

# Národní gridová infrastruktura MetaCentrum & související služby pro akademickou obec

**Tomáš Rebok**

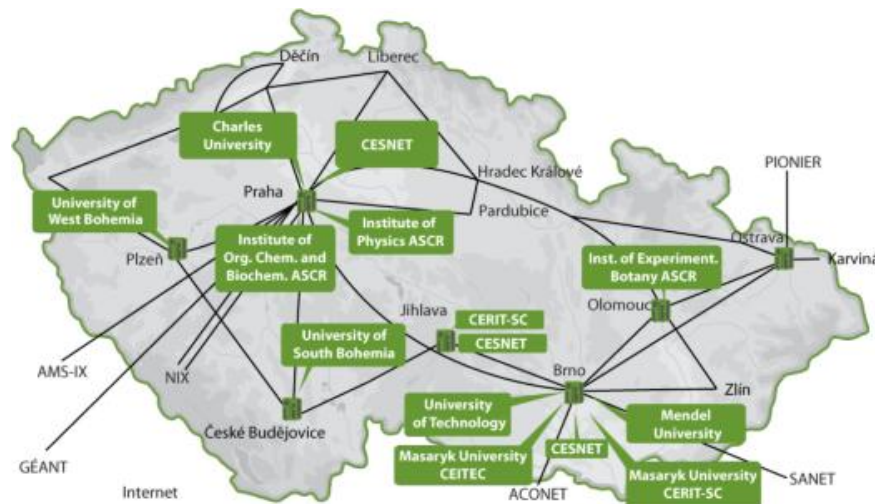
CERIT-SC, ÚVT, Masarykova univerzita

MetaCentrum, CESNET z.s.p.o.

(rebok@ics.muni.cz)

# MetaCentrum @ CESNET

- aktivita sdružení CESNET
- od roku 1996 **koordinátor Národní Gridové Infrastruktury**
  - integruje velká/střední HW centra (clustery, výkonné servery a úložiště) několika univerzit/organizací v rámci ČR
    - prostředí pro (spolu)práci v oblasti výpočtů a práce s daty
  - součást e-infrastruktury CESNET
  - integrováno do **evropské gridové infrastruktury (EGI)**



# Výpočetní cluster

- skupina vzájemně propojených „běžných“ počítačů



(dříve 😊)

# Výpočetní cluster

- skupina vzájemně propojených „běžných“ počítačů



(dnes)

## MetaCentrum NGI

- **přístupné zaměstnancům a studentům VŠ/univerzit, AV ČR, výzkumným ústavům, atp.**

- komerční subjekty pouze pro veřejný výzkum

- **nabízí:**

<http://metavo.metacentrum.cz>

- **výpočetní zdroje**
- **úložné kapacity**
- **aplikační programy**

- **po registraci k dispozici zcela zdarma**

- „placení“ formou **publikací s poděkováním**

- prioritizace uživatelů při plném vytížení zdrojů



# NGI – základní charakteristika

- **po registraci zdroje dostupné bez administrativní zátěže**
    - → ~ okamžitě (dle aktuálního vytížení)
    - **žádné žádosti o zdroje**
  - **každoroční prodlužování uživatelských účtů**
    - periodická informace o **trvajícím akademické příslušnosti uživatelů**
      - využití infrastruktury eduID.cz pro minimalizaci zátěže uživatele
    - **oznamování publikací s poděkováním MetaCentru/CERIT-SC**
      - doklad pro žádosti o budoucí financování z veřejných zdrojů
  - **best-effort služba**
-

## NGI – dostupný výpočetní hardware

- **výpočetní zdroje: cca 10000 jader (x86\_64)**
  - uzly s nižším počtem výkonných jader:
    - 2x4-8 jader
  - uzly se středním počtem jader (SMP stroje):
    - 32-80 jader
  - paměť až 1 TB na uzel
  - uzel s vysokým počtem jader: SGI UV 2000
    - 288 jader (x86\_64), 6 TB operační paměti
  - další „exotický“ hardware:
    - uzly s GPU kartami, SSD disky, ...



## NGI – dostupný úložný hardware

- **cca 1 PB (1063 TB) pro pracovní data**
  - úložiště 3x v Brně, 1x v Plzni, 1x v ČB, 1x v Praze, 1x v Jihlavě, 1x v Ostravě
  - uživatelská kvóta **1-3 TB na každém z úložišť**
- **cca 22 PB pro dlouhodobá/archivní data**
  - (HSM – MAID, páskové knihovny)
  - „neomezená“ uživatelská kvóta



# NGI – dostupný software

- **~ 300 různých aplikací (instalováno na požádání)**
  - viz <http://meta.cesnet.cz/wiki/Kategorie:Aplikace>
- **průběžně udržované vývojové prostředí**
  - GNU, Intel, PGI, ladící a optimalizační nástroje (TotalView, Allinea), ...
- **generický matematický software**
  - Matlab, Maple, Mathematica, gridMathematica, ...
- **komerční i volný software pro aplikační chemii**
  - Gaussian 09, Gaussian-Linda, Gamess, Gromacs, Amber, ...
- **materiálové simulace**
  - ANSYS Fluent CFD, Ansys Mechanical, Ansys HPC...
- **strukturní biologie, bioinformatika**
  - CLC Genomics Workbench, Geneious, Turbomole, Molpro, ...
  - řada volně dostupných balíčků
- ...

# NGI – výpočetní prostředí

- **dávkové úlohy**

- popisný skript úlohy
- oznámení startu a ukončení úlohy

- **interaktivní úlohy**

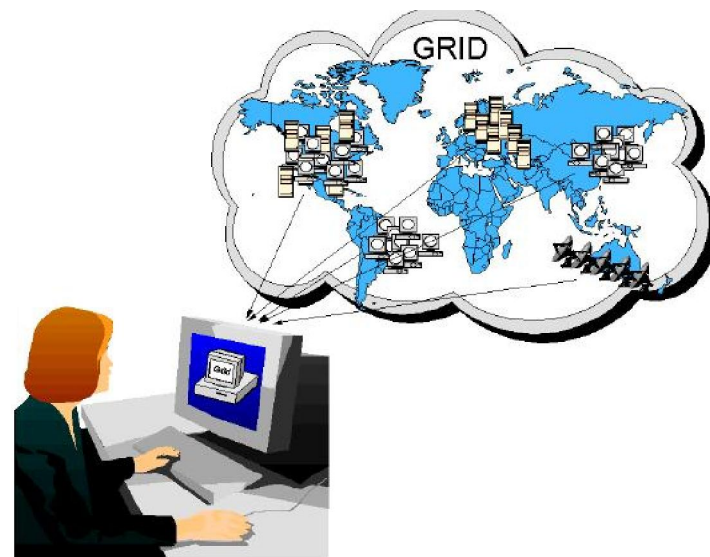
- textový i grafický režim

- **cloudové rozhraní**

- základní kompatibilita s Amazon EC2
- uživatelé nespouští úlohy, ale virtuální stroje

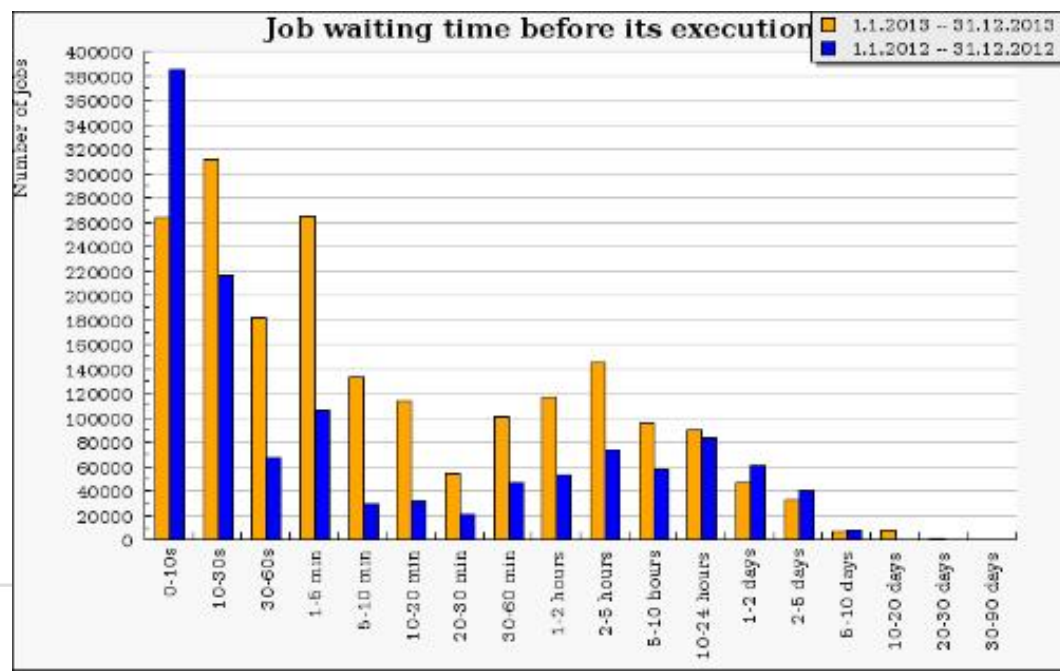
opět zaměřeno na vědecké výpočty

možnost vyladit si obraz a přenést ho do MetaCentra/CERIT-SC (Windows, Linux)

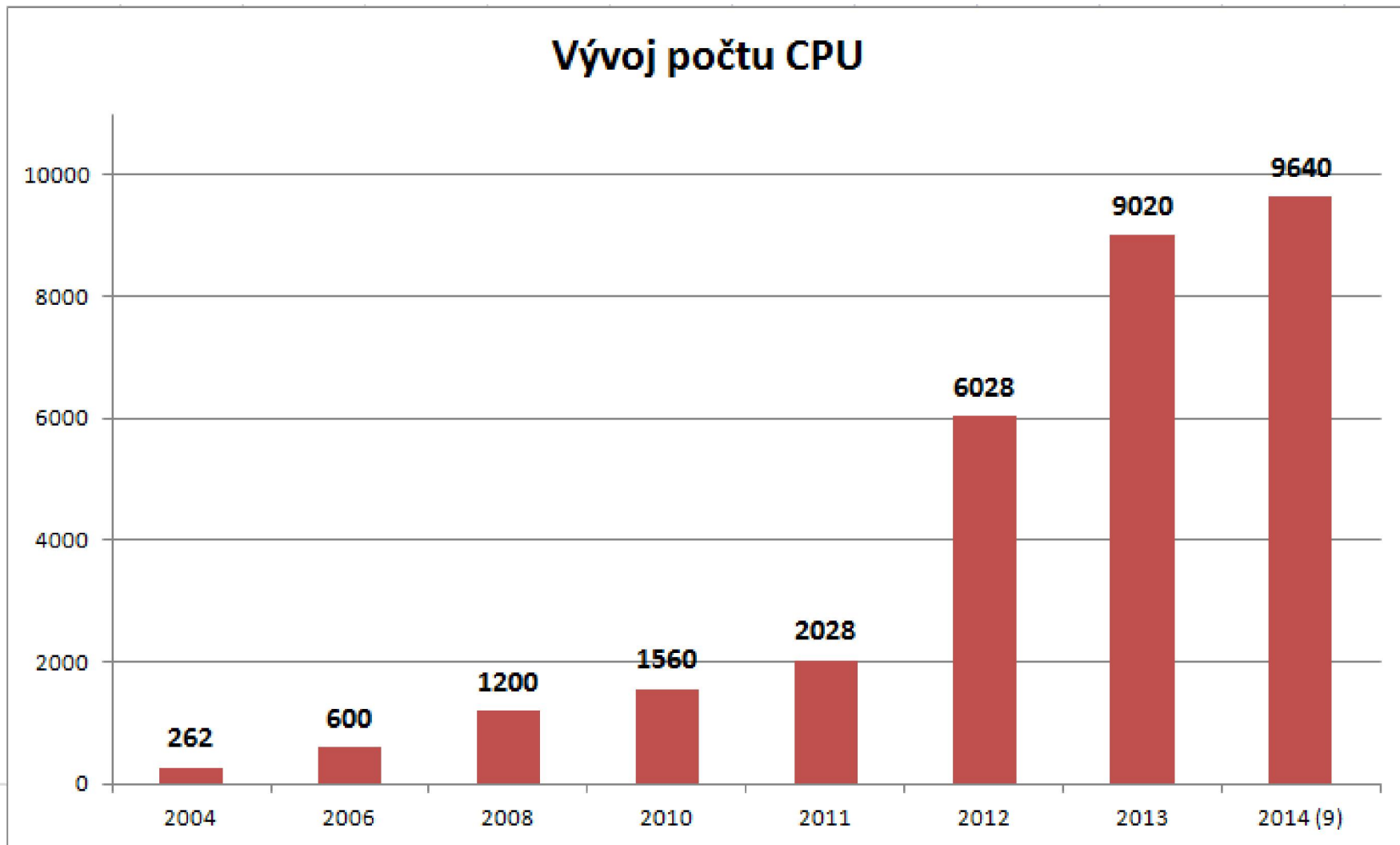


## NGI v číslech...

- *cca 10000 jader, cca 580 uzlů*
- *za rok 2013:*
  - *761 uživatelů (k 31.12.2013)*
  - *cca 1,9 mil. spuštěných úloh*
  - *cca 5200 úloh denně*
  - *propočítáno*  
*cca 4,4 tis. CPUlet*
  - *cca 39 mil. CPUhodin*

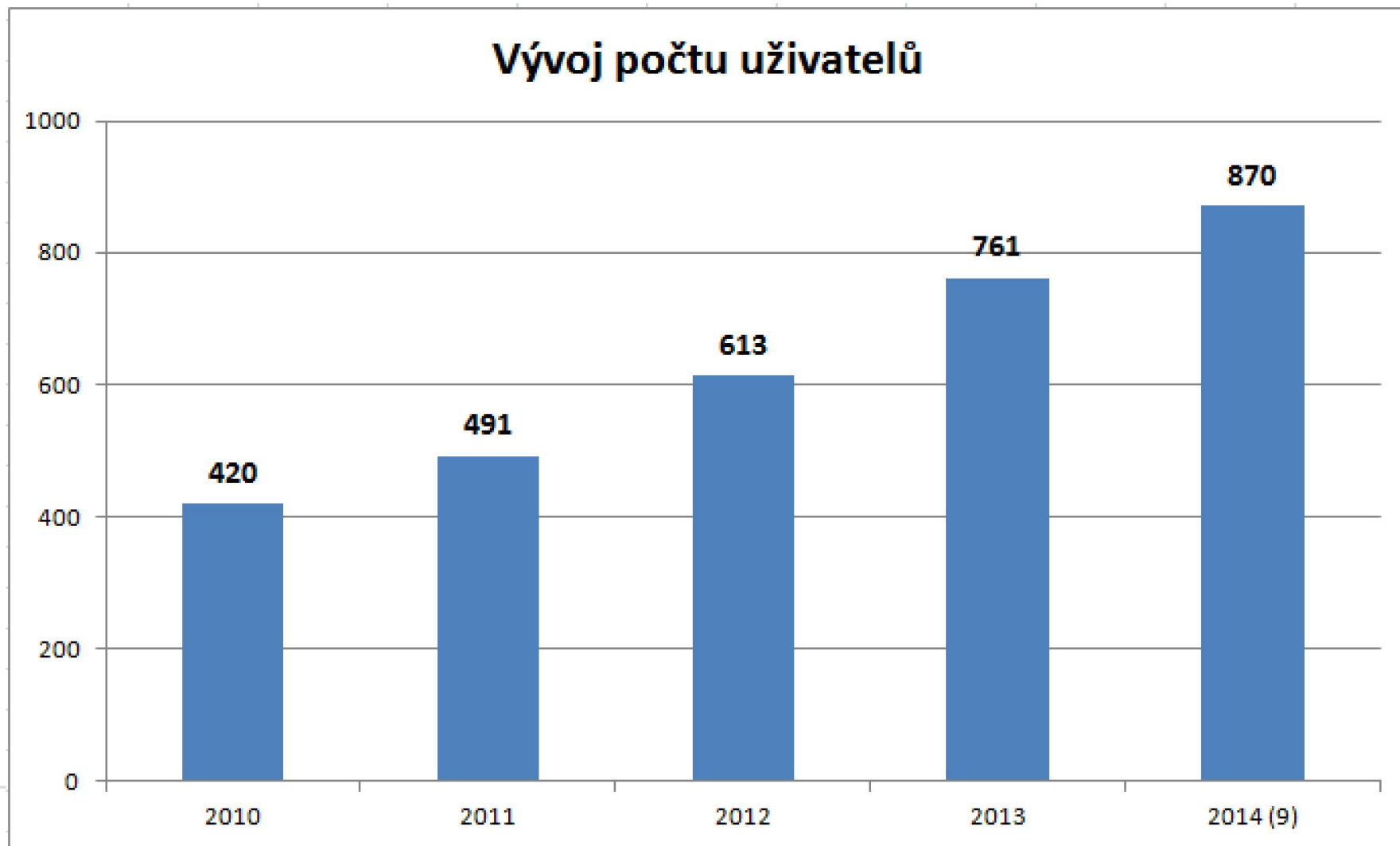


## ... a grafech

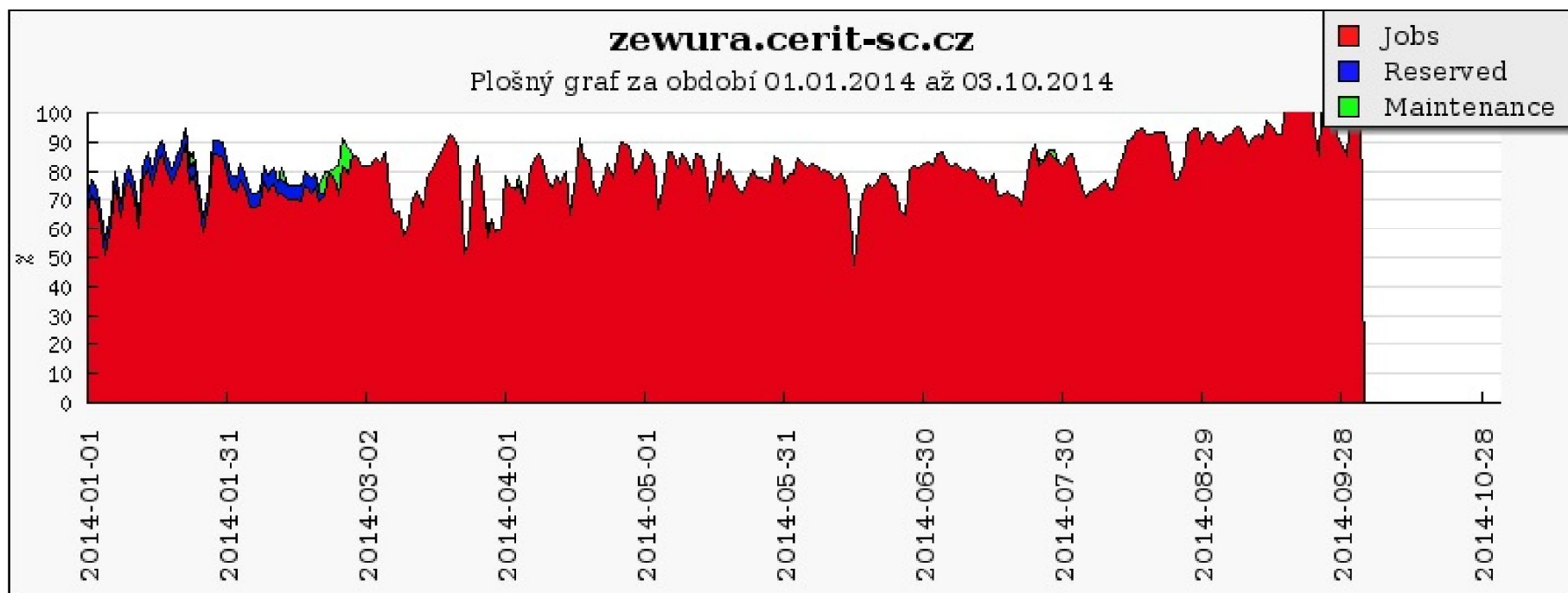


## ... a grafech

Vývoj počtu uživatelů

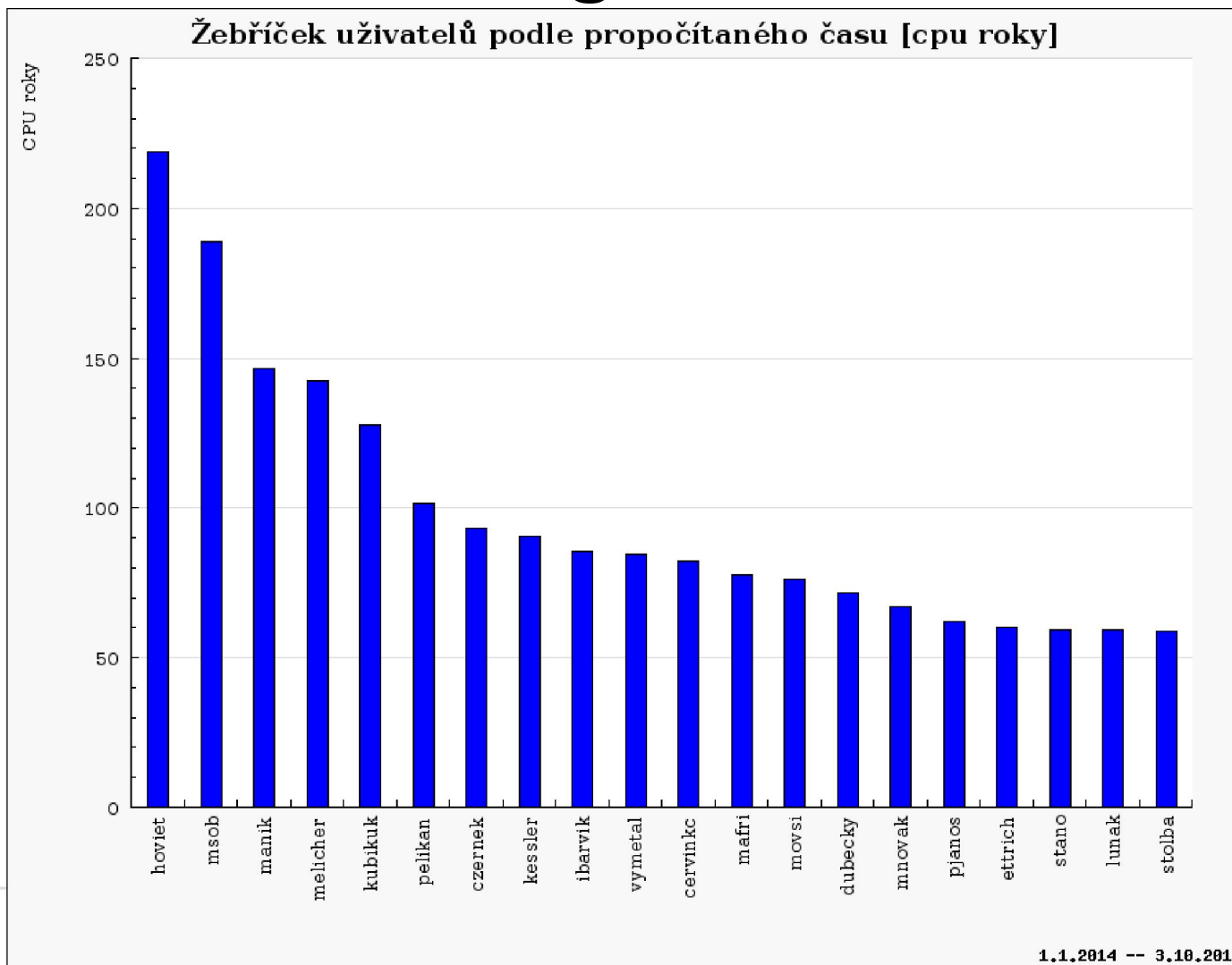


## ... a grafech



**Vytížení vybraného clusteru (zewura.cerit-sc.cz): 1.1.2014 – 3.10.2014**

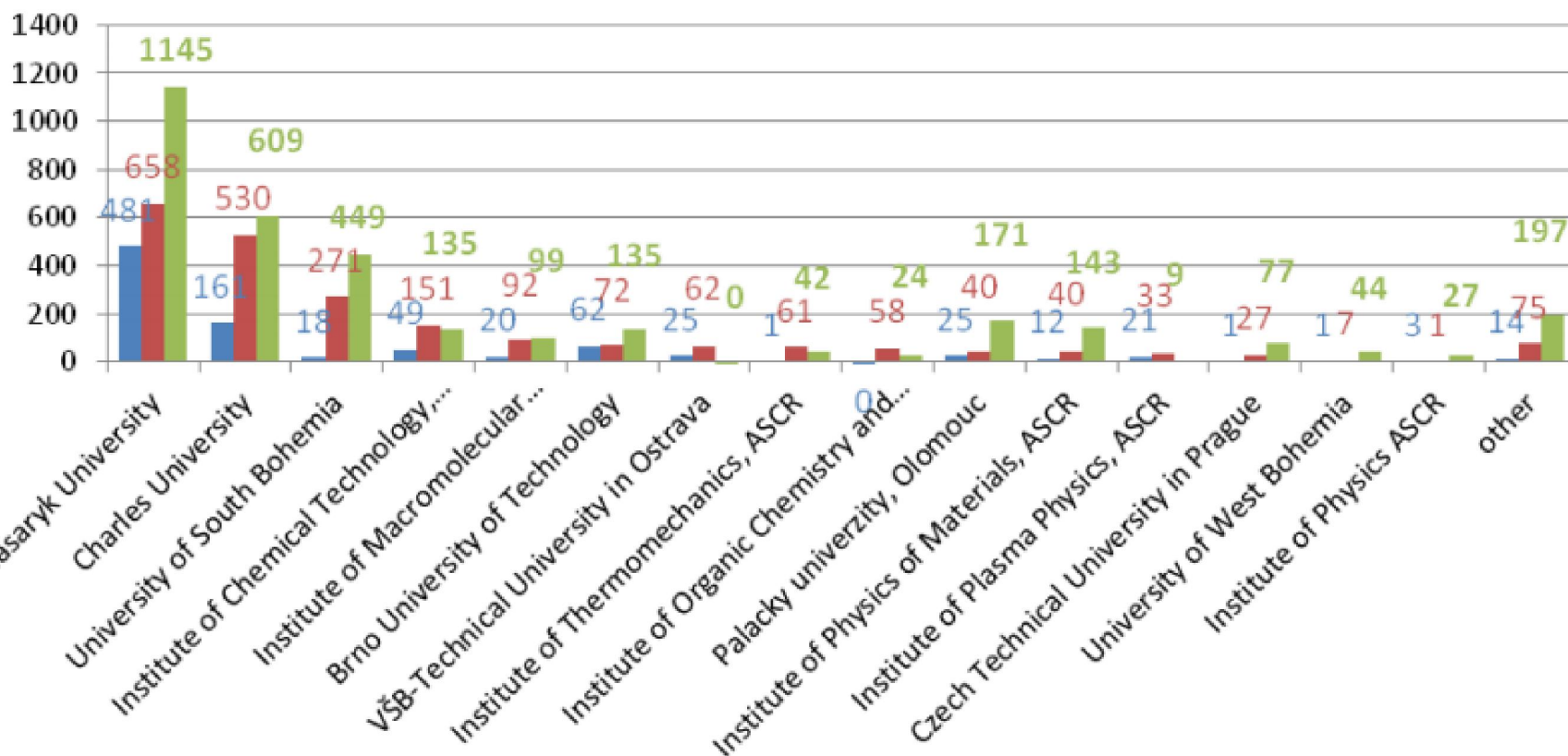
## ... a grafech



## ... a grafech

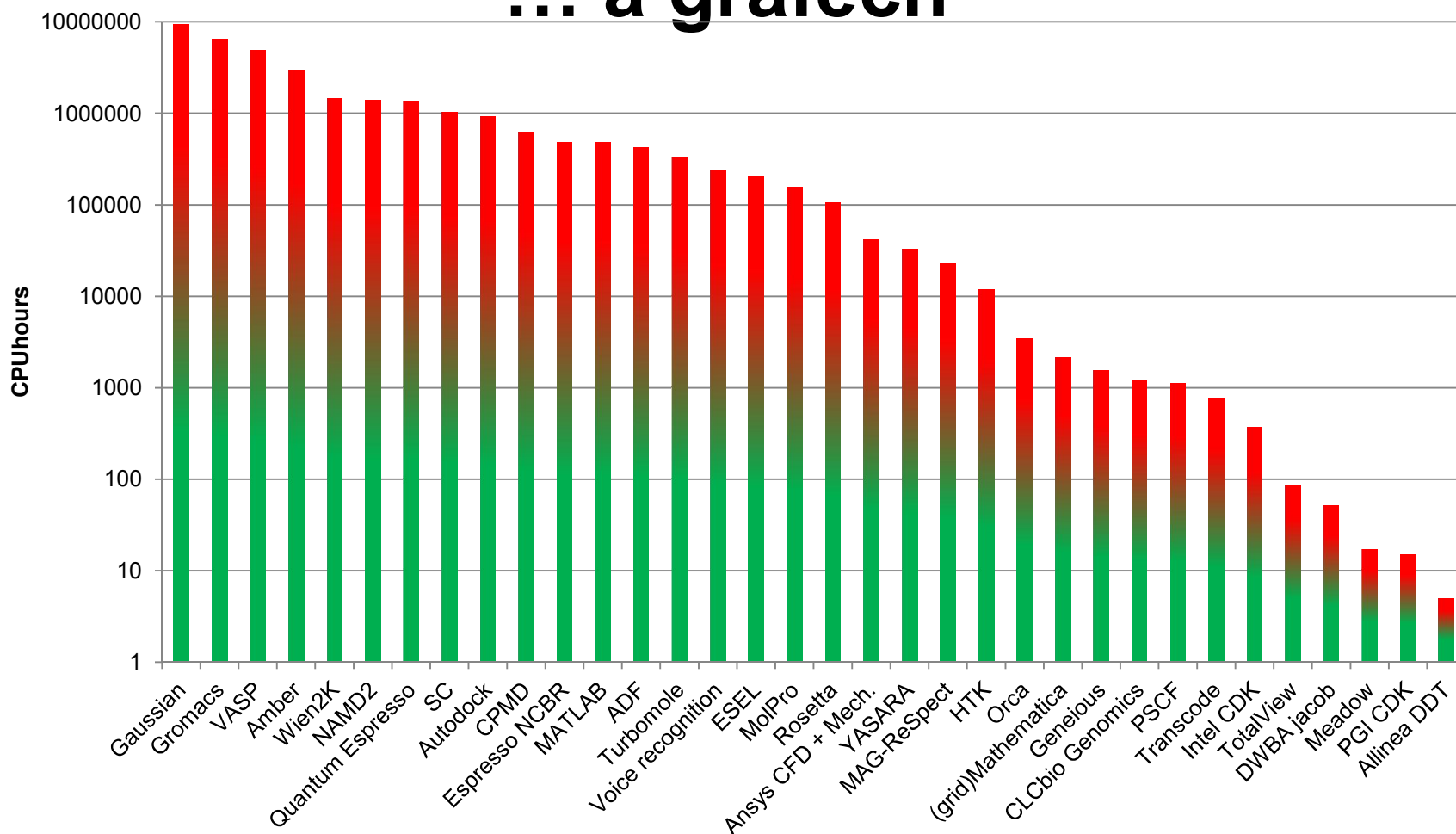
Figure 4 Organization by real computed CPU time

CPU years



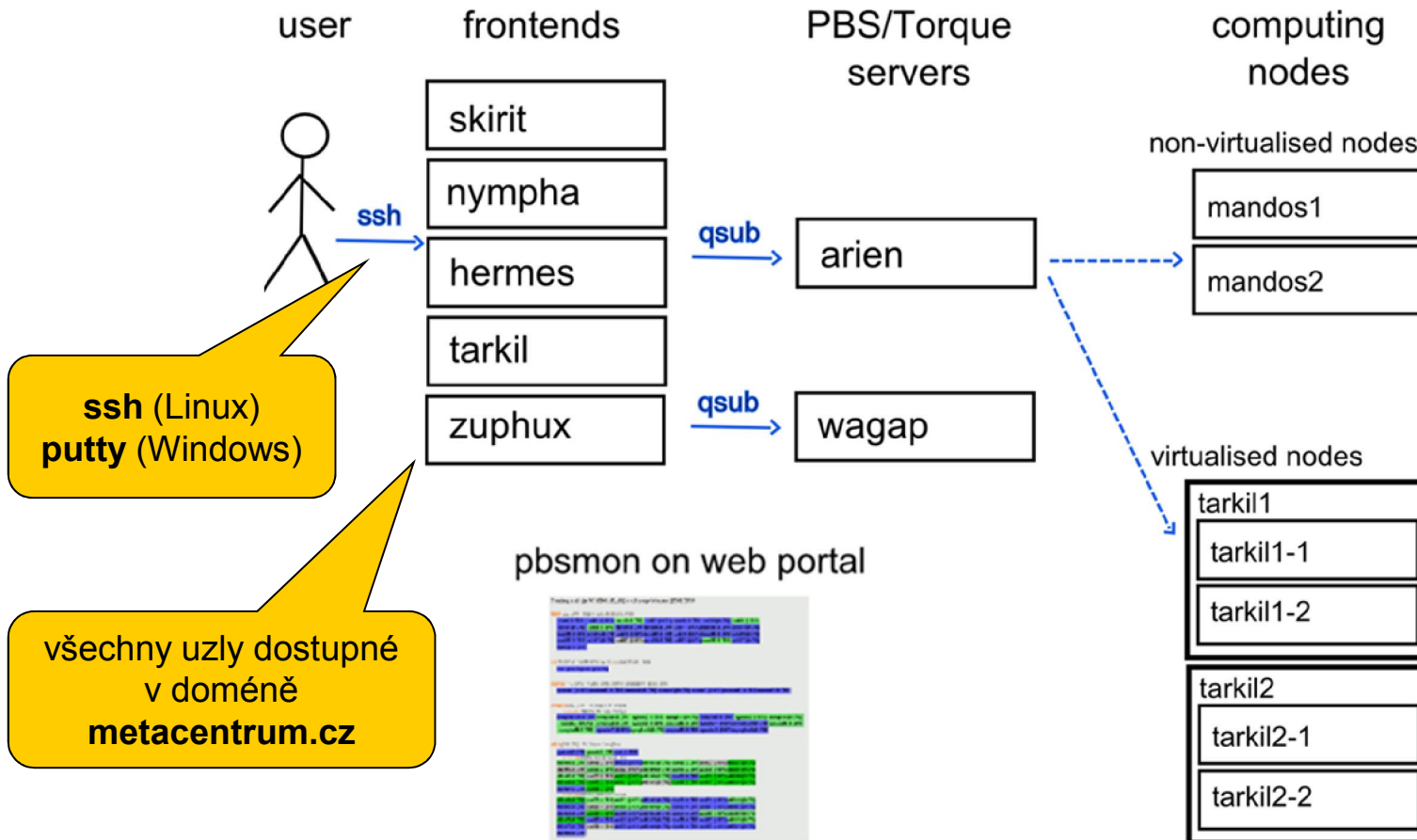


## ... a grafech



aplikace podle propočítaného času (2011-2014)

# NGI pod pokličkou I.



## NGI pod pokličkou II.

- **operační systém: Debian 7**
  - správa systému: **Puppet**
  - monitoring systému: **Icinga (Nagios) + Pakiti** (záplaty)
  - centralizované logování a systém pro prohledávání logů: **Kibana/ElasticSearch**
  - **otevřený systém** → minimalizace zátěže pro uživatele
- **masivní využití virtualizace: XEN, KVM**
  - prioritizace, „přelívání“ zdrojů NGI ↔ cloud
- **systém pro zadávání a plánování úloh: Torque**
  - dlouhodobý vlastní vývoj, nová větev
    - významné rozšíření funkcionality, kooperace plánovačů
    - nové plánovací algoritmy (**rozvrhové plánování**)
- **sdílení diskových polí: centralizovaná úložiště**
  - NFSv4 / Kerberos



## NGI pod pokličkou III.

- **správa aplikací: Environment modules**
  - systém v základní konf., centralizované úložiště aplikací (**AFS**)
- **portálové služby: PBSmon**
  - vlastní produkt
  - monitoring využití uzlů a diskových kapacit, informace o úlohách, plánovací rozvrhy, statistiky, správa účtu, ...
- **správa identit uživatelů: Perun**
  - vlastní produkt, nasazováno v mezinárodních infrastrukturách
  - webový systém: správa skupin, konfigurace služeb, ...
- **autentizační systém: Kerberos, certifikáty**
  - jediné jméno/heslo do všech služeb (SSH, portál, wiki, ...)
- **mnoho doplňkových, převážně vlastních nástrojů**

# CERIT-SC pod pokličkou I.

## Navržen a vyvinut nový plánovač nahrazující dosavadní frontový

- návrh realizován v rámci disertační práce
- **experimentální nasazení** od července 2014

## Hlavní funkce:

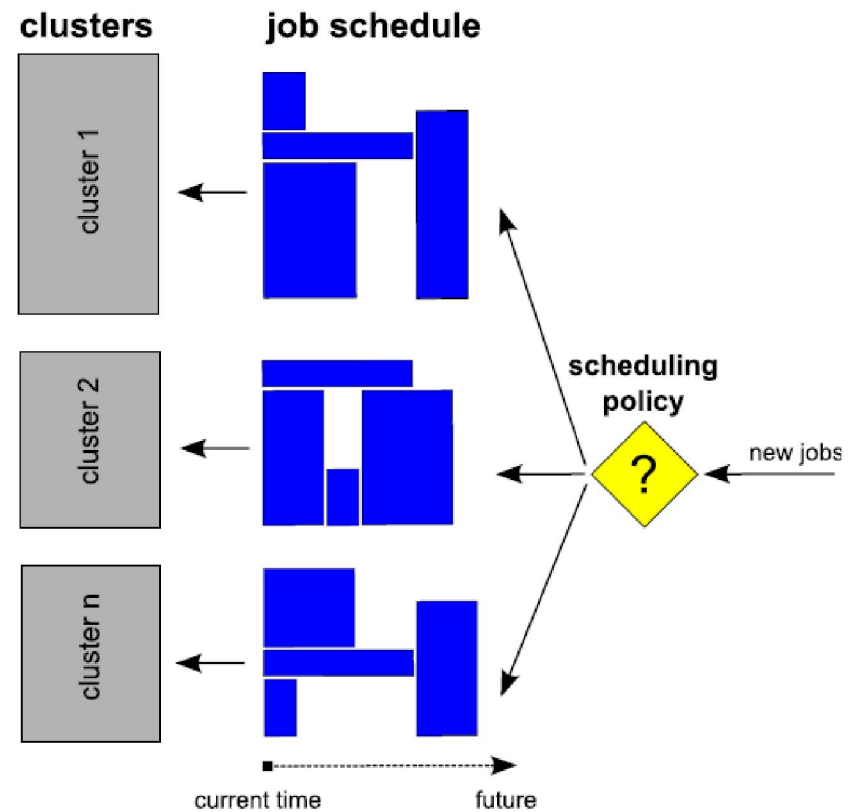
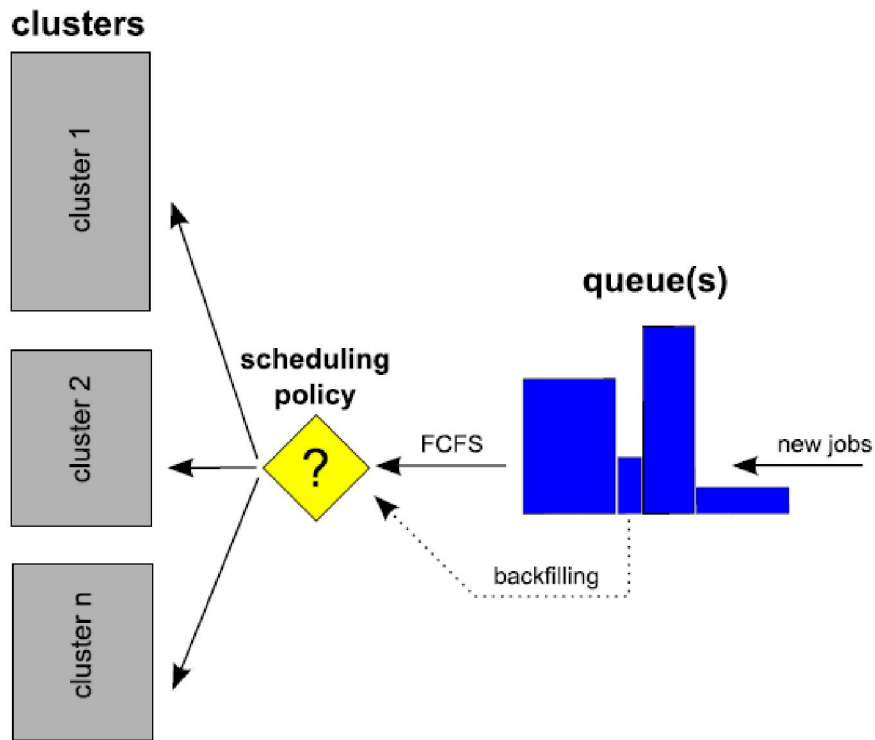
- vytváří se **plán (rozvrh) spuštění úloh**
- možná **predikce doby spuštění/čekání**
- **zaplňování „děr“** v rozvrhu vhodnými úlohami
- **vyšší vytížení** infrastruktury
- **optimalizace rozvrhu** vzhledem ke zvoleným kritériím (čekání, férovost, ...)

## Dílčí výsledek práce: simulátor plánování/běhu úloh

- usnadnění simulace budoucích plánovacích mechanismů

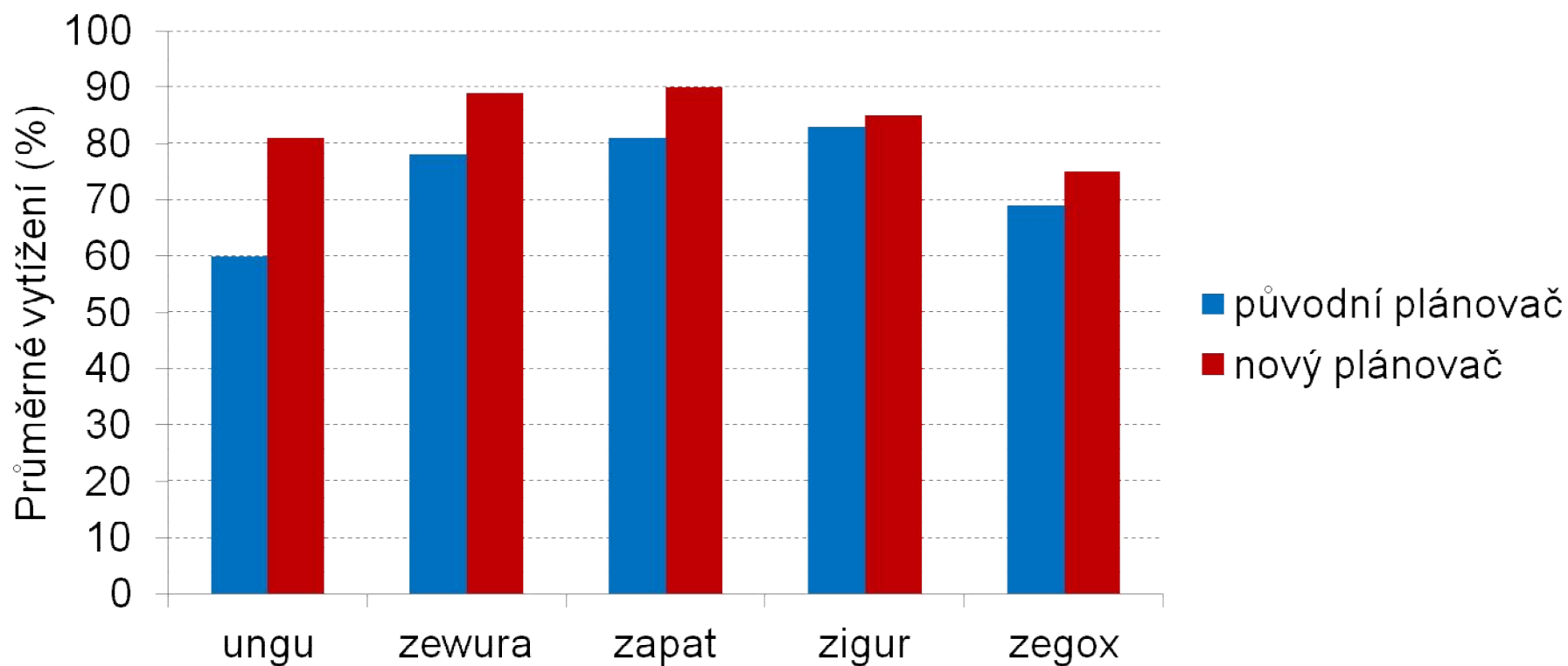
# CERIT-SC pod pokličkou II.

## Frontový (vlevo) vs. Rozvrhový plánovač (vpravo)



## CERIT-SC pod pokličkou III.

### Zlepšení vytížení strojů v CERIT-SC (data za rok 2014)





## ■ CERIT-SC pod pokličkou IV.

### Férové plánování

- **cíl: zajištění rovnoměrného rozložení využití zdrojů v heterogenním prostředí výpočetního gridu**
- probíhající disertační práce

### Fairshare:

- dynamická priorita založená na historické spotřebě zdrojů
  - s propočítaným časem priorita klesá (aktuální spotřeba zdrojů má vyšší váhu než historická)
  - navyšování priority při vykázání publikací s poděkováním MetaCentru/CERIT-SC



## CERIT-SC pod pokličkou V.

### „Cena“ úlohy – dosavadní přístup:

- závislý na aktuálním stavu systému
- nezohledňuje heterogenitu infrastruktury
- jediná metrika: propočítaný čas

### „Cena“ úlohy – nový přístup:

- výpočet se řídí výhradně **požadavky úlohy** (nezávislost na aktuálním stavu systému)
- úlohy požadující **cennější zdroje** „platí“ víc
- výpočet používá **dominantní zdroj** (CPU, paměť, GPU, ...)

$$cost = queue\ cost * \min(node\ cost) * \min(machine\ spec)$$

$$\max\left(\frac{requested\ cores}{machine\ cores}, \frac{requested\ memory}{machine\ memory}\right) * machine\ cost$$

# NGI – jak se stát uživatelem?

- ***podejte si přihlášku***

- <http://metavo.metacentrum.cz> , sekce „Přihláška“
- EduID.cz => **ověření Vaší akademické identity** proběhne s využitím Vaší domovské instituce

- ***seznamte se se základními postupy***

- <http://metavo.metacentrum.cz> , sekce „Dokumentace“

- ***počítejte 😊***

## e-infrastruktura CESNET: doplňkové služby

# e-infrastruktura CESNET – další služby I.

## • Úložné služby:

- infrastruktura (Plzeň, Jihlava, Brno) o kapacitě **22 PB**
  - určeno pro zálohy, archivace, sdílení velkých dat, ...
- hierarchická úložiště (HSM – pásky, MAID), „cena/kapacita“
- **FileSender**: <http://filesender.cesnet.cz>
  - zaslání souborů až 500 GB
- **OwnCloud**: <http://owncloud.cesnet.cz>
  - prostor 100 GB / uživatel

## • Podpora vzdálené spolupráce

- videokonference (H.323, SIP)
- webkonference (Adobe Connect)
- streaming, IP telefonie



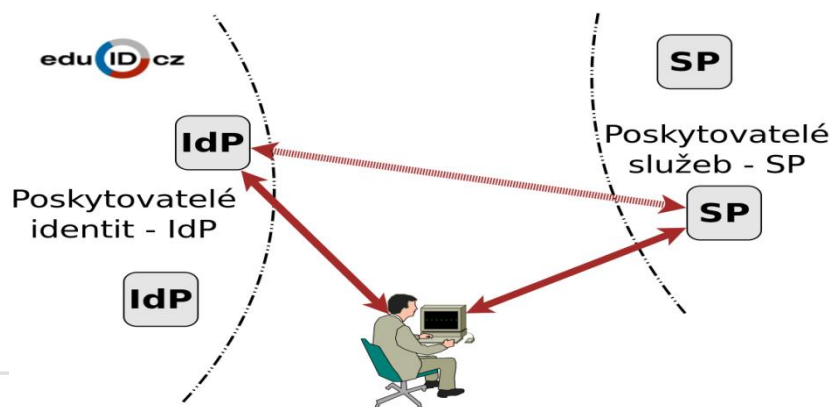
## e-infrastruktura CESNET – eduID.cz

### Česká akademická federace identit eduID.cz



- autentizační infrastruktura pro vzájemné využívání identit uživatelů při řízení přístupu k síťovým službám
  - uživatel využívá **pouze jedno heslo** pro přístup k více aplikacím/službám
  - **správci aplikací neudržují autentizační data uživatelů**, ani neprovádí autentizaci
- autentizace uživatele probíhá **vždy v kontextu domovské organizace**, citlivé **autentizační údaje** uživatele **neopouští domovskou síť**

- **Hostel IdP** pro uživatele z institucí nezapojených do eduID.cz
  - např. AV ČR



## e-infrastruktura CESNET – další služby II.

- **Páteřní síť: CESNET2**
  - jádro sítě **100Gbps**, přímé propojení do evropské sítě GÉANT
- **Sledování provozu sítě**
  - detekce anomálií, monitoring kvalitativních charakteristik sítě
- **Bezpečnost**
  - řešení bezpečnostních incidentů, CESNET CERTS
- **Certifikační autorita**
  - uživatelské/osobní a serverové certifikáty (TERENA)
- **Bezdrátová síť: Eduroam.cz**
  - koordinace na národní úrovni
- ... (viz <http://www.cesnet.cz/sluzby> )

# Služby pro podporu vědy a výzkumu

# Centrum CERIT-SC

- **výzkumné centrum vybudované na ÚVT MU**
  - transformace **Superpočítačového centra Brno (SCB)** při Masarykově univerzitě do nové podoby
- **významný člen/partner národního gridové infrastruktury**
  - I. **poskytovatel HW a SW zdrojů**
    - SMP uzly (1600 jader)
    - HD uzly (2624 jader)
    - **SGI UV uzel (288 jader, 6 TB paměti)**
    - úložné kapacity (~ 3,5 PB)
    - SW výbava totožná s MetaVO
  - II. **služby nad rámec „běžného“ HW centra –**  
**zázemí pro kolaborativní výzkum**







# CERIT-SC – cíle Centra

## Hlavní cíle Centra:

### I. Podpora experimentů s novými formami, architekturou a konfiguracemi e-Infrastruktury

- **vysoce flexibilní infrastruktura** (experimentům příznivé prostředí)
- **vlastní výzkum**, zaměřený na principy a technologie e-Infrastruktury a její optimalizaci

### II. Studium a posun možností špičkové e-Infrastruktury úzkou výzkumnou spoluprací mezi informatiky a uživateli takovéto infrastruktury

- výpočetní a úložné kapacity jsou **pouze nástrojem**
- zaměření na **inteligentní a nové** použití těchto nástrojů
  - synergický posun **informatiky a spolupracujících věd (kolaborativní výzkum)**
  - **pro informatiku generování nových otázek**
  - **pro vědy generování nových příležitostí**

# CERIT-SC – formy výzkumu I.

## Formy výzkumu/spolupráce

### I.Participace na projektech:

- **e-infrastrukturní/IT projekty** (úzká spolupráce s CESNET/MetaCentrum NGI)
  - projekty zaměřené na **vylepšování služeb a technologií e-infrastruktury**
  - *DataGrid, EGEE, EMI, EGI InSPIRE, EUAsiaGrid, CHAIN, Thalamos, ...*
    - **aktivní participace** (výzkumná i organizační – *EGI Council Chair*)
- **kolaborativní projekty**
  - participace a podpora **projektů spolupracujících věd** (výzkumných partnerů)
    - **návrh a vývoj nových metod, algoritmů a principů pro realizaci výzkumných infrastruktur a top-level výzkumu**
    - **výpočetní a úložné kapacity + know-how pro práci s nimi**
  - *ELIXIR-CZ, BBMRI, Thalamos, SDI4Apps, Onco-Steer, CzeCOS/ICOS, ...*
  - *KYPO, 3M SmartMeterů v cloudu, MeteoPredikce, ...*

## CERIT-SC – formy výzkumu II.

### *Formy výzkumu/spolupráce*

#### II. Výzkumné aktivity („malé“ projekty):

- **e-infrastrukturní/IT výzkum** (*úzká spolupráce s CESNET/MetaCentrum NGI*)
  - výzkum a vývoj nástrojů, technologií a služeb pro oblast e-infrastruktur
  - plánování na gridech, GPU výpočty, správa identit uživatelů, ...
- **kolaborativní výzkum**
  - výzkum **ve spolupráci s uživateli / výzkumnými partnery**
  - (týmy i jednotlivci)
- **často přechází v projektový výzkum/spolupráci**
- **příklady výzkumu/výzkumných spoluprací – viz dále**

# CERIT-SC – zázemí

## *Snaha o maximální zapojení studentů:*

- bakalářského -> **magisterského** -> **doktorského** studia
- nejen úzce zaměřená a dedikovaná pracovní síla, ale především
  - **výchova nových odborníků** v oblasti e-infrastruktur
  - **výchova erudovaných uživatelů** e-infrastruktury

## *Silné odborné zázemí:*

- **dostupnost odborníků/konzultantů** jak teoretického, tak praktického zaměření
  - dlouholetá tradice **spolupráce s Fakultou informatiky MU**
  - dlouholetá tradice **spolupráce se sdružením CESNET**
- **dlouhodobé zkušenosti** s provozováním e-infrastruktury
  - SCB (nyní CERIT-SC) je zakladatel MetaCentra

# *Kolaborativní výzkum*

# Rekonstrukce stromů I.

## Rekonstrukce individuálních stromů z laserových skenů

- **partner:** *Centrum výzkumu globální změny AV ČR (CzechGlobe)*
- **cíl projektu:** návrh algoritmu pro rekonstrukci **3D modelů stromů**
  - z mraku nasnímaných 3D bodů
    - strom nasnímán laserovým snímačem LiDAR
    - výstupem jsou souřadnice XYZ + intenzita odrazu
  - *očekávaný výstup:* 3D struktura popisující strom
    - identifikovat **základní strukturální prvky** (kmen a hlavní větve)
  - *primární zaměření:* smrky
- **hlavní problémy:** překryvy (mezery v datech)



# Rekonstrukce stromů I.

## Rekonstrukce individuálních stromů z laserových skenů

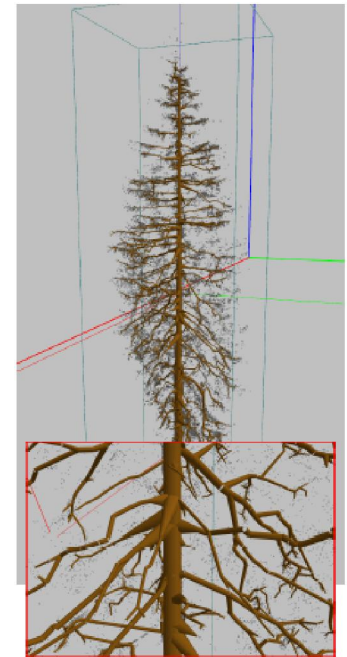
- **partner:** *Centrum výzkumu globální změny AV ČR (CzechGlobe)*
- **cíl projektu:** návrh algoritmu pro rekonstrukci 3D modelů stromů
  - z mraku nasnímaných 3D bodů
    - strom nasnímán laserovým snímačem LiDAR
    - výstupem jsou souřadnice XYZ + intenzita odrazu
  - *očekávaný výstup:* 3D struktura popisující strom
    - identifikovat **základní strukturální prvky** (kmen a hlavní větve)
  - *primární zaměření:* smrky
- **hlavní problémy:** překryvy (mezery v datech)



## Rekonstrukce stromů II.

### Rekonstrukce individuálních stromů laserového skenu – cont'd

- v rámci DP navržena *inovativní metoda* rekonstrukce 3D modelů smrkových stromů
- rekonstruované modely využity v návazném výzkumu
  - získávání **statistických informací** o množství dřevité biomasy a o základní struktuře stromů
  - **parametrizované opatřování zelenou biomasou** (mladé větve + jehličky) – součást PhD práce
  - **importování modelů do nástrojů** umožňujících analýzu šíření slunečního záření s využitím DART modelů

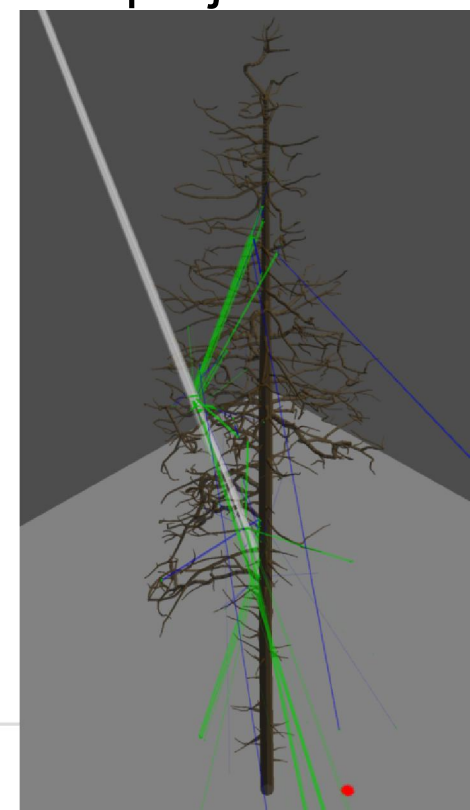
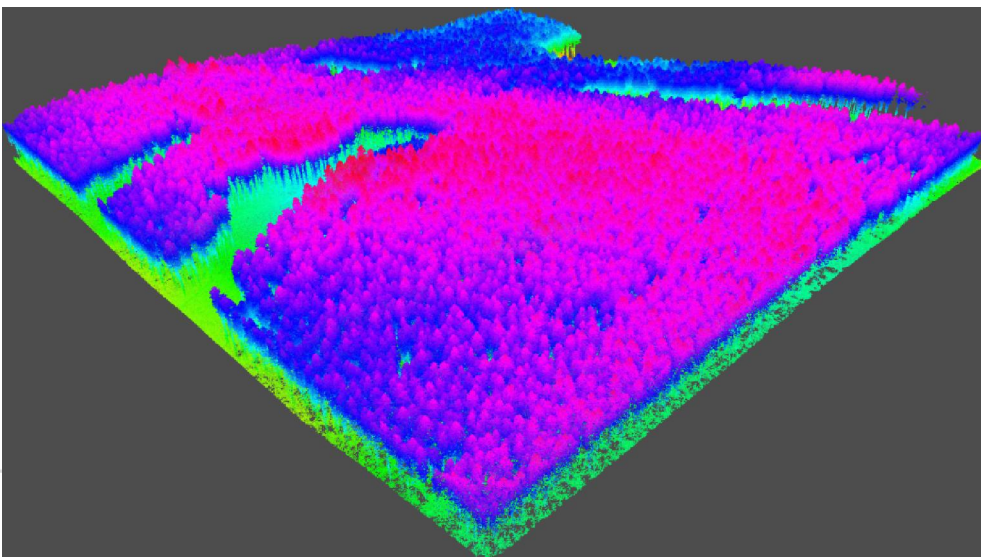




# ■ Rekonstrukce lesů I.

## Rekonstrukce lesních porostů z full-wave LiDAR skenů

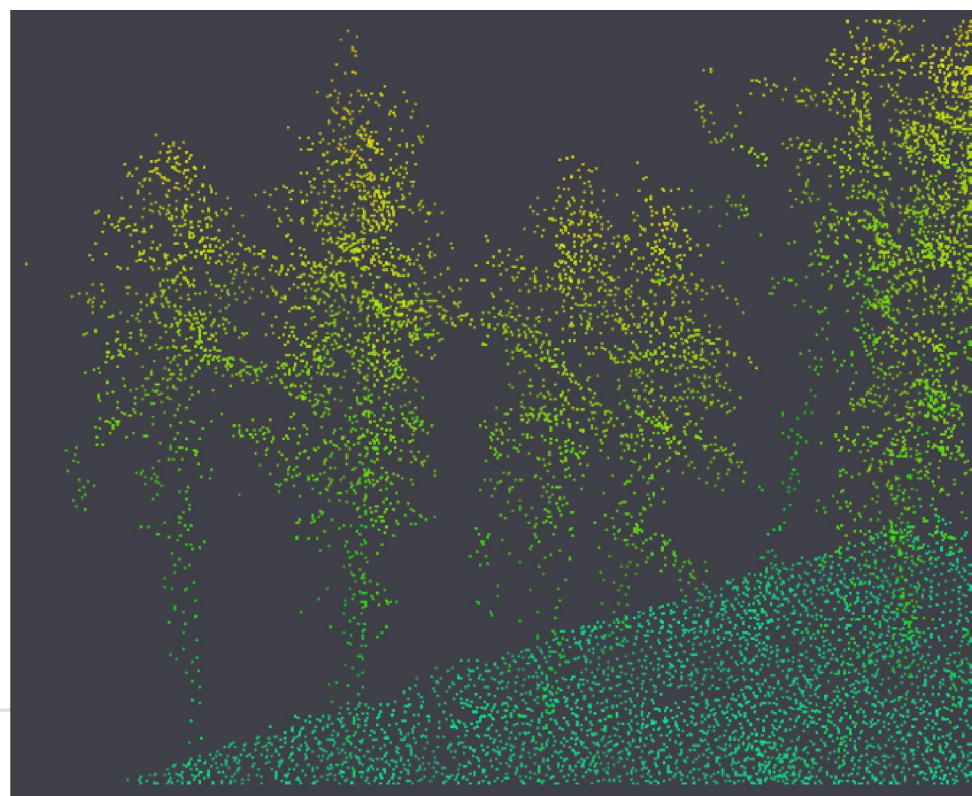
- „s jídlem roste chut“ 😊
- návazná PhD práce, příprava budoucího společného projektu
- **cíl: co nejvěrnější 3D rekonstrukce celých lesních porostů z leteckých full-wave LiDARových skenů**
  - možné využití hyperspektrálních skenů, termálních skenů, in-situ měření, ...



## ■ Rekonstrukce lesů II.

### Rekonstrukce lesních porostů z full-wave LiDAR skenů

- skeny získávány leteckým snímáním
- **diametrálně odlišný problém** – extrémní množství bodů, které jsou však *mnohem řidší*
  - nastíněné algoritmy pro přesné rekonstrukce jednotlivých stromů **nelze aplikovat**
  - nutno revidovat i metody pro **vizualizaci a uložení dat/modelů**



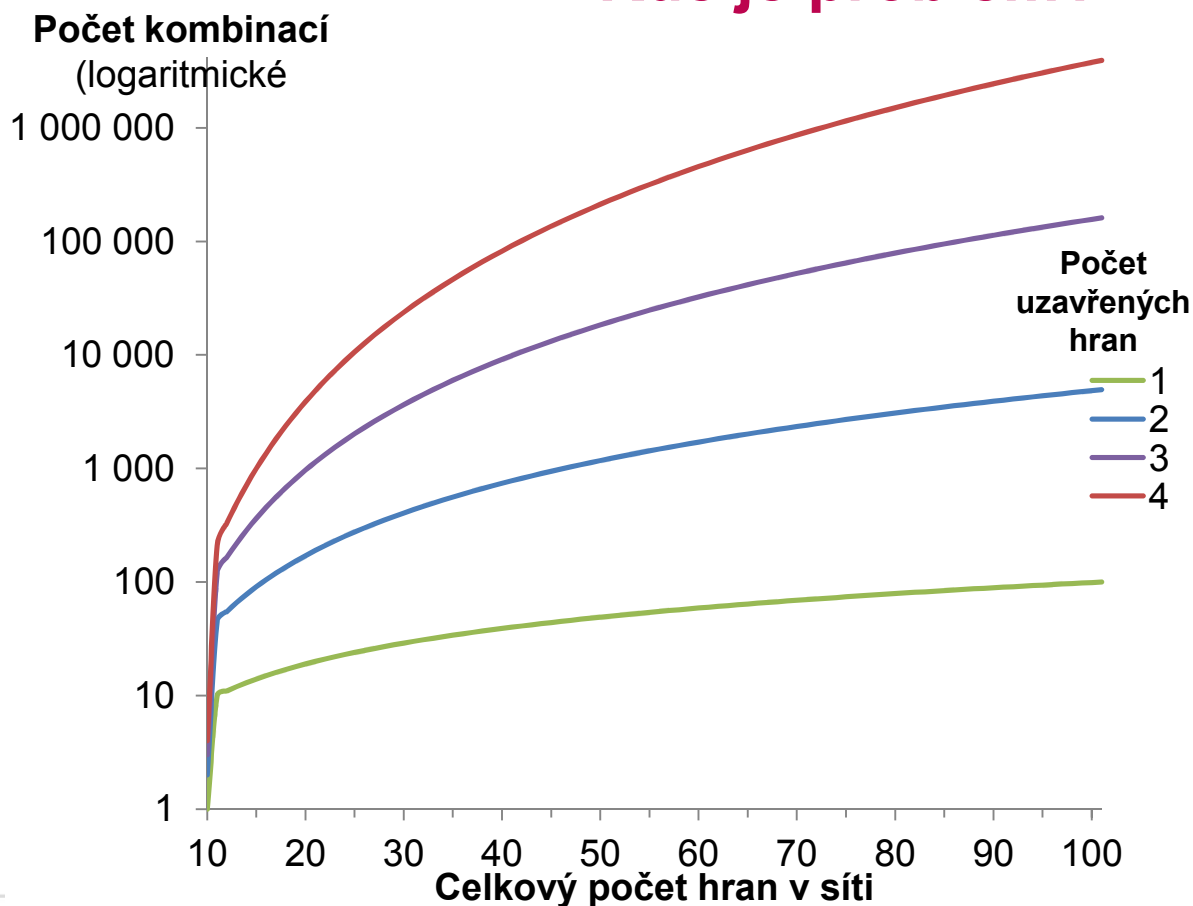
# Identifikace problémových uzavírek I.

## Hledání problematických uzavírek v silniční síti ČR

- **partner:** *Centrum Dopravního Výzkumu v.v.i., Olomouc*
- **cíl projektu:** nalezení metody pro identifikaci problémových uzavírek v silniční síti ČR (aktuálně Zlínského kraje)
  - identifikace uzavírek vedoucích (dle definovaných ohodnocovacích funkcí) k problémům v dopravě
  - převedený problém: **nalezení všech rozpadů grafu**
  - zjednodušený problém: **nalezení všech rozpadů grafu generovaných N hranami**
- **hlavní problémy:** výpočetní náročnost (NP-těžký problém)
  - přístup „hrubou silou“ selhával již při uzavření 3 hran

# Identifikace problémových uzavírek II.

## Kde je problém?



Sít' Zlínského kraje

724 uzlů

974 hran

1. 974

2. 473 851

3. 153 527 724

4. 37 268 855 001

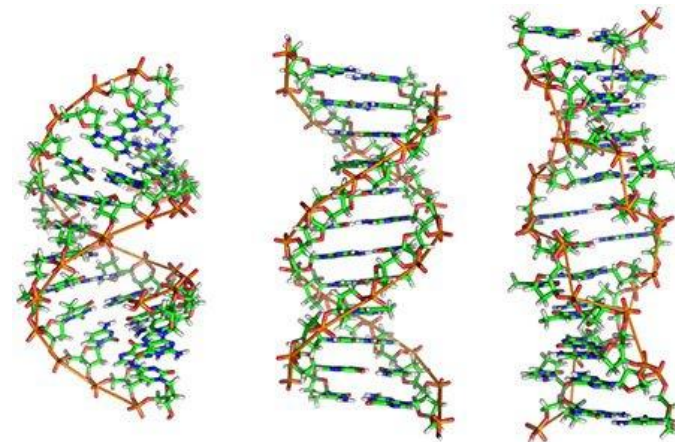
5. 7 230 157 870 194

...

# Korekce chyb a skládání genomu

## Sekvenování *Trifolium pratense* (Jetel luční)

- partner: *Ústav experimentální biologie PŘF MU*
- cíl: optimalizace dostupných nástrojů pro skládání a opravy chyb v DNA kódech
  - *analýzy DNA (nejen) jetele vedou k výpočetně náročným problémům*
    - 50 GB vstup => **cca 500 GB potřebné paměti** (aplikace Echo)
    - existují **větší vstupy**
- v rámci DP **paralelizováno a optimalizováno až na cca 50% využití paměti**



## Fotometrický archív astronomických snímků

### Fotometrický archív astronomických snímků

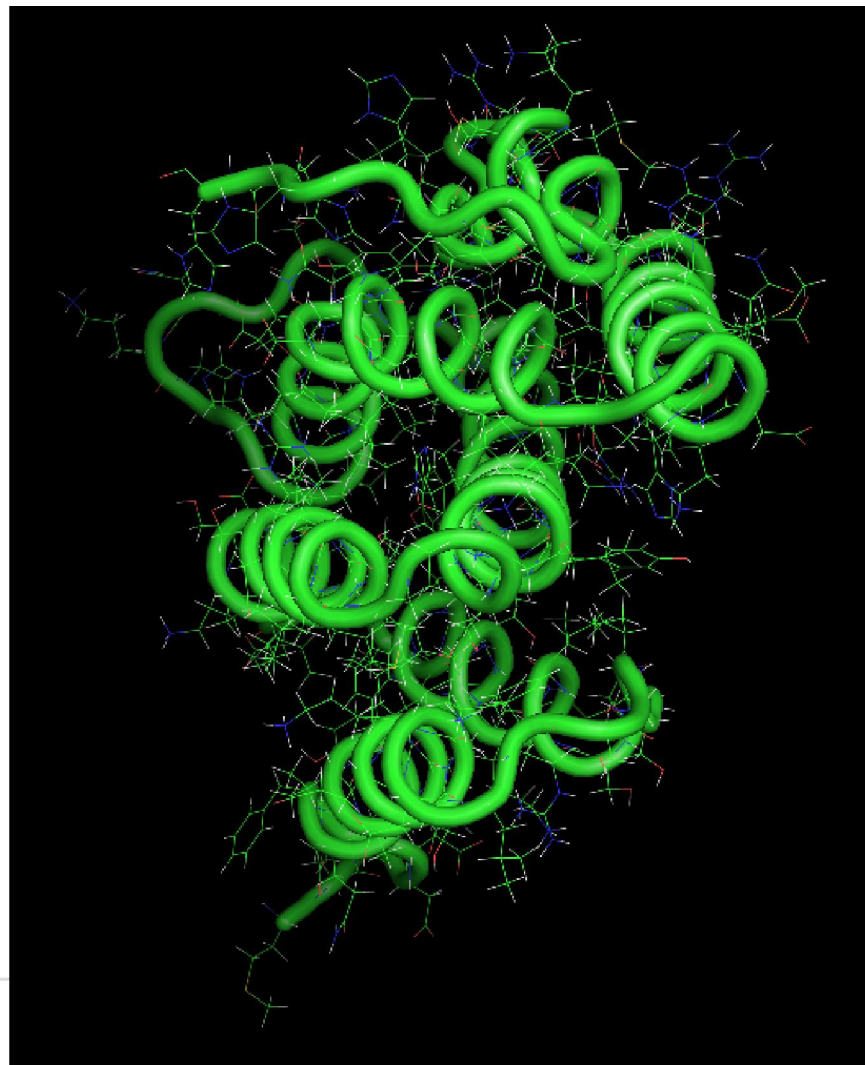
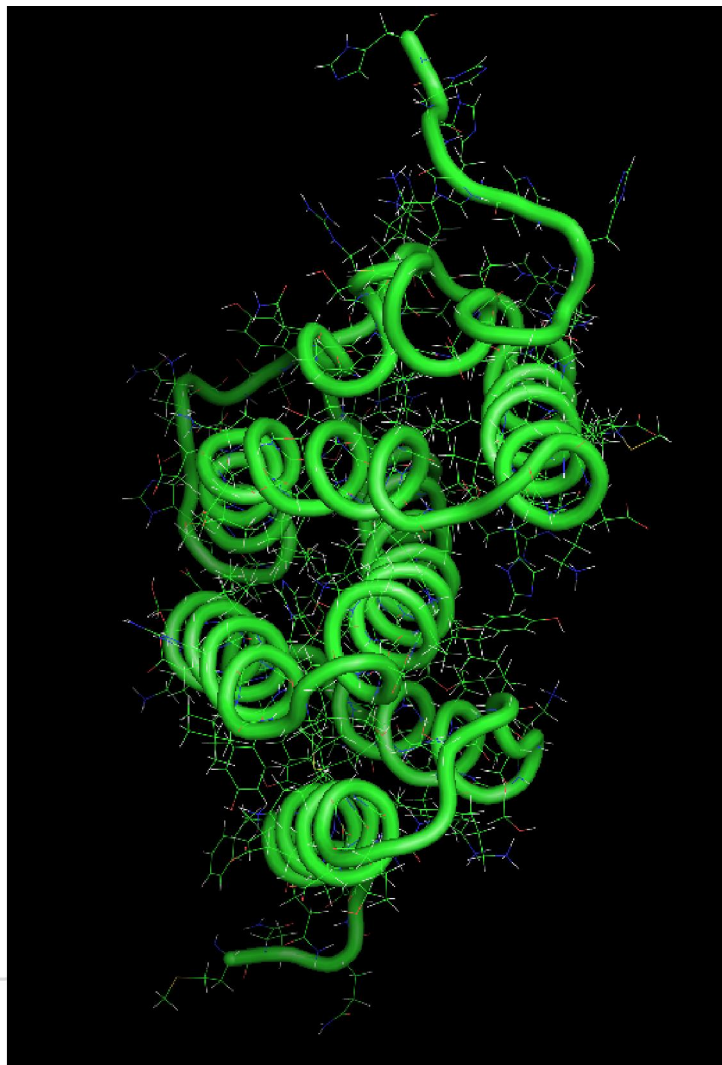
- **partner:** *Ústav teoretické fyziky a astrofyziky PŘF MU*
- **cíl projektu:** vytvoření a provoz portálu pro získávání dat o světelnosti proměnných hvězd (projekt SuperWASP)
  - databáze cca 18 miliónů hvězd
- **dosažené výsledky:**
  - portál v produkčním režimu: <http://wasp.cerit-sc.cz>
  - rozšířen o vykreslení grafu světelné křivky (DP práce)
  - provoz systému pro detekci hvězd v hvězdokupě:  
<http://clusterix.cerit-sc.cz/>
  - archiv CCD snímků: <http://wasp.cerit-sc.cz/paw/>

# Výpočetní chemie a biochemie I.

## Výpočet konformace molekul z řídkých NMR dat

- **partner:** *Středoevropský technologický institut (CEITEC)*
- **cíl projektu:** kombinované výpočetní zpracování výstupů několika nezávislých experimentálních metod (vedoucí ke zjištění tvaru molekuly určitého vzorku)
  - kombinace výstupů **molekulové dynamiky, NMR a SAXS** metod
  - existuje vyžralý (i komerční) SW, avšak **složitý na použití**
    - náchylnost k chybám (při formulaci zadání)
    - složitost při kombinaci dat z různých zdrojů
  - **vlastní vývoj kombinovaných výpočetních metod** (rozšíření existujících nástrojů)
    - obohacení SW pro zpracování NMR o simulaci molekulové dynamiky
    - snaha vystačit s výsledky časově i finančně méně náročných variant exper.
    - aktuální výsledky ukazují na **mnohem realističtější geometrie rekonstruovaných molekul**
    - **prototypová implementace** ve stadiu vyhodnocení

# Výpočetní chemie a biochemie II.



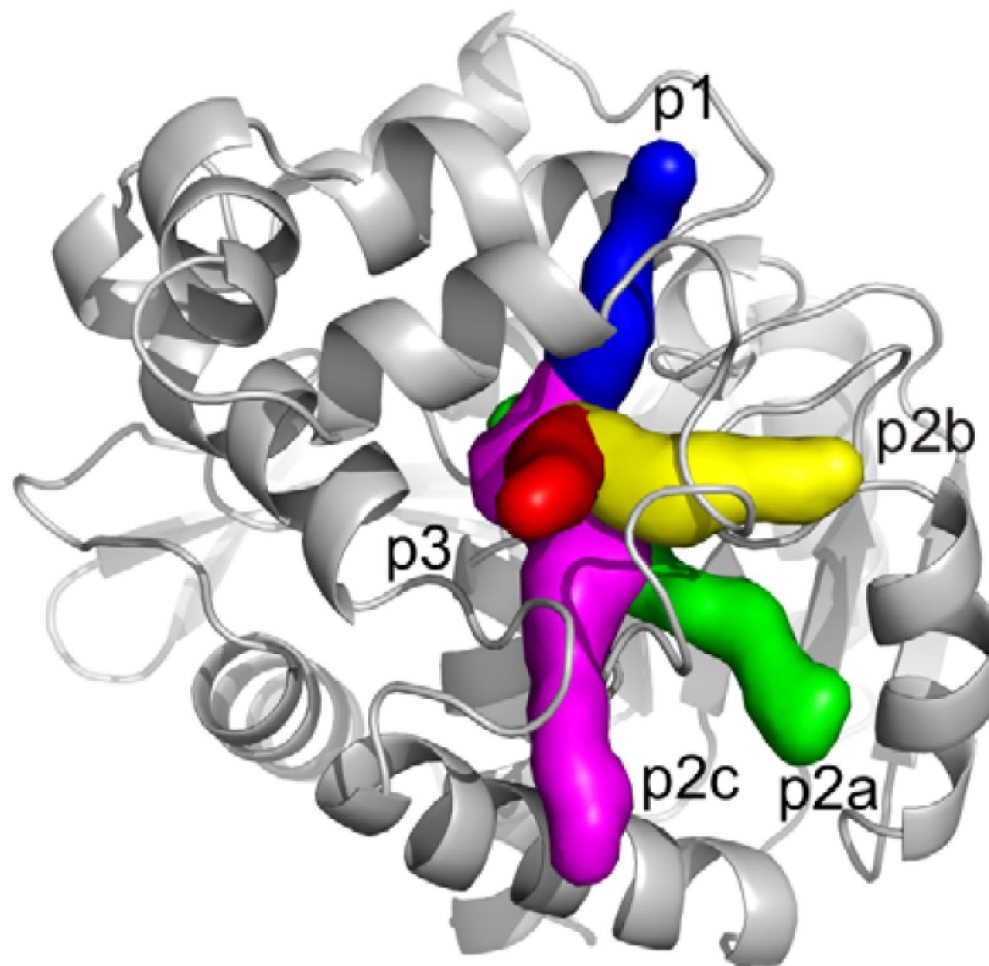


# Výpočetní chemie a biochemie III.

## Analýza transportních cest v proteinech

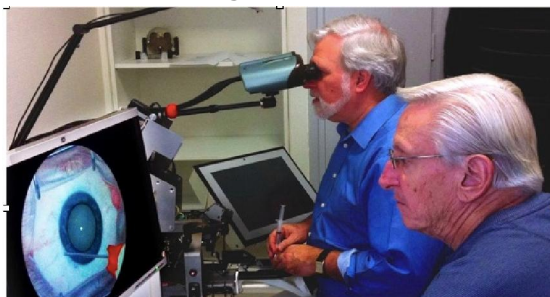
- partner: *Loschmidt Laboratories MU*
- cíl projektu: analýza možností transportu molekul ligandu (např. léčivo) na aktivní místa proteinů
  - tj. zajištění nejen kýženého účinku molekuly na protein, ale zejména ověření možností transportu této molekuly k aktivním místům proteinů
  - v současné době jsou metody analýzy transportu buď **nepřesné** nebo **velmi výpočetně náročné** (molekulová dynamika)
  - snaha o nalezení metody pro **analýzu energie nutné na průchod ligandu do proteinu** (vyhodnocení průchodnosti „tunelu“) **méně náročným způsobem**
    - zejména se zajištěním věrohodných/přesných výsledků
    - implementace ve stádiu prototypu, zatím bez plné automatizace

# Výpočetní chemie a biochemie IV.



## Modelování měkkých tkání v reálném čase I.

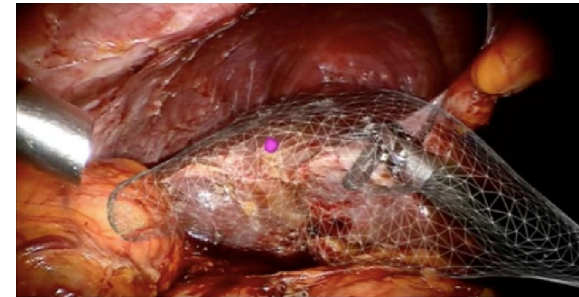
- Využití biomechanických modelů vytvořených z pre-operativních dat pacientů (CT, MRI) pro aplikace v medicíně
  - reálný čas [25Hz] nebo dokonce hmatová (haptická) interakce [ $>500\text{Hz}$ ]



Simulátor operace kataraktu  
MSICS



Kryoablace: plánování  
umístění elektrody



Laparoskopie: vizualizace  
vnitřních struktur

Chirurgické trenažéry

Pre-operativní plánování

Navigace během operace

2010

2014

2018

Simulace vyžadují kombinaci různých reprezentací objektů:

- **geometrie:** detekce kolizí, vizualizace, metriky pro verifikaci a validaci
- **fyzika:** realistické chování objektů, deformace, interakce mezi objekty

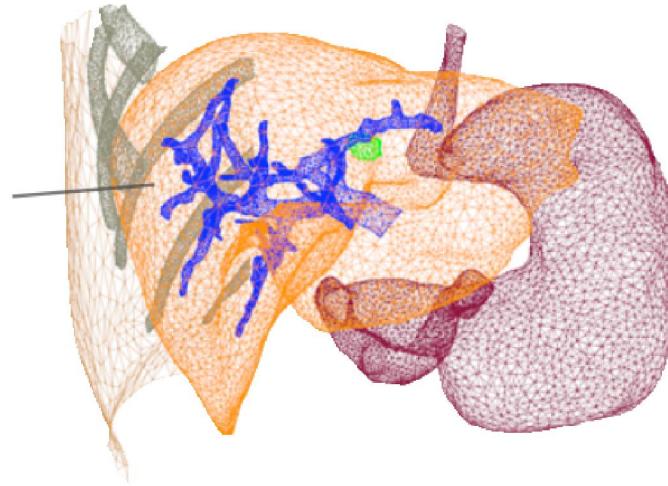
## Modelování měkkých tkání v reálném čase II.

### Nasazení v lékařské praxi

řešení reálných problémů,  
metriky pro vyhodnocení  
benefitu, robustnost,  
kompatibilita s normami

### Modelování interakcí

Modelování elastických  
kontaktů  
Simulace řezání, šití, vpichu  
jehly  
Haptická interakce



### Numerické metody řešení

přímé a iterativní solvery, paralelní a  
akcelerované algoritmy (např. GP-  
GPU), interpolační metody a  
generování sítí

### Mechanické a fyzikální modelování

metoda konečných prvků, mesh-  
less metody, ale také  
elektrofyzologie, heat-transfer

### Validace a verifikace modelů

správné řešení rovnic (porovnání se  
standardním software), řešení  
správných rovnic (porovnání s  
realitou, experiment)

- **mezinárodní spolupráce** s instituty (IHU Strasbourg, INRIA France) a univerzitami (University of British Columbia, Koç University, Istanbul)
- **příprava evropského H2020 projektu**

## Další spolupráce ...

- **Virtuální mikroskop, patologické atlasy**
  - *partner: LF MU*
- **Biobanka klinických vzorků (BBMRI\_CZ)**
  - *partner: Masarykův onkologický ústav, Recamo*
- **Modely šíření epileptického záchvatu a dalších dějů v mozku**
  - *partner: LF MU, ÚPT AV, CEITEC*
- **Bioinformatická analýza dat z hmotnostního spektrometru**
  - *partner: Ústav experimentální biologie PřF MU*
- **Optimalizace Ansys výpočtu proudění čtyřstupňovou, dvouhřídelovou plynovou turbínou s chlazením lopatek**
  - *partner: SVS FEM*
- **3.5 miliónu „smartmeterů“ v cloudu**
  - *partner: Skupina ČEZ, MycroftMind*
- **Platforma pro poskytování specializovaných meteopredikcí pro oblast energetiky**
  - *partner: CzechGlobe, NESS, MycroftMind*
- ...

## Závěr

- **Národní gridová infrastruktura MetaCentrum:**

- součást **Velké infrastruktury CESNET** (→ doplňkové služby)
- **integrace HW center** do uniformní infrastruktury
- výpočetní **služby pro českou akademickou obec a veřejný výzkum**
  - + úložné služby, aplikační programy, ...
- **open-source technologie** (vč. jejich dalšího vývoje) + **vlastní nástroje**

- **Centrum CERIT-SC:**

- **výpočetní služby** (produkční i flexibilní infrastruktura, integrace do NGI)
- **služby pro podporu kolaborativního výzkumu**
  - *vlastní/infrastrukturní výzkum + spolupráce s partnery*



**Pozvánka: Seminář uživatelů Národní gridové infrastruktury**  
2. prosince 2014, Masarykova kolej ČVUT, Thákurova 1, Praha