem na nedostačující výpočetní kapacitu byla nucena výpočetní čas projektům krátit. Rozdíl mezi poptávkou a výpočetní kapacitou vyhrazenou pro Veřejné grantové soutěže však bývá kompenzován rezervami ředitelství a správou systémů IT4Innovations.



■ 90,4 % VGS  
■ 7,1 % PRACE DECI  
■ 1,3 % Komerční projekty  
■ 1,2 % Ostatní

### Srovnání poptávky a alokovaných výpočetních zdrojů ve Veřejných grantových soutěžích v letech 2018–2020



Rok	Vyhrazená kapacita (jádrohodiny)	Rozdíl mezi poptávkou a vyhrazenou kapacitou	Rozdíl mezi poptávkou a přidělenými alokacemi
2018	144 milionů	70 %	42 %
2019	180 milionů	96 %	49 %
2020	237 milionů	58 %	60 %

### Výsledky Veřejných grantových soutěží v roce 2020

Žadatelé z VŠB – Technické univerzity Ostrava získali v rámci Veřejných grantových soutěží v roce 2020 výpočetní zdroje ve výši téměř 70 milionů jádrohodin prostřednictvím 55 projektů. Z toho 47 projektů bylo pod vedením výzkumných pracovníků z IT4Innovations národního superpočítačového centra a zbývající projekty vedli vědci z Fakulty stavební,

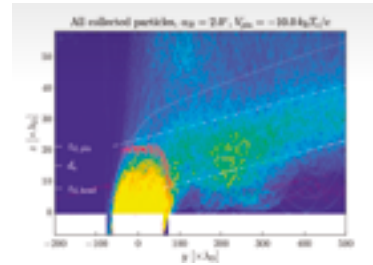
Fakulty strojní a Fakulty elektrotechniky a informatiky.

Akademie věd České republiky byla druhou institucí, která v největší míře využila infrastrukturu IT4Innovations. Celkem 52 projektům žadatelů z ústavů této instituce bylo přiděleno více než 60 milionů jádrohodin. Nejvíce výpočetních

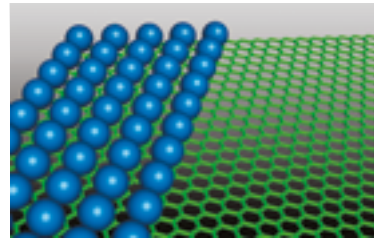
zdrojů získaly projekty Ústavu organické chemie a biochemie, Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského a Fyzikálního ústavu. Alokační v celkové výši minimálně 10 milionů jádrohodin či více získaly také další instituce: CEITEC, Univerzita Karlova, Vysoké učení technické v Brně, Ostravská univerzita a České vysoké učení technické v Praze.



Výsledky 18. Veřejné grantové soutěže v Newsletteru Q1/2020



Simulace sondových diagnostik pro tokamak COMPASS-Up a projekt Mgr. Aleše Podolníka, Ph.D. z Ústavu fyziky plazmatu Akademie věd ČR

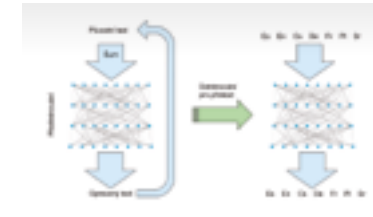


Meze přesnosti metody kvantové Monte Carlo v limitě slabé interakce a projekt Ing. Matúše Dubeckého, Ph.D. z Ostravské univerzity

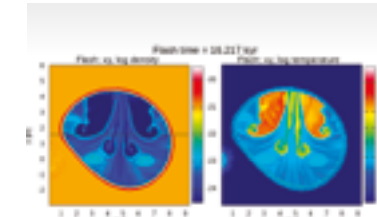
Vznik planet shlukováním balvanů a projekt RNDr. Ondřeje Chrenka, Ph.D. z Astronomického ústavu Univerzity Karlovy



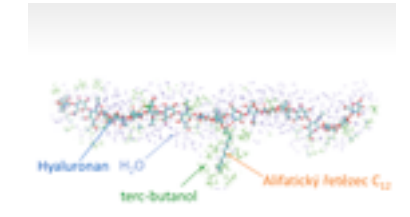
Výsledky 20. Veřejné grantové soutěže v Newsletteru Q4/2020



Vysoce vícejazyčný neurální strojový překlad využívající učení bez učitele a projekt Ing. Josefa Jona z Vysokého učení technického v Brně



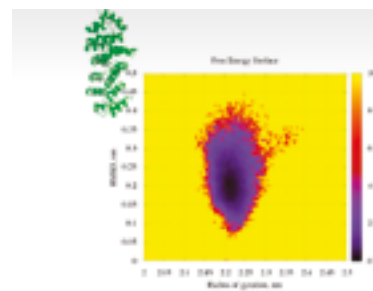
Expanze supernov v blízkosti galaktického centra a projekt Barnabáše Barny, Ph.D. z Astronomického ústavu Akademie věd ČR



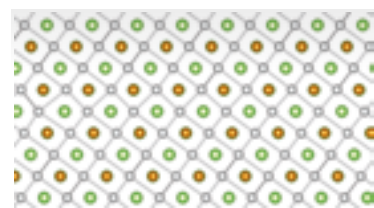
Substituované molekuly hyaluronanu ve vodných a směsných rozpouštědlech a projekt RNDr. Marka Ingra, Ph.D. z Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně



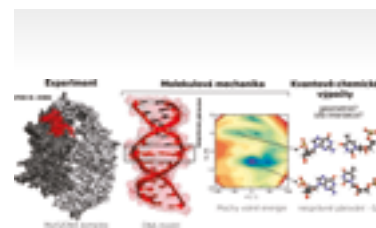
Výsledky 19. Veřejné grantové soutěže v Newsletteru Q3/2020



Hledání nových protirakovinných sloučenin a zkoumání jejich mechanismu účinku a projekt Dr. Oleny Mokshyny z Institutu molekulární a translační medicíny, Univerzity Palackého



Návrh nového inteligentního materiálu s magnetickou tvarovou pamětí a projekt Ing. Martina Zeleného, Ph.D. z Matematicko-fyzikální fakulty, Univerzity Karlovy

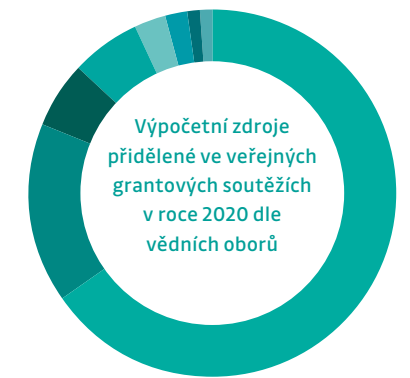


Kvantově mechanické modelování nesprávně párované DNA a projekt RNDr. Petra Kulhánka, Ph.D. z CEITEC, Masarykovy univerzity



Výpočetní zdroje přidělené ve veřejných grantových soutěžích v roce 2020 dle institucí

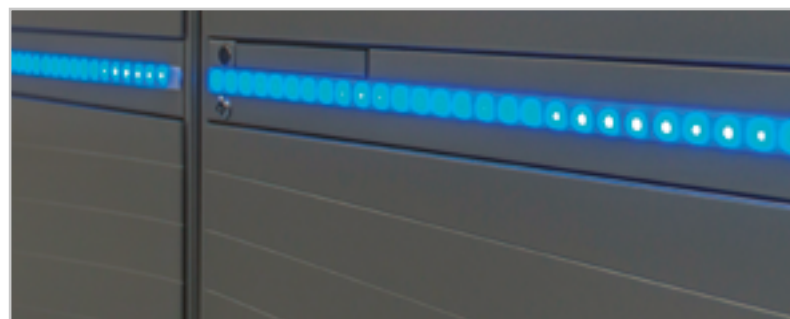
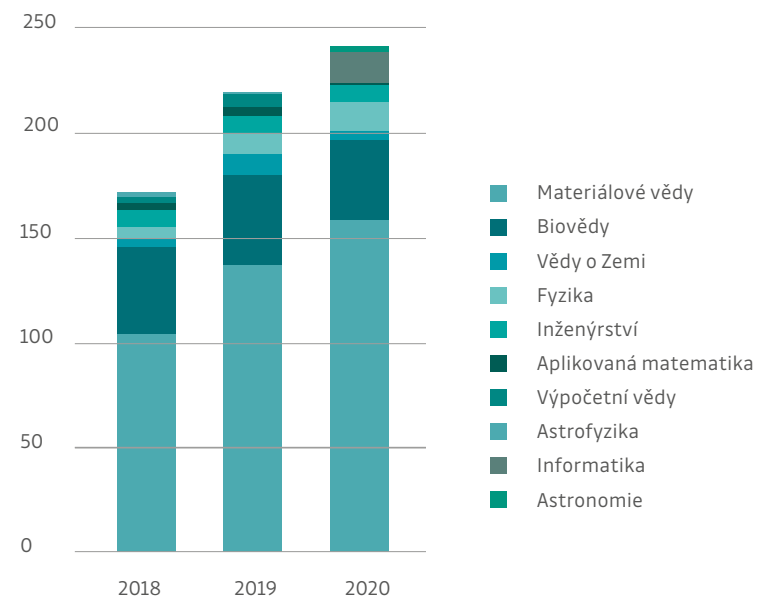
28,7%	VŠB-TUO
24,9%	Akademie věd ČR
11,8%	CEITEC
10,2%	Univerzita Karlova
5,8%	VUT v Brně
5,4%	Ostravská univerzita
4,9%	ČVUT v Praze
2,9%	Masarykova univerzita
2,3%	VŠCHT v Praze
0,6%	UTB ve Zlíně
2,5%	Ostatní



Výpočetní zdroje přidělené ve veřejných grantových soutěžích v roce 2020 dle vědních oborů

65%	Materiálové vědy
16%	Biovědy
6%	Informatika
6%	Fyzika
3%	Inženýrství
2%	Vědy o Zemi
1%	Astronomie
1%	Aplikovaná matematika

## Alokace výpočetních zdrojů v roce 2018 až 2020 dle vědních oborů



## Rozhodnutí ředitelství

IT4Innovations rovněž přidělilo téměř 10 % svých výpočetních kapacit projektům na základě tzv. rozhodnutí ředitelství. Žádost lze podat kdykoliv. Jedná se o nepravidelné přidělování výpočetního času na základě posouzení vedením IT4Innovations. Ucházet se mohou libovolné subjekty, a to v takových případech, kdy nelze využít Veřejné grantové soutěže. V roce 2020 bylo na základě rozhodnutí ředitelství přiděleno téměř 26 milionů jádrohodin celkově 40 projektům. Mezi tyto projekty patří také subjekty z komerční sféry, které si mohou výpočetní čas pronajmout.

V roce 2020 uzavřelo 10 firem komerční smlouvy ve výši přibližně 3,6 milionů jádrohodin.

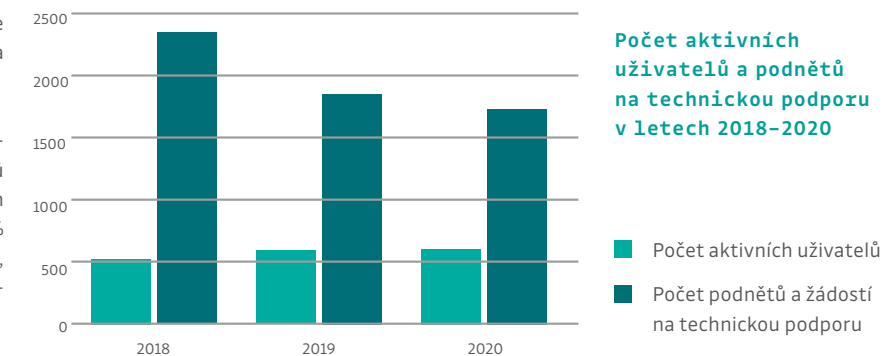
AIRMOBIS a.s.  
Bayncore Labs  
Bonmedix s.r.o.  
DHI a.s.  
European Space Agency  
Ostravská Univerzita  
Sotio a.s.  
Ullmanna s.r.o.  
Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem  
Varroc Lighting systems, s.r.o.



## Uživatelé výpočetních zdrojů

Počet aktivních uživatelů v roce 2020 se vyšplhal na 606. Ve srovnání s údajem za rok 2019 se toto číslo zvýšilo o 2,5 %.

Technická podpora IT4Innovations obdržela v roce 2020 celkem 1 729 podnětů a žádostí. Interní reakční doba (24 hodin na první odpověď) byla dodržena u 99,6 % podnětů. Interní doba prvního uzavření, která nesmí být větší než 30 dnů, byla dodržena u 97,57 % podnětů.



## Projekty v oblasti superpočítačových služeb

IT4Innovations je součástí několika národních a mezinárodních projektů, které pomáhají zabezpečit provoz a rozvoj superpočítačové infrastruktury. Tím nejvýznamnějším byl grant Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy České republiky (MŠMT) – IT4Innovations národní superpočítačové centrum, který byl financován z prostředků určených na podporu velkých infrastruktur pro výzkum, experimentální vývoj a inovace. Na něj v roce 2020 navázal projekt e-Infrastruktura CZ, který kromě IT4Innovations zahrnuje instituce CESNET a CERIT-SC. Společně tvoří strategickou výzkumnou e-infrastrukturu České republiky s názvem e-INFRA CZ. Tato infrastruktura je uvedena v Cestovní mapě velkých výzkumných infrastruktur České republiky pro výzkum, experimentální vývoj a inovace, kterou sestavuje Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy České republiky.

Modernizace výpočetních kapacit IT4Innovations je financována z Operačního programu Výzkum, vývoj a vzdělávání MŠMT, konkrétně z projektu IT4Innovations národní superpočítačové centrum – cesta k exascale a dále z projektu e-INFRA CZ: Modernizace, který se zaměřuje na modernizaci a zajištění nezbytných kapacit v rámci konkrétních komponent e-infrastruktury.

Významnými mezinárodními projekty, do nichž se IT4Innovations díky členství

v evropské infrastruktuře Partnership for Advanced Computing in Europe (PRACE) zapojuje, jsou stejnojmenné infrastrukturní projekty financované z dotačního titulu Evropské komise Horizont 2020. V roce 2020 pokračuje v pořadí již 6. fáze projektu s názvem PRACE-6IP.

### Národní granty

#### Projekty podpořené Ministerstvem školství mládeže a tělovýchovy ČR

##### e-Infrastruktura CZ (2020–2022)

**IDENTIFIKÁTOR PROJEKTU**  
LM2018140 (Projekt velkých infrastruktur pro výzkum, experimentální vývoj a inovace)

##### ŘEŠITEL

doc. Mgr. Vít Vondrák, Ph.D.

e-INFRA CZ je unikátní e-infrastrukturou pro výzkum, vývoj a inovace v ČR, která představuje plně transparentní prostředí poskytující komplexní kapacity a zdroje pro přenos, ukládání a zpracování vědeckých dat všem subjektům zabývajícím se výzkumem, vývojem a inovacemi, bez ohledu na to, v jakém odvětví je provádí. Vytváří komunikační, informační, úložnou a výpočetní platformu

pro výzkum, vývoj a inovace jak na národní úrovni ČR, tak i mezinárodní úrovni a poskytuje rozsáhlé a ucelené portfolio služeb v oblasti ICT, bez kterých moderní výzkum, vývoj a inovace nemohou být realizovány. Mezi hlavní složky e-INFRA CZ patří:

- > vysoce výkonná národní komunikační infrastruktura;
- > národní gridová a cloudová infrastruktura;
- > nejvýkonnější a nejmodernější superpočítačové systémy ČR;
- > velkokapacitní datová úložiště.

Nezbytnou součástí a přidanou hodnotou této e-infrastruktury jsou rovněž další nástroje a služby, jako např. řízení přístupu k ICT zdrojům, nástroje podporující vzdálenou spolupráci nebo nástroje pro zajištění bezpečné komunikace a ochrany dat, které společně přispívají k jejímu efektivnímu a současně různorodému využití.

##### IT4Innovations národní superpočítačové centrum – cesta k exascale (2017–2022)

##### IDENTIFIKÁTOR PROJEKTU

EF16\_013/0001791 (výzva č. 02\_16\_013 Výzkumné infrastruktury)

##### ŘEŠITEL

Mgr. Branislav Jansík, Ph.D.

Hlavním cílem projektu je rozšíření a modernizace výzkumné infrastruktury IT4Innovations tak, aby byla udržena stávající technologická úroveň HPC v ČR v porovnání s rozvinutými, zejména evropskými zeměmi. Záměrem aktivit tohoto projektu bylo v roce 2018 modernizovat vybavení a stávající superpočítače doplnit technologicky pokročilejším klastrem, rozsahem a určením obdobným stávajícímu systému Anselm (fyzicky proběhlo 2019 pořízením superpočítače Barbora). V roce 2021 bude pořízen superpočítač Karolina, který svou kapacitou několikanásobně předčí Salomon, dosud nejvýkonnější systém IT4Innovations.

V rámci projektu je rovněž podpořen kvalitní výzkum široké akademické komunity ČR a rozšíření stávajících výzkumných aktivit v IT4Innovations v oblasti modelování fotonických a spinfotonických struktur, návrhu nových progresivních materiálů na základě výpočtu elektronové struktury a analýzy biologických obrazů s využitím HPC. Vlastní výzkum je pro infrastrukturu IT4Innovations důležitým zdrojem expertízy v oblasti HPC, který se promítá do služeb, jež infrastruktura poskytuje svým uživatelům.

##### e-INFRA CZ: Modernizace (2020–2022)

##### IDENTIFIKÁTOR PROJEKTU

CZ.02.1.01/0.0/0.0/18\_072/0015659 (Výzva č. 02\_18\_072 Výzkumné e-infrastruktury)

##### ŘEŠITEL

Mgr. Branislav Jansík, Ph.D.

Cílem projektu je modernizovat a dále rozvíjet kapacity jednotlivých komponent e-INFRA CZ tak, aby úroveň IT infrastrukturní podpory odpovídala předikovaným požadavkům uživatelské komunity pro dané období a zároveň state-of-the-art úrovni oboru. Projekt je zaměřen především na kompletní modernizaci všech vrstev společné komunikační infrastruktury a dále na upgrade prvků univerzálních e-infrastrukturních kapacit pro ukládání a zpracování dat. Nedílnou součástí řešení pak bude optimální technologické a logické provázání těchto modernizovaných kapacit s analogickými celky v evropském (GÉANT, EGI, EOSC, EuroHPC, ETP4HPC, EUDAT, PRACE, ...) i globálním (GLIF) VaV prostoru a samozřejmě se souvisejícími infrastrukturami a entitami na národní úrovni.

### Mezinárodní granty

#### PRACE-6IP – Partnership for Advanced Computing in Europe, 6. implementační fáze (2019–2021)

##### IDENTIFIKÁTOR PROJEKTU

823767 (výzva H2020 INFRAE-DI-2018-2020)

##### ŘEŠITEL

doc. Mgr. Vít Vondrák, Ph.D.

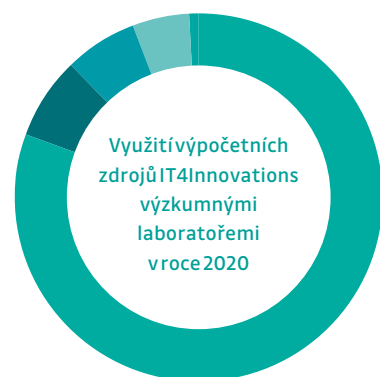
Cílem projektu je navázat na úspěšné předešlé projekty PRACE, jejichž úkolem bylo implementovat evropskou HPC infrastrukturu a pokračovat v rozvíjení spolupráce na poli supercomputingu pro posílení konkurenceschopnosti evropské vědy, výzkumu a průmyslu.

IT4Innovations realizuje excelentní výzkum v oblasti velmi náročných výpočtů, zpracování rozsáhlých dat a umělé inteligence a jejich aplikací do dalších vědních disciplín i průmyslové praxe.

Stěžejními tématy výzkumu IT4Innovations jsou zpracování a analýza rozsáhlých dat, strojové učení, vývoj paralelních škálovatelných algoritmů, řešení náročných inženýrských úloh, pokročilá vizualizace, virtuální realita, modelování pro nanotechnologie, vývoj nových materiálů s využitím velmi výkonných výpočetních a datových kapacit.

IT4Innovations je výzkumným a vývojným centrem se silnými mezinárodními vazbami a jako takové je významně zapojeno ve všech aktivitách společného evropského podniku EuroHPC a v řadě prestižních mezinárodních organizací (PRACE, ETP4HPC, BDVA, I4MS, HiPEAC či EUDAT CDI). Podílí se na řešení 10 mezinárodních projektů financovaných zejména z programu Horizont 2020. IT4Innovations je koordinátorem projektu

H2020 LEXIS, Národním centrem kompetence pro HPC v rámci projektu EuroCC a členem H2020 Centra excelence POP2. IT4Innovations se také podílí na vývoji internetové platformy Evropské vesmírné agentury (European Space Agency, ESA) nazvané Urban Thematic Exploitation Platform a v minulosti se účastnilo celé řady projektů podpořených z programů FP7 a H2020 jako například PRACE, EXA2CT, HARPA, ExCAPE, ANTAREX, READEX, SESAME NET a další.



■ 80,8 %	NANO
■ 7,1 %	ADAS
■ 6,5 %	PAR
■ 4,8 %	INFRA
■ 0,8 %	BIG DATA

Výzkum v IT4Innovations je soustředěn do pěti laboratoří:

LABORATOŘ PRO NÁROČNÉ  
DATOVÉ ANALÝZY A SIMULACE

LABORATOŘ PRO VÝZKUM  
INFRASTRUKTURY

LABORATOŘ VÝVOJE  
PARALELNÍCH ALGORITMŮ

LABORATOŘ MODELOVÁNÍ  
PRO NANOTECHNOLOGIE

LABORATOŘ PRO BIG DATA  
ANALÝZY

V roce 2020 bylo 55 projektům výzkumných laboratoří IT4Innovations přiděleno v rámci Veřejných grantových soutěží téměř 69 milionů jádrohodin, což je 28 % celkového alokovaného množství. Nejvíce projektů podali zaměstnanci Laboratoře pro náročné datové analýzy a simulace a nejvíce výpočetních zdrojů získala Laboratoř modelování pro nanotechnologie.

## Vlajkové lodě ve výzkumu a vývoji

V roce 2020 pokračoval výzkum v rámci tzv. vlajkových lodí ve výzkumu a vývoji IT4Innovations, které byly vybrány Vědeckou radou Centra excelence IT4Innovations v roce 2018 a které reprezentují vědeckou excelenci IT4Innovations. Vlajkovými loděmi IT4Innovations jsou tři projekty:

**ESPRESO, Knihovna masivně paralelních řešičů pro inženýrské aplikace**

### ŘEŠITEL

Ing. Tomáš Brzobohatý, Ph.D.

Nejnovější technologický pokrok v oblasti výpočtů přinesl významnou změnu v koncepci návrhu nových produktů, řízení výroby nebo autonomních systémů. V posledních několika letech jsme byli svědky výrazného přechodu k virtuálnímu prototypování a postupného tlaku na integraci velké části průmyslového sektoru do tzv. čtvrté průmyslové revoluce.

Hlavním cílem tohoto flagshipu je vytvořit robustní open-source balíček použitelný pro širokou škálu komplexních inženýrských simulací v oblastech jako je strojírenství, stavebnictví, biomechanika a energetika. Open-source řešení umožňuje vytvářet automatizované simulační řetězce založené na modelu „HPC jako služba“ (HPC-as-a-Service), jako jsou automatizované systémy pro tvarovou nebo topologickou optimalizaci. Při vývoji nových komponent knihovny ESPRESO jsou používány vysoce škálovatelné metody umožňující plné využití výpočetních kapacit nejmodernějších superpočítačů.

**Návrh materiálů – blíže realitě prostřednictvím exascalových výpočtů**

### ŘEŠITEL

Ing. Dominik Legut, Ph.D.

Od pokroku v HPC hraje v našem životě klíčovou roli simulace chování materiálů. Tato skutečnost byla ještě výraznější, jakmile byl objeven způsob, jak provádět kvantové mechanické výpočty, aby se získala elektronická struktura materiálů a její chování k vazbě na mnoho fyzikálních a chemických vlastností. Výpočty prvních principů (ab initio) jsou v současné době přístupem bez parametrů pro i) ověřování experimentů, ii) pro simulaci podmínek nebo výpočet vlastností materiálů, které nejsou přímo přístupné nebo měřitelné a iii) pro návrh nových materiálů.

V rámci flagshipu se zabýváme základními a nejmodernějšími tématy, jako je navrhování jaderných palivových materiálů z radioaktivních sloučenin pro jaderné reaktory IV. generace, ultrarychlá magnetická dynamika pro ukládání nových dat, komplexní spintronická zařízení využívající multiferroitu a návrh použitelných materiálů při hraničních teplotách a tlaku, např. nové permanentní magnety.



### HPC platformy prospouštění vědeckých úloh

#### ŘEŠITELÉ

Ing. Jan Martinovič, Ph.D., Ing. Stanislav Böhm, Ph.D. a Ing. Václav Svatoň, Ph.D.

Hlavním cílem většiny superpočítačových center je snížení vstupních bariér do světa vysoko-výkonného počítání (HPC) pro všechny uživatele z výzkumných institucí, průmyslové sféry, nemocnic, institucí státní správy aj., aniž by došlo ke snížení rychlosti provádění výpočtů. Výzkumný tým sdružený v rámci tohoto flagshipu se zabývá vývojem konceptu HPC jako služba (HPC-as-a-

-Service / HaaS), který pro superpočítačová centra představuje komplexní řešení dostupnosti jejich HPC služeb pro mnohem širší okruh uživatelů. V IT4-Innovations se konkrétně vyvíjí platforma High-End Application Execution Platform (HEAppE Platform). Nezaměřuje se na jeden konkrétní typ hardwaru pro současné vysokovýkonné a budoucí exascalové výpočetní systémy, nýbrž k využití na různých systémech a v různých superpočítačových centrech. Jejím prostřednictvím mohou všichni uživatelé využívat technologie, aniž by museli vynakládat investice na pořízení hardwaru. Velkou část pracovní zátěže vysoko-výkonných výpočetních systémů

také představují výpočetní plány (pipelines) pro řešení vědeckých úloh vytvářené oborovými specialisty, kteří nemají hlubší znalosti a zkušenosti s HPC technologiemi. Záměrem výzkumného týmu je tedy pokračovat ve vývoji jak programovacích modelů, díky nimž dokážou uživatelé jednoduše definovat závislosti mezi výpočetními úlohami, tak i runtime vrstev umožňujících vytvoření výpočetního plánu, který pak uživatelé mohou spustit v rozsáhlých distribuovaných prostředích (např. vlastní software HyperLoom). V neposlední řadě je cílem také zpřístupnit výsledky a maximalizovat tak jejich potenciální dopad.



## Laboratoř pro náročné datové analýzy a simulace

Laboratoř se specializuje na pokročilé datové analýzy, výzkum a vývoj v oblasti konvergence HPC, Big Data a Cloud technologií se zaměřením na podporu průmyslu a společnosti, programové modely pro HPDA, umělou inteligenci, modelování, simulace a aplikace dynamických systémů.

#### VEDOUcí LABORATOŘE:

Ing. Jan Martinovič, Ph.D.

POČET ZAMĚSTNANCŮ: 39



### Významné události

- > Zapojení do dvouletého projektu na vybudování **Národního centra kompetence pro HPC** v rámci společného podniku EuroHPC.
- > Zahájení projektu **EVEREST** koordinovaného společností IBM, který vyvíjí holistický přístup k navrhování výpočtů a komunikaci ve špičkovém a především bezpečném systému pro vysoce výkonné datové analýzy.
- > Úspěšně přijaty tři EuroHPC projekty s plánovaným startem v roce 2021 – **LIGATE** (Ligand Generator and portable drug discovery platform AT Exascale) koordinovaný farmaceutickou firmou Dompé, **ACROSS** (HPC Big Data Artificial Intelligence Cross Stack Platform Towards Exascale) koordinovaný výzkumnou organizací LINKS a **IO-SEA** (IO – Software for Exascale Architectures) koordinovaný výzkumnou organizací CEA.
- > Vyvinuta **první verze platformy LEXIS** včetně integrace pilotních řešení zaměřených na průmyslová odvětví jako letectví, počasí a podnebí, zemětřesení a tsunami. Byl vyvinut příslušný software zahrnující distribuovanou HPC/cloud/big-data architekturu.
- > Stanislav Böhm a Jakub Beránek prezentovali svůj příspěvek „Runtime vs Scheduler: Analyzing Dask's Overheads“ na konferenci SC20 v rámci sekce workshopů.
- > Hodnocení VaV výstupu známkou 1 v rámci Metodiky RIV 2017+ – Golasowski, M.; Rapant, L.;

Martinovič, J.; Slaninová, K.: Autotuned Probabilistic Time Dependent Routing

### Významné publikace

- > Haase, Robert, Tomancak, et al.: *CLIJ – Fiji library for GPU-based image processing „CLIJ: GPU-accelerated image processing for everyone.“* Nature Methods 17.1 (2020): 5–6., IF: 30.822.
- > Praks, P., & Brkić, D.: *Accurate and Efficient Explicit Approximations of the Colebrook Flow Friction Equation Based on the Wright-Function: Reply to the Discussion by Majid Niazkar.* Mathematics, 2020, 8(5), 796, IF: 1.747.
- > Lampart M., Zapomel J.: *Dynamics of a non-autonomous double pendulum model forced by biharmonic excitation with soft stops.* Nonlinear Dynamics 2020; 99: 1909–1921. IF: 4.867.
- > Buchlovská Nagyová J., Jansík B., Lampart M.: *Detection of embedded dynamics in the Györgyi-Field model.* Scientific Reports (Nature Publisher Group) 2020; 10:21030. IF: 3.998.
- > Tomcala J.: *New Fast ApEn and SampEn Entropy Algorithms Implementation and Their Application to Supercomputer Power Consumption.* Entropy, 5 Aug 2020, 22(8), 863. doi:10.3390/e22080863. IF: 2.53.

## Laboratoř pro výzkum infrastruktury

Laboratoř se specializuje na akceleraci paralelních aplikací, analýzu kódu, optimalizaci výkonu a škálovatelnosti a optimalizaci energetické spotřeby aplikací, rozvoj služeb pro uživatele infrastruktury, zpracování medicínských dat, vizualizaci vědeckých dat a virtuální realitu.

### VEDOUcí LABORATOŘE:

Ing. Lubomír Říha, Ph.D

### POČET ZAMĚSTNANCŮ: 12

### Významné události:

- > Zapojení do dvouletého projektu na budování **Národního centra kompetence pro HPC** v rámci společného podniku EuroHPC.
- > Schválení projektu **SCALABLE** (SCALable LAttice Boltzmann Leaps to Exascale) a **EUPEX** ze strany EuroHPC JU, jejichž řešení započne v roce 2021, případně 2022.
- > Rozvíjení služby **Rendering-as-a-Service** (RaaS), která umožňuje využití infrastruktury clusteru pro rendering pomocí nástroje Blender uživatelům i mimo oblast High Performance Computing.
- > Registrovaný software **MERIC** získal vysoké hodnocení (2) v metodice RIV2107+.

- > Úspěšný vývoj nové metody pro renderování obrovských scén na multi-GPU systémech typu DGX-1 a 2 a její implementace do CyclesPhi.
- > Spolupráce s VRgeiners a CESNET vedoucí k vývoji platformy pro vzdálený interaktivní rendering na HPC infrastruktuře pro VR brýle s až 8k rozlišením.
- > Příprava PTC kurzu „Energy Efficiency in HPC“ a kurzu „Parallel Visualization of Scientific Data using Blender“.
- > Spolupráce v rámci mezinárodní iniciativy **HPC PowerStack**, jejímž cílem je standardizace v oblasti měření, řízení a optimalizace spotřeby energie výpočetní infrastruktury.

### Významné publikace:

- > Wu X., Aniruddha M., Siddhartha J.; Vysocky O., Jophin J., Bartolini A., Riha L., Gerndt M., Taylor V., Bhalachandra S.: *Toward an End-to-End Auto-tuning Framework in HPC PowerStack*; Proceedings – IEEE International Conference on Cluster Computing, ICCV 2020; s.473–483.
- > Kjeldsberg P.G., Schöne R., Gerndt M., Riha L., Kannan V., Diethelm K., Sawley M.-Ch., Zapletal J., Gocht A., Reissmann N., Vysocky O., Kumaraswamy M., Nagel W.: *Run-time exploitation of application dynamism for energy-efficient exascale computing*; System-Scenario-based Design Principles and Applications; Springer, s.113–126.



## Laboratoř vývoje paralelních algoritmů

Laboratoř je zaměřena na kvalitní základní a aplikovaný výzkum v oblasti vývoje škálovatelných algoritmů a HPC knihoven, numerické modelování, simulace v inženýrství a náročné výpočty v oblasti molekulových simulací.

### VEDOUcí LABORATOŘE:

Ing. Tomáš Karásek, Ph.D.

### POČET ZAMĚSTNANCŮ: 26

### Významné události:

- > Koordinace a aktivní zapojení do dvouletého projektu na vybudování **Národního centra kompetence pro HPC** v rámci společného podniku EuroHPC.
- > Vývoj knihoven pro molekulové simulace a jejich použití ve vědeckých výpočtech: **MULTIDYN** (neadiabatická molekulová dynamika).
- > V rámci společného česko-rakouského projektu „Prostoro-časové metody hraničních prvků pro řešení rovnice vedení tepla“ (GAČR+FWF) pokračoval vývoj knihovny **BESTHEA**.
- > Knihovna **ESPRESO** byla rozšířena o řešení problémů harmonické analýzy pomocí metody FETI-H.
- > **Společný výzkum** s firmami Siemens s.r.o. a SIGMA GROUP a.s.

### Významné publikace:

- > Van de Steen C., Benhenni M., Kalus R., Cosic R., Gadea F. X., Yousfi M.: *Relaxation of electronic excitations in Kr<sup>2+</sup> ions in cold krypton plasma*. Plasma Sources Science & Technology, 2020, vol. 29, IF: 3.193.
- > Lukáš D., Of G., Zapletal J., Bouchala J.: *A boundary element method for homogenization of periodic structures*. Mathematical Methods in the Applied Sciences, 2020, vol. 43, pp 1035–1052, IF: 1.626.
- > Nevrlý V., Dostal M., Klecka V., Bitala P., Valek V., Vasinek M., Blejchar T., Suchanek J., Zelinger Z., Wild J.: *TDLAS-based in situ diagnostics for the combustion of preheated ultra-lean dimethyl ether/air mixtures*. Fuel, 2020, vol. 263, IF: 5.578.
- > Liu X., Fecko P., Fohlerova Z., Karasek T., Pekarek J., Neuzil P.: *Parylene micropillars coated with thermally grown SiO<sub>2</sub>*. Journal of Vacuum Science and Technology B: Nanotechnology and Microelectronics, 2020, vol. 38, IF: 1.511.
- > Vítek A., Arismendi-Arrieta Daniel J., Sarmanova M., Kalus R., Prosimi R.: *Finite Systems under Pressure: Assessing Volume Definition Models from Parallel-Tempering Monte Carlo Simulations*. Journal of Physical Chemistry A, 2020, vol. 124, pp 4036–4047, IF: 2.6.
- > Mrovec M., Berger J.A.: *A diagonalization-free optimization algorithm for solving Kohn-Sham equations of closed-shell molecules*. Journal of Computational Chemistry, vol.42, pp 492–504, 2021, IF: 2.976.



## Laboratoř modelování pro nanotechnologie

Laboratoř je zaměřena na optickou diagnostiku, design nových materiálů, vývoj speciálních povrchů pro nano-optiku a modelování a design nanokompozitů.

### VEDOUcí LABORATOŘE:

prof. Ing. Jaromír Pištora, CSc.

### POČET ZAMĚSTNANCŮ: 15

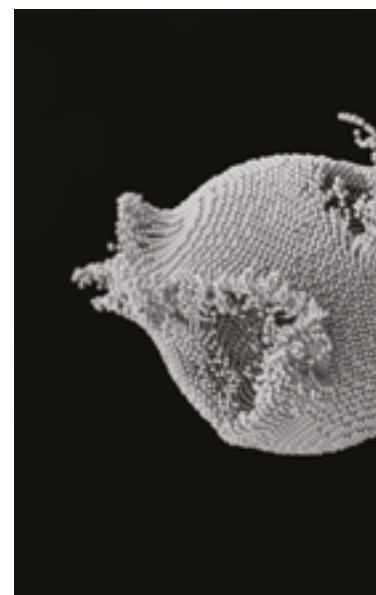
### Významné události:

- > Start projektu H2020 s názvem **s-NEBULA**, který se zabývá vývojem nových funkčních bloků využívajících spinové vlastnosti elektronů pro generaci a detekci terahertzových vln a pokročilé terahertzové aplikace.
- > Obhajoba disertační práce Martina Mičicy na VŠB-TUO a Université Lille 1, Francie, PhD. před společnou česko-francouzskou komisí, téma práce „Solid-state terahertz laser material based on molecular crystals“.
- > Pierre Koleják získal 1. místo na 11. Československé studentské vědecké konferenci ve fyzice (11. ČSSVR 2020) za nejlepší diplomovou práci v kategorii Fyzika kondenzovaných látek.
- > Daniel Vala získal 2. místo na 11. Československé studentské vědecké konferenci ve fyzice (11. ČSSVR 2020) za nejlepší diplomovou práci v kategorii Teoretická fyzika.

### Významné publikace

- > Nieves P., Arapan S., Kadzielawa A.P., Legut D.: *MAELASviewer: An Online Tool to Visualize Magnetostriction*. *Sensors* 20, (2020), 6436; DOI:10.3390/s20226436, IF: 3.275.
- > Arapan S., Nieves P., Herper H.C., Legut D.: *Computational screening of Fe-Ta hard magnetic phases*. *Phys. Rev. B* 101, 014426 (2020), DOI: 10.1103/PhysRevB.101.014426, IF: 3.575.
- > Baldini E., Belvin C. A., Rodriguez-Vega M., Ozel I.O., Legut D., Kozłowski A., Oleś A. M., Parlinski K., Piekarczyk P., Lorenzana J., Fiete G.A., and Gedik N.: *Discovery of the soft electronic modes of the trimeron order in magnetite*, *Nature Phys.* 16, 541 (2020), DOI: 10.1038/s41567-020-0823-y, IF: 19.256.
- > Wang T., Legut D., Fan Y., Qin J., Li X., Zhang Q.: *Building fast diffusion channel by constructing metal sulfide/metal selenide heterostructures for high-performance sodium ion batteries anode*, *Nano Letters*. 20, 6199–6205 (2020), DOI: 10.1021/acs.nanolett.0c02595, IF: 11.238.
- > Silber R., Král D., Stejskal O., Kubota T., Ando Y., Pištora J., Veis M., Hamrle J., Kuschel T.: *Scaling of quadratic and linear magneto-optic Kerr effect spectra with L21 ordering of Co2MnSi Heusler compound*, *Appl. Phys. Lett.* 116, 262401 (2020); DOI: 10.1063/5.0008427, IF: 3.597.

- > Drong M., Fordos T., Jaffres H.Y., Perina J., Jr., Postava K., Pistora J., Drouhin H.J.: *Local and mean field approaches for modeling semiconductor spin lasers*, *J. Opt.* 22 (2020) 055001. DOI: 10.1088/2040-8986/ab7d8a, IF: 2.379.
- > Svoboda L., Bednar J., Dvorsky R., Rybkova Z., Malachova K., Henych J., Matysek D., Nemeckova Z.: *Novel synthesis of Ag@AgCl/ZnO by different radiation sources including radioactive isotope 60 Co: Physicochemical and antimicrobial study*, *Appl. Surf. Sci.* 529 (2020) 147097, DOI: 10.1016/j.apsusc.2020.147098, IF: 6.182.



## Laboratoř pro big data analýzy

Laboratoř se zaměřuje na bezpečnost sítí, internet věcí, analýzu velkých objemů dat, zpracování řeči a dále na aplikace umělé inteligence v komplexních systémech.

### VEDOUcí LABORATOŘE:

prof. Ing. Miroslav Vozňák, Ph.D.

### POČET ZAMĚSTNANCŮ: 8

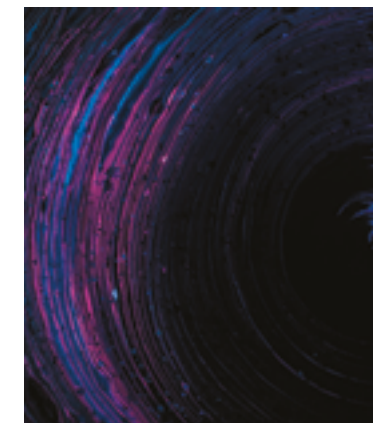
### Významné události:

- > Výzkum optimalizace trajektorií robotického ramene v rámci projektu „**Umělá inteligence a uvažování**“ výzvy OP VVV Excelentní výzkumné týmy, spolu s Českým vysokým učením technickým v Praze a Západočeskou univerzitou v Plzni.
- > Úspěšné ukončení projektu „**Secure IoT Gateway**“ společně se sdružením CESNET v programu bezpečnostního výzkumu pro potřeby státu financovaného MV ČR.
- > V rámci projektu **TETRAMAX** vytvoření IoT sítě ve městě Klaipeda, ve které zahraniční partner provozuje senzory pro průmyslové aplikace.
- > Úspěšné završení projektu MPO na vývoj v oblasti portfolia IoT produktů a registrace čtyř prototypů: parkovací senzor, senzor pro lesnictví, vodoměrnou jednotku a požární čidlo.
- > V rámci H2020 projektu **OpenQKD** implementace správy klíčů do námi vyvíjeného simulátoru kvantových sítí.

### Významné publikace

- > Drungilas D., Kurmis M., Lukosius Z., Jakovlev S., Voznak M.: *An adaptive method for inspecting illumination of color intensity in transparent polyethylene terephthalate preforms* (2020). *IEEE Access*, 8, art. no. 9082606, pp. 83189–83198. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.2991474, IF: 3.745.
- > Mehic M., Niemiec M., Rass S., Ma J., Peev M., Aguado A., Martin V., Schauer S., Poppe A., Pacher C., Voznak M.: *Quantum Key Distribution: A Networking Perspective* (2020). *ACM Computing Surveys*, 53 (5), art. no. 3402192. DOI: 10.1145/3402192, IF: 7.99.
- > Fazio P., Mehic M., Voznak M.: *A deep stochastic and predictive analysis of users mobility based on Auto-Regressive processes and pairing functions* (2020) *Journal of Network and Computer Applications*, 168, art. no. 102778. DOI: 10.1016/j.jnca.2020.102778, IF: 5.57.
- > Fazio P., Tropea M., Voznak M., De Rango F.: *On packet marking and Markov modeling for IP Traceback: A deep probabilistic and stochastic analysis* (2020) *Computer Networks*, 182, art. no. 107464. DOI: 10.1016/j.comnet.2020.107464, IF: 3.111.
- > Partila P., Tovarek J., Ilk G.H., Rozhon J., Voznak M.: *Deep Learning Serves Voice Cloning: How Vulnerable Are Automatic Speaker Verification Systems to Spoofing Trials?* (2020) *IEEE Communications Magazine*, 58

- (2), art. no. 8999436, pp. 100–105. DOI: 10.1109/MCOM.001.1900396, IF: 11.052.
- > Mehic M., Fazio P., Rass S., Maurhart O., Peev M., Poppe A., Rozhon J., Niemiec M., Voznak M.: *A Novel approach to quality-of-service provisioning in trusted relay quantum key distribution networks* (2020). *IEEE/ACM Transactions on Networking*, 28 (1), art. no. 8935373, pp. 168–181. DOI: 10.1109/TNET.2019.2956079, IF: 3.315.
- > Krömer P., Hasal M., Nowakova J., Heckenbergerova J., Musilek P.: *Statistical and Nature-Inspired Modeling of Vehicle Flows by Using Finite Mixtures of Simple Circular Normal Distributions* (2020). *IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine*, 12 (4), art. no. 9184800, pp. 182–194. DOI: 10.1109/MITS.2020.3014419, IF: 3.363.



## Projekty v oblasti výzkumu a vývoje

### Národní granty

#### Projekty podpořené Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy

##### IT4Innovations Excellence in Science (2016–2020)

**IDENTIFIKÁTOR PROJEKTU** LQ1602

**ŘEŠITEL** prof. Ing. Tomáš Kozubek, Ph.D.

Projekt Centrum excelence IT4Innovations společně v letech 2011 až 2015 realizovalo pět partnerů: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Ostravská univerzita, Slezská univerzita v Opavě, Vysoké učení technické v Brně a Ústav geoniky Akademie věd ČR. V roce 2020 spolupráce těchto subjektů pokračovala formou projektu Národního programu udržitelnosti II (IT4Innovations Excellence in Science), v rámci kterého se realizuje excelentní výzkum v oblastech vysoce výkonného počítání, pokročilého zpracování dat, umělé inteligence a kyberfyzikálních systémů.

#### Podpora mobility výzkumných pracovníků a pracovníků v rámci mezinárodní spolupráce ve VaVaI

##### Fyzika fononových interakcí v pevných látkách pro generaci terahertzového záření (2019–2020)

**IDENTIFIKÁTOR PROJEKTU** 8J19FR006

**ŘEŠITEL** Ing. Dominik Legut, Ph.D.

Nové kompaktní pevnolátkové zdroje terahertzového (THz) záření otevírají nové možnosti aplikací terahertzového záření v bezdrátových komunikačních systémech, bezpečnostních senzorech a kamerách, biomedicíně a spektroskopii. Pro následující aplikace v oblasti od 100 GHz do 3 THz jsou nepostradatelné kompaktní vysoce-výkonové koherentní zdroje vyzařující při pokojové teplotě. THz kvantové kaskádové lasery (THz-QCL) nabízejí kompaktní řešení s vysokým výstupním výkonem, avšak jejich značná teplotní závislost vyžaduje provozování při kryogenních teplotách. Na druhé straně rychlý rozvoj kvantově kaskádových laserů (QCL) ve střední infračervené oblasti umožňuje mnohem účinnější čerpání THz plynových laserů, což je stále nedostatečné pro aplikace vyžadující kompaktní THz lasery.

#### NOVÝ

##### Víceúrovňový design nových permanentních magnetů bez prvků vzácných zemin (2020–2021)

**IDENTIFIKÁTOR PROJEKTU:** 8X20050

**ŘEŠITEL** Ing. Dominik Legut, Ph.D.

Plánovaný výzkum je provázán společnou náplní institucí – VŠB – Technická univerzita v Ostravě, Prešovské univerzity a Univerzity Donau-Krems. Projekt spočívá v hledání permanentních magnetů bez elementů vzácných zemin, v detailní systematické studii Fe-Ta a Fe-Hf sloučenin pomocí adaptativních genetických algoritmů. Nejlepší nalezené fáze, tj. ty které splňují jak zápornou enthalpii (indikace fázové stability), vysokou saturační magnetizaci a jednoosou symetrii struktury jsou dále podrobeny testům, zda rovněž vykazují vysokou magnetokrytalovou anisotropii, výměnné integrály ( $J$ 's) a teplotu ( $T_C$ ) přechodu z magnetického do paramagnetického stavu. MAE a  $J$ 's bude získána pomocí kvantově-mechanických výpočtů na HPC infrastruktuře a následně pomocí výpočtů atomové spinové dynamiky  $T_C$ . Strukturální parametry nejvíce vyhovujících predikovaných fází budou následně předány slovenským partnerům pro jejich syntézu a změření magnetických veličin, např. magnetizace, magnetické susceptibility atd. Ve stejné době rakouský partner provede mikromagnetické simulace určující magnetické chování daných materiálů s ohledem na jejich texturu, tvar, či tloušťku a za různých teplot.

#### Dotace MŠMT na specifický vysokoškolský výzkum pro 2020

##### Teorie dynamických systémů a její aplikace v inženýrství

**IDENTIFIKÁTOR PROJEKTU** SP2020/137

**ŘEŠITEL** Ing. Radek Halfar

Projekt byl zaměřen na výzkum v oblasti dynamických systémů a teorie chaosu. Důraz byl kladen zejména na využití těchto matematických disciplín pro řešení aktuálních inženýrských problémů, podporu rozvoje magisterských a doktorských studentů v získávání zkušeností z mezinárodních akcí, mezinárodní spolupráce a stáží. Podpora studentů probíhala na základě přímé finanční pomoci ve formě stipendií. Další podpora byla realizována pomocí financování výjezdů na zahraniční pracoviště a mezinárodní konference za účelem profesního rozvoje studentů a prezentace výsledků dosažených v rámci výzkumného projektu.

##### Tvorba multifyzikálního modelu asynchronního elektromotoru uzpůsobeného pro HPC

**IDENTIFIKÁTOR PROJEKTU** SP2020/139

**ŘEŠITEL** Ing. Marek Konečný

V projektu byl vytvořen komplexní model asynchronního elektromotoru, ve kterém

byly zahrnuty fyzikální projevy z elektromagnetismu, termomechaniky, proudění tekutin, strukturální mechaniky a akustiky. Výpočetní model byl vytvářen současně v komerčních programech a částečně v numerické knihovně ESPRESO. Simulace byly provedeny pro jednotlivé fyzikální modely a také jako multifyzikální analýza řešená pomocí HPC. Za účelem rozšíření numerické knihovny ESPRESO byla vyvinuta optimalizace FETI metod pro šíření vlnění a harmonickou analýzu. Součástí projektu bylo studium a implementace prostorově časové metody hraničních prvků pro rovnici vedení tepla a její akcelerace na GPU.

##### Experimentální studium a ab-initio modelování spinových laserů

**IDENTIFIKÁTOR PROJEKTU** SP2020/150

**ŘEŠITEL** Bc. Mariusz Drong

Spinové lasery s vertikální geometrií (spin-VCSELs) jsou multivrstevnaté polovodičové struktury se spinově-polarizovaným aktivním prostředím, tvořeným kvantovými jámami (QW) a tečkami (QD). V blízké budoucnosti budou nacházet uplatnění ve spintronice jako spinové zesilovače, nebo například v optických komunikačních systémech jako ultrarychlé optoelektronické modulátory pro ultrarychlý přenos dat.

#### Rozšíření HPC platformy pro spouštění vědeckých pipelines 2

**IDENTIFIKÁTOR PROJEKTU** SP2020/167

**ŘEŠITEL** Ing. Jan Křenek

Tento projekt navazuje na SGS z roku 2019 s názvem „Extension of HPC platforms for executing scientific pipelines“, ve kterém bylo jedním z hlavních milníků propojení HPC-as-a-Service s workflow managementem. Pokračování se zaměřilo na dokumentaci a publikaci vyvinutých řešení a rozšíření o nová workflows. V rámci tohoto projektu jsme se zaměřili také na monitoring služeb a běhu workflows, bezpečnost aplikací a také využití kompresních algoritmů pro zefektivnění přenosu dat. Aplikační domény byly především z oblasti modelování dopravy a aplikací využívajících strojové učení. Jedním z cílů projektu byla také podpora spolupráce s předními vědeckými pracovišti a vzdělávání studentů na významných mezinárodních školách a workshopech.

#### Internacionalizace doktorského vzdělávání v oblasti molekulové fyziky III

**IDENTIFIKÁTOR PROJEKTU** SP2020/168

**ŘEŠITEL** Ing. Martin Mrovec

Projekt navázal na předchozí projekty realizované v uplynulých letech, kdy byla navázána zahraniční spolupráce s institucemi Université Toulouse III Paul Sabatier, Toulouse, Francie (molekulové simulace,

výpočty elektronových struktur), Université Paris- Est Marne-la-Vallée, Paříž, Francie (PIMC simulace) a Instituto di Física Fundamental, Madrid, Španělsko (Monte Carlo simulace). Hlavním cílem projektu bylo pokračování ve stávající spolupráci i její další rozšíření o nové instituce, konkrétně HLRS High-Performance Computing Center, Stuttgart, Německo a Institut Ruđer Bošković, Záhřeb, Chorvatsko. Výsledky dosažené díky zahraniční spolupráci byly mj. prezentovány na mezinárodních konferencích.

#### Výzkum infrastruktury a vývoj HPC knihoven a nástrojů II

**IDENTIFIKÁTOR PROJEKTU** SP2020/21

**ŘEŠITEL** Ing. Ondřej Vysocký

Projekt byl zaměřen na rozvoj existujících nástrojů vyvíjených v IT4Innovations v rámci Laboratoře pro výzkum infrastruktury a navázal tak na předchozí projekt SGS 2019/59. Jelikož se grafické karty stávají stále častějším zdrojem výkonu největších superpočítačů světa, stala se společným tématem toho projektu podpora využití GPU v nástrojích ESPRESO, Blender a MERIC. Konkrétně se jednalo o implementaci sestavování Schurova doplňku na GPU v rámci ESPRESO, interaktivní rendering distribuovaný přes sadu grafických karet pomocí modifikované verze Cycles rendereru a měření spotřeby elektrické energie a ladění dostupných parametrů Nvidia GPU knihovnou MERIC.

#### Projekty podpořené Grantovou agenturou České republiky

**Prostoro-časové metody hraničních prvků pro řešení rovnice vedení tepla (2019–2020)**

**IDENTIFIKÁTOR PROJEKTU** 19–29698L

**ŘEŠITEL** Ing. Michal Merta, Ph.D.

Projekt spojuje experty ze dvou příbuzných oblastí – numerické analýzy a vysoce výkonného počítání, aby společně vyvinuli rychlé a masivně paralelní metody pro obecné diskretizace prostoročasových hraničních integrálních rovnic pro rovnici vedení tepla, které umožní adaptivní zjemňování sítí v čase i prostoru. Vyvinuté metody budou založeny na klastrování, které se již používá pro diskretizace s konstantním časovým krokem a fixní prostorovou sítí. Pro generování adaptivních sítí budeme aplikovat klasické techniky a posteriori odhadů. Řešení globálních prostoročasových problémů vyžaduje díky svým paměťovým nárokům použití výpočetních klastřů, ale zároveň připouští paralelizaci v prostoru i čase. Optimalizovaný a paralelizovaný kód tak bude schopen plně využít výkonu současných i budoucích superpočítačů.

#### NOVÝ

**Modifikace teplotní stability slitin na bázi W-Cr pro aplikaci ve fúzních reaktorech (2020–2022)**

**IDENTIFIKÁTOR PROJEKTU** 20-18392S

**ŘEŠITEL** Dr Andrzej Kądziaława

Projekt se zabývá fyzikálními principy, které povedou ke zvýšení oblasti fázové stability mezi tzv. teplotou nemísitelnosti a teplotou tání na příkladu žádaných slitin se samopasivační rolí pro stěny fúzového reaktoru. Za tímto účelem bude zkonstruován fázový diagram systému W-Cr pomocí metod z prvních principů a z něho určeny fyzikální vlastnosti (rychlost zvuku, teplota tání, oblast nemísitelnosti). Jak fázový diagram, tak uvedené veličiny budou ověřeny experimentálně. Přidáním transitivity kovu 6. periody povede ke změnám teplot tání i teploty mísitelnosti fází. Hlavní myšlenkou projektu je určit změnu těchto teplot na základě změny akustických větví fononového spektra (elasticity) přidaného elementu. Pomocí XRD analýzy a RUS měření experimentálních vzorků dostaneme data pro zpětnou vazbu pro teoretické modelování za účelem vyvinout slitinu odolávající „Loss of Coolant Accident“. Dále odvodíme fyzikální model na základě Hubbardova hamiltoniánu určující vliv veličin, jako je entropie na chování oblasti nemísitelnosti.



## Projekty podpořené Technologickou agenturou České republiky

Personalizovaná medicína – diagnostika a terapie (2019–2020)

**IDENTIFIKÁTOR PROJEKTU** TN01000013

**ŘEŠITEL** Ing. Jan Martinovič, Ph.D.

Centrum PerMed je zaměřeno na aplikovaný výzkum v oblasti diagnostiky a terapie zřidkavých a geneticky podmíněných onemocnění. Cílem práce centra je vyvinout personalizované diagnostické metody a zároveň látky – kandidáty léčiv, které budou pomáhat specifickým skupinám pacientů. Přístup je založen na interdisciplinárně kombinaci medicíny, chemie a biologie, genetiky a bioinformatiky. Celý výzkum je rozdělen do pracovních aktivit jako je validace vhodných molekulárních cílů, biologická chemie, preklinický vývoj, identifikace biomarkerů a DNA analýzy. Výsledky centra PerMed budou komercializovány jednak prodejem licencí a jednak vznikem spin-off společnosti.

### NOVÝ

Vývoj expertního systému pro automatické vyhodnocování patologií ze snímku oka (2020–2022)

**IDENTIFIKÁTOR PROJEKTU** FW2020151

**ŘEŠITEL** Ing. Kateřina Slaninová, Ph.D.

Hlavním cílem projektu je v souladu s cílem programu TREND zvýšit mezinárodní konkurenceschopnost uchazeče Bonmedix Holding a.s, a to především proniknutím na trhy v EU a USA s nově vyvinutou službou, která bude následně certifikována jako zdravotnický prostředek. Hlavního cíle bude dosaženo prostřednictvím vývoje a následného klinického otestování SW prototypu expertního systému pro automatické vyhodnocování patologií ze snímku oka při diagnostice diabetické retinopatie. Expertní systém bude využívat počítačovou neuronovou síť a matematicko-statistické metody, které prokáží svou schopnost automaticky vyhodnocovat patologie na obrazových záznamech oka v obdobné kvalitě jako plně kvalifikovaný zdravotnický pracovník a tato schopnost bude následně klinicky ověřena na reálných datech.

### NOVÝ

Výzkum a vývoj funkčního vzorku železničního vozidla se schopností sběru dat a softwaru – simulátoru se schopností generování dat pro trénování detekce překážek v simulovaných podmínkách (2020–2022)

**IDENTIFIKÁTOR PROJEKTU** FW01010274

**ŘEŠITEL** Ing. Petr Strakoš, Ph.D.

Cílem projektu je vyvinout funkční vzorek drážního vozidla detekujícího překážky v jízdním profilu s použitím soustavy HW čidel, sofistikovanou architekturou zpracování dat a s pomocí umělé inteligence

pro jejich finální identifikaci a navazující interpretaci strojvedoucímu. Součástí projektu, a jako klíčová podpora pro vývoj a optimalizaci detekčního systému, je tvorba softwarového simulátoru pro virtualizaci traťových podmínek a realizaci testovacích jízd v laboratorním prostředí.

## Podpora Ministerstva průmyslu a obchodu

Vtokové a výtokové objekty čerpacích a turbínových stanic (2018–2021)

**IDENTIFIKÁTOR PROJEKTU** FV30104

**ŘEŠITEL** Ing. Tomáš Brzobohatý, Ph.D.

Cíle projektu jsou: 1. Vývoj a ověření numerických modelů pro simulaci vícefázového proudění s přítomností kavitace avolné hladiny. 2. Experimentální výzkum proudění v modelových vtokových a výtokových objektech, vytvoření databáze experimentálních dat pro verifikaci numerických modelů. 3. Vývoj nové hydrauliky pro perspektivní čerpací a turbínové stanice včetně vstupních a výstupních objektů nové generace na základě tvarové optimalizace.

Digitální dvojče produktu v rámci výrobních závodů Siemens (2019–2022)

**IDENTIFIKÁTOR PROJEKTU**

CZ.01.1.02/0.0/0.0/17\_176/0015651

**ŘEŠITEL** Ing. Tomáš Brzobohatý, Ph.D.

Cílem projektu je výzkum a vývoj digitálního dvojčete produktu a výrobního procesu ve společnosti Siemens. Projekt bude rozdělen do dvou částí, přičemž první část (Část A) výzkum a vývoj digitálního dvojčete produktu, asynchronního elektromotoru, bude probíhat v odštěpeném závodě Siemens s.r.o. Elektromotory Frenštát.

## Podpora Moravskoslezského kraje

### NOVÝ

Digitální inovační hub – pilotní ověření (2020–2021)

**IDENTIFIKÁTOR PROJEKTU** O8183 2019 RRC (S516/20–96100–01RN)

**ŘEŠITEL** Mgr. Martin Duda

Finanční podpora Moravskoslezského kraje určena na poskytování cenově zvýhodněných služeb spojených s využíváním výpočetních kapacit superpočítačového centra IT4Innovations. Tato podpora je určena pro malé a střední podniky se sídlem, resp. pobočkou v Moravskoslezském kraji a je poskytována v rámci režimu de minimis, a to v období let 2020–2021. Cílem této podpory je umožnit progresivním malým a středním firmám, včetně start-upů, využít pro rozvoj svého podnikání superpočítačové (HPC) technologie a expertízu.

## Projekty Operačního programu Výzkum, vývoj a vzdělávání

IT4Innovations národní superpočítačové centrum – cesta k exascale (2017–2022)

**IDENTIFIKÁTOR PROJEKTU**

EF16\_013/0001791

**ŘEŠITEL** Mgr. Branislav Jansík, Ph.D.

Cílem projektu je mimo jiné rozšíření vlastního výzkumu IT4Innovations ve třech oblastech: 1) Modelování fotonických a spin-fotonických struktur, návrhu nových progresivních materiálů na základě výpočtu elektronové struktury a analýzy biologických obrazů s využitím HPC. Vlastní výzkum je pro infrastrukturu IT4Innovations důležitým zdrojem expertízy v oblasti HPC, která se promítá do služeb, které infrastruktura poskytuje svým uživatelům. 2) Použití aproximací zahrnující vliv vícečásticových efektů (many-body effects – MB) u elektronů. Dále je to zahrnutí tepelných efektů do výpočtových metod, tj. zejména anharmonických efektů mřížkových vibrací, a tedy možnost studovat materiály v podmínkách blízkých se realitě. V poslední řadě se jedná o možnosti a přístup studovat jevy na mesoscale úrovni, tj. zahrnutím několika desítek tisíc až milionů atomů, např. vlivu rozhraní, dislokací a jiných poruch na materiálové vlastnosti, neboť tyto poruchy existují v reálných materiálech a limitují často jejich použití. 3) Vytvoření světově unikátní platformy pro analýzu biologických a biomedicínských obrazových dat na vysoce výkonné výpočetní infrastruktuře (HPC) na bázi volně dostupné open-source platformy Fiji.

Umělá inteligence a uvažování (2017–2022)

**IDENTIFIKÁTOR PROJEKTU**

CZ.02.1.01/0.0/0.0/15\_003/0000466

**ŘEŠITEL** prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.

Projekt Umělá inteligence a uvažování přináší zásadní opatření pro rozvoj informatického, robotického a kybernetického výzkumu na Českém vysokém učení technickém v Praze. Předpokládá se vybudování nové výzkumné skupiny Umělá inteligence a uvažování v rámci dotčené součásti Českého institutu informatiky, robotiky a kybernetiky (CIIRC), řešící náročné interdisciplinární úlohy vysoké odborné i společenské priority. Projekt se opírá i o národní partnery (VŠB – Technická univerzita Ostrava a Západočeská univerzita v Plzni). Motivace pro jejich zapojení spočívá v důrazu na koncentraci a integraci zdrojů, sdílení znalostí i infrastruktur a v neposlední řadě na vytvoření „sjednoceného prostoru příležitostí“ pro mladé talenty v ČR.

## Projekty, na kterých se podílíme

Optimalizace provozních parametrů elektrické distribuční soustavy s využitím umělé inteligence (2019–2021)

**IDENTIFIKÁTOR PROJEKTU** TJ02000157

**ŘEŠITEL** Ing. Jan Vysocký (Centrum ENET, VŠB-TUO)

Cílem projektu je vytvoření optimalizačního systému a strategie pro optimalizaci provozu elektrické distribuční soustavy (DS). Řídicí optimalizační systém se bude skládat z programu a interface. Program bude hledat takové nastavení různých prvků soustavy, aby provoz DS byl z mnoha pohledů optimální např. provoz s minimálními náklady, s maximální spolehlivostí atd.). Optimální konfigurace DS bude dosaženo např. pomocí změny topologie sítě nebo řízením lokálních zdrojů činného a jalového výkonu. Interface umožní zahrnout navržený program do stávajících struktur dispečerského řízení dané DS. Vytvořená optimalizační strategie bude popisovat veškeré inovace z oblasti hardwaru a softwaru, které je potřeba provést pro maximální navýšení možností řízení dané DS.

#### Bezkontaktní detektor částečných výbojů pro distribuční vedení VN (2019–2021)

**IDENTIFIKÁTOR PROJEKTU** TJ02000031

**ŘEŠITEL** Ing. Jan Fulneček, Ph.D. (Centrum ENET, VŠB-TUO)

Cílem projektu je výzkum v oblasti bezkontaktní detekce částečných výbojů v izolaci závěsných vodičů distribučního vedení vysokého napětí. V rámci řešení bude navržen a sestaven měřicí řetězec pro testovací provoz s bezkontaktním senzorem, který bude sloužit k záznamům signálů výbojové činnosti uvnitř

a na povrchu izolace závěsného vodiče. K vyhodnocení zaznamenaných obrazců z výstupu měřicího řetězce bude vytvořen algoritmus pro automatickou detekci přítomnosti obrazce detektoru a tento algoritmus automaticky vyhodnotí izolační stav vodiče. Tentocíl bude splněn dokonce dobytrvání projektu.

#### Národní centrum pro energetiku (NCE) (2019–2020)

**IDENTIFIKÁTOR PROJEKTU** TN01000007

**ŘEŠITEL** prof. Ing. Stanislav Mišák, Ph.D. (Centrum ENET, VŠB-TUO)

Cílem Národního centra pro energetiku (NCE) je stimulace dlouhodobé spolupráce mezi předními výzkumnými organizacemi a hlavními aplikačními subjekty na trhu v oboru energetiky. Dojde ke sdílení unikátních infrastruktur a know-how odborných týmů stávajících výzkumných center prostřednictvím řešení společných projektů aplikovaného výzkumu. Výzkumná agenda NCE je v souladu s Národní RIS3 strategií a je zaměřena na nové technologie vedoucí ke zvýšení účinnosti, bezpečnosti a spolehlivosti stávajících energetických celků, účinnému nasazení a provozu decentralizovaných zdrojů energie, využití alternativních paliv pro zajištění surovinové nezávislosti a energetické soběstačnosti ČR a zvýšení spolehlivosti a bezpečnosti energetických sítí.

#### Chytrý systém pro řízení energie energetických sítí (2019–2023)

**IDENTIFIKÁTOR PROJEKTU** TK02030039

**ŘEŠITEL** prof. Ing. Stanislav Mišák, Ph.D. (Centrum ENET, VŠB-TUO)

Cílem projektu je vývoj nového systémového řešení pro řízení toku energie v energetické platformě komplexního systému Sophisticated Energy System (SEN) na úrovni distribučních sítí pro napájení energetických platforem obcí, měst či mikroregionů. SEN budou podporovat sofistikované metody řízení a perspektivní technologie za účelem zvýšení jeho bezpečnosti, spolehlivosti, surovinové nezávislosti, energetické soběstačnosti při maximálním zapojení decentrálních, zejména obnovitelných zdrojů energie. Cílem je v rámci 5letého řešení projektu zajistit připravenost na změnu koncepce řízení energetických soustav po implementaci zimního balíčku (EU Winter Package) v souladu s Národním akčním plánem pro chytré sítě a aktualizovanou Státní energetickou koncepcí.

#### Zapojení umělé inteligence do příjmu tísňového volání (2019–2022)

**IDENTIFIKÁTOR PROJEKTU**

VI20192022169

**ŘEŠITEL** Ing. Petr Berglowiec

Projekt zkoumá nasazení umělé inteligence pro příjem tísňových volání v průběhu

mimořádných událostí pomocí hlasového chat-bota. Je očekáván posun v řečové analytice, sémantické analýze, managementu dialogu a v hlasové syntéze, včetně integrace geografických informací. Výstupem je funkční demonstrátor pracující s reálnými telefonními hovory v podmínkách blízkých nasazení v Integrovaném záchranném systému (IZS) a doporučení pro integraci systému a jeho další rozvoj k automatizaci IZS.

#### Mezinárodní granty

**EXPERTISE – Models, Experiments and High Performance Computing for Turbine Mechanical Integrity and Structural Dynamics in Europe (2017–2021)**

**IDENTIFIKÁTOR PROJEKTU** 721865 (výzva H2020-MSCA-ITN-2016)

**ŘEŠITEL** prof. Ing. Tomáš Kozubek, Ph.D.

Cílem tohoto čtyřletého projektu je vychovat vědecké pracovníky schopné interdisciplinární spolupráce. Kooperace mezi průmyslovými partnery a vědecko-výzkumnými organizacemi urychlí rozvoj klíčových technologií v oblasti vývoje turbin a jejich rychlejší uvedení do praxe. [www.msca-expertise.eu](http://www.msca-expertise.eu)

**TETRAMAX – Technology Transfer via Multinational Application Experiments (2017–2021)**

**IDENTIFIKÁTOR PROJEKTU** 761349 (výzva H2020-ICT-2016-2)

**ŘEŠITEL** prof. Ing. Miroslav Vozňák, Ph.D.

V rámci projektu bude implementována iniciativa „SmartAnythingEverywhere“ do oblasti nízkoenergetického počítání pro kyber-fyzikální systémy a internet věcí. Klíčovým záměrem iniciativy je urychlit inovace v evropském průmyslu. Iniciativa propojuje technické a aplikační know-how, což napomáhá efektivnějšímu a účinnějšímu přijímání pokročilých digitálních technologií malými a středními podniky. [www.tetramax.eu](http://www.tetramax.eu)

**CloudiFacturing – Cloudification of Production Engineering for Predictive Digital Manufacturing (2017–2021)**

**IDENTIFIKÁTOR PROJEKTU** 768892 (výzva H2020-FOF-2017)

**ŘEŠITEL** Ing. Tomáš Karásek, Ph.D.

Posláním projektu je přispět k účinnému využívání výkonných výpočetních zdrojů evropskými malými a středními výrobními podniky, a tím zvýšit jejich konkurenceschopnost. Náplní projektu je optimalizace výrobních procesů a produktivity podniků pomocí modelování a simulací založených na využívání HPC a cloudových služeb. [www.cloudifactoring.eu](http://www.cloudifactoring.eu)

**ExaQute – Exascale Quantifications of Uncertainties for Technology and Science Simulation (2018–2021)**

**IDENTIFIKÁTOR PROJEKTU** 800898 (H2020-FETHPC-2016-2017)

**ŘEŠITELÉ:** Ing. Tomáš Karásek, Ph.D. a Ing. Jan Martinovič, Ph.D.

Cílem tříletého projektu ExaQute je vyvinout nové metody umožňující řešení komplexních inženýrských problémů s využitím numerických simulací a budoucích exascalových systémů. V rámci projektu budou vyvinuty nové výpočetní metody a softwarové nástroje pro řešení simulací aerodynamiky pro optimalizaci geometricky složitých konstrukcí. IT4Innovations bude zapojeno do nasazování nástrojů Hyperloom a COMPSS na vysoce výkonných výpočetních systémech, jejich konfigurací a optimalizací. Podílet se bude i na testování robustních algoritmů pro tvarovou optimalizaci konstrukcí zatížených větrem. [www.exaquate.eu](http://www.exaquate.eu)

**POP2 – Performance Optimisation and Productivity 2 (2018–2021)**

**IDENTIFIKÁTOR PROJEKTU** 824080 (H2020-INFRAEDI-2018-1)

**ŘEŠITEL** Ing. Lubomír Říha, Ph.D.

HPC centrum excellence POP2 navazuje na projekt Performance Optimisation and Productivity 1 (POP1) a dále rozšiřuje jeho aktivitu. Hlavní náplní POP2 je asistence s analýzou paralelních aplikací, identifikace problémových částí kódů a doporučení optimalizačních technik vedoucích k vyššímu výkonu a lepší škálovatelnosti dané aplikace. <https://pop-coe.eu/>

**LEXIS – Large-scale EXecution for Industry & Society (2019–2021)****IDENTIFIKÁTOR PROJEKTU** 825532  
(H2020-ICT-2018-2020)**ŘEŠITEL** Ing. Jan Martinovič, Ph.D.

Cílem projektu, jehož koordinátorem je IT4Innovations, je vytvořit pokročilou inženýrskou platformu, a to využitím moderních technologií, jako jsou vysoce výkonné počítání, velmi rozsáhlá data a cloudové služby. Přínosy projektu LEXIS budou demonstrovány ověřením využití platformy ve třech pilotních řešeních vhodných pro průmyslová odvětví jako například letectví, počasí a podnebí, zemětřesení a tsunami.  
<https://lexis-project.eu>

**OPENQKD – Open European Quantum Key Distribution Testbed (2019–2022)****IDENTIFIKÁTOR PROJEKTU** 857156  
(H2020-SU-ICT-2018-2020)**ŘEŠITEL** prof. Ing. Miroslav Vozňák, Ph.D.

Cílem projektu je vytvoření testbedu vysoce zabezpečené sítě využívající pro distribuci klíčů principy kvantové mechaniky. Jedná se o dosud nejrozsáhlejší nasazení QKD (Quantum Key Distribution) v Evropě. Role IT4Innovations je především ve třech oblastech. První je realizace případu užití HPC přes QKD mezi IT4Innovations a PSNC (Poznaň). Druhou oblastí je participace na vývoji a implementaci správy klíčů. Třetí doménou jsou simulace realizovaných případů nasazení QKD

u všech partnerů v projektu a zároveň vylepšení QKD simulátoru, který je v Ostravě vyvíjen jako open-source. Při simulacích jsou využívány výpočetní zdroje IT4Innovations.  
[www.openqkd.eu](http://www.openqkd.eu)

**NOVÝ****EUROCC – National Competence Centres in the framework of EuroHPC (2020–2022)****IDENTIFIKÁTOR PROJEKTU** 951732  
(H2020-JTI-EuroHPC-2019-2)**ŘEŠITEL** Ing. Tomáš Karásek, Ph.D.

Projekt EuroCC propojuje odborné znalosti k vytvoření evropské sítě národních center kompetence pro oblast HPC ve 31 evropských státech k zajištění portfolia služeb pro potřeby průmyslu, akademické obce i veřejné správy. Jeho cílem je posílení odborných znalostí a dovedností v oblasti vysoce-výkonného počítání, datových analýz a umělé inteligence a překlenutí stávajících rozdílů ve využití těchto technologií v jednotlivých státech.  
[www.eurocc-project.eu](http://www.eurocc-project.eu)

**NOVÝ****EVEREST – dEsign enVironmEnt foR Extreme-Scale big data analyTics on heterogeneous platforms (2020–2023)****IDENTIFIKÁTOR PROJEKTU** 957269  
(H2020-ICT-2018-20 / H2020-ICT-2020-1)**ŘEŠITEL** Ing. Kateřina Slaninová, Ph.D.

Projekt vyvíjí celostní přístup navrhování výpočtů a komunikace ve špičkovém a především bezpečném systému pro vysoce výkonné datové analýzy. Tohoto cíle bude dosaženo zjednodušením programovatelnosti různorodě rozšířených architektur pomocí přístupu řízeného daty, využitím hardwarově zrychlené umělé inteligence a díky efektivnímu monitorování spouštění úloh dle unifikovaného konceptu spojujícího hardwarový a softwarový návrh. Projekt ověří svůj přístup prostřednictvím třech případových studií, a to u predikčního modelu založeného na analýze počasí, v aplikaci pro monitorování kvality ovzduší a ve frameworku pro modelování dopravy u smart cities.  
[www.everest-h2020.eu](http://www.everest-h2020.eu)

**Spolupráce s komerční sférou**

Spolupráci s komerční sférou uskutečňuje IT4Innovations především formou smluvního výzkumu. V roce 2020 se jednalo o spolupráci s těmito společnostmi:

---

Bayncore Labs Limited  
– 2 společné projekty

---

Národní úřad pro kybernetickou a informační bezpečnost

---

Josef Dušek

---



## Studijní programy

IT4Innovations společně s Fakultou elektrotechniky a informatiky VŠB-TUO realizují doktorský studijní program Výpočetní vědy. Tento, v rámci České republiky, jedinečný program je zaměřen na využití HPC, HPDA a AI ve vědě a průmyslu. Na konci roku 2020 měl studijní program společně se stejnojmenným dobíhajícím celouniverzitním programem 25 studentů. Doktorský studijní program Výpočetní vědy je součástí Doktorské školy MathInHPC, sdružující přední česká pracoviště zaměřená na oblast výzkumu matematických metod v HPC a jejich aplikací. Jeho studenti se tak dostanou do kontaktu s předními odborníky z partnerských institucí této doktorské školy, například z Matematicko-fyzikální fakulty UK či z Matematického ústavu AV ČR.

IT4Innovations se rovněž významně podílí na výuce v magisterském studijním programu Výpočetní a aplikovaná matematika, garantovaném Katedrou aplikované matematiky Fakulty elektrotechniky a informatiky VŠB-TUO, zejména pak v jeho specializaci Výpočetní metody a HPC. Dále se významně podílí na výuce ve všech stupních studijního programu Nanotechnologie garantovaného Fakultou materiálové technologickou.

## Vzdělávací aktivity

IT4Innovations podporuje vědeckou komunitu a své uživatele pořádáním vysoce kvalitních kurzů, tutoriálů, workshopů a dalších vzdělávacích akcí. Hlavním cílem těchto aktivit je všestranně zvyšovat kompetence uživatelů pro efektivní využívání jedinečné výpočetní infrastruktury IT4Innovations. V širším slova smyslu usiluje IT4Innovations také o zvyšování povědomí a úrovně znalostí v oblasti HPC v celonárodním měřítku, a to pro zájemce nejen z akademické, ale i z komerční sféry. Tematicky se kurzy nabízené IT4Innovations zaměřují na počítačové systémy a architekturu, programovací techniky a nástroje, knihovny a aplikace v oblastech HPC, HPDA a AI.

V roce 2020 proběhlo v IT4Innovations 8 vzdělávacích akcí, které navštívilo 249 účastníků.

- > V roce 2017 se IT4Innovations stalo **ŠKOLICÍM CENTREM PRACE** (PRACE Training Center, PTC) a v roce 2020 organizovalo šest kurzů pod záštitou PRACE. Mezi tyto kurzy patřily mimo jiné:
  - > **ENERGY EFFICIENCY IN HPC** (Lubomír Říha, Ondřej Vysocký, Andrea Bartolini, Daniele Cesarini, Robert Schönke), který se věnoval spotřebě energie a energetické účinnosti v systémech HPC.
  - > **PARALLEL VISUALIZATION OF SCIENTIFIC DATA USING BLENDER** (Petr Strakoš, Milan Jaroš, Alena Ješko), který se zabýval vizualizací simulacních dat v modelovacím nástroji Blender.

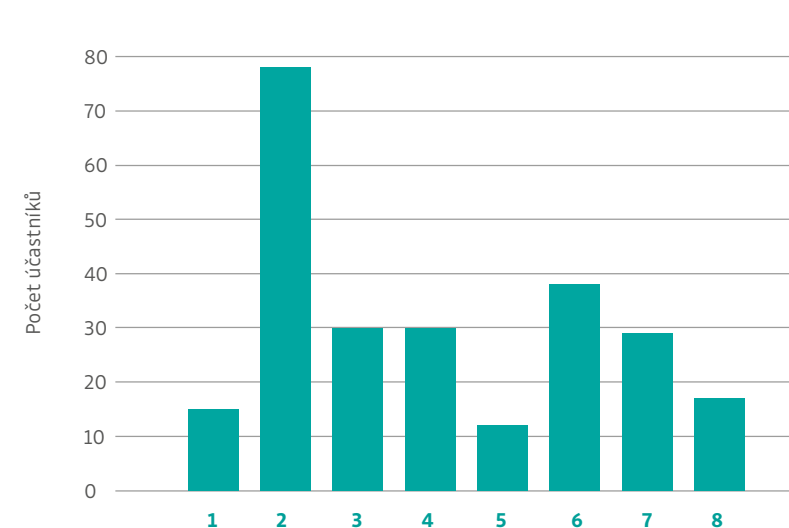
> IT4Innovations jakožto **ambasador INSTITUTU HLUBOKÉHO UČENÍ NVIDIA** (NVIDIA Deep Learning Institute) v roce 2020 rovněž nabídlo praktické kurzy vývojářům a vědeckým pracovníkům, kteří chtějí řešit náročné problémy pomocí hlubokého učení.

> **NVIDIA AI & HPC ACADEMY** – tři celodenní školení s certifikací NVIDIA Deep Learning Institute, během kterých se měli účastníci možnost dozvědět více o vývoji umělé inteligence (AI) a vysoce výkonných počítačích (HPC) pro grafické procesory NVIDIA. Součástí byly také kurzy – FUNDAMENTALS OF DEEP LEARNING FOR COMPUTER VISION, FUNDAMENTALS OF ACCELERATED COMPUTING WITH CUDA C/C++ a FUNDAMENTALS OF ACCELERATED COMPUTING WITH OPEN ACC (Georg Zitzlsberger).

> **FUNDAMENTALS OF DEEP LEARNING FOR MULTIPLE DATA TYPES** (Georg Zitzlsberger) o kombinaci konvoluční a rekurentní neuronové sítě, což umožňuje generovat efektivní popis obsahu v obrázcích a videoklípch pomocí datové sady TensorFlow a Microsoft Common Objects in Context (COCO).

> **FUNDAMENTALS OF DEEP LEARNING FOR MULTI-GPUS** (Georg Zitzlsberger) o možnosti použití více GPU pro hluboké učení, které mohou významně zkrátit čas, což umožňuje řešení složitých problémů.

## Vzdělávací akce v roce 2020



## PRACE Summer of HPC

Partnership for Advanced Computing in Europe (PRACE) umožnilo v roce 2020 již poosmé studentům zúčastnit se letní stáže v evropských superpočítačových centrech, tentokrát virtuálně. Tuto příležitost využilo 50 studentů, kteří se svými mentory pracovali na 24 projektech. IT4Innovations hostilo dva z nich.

Denizhan Tutar, student doktorského studia Computational Science and Engineering z Istanbul Technical University,

pracoval pod vedením Martina Besedy a Rajka Cosice na projektu „Development of Visualization Tool for Data from Molecular Simulations“.

Andres Vicente Arevalo, student astrofyziky z Universidad de La Laguna na Tenerife, zpracovával pod vedením Georga Zitzlsbergra a Martina Golasowského projekt „Object Detection Using Deep Neural Networks – AI from HPC to the Edge“.

- 1 Energy Efficiency in HPC (PTC)
- 2 Fundamentals of Deep Learning for Computer Vision
- 3 Fundamentals of Accelerated Computing with CUDA C/C++ (PTC)
- 4 Fundamentals of Accelerated Computing with Open ACC (PTC)
- 5 Parallel Visualization of Scientific Data using Blender (PTC)
- 6 Fundamentals of Deep Learning for Multiple Data Types (PTC)
- 7 Fundamentals of Deep Learning for Multi-GPUs (PTC)
- 8 Introduction to High Performance Computing



## Projekty v oblasti vzdělávání

### Projekty Operačního programu Výzkum, vývoj a vzdělávání

**Doktorská škola pro vzdělávání v oblasti matematických metod a nástrojů v HPC (2017–2022)**

**IDENTIFIKÁTOR PROJEKTU** CZ.02.2.69/0.0/0.0/16\_018/0002713 (výzva č. 02\_16\_018)

**ŘEŠITEL** prof. RNDr. René Kalus, Ph.D.

Hlavním cílem projektu je ustavení Doktorské školy pro vzdělávání v oblasti matematických metod a nástrojů v HPC integrující doktorská studia Univerzity Karlovy (Matematicko-fyzikální fakulta), Akademie věd ČR (Matematický ústav), Přírodovědecké fakulty Ostravské univerzity a VŠB – Technické univerzity Ostrava a navazující na jejich širší spolupráci v oblasti výzkumné. Součástí projektu je modernizace a internacionalizace jednoho z doktorských programů školy (Výpočetní vědy, VŠB-TUO) a vytvoření nového programu double degree ve spolupráci s Univerzitě Toulouse III Paul Sabatier, Francie.

**Technika probudoucnost 2.0 (2019–2022)**

**IDENTIFIKÁTOR PROJEKTU** CZ.02.2.69/0.0/0.0/18\_058/0010212 (výzva č. 02\_18\_058)

**ODBORNÝ PRACOVNÍK PROJEKTU ZA IT4INNOVATIONS** prof. RNDr. René Kalus, Ph.D.

Projekt řeší zvýšení kvality a profilace vzdělávacích aktivit a zvýšení jejich relevance pro trh práce. Zavádí nové formy výukových metod, vytváří nové studijní programy, posiluje internacionalizaci univerzity a vazby mezi univerzitou a jejími absolventy. Zavádí metody pro zvýšení účasti studentů se specifickými potřebami a strategii práce se studenty SŠ s cílem zvýšit jejich zájem o studium na VŠ. Zvyšuje kapacity řídicích pracovníků VŠ a zvyšuje kvalitu strategického řízení VŠ. Hlavním cílem projektu je zvýšit relevanci vzdělávacích aktivit VŠB-TUO pro potřeby trhu práce. To znamená dosáhnout stavu, kdy vzdělávací aktivity univerzity jsou v souladu s potřebami a specifiky trhu MSK a všech cílových skupin.

**NOVÝ**  
**Věda bez hranic 2.0 (2020–2022)**

**IDENTIFIKÁTOR PROJEKTU** CZ.02.2.69/0.0/0.0/18\_053/0016985 (Výzva č. 02\_18\_053)

**ZODPOVĚDNÝ ŘEŠITEL ZA IT4INNOVATIONS** prof. Ing. Tomáš Kozubek, Ph.D.

Projekt Věda bez hranic 2.0 umožní realizaci 26 mezinárodních mobilit výzkumných pracovníků ze zahraničí do ČR i z ČR do zahraničí. Podpoří tak ne zcela dostatečnou úroveň mezinárodní spolupráce ve výzkumu a profesní růst lidských zdrojů ve výzkumu. Výzkumní pracovníci se budou rozvíjet ve svých oborech výzkumu, své poznatky přenesou na pracoviště a do výzkumných týmů VŠB-TUO.

Podpora je směřována primárně na juniorské výzkumné pracovníky s potenciálem akcelerace jejich výzkumné práce.

### Projekt Mezinárodního visehradského fondu

**Superheroes4Science (2018–2020)**

**IDENTIFIKÁTOR PROJEKTU** 21820033

**ŘEŠITEL** Ing. Karina Pešatová, MBA

Společný projekt partnerů ze zemí visehradské čtyřky (IT4Innovations národní superpočítačové centrum, Vládní agentura pro rozvoj informačních technologií, Maďarsko, Výpočetní středisko Centra společných činností Slovenské akademie věd, Poznaňské superpočítačové a síťové centrum – Institut bioorganické chemie Polské akademie věd) populární formou vysvětluje význam superpočítačů a jejich využití, které má pozitivní vliv na každodenní život člověka. Každý partner projektu zajišťuje národní superpočítačovou infrastrukturu a věnuje značné úsilí popularizačním aktivitám, které mají za cíl rozšířit povědomí o tom, co je supercomputing, proč je pro současnou společnost nezbytný a proč je to opodstatněná investice. Pochopení celé této oblasti – vědeckých témat i supercomputingu – není pro laiky úplně jednoduché. Pro zjednodušení komunikace relativně složitého obsahu jsou výsledné materiály přizpůsobeny rozličným cílovým skupinám dle věku,



stupně vzdělání i odborných znalostí. Cílem projektu je nejen vzdělávat širokou veřejnost, ale také inspirovat mladou generaci visehradských zemí ke studiu vědeckotechnických oborů.

### ERASMUS+ projekty

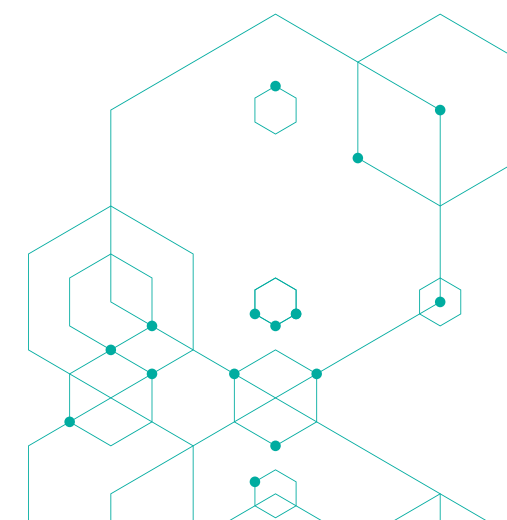
**NOVÝ**  
**Sctrain – Supercomputing knowledge partnership (2020–2023)**

**IDENTIFIKÁTOR PROJEKTU** 20-203-075975 (KA203-6E6A1FFC)

**ŘEŠITEL** prof. Ing. Tomáš Kozubek, Ph.D.

Posláním tohoto projektu je metodický přístup k doplnění mezer v současných vysokoškolských kurzech a zvýšení povědomí o HPC pro budoucí odborníky v oblasti vědy, techniky, inženýrství a matematiky.

[www.sctrain.eu](http://www.sctrain.eu)



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

© IT4Innovations národní superpočítačové centrum Ostrava 2021

**Poštovní adresa**

VŠB – Technická univerzita Ostrava  
17. listopadu 2172/15  
708 00 Ostrava

**E-mail** [info@it4i.cz](mailto:info@it4i.cz)

**Tel.** +420 597 329 500

**Adresa**

IT4Innovations národní superpočítačové centrum  
Studentská 6231/1b  
708 00 Ostrava

*Tato publikace byla podpořena Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy z účelové podpory projektu Velké výzkumné infrastruktury „e-INFRA CZ – LM2018140“.*



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

