



# CSC:n tieteellisen laskennan palvelut

**Korkeakoulujen IT-päivät, 5.11.2014**

**TkT Jussi Heikonen**

**CSC – Tieteen tietotekniikan keskus**

# Sisältö

- CSC lyhyesti
- Laskentaresurssit
  - Sisu, Taito ja Bull
  - Kansainväliset resurssit
- Tallennuskapasiteetti
- Palvelut
  - Ohjelmistopalvelut
  - Käyttäjätuki
  - Koulutus
  - Konesalipalvelut

# CSC lyhyesti

- CSC – Tieteen tietotekniikan keskus Oy ([www.csc.fi](http://www.csc.fi)) on valtion omistama, opetus- ja kulttuuriministeriön hallinnoima, voittoa tavoittelematon osakeyhtiö.
- CSC tarjoaa tietoteknisiä palveluita ja resursseja:
  - tutkimukselle
  - tieto-, opetus- ja tutkimushallinnolle
  - kirjastoille, arkistoille, museoille ja kulttuurille
- Opetus- ja kulttuuriministeriön kanssa tehdyn sopimuksen ansiosta korkeakoulujen tutkijoille suunnatut palvelut ovat pääosin maksuttomia.

- **Laskentapalvelut**
- Tutkimustiedon hallinnan tukipalvelut
- Funet-palvelut
- Opetuksen ja opiskelun hallinnon tukipalvelut
- Identiteetin ja käyttäjävaltuuksien hallinnan palvelut
- Konesali- ja kapasiteettipalvelut (IaaS)
- Koulutuspalvelut
- Konsultointi ja asiakaskohtaiset ratkaisut



- Opetus- ja kulttuuriministeriö
- Muut ministeriöt ja valtionhallinto
- Yliopistot
- Ammattikorkeakoulut
- Tutkimuslaitokset
- Yritykset

## CSC:n palveluiden käyttäjistä

- Aktiivisia laskentaprojekteja käynnissä 700
  - 3000 tutkijaa käyttää CSC:n kapasiteettia
  - rekisteröityneitä asiakkaita noin 4250
- Funet-asiakkaina noin 80 jäsenorganisaatiota
  - yliopistot ja ammattikorkeakoulut
  - verkon loppukäyttäjiä n. 372 000
- Haka-käyttäjätunnistuspalvelut kattavat 95 % korkeakouluista
  - käyttäjinä 287 000 opiskelijaa
  - Hakaa käyttäviä palveluita on yli 160, joihin tehtiin n. 11 miljoonaa kirjautumista vuonna 2013

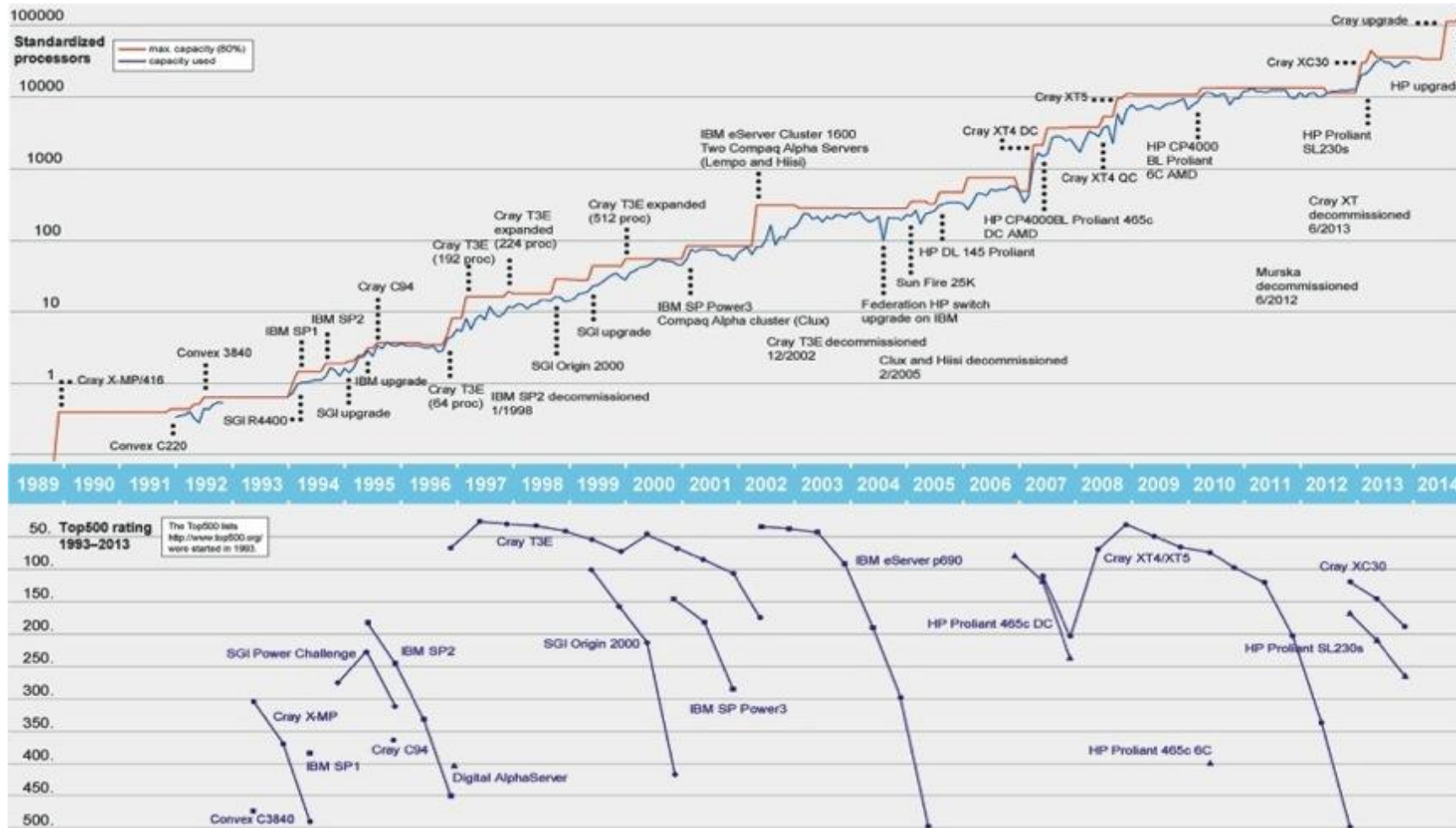
## OKM ostaa CSC:ltä korkeakouluille neljä palvelukokonaisuutta

1. Korkeakoulujen ja tutkimuksen tietoverkko Funet
2. Koulutuksen ja tutkimuksen tietohallinnon palvelut
3. Tieteen ja kulttuurin kansallisen tietoinfrastruktuurin palvelut
4. **Tieteellisen laskennan palvelut korkeakouluille**

Opetus- ja kulttuuriministeriö (OKM) tukee ostamillaan palveluilla kaikkien korkeakoulujen käytettävissä olevin ja yhteentoimivin ratkaisuin suomalaisen tutkimuksen toimintaedellytyksiä ja korkeakoulujen rakenteellista kehittymistä.

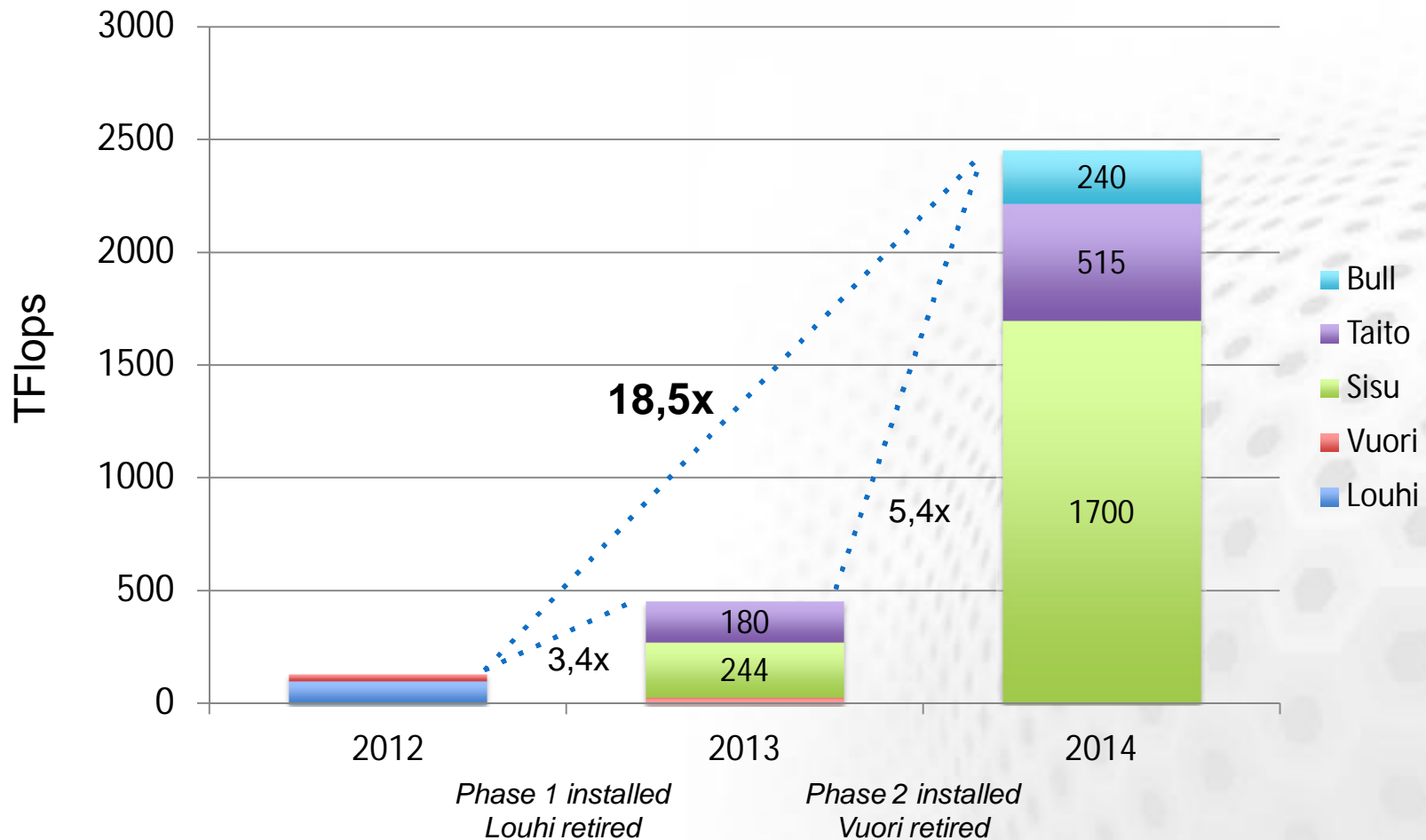


# CSC:n laskentakapasiteetti 1989–2014



2014: Aktiivisia laskentaprojekteja käynnissä 700 ja 4250 rekisteröitynyttä asiakasta

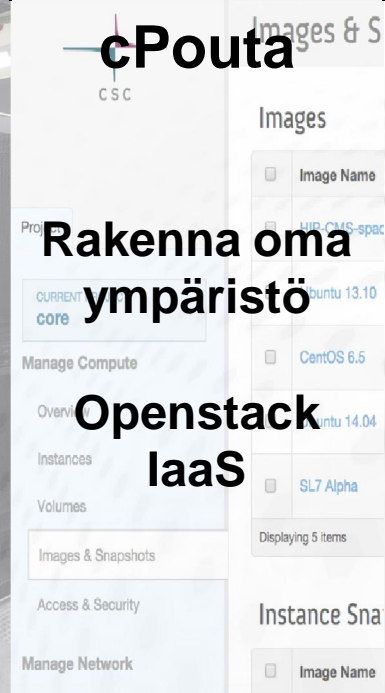
# Laskentakapasiteetti 2012-2014





# CSC:n Laskentapalvelut



Suoritus- kyky	Kapasiteetti	Erikois- prosessorit	Pilvi	Hosting
 <p><b>Sisu</b></p> <p>Massiiviset rinnakkaisajot</p> <p>Pohjolan tehokkain</p>	 <p><b>Taito</b></p> <p>Yleiskäyttö Iso muisti</p> <p>&gt;100 sovellusta</p>	 <p><b>Bull/Taito-laajennus</b></p> <p>Visualisointi Erikoiskoodit</p> <p>Nvidia GPU Intel Xeon Phi</p>	 <p><b>cPouta</b></p> <p>Rakenna oma ympäristö</p> <p>Openstack laaS</p>	 <p><b>Kajaani Espoo</b></p> <p>Energiatehokasta ja turvallista konesali-kapasiteettia</p> <p>Palvelimet</p>
 <p><b>Backup</b></p>  <p><b>Arkistointi</b></p> <p><b>Tallennuspalvelut</b></p>				

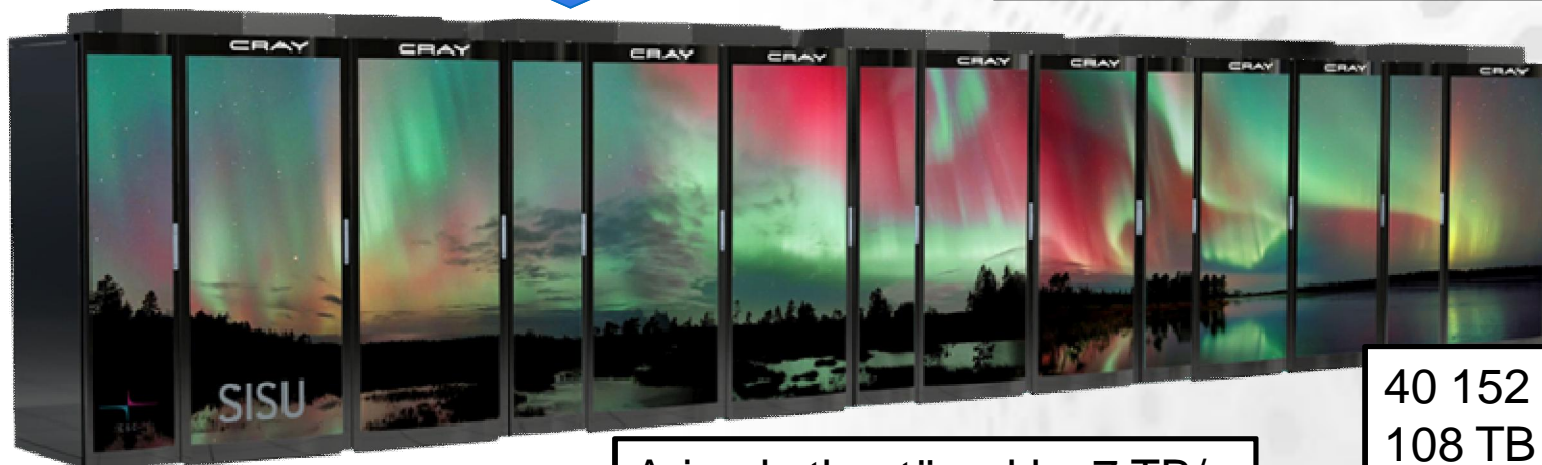
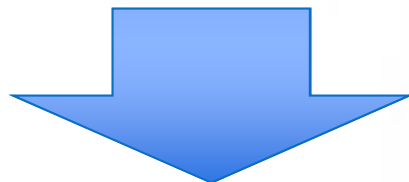
# CSC:n Laskentapalvelut



Suoritus- kyky	Kapasiteetti	Erikois- prosessorit	Pilvi	Hosting
<b>Sisu</b>  40 512 ydintä  Aries-verkko	<b>Taito</b>  18 816 ydintä (11/2014)  InfiniBand- verkko	<b>Bull/Taito- laajennus</b>  996 ydintä  76 Nvidia K40 GPU  90 Intel Xeon Phi 7120X	<b>cPouta</b>  Ytimiä varataan Taito- klusterista	<b>Kajaani Espoo</b>
<b>&gt;4PB, ~ 100GB/s</b>				

**Tallennuspalvelut**

# Sisu Cray XC30->40 -päivitys



5+3 uutta kabinettia  
Uudet Haswell-prosessorit  
Lisää muistia  
7x suorituskyky  
~2x energiankulutus

Aries-kytkentäverkko 7 TB/s

40 152 ydintä  
108 TB muistia  
680 kW  
15 384 kg

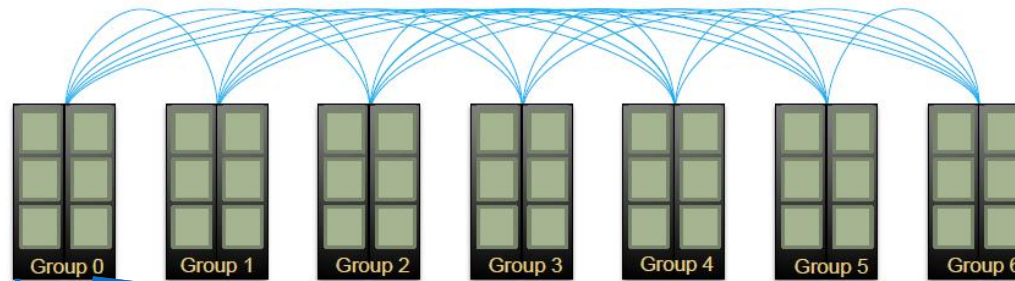


# Uudet Intel Haswell E5 -prosessorit

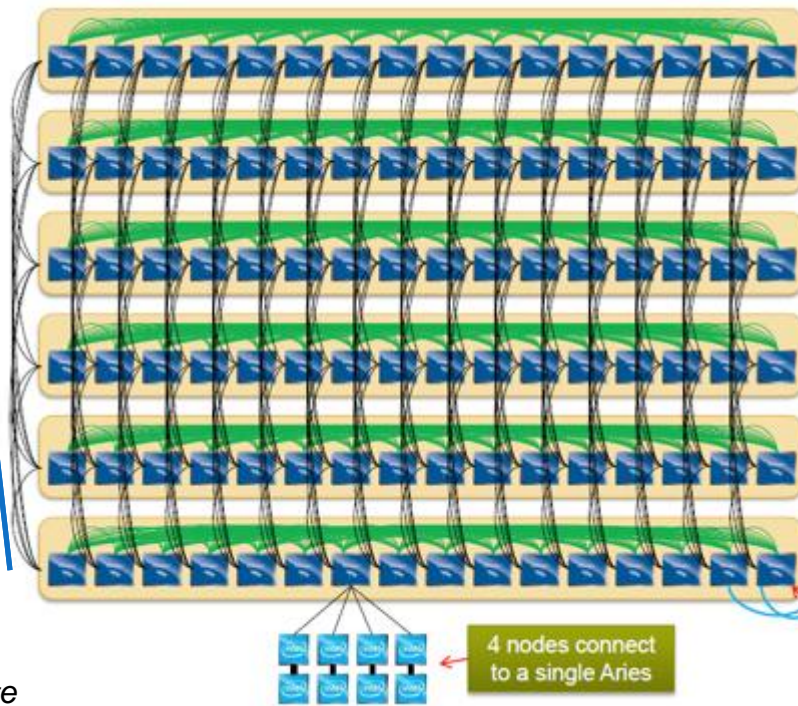
- Intel Xeon E5-2690v3 2,6 GHz
  - 12 ydintä/CPU (+50%)
  - AVX2 -käskyt (2x max flops/GHz)
  - DDR4 -muistit
  - “Energy-to-solution” parhaimmillaan 1/3 vs. Sandy Bridge
- CSC ensimmäisiä asiakkaita maailmassa
  - Sisu päivitetty 7/2014
  - Taito päivitetään 11/2014



# Aries -kytkentäverkko



All-to-all network  
between groups



2 dimensional  
all-to-all network  
in a group

Optical uplinks to  
inter-group net

CSC presentation

Source:  
Robert Alverson, Cray  
Hot Interconnects 2012 keynote

# Aries-verkon suorituskyky

max latenssi p-t-p: 2,1 us



9 000 000 x

=

1,75 x



OR



1080p Netflix -streamia

Keskimääräinen Euroopan  
kuluttaja-IP -liikenne (~4TB/s) 2013



# Taito

- HP SL -palvelinklusteri yleiskäyttöön
  - 576 dual-CPU 8 core E5-2670 (Sandy Bridge) -noodia
  - 400 dual-CPU 12 core E5-2690v3 (Haswell) -noodia
    - Asennetaan 11/2014
  - Yhteensä n. 18 800 ydintä
  - Suurimuistisia noodeja
    - 390 x 128GB ; 10 x 256GB ; 2 x 1,5TB
- 56G bit/s FDR InfiniBand –verkko
- Runsas valikoima sovelluksia



# Taito-kiihdytinlaajennus

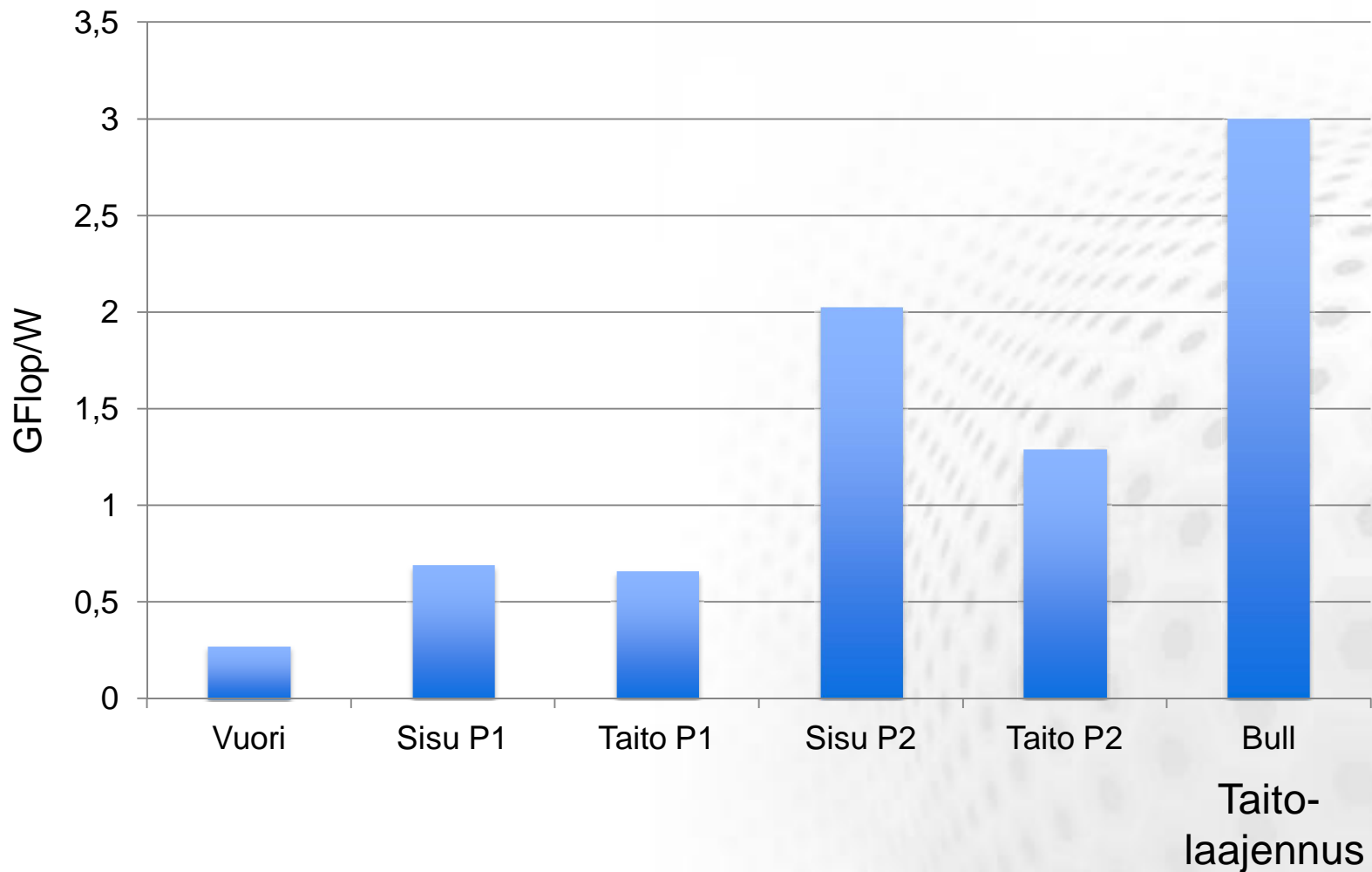
- Bull DLC 715
  - Erikoisuutena suora nestejäähdytys
- Erikoisprosessoreita laskentaan
  - 72 Nvidia Tesla K40 GPGPU
  - 90 Intel Xeon Phi 7120X
- Erittäin suorituskykyisiä ja energiatehokkaita
  - Porttaus ja optimointi vielä melko vaativaa
- GPUita voi käyttää visualisointiin
  - Esim. VirtualGL
- Kytketty loogisesti osaksi Taito-klusteria



# Kuvia Taito-kiihdytinlaajennuksesta



# Järjestelmien energiatehokkuus



# Taito ja Sisu: käyttö

- ➡ Koodaa itse, tyyli “vapaa”
  - Suosittuja kieliä **C/C++**, **Fortran**, **Python**, **R**
    - ➡ GPUilla **CUDA**, **OpenCL**, **OpenACC**
  - Rinnakkaistukseen: **MPI**, **OpenMP**
  - Matemaattiset aliohjelmakirjastot
  - Suorituskykytyökalut
- ➡ Asenna omat sovellukset
  - Edellytys: Linux-yhteensopivuus
- ➡ Käytä valmiita sovelluksia (~200kpl)
  - mm. **Gromacs**, **GPAW**, **MATLAB**, **Elmer**, **Mathematica**, **Abaqus**, **Ansys**, **Fluent**

# Kansainväliset resurssit

## ● PRACE Tier-0

- Laskenta-aikaa (  $n \times 10\,000\,000$  coreh) Tier-0 –superkoneista (~ Top 10/500) erittäin hyvin rinnakkaistuville töille (min ~ 10 000 ydintä)
- Tiukka kv. tieteellinen ja tekninen evaluointi
- CSC auttaa hakemusten laatimisessa
- Suomalaiset tutkijat ovat menestyneet hyvin

## ● PRACE Tier-1/DECI

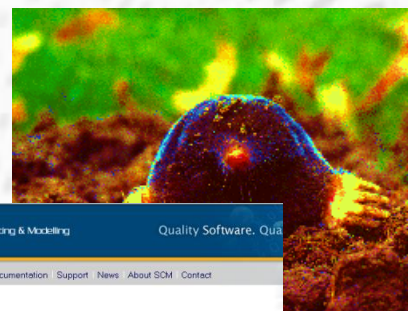
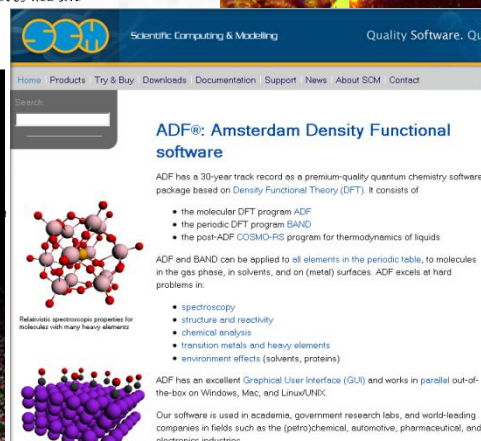
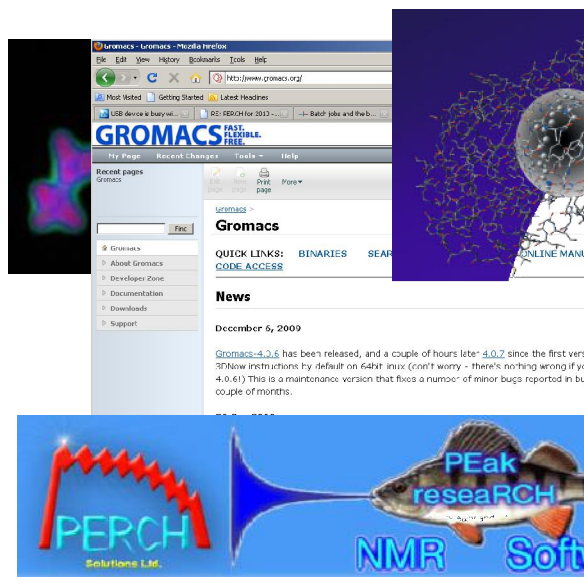
- Vähän pienemmille töille
- Kansallinen evaluaatio



- 4.0 PB nopeaa HPC-levyä
  - \$HOME-hakemisto (Lustre)
  - \$WRKDIR (*ei back up*), soft quota 5 TB / käyttäjä
  - Projekteille jopa 100 TB
- HPC Archive
  - 2 TB / käyttäjä, näkyy Sisulle ja Taidolle
  - Jopa 100 TB / projekti
- 3 PB tilaa TTA/IDA:n kautta: PAS & jakaminen
  - 1 PB yliopistoille
  - 1 PB Suomen akatemialle
  - 1 PB SA /ESFRI-hankkeille
  - Kapasiteettia voidaan tarvittaessa kasvattaa

# CSC:n sovellukset ja tietokannat

- Yli 200 tieteellistä ohjelmisto ja tietokantaa: [research.csc.fi/software-for-science](http://research.csc.fi/software-for-science)
- Tyypillisesti vain akateemiset lisenssit
- Etuja konsortioilla: paremmat hinnat, jatkuvuus, ylläpito, tuki ja koulutus



## Software and databases

Through Funet network researchers can access software and databases in Finland.

## Fields of science

- Biosciences
- Chemistry
- Computational drug design
- Computational fluid dynamics
- Earth sciences
- Language research
- Mathematics
- Nanoscience
- Physics
- Statistics
- Structural analysis
- Visualisation

## Biosciences

BLAST	Sequence database homology search
Bodil	Protein modeling and visualization
Boolean Best Fit	Gene regulatory network model
CD-HIT	Sequence clustering tool
CHARMM	Molecular mechanics and dynamics
ClustalW	Multiple sequence alignment
dbEST	EST sequences
decomptool	Decomposition of bioinformatics data
Delphi	Electrostatic potential
DHSMAP	LD-based fine mapping
DISCOVER	Molecular mechanics and dynamics
DiscoveryStudio	Molecular modeling and simulation
EMBL	Nucleotide sequences
EMBOSS	sequence analysis package
ENZYME	enzyme data
EPD	eukaryotic promoters
exonerate	Sequence alignment program
FASTA	Sequence database search
FBAtool	A program for flux balance analysis
genehunter	Parametric and nonparametric methods
GeneSpring GX	DNA microarray data analysis
GenomatrixSuiteP	Promoter analysis software
haplo	estimation of multi-site genotypes
haploassoc	Gene mapping
haploview	Gene mapping
HMMER	Profile HMMs for protein families
IMGT	immunological sequence database

# Tuki

- Päivittäinen/helpdesk-tuki
  - Ohjelmointiympäristö: kääntäminen, linkkaaminen, kirjastot, ohjelmointityökalut
  - [servicedesk@csc.fi](mailto:servicedesk@csc.fi)
- Oppaat
  - CSC:n käyttöympäristö
  - Koneiden käyttöoppaat
- Menetelmätuki
  - Ohjelmien porttaaminen
  - Rinnakkaistaminen
  - Optimointi
  - Algoritmikehitys
- Tiedetuki
  - Ohjelmistojen käyttö

# Koulutus

- Kattava valikoima kursseja
  - Ohjelmointi: Fortran, Python
  - Rinnakkaistaminen: MPI, OpenMP
  - Optimimointi
  - Kiihdyttimet/erikoisprosessorit: CUDA, OpenACC
  - Tieteelliset ohjelmistot
- Huippuluokan kouluttajat, PATC-status
- [research.csc.fi/courses](https://research.csc.fi/courses)

# Konesalipalvelut

- Räättälöityjä ratkaisuja energiatehokkaissa konesaleissa
  - Kajaani
  - Espoo
- Hosting
  1. Konesalitalan vuokraus
  2. Räättälöity järjestelmä: Palvelimien hankinta CSC:n kautta, asiakas ylläpitää itse
  3. Räättälöity järjestelmä: Jaettu ylläpitovastuu CSC:n ja asiakkaan kesken
  4. Räättälöity järjestelmä: CSC hoitaa ylläpidon avaimet-käteän periaatteella
  5. Dedikoitua kapasiteettia CSC:n laskentaympäristöstä
- Konsultointi
- Konesaliratkaisujen (tilat, jäähdytys) hankinta & käyttöönotto

## Miksi CSC?

- Alan uusimmat teknologiat
- Kattava kirjo palveluita
- Suomen parhaat HPC-asiantuntijat
- Tietoturvallisuus (ISO27001:2013)
- Erittäin kilpailukykyinen hinnoittelu
- Yksinkertainen laskutusmalli
- Erinomaiset verkkoyhteydet
- Data pysyy Suomessa
- Erittäin korkea uptime

ORGANISATION  
CERTIFIED BY

**Inspecta**

ISO/IEC 27001



# Kiitos!

[jussi.heikonen@csc.fi](mailto:jussi.heikonen@csc.fi)

[research.csc.fi](http://research.csc.fi)

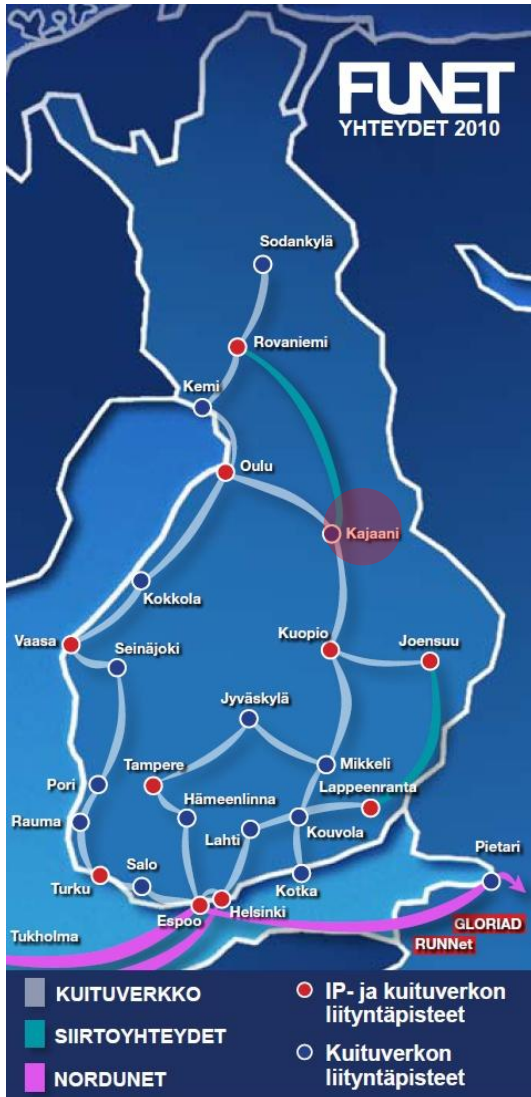
# CSC at glance



- Founded in 1971
- Owned by Ministry of Education and Culture
- Operates on a *non-profit* principle
- Staff ~255 people
- Facilities in Espoo and Kajaani
- **Free of charge services for higher education institutions in Finland**



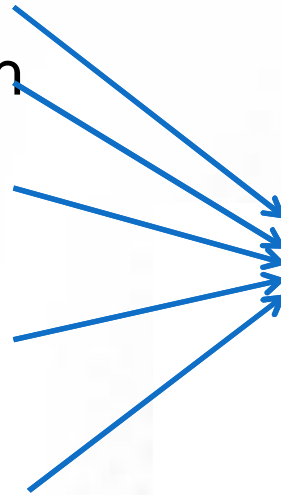
# Datacenter CSC Kajaani



# CSC's Services



- FUNET Services
- Services for Research
  - Computing Services
  - Application Services
- Data Services for Science and Culture
- Information Management Services



Universities  
Polytechnics  
Ministries  
Public sector  
Research centers  
Companies





# Users

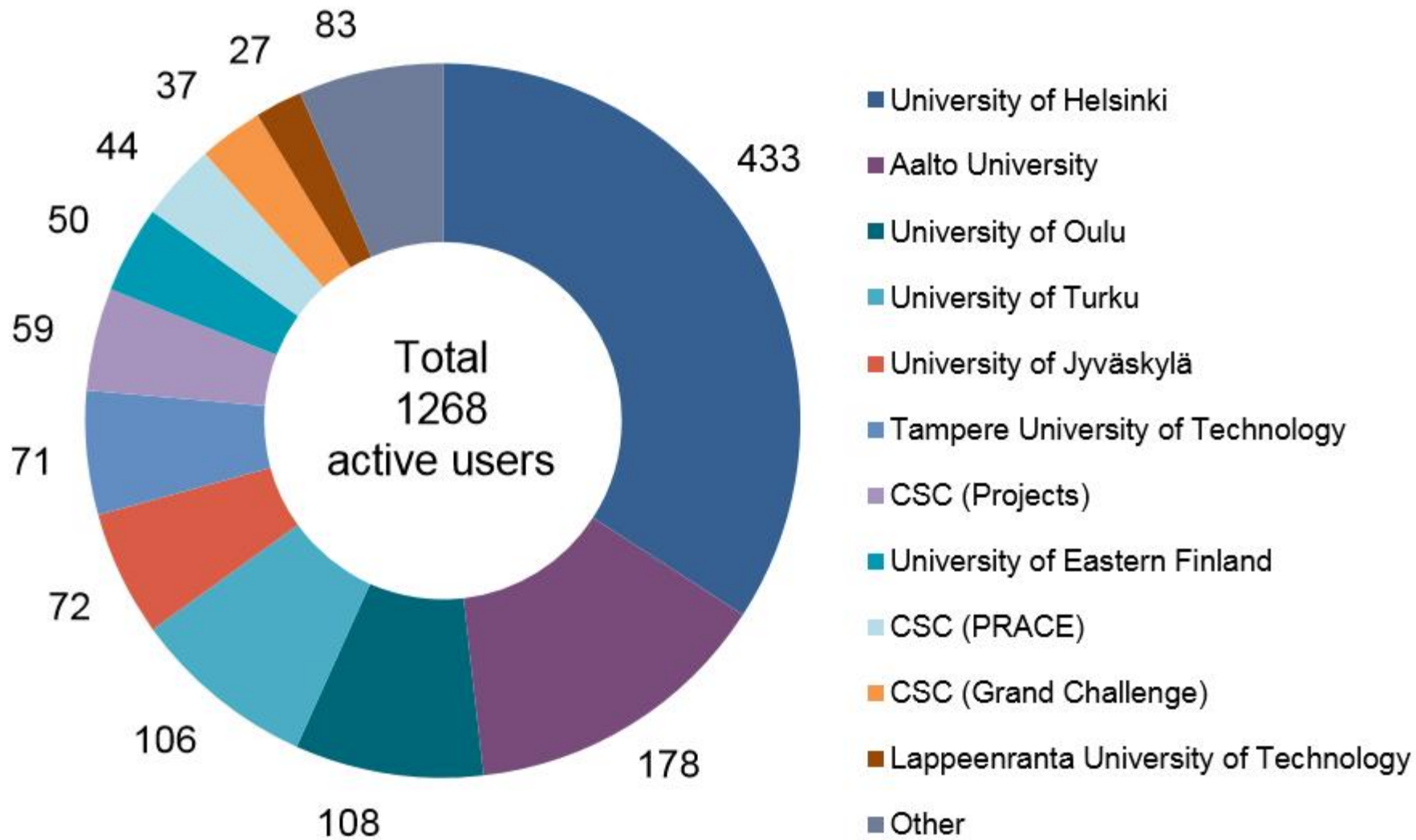


- About 700 active computing projects
  - 3000 researchers use CSC's computing capacity
  - 4250 registered customers
- Haka-identity federation covers all universities and higher education institutes (287 000 users)
- Funet - Finnish research and education network
  - Total of 370 000 end users



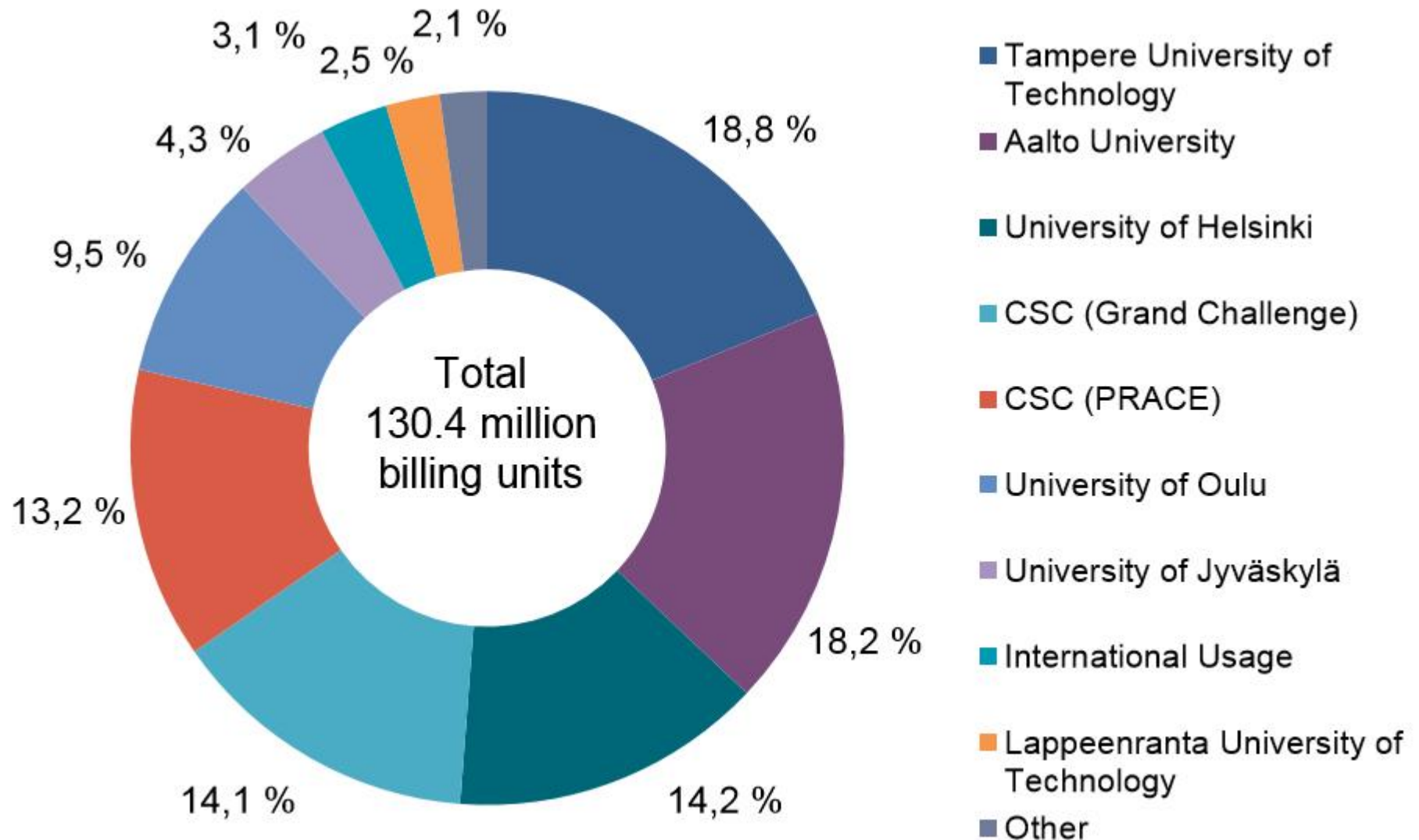
# Users of computing resources by organization

## 1H2014





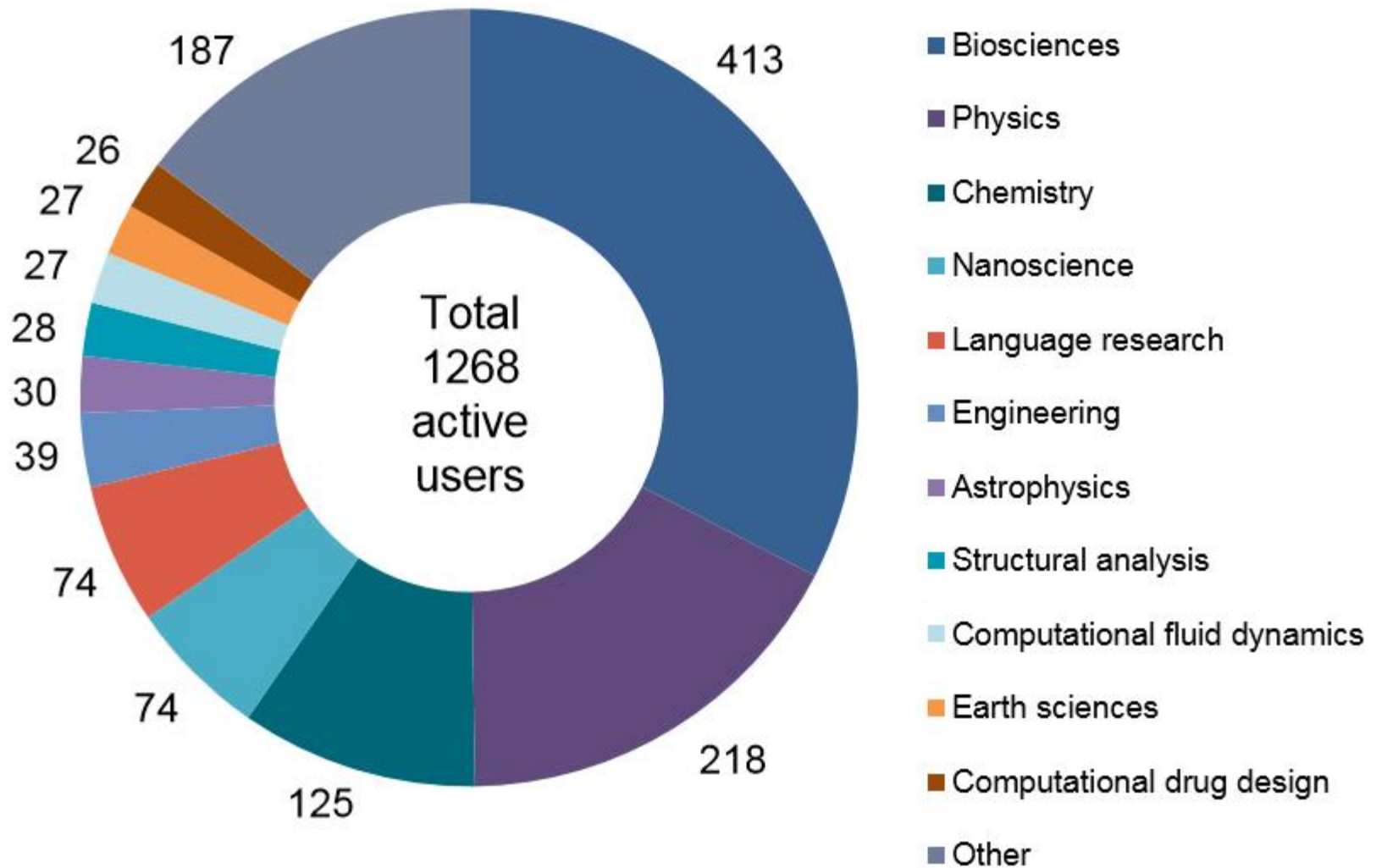
# Computing usage by organization 1H2014



# Users of computing resources by discipline

## 1H2014

CSC



# Computing usage by discipline 1H2014

