JAK SUPERPOČÍTAČE IT4I POMÁHAJÍ ZVÝŠIT KONKURENCESCHOPNOST A INOVATIVNOST ČESKÉ VĚDY A PRŮMYSLU

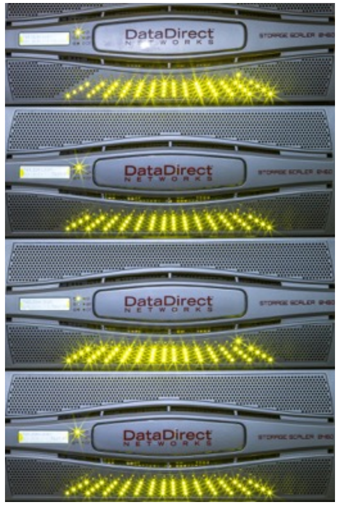
Tomáš Kozubek

CO JE SUPERPOČÍTAČ?

- **velmi výkonný počítač**, v poslední době nejčastěji ve formě **počítačového clusteru**, tedy **spojení mnoha běžných počítačů dohromady**, a to obvykle speciální **vysokorychlostní sítí**.

Výpočetní uzly

Datové úložiště



Síť (interconnect)

VYPOČETNÍ VÝKON POČÍTAČE

FLOP = Floating point operation
Výpočetní náročnost– počet operací v pohyblivé řádové čárce FLOPs
Výpočetní výkon počítače – počet operací v pohyblivé řádové čárce za sekundu FLOPS (FLOP/s)

Hodnota	Název	Zkratka	Exp.
1 000	kiloFLOPS	kFLOPS	10^3
1 000 000	megaFLOPS	MFLOPS	10^6
1 000 000 000	gigaFLOPS	GFLOPS	10^9
1 000 000 000 000	teraFLOPS	TFLOPS	10^{12}
1 000 000 000 000 000	petaFLOPS	PFLOPS	10^{15}
1 000 000 000 000 000 000	exaFLOPS	EFLOPS	10^{18}
1 000 000 000 000 000 000 000	zettaFLOPS	ZFLOPS	10^{21}

NEJVÝKONNĚJŠÍ SUPERPOČÍTAČE

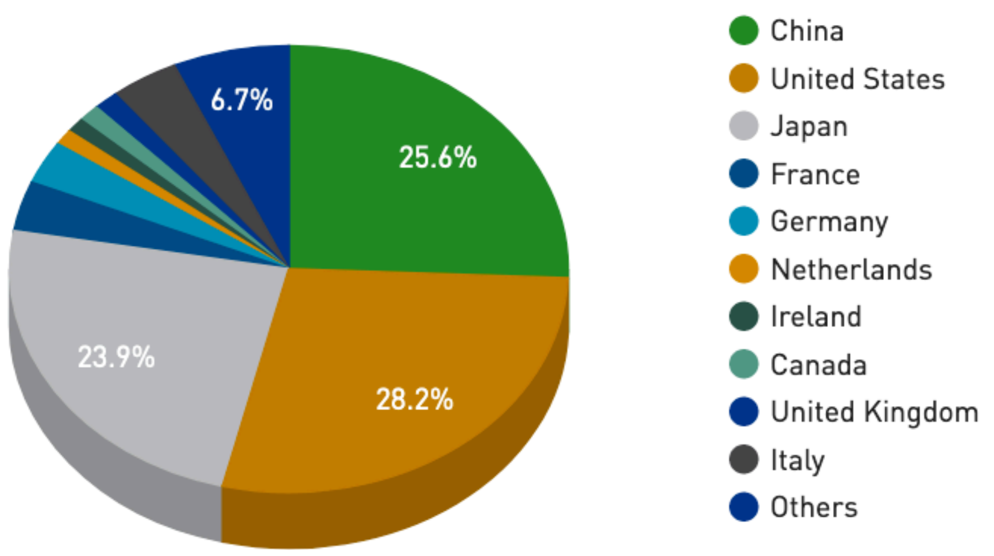
- 2x ročně žebříček nejvýkonnějších systémů světa
- www.top500.org

Rank	System	Cores	Rmax (TFlop/s)	Rpeak (TFlop/s)	Power (kW)
1	**Supercomputer Fugaku** - Supercomputer Fugaku, A64FX 48C 2.2GHz, Tofu interconnect D, Fujitsu RIKEN Center for Computational Science Japan	7,299,072	415,530.0	513,854.7	28,335

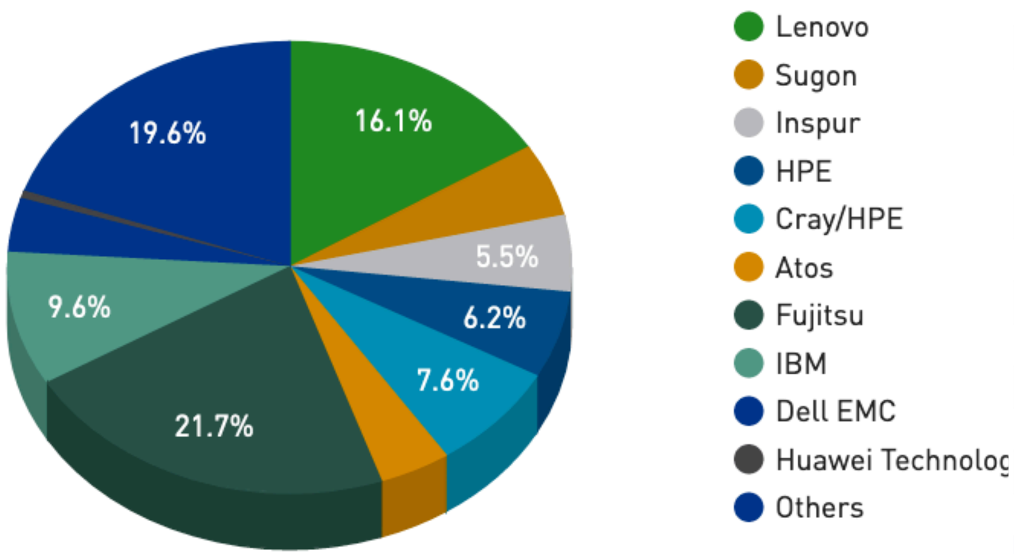
Rank	System	Cores	Rmax (TFlop/s)	Rpeak (TFlop/s)	Power (kW)
1	**Supercomputer Fugaku** - Supercomputer Fugaku, A64FX 48C 2.2GHz, Tofu interconnect D, Fujitsu RIKEN Center for Computational Science Japan	7,299,072	415,530.0	513,854.7	28,335
2	**Summit** - IBM Power System AC922, IBM POWER9 22C 3.07GHz, NVIDIA Volta GV100, Dual-rail Mellanox EDR Infiniband, IBM DOE/SC/Oak Ridge National Laboratory United States	2,414,592	148,600.0	200,794.9	10,096
3	**Sierra** - IBM Power System AC922, IBM POWER9 22C 3.1GHz, NVIDIA Volta GV100, Dual-rail Mellanox EDR Infiniband, IBM / NVIDIA / Mellanox DOE/NNSA/LLNL United States	1,572,480	94,640.0	125,712.0	7,438
4	**Sunway TaihuLight** - Sunway MPP, Sunway SW26010 260C 1.45GHz, Sunway, NRCPC National Supercomputing Center in Wuxi China	10,649,600	93,014.6	125,435.9	15,371
5	**Tianhe-2A** - TH-IVB-FEP Cluster, Intel Xeon E5-2692v2 12C 2.2GHz, TH Express-2, Matrix-2000, NUDT National Super Computer Center in Guangzhou China	4,981,760	61,444.5	100,678.7	18,482
6	**HPC5** - PowerEdge C4140, Xeon Gold 6252 24C 2.1GHz, NVIDIA Tesla V100, Mellanox HDR Infiniband, Dell EMC Eni S.p.A. Italy	669,760	35,450.0	51,720.8	2,252
7	**Selene** - DGX A100 SuperPOD, AMD EPYC 7742 64C 2.25GHz, NVIDIA A100, Mellanox HDR Infiniband, Nvidia NVIDIA Corporation United States	272,800	27,580.0	34,568.6	1,344
8	**Frontera** - Dell C6420, Xeon Platinum 8280 28C 2.7GHz, Mellanox InfiniBand HDR, Dell EMC Texas Advanced Computing Center/Univ. of Texas United States	448,448	23,516.4	38,745.9	
9	**Marconi-100** - IBM Power System AC922, IBM POWER9 16C 3GHz, Nvidia Volta V100, Dual-rail Mellanox EDR Infiniband, IBM CINECA Italy	347,776	21,640.0	29,354.0	1,476
10	**Piz Daint** - Cray XC50, Xeon E5-2690v3 12C 2.6GHz, Aries interconnect , NVIDIA Tesla P100, Cray/HPE Swiss National Supercomputing Centre (CSCS) Switzerland	387,872	21,230.0	27,154.3	2,384

SUPERPOČÍTAČOVÉ VELMOCI

Countries Performance Share



Vendors Performance Share



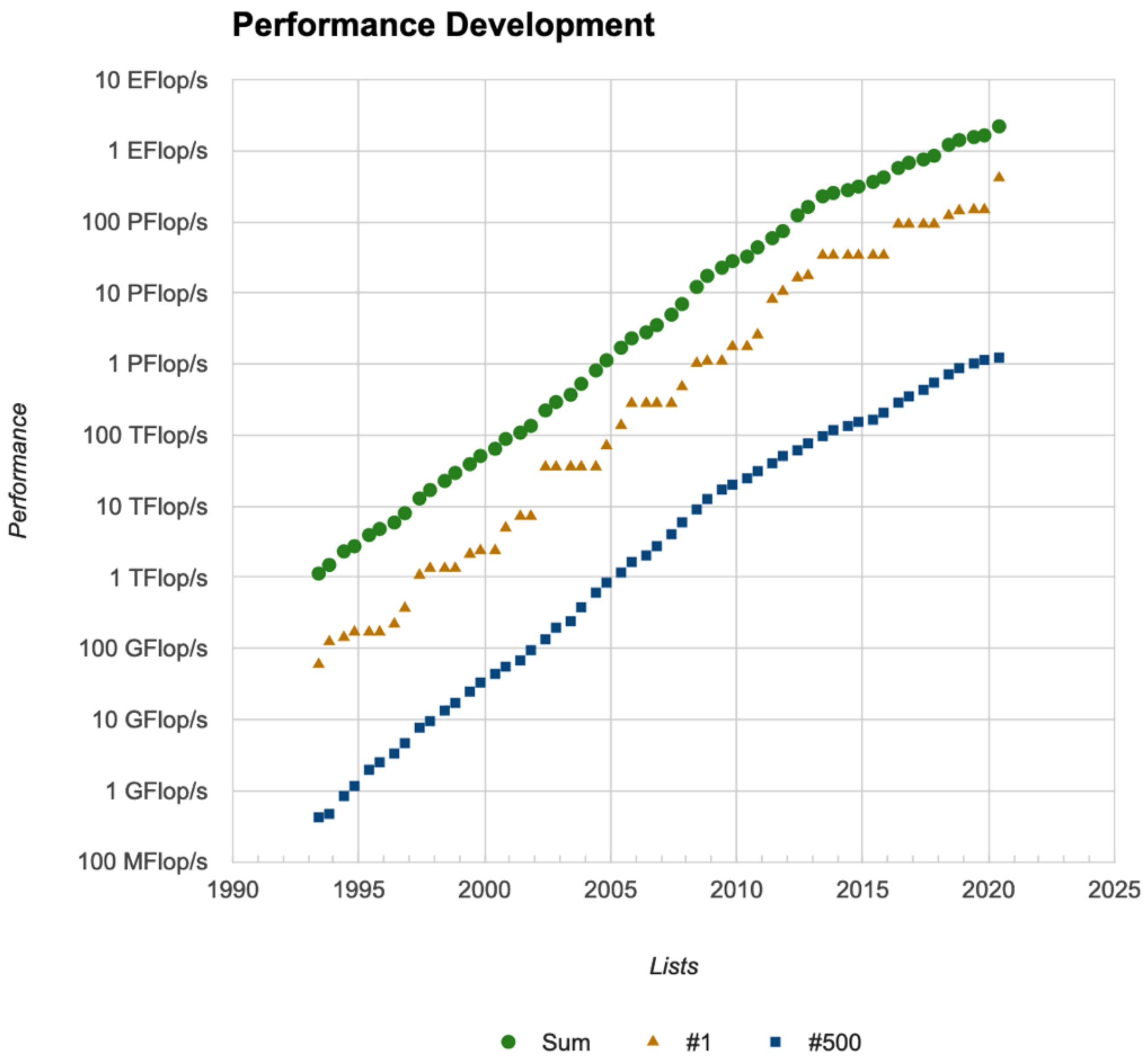
	Countries	Count	System Share (%)	Rmax (GFlops)	Rpeak (GFlops)
1	China	226	45.2	565,553,102	1,184,700,707
2	United States	113	22.6	621,655,590	884,317,444
3	Japan	29	5.8	527,607,512	691,558,660
4	France	19	3.8	79,878,820	121,553,694
5	Germany	16	3.2	68,713,720	101,130,880
6	Netherlands	15	3	24,736,650	31,795,200
7	Ireland	14	2.8	23,087,540	29,675,520
8	Canada	13	2.6	27,926,060	50,348,729
9	United Kingdom	10	2	30,950,142	37,703,042
10	Italy	7	1.4	87,188,790	128,918,596
11	Brazil	4	0.8	10,991,000	19,270,566
12	Singapore	4	0.8	6,596,440	8,478,720
13	South Korea	3	0.6	18,720,660	31,496,620
14	Norway	3	0.6	7,718,070	10,432,512
15	Saudi Arabia	3	0.6	10,109,130	13,858,214
16	Australia	2	0.4	10,913,420	17,261,875
17	United Arab Emirates	2	0.4	9,013,750	12,164,803
18	Sweden	2	0.4	4,771,700	6,773,346
19	Finland	2	0.4	7,095,250	9,748,685
20	Switzerland	2	0.4	23,126,750	29,347,305
21	Taiwan	2	0.4	10,325,150	17,297,190
22	Russia	2	0.4	9,147,000	13,736,550
23	India	2	0.4	6,334,340	6,814,886
24	Poland	1	0.2	1,670,090	2,348,640
25	Hong Kong	1	0.2	1,649,110	2,119,680
26	Austria	1	0.2	2,726,078	3,761,664
27	Spain	1	0.2	6,470,800	10,296,115
28	Czechia	1	0.2	1,457,730	2,011,641

SALOMON V TOP500

423	**Salomon** - SGI ICE X, Xeon E5-2680v3 12C 2.5GHz, Infiniband FDR, Intel Xeon Phi 7120P, HPE IT4Innovations National Supercomputing Center, VSB-Technical University of Ostrava Czechia	76,896	1,457.7	2,011.6	4,806

List	Rank
06/2020	423
11/2019	375
06/2019	282
11/2018	214
06/2018	139
11/2017	88
06/2017	79
11/2016	68
06/2016	56
11/2015	48
06/2015	40

MOOREŮV ZÁKON



- Počet tranzistorů se na stejné ploše co 2 roky zdvojnásobuje
- Výkon procesoru se co 2 roky zdvojnásobuje

Rok	PFLOPS	Zrychlení
2014	274	2,1
2015	360	2,1
2016	567	2,1
2017	750	2,1
2018	1200	-
2019	1600	-

SUPERPOČÍTAČE V IT4INNOVATIONS

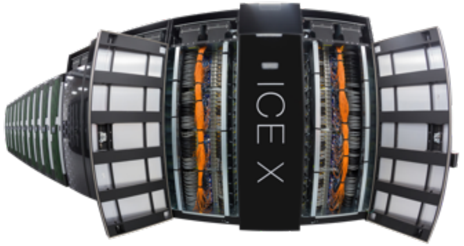
ČASOVÁ OSA IT4INNOVATIONS

Anselm (0,1PF)

Červen 2013

Červenec 2014

Salomon (2PF)

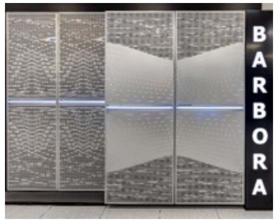


Červenec 2015

NVIDIA DGX-2 (0,1-2PF)

Březen 2019

Barbora (0,9PF)



Říjen 2019

Jaro 2021

Ukončení provozu Anselm a Salomon

Karolina (15,2PF)

Červen 2021

E-INFRA CZ

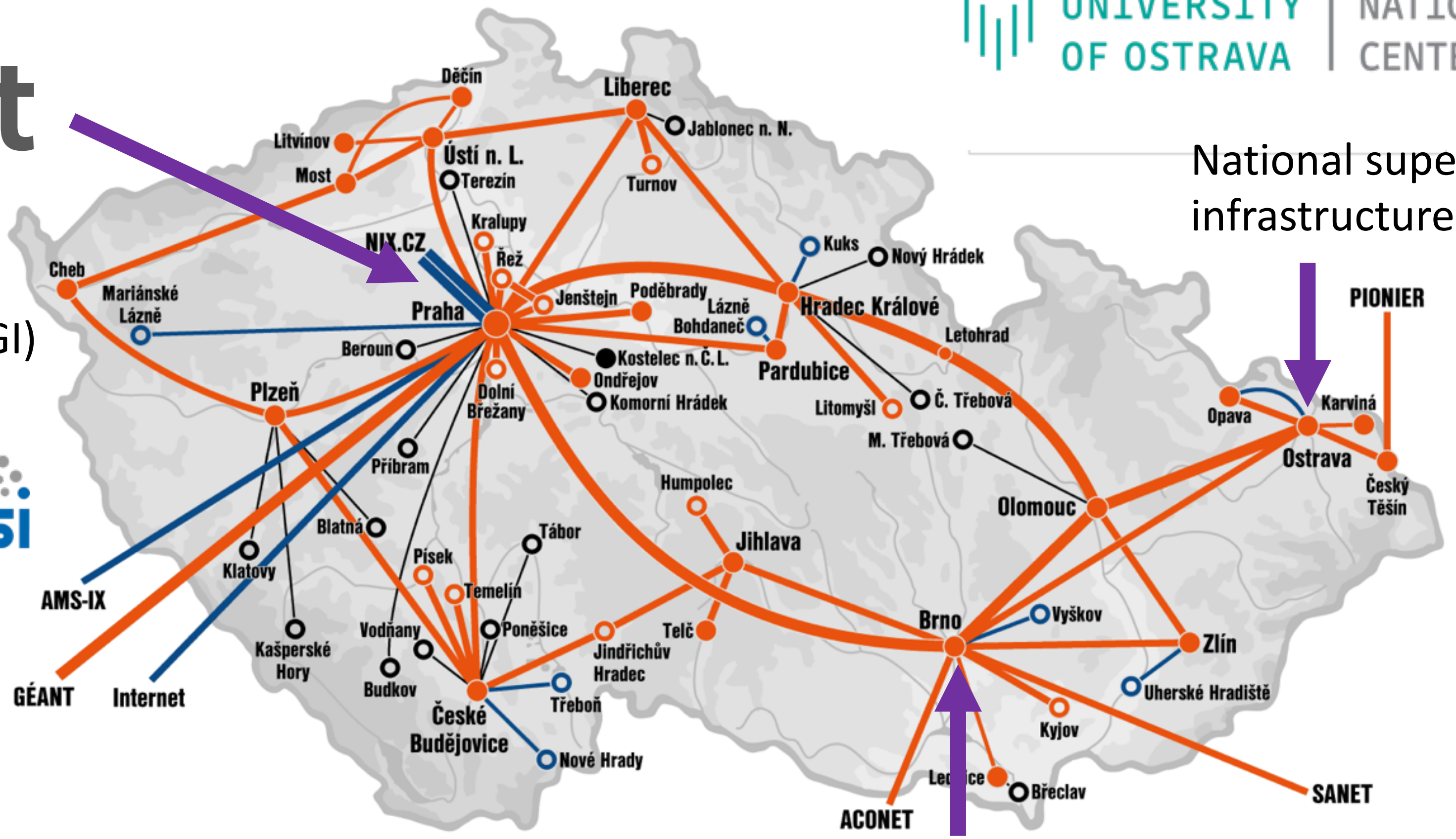
Přístup k superpočítačům

- Veřejná grantová soutěž 3x ročně pro zaměstnance výzkumných a vzdělávacích institucí ČR
- Povolení ředitelství

VSB TECHNICAL UNIVERSITY OF OSTRAVA | IT4INNOVATIONS NATIONAL SUPERCOMPUTING CENTER

cesnet

NREN
MetaCentrum (NGI)
Data storage



National supercomputing infrastructure

EuroHPC Joint Undertaking
PRACE
EUDAT
BDV BIG DATA VALUE ASSOCIATION
ETP 4 HPC

GÉANT
eGi
Shibboleth.
glif

cerit scientific cloud

Largest node of MetaCentrum

LARGE RESEARCH INFRASTRUCTURES

VSB TECHNICAL UNIVERSITY OF OSTRAVA | IT4INNOVATIONS NATIONAL SUPERCOMPUTING CENTER

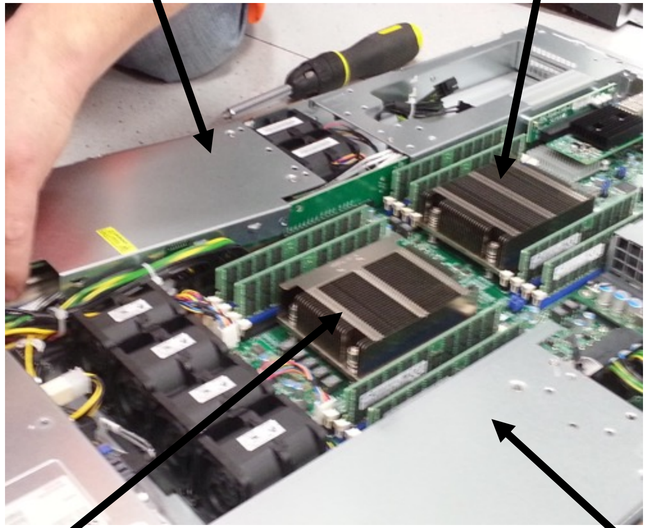
SUPERPOČÍTAČ SALOMON

Xeon Phi 7120P
- x86 architecture, **1.2TF**
- 864x Intel Xeon Phi 7120P
- 61(244) cores, 512 bit FMA
- 16 GB RAM

1.2 TFlop/s

0.5 TFlop/s

3,4 TFlop/s



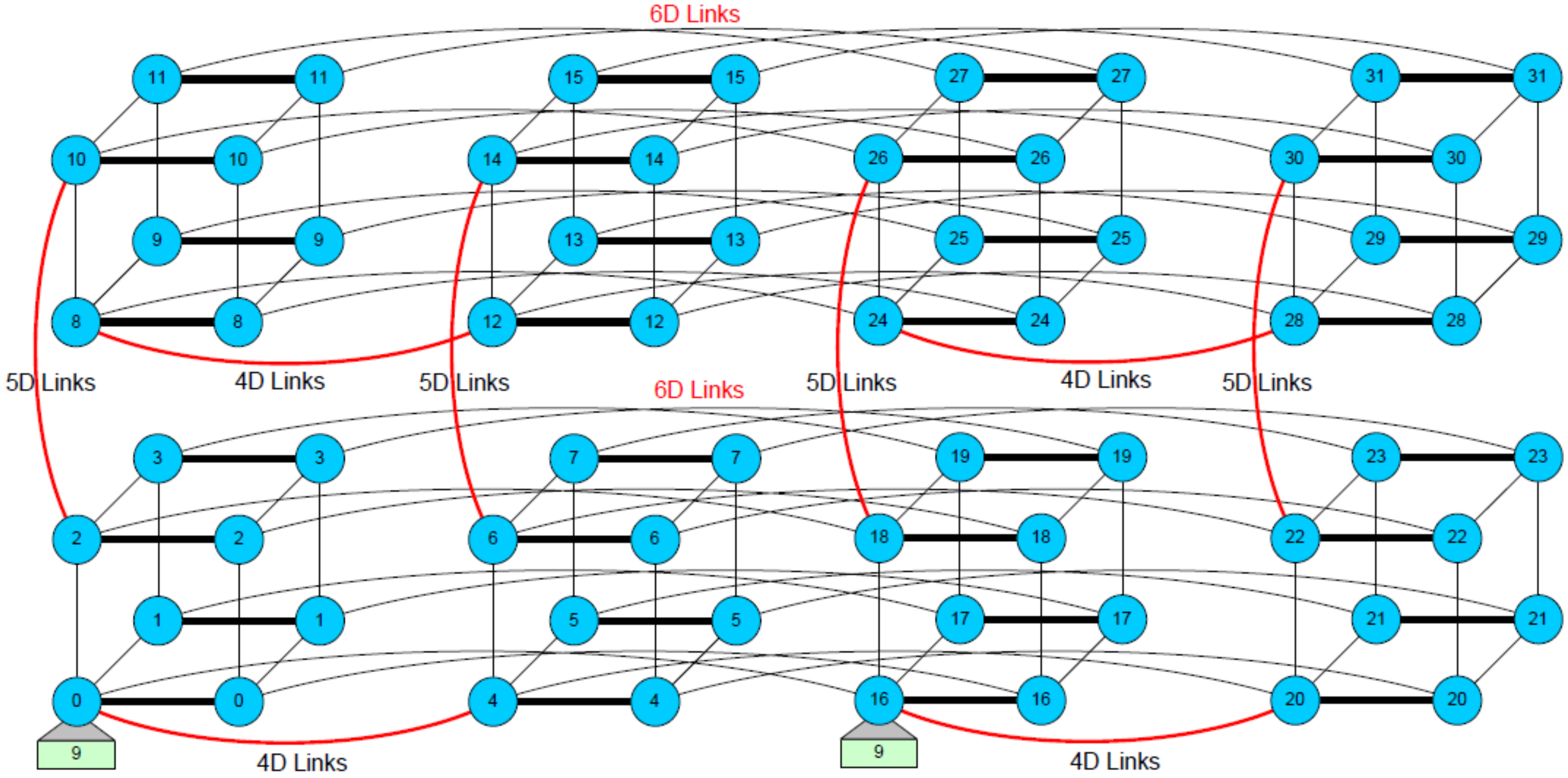
Los Alamos Blue Mountain (2000)
3.07TF

1.2 TFlop/s

0.5 TFlop/s

VÝPOČETNÍ SÍŤ SALOMON

- InfiniBand FDR56 / 7D Enhanced hypercube



SUPERPOČÍTAČ ANSELM

- V provozu **2013 až 2021**
- Od jara 2021 v **Dolní oblasti Vítkovice – Velký svět techniky**
- Teoretický výpočetní výkon **94 TFLOPS**
- LINPACK výpočetní výkon **73 TFLOPS**
  440 x MacBook Pro!
- **209** výpočetních uzlů
- CPU: 2x **osmijádrový Intel SandyBridge**
- 2.3/2.4 GHz, celkem 3322 jader
- RAM: 64 GB/96 GB/512 GB, celkem 15TB
- Operační systém RedHat Linux 64bit 6.x

- GPU akcelerátory: 23x NVidia Tesla Kepler K20
- MIC akcelerátory: 4x Intel Xeon Phi 5110P
- Disková úložiště: 320 TiB/home (rychlost 2 GB/s);
- 146 TiB/scratch (rychlost 6GB/s)
- Výpočetní síť: Infiniband QDR 40 Gb/s
- Operační systém RedHat Linux 64bit 6.x

SUPERPOČÍTAČ SALOMON

- V provozu **2015 až 2021**
- Dále bude využíván k vědeckým účelům
- Teoretický výpočetní výkon **2 011 TFLOPS**
- LINPACK výpočetní výkon **1 458 TFLOPS**
  20 x Anselm!
  8 783 x MacBook Pro!!!
- **1 008** výpočetních uzlů
- CPU: 2x **dvanáctijádrový Intel Haswell** 2.5 GHz, celkem 24 192 jader
- MIC akcelerátory: 864x Intel Xeon Phi 721P, každý **61 jader**, celkem 52 704 jader
- RAM: 128 GB/3.325 TB (výpočetní uzel UV) celkem 129TB
- Disková úložiště: 500 TiB/home (rychlost 6 GB/s), 1638 TiB/scratch (rychlost 30 GB/s)
- Výpočetní síť: Infiniband FDR 56 Gb/s
- Operační systém RedHat Linux 64bit 6.x, CentOS 64bit 6.x

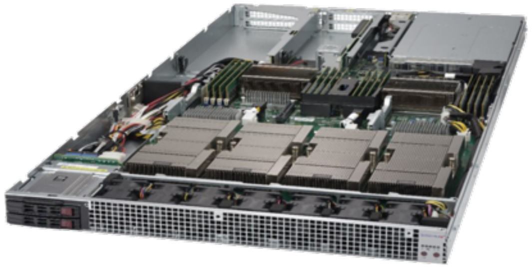
SPECIALIZOVANÝ SYSTÉM NVIDIA DGX-2

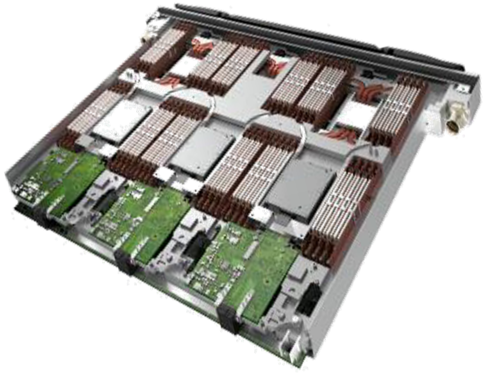
ARTIFICIAL
INTELLIGENCE

- Do provozu uveden v březnu **2019**
- Pro nejnáročnější úlohy umělé inteligence, při kterých dosahuje špičkového výkonu **2 PFLOPS**
  - FP16: 520 TFLOPs
  - FP32: 260 TFLOPs
  - FP64: 130 TFLOPs
- Osazen 16 nejvýkonnějšími akcelerátory **NVIDIA V100 Tensor Core GPU**
- Akcelerátory propojeny pomocí přepínačů NVSwitch o celkové propustnosti **2,4 TB/s**
- Celková HBM2 paměť **512 GB** a 30 TB interní kapacity na rychlých NVMe SSD
- Osm 100 Gb/s Infiniband/Ethernet adaptérů

SUPERPOČÍTAČ BARBORA

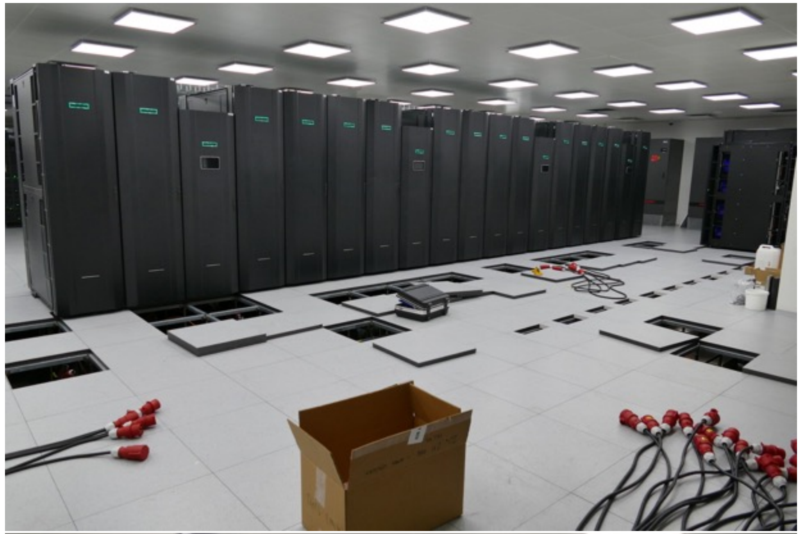
- Uveden do provozu **v říjnu 2019**
- Architektura Atos Bull Sequana
- Teoretický výkon 849 TFlop/s
- **192 standardních výpočetních uzlů**; každý uzel je osazen dvěma **18jádrovými procesory Intel a 192 GB RAM**,
- **8 výpočetních uzlů s GPU akcelerátory**; každý uzel je vybavený dvěma 12jádrovými procesory Intel, čtyřmi GPU akcelerátory **NVIDIA Tesla V100** s 16 GB grafickou pamětí typu HBM2 a operační pamětí RAM o velikosti 192 GB,
- **1 tlustý uzel** osazen osmi 16jádrovými procesory Intel a operační pamětí RAM o velikosti 6 TB.





SUPERPOČÍTAČ KAROLINA

- Instalace **červen 2021**
- Teoretický výkon: **15,2 PFlop/s**
- Univerzální část: **3,8 PFlop/s (LINPACK) (720 nodes)**
- Akcelerovaná část: **11 PFlop/s (LINPACK) (70 nodes)**
  150 PFlop/s (DeepLearning)
- Část pro datové analýzy: **40 TFlop/s (LINPACK)**
- Cloudová část: **131 TFlop/s (LINPACK) (36 serverů)**

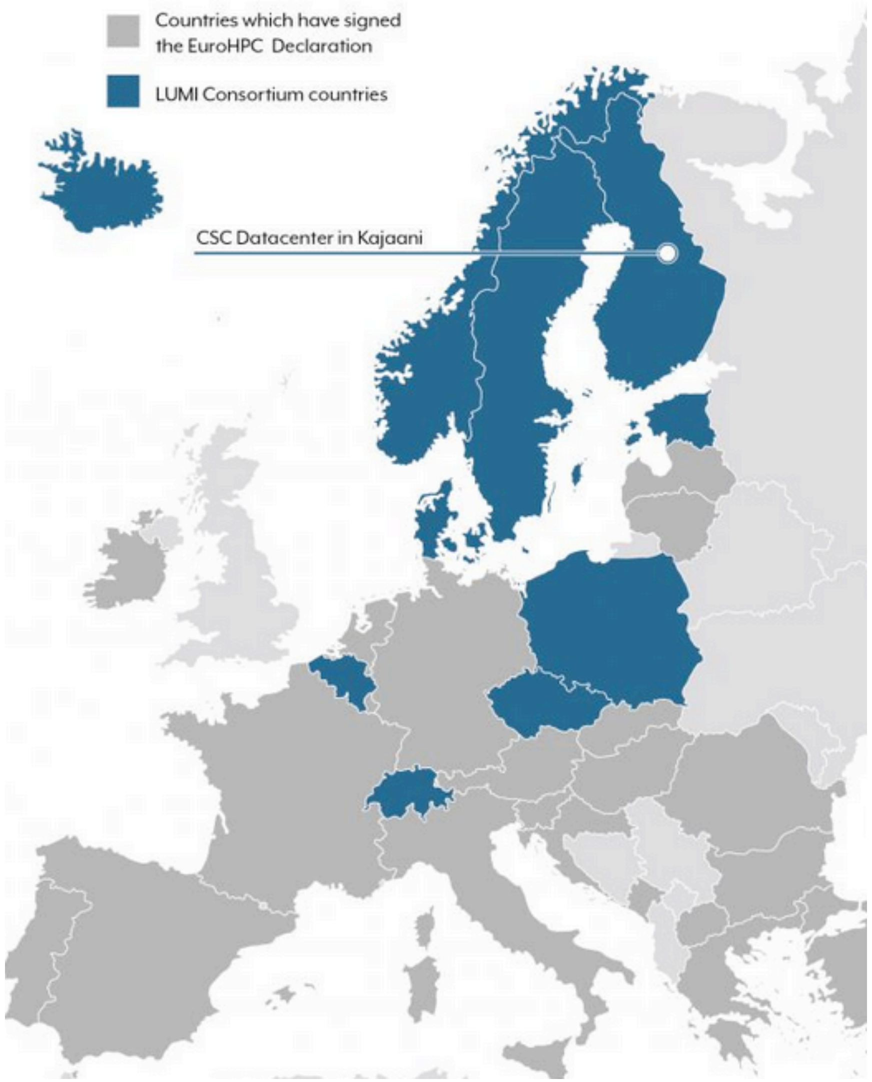


TOP 500

- **Odhadované umístění v top500:**
  - Pozice dnes: #20 (světově), #8 (v Evropě)
  - Očekávaná pozice: **do #50** (světově), kolem **#10** (v Evropě)

IT4I SOUČÁSTÍ SUPERPOČÍTAČE LUMI

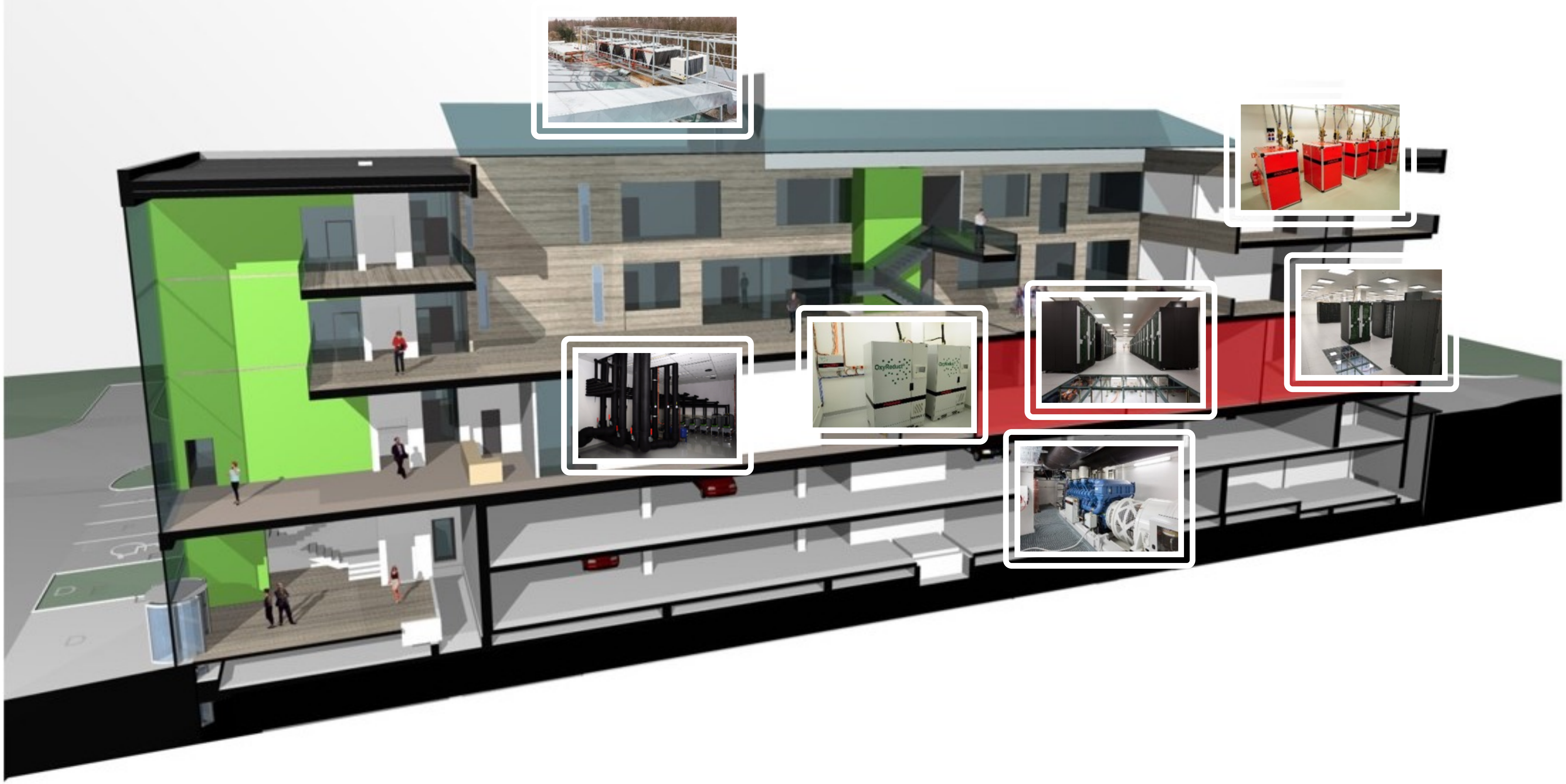
- Doba provozu: **2021 až 2025**
- Teoretický výkon: **přes 550 PFlop/s**
- Zapojené země: **Finsko, Norsko, Švédsko, Dánsko, Belgie, Švýcarsko, Česká republika, Polsko, Island, Estonsko**



VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA | IT4INNOVATIONS NÁRODNÍ SUPERPOČÍTAČOVÉ CENTRUM

SUPERPOČÍTAČE – TO NENÍ JEN DATASÁL …

PODPŮRNÁ INFRASTRUKTURA



ZÁLOŽNÍ ZDROJE NAPÁJENÍ DRUPS

Dynamické UPS
(Diesel Rotary Uninterruptible Power Supply systems)
2 x 2,5 MVA

Diesel motor
Počet válců: 20
Objem válců: 95 l
Výkon: 2 390 HP
Maximální spotřeba: 579 l/h
Chlazení: vodou

OXY-REDUCT

Protipožární bezpečnost datového sálu

Stabilně udržovaná koncentrace kyslíku v datovém sále: 15,0—15,2 %

Výroba dusíku na jedné jednotce:

— množství 26 m^3/h

— čistota vyrobeného dusíku 95 %

— elektrický příkon 12,5 kW

SYSTÉM CHLAZENÍ SUPERPOČÍTAČŮ

CHLAZENÍ SUPERPOČÍTAČŮ – VODNÍ

Chladící okruhy

Teplý okruh: 2x
Teplotní rozsah: 15 až 80 stupňů Celsia
Chladící výkon, max. okruh: 600 kW
Médium: 35% směs voda-glykol

Studený okruh: 3x
Teplotní rozsah: 6 až 15 stupňů Celsia
Chladící výkon, max. (okruh): 800 kW
Médium: 35% směs voda-glykol

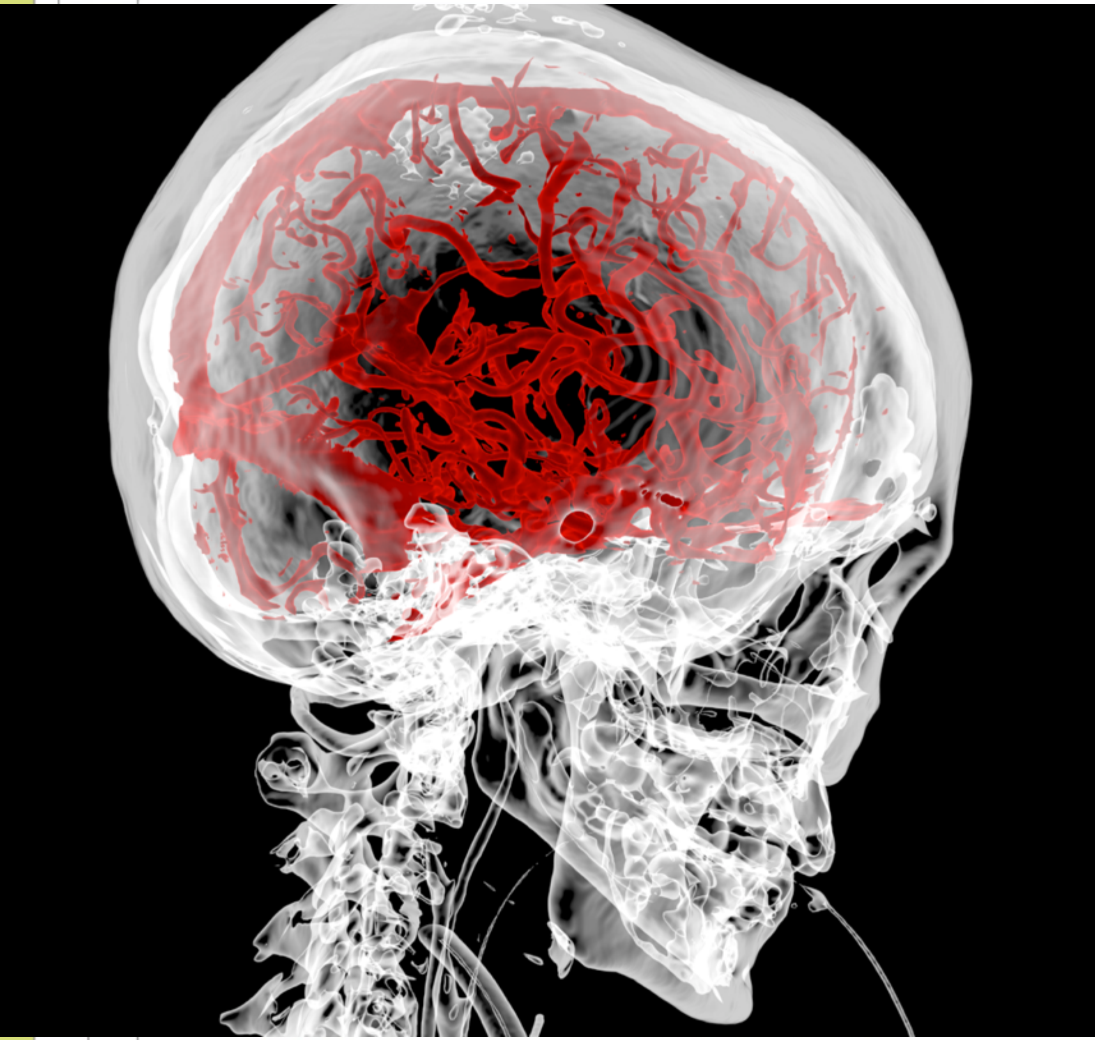
REKUPERACE TEPLA

VYUŽITÍ NÍZKOTEPLOTNÍHO TEPLA ZE SUPERPOČÍTAČE

Ohřev vody pro ÚT a TUV

Tepelné čerpadlo (TČ): 5 ks
Topný výkon TČ: 90 kW
Elektrický příkon TČ: 18 kW
Výstupní teplota vody: 60 stupňů Celsia
Chladivo: R134A

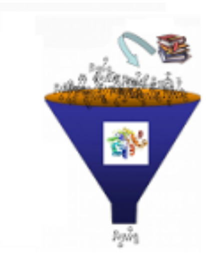
VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA | IT4INNOVATIONS NÁRODNÍ SUPERPOČÍTAČOVÉ CENTRUM



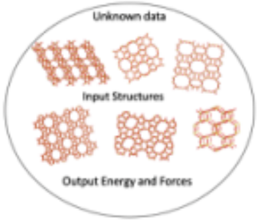
CO SUPERPOČÍTAČE V IT4INNOVATIONS POČÍTAJÍ

KDO JSOU NAŠI UŽIVATELÉ?

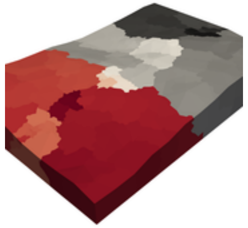
25,3 %	Akademie věd ČR
21,4 %	VŠB-TUO
14,8 %	CEITEC
13,5 %	Univerzita Karlova
7,9 %	ČVUT v Praze
5,7 %	Masarykova univerzita
3,4 %	VUT v Brně
3,2 %	VŠCHT v Praze
2,8 %	Ostravská univerzita
2 %	Ostatní



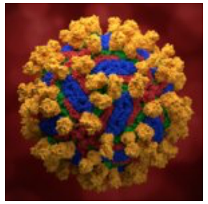
Návrhy nových léků
Pavel Hobza (UOCH)



Strojové účení pro popis zeolitů
Miroslav Rubeš (UOCHB)

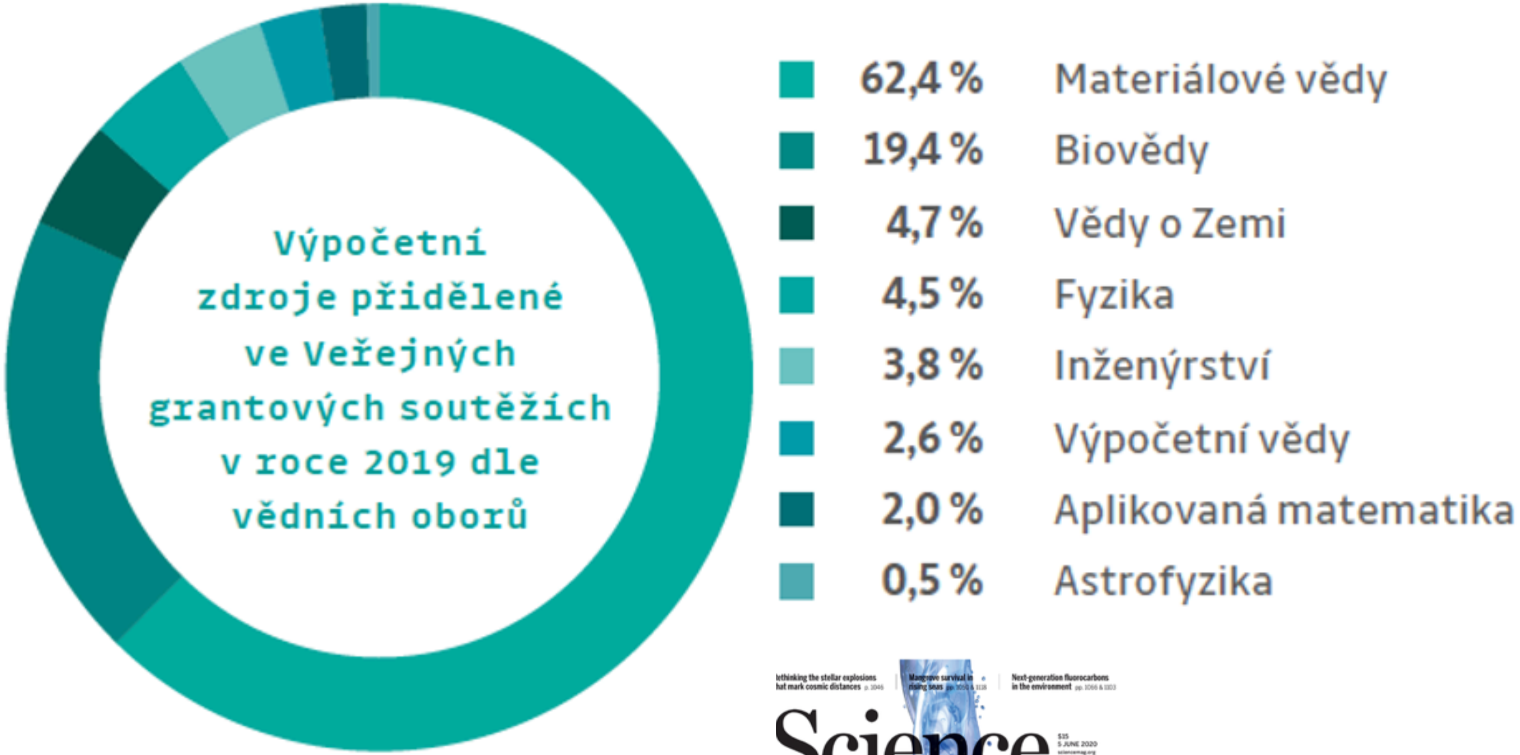


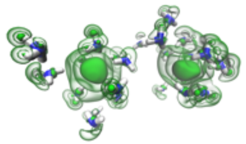
Paralelní řešiče pro proudění podzemní vody
Jakub Šístek (AV ČR)



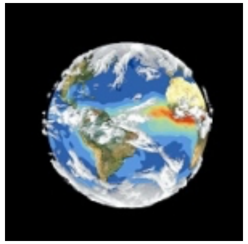
Strukturální studie lidských a zvířecích virů
Pavel Plevka (CEITEC)

CO NAŠI UŽIVATELÉ POČÍTAJÍ?

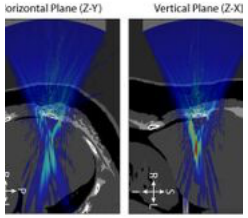




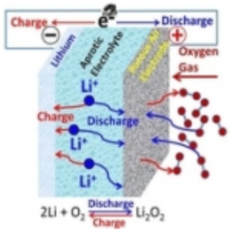
Ab initio molekulární dynamická studie solvatovaného elektronu v kapalném amoniaku
Pavel Jungwirth (UOCHB)



Konvekce a klimatické simulace
Michal Belda (CUNI)

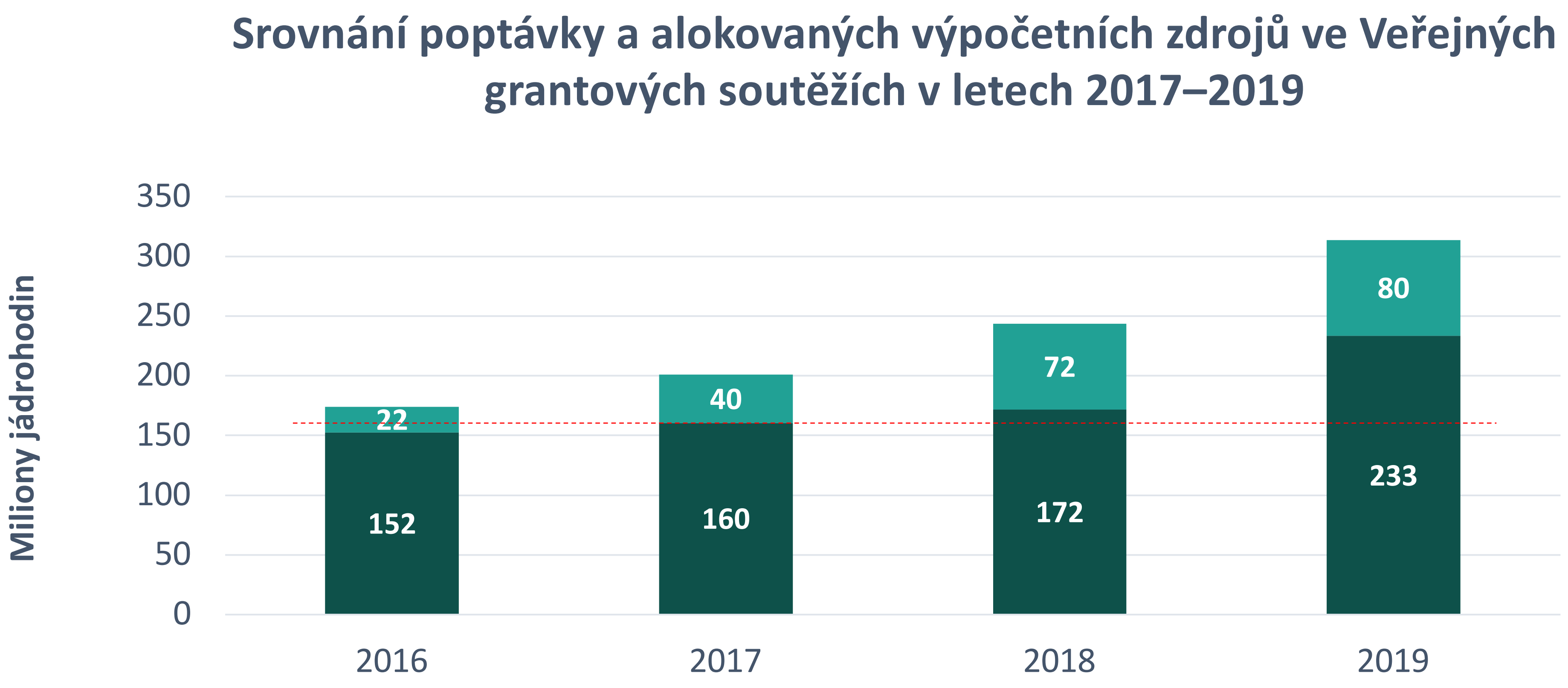


Simulace a plánování ultrazvukových chirurgických zákroků
Jiří Jaroš (VUT)



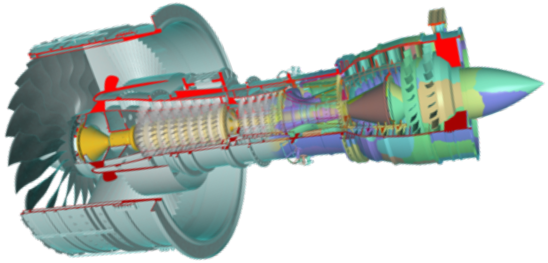
Optimization design of functional materials in a new type of lithium based battery
Dominik Legut (IT4I)

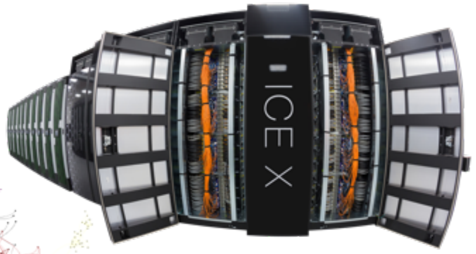
UTILIZACE SUPERPOČÍTAČŮ

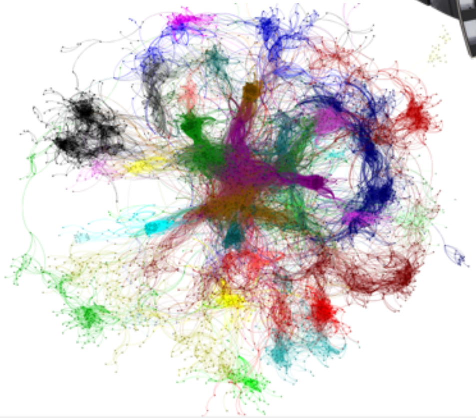


VÝZKUM A VÝVOJ V IT4INNOVATIONS

Numerické simulace







Big Data

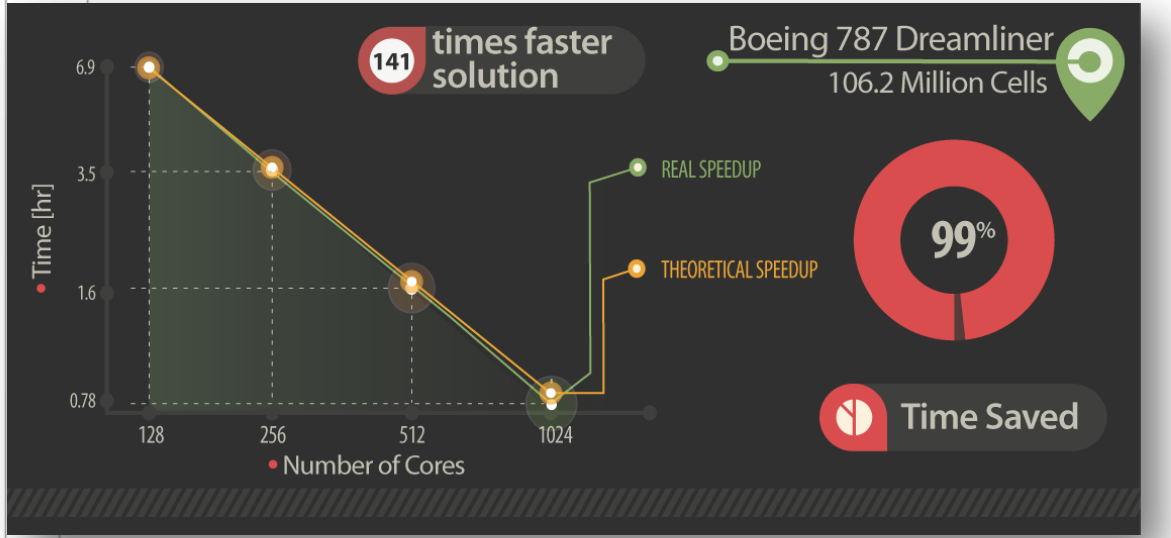
Umělá inteligence

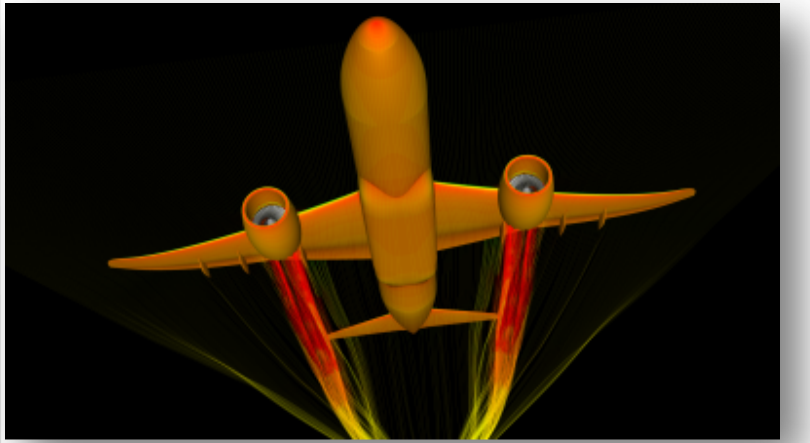
Výzkum & Vývoj

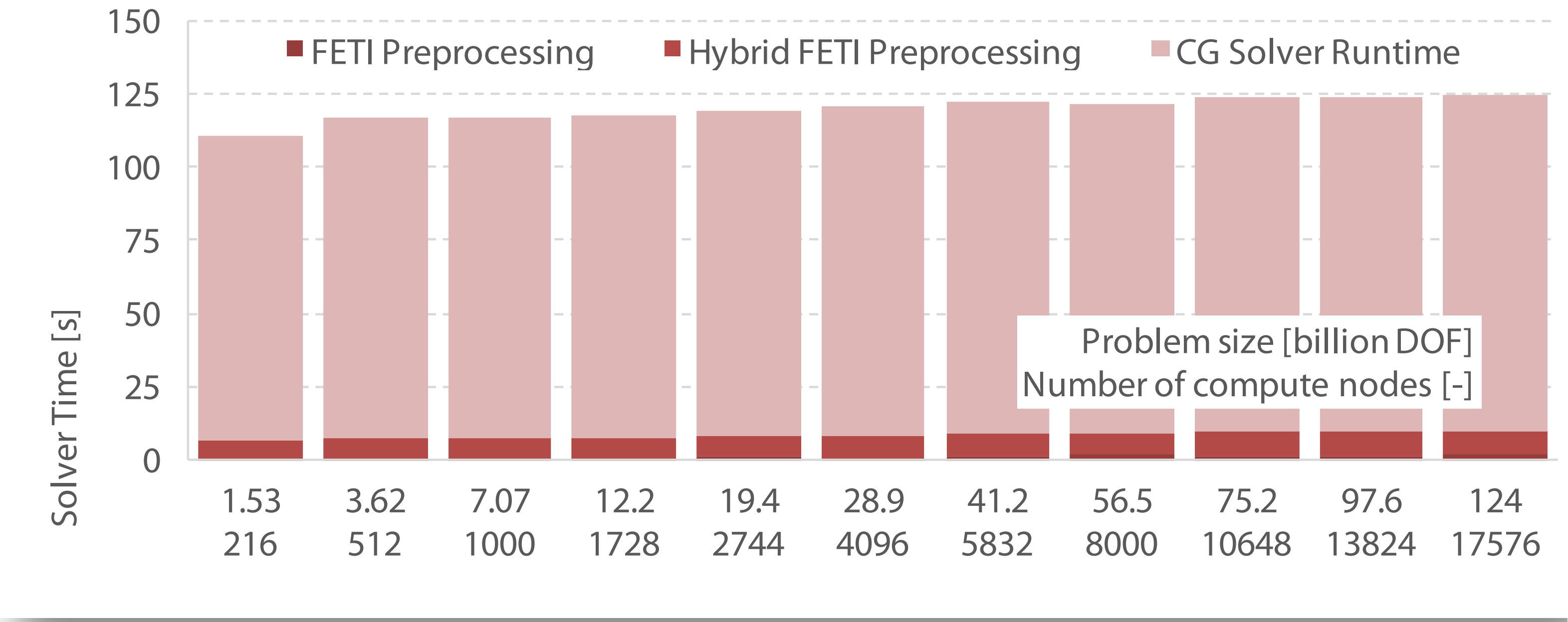
Společnost

Průmysl

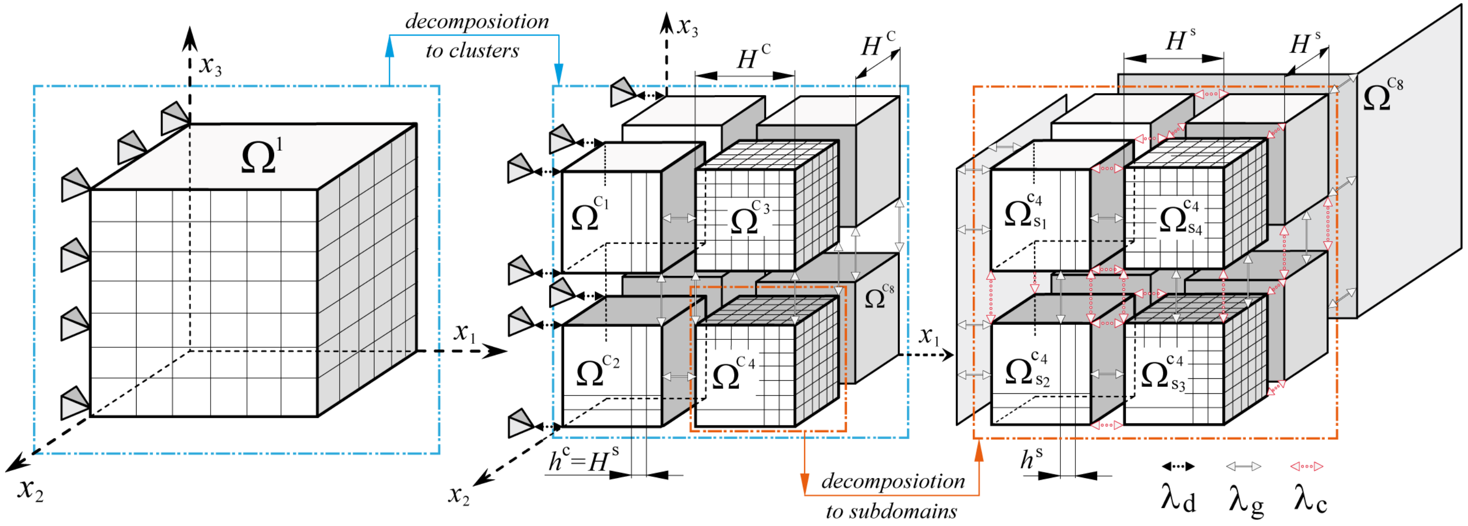
ŠKÁLOVATELNÉ PARALELNÍ ALGORITMY

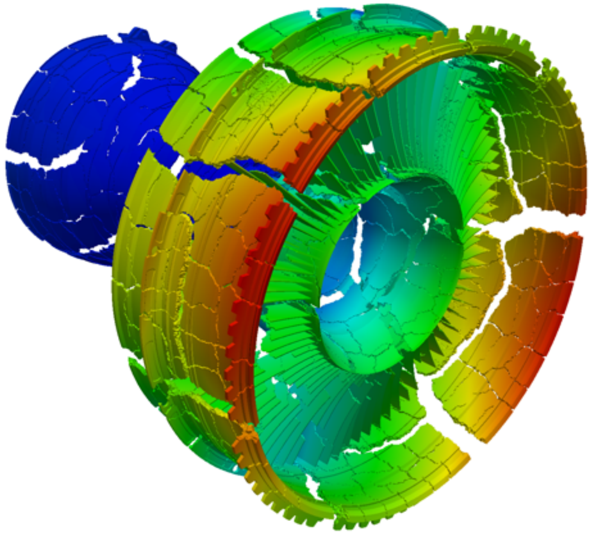






Metoda rozložení oblasti





Hybridní Total FETI metoda

Implementace

$$\mathbf{B}_c = \begin{pmatrix} \mathbf{B}_{c,1} & \mathbf{B}_{c,2} & \mathbf{O} & \mathbf{O} \\ \mathbf{O} & \mathbf{O} & \mathbf{B}_{c,3} & \mathbf{B}_{c,4} \end{pmatrix}, \quad \mathbf{B} = \begin{pmatrix} \mathbf{B}_1 & \mathbf{B}_2 & \mathbf{B}_3 & \mathbf{B}_4 \end{pmatrix}$$

additional constraints:
duplication of 'corners' Lagrange multiplicators

$$\left(\begin{array}{cccc|cc|c}
\mathbf{K}_1 & \mathbf{O} & \mathbf{O} & \mathbf{O} & \mathbf{B}_{c,1}^\top & \mathbf{O} & \mathbf{B}_1^\top \\
\mathbf{O} & \mathbf{K}_2 & \mathbf{O} & \mathbf{O} & \mathbf{B}_{c,2}^\top & \mathbf{O} & \mathbf{B}_2^\top \\
\mathbf{O} & \mathbf{O} & \mathbf{K}_3 & \mathbf{O} & \mathbf{O} & \mathbf{B}_{c,3}^\top & \mathbf{B}_3^\top \\
\mathbf{O} & \mathbf{O} & \mathbf{O} & \mathbf{K}_4 & \mathbf{O} & \mathbf{B}_{c,4}^\top & \mathbf{B}_4^\top \\
\hline
\mathbf{B}_{c,1} & \mathbf{B}_{c,2} & \mathbf{O} & \mathbf{O} & \mathbf{O} & \mathbf{O} & \mathbf{O} \\
\mathbf{O} & \mathbf{O} & \mathbf{B}_{c,3} & \mathbf{B}_{c,4} & \mathbf{O} & \mathbf{O} & \mathbf{O} \\
\hline
\mathbf{B}_1 & \mathbf{B}_2 & \mathbf{B}_3 & \mathbf{B}_4 & \mathbf{O} & \mathbf{O} & \mathbf{O}
\end{array}\right)
\left(\begin{array}{c}
\mathbf{u}_1 \\ \mathbf{u}_2 \\ \mathbf{u}_3 \\ \mathbf{u}_4 \\ \hline \boldsymbol{\lambda}_{c,1} \\ \boldsymbol{\lambda}_{c,2} \\ \hline \boldsymbol{\lambda}
\end{array}\right)
=
\left(\begin{array}{c}
\mathbf{f}_1 \\ \mathbf{f}_2 \\ \mathbf{f}_3 \\ \mathbf{f}_4 \\ \hline \mathbf{o} \\ \mathbf{o} \\ \hline \mathbf{c}
\end{array}\right)$$

augmented KKT system by the matrix $\mathbf{B}_c$ and $\boldsymbol{\lambda}_c$

$$\left(\begin{array}{ccc|ccc|c}
\mathbf{K}_1 & \mathbf{O} & \mathbf{B}_{c,1}^\top & \mathbf{O} & \mathbf{O} & \mathbf{O} & \mathbf{B}_1^\top \\
\mathbf{O} & \mathbf{K}_2 & \mathbf{B}_{c,2}^\top & \mathbf{O} & \mathbf{O} & \mathbf{O} & \mathbf{B}_2^\top \\
\mathbf{B}_{c,1} & \mathbf{B}_{c,2} & \mathbf{O} & \mathbf{O} & \mathbf{O} & \mathbf{O} & \mathbf{O} \\
\hline
\mathbf{O} & \mathbf{O} & \mathbf{O} & \mathbf{K}_3 & \mathbf{O} & \mathbf{B}_{c,3}^\top & \mathbf{B}_3^\top \\
\mathbf{O} & \mathbf{O} & \mathbf{O} & \mathbf{O} & \mathbf{K}_4 & \mathbf{B}_{c,4}^\top & \mathbf{B}_4^\top \\
\mathbf{O} & \mathbf{O} & \mathbf{O} & \mathbf{B}_{c,3} & \mathbf{B}_{c,4} & \mathbf{O} & \mathbf{O} \\
\hline
\mathbf{B}_1 & \mathbf{B}_2 & \mathbf{O} & \mathbf{B}_3 & \mathbf{B}_4 & \mathbf{O} & \mathbf{O}
\end{array}\right)
\left(\begin{array}{c}
\mathbf{u}_1 \\ \mathbf{u}_2 \\ \boldsymbol{\lambda}_{c,1} \\ \hline \mathbf{u}_3 \\ \mathbf{u}_4 \\ \boldsymbol{\lambda}_{c,2} \\ \hline \boldsymbol{\lambda}
\end{array}\right)
=
\left(\begin{array}{c}
\mathbf{f}_1 \\ \mathbf{f}_2 \\ \mathbf{o} \\ \hline \mathbf{f}_3 \\ \mathbf{f}_4 \\ \mathbf{o} \\ \hline \mathbf{c}
\end{array}\right)$$

reordering according to clusters

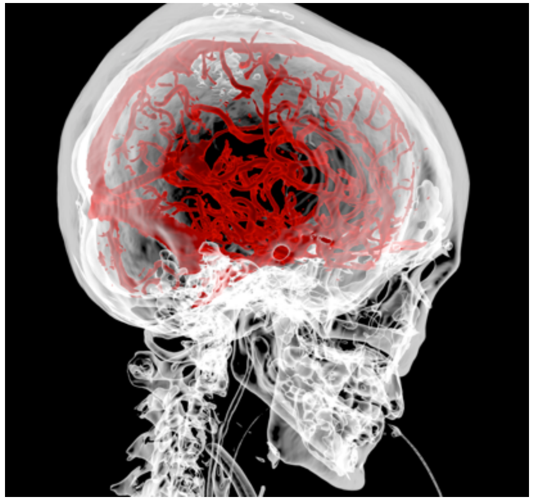
SPOLUPRÁCE IT4I S PRŮMYSLEM

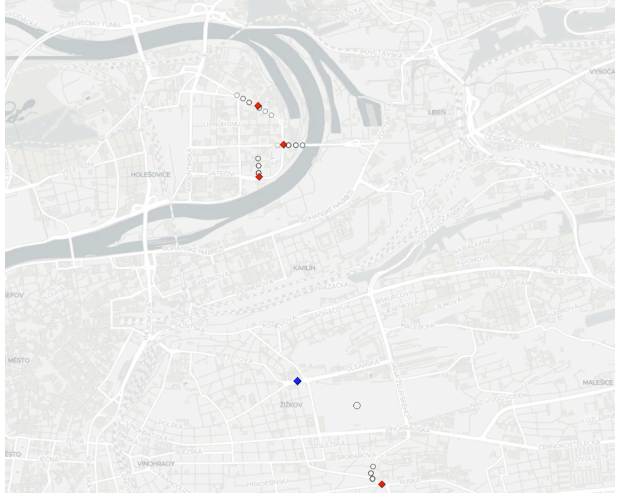
ALVE
ArcelorMittal
BAYNCORE
BONATRANS
BORCAD®
brose
Continental
DHI
DOOSAN
Doosan Škoda Power
esa
e.sigma
eyen
evektor
gx solutions® global monitoring experts
Honeywell
INVENT MEDICAL
ITA technology & software
itica
ivitas® PROJEKCE
IXPERTA
K2 atmitec
LET Aircraft Industries
mesit
mySASY
primus
SEZNAM.CZ
SIEMENS
SIGMA®
Sygic bringing life to maps
ŠKODA
T-Mobile
varroc EXCELLENCE
VÍTKOVICE
VÍTKOVICE ÚAM
VOP CZ
VZLÚ

SLOŽITÉ PRŮMYSLOVÉ NEBO VĚDECKÉ ÚLOHY

Technologie digitálních dvojčat

- Několik numerických modelů
- Zpracování dat
- Umělá inteligence
- Pokročilé vizualizace
- Konektivita a komunikace





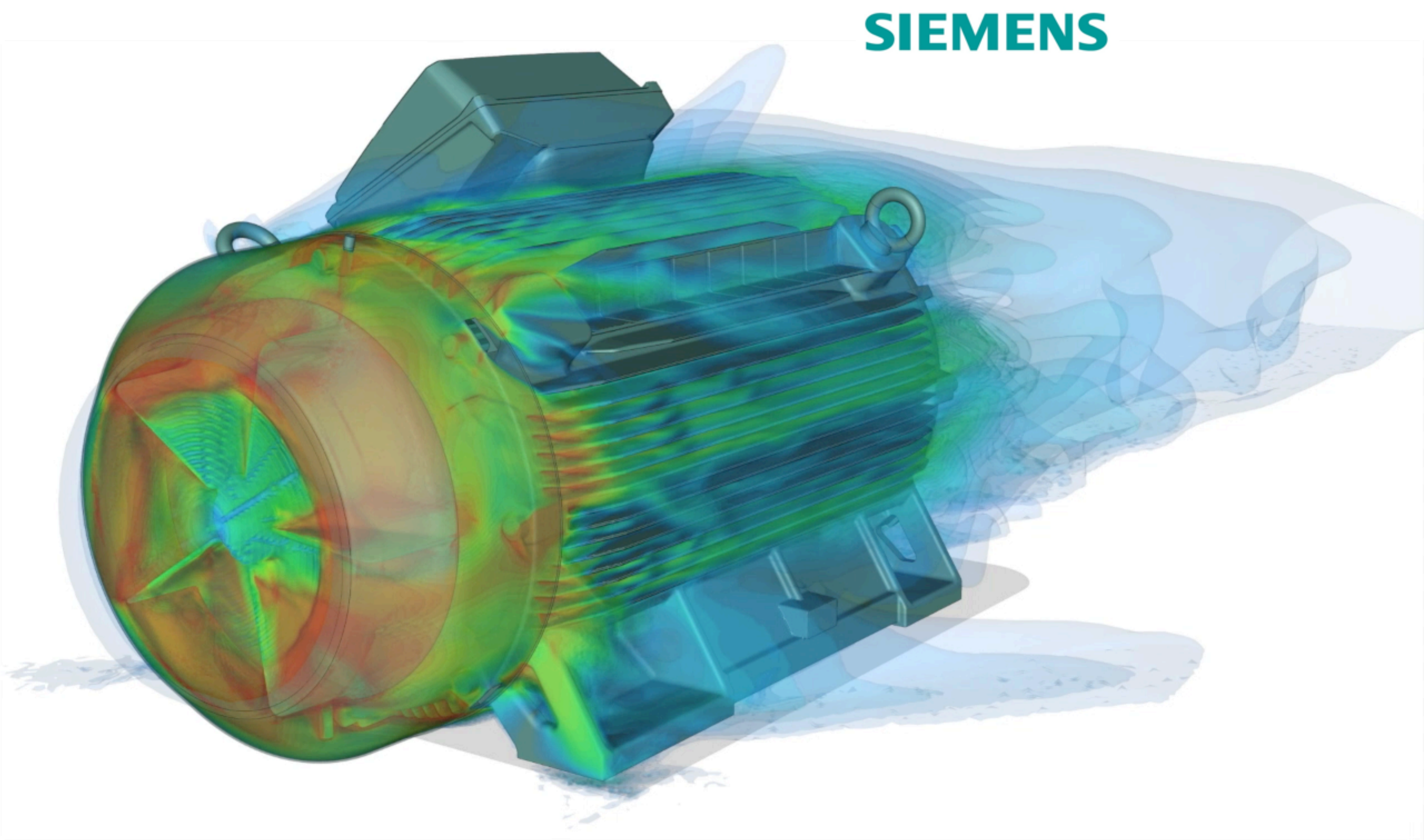
DIGITÁLNÍ DVOJČE ELEKTRICKÉHO MOTORU

Komplexní nelineární fyzikální problém

- Elektrické pole
- Elektormagnetismus
- Přenos tepla
    - Teplo generované magnetismem
    - Chladící systémy
- Strukturální mechanika
    - Strukturální integrita
    - Vibrace generované pohybem
    - Vysokorychlostní motor
    - Vliv elektromagnetismu
- Systém aktivního chlazení
    - Obtékání vzduchem
- Hluk
    - Generován obtékáním
    - Generován elektromagnetismem
    - Generován vibracemi

Jedna simulace

- 35 hodin / 1 200 jader Salomonu
- Standardní výkonná stanice (256GB RAM / 30 jader) = 2 měsíce



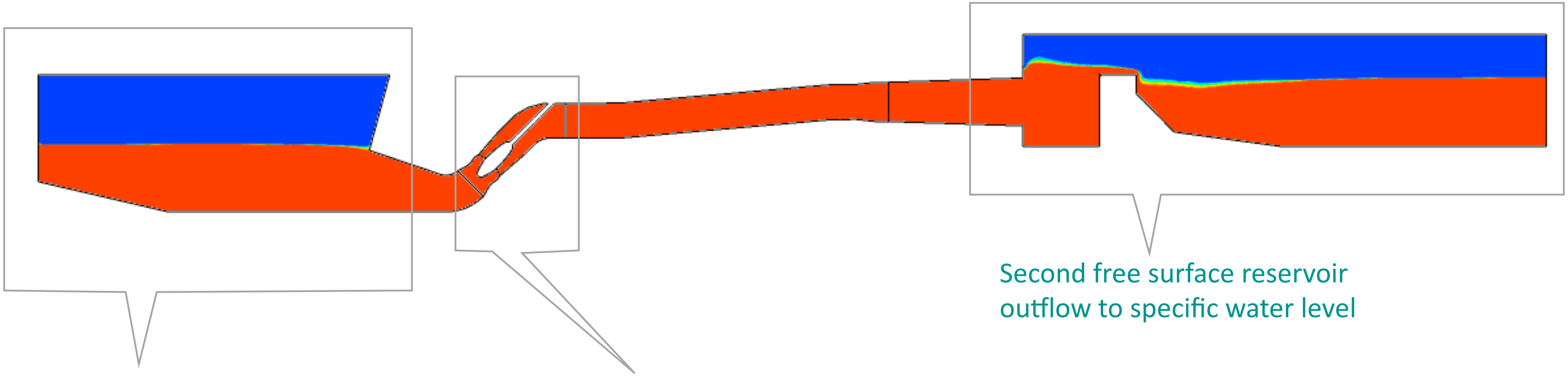
Large scale CFD optimisation of the pumping station

VoF in combination with water pump simulation

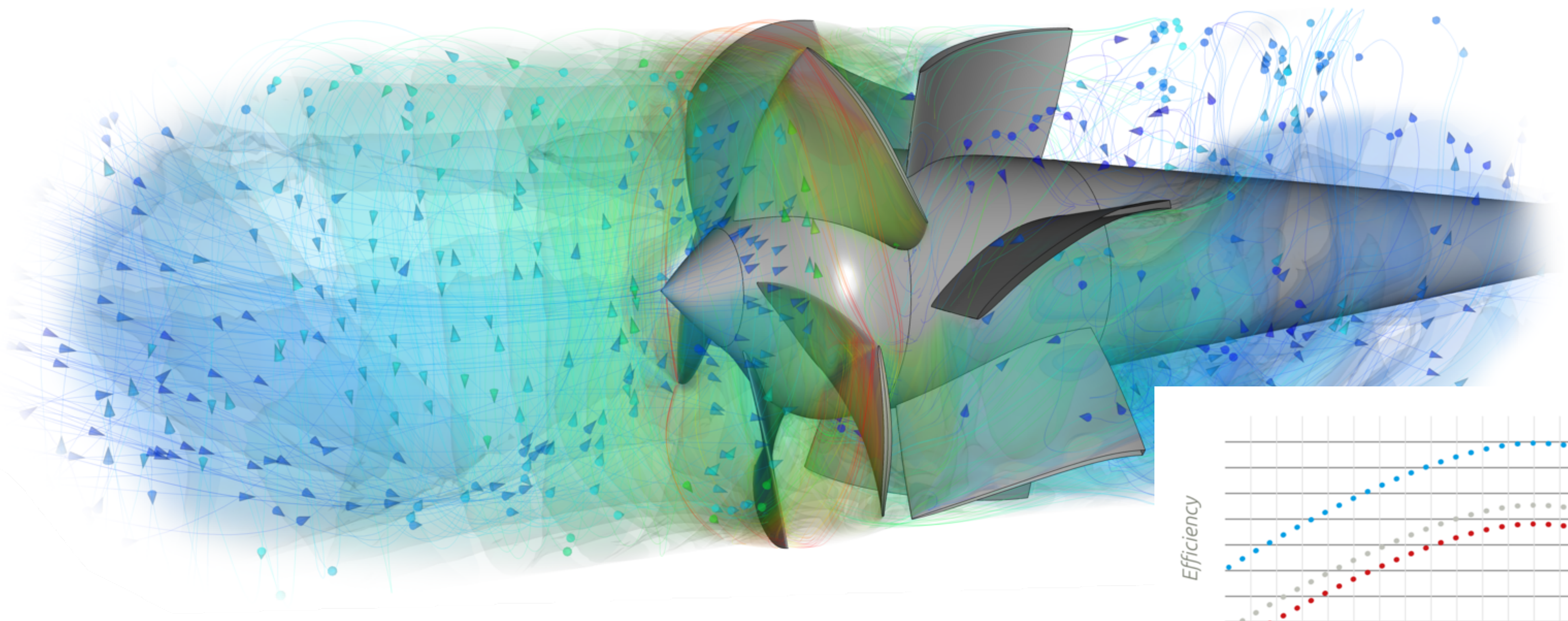
Complex system – each sector influence the results

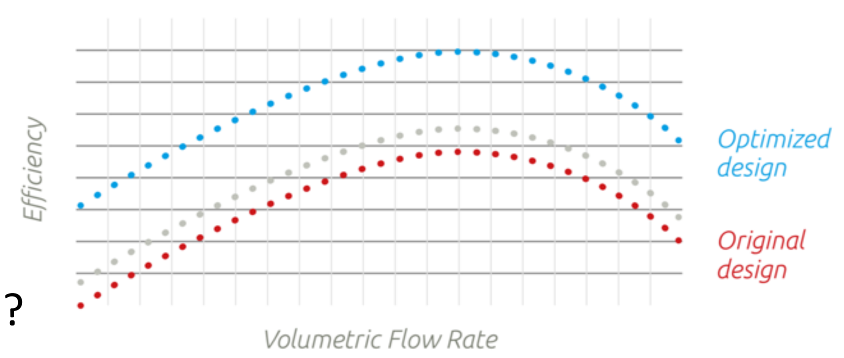
- Transient simulation with very small time step
- Hundreds of millions of computing cells for instabilities capturing
- LES type of turbulence models
- Moving meshes for water pump
- Tens of computations for different states
    - Different initial water levels in inflow/outflow reservoir
    - Optimisation of the water pump shape

National project with water pump producer SIGMA. We focused on the new validation strategies for object interactions with the free surface



Large scale CFD optimisation of the pumping station





First step:
Water pump optimisation

One simulation

- Transient simulation with moving mesh
- 45 hours / 1000 Cores on Salomon

What we need for optimization?

- Geometry morphing
- different blade shape
- boundary conditions variation

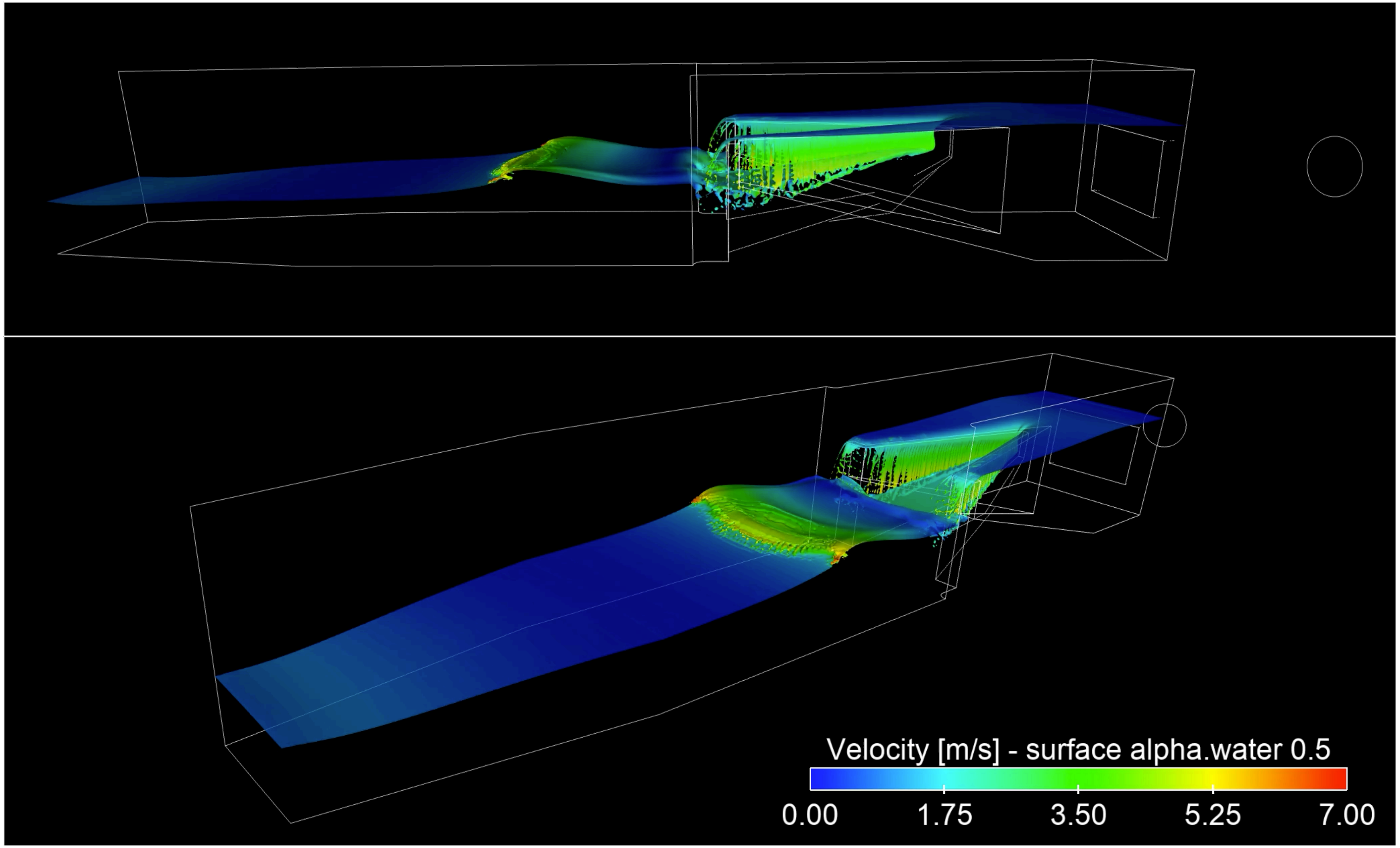
Lead's to 100's simulations

Large scale CFD optimisation of the pumping station

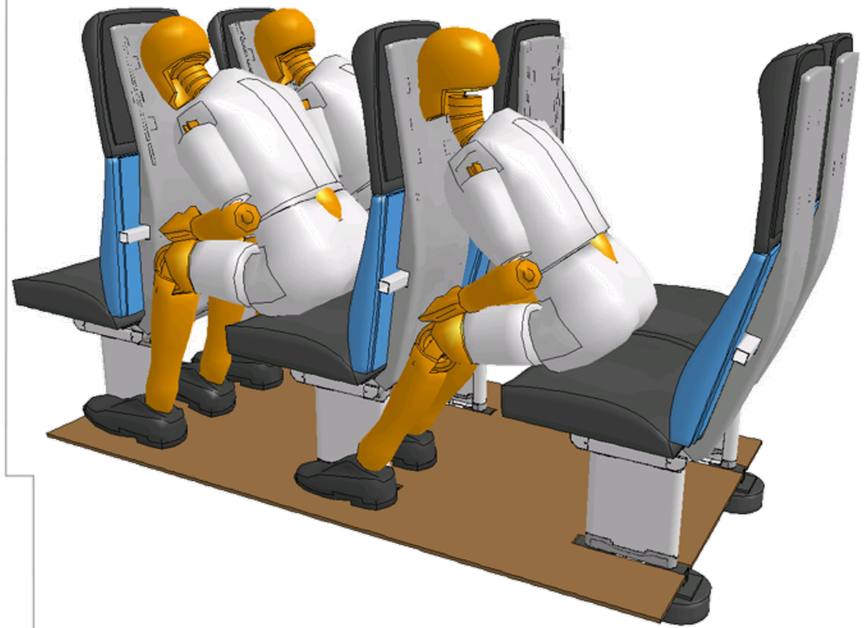
Second step:
Volume of Fluid simulation

One reservoir sector
50 M Cells
2 days computation
on 1000 Cores

More cells and
smaller time step for
LES simulation are needed.
Capturing instabilities in
Free surface flow.

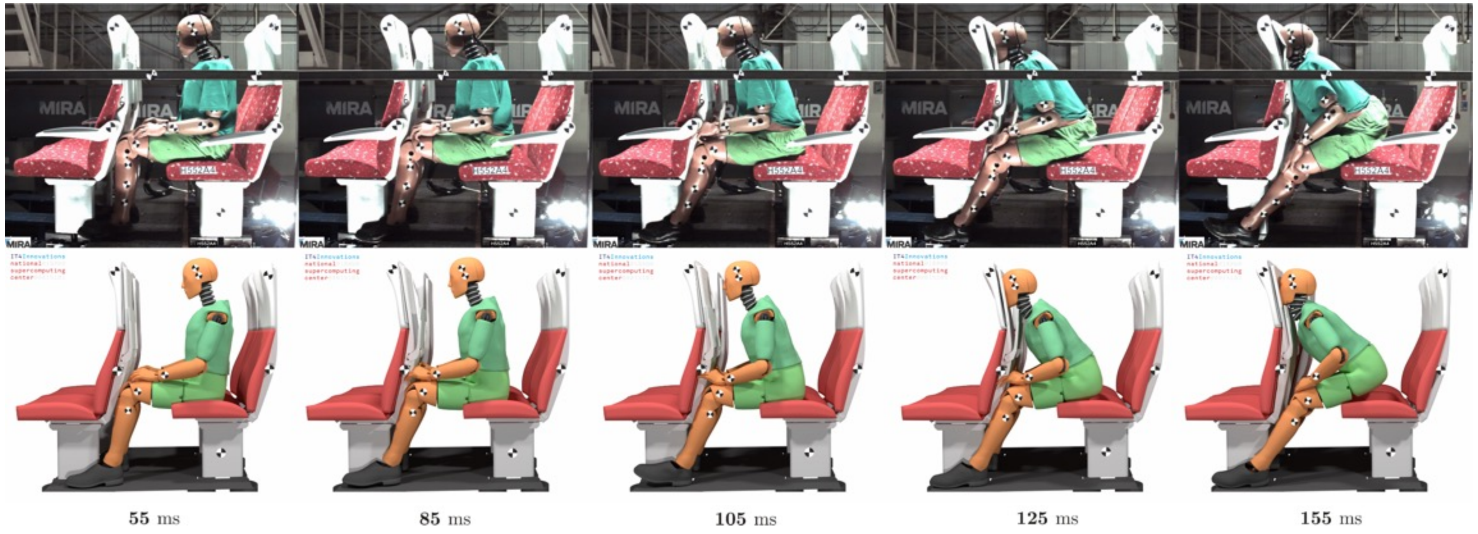


VIRTUÁLNÍ PROTOTYPOVÁNÍ



BORCAD®

T A
Č R

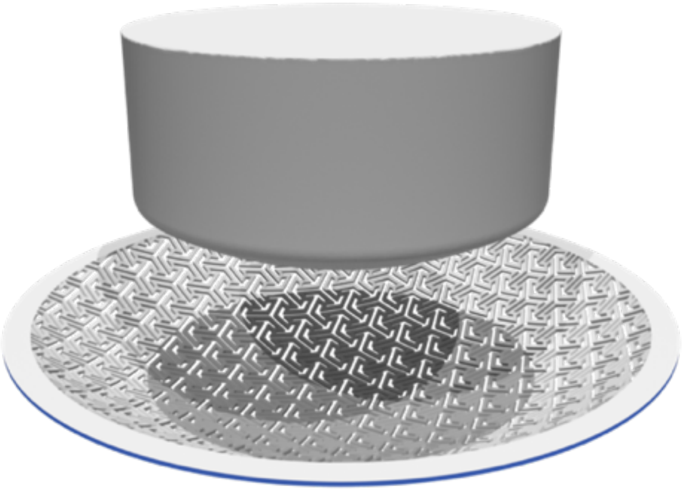


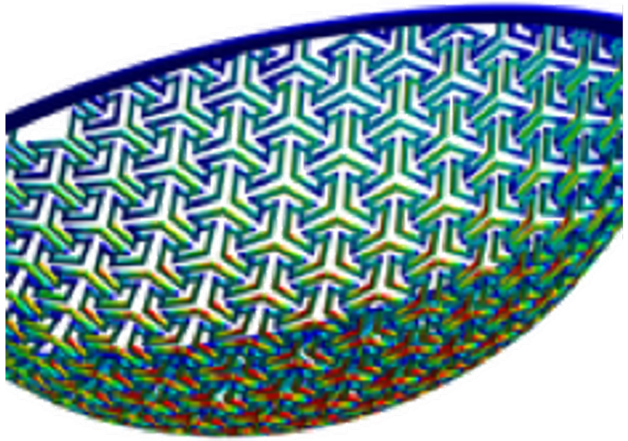
DIGITALIZACE PRŮMYSLU

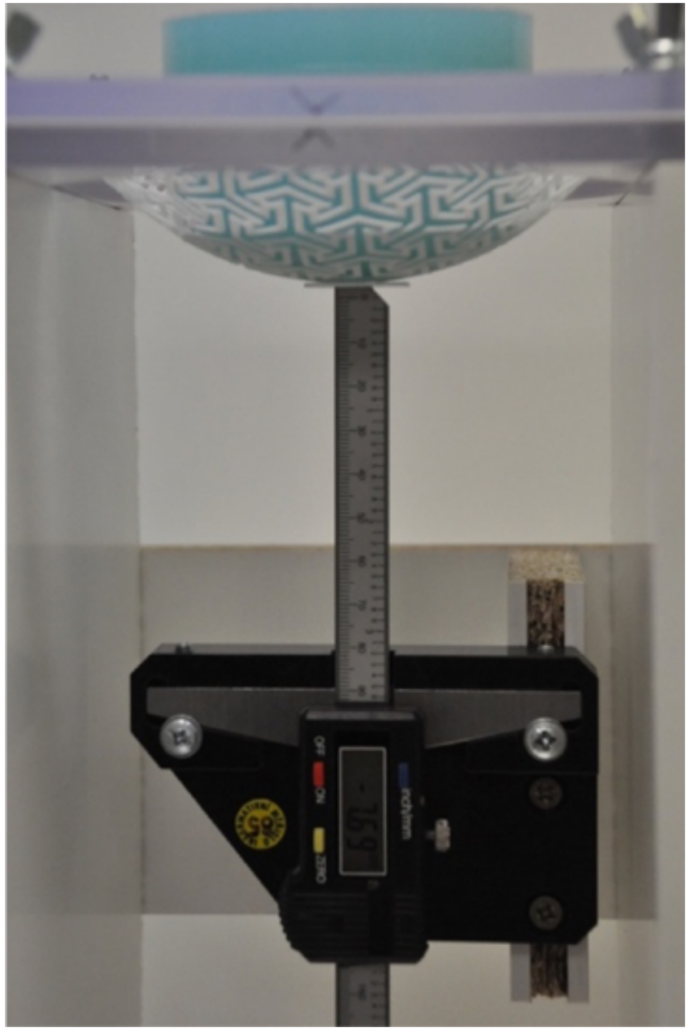
PRACE SHAPE
SME HPC Adoption Programme in Europe

MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU

iNG







APLIKACE V ENERGETICE

NCE NÁRODNÍ CENTRUM PRO ENERGETIKU

ARTIFICIAL INTELLIGENCE

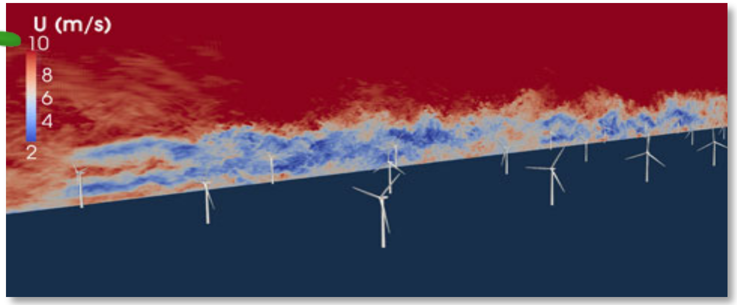
MACRO

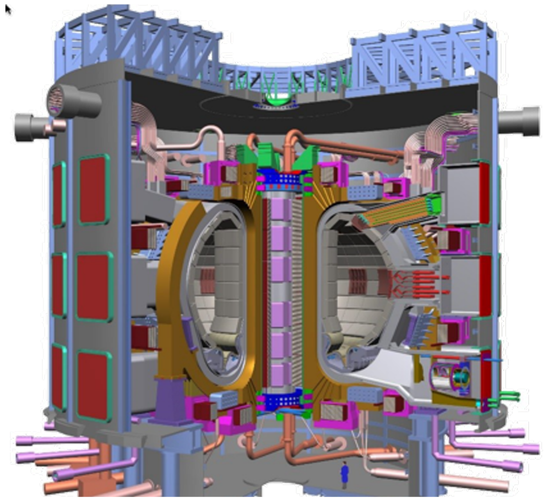
MEZZO

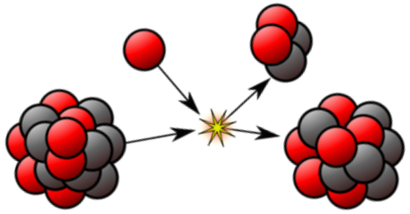
MICRO

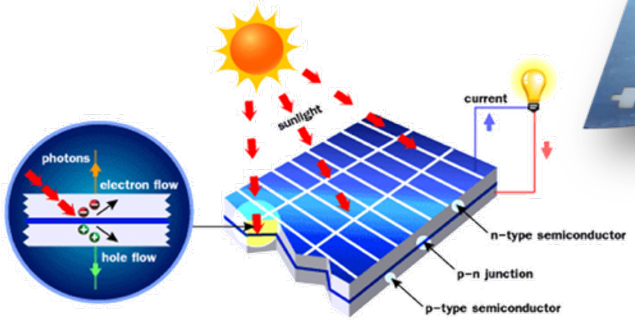
NANO (Å)

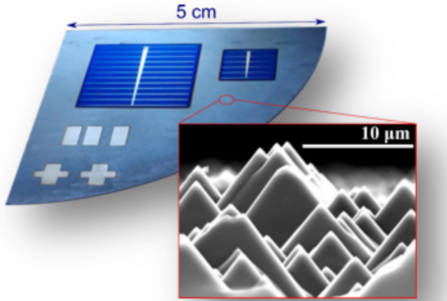
SCALE











VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

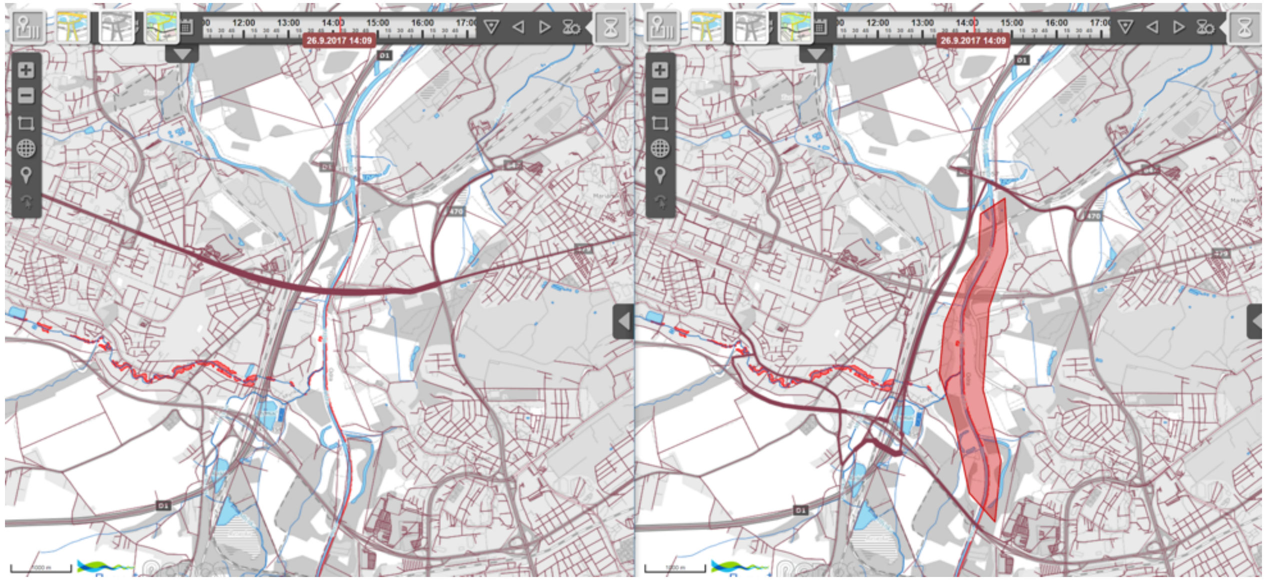
IT4INNOVATIONS NÁRODNÍ SUPERPOČÍTAČOVÉ CENTRUM

DOPRAVNÍ SIMULACE

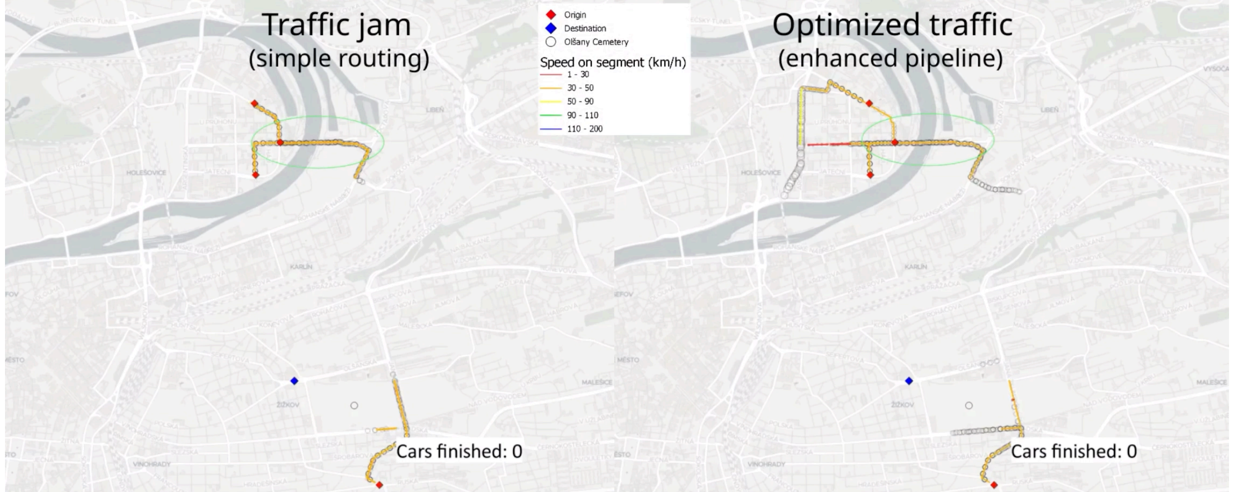
Sygic

ARTIFICIAL INTELLIGENCE

HPC



Samo-adaptivní navigační systém a globalní pohled na dopravní infrastrukturu



IXPERTA

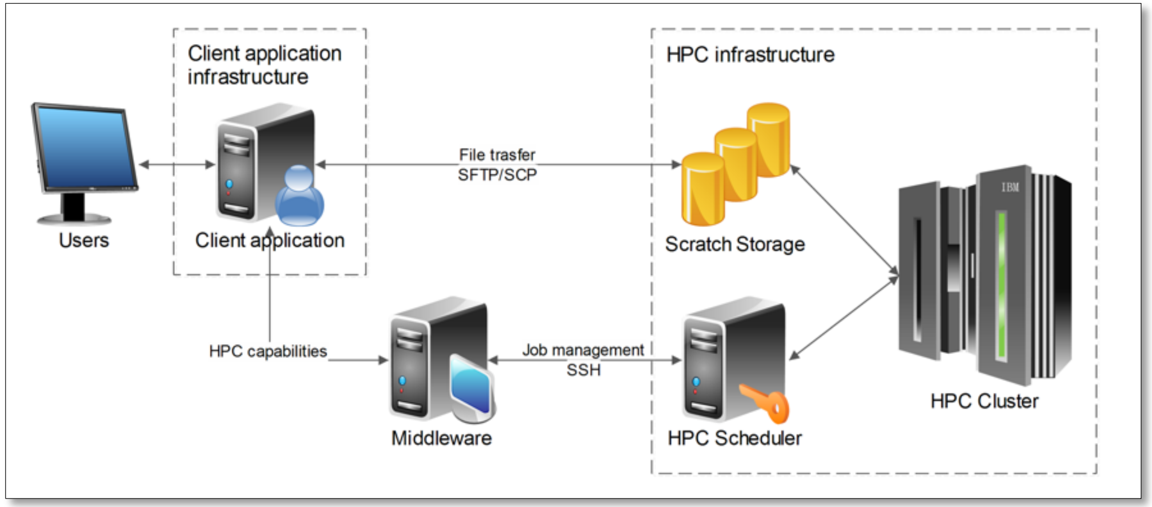
PREDIKCE ZPOŽDĚNÍ VLAKŮ

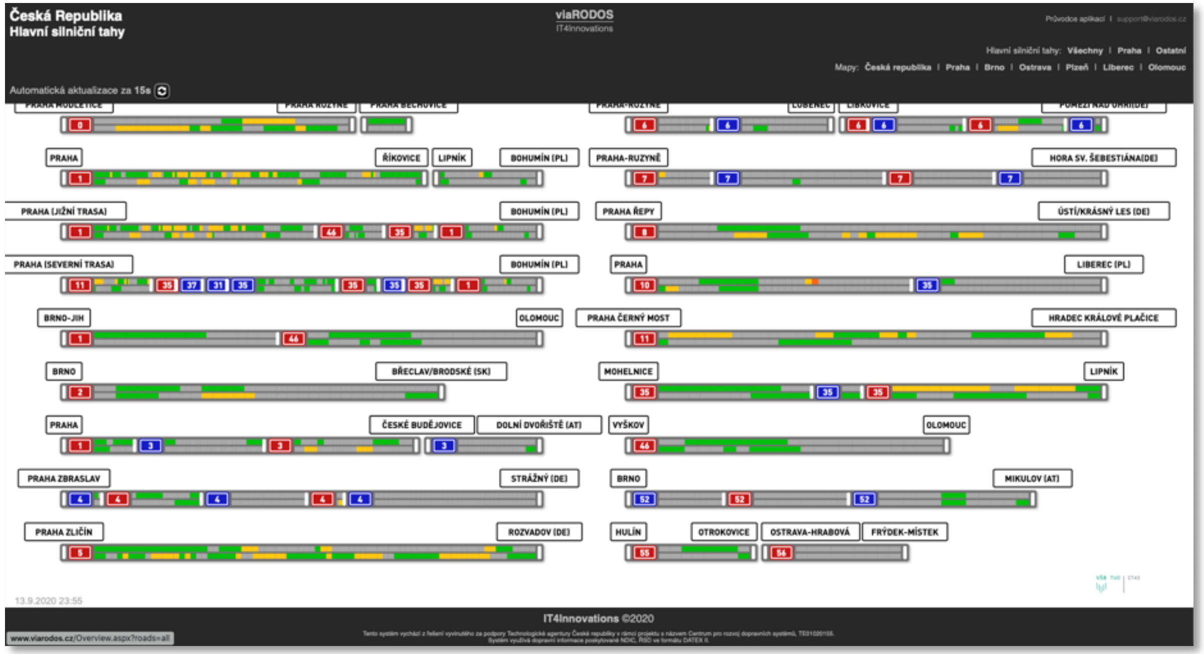
ARTIFICIAL INTELLIGENCE

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA | IT4INNOVATIONS NÁRODNÍ SUPERPOČÍTAČOVÉ CENTRUM

DEVELOPMENT OF SMART PLATFORMS

High-End Application Execution Middleware



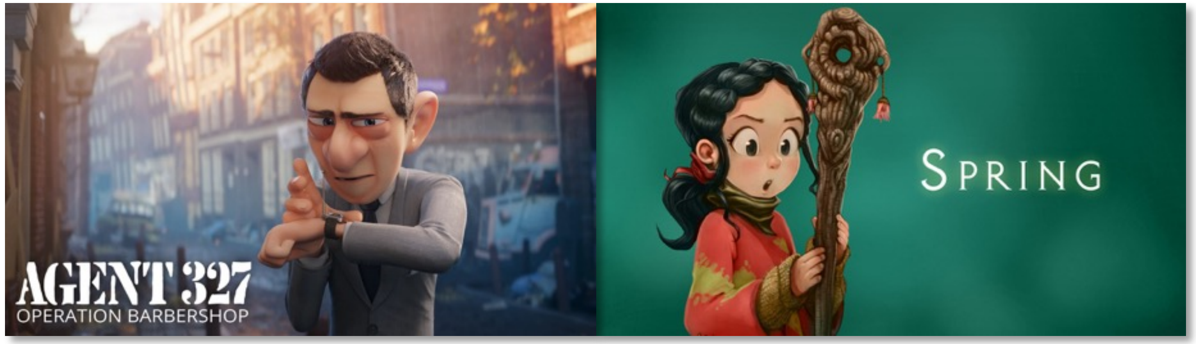


HPC-ready platform for Massively Parallel Sequencing

Urban Thematic Exploitation Platform

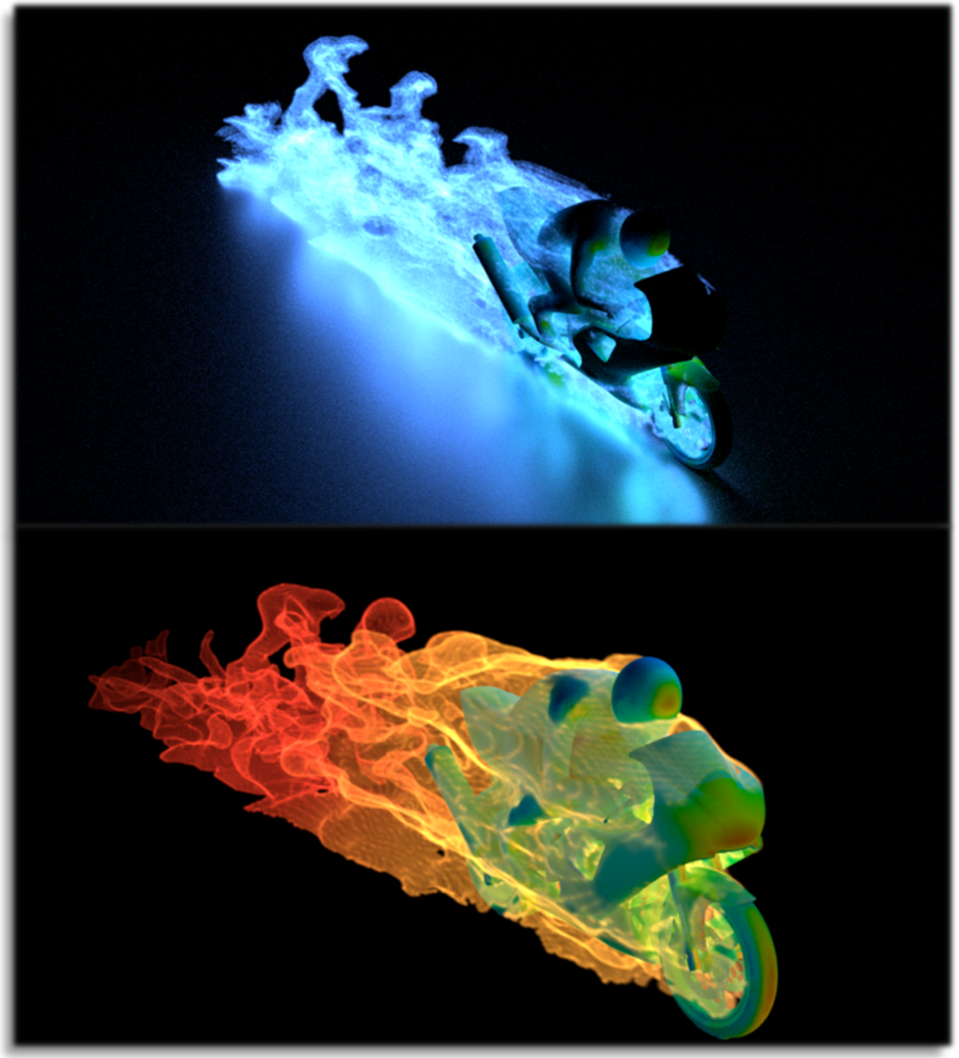
RENDEROVÁNÍ A VIZUALIZACE

Blender based Rendering-as-a-Service Platform for HPC Clusters



“The Blender Institute conducts open/free software projects and makes open/free movies shared as free culture. National Supercomputing Center IT4Innovations in the Czech Republic is a partner that helped us realise that and it has been appreciated by millions.” - *Ton Roosendaal*

Scientific visualization using Blender and COVISE



MEZINÁRODNÍ PROJEKTY A ČLENSTVÍ

ICT, HPC, NANO

LEXIS

ExaQUte
Exascale Quantification of Uncertainties for Technology and Science Simulation

LIGATE

SCALABLE

S-NEBULA

EVEREST
DESIGN ENVIRONMENT FOR EXTREME-SCALE BIG DATA ANALYTICS ON HETEROGENEOUS PLATFORMS

Industry support

EURO C

tetramax

CloudiFacturing

Infrastructure

POP

PRACE

OPEN QKD

Education

EXPERTISE

SCtrain
SUPERCOMPUTING KNOWLEDGE PARTNERSHIP

Partnerships

PRACE

EuroHPC
Joint Undertaking

BDV
BIG DATA VALUE ASSOCIATION

I4MS

EUDAT

HiPEAC

ETP 4 HPC

Další projekty začínající 2021: IO-SEA, ACROSS

KDO ZA TÍM STOJÍ?

V IT4Innovations je zaměstnáno přibližně 250 osob, z toho:

9 %
Superpočítačové služby

21 %
Management a administrativa

70 %
Výzkum a vývoj

Vědecká rada

Ředitel

Kancelář ředitele

Oddělení komunikace

ÚSEK ADMINISTRATIVY

- Útvar hlavního ekonoma
- Útvar veřejných zakázek
- Útvar provozně-správní

ÚSEK VÝZKUMU A VÝVOJE

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

ÚSEK SUPERPOČÍTAČOVÝCH SLUŽEB

- Útvar provozu a správy HPC
- Útvar hardwaru a infrastruktury
- Oddělení architektury a rozvoje HPC
- Oddělení školení a vzdělávání

CHCETE SE DOZVĚDĚT VÍCE?

Organizujeme kurzy a vzdělávací akce

- 10 kurzů ročně, lektory jsou naši či zahraniční experti, **PRACE Training Center**
- konference a workshopy
- mezinárodní sezónní školy
- PRACE Summer of HPC

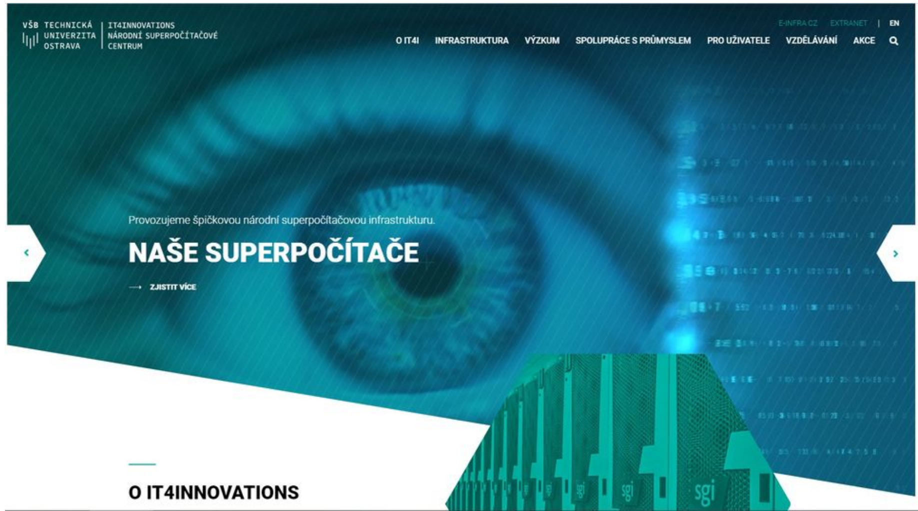
Studium

- Zaměstnanci centra se podílí na výuce studijních programů
  - Výpočetní vědy
  - Aplikovaná a výpočetní matematika
  - Nanotechnologie
  - Informatika
  - Aplikovaná mechanika
- Zapojení studentů do výzkumných aktivit centra
- Trainee Program, Doktorská škola

IT4I TRAINEE PROGRAM

- pro studenty **magisterských i bakalářských** studijních programů
- skvělý doplněk ke studiu
- **zkušený mentor** tě může posunout v dalším profesním rozvoji
- budeš součástí zajímavých **národních i mezinárodních výzkumných projektů,**
- **zajímavé platové podmínky** srovnatelné s komerční sférou,
- účast na **odborných školeních,**
- **možnost cestovat** na tuzemské i zahraniční konference,
- účast na zajímavých **vědeckých akcích,**
- **angličtina** se ti dostane dokonale pod kůži.

www.it4i.cz



Tomáš Kozubek
tomas.kozubek@vsb.cz

IT4Innovations národní superpočítačové centrum
VŠB – Technická univerzita Ostrava
Studentská 6231/1B
708 00 Ostrava-Poruba
www.it4i.cz

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
IT4INNOVATIONS NÁRODNÍ SUPERPOČÍTAČOVÉ CENTRUM