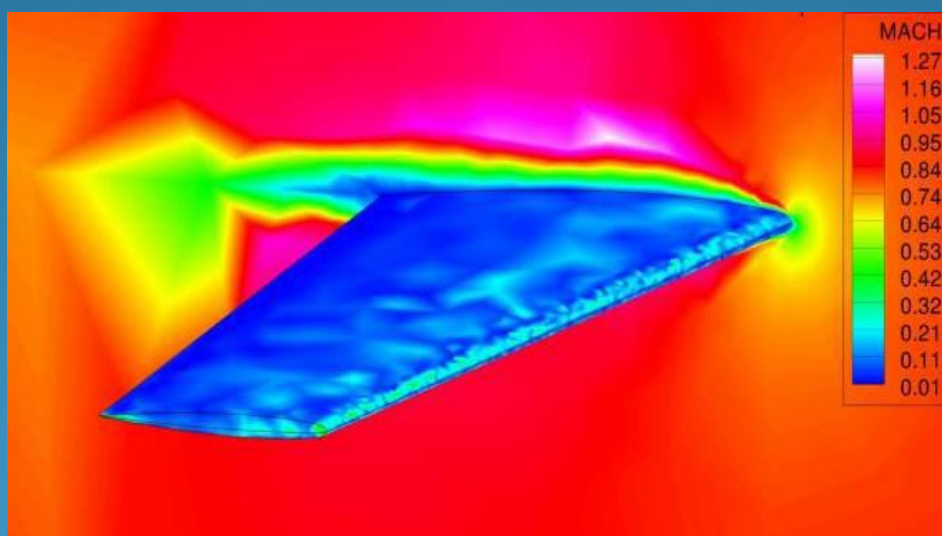


Projekt ESF č. CZ.1.07/2.3.00/09.0155

# VYTVOŘENÍ A ROZVOJ TÝMU PRO NÁROČNÉ TECHNICKÉ VÝPOČTY NA PARALELNÍCH POČÍTAČÍCH NA TU V LIBERCI



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

PROJEKT JE SPOLUFINANCOVÁN EVROPSKÝM SOCIÁLNÍM FONDEM A STÁTNÍM ROZPOČTEM ČESKÉ REPUBLIKY.

## Anotace

Paralelní výpočty jsou založené na kombinaci hardwaru obsahujícím několik výpočetních jader nebo procesorů a pokročilého softwaru, jež umožní zpracovat různé instrukce či úlohy současně. Většina dnes prodávaných procesorů obsahuje minimálně dvě jádra, a pokud nějaká aplikace dokáže využít pouze jedno z nich, pak zřejmě nezůstane dlouho konkurenceschopná v soutěži s aplikacemi, které umí využít možnosti hardwaru efektivněji.

V posledních letech se také v oblasti moderních výpočetních metod pro řešení náročných technických a přírodovědných problémů rozvíjí postupy, které lze efektivně implementovat na paralelních počítačích. Úspěch při jejich řešení závisí na volbě vhodných numerických metod a jejich efektivní implementaci.

Cílem projektu je vytvořit na Technické univerzitě v Liberci tým odborníků, který zvládne řešení složitých úloh na paralelních počítačích. Tým je nejprve nutné seznámit se současným stavem poznatků a naučit jej prakticky implementovat paralelní algoritmy. Do projektu budou zapojeni také studenti a doktorandi.

Projekt ESF č. CZ.1.07/2.3.00/09.0155 Vytvoření a rozvoj týmu pro náročné technické výpočty na paralelních počítačích na TU v Liberci



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Cíle projektu

- vytvořit a stabilizovat na Technické univerzitě v Liberci tým odborníků zaměřený na moderní výpočetní postupy
- podpořit provázanost týmu se špičkovými pracovišti Technické univerzity v Liberci
- pořádat školení se zaměřením na moderní výpočetní postupy a paralelní programování
- zapojit studenty se zájmem o tuto problematiku prostřednictvím projektů, bakalářských, diplomových a doktorských prací
- zatraktivnit výuku matematických předmětů
- pořádat vědecké konference
- zvát odborníky z ČR i ze zahraničí
- spolupracovat na řešení konkrétních úloh pro technické aplikace
- referovat výsledky dosažené členy týmu na seminářích a konferencích doma i v zahraničí
- podpořit mladé vědecké pracovníky

Projekt ESF č. CZ.1.07/2.3.00/09.0155 Vytvoření a rozvoj týmu pro náročné technické výpočty na paralelních počítačích na TU v Liberci



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Proč se učit paralelnímu programování?

- Umožňuje řešit větší a složitější problémy, které není možné nebo praktické řešit na běžném počítači, například modelování jaderné reakce, analýza lidského genomu, modelování obtékání turbíny nebo raketoplánu, implementace internetového vyhledávače, předpovědi počasí a další.
- Šetří čas a peníze tím, že úloha bude vyřešena rychleji a efektivněji využije strojový čas.
- Umožňuje překonat fyzikální omezení na přenosovou rychlost a na miniaturizaci při vývoji stále rychlejších procesorů propojením několika běžných procesorů.
- Více než 60 % z TOP500 nejvýkonnějších superpočítačů je využíváno v komerční sféře - nejčastěji ve financích.
- Většina současných počítačů obsahuje procesor s několika jádry a dokáže tedy využít paralelní programy.
- Umožňuje využívat vzdálené zdroje, například projekty SETI a FOLDING.

Projekt ESF č. CZ.1.07/2.3.00/09.0155 Vytvoření a rozvoj týmu pro náročné technické výpočty na paralelních počítačích na TU v Liberci



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



# Témata kurzů a školení v rámci projektu

## Pro doktorandy a zaměstnance

- počítačový software a hardware
- operační systém Linux
- paralelní programování
- moderní numerické metody
- knihovny pro numerické výpočty



## Pro studenty a další zájemce

budou pořádány úvodní přednášky o paralelních počítačích a paralelním programování, od elementárních modelů paralelních architektur a ukázek úloh z technické praxe, přes základní druhy paralelního programování pomocí vláken či zasílání zpráv, až ke konkrétním paralelně zpracovaným úlohám.



Projekt ESF č. CZ.1.07/2.3.00/09.0155 Vytvoření a rozvoj týmu pro náročné technické výpočty na paralelních počítačích na TU v Liberci

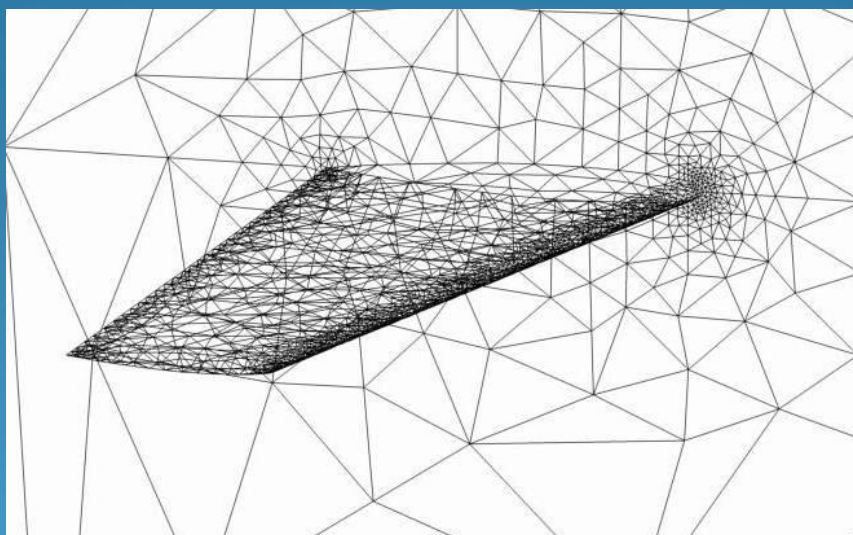


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

PROJEKT JE SPOLUFINANCOVÁN EVROPSKÝM SOCIÁLNÍM FONDEM A STÁTNÍM ROZPOČTEM ČESKÉ REPUBLIKY.

## Inovace předmětů

- V rámci vybraných **matematických předmětů** se studenti seznámí se základy paralelního programování a jednoduchými aplikacemi v numerické matematice.
- V rámci vybraných **informatických předmětů** se studenti seznámí s různými aspekty paralelního programování. Například s paralelními výpočty v prostředí MATLAB, které je vhodné jak pro vědeckotechnické výpočty, tak i pro vzdělávací účely, neboť programování v něm je jednodušší než třeba ve Fortranu nebo v jazyce C.



Projekt ESF č. CZ.1.07/2.3.00/09.0155 Vytvoření a rozvoj týmu pro náročné technické výpočty na paralelních počítačích na TU v Liberci



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

PROJEKT JE SPOLUFINANCOVÁN EVROPSKÝM SOCIÁLNÍM FONDEM A STÁTNÍM ROZPOČTEM ČESKÉ REPUBLIKY.

# Nejvýkonnější počítače světa (www.top500.org, červen 2010)

## 1. Jaguar (USA)

- Cray XT5-HE Opteron Six Core 2.6 GHz
- 37 376 procesorů typu Six-Core AMD Opteron 2.6 GHz,
- 7 832 procesorů typu Quad-Core AMD Opteron 2.6 GHz,
- 26 520 uzlů s celkově 255 584 jádry



*Se svolením National Center for Computational Sciences,  
Oak Ridge National Laboratory*

## 2. Nebulae (Čína)

- Dawning TC3600 Blade, Intel X5650, NVidia Tesla C2050 GPU

## 3. Roadrunner (USA) - BladeCenter QS22/LS21 Cluster, PowerXCell 8i 3.2 Ghz / Opteron DC 1.8 GHz, Voltaire Infiniband

## 4. Kraken XT5 (USA) - Cray XT5-HE Opteron Six Core 2.6 GHz

## 5. JUGENE (Německo) - Blue Gene/P Solution, PowerPC 450 850 Mhz

V **České republice** je nejvýkonnější paralelní systém **AMÁLKA** v Ústavu fyziky atmosféry AV ČR, který využívá 356 procesorů Intel XEON (**800 jader**) o výkonu 6,38 Tflops pro náročné numerické výpočty a experimenty v rámci spolupráce s ESA a NASA.

Na **Technické univerzitě v Liberci** je nejvýkonnější výpočetní cluster **HYDRA** na Fakultě mechatroniky, informatiky a mezioborových studií, obsahující celkem **82 jader**.

- 12 uzlů Dell PowerEdge 1950: 2x Intel Xeon 5140 2.33GHz/4MB 1333FSB, tj. 48 jader
- 17 uzlů Sun Fire V20z: 2x AMD Opteron 252, 2600 MHz (1 jádro), tj. 34 jader

Projekt ESF č. CZ.1.07/2.3.00/09.0155 Vytvoření a rozvoj týmu pro náročné technické výpočty na paralelních počítačích na TU v Liberci



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

PROJEKT JE SPOLUFINANCOVÁN EVROPSKÝM SOCIÁLNÍM FONDEM A STÁTNÍM ROZPOČTEM ČESKÉ REPUBLIKY.



## Informace o projektu

Podrobné informace o obsahu a aktivitách pořádaných v rámci projektu **Vytvoření a rozvoj týmu pro náročné technické výpočty na paralelních počítačích na TU v Liberci** naleznete na webových stránkách projektu:

<http://kmd.fp.tul.cz/ESF1615/esf1615.htm> .



## Kontaktní osoba projektu

**RNDr. Václav Finěk, Ph.D.**

TU v Liberci, FP – KMD, Studentská 2, 461 17 Liberec 1

tel.: 485 352 306, fax: 485 352 332, e-mail: [vaclav.finek@tul.cz](mailto:vaclav.finek@tul.cz)

Převzaté obrázky: *Modelování křídla letadla* - J. Hozman, M. Holík  
*Jaguar* - <http://www.nccs.gov/media-center/image-gallery/?album=1&gallery=1>

Projekt ESF č. CZ.1.07/2.3.00/09.0155 Vytvoření a rozvoj týmu pro náročné technické výpočty na paralelních počítačích na TU v Liberci



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

PROJEKT JE SPOLUFINANCOVÁN EVROPSKÝM SOCIÁLNÍM FONDEM A STÁTNÍM ROZPOČTEM ČESKÉ REPUBLIKY.