

# Úvod do gLite

## Lightweight Middleware for Grid Computing

Viera Šipková  
Ústav Informatiky SAV  
Dúbravská cesta 9  
84507 Bratislava



Information Society  
and Media



- **gLite Middleware**
- **gLite Architektúra**
- **gLite Služby**
- **Vstup do Gridu**
- **Tutoriál**

- **gLite**

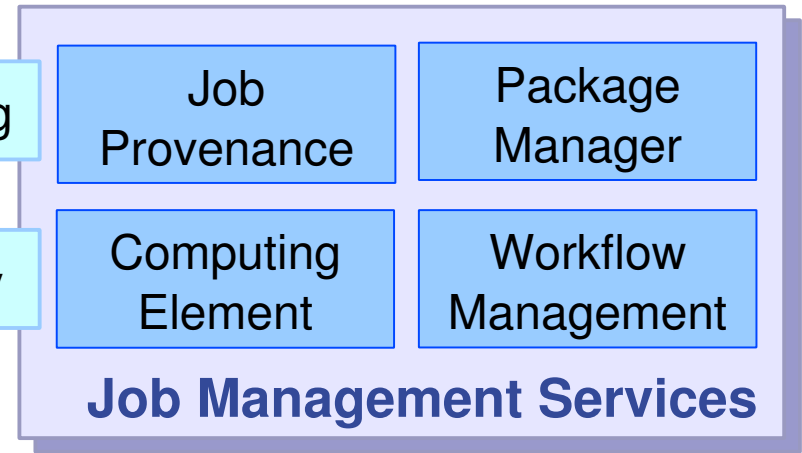
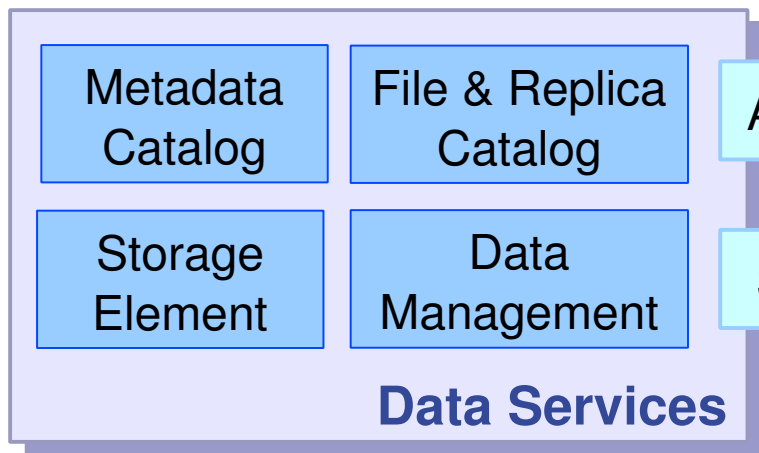
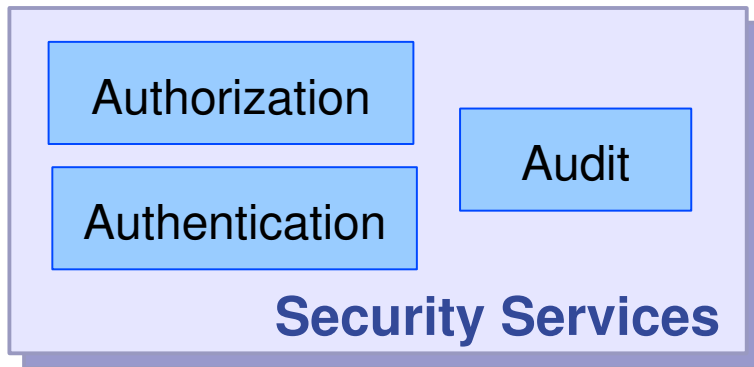
- Middleware pre gridové počítanie - vrstva medzi fyzickými zdrojmi a aplikáciami.
- Je to dielo kolabortivnej práce viac ako 80 ľudí z 12 výskumných centier, vytvorené v rámci projektu WLCG (Worldwide LHC Computing Grid) a EGEE.
- Integruje komponenty vyvinuté najlepšimi súčasnými middleware-projektami – Condor, Globus, DataGrid, a komponenty z WLCG, ktoré sú rozšírené o EGEE služby.

- **gLite 3.1** - uvoľnená v januári 2007
  - Predstavuje kombináciu nízko-úrovňového jadra a vysoko-úrovňových gridových služieb pre:
    - ✘ rozvrhovanie a vykonávanie výpočtových úloh,
    - ✘ sprístupňovanie a prenos údajov,
    - ✘ sprostredkovanie informácií o gridovej infraštruktúre a o bežiacich aplikáciach.
  - Všetko je vnorené do konzistentnej bezpečnostnej štruktúry.

- **gLite Služby**

- Reprezentujú **Servisne Orientovanú Architektúru**
  - ✘ uľahčuje spoluprácu medzi gridovými službami,
  - ✘ umožňuje jednoduchšie prispôsobenie sa novovznikajúcim gridovým štandardom - WSRF (Web Services Resource Framework) od OASIS a OGSA (Open Grid Services Architecture) od OGF.
- gLite služby môžu fungovať spoločne určitým zladeným spôsobom, ale je taktiež možné ich použiť aj nezávisle.

- **Vysoko-úrovňové gLite služby** sú tematicky rozdelené do 5 hlavných tried:
  - Služby pre bezpečnosť
  - Služby pre získavanie informácií a monitorovanie
  - Služby pre manažment úloh
  - Služby pre manažment dát
  - Služby prístupu



Accounting

Site Proxy

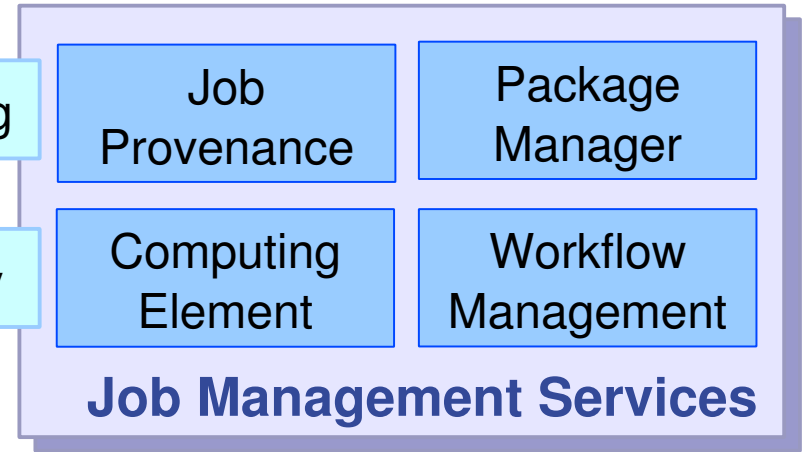
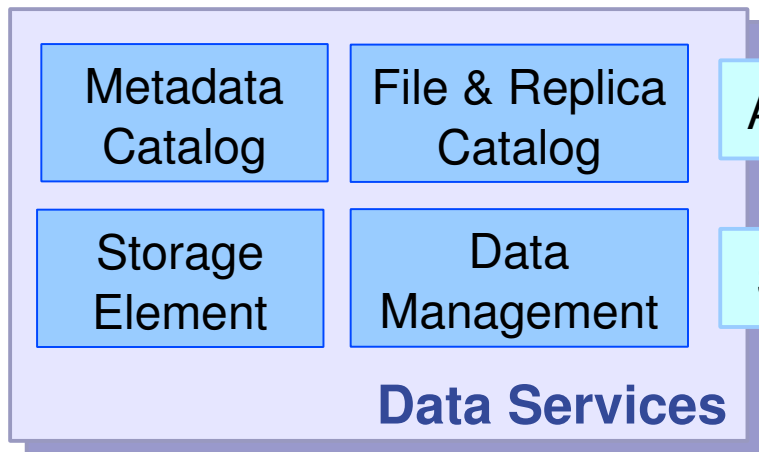
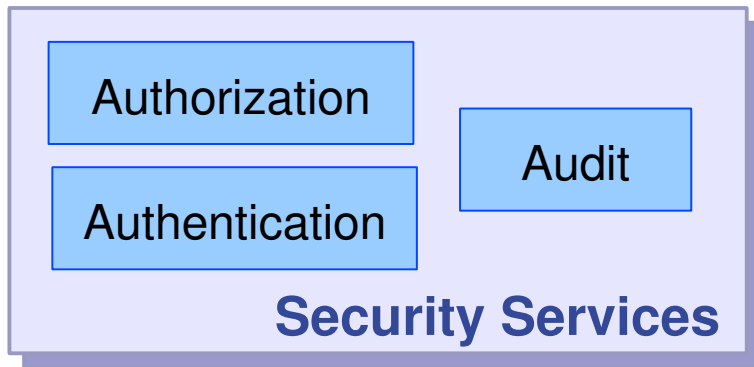
- **Bezpečnostné Služby**

- **Autentifikácia** – identifikuje všetky entity (používateľov, systémy a služby).
- **Autorizácia** – umožní alebo odmietne prístup k zdrojom a službám.
- **Audit** – poskytuje informácie pre post-mortem analýzu udalostí súvisiacich s bezpečnosťou.



- **Bezpečnostná Infraštruktúra v EGEE**  
(Grid Security Infrastructure - GSI)
  - **Autentifikácia** je založená na šifrovaní verejného kľúča, digitálnych X.509 certifikátoch (userkey.pem, usercert.pem) a bezpečnostnej vrstvy SSL (Secure Sockets Layer).
  - Užívateľské certifikáty, ktorého privátny kľúč je chránený heslom, slúžia na vygenerovanie a podpísanie dočasného **Proxy** certifikátu, ktorý sa používa na aktuálnu autentifikáciu pre gridové služby.

- **Bezpečnostná Infraštruktúra v EGEE**  
(Grid Security Infrastructure - GSI)
  - **Autorizácia** kontroluje či má používateľ právo pristupovať k zdrojom. Získava údaje zo súboru **grid-mapfile** a spolieha sa na službu **VOMS** - Virtual Organization Membership Service, ktorá dopĺňa Proxy certifikát o informácie Virtuálnej Organizácie, v ktorej je používateľ zaregistrovaný.



Accounting

Site Proxy

- **Služby pre Manažment Úloh**
  - Umožňujú realizáciu všetkých operácií spojených s vykonávaním výpočtových úloh na Gride, ktoré zahrňujú:
    - ✘ predloženie úlohy na vykonanie,
    - ✘ zistenie v akom stave je spustená úloha,
    - ✘ získanie výstupných dát po ukončení úlohy,
    - ✘ zrušenie úlohy.

- **Úloha (Job)**

- Úloha, jej vlastnosti a požiadavky, je definovaná pomocou jazyka JDL (Job Description Language).

- JDL pre jednoduchý job

- hostname.jdl:**

- ```
Executable = "/bin/hostname";
```

- ```
StdOutput = "std.out";
```

- ```
StdError = "std.err";
```

- ```
OutputSandbox = {"std.out", "std.err"};
```

- **Komponenty**
  - **Computing Element (CE)** - Výpočtový Element
  - **Workload Management System** - Manažér Úloh
  - **Job Provenance** - Pôvod/História Úloh
  - **Package Manager** - Manažér Balíka
  - **Accounting** -Účtovanie

- **Computing Element (CE)**
  - Predstavuje virtuálny výpočtový zdroj, typicky nejakú dávkovú frontu pre klaster, ale môže to byť tiež nejaký superpočítač, prípadne jedna pracovná stanica.
  - CE zahrňuje:
    - ✘ **Cluster** – množina výpočtových uzlov,
    - ✘ **Local Resource Manager System (LRMS)** – dávkový systém,
    - ✘ **Grid Gate (GG)** – generické rozhranie klastra; jeho úlohou je prijať job a prideliť ho prostredníctvom LRMS výpočtovým uzlom na vykonanie.

- **Workload Management System (WMS)**
  - Predstavuje gridový **meta-scheduler** – rozvrhovací program, ktorého funkciou je:
    - ✘ preberať používateľské úlohy,
    - ✘ prideliť úlohy najvhodnejšiemu dostupnému výpočtovému elementu podľa používateľských preferencií a iných stratégií,
    - ✘ zaznamenávať stav úloh,
    - ✘ vyberať výsledky úloh.



- **Job Provenance**

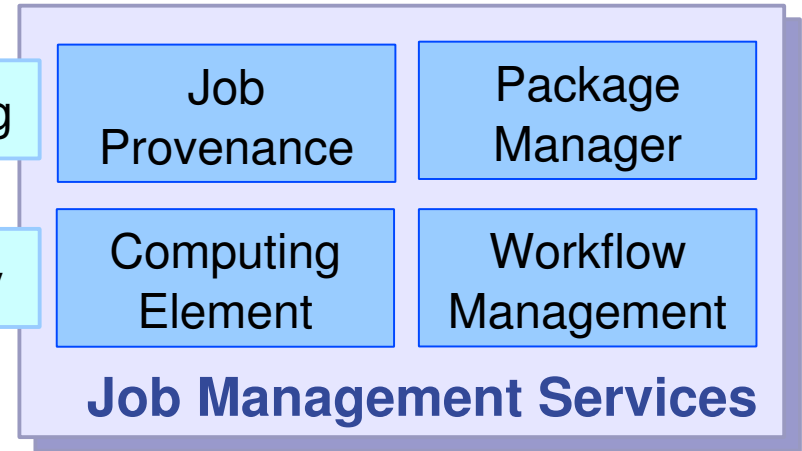
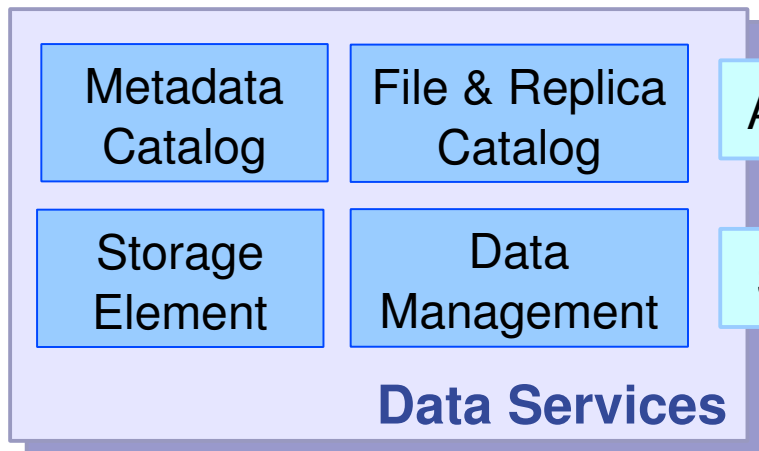
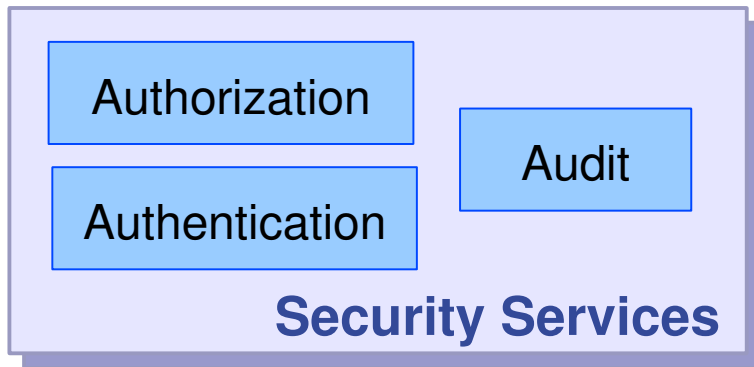
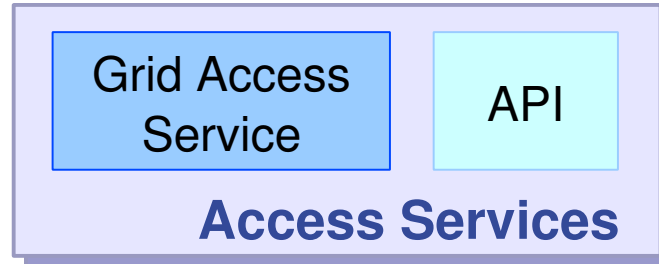
- Služba poskytuje neustále informácie o úlohách bežiacich na gridovej infraštruktúre za účelom ich neskoršieho spracovania, prípadne ich opakovaného vykonávania.

- **Package Manager**

- Služba umožňuje dynamické umiestnenie aplikačného softvéru.

- **Accounting**

- Služba sa vzťahuje na účtovanie výpočtových, resp. aj pamäťových a sieťových prostriedkov.



Accounting

Site Proxy

- **Služby pre Manažment Dát**
  - Umožňujú manipuláciu a prenos údajov v gridovom prostredí.
- **Komponenty**
  - **Storage Element (SE)** – Pamäťový Element
  - **File & Replica Catalog** – Katalóg Súborov a Replík
  - **File Transfer Service** – Služba na Prenos Súborov

- **Storage Element (SE)**
  - Predstavuje virtuálny pamäťový zdroj, ktorý môže zahŕňať jednoduché diskové servery až po zložité hierarchické pamäťové systémy. Služba umožňuje používateľovi alebo aplikácii uskladniť dáta pre ich neskoršie použitie.
  - SE podporuje viaceré prístupové protokoly: **GSIFTP** (GSI File Transfer), **gsidcap** (GSI dCache Access), **RFIO** (Remote File Input/Output).
  - Pre rôznorodé pamäťové zdroje bolo vyvinuté jednotné rozhranie – Storage Resource Manager (SRM).

- **Data Management**

- Všetky dátové služby vykonávajú operácie na jednom súbore alebo na množine súborov. Jeden súbor sa považuje za najmenšiu jednotku pri manipulácii s údajmi.
- Na súbory v gridovom prostredí je možné sa odvolávať pomocou 4 typov mien:
  - ✘ Logical File Name (LFN)
  - ✘ Grid Unique Identifier (GUID)
  - ✘ Storage URL (SURL)
  - ✘ Transport URL (TURL)

- **Logical File Name (LFN)**

- logický, ľudsky čitateľný identifikátor. LFN je vytvorené a meniteľné používateľom. V LCG Katalógu majú logické mená hierarchickú štruktúru podobnú ako má UNIX-ový systém súborov:

**lfn:**<path>

- **Grid Unique Identifier (GUID)**

- logický, jednoznačný identifikátor, priradený súboru pri prvom zaregistrovaní v Gride (štandardný UUID formát):

**guid:**<36\_bytes\_unique\_string>

- **Storage URL (SURL)**

- meno, ktoré poskytuje informáciu o fyzickom umiestnení súboru. V prípade klasického SE bez SRM, SURL identifikuje pamäťový element:

**sfn://**<SEhostname>/<path>

- **Transport URL (TURL)**

- reálne URI spolu s informáciou o prístupovom protokole, ktorý je pamäťovým elementom podporovaný:

**gsiftp://**<SEhostname>:<port>/<path>

TURL sa dynamicky získava zo SURL a je platné iba počas relatívne krátkeho času.

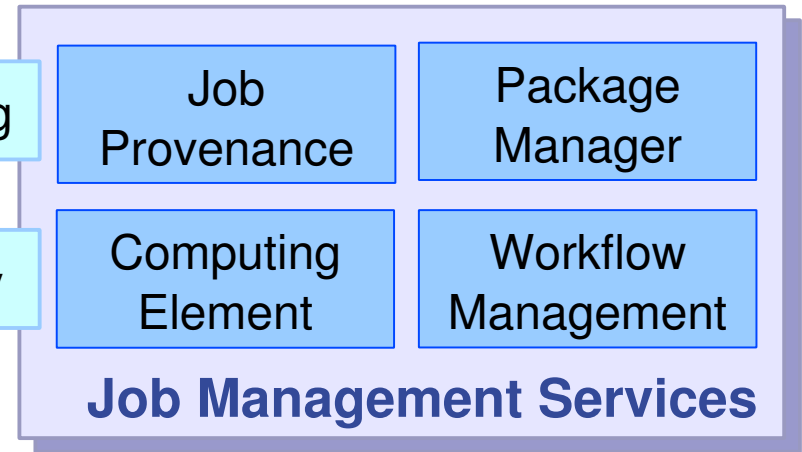
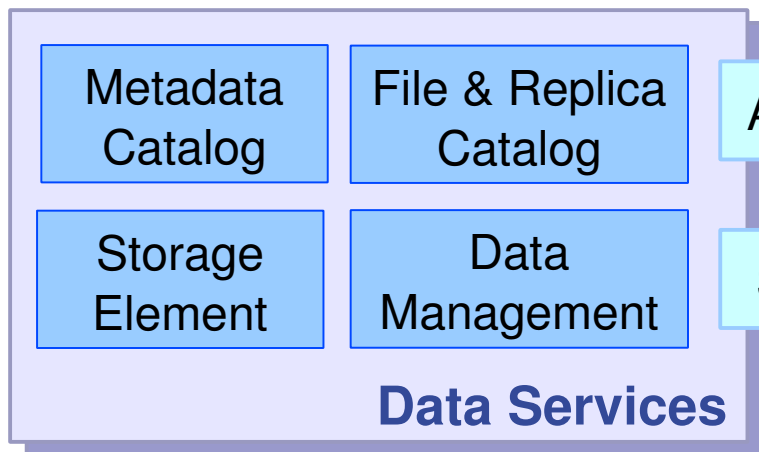
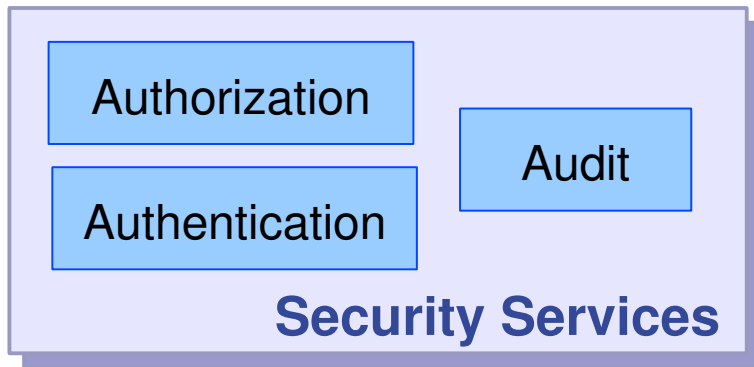
- **File & Replica Catalog**

- Služba, ktorá umožňuje používateľovi a aplikácii umiestňovať súbory ako aj relevantné meta-dáta v gridovom prostredí, pričom zabezpečuje mapovanie medzi menami LFN, GUID a SURL.
- **Gridový Súbor** – súbor sa považuje za gridový ak je fyzicky umiestnený na nejakom SE a súčasne zaregistrovaný v Katalógu. Pri manipulácií so súbormi musí byť zabezpečená konzistencia medzi súbormi na SE a odpovedajúcimi položkami v Katalógu.



- **LCG File Catalog (LFC)**
  - V súčasnosti jediný oficiálne schválený katalóg v WLCG/EGEE a prevzatý do gLite 3.
  - V katalógu LFC je daný súbor reprezentovaný svojim jednoznačným GUID menom.
  - Vďaka GUID, súbor replikovaný na rôznych SE je považovaný za ten istý súbor a vystupuje ako jednoznačná logická položka v LFC.

- **File Transfer Service (FTS)**
  - Nízko-úrovňová služba, ktorá umožňuje bezpečným spôsobom prenášať súbory z jedného gridového miesta na iné. Interne riadi vyjednávanie medzi zdrojovým a cieľovým SE a vykonáva základný GridFTP prenos.
  - FTS spolu s Katalógom, protokolom GSIFTP a službou SE službou tvorí štvrtý pilier, ktorý dopĺňajúci systém dátového manažmentu v gLite 3.



Accounting

Site Proxy

- **Informačné a Monitorovacie Služby**
  - Poskytujú mechanizmy pre zverejňovanie a konzumovanie informácií a umožňujú ich použitie na rôzne špecializované monitorovacie účely (Job Monitoring, Network Performance Monitoring, atď.).
  - Informačné systémy
    - ✘ **Globus Monitoring & Discovery Service (MDS)** – vyhľadávanie zdrojov a publikovanie ich stavu.
    - ✘ **Relational Grid Monitoring Architecture (R-GMA)** – monitorovanie, publikovanie používateľských informácií a účtovanie.

- **Globus Monitoring & Discovery (MDS)**
  - Na výpočtových a pamäťových zdrojoch beží Informačný Provider generujúci relevantné informácie o zdroji, ktoré sú publikované prostredníctvom lokálneho servera **GRIS** (Grid Resource Information Server).
  - Server **GIIS** (Site Grid Index Information) zhromažďuje údaje z GRIS servera a re-publikuje ich. Na uchovávanie informácií používa **BDII** (Berkeley Database Information Index).

- **Globus Monitoring & Discovery (MDS)**
  - BDII je použitý aj na najvrchnejšej hierarchickej úrovni systému a tak môžu byť sprostredkované všetky informácie o Gride. Informácie o jednotlivých uzloch Gridu dostáva BDII z databázy Gridového Operačného Centra.
  - Služba MDS implementuje GLUE Schema, pričom používa otvorený LDAP (Lightweight Directory Access Protocol) – špecializovanú databázu optimalizovanú pre čítanie, vyhľadávanie a prezeranie informácií.

- **Relational Grid Monitoring Architecture (R-GMA)**
  - Informačný model bol navrhnutý komunitou OGF (Open Grid Forum). Umožňuje používateľovi jednoduchým spôsobom publikovať informácie a tiež klásť otázky v gridovom prostredí.
  - Prezентuje informácie ako jednu virtuálnu relačnú databázu obsahujúcu množinu virtuálnych tabuliek.

- **R-GMA Komponenty**

- **Producent** – registruje sám seba, poskytuje informácie a popisuje typ a štruktúru týchto informácií.
- **Konzument** – požaduje informáciu, môže dotazovať Registratúru keď chce zistiť aké informácie sú k dispozícii, lokalizovať producenta, ktorý dané informácie poskytuje, a priamo kontaktovať producenta pre obdržanie relevantných údajov.
- **Registratúra** – sprostredkovateľ komunikácie medzi Producentom a Konzumentom.



- **R-GMA**

- Producent a Konzument sú procesy, ktoré bežia na serveri každého výpočtového uzla a používateľ môže s nimi konverzovať prostredníctvom prostriedkov CLI (Command Line Interface) a API.
- R-GMA sa v súčasnosti používa na účtovanie a na monitorovanie systémovej aj používateľskej úrovne.

# gLite Tutoriál



- **User Interface (UI)**

- Vstupný bod do gridového prostredia. Poskytuje prostriedky CLI (Command Line Interface), ktoré umožňujú vykonávať základné gridové operácie:
  - ✘ nájsť všetky výpočtové zdroje vhodné na vykonanie úlohy,
  - ✘ predložiť úlohu na vykonanie,
  - ✘ zistiť v akom stave je spustená úloha,
  - ✘ získať výstupné dáta po ukončení úlohy,
  - ✘ zrušiť úlohu,
  - ✘ prenášať, kopírovať a vymazávať súbory v Gride,
  - ✘ získať informácie o stave zdrojov cez informačné systémy.

- **Pre-rekvizity**

1. obdržať kryptografický certifikát X.509 od niektorej dôveryhodnej CA poverenej WLCG/EGEE,
2. zaregistrovať sa v niektorej WLCG/EGEE VO,
3. požiadať o konto na počítači, ktorý slúži ako gridové používateľské rozhranie (UI) a uložiť si tam dvojicu certifikátov,
4. prihlásiť sa na UI a vygenerovať si Proxy certifikát, ktorý bude preukazovaný pri aktuálnej autentifikácii gridovým službám.

- **Vygenerovanie Proxy**

> **voms-proxy-init --voms gilda**

```
Your Identity: /C=IT/O=GILDA/OU=Personal Certificate/L=Bratislava/
  CN=Bratislava01/Email=sipkova.ui@savba.sk
Enter GRID pass phrase: ???
Creating teplorary proxy ..... Done
Contacting voms.ct.infn.it: 15001[/C=IT/O=INFN/OU=Host/L=Catania/
  CN=voms.ct.infn.it] "gilda" Done
Creating proxy ..... Done
```

- **Úloha** - jej vlastnosti a požiadavky, sa popisuje pomocou jazyka **JDL** (Job Description Language)

### test.jdl:

```
Executable = "test.sh";  
Arguments = "fileA fileB";  
StdOutput = "std.out";  
StdError = "std.err";  
InputSandbox = {"test.sh", "fileA", "fileB"};  
OutputSandbox = {"std.out", "std.err"};
```

- **Test na vyhovujúce CE**

```
> glite-job-list-match test.jdl
```

```
Selected Virtual Organization name (from proxy extension): gilda
Connecting to host glite-rb2.ct.infn.it, port 7772
```

```
*****
```

```
COMPUTING ELEMENT IDs LIST
```

```
The following CE(s) matching your job requirements have been found:
```

```
*CEId*
```

```
dgt01.ui.savba.sk:2119/jobmanager-lcgpbs-infinite
dgt01.ui.savba.sk:2119/jobmanager-lcgpbs-short
grid-ce.bio.dist.unige.it:2119/jobmanager-lcgpbs-long
grid010.ct.infn.it:2119/jobmanager-lcgpbs-infinite
```

```
...
```

```
*****
```

- **Spustenie úlohy**

```
> glite-job-submit -o jobId test.jdl
```

Selected Virtual Organization name (from proxy extension): gilda

Connecting to host glite-rb2.ct.infn.it, port 7772

Logging to host glite-rb2.ct.infn.it, port 9002

```
===== glite-job-submit Success =====
```

The job has been successfully submitted to the Network Server.

Use glite-job-status command to check job current status. Your job identifier is:

```
- https://glite-rb2.ct.infn.it:9000/VvHO3XIQVF_Ya3DTx3PzrA
```

The job identifier has been saved in the following file:

```
/home/bratislava01/jobId
```

```
=====
```



- **Stav úlohy**

> **glite-job-status**

[https://glite-rb2.ct.infn.it:9000/VvHO3XIQVF\\_Ya3DTx3PzrA](https://glite-rb2.ct.infn.it:9000/VvHO3XIQVF_Ya3DTx3PzrA)

\*\*\*\*\*

BOOKKEEPING INFORMATION:

Status info for the Job:

- [https://glite-rb2.ct.infn.it:9000/VvHO3XIQVF\\_Ya3DTx3PzrA](https://glite-rb2.ct.infn.it:9000/VvHO3XIQVF_Ya3DTx3PzrA)

Current status: **Running**

Status Reason: Job successfully submitted to Globus

Destination: dgt01.ui.savba.sk:2119/jobmanager-lcgpbs-infinite

reached: Mon Nov 27 15:42:40 2006 CEST

\*\*\*\*\*

- **Stav úlohy**

> **glite-job-status -i jobId**

```
*****
BOOKKEEPING INFORMATION:
Status info for the Job:
- https://glite-rb2.ct.infn.it:9000/VvHO3XIQVF_Ya3DTx3PzrA
Current status: Done (Success)
Exit code: 0
Status Reason: Job terminated successfully
Destination: dgt01.ui.savba.sk:2119/jobmanager-lcgpbs-infinite
reached: Mon Nov 27 15:42:40 2006 CEST
*****
```

- **Výsledky úlohy**

> **glite-job-output -i jobld**

Retrieving files from host: glite-rb2.ct.infn.it  
 (for [https://glite-rb2.ct.infn.it:9000/VvHO3XIQVF\\_Ya3DTx3PzrA](https://glite-rb2.ct.infn.it:9000/VvHO3XIQVF_Ya3DTx3PzrA))

\*\*\*\*\*

JOB GET OUTPUT OUTCOME

Output sandbox files for the job:

- [https://glite-rb2.ct.infn.it:9000/VvHO3XIQVF\\_Ya3DTx3PzrA](https://glite-rb2.ct.infn.it:9000/VvHO3XIQVF_Ya3DTx3PzrA)

have been successfully retrieved and stored in the directory:

[/tmp/bratislava01\\_VvHO3XIQVF\\_Ya3DTx3PzrA](#)

\*\*\*\*\*

- **Zrušenie úlohy**

> **glite-job-cancel -i jobId**

Are you sure you want to remove specified job(s)? [y/n] : **y**

===== glite-job-cancel Success =====

The cancellation request has been successfully submitted for the following job(s):

- [https://glite-rb2.ct.infn.it:9000/VvHO3XIQVF\\_Ya3DTx3PzrA](https://glite-rb2.ct.infn.it:9000/VvHO3XIQVF_Ya3DTx3PzrA)

=====

- **Vytvorenie adresára v katalógu LFC**
  - > **export** LFC\_HOST=<LFCserver>
  - > **lfc-mkdir** /grid/gilda/sipkova
  - > **lfc-mkdir** /grid/gilda/sipkova/exams
- **Odstránenie adresára z katalógu LFC**
  - > **lfc-rm** /grid/gilda/sipkova/exams

- **Vytvorenie kópie súboru na SE**

```
> lcg-cr -v -vo gilda -d dgt02.ui.savba.sk  
-l lfn:/grid/gilda/sipkova/exams/amatrix.dat  
file:/home/sipkova/amatrix.dat
```

Using grid catalog type: lfc

Source URL: <file:/home/sipkova/amatrix.dat>

Destination specified: dgt02.ui.savba.sk

...

Alias registered in Catalog: <lfn:/grid/gilda/sipkova/exams/amatrix.dat>

Transfer took 1070 ms

Destination URL registered in Catalog:

<srm://dgt02.ui.savba.sk/dpm/ui.savba.sk/home/gilda/generated/...>  
guid:f75704d6-7096-4567-8ebd-01c61e0ac425

- Skopírovanie gridového súboru do lokálneho adresára

```
> lcg-cp -v -vo gilda  
-l lfn:/grid/gilda/sipkova/exams/output.dat  
file:/home/sipkova/output.dat
```

Using grid catalog type: lfc

Source URL: lfn:/grid/gilda/sipkova/exams/output.dat

VO name: gilda

Source URL for copy: gsiftp://dgt02.ui.savba.sk/...

Destination URL: file:/home/sipkova/output.dat

...

Transfer took 1020 ms

- **Vymazanie gridového súboru z SE**  
(ak mal súbor len jednu repliku, odstráni sa aj jeho registrácia v LFC)

```
> lcg-del -v -vo gilda -s dgt02.ui.savba.sk  
-l lfn:/grid/gilda/sipkova/exams/output.dat
```

VO name: gilda

Set timeout to 0 seconds



- **EGEE:** <http://www.eu-egee.org/>
- **gLite:** <http://glite.web.cern.ch/glite/>
- **WLCG:** <http://cern.ch/LCG>
- **OGF:** <http://www.ogf.org/>
- **Globus:** <http://www.globus.org/>
- **Gilda:** <https://gilda.ct.infn.it/>
- **Genius:** <https://genius.ct.infn.it/>

- **Slovenská EGEE stránka:**  
<http://ui.sav.sk/egee>
  
- **Informačný portál VVT SAV:**  
<http://www.ui.sav.sk/VVT>

**Ďakujem za pozornosť.**



Information Society  
and Media

