



## Astronomické projekty na internete a ich využitie vo vyučovaní fyziky a prírodovedných predmetov

Peter Hanisko<sup>1</sup>, Pedagogická fakulta, Katolícka univerzita v Ružomberku

Na internete existuje v súčasnosti veľa vedeckých projektov, ktoré po celom svete využívajú počítače pripojené na internet na spracovávanie dát. Tieto vedecké projekty, ktoré sa v súčasnosti na celom svete stretávajú s veľkým ohlasom, sú založené na využívaní distribuovaných výpočtov. Astronómia, astrofyzika a kozmológia sú vedecké odvetvia, ktoré sú pre neustále exponenciálne rastúce množstvo dát najvhodnejšie pre projekty využívajúce distribuované výpočty. Pre žiakov a študentov je zapojenie sa do takýchto vedeckých projektov významným motivačným prvkom vo vzdelávaní.

### Úvod

Takmer všetky prírodovedné predmety (fyzika, chémia, biológia, apod.) a matematika v súčasnosti zaznamenávajú zo strany žiakov a študentov na všetkých stupňoch škôl znížený záujem o ich štúdium. Zmeniť daný stav je možné zvýšenou motiváciou žiakov a študentov k štúdiu prírodných vied. Veda, pomocou ktorej je možné prírodné vedy žiakom a študentom na všetkých stupňoch škôl sprístupniť zaujímavou formou, je **astronómia**, ktorá vzhľadom na objekt svojho skúmania, t. j. vesmír, je veľmi prítlačlivá pre všetky vekové kategórie. Integruje v sebe poznatky takmer všetkých, nielen prírodných, ale často aj humanitných vied.

Už dlhšiu dobu na internete existujú vedecké projekty, ktoré po celom svete využívajú počítače pripojené na internet na čiastkové spracovávanie dát a výpočty vo viacerých, najmä prírodovedných disciplínach.

Zapojenie žiakov a študentov do aktívneho poznávania vďaka zapojeniu do týchto projektov je realizované atraktívnou formou, čo ich motivuje, prispieva k trvanlivosti poznatkov, k zvyšovaniu názornosti a k uplatneniu vedeckého prístupu v poznávaní okolitého sveta. Je to veľká príležitosť pre učiteľov, aby takto oboznámili žiakov a študentov so skutočnými astronomickými dátami a metódami ich spracovania.

### Vedecké projekty na internete

Na internete v súčasnosti je možné nájsť veľké množstvo možností ako sa zapojiť do rôznych vedeckých projektov, a tak dobrovoľne využiť vlastný počítač na rôzne vedecké účely. Najvhodnejšie je to v čase, keď počítač je využívaný len na písanie, na administratívnu prácu napríklad v účtovníckom programe, pri sťahovaní dát z internetu, pri sledovaní filmu alebo počas prestávky v práci alebo pri štúdiu a na ten čas sa počítač neoplatí vypínať. Do takýchto vedeckých projektov na internete sa môže zapojiť každý, aj v prípade, že nie je odborník v danom vednom odbore. Práve takíto ľudia v súčasnosti veľkou mierou pomáhajú v rôznych oblastiach modernej vedy. Pre zapojenie sa do projektov je okrem aspoň minimálneho záujmu o vedu a vedecký výskum potrebné mať k dispozícii osobný počítač alebo notebook a pripojenie na internet. [3]

Keďže väčšina osobných počítačov na svete využíva svoj plný výpočtový potenciál len veľmi malú časť svojej prevádzkovej doby, je veľká škoda tieto počítače s takto nevyužitým výkonom nevyužiť na vedecký výskum. Práve na takomto princípe funguje vedecký výskum využívajúci tzv. distribuované výpočty, ktorý je určený pre všetkých, ktorí chcú prostredníctvom svojich osobných počítačov na diaľku pomôcť vedcom pri rozvoji moderných technológií a vedy. [3]

### Ako pracujú projekty s distribuovanými výpočtami

Pod pojmom distribuované výpočty je možné si predstaviť niečo, čo využíva výpočtový výkon počítača v čase, keď sa na ňom práve aktívne nepracuje. Astronómia, astrofyzika a kozmológia sú vedné odvetvia, v ktorých s digitalizáciou začalo exponenciálne rásť aj množstvo dát (jedná sa o desiatky až stovky terabytov dát), takže pre projekty využívajúce distribuované výpočty sú najvhodnejšie.

<sup>1</sup> peter.hanisko@ku.sk

Na svete existujú desiatky rôznych vedeckých projektov z rôznych vedných oblastí, ktoré prostredníctvom distribuovaných výpočtov distribuujú svoje dáta na spracovanie na osobných počítačoch zaregistrovaných dobrovoľníkov. Pri vedeckom výskume založenom na distribuovaných výpočtoch vo veľkej miere platí známe porekadlo „*Keď neprší, nech aspoň kvapká*“. Práve v tomto prípade „*padajú kvapky*“ z veľkého množstva počítačov po celom svete vo forme obrovského výpočtového výkonu, ktorý niekoľkonásobne prevyšuje výkon aj tých najväčších superpočítačov. Prostredníctvom distribuovaných výpočtov sa otvára cesta aj jednotlivcom, malým vedeckým tímom alebo školám, ktoré nemajú prostriedky na prácu na veľkých superpočítačoch a na svojom počítačovom vybavení by tým strávili desiatky, možno aj stovky až tisícky hodín. [3]

## System BOINC

Názov BOINC je skratkou z anglického **B**erkeley **O**pen **I**nfrastructure for **N**etwork **C**omputing. Tento softvér bol vyvinutý a aj naďalej je zdokonaľovaný na Univerzite v Berkeley v Kalifornii a od začiatku je vyvíjaný ako „*open source*“. Je špeciálne vyvinutý pre rôzne vedecké, vysoko výpočtovo náročné distribuované výpočty, využívajúci dobrovoľne poskytnuté počítače pripojené na internet. [2]



Systém BOINC bol od začiatku vyvíjaný ako multiprojektový, to znamená, že je možné zapojiť sa do viacerých projektov súčasne. Záujemcovia si vyberú projekt alebo projekty, na ktorom alebo ktorých sa chcú podieľať, a zároveň, koľko zo systémových prostriedkov svojho počítača alebo počítačov (najmä v prípade škôl) chcú na konkrétny projekt alebo projekty poskytnúť. Je možné zapojiť sa do projektov z rôznych, najmä prírodovedných odborov súčasne. Neustále vznikajú nové a zaujímavé projekty, ktoré pre dobrú vec dokážu využiť milióny počítačov dobrovoľníkov na celom svete. Výber konkrétného projektu alebo projektov, do ktorých je možné sa zapojiť, záleží len na každom záujemcovi. Väčšina projektov svoje výsledky zverejňuje, či už na internete, v odborných a vedeckých časopisoch alebo sa jedná o celosvetovo uznávané vedecké inštitúcie, ktoré už zo svojej samotnej podstaty sú prospešné pre celý svet bez ohľadu na to, kde sa nachádzajú. [11]

Systém BOINC pozostáva zo servera a klientov, ktorí spolu komunikujú pri distribúcii tzv. „*pracovných jednotiek*“. Na účasť v projektoch združených pod systémom BOINC je potrebné nainštalovať na klientovi „*Boinc manager*“ (obr. 1), čo je jednoduchý softvér, ktorý zabezpečuje správu aplikácií jednotlivých projektov a slúži na nastavenie priebehu výpočtov a na ľahké pripojenie sa k vybranému projektu alebo projektom. [2]

Po nainštalovaní je nie len klientovi, ale aj aplikáciám projektov systémom automaticky pridelená najnižšia priorita, to znamená, akýkoľvek bežne používaný program má na počítači prednosť pred distribuovanými výpočtami. Aplikácie projektov využívajúce distribuované výpočty využívajú len zbytkový výpočtový priestor, maximálne pružne ustupujú softvéru, ktorý užívateľ používa a vo výpočtoch pokračujú, až keď majú k dispozícii opäť aspoň určitú časť výkonu procesora.

Distribúcia práce a výpočty vo všeobecnosti prebiehajú dvomi základnými spôsobmi: [12]

1. Výpočtová práca je rozdelená na veľké množstvo malých častí, pracovných jednotiek, ktoré sú rozosielené na spracovanie registrovaným dobrovoľníkom. Na počítači je jedna takáto pracovná jednotka, ktorej veľkosť je niekoľko kilobytov, spracovaná a potom automaticky odoslaná späť do centra projektu, kde dochádza k spätnému spojeniu jednotlivých častí a ku kontrole výsledkov. Takýmto spôsobom prebiehajú výpočty napríklad na projekte SETI@Home, Einstein@Home, Predictor@Home apod.
2. Spracovávanie prostredníctvom kompletných modelov, ktoré sa od seba odlišujú len nastavením vstupných parametrov. Výsledky týchto modelov sa priebežne odosielať po častiach a po ich kompletnom spracovaní na počítači registrovaného dobrovoľníka sa porovnávajú. Takéto výpočty nie sú náročnejšie len časovo, ale tiež aj na priestor na pevnom disku. Takýmto spôsobom prebiehajú práce a spracovávajú sa výsledky napríklad na projektoch Climateprediction.net, Malariacontrol apod.

The screenshot shows the BOINC Manager interface. On the left, there are buttons for 'Aktualizovat', 'Pozastavit', 'Nepřijímat další práci', 'Restartovat projekt', 'Opustit', and 'Vlastnosti'. Below these are 'Webové stránky' and a link to 'DistrRTgen'. The main table lists projects with columns: Projekt, Účet, Tým, Kredit, Průměrný kredit, Rozdělení práce, and Stav. The status column shows various states like 'Přenos odložen' and 'Zakázáno přijímat další práci'.

| Projekt                           | Účet               | Tým                 | Kredit     | Průměrný kredit | Rozdělení práce | Stav                          |
|-----------------------------------|--------------------|---------------------|------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|
| boincsimap                        | Forest and friends | Czech National Team | 608724,69  | 1520,03         | 100 (5,88%)     |                               |
| BURP                              | Forest and friends | Czech National Team | 88938,31   | 0,09            | 100 (5,88%)     |                               |
| climateprediction.net             | Forest and friends | Czech National Team | 637889,00  | 1839,96         | 100 (5,88%)     | Pozastaveno uživatelem        |
| DistributedDataMining             | Forest and friends | Czech National Team | 204468,67  | 3839,68         | 100 (5,88%)     |                               |
| DistrRTgen                        | Forest and friends | Czech National Team | 71654,84   | 5010,18         | 100 (5,88%)     | Přenos odložen 22:01:30       |
| FreeHAL@home                      | Forest and friends | Czech National Team | 1246511,63 | 39,00           | 100 (5,88%)     |                               |
| gerasim@home                      | Forest and friends | Czech National Team | 3020,69    | 0,00            | 100 (5,88%)     |                               |
| lhcatcher                         | Forest and friends | Czech National Team | 57899,68   | 80,32           | 100 (5,88%)     |                               |
| Luxrenderfarm@home                | Forest and friends | Czech National Team | 0,00       | 0,00            | 100 (5,88%)     | Pozastaveno uživatelem        |
| mobac7                            | Forest and friends | Czech National Team | 30797,39   | 79,00           | 100 (5,88%)     |                               |
| orbit@home                        | Forest and friends | Czech National Team | 69392,88   | 12,40           | 100 (5,88%)     | Přenos odložen 05:48:22       |
| Quake-Catcher Network             | Forest and friends | Czech National Team | 9869,22    | 462,60          | 100 (5,88%)     |                               |
| ralph@home                        | Forest and friends | Czech National Team | 84423,57   | 135,01          | 100 (5,88%)     | Zakázáno přijímat další práci |
| The Lattice Project               | Forest and friends | Czech National Team | 24289,82   | 0,08            | 100 (5,88%)     |                               |
| uFluids                           | Forest and friends | Czech National Team | 126023,80  | 57,61           | 100 (5,88%)     |                               |
| VR5: Virus Respiratorio Sincitial | Forest and friends | Czech National Team | 1815,92    | 0,00            | 100 (5,88%)     |                               |
| WUProp@Home                       | Forest and friends | Czech National Team | 20940,10   | 275,73          | 100 (5,88%)     |                               |

Obr. 1 – vzhľad Boinc Managera; niektoré položky sa môžu odlišovať oproti iným verziám, ale funkcie zostávajú rovnaké (<http://www.czechnationalteam.cz/>)

Vzhľadom k tomu, že projekty združené v systéme BOINC sú veľmi rôznorodé, z toho dôvodu sa výrazne odlišujú aj požiadavky na hardvér, ktoré jednotlivé aplikácie vyžadujú. Taktiež sa odlišuje aj čas potrebný na výpočet jednej výpočtovej jednotky. Všetci registrovaní dobrovoľníci systému BOINC majú svoje vlastné možnosti podľa hardvéru, ktorý vlastní a ako ho využívajú. Dôležité je preto poznať nároky jednotlivých projektov, aby zapojenie do nich bolo zmysluplné. Z hľadiska výpočtovej náročnosti, projekty je možné rozdeliť do štyroch základných kategórií: [14]

- **Projekty s vysokými výpočtovými nárokmi.** U týchto projektov výpočet jednej pracovnej jednotky trvá veľmi dlho, spravidla niekoľko dní až týždňov nepretržitého výpočtu. Pri spustení na menej výkonných počítačoch a počítačoch, ktoré sú zapnuté len malú časť dňa je potrebné počítať aj s veľmi dlhým časom na výpočet jednej pracovnej jednotky a dokonca môže byť ohrozený aj hraničný termín (napr. climateprediction.net, Orbit@Home, aplikácia Astropulse v projekte SETI@Home apod.).
- **Projekty s vyššími výpočtovými nárokmi.** Výpočet jednej pracovnej jednotky týchto projektov na jednej strane netrvá príliš dlho (často je to aj menej ako 1 deň), na strane druhej však potrebujú veľa systémových prostriedkov (napr. Rosetta@Home, niektoré aplikácie v rámci World Community Grid apod.).
- **Projekty so strednými výpočtovými nárokmi.** Do tejto skupiny projektov patrí väčšina projektov (napr. SETI@Home, Einstein@Home apod.).
- **Projekty s malými výpočtovými nárokmi.** Tieto projekty sú vhodné aj pre staršie počítače. Nároky na hardvér sú malé, výpočet jednej pracovnej jednotky trvá krátko a taktiež aj hraničný termín je dostatočný (napr. Enigma@Home, Pirates@Home, Artificial Intelligence apod.).

Vedecké projekty na internete, ktoré patria do kategórie dobrovoľných výpočtových projektov, v rámci ktorých sa všetci ľudia bez rozdielu môžu podieľať na vedeckom výskume sú najčastejšie označované koncovkou **@Home**.

## Astronomické projekty na internete zapojené do systému BOINC

V astronómii, astrofyzike a kozmológii má zásadný význam používanie výkonných počítačov, napr. pri výpočtoch modelov stavby vnútra hviezd, modelov vývoja galaxií a ich sústav, veľkoškálovej štruktúry vesmíru, tmavej hmoty a tmavej energie vo vesmíre apod. Väčšina astronomických projektov na internete využívajúce distribuované výpočty sú združené v systéme BOINC.

Vedecký projekt **Asteroids@Home** (<http://asteroidsathome.net/cs/index.html>) je vyvinutý na Astronomickom ústave Karlovej univerzity v Prahe. Využíva výpočtový výkon počítačov zaregistrovaných dobrovoľníkov k riešeniu problémov odvodenia a určenia tvaru a rotačných parametrov veľkého množstva planétok metódou inverzie svetelných kriviek. Je k dispozícii zatiaľ len pre platformu Linux.



Projekt sa zaoberá zisťovaním fyzikálnych parametrov, ako je tvar, doba rotácie alebo smer rotačnej osi planétok v Slnčnej sústave z fotometrických údajov z v súčasnosti dostupných katalógov fotometrie planétok. S neustále pribúdajúcim množstvom fotometrických dát z veľkých fotometrických prehliadok oblohy sa metóda inverzie svetelných kriviek planétok stala výpočtovo náročným procesom. Rotačnú periódu planétok, čo je základný fyzikálny parameter, je z týchto fotometrických dát na rozdiel od klasických svetelných kriviek možné len veľmi ťažko určiť. Pri analýze fotometrických dát z veľkých fotometrických prehliadok oblohy, ktoré sú veľmi často neúplné a časovo nesúvislé, je potrebné veľmi podrobne prechádzať široký interval možných periód, čo neúmerne predlžuje výpočtový čas. Vzhľadom k tomu, jediný spôsob, ako efektívne spracovať fotometriu niekoľko stotisíc planétok, je použiť práve distribuované výpočty. Úloha je taktiež vhodná pre paralelizáciu, t. j. interval periód je možné rozdeliť na menšie časti, tie prehľadávať zvlášť a výsledky nakoniec spojiť dohromady. [13]

Vedecký projekt **MilkyWay@Home** (<http://milkyway.cs.rpi.edu/milkyway/>) bol založený na Rensselaer Polytechnic Institute v meste Troy v americkom štáte New York. Je k dispozícii pre všetky platformy bežne používané na osobných počítačoch (Windows, Linux, MacOS apod.). Zaoberá sa výskumom v oblasti modelovania a určovania vývoja našej Galaxie.



Cieľom projektu je vytvoriť presný trojrozmerný model našej Galaxie na základe dát z prehliadky oblohy „*The Sloan Digital Sky Survey*“. Problém je však v tom, že pri miliónoch hviezd nie je vôbec jednoduché tieto informácie spracovať, a preto najvhodnejším spôsobom ako to dosiahnuť, je využívanie práve distribuovaných výpočtov. [8]

Pri vzniku projektu bol vypracovaný model štruktúry našej Galaxie, ktorý rozdeľuje hviezdy do dvoch základných skupín: hviezdy tvoriace základný diskovitý tvar našej Galaxie so špirálovými ramenami a predovšetkým rôzne nehomogénne prúdy hviezd. Tieto prúdy hviezd sú zaujímavé najmä z hľadiska vývoja našej Galaxie, pretože sú to vlastne pozostatky trpasličích galaxií, ktoré naša Galaxia v minulosti pohltila. Hviezdy týchto pohltitých galaxií sa na rozdiel od hviezd tvoriacich základný tvar našej Galaxie stále pohybujú po odlišných dráhach. Informácie o týchto prúdoch umožňujú zistiť koľko, kedy a ako pohltila naša Galaxia iné galaxie a je možné dozvedieť sa viac o dynamike týchto procesov. Tieto poznatky taktiež umožňujú vytvorenie scenára ďalšieho vývoja našej Galaxie v budúcnosti.

**Cosmology@Home** (<http://www.cosmologyathome.org/>) prevádzkuje Department of Astronomy, University of Illinois. Je k dispozícii pre platformy Windows a Linux.



Projekt Cosmology@Home sa zaoberá hľadaním kozmologických modelov vesmíru. V rámci projektu sú počítané teoretické modely s rôznymi vstupnými parametrami. Každá výpočtová úloha simuluje vesmír s konkrétnou geometriou, obsahom častíc a počiatočnými podmienkami. Cieľom je nájsť taký model alebo množinu modelov vesmíru, ktoré ho čo najlepšie popisujú a ktoré súhlasia s dostupnými údajmi získanými pozorovaniami a experimentmi v oblasti astronómie, astrofyziky, kozmológie a fyziky elementárnych častíc. [1]

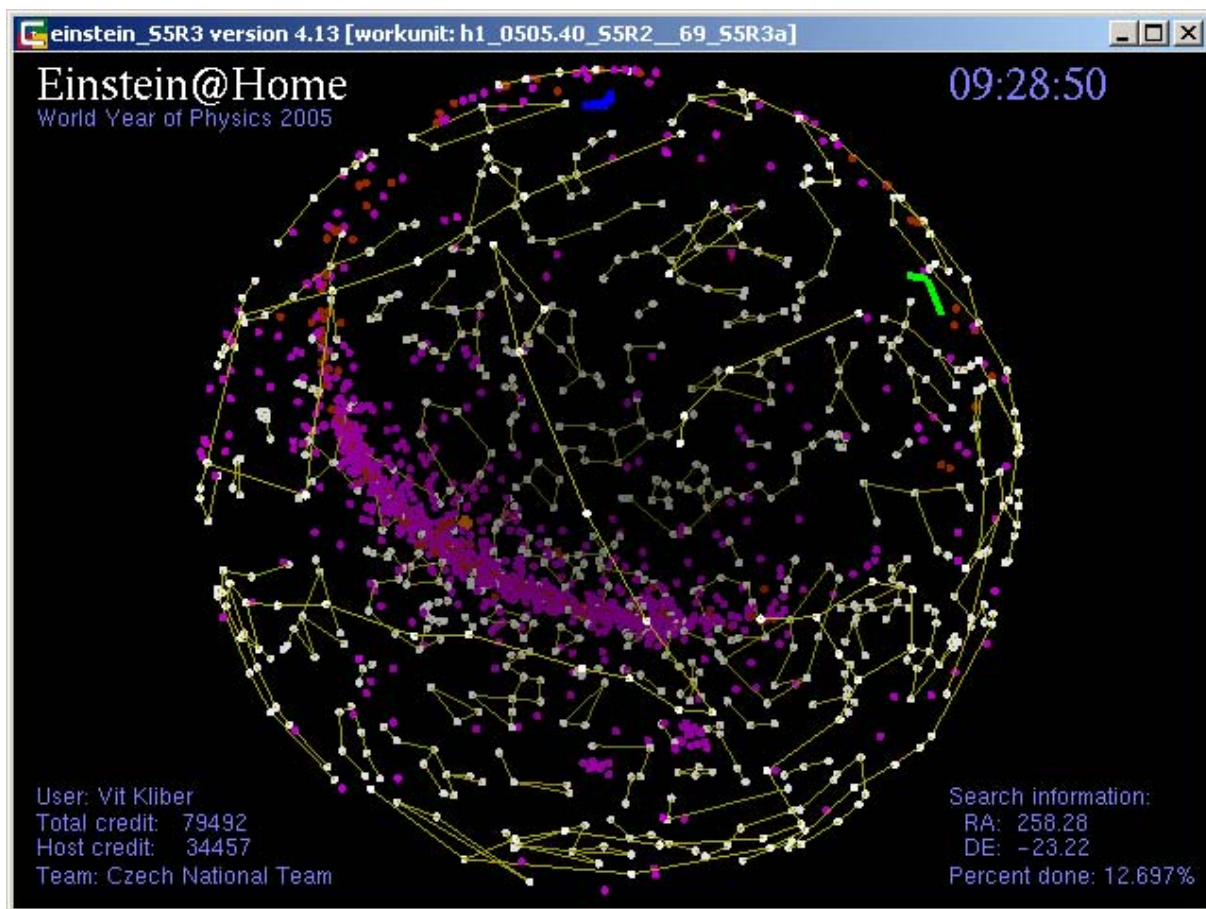
Vedecký projekt **Einstein@Home** (<http://einstein.czechnationalteam.cz/>; <http://einstein.phys.uwm.edu/>) je prevádzkovaný na University of Wisconsin. Projekt je k dispozícii pre všetky platformy bežne používané na osobných počítačoch (Windows, Linux, MacOS a Solaris).

Projekt Einstein@Home je zameraný na hľadanie *gravitačných vln*, ktorých objav by okrem potvrdenia platnosti všeobecnej teórie relativity umožnil otvoriť

aj úplne nové okno na pozorovanie vesmíru. To by v blízkej budúcnosti umožnilo dosiahnuť výrazný pokrok v chápaní štruktúry, vzniku, vývoja a budúcnosti vesmíru. [4]

V projekte Einstein@Home sú spracovávané údaje z celooblohového hľadania pulzárov, pričom je potrebné poznamenať, že sa nejedná o hľadanie gravitačných vln zo známych pulzárov, ale ich hľadanie medzi objektmi, ktoré zatiaľ ešte neboli objavené. Celooblohové prehliadky a experimenty, čo sa týka náročnosti spracovávania dát, sú najnáročnejšie, a preto je na ich spracovanie najvhodnejšie využiť distribuované výpočty.

Projekt pre užívateľov ponúka aj zaujímavý šetrič obrazovky (obr. 2), ktorý zobrazuje niekoľko údajov spojených s hľadaním gravitačných vln (polohu LIGO a GEO 600 observatórií, polohu známych objektov na oblohe, ktoré pravdepodobne vyžarujú gravitačné vlny a oblasť oblohy, ktorú práve počítač analyzuje). [4]

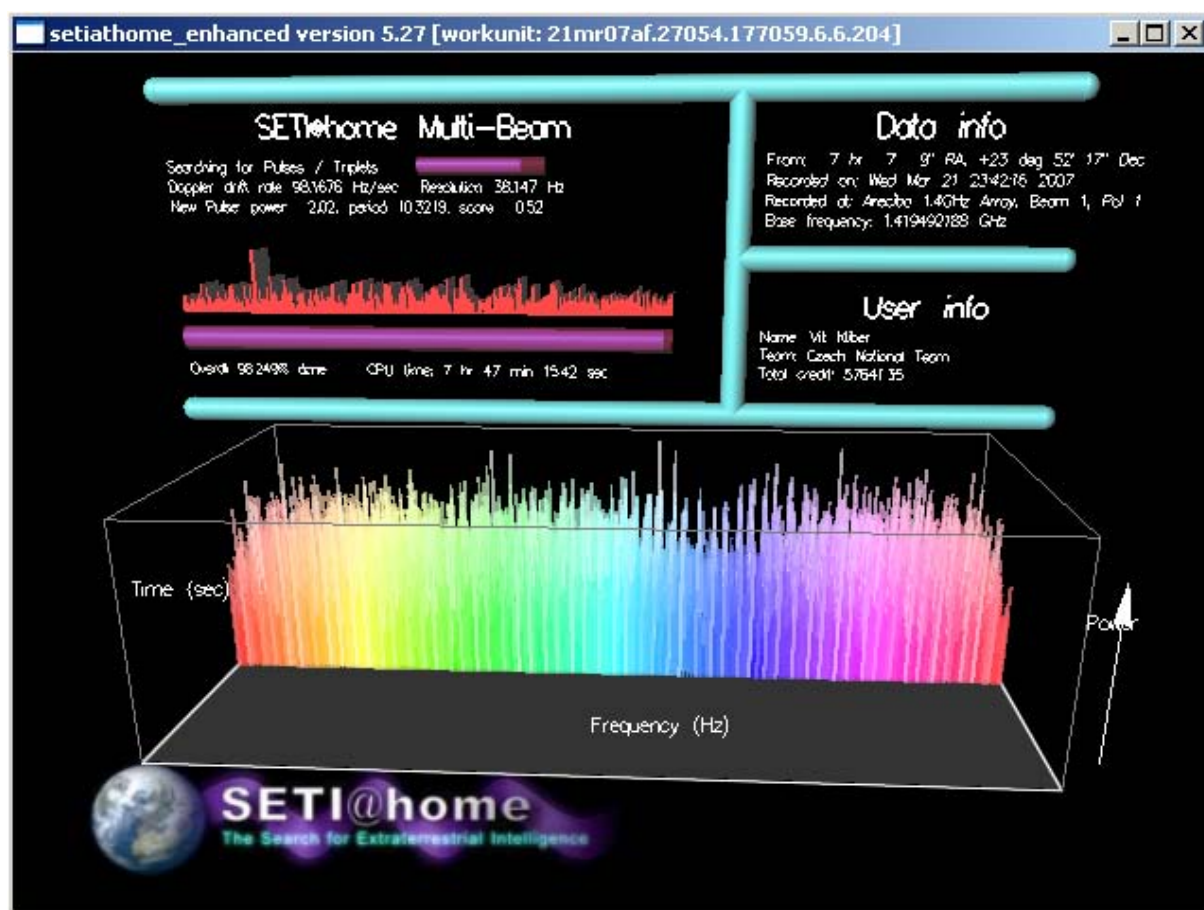


Obr. 2 – šetrič obrazovky projektu Einstein@Home (zdroj: [http://einstein.czechnationalteam.cz/Einstein@Home\\_files/screensa.jpg](http://einstein.czechnationalteam.cz/Einstein@Home_files/screensa.jpg))

Projekt SETI@Home (<http://setiathome.berkeley.edu/>; <http://seti.czechnationalteam.cz/>) prevádzkuje Space Sciences Laboratory, University of California v Berkeley. Je k dispozícii pre všetky platformy bežne používané na osobných počítačoch (Windows, Linux, MacOS apod.).



Je právom označovaný za priekopníka distribuovaných výpočtov, keďže pôvodný projekt SETI je v prevádzke už takmer 50 rokov. Jedná sa o najznámejší, veľmi zaujímavý a skutočne nadčasový projekt, ktorý má možnosť zaujať všetkých záujemcov o vesmír, ktorí sa zamýšľajú nad pravdepodobne najzásadnejšou otázkou ľudstva: „*Sme vo vesmíre sami?*“ Jeho cieľom je objaviť signály umelého pôvodu, ktoré by potvrdili prítomnosť mimozemskej civilizácie. Pomocou najväčšieho rádioteleskopu na svete v Arecibu v Portoriku, ktorý má projekt k dispozícii, je zachytávaný vesmírny rádiový šum, ktorý sa následne filtruje od bežného rušenia. Vo výslednom signále sa hľadajú akékoľvek anomálie, ktoré by mohli byť výsledkom vysielania práve mimozemských civilizácií. Počas celej doby existencie projektu už bolo niekoľko desiatok kandidátov na takýto signál, avšak ten pravý dôkaz zatiaľ ešte stále nebol nájdený. V roku 1999 začal pracovať internetový projekt SETI@Home, ktorý sa skladá z dvoch podprogramov: **SETI@Home Enhanced** a **Astro-Pulse** [15]. Projekt pre užívateľov ponúka aj šetrič obrazovky (obr. 3) spojený s hľadaním mimozemských civilizácií.



Obr. 3 – šetrič obrazovky projektu SETI@Home (Zdroj: <http://gallery.czechnationalteam.cz/albums/userpics/Seti.png>)

Projekt **Orbit@Home** (<http://orbit.psi.edu/>) prevádzkuje Planetary Science Institute v Tucsone v Arizone. Aplikácia je k dispozícii pre platformy Windows, Linux a MaC OS. Projekt získal financovanie od NASA, ktorá tým ocenila jeho prínos pre vedu a ľudstvo. Základom projektu je uplatňovanie distribuovaných výpočtov pri štúdiu dynamiky Slnecnej sústavy.

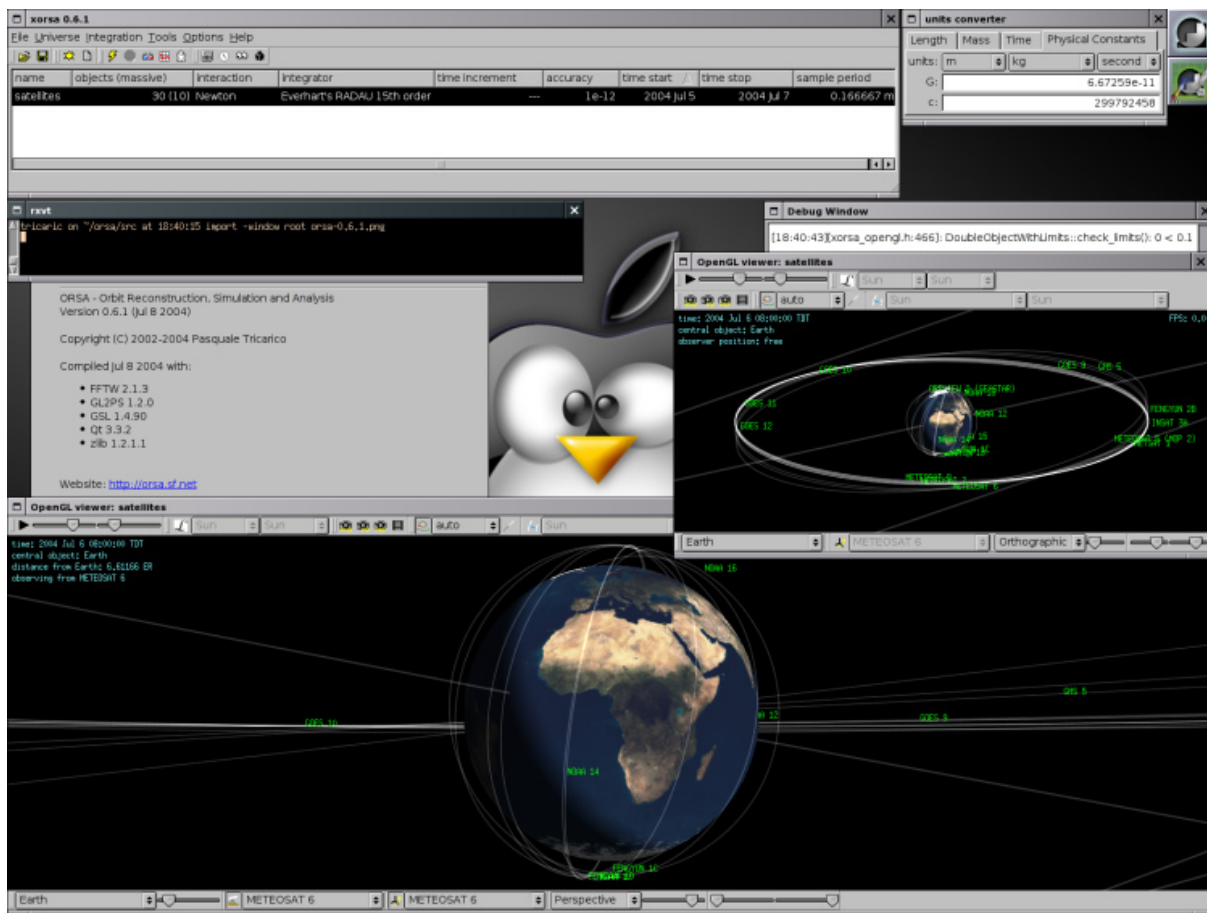
Cieľom projektu Orbit@Home je monitorovať planétky a kométy v blízkosti Zeme a predpovedať ich možnú zrážku nie len so Zemou, ale aj s iným telesom Slnecnej sústavy, ako sú planéty, mesiace planét, planétky, vesmírne stanice, satelity apod. [10]



Z hľadiska zrážky so Zemou sú nebezpečné planétky aj kométy. Planétu Zem vo väčšine prípadov ohrozujú blízkozemné objekty, tzv. Near Earth Objects (NEO) obiehajúce v blízkosti Zeme a krátkoperiodické kométy vo vnútornej časti Slnečnej sústavy, najmä ak križujú jej dráhu. [7]

Projekt využíva program ORSA (Orbit Reconstruction, Simulation and Analysis) (<http://orsa.sourceforge.net>) (obr. 4). Pomocou tohto programu je možné u každého objaveného NEO objektu určiť jeho dráhu a tým aj percento pravdepodobnosti zrážky so Zemou. [9]

Každý pripojený počítač určuje dráhu telesa na veľa rokov dopredu na základe doposiaľ známych parametrov dráhy. Výpočty však nie sú vôbec jednoduché, keďže numericky riešiť zložité pohybové rovnice je veľmi náročné a navyše, vzhľadom na požadovanú vysokú presnosť je nutné zahŕňať aj relativistické efekty. Spracované výsledky sa odošlú späť na centrálny server, kde sa vyberú tie, ktorých pravdepodobnosť zrážky je nad kritickou hodnotou. Tieto telesá sú ďalej analyzované a ďalšími pozorovaniami spresňované ich dráhy. [9]



Obr. 4 – ukážka z programu ORSA 0.6.1 (Zdroj: <http://orsa.sourceforge.net>)

## Možnosti začlenenia a využitia internetových projektov z astronómie vo vyučovaní

Ako vhodný doplnok ku klasickému vyučovaniu informatiky a prírodovedných predmetov a v ich rámci aj astronómie je zapojenie žiakov a študentov, či už v rámci samotného vyučovania na vyučovacej hodine alebo v rámci mimoškolskej činnosti, do vedeckých projektov na internete, ktoré sú založené na využívaní distribuovaných výpočtov. V súčasnosti sa na Slovensku tejto oblasti vo vyučovaní nevenuje taká pozornosť, akú by si zaslúžila. Dokonca je možné povedať, že sa jej nevenuje žiadna pozornosť.

Pred samotným zapojením žiakov a študentov do takýchto projektov na internete je dôležité im vysvetliť a oboznámiť ich s tým, čo to vlastne tie distribuované výpočty sú a na akom princípe pracujú. Tento princíp im

učitelia môžu napríklad na hodine informatiky ukázať na jednoduchom príklade alebo pomocou zaujímavej hry, kde si ich princíp hravou formou predvedú a odskúšajú. Cieľom je rozvoj vzájomnej komunikácie a spolupráce v tíme, schopnosti riešiť vedecké problémy netradičnou formou a rozvoj kreatívnych schopností jednotlivých členov tímu.

Jeden zo žiakov alebo študentov predstavuje „*riadiaci počítač*“ (server), ktorý všetko riadi a rozdeľuje úlohy. Ďalších žiakov alebo študentov učiteľ rozdelí, pričom každý z nich bude predstavovať jeden „*špecializovaný počítač*“ (klient). Špecializovaný je vo význame, že každý vie robiť niečo iné. Podobne, ako počítače v sieti, aj žiaci alebo študenti sú spolu navzájom „*zosieťovaní*“, takže môžu spolu navzájom komunikovať s „*riadiacim počítačom*“.

Pred samotnou hrou učiteľ pripraví nejaký „*výrobok*“, napríklad obrázok postríhaný na malé kúsky, nakreslený a vymalovaný obrázok apod. Úlohou žiakov alebo študentov je vyhotoviť kópiu (nakresliť obrázok), poprípade poskladať (postríhaný obrázok) s čo najväčšou presnosťou k pôvodnému „*výrobku*“. Čo sa má vyrobiť vie len „*riadiaci počítač*“, ktorý je v inej miestnosti. V priebehu hry žiaci alebo študenti (počítače) spolu komunikujú len pomocou písaných odkazov, ktoré si posielajú pomocou „*siete*“ (učiteľa). Cez „*sieť*“ si posielajú aj časti už vyrobeného výrobku. Celá úloha alebo hra, podobne ako reálny projekt, musí byť obmedzená určitým časovým limitom. Po skončení hry sa vyhodnotí kvalita vyhotovenia jednotlivých „*výrobkov*“. [5, s. 22]

V prípade, že učitelia majú záujem zapojiť svojich žiakov alebo študentov počas vyučovania do reálneho vedeckého výskumu, a tak ich motivovať a získať pre štúdium prírodných vied, vhodné je ich zapojiť do vedeckých projektov na internete. Zapojenie sa do takýchto projektov je taktiež vhodné aj pre učiteľov, keďže im ponúkajú možnosť nie len zdieľať učebné materiály, učebné plány a zdroje na ďalšie štúdium, ktoré im pomôžu zostaviť si svoje vlastné prípravy na vyučovacie hodiny, ale aj možnosť vymieňať si skúsenosti so svojimi kolegami, najmä zo zahraničia na diskusných fórach v rámci projektov.

Keďže pri zapojení sa do projektov využívajúcich distribuované výpočty je každá sekunda práce, ktorú počítač vykoná, započítaná do tzv. kreditov, práve túto skutočnosť je možné využiť pri organizovaní rôznych súťaží, v ktorých medzi sebou súťažia napríklad spolužiaci v triede, školy medzi sebou, priatelia, kolegovia, poprípade tímy, ktoré v jednotlivých projektoch vznikajú.

Na tomto princípe v školskom roku 2011/2012 v Českej republike prebehla celoštátna súťaž škôl v distribuovaných výpočtoch, ktorú medzi školami všetkých stupňov a kategórií vyhlásil a organizoval „*Czech National Team*“ (<http://www.czechnationalteam.cz/>). Do súťaže sa zapojilo spolu 94 škôl všetkých stupňov, ktoré zastupovalo celkovo 491 dobrovoľníkov. V priebehu súťaže sa zoznámili s distribuovanými výpočtami a zažili aj veľa napätia a strategických zvratov. Vzhľadom na špecifika organizácie akademického roku na vysokých školách súťaž prebiehala spolu osem mesiacov (október–máj), aby všetky školy bez ohľadu na stupeň vzdelávania mali rovnaké podmienky. Každý mesiac sa súťažilo v jednom vybranom projekte. V priebehu súťaže sa súťažiaci zoznámili s vedeckými výpočtami v oblastiach biológie, astronómie, kryptografie, fyziky a matematiky. Z astronómie to bol projekt Einstein@Home. Pätnástim najlepším školám boli pridelené body. Po skončení súťaže v celkovom ročnom súčte bodov boli prvé tri školy s najvyšším počtom bodov obdarované vecnými cenami. [16], [17]

Hlavným cieľom súťaže však nebola súťaž o vecné ceny, ale najmä spštenie a zatriktívnenie vyučovania prírodovedných predmetov a informatiky na školách a v záujmových krúžkoch s podobným zameraním. Žiakom a študentom bolo názorne ukázané praktické využívanie modernej výpočtovej techniky vo vedeckej a výskumnej činnosti. [16]

Súťaž svojim zameraním vo svete nemá obdoby. Doposiaľ žiadna organizácia neusporiadala podobnú súťaž na zoznámenie žiakov a študentov s distribuovanými výpočtami v takomto veľkom rozsahu a s tak veľkou podporou vedeckých neziskových organizácií a, čo je veľmi dôležité, najmä štátnych inštitúcií. [17] Vzhľadom na záujem o súťaž zo strany škôl sa preto uvažuje o jej opakovaní a ďalšom zatriktívnení aj v budúcnosti.

V priebehu organizovania podobných súťaží založených na zbieraní kreditov v školách je vhodné, aby nie len pre žiakov a študentov, ale aj pre učiteľov boli organizované besedy a semináre s odborníkmi a vedcami, ktorých vedecká činnosť je zameraná na oblasť projektu, v ktorom aktuálne súťaž prebieha.



## Záver

Vedecké projekty využívajúce distribuované výpočty sa na celom svete stretávajú s veľkým ohlasom. Prostredníctvom nich má možnosť podieľať sa na vedeckom výskume skutočne každý človek a nepotrebuje k tomu ani rozsiahle vedomosti z danej vednej oblasti a ani drahé superpočítače. Práve to je ta obrovská výzva, ktorá už niekoľko rokov priťahuje milióny ľudí zo všetkých krajín sveta k zapojeniu sa do týchto projektov a tým vlastne aj do vedeckej práce. [6]

Pre väčšinu dobrovoľníkov zapojených do týchto projektov hlavným prínosom a motiváciou je účasť na skutočnom vedeckom výskume a radosť z toho, že pomáhajú projektu, ktorý podľa ich presvedčenia má skutočne zmysel a ktorý by bez ľudí, ktorí sa do neho zapojili, prakticky nemohol existovať. Mnoho ľudí si zapojením do týchto projektov rozširuje svoje vedomosti o danej problematike, ale taktiež veľa ľudí sa zapojí len z dôvodu, pretože chápu, že pomáhajú dobrej a užitočnej veci. [6]

Bez zapojenia projektov distribuovaných výpočtov do vedeckej práce by na jednej strane veľký výpočtový výkon počítačov na svete zostal celkom nevyužitý a na strane druhej takýmto spôsobom je možné napríklad objaviť doteraz neznáme elementárne častice, nájsť dokonca aj mimozemskú civilizáciu alebo zachrániť tisíce ľudských životov.

Vedecké projekty na internete poskytujú vynikajúci zdroj a možnosti zatriaktívnenia vyučovania prírodovedných predmetov a v ich rámci aj astronómie a astrofyziky. Takéto vyučovanie je založené na kladení otázok a vlastnom hľadaní odpovedí zo strany žiakov a študentov, či už na vyučovaní v triede alebo pri vypracovávaní domácich úloh a školských projektov. Zapojenie sa do takýchto projektov poskytujú žiakom a študentom veľkú príležitosť na jednej strane učiť sa hrovou a zábavnou formou a na strane druhej pracovať s reálnymi vedeckými dátami a podieľať sa na skutočnom vedeckom výskume.

Pre žiakov a študentov môže byť zapojenie sa do takýchto vedeckých projektov významným motivačným prvkom vo vzdelávaní a môže rozhodnúť aj o ich budúcej vedeckej profesionálnej kariére.

## Literatúra

- [1] *Cosmologyathome.org*. 2012. [online]. [citované 17.10.2012]. Dostupné na internete: <<http://www.cosmologyathome.org/>>.
- [2] *Čo je to grid computing a čo je to vlastne BOINC?*. 2012. [online]. [citované 17.10.2012]. Dostupné na internete: <<http://www.boinc.sk/boinc/co-je-grid-computing-co-je-vlastne-boinc>>.
- [3] *Distribuované výpočty – Úvod*. 26.01.2009. [online]. [citované 17.10.2012]. Dostupné na internete: <<http://dc.czechnationalteam.cz/index.html>>.
- [4] *Einstein@Home: Catch a Wave From Space*. 2012. [online]. [citované 17.10.2012]. Dostupné na internete: <<http://einstein.phys.uwm.edu/>>; <<http://einstein.czechnationalteam.cz/>>.
- [5] *Ekoškola – ako začať, pokračovať a... ako neskončiť*. Centrum environmentálnych aktivít Trenčín, Trenčín, 2004. Strán 72. [online]. [citované 17.10.2012]. Dostupné na internete: <[http://www.zelenaskola.sk/files/Ekoskola\\_-\\_ako\\_zacat\\_pokracovat\\_a...\\_ako\\_neskoncit.pdf](http://www.zelenaskola.sk/files/Ekoskola_-_ako_zacat_pokracovat_a..._ako_neskoncit.pdf)>.
- [6] HABA, J.: *Distribuované výpočty ve škole aneb Školní počítače pomáhají vědě*. In: Počítač ve škole 2012: Celostátní konference učitelů základních a středních škol, 3.–5. dubna 2012, Nové Město na Moravě. 2012. [online]. [citované 17.10.2012]. Dostupné na internete: <[http://www.pocitacveskole.cz/system/files/uzivatel/9/clanky/aba\\_pdf\\_11603.pdf](http://www.pocitacveskole.cz/system/files/uzivatel/9/clanky/aba_pdf_11603.pdf)>.
- [7] HANISKO, P.: *Telesa Slnečnej sústavy, ktoré môžu ohroziť Zem*. In: Týždeň Európskej vedy na PF KU v Ružomberku 12.–18. 11.2007. Pedagogická fakulta Katolíckej univerzity v Ružomberku, Ružomberok, 2007. Str. 314–325. ISBN 978-80-8084-242-0.

- [8] *MilkyWay@Home : Help discover the structures in the Milky Way galaxy*. 2012. [online]. [citované 17.10.2012]. Dostupné na internete: <<http://milkyway.cs.rpi.edu/milkyway/>>.
- [9] *Orbit@Home*. 26.3.2008. [online]. [citované 17.10.2012]. Dostupné na internete: <<http://www.czechnationalteam.cz/view.php?cislocclanku=2008030001>>.
- [10] *Orbit@Home*. 2012. [online]. [citované 17.10.2012]. Dostupné na internete: <<http://orbit.psi.edu/>>.
- [11] *Prehľad projektov BOINC. 2012*. [online]. [citované 17.10.2012]. Dostupné na internete: <<http://www.boinc.sk/projekty/prehľad-projektov-boinc>>.
- [12] *Představujeme BOINC!*. 18.6.2005. [online]. [citované 17.10.2012]. Dostupné na internete: <<http://www.czechnationalteam.cz/view.php?navezclanku=predstavujeme-boinc&cislocclanku=2006080001>>.
- [13] *Projekt Asteroids@home. 2012*. [online]. [citované 17.10.2012]. Dostupné na internete: <<http://asteroidsathome.net/cs/index.html>>.
- [14] *Rozdelenie projektov podľa výpočtovej náročnosti*. 2012. [online]. [citované 17.10.2012]. Dostupné na internete: <<http://www.boinc.sk/projekty/rozdelenie-projektov-podla-vypoctovej-narocnosti>>.
- [15] *SETI@home*. 2008. [online]. [citované 17.10.2012]. Dostupné na internete: <<http://seti.czechnationalteam.cz/>>.
- [16] *Soutěž ve školách i mezi nimi. 2011*. [online]. [citované 17.10.2012]. Dostupné na internete: <<http://soutez.czechnationalteam.cz/>>.
- [17] *Závěrečné shrnutí soutěže ve školách i mezi nimi*. 15. 6. 2012. [online]. [citované 17.10.2012]. Dostupné na internete: <<http://www.czechnationalteam.cz/view.php?navezclanku=zaverecne-shrnuti-souteze-ve-skolach-i-mezi-nimi&cislocclanku=2012060001>>.