

# gLite

## Lightweight Middleware for Grid Computing

Viera Šipková  
Ústav Informatiky SAV  
Dúbravská cesta 9  
84507 Bratislava



- **gLite middleware**
- **gLite architektúra**
- **gLite služby**
  
- **Základné príkazy: glite-wms, lfc, lcg**
- **Ukážka gridovej aplikácie**

- **gLite** – middleware pre gridové počítanie – množina komponentov umožňujúcich zdieľanie zdrojov (vrstva medzi fyzickými zdrojmi a aplikáciami).
  - Bol vytvorený v rámci projektu EGEE ako výsledok kolaboratívnej práce viac ako 80 ľudí z 12 akademických a priemyselných výskumných centier. Okrem EGEE prínosu, integruje komponenty vyvinuté najlepšimi súčasnými middleware-projektami: WLCG (Worldwide LHC Computing Grid), VDT (Condor a Globus), DataGrid, a iné.

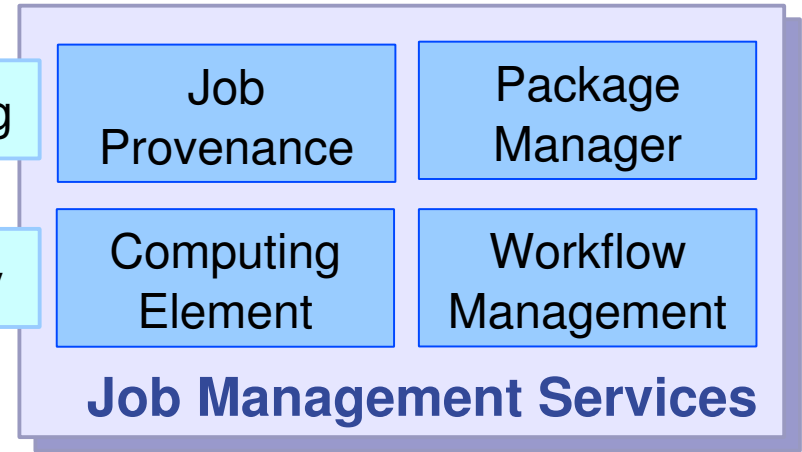
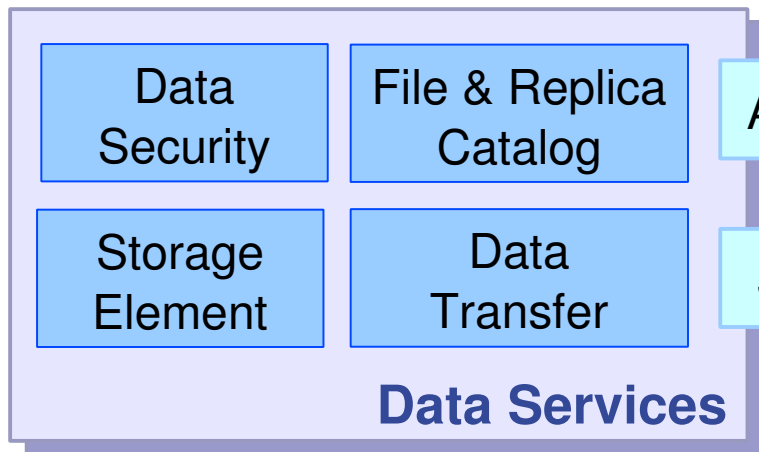
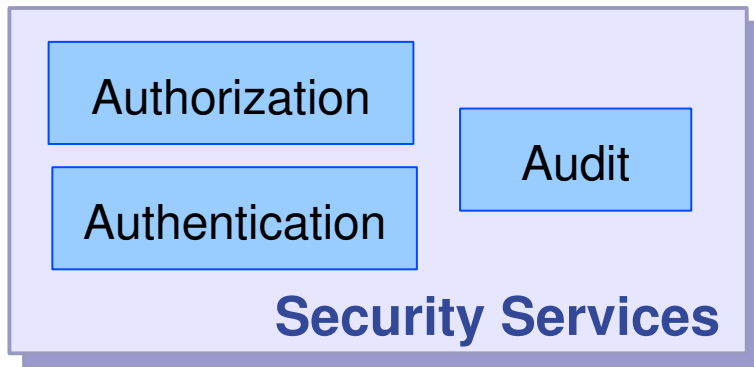
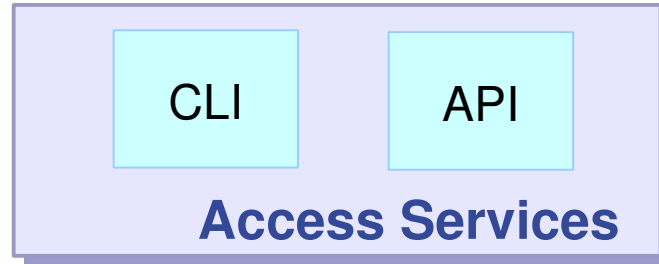
- **gLite 3.1** - uvoľnená v januári 2007

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 bezpečnostnej štruktúry GSI (Grid Security Infrastructure).

- **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 prístupu
  - Služby pre bezpečnosť
  - Služby pre získavanie informácií a monitorovanie
  - Služby pre manažment úloh
  - Služby pre manažment údajov



Accounting

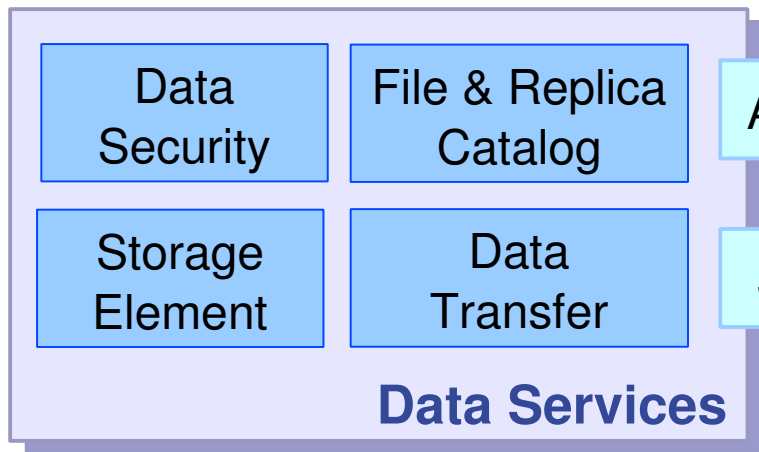
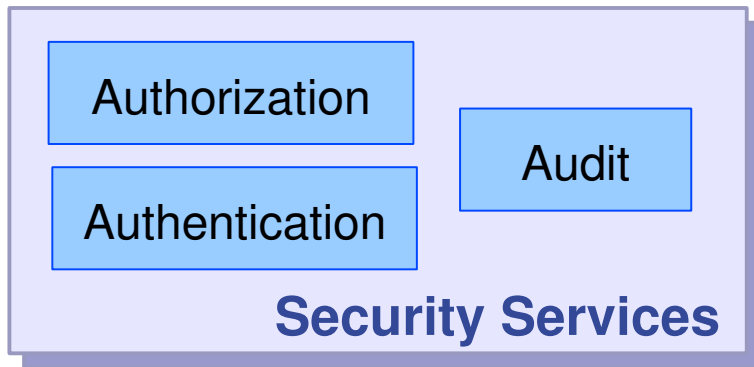
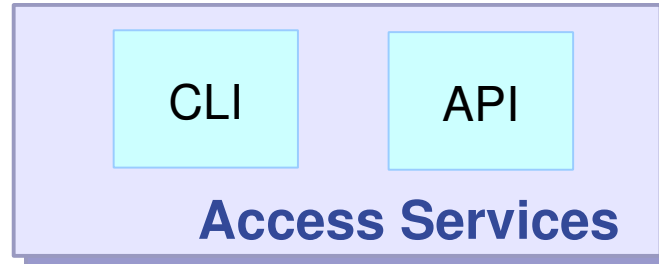
Site Proxy

- **Služby pre Bezpečnosť**
  - **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.



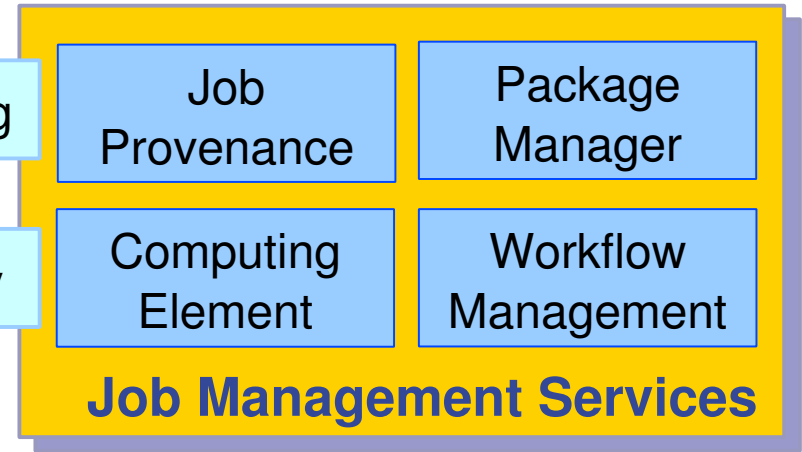
- **Bezpečnostná Infraštruktúra v EGEE**  
(GSI - Grid Security Infrastructure)
  - **Autentifikácia** je založená na šifrovaní verejného kľúča, digitálnych X.509 certifikátoch (userkey.pem, usercert.pem) a bezpečnostnej vrstvy SSL (Secure Sockets Layer).
  - Užívateľské certifikáty, ktorého privátny 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**  
(GSI - Grid Security Infrastructure)
  - **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.

Funkcie zahrňujú:

- predloženie úlohy na vykonanie,
- zistenie v akom stave je spustená úloha,
- získanie výstupných dát po ukončení úlohy,
- zrušenie úlohy.

- **Komponenty**

- **Computing Element (CE)** - Výpočtový element
- **Workload Management System (WMS)** - Manažér úloh
- **Job Provenance** - Pôvod/História úloh
- **Package Manager** - Manažér balíka
- **Accounting** - Účtovanie

- **Computing Element**

Predstavuje virtuálny výpočtový zdroj, typicky nejakú dávkovú frontu pre klaster, ale môže to byť tiež nejaká pracovná stanica resp. superpočítač.

CE zahrňuje:

- **Cluster** – množina výpočtových uzlov,
- **Local Resource Management System (LRMS)** – dávkový systém,
- **Grid Gate** – generické rozhranie klastra; jeho úlohou je prijať job a prideliť ho prostredníctvom LRMS výpočtovým uzlom na vykonanie.

- **Workload Management System**

Predstavuje **gridový meta-scheduler** – rozvrhovací program, ktorého základnou funkciou je:

- preberať používateľské úlohy,
- prideliť úlohy najvhodnejšiemu dostupnému výpočtovému elementu podľa používateľských preferencií a iných stratégií,
- zaznamenávať stav úloh,
- získať výsledky úloh.

- **Typy úloh podporované s WMS**
  - jednoduché sekvenčné batch
  - parametrické
  - (heterogénne) kolekcie
  - DAG
  - MPI
  - interaktívne



- **Job Provenance**

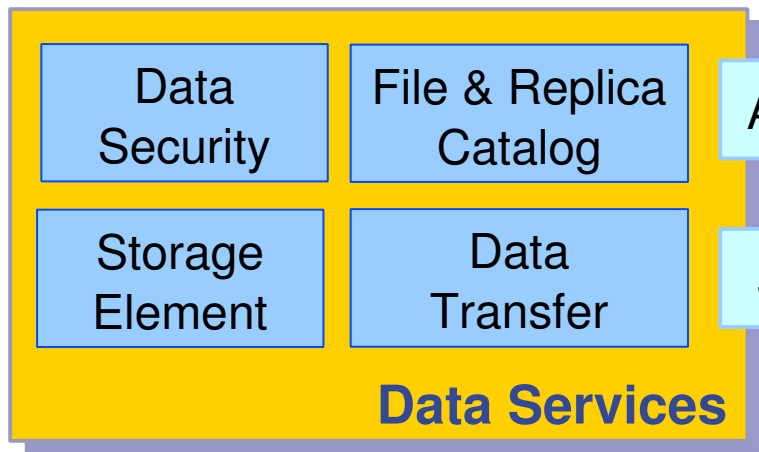
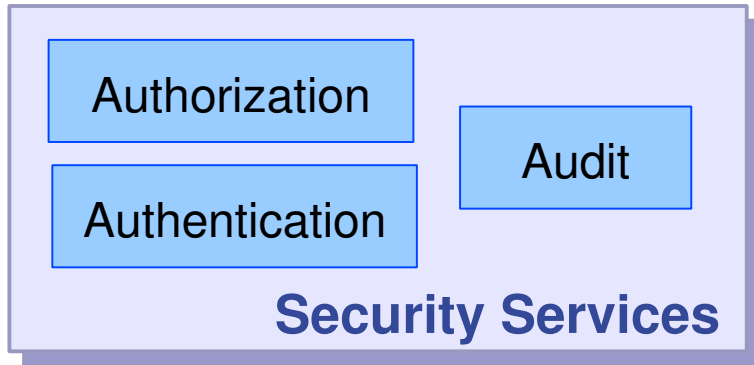
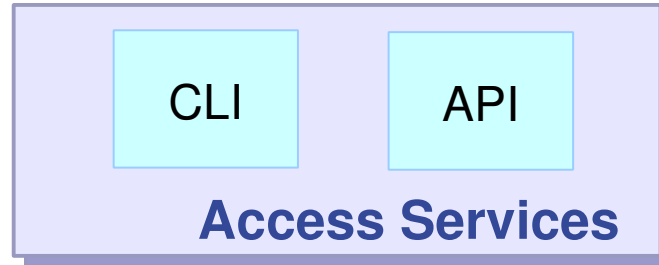
- Služba poskytuje neustále informácie o úlohách bežiacich na gridovej infraštruktúre za účelom ich neskoršieho spracovania. Služba Logging & Bookkeeping sleduje úlohy spravované s WMS.

- **Package Manager**

- Služba umožňuje dynamické umiestnenie aplikačného softvéru.

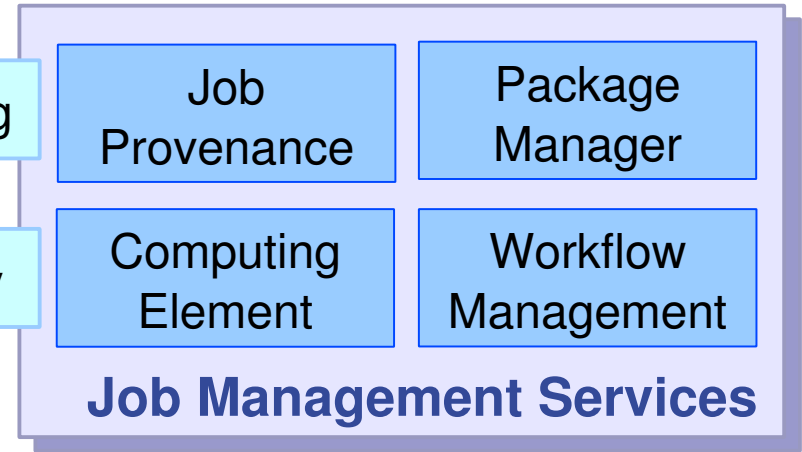
- **Accounting**

- 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 Catalogs** – Katalógy Súborov a Replík
- **File Transfer Services** – Služby na prenos súborov

- **Storage Element**

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 rôzne prístupové a prenosové protokoly: **GSIFTP** (GSI File Transfer), **gsidcap** (GSI dCache Access), **RFIO** (Remote File Input/Output), **https/http**.
- .Pre rôznorodé pamäťové zdroje bolo vyvinuté jednotné rozhranie SRM (Storage Resource Manager).

- Všetky dátové služby vykonávajú operácie na jednom súbore alebo na množine súborov, pričom 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 systém súborov:

**lfn:**<path>

lfn:/grid/voce/sipka

- **Grid Unique Identifier (GUID)**

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

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

guid:c910adb5-3e18-44a1-a1f8-071dc18e28bd

- **Storage URL (SURL)**

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

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

sfn://skurut18.cesnet.cz/storage/voce/generated/2008-03-04/file591c657a-c3f0-4c83-86fb-e5765326099c

- **Transport URL (TURL)**

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

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

gsiftp://skurut18.cesnet.cz/storage/voce/generated/2008-03-04/file591c657a-c3f0-4c83-86fb-e5765326099c

- **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 manipulácii musí byť zabezpečená konzistencia medzi súbormi na SE a odpovedajúcimi položkami v Katalógu.



- **LCG File Catalog (LFC)**

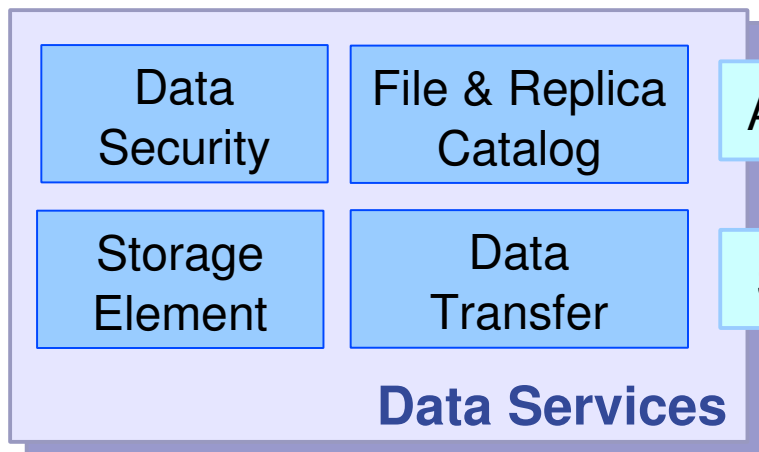
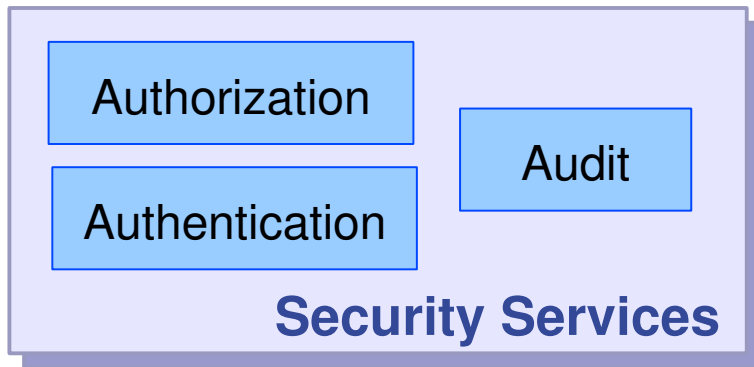
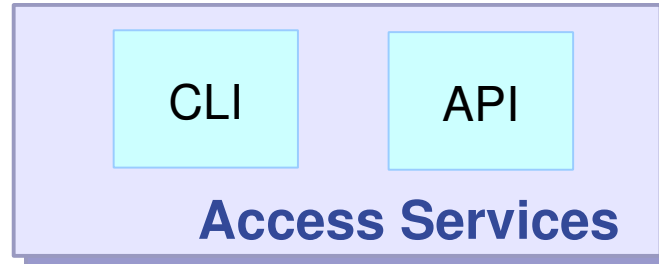
V súčasnosti jediný oficiálne schválený katalóg v WLCG/EGEE a prevzatý do gLite 3.

- 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 jedna logická položka v LFC.

- **File Transfer Service (FTS)**

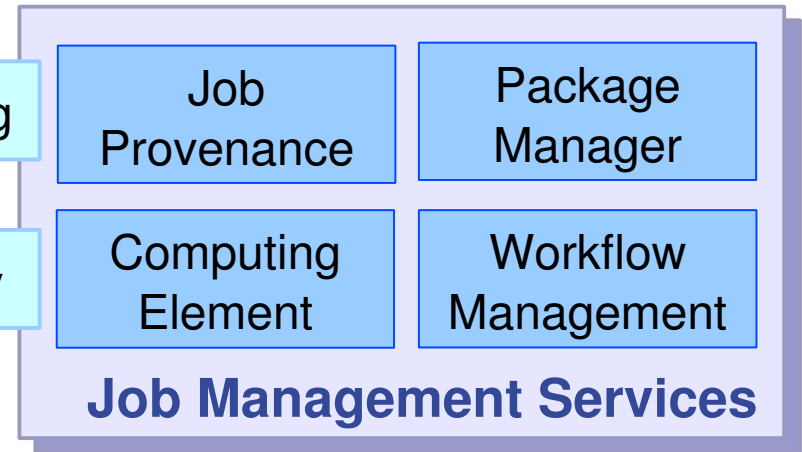
Nízko-úrovňová služba, ktorá umožňuje bezpečným spôsobom prenášať súbory z jedného gridového miesta na iné (cez SURLS). Interne riadi vyjednávanie medzi zdrojovým a cieľovým SE a vykonáva SRM/GridFTP prenos.

FTS spolu s Katalógom, protokolom GSIFTP a službou SE tvorí štvrtý pilier, ktorý dopĺňa systém dátového manažmentu v gLite.



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, ...).

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 Service**

- 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 Service**
  - 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**

- 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 sa v súčasnosti používa na účtovanie a na monitorovanie systémovej aj používateľskej úrovne.



Lightweight Middleware for  
Grid Computing



- **User Interface (UI)**

Vstupná brána do gridového prostredia. Poskytuje nástroje (CLI), ktoré umožňujú vykonávať základné gridové operácie:

- nájsť výpočtové zdroje vhodné na vykonanie úlohy,
- predložiť úlohu na vykonanie,
- zistiť v akom stave je spustená úloha,
- zrušiť úlohu,
- získať výstupné dáta po ukončení úlohy,
- prenášať, kopírovať a vymazávať súbory v Gride,
- získať informácie o stave zdrojov a úloh.

- **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 (do adresára: ~/.globus)

- **Prihlásenie na UI**

```
$ ssh -l sipka skurut4.cesnet.cz
```

- **Premenné prostredia**

```
$ export LCG_GFAL_VO=voce
```

```
$ export LFC_HOST=skurut2.cesnet.cz
```

```
$ export LCG_CATALOG_TYPE=lfc
```

- **Vygenerovanie VOMS Proxy**

\$ **voms-proxy-init** -voms voce

Your Identity: /C=SK/O=SlovakGrid/O=IISAS/CN=Viera Sipkova

Enter GRID pass phrase: ???

Creating temporary proxy ..... Done

Contacting skurut19.cesnet.cz:7001 [/DC=cz/DC=cesnet-ca/  
O=CESNET/CN=skurut19.cesnet.cz] "voce" Done

Creating proxy ..... Done

Your proxy is valid until: Tue Mar 4 01:17:00 2008

- **Delegovanie Proxy certifikátu**

```
$ glite-wms-job-delegate-proxy -d delegationID
```

```
Connecting to the service https://skurut67-6.cesnet.cz:7443/
glite_wms_wmproxy_server
```

```
===== glite-wms-job-delegate-proxy Success =====
```

```
Your proxy has been successfully delegated to the WMPProxy:
https://skurut67-6.cesnet.cz:7443/glite_wms_wmproxy_server
with the delegation identifier: delegationID
```

```
=====
```

- **Úloha** – jej vlastnosti a požiadavky, sa popisuje pomocou jazyka **JDL** (Job Description Language)
- **maxcut.jdl**:  
Type = "Job";  
JobType = "Normal";  
Executable = "maxcut";  
Arguments = "matrix.dat";  
StdOutput = "std.out";  
StdError = "std.err";  
InputSandbox = { "maxcut", "matrix.dat" };  
OutputSandbox = { "std.out", "std.err", "maxcut.out" };  
#Requirements = other.GlueCEInfoHostName=="ce.ui.savba.sk";

- **Test na vyhovujúci CE**

```
$ glite-wms-job-list-match -a maxcut.jdl
```

```
Connecting to the service https://skurut67-6.cesnet.cz:7443/
glite_wms_wmproxy_server
```

```
=====
```

### COMPUTING ELEMENT IDs LIST

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

\*CEId\*

- ares02.cyf-kr.edu.pl:2119/jobmanager-pbs-voce
- ce.ui.savba.sk:2119/jobmanager-pbs-voce
- egee-ce.grid.niif.hu:2119/jobmanager-pbs-voce
- egee-ce1.gup.uni-linz.ac.at:2119/jobmanager-pbs-voce

...

```
=====
```

- **Test na vyhovujúci CE**

```
$ glite-wms-job-list-match -d delegationID
maxcut.jdl
```

Connecting to the service [https://skurut67-6.cesnet.cz:7443/glite\\_wms\\_wmproxy\\_server](https://skurut67-6.cesnet.cz:7443/glite_wms_wmproxy_server)

=====

## COMPUTING ELEMENT IDs LIST

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

\*CEId\*

- ce.ui.savba.sk:2119/jobmanager-pbs-voce

=====



- **Spustenie úlohy**

```
$ glite-wms-job-submit -a -o jobID maxcut.jdl
```

```
Connecting to the service https://skurut67-6.cesnet.cz:7443/
glite_wms_wmproxy_server
```

```
===== glite-wms-job-submit Success =====
The job has been successfully submitted to the WMPProxy.
Your job identifier is:
- https://skurut1.cesnet.cz:9000/6jeWpS5B-TuGM37ecK8VaA
The job identifier has been saved in the following file:
/home/sipka/exams/maxcut/jobID
=====
```

- **Stav úlohy**

\$ **glite-wms-job-status -i jobID**

\*\*\*\*\*

BOOKKEEPING INFORMATION:

Status info for the Job:

- <https://skurut1.cesnet.cz:9000/6jeWpS5B-TuGM37ecK8VaA>

Current status: **Scheduled**

Status Reason: Job successfully submitted to Globus

Destination: ce.ui.savba.sk:2119/jobmanager-pbs-voce

Submitted: Mon Mar 3 13:53:39 2008 CET

\*\*\*\*\*

- **Stav úlohy**

\$ **glite-wms-job-status -i jobID**

\*\*\*\*\*

BOOKKEEPING INFORMATION:

Status info for the Job:

- <https://skurut1.cesnet.cz:9000/6jeWpS5B-TuGM37ecK8VaA>

Current status: **Running**

Status Reason: Job successfully submitted to Globus

Destination: ce.ui.savba.sk:2119/jobmanager-pbs-voce

Submitted: Mon Mar 3 13:53:39 2008 CET

\*\*\*\*\*

- **Stav úlohy**

\$ **glite-wms-job-status -i jobID**

\*\*\*\*\*

BOOKKEEPING INFORMATION:

Status info for the Job:

- <https://skurut1.cesnet.cz:9000/6jeWpS5B-TuGM37ecK8VaA>

Current status: **Done** (Success)

Exit code: 0

Status Reason: Job terminated successfully

Destination: ce.ui.savba.sk:2119/jobmanager-pbs-voce

Submitted: Mon Mar 3 13:53:39 2008 CET

\*\*\*\*\*

- **Výsledky úlohy**

```
$ glite-wms-job-output --dir output -i jobID
```

Connecting to the service [https://195.113.219.85:7443/glite\\_wms\\_server](https://195.113.219.85:7443/glite_wms_server)

```
=====
JOB GET OUTPUT OUTCOME
```

Output sandbox files for the job:

```
https://skurut1.cesnet.cz:9000/6jeWpS5B-TuGM37ecK8VaA
have been successfully retrieved and stored in the directory:
/home/sipka/exams/output
```

```
=====
```

- **Zrušenie úlohy**

```
$ glite-wms-job-cancel -i jobId
```

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

```
Connecting to the service https://195.113.219.85:7443/glite_wms_server
```

```
===== glite-wms-job-cancel Success =====
```

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

```
- https://skurut1.cesnet.cz:9000/6jeWpS5B-TuGM37ecK8VaA
```

```
=====
```

- Adresár v katalógu LFC

\$ **lfc-mkdir** /grid/voce/sipka

\$ **lfc-ls** /grid/voce/sipka

\$ **lfc-rm** /grid/voce/sipka

\$ **lfc-rename**

\$ **lfc-chmod**

\$ **lfc-chown**

\$ **lfc-setcomment**

- **Vytvorenie kópie súboru na SE**

```
$ lcg-cr -v -d skurut18.cesnet.cz  
  -l lfn:/grid/voce/sipka/exams/matrix.dat  
  file:///home/sipka/matrix.dat
```

Using grid catalog type: lfc

Using grid catalog: skurut2.cesnet.cz

Using LFN : /grid/voce/sipka/exams/matrix.dat

Using SURL : sfn://skurut18.cesnet.cz/storage/voce/generated/2008-03-04/  
file591c657a-c3f0-4c83-86fb-e5765326099c

Destination specified: skurut18.cesnet.cz

Destination URL for copy: gsiftp://skurut18.cesnet.cz/storage/voce/...

...

guid:c910adb5-3e18-44a1-a1f8-071dc18e28bd



- Skopírovanie gridového súboru z SE do lokálneho adresára

```
$ lcg-cp -v lfn:/grid/voce/sipka/exams/output.dat  
file:///home/sipka/output.dat
```

Using grid catalog type: lfc

Using grid catalog: skurut2.cesnet.cz

VO name: (null)

Source URL: lfn:/grid/voce/sipka/exams/output.dat

File size: 870

Source URL for copy: gsiftp://skurut18.cesnet.cz/storage/voce/...

Destination URL: file:///home/sipka/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 -s skurut18.cesnet.cz  
      lfn:/grid/voce/sipka/exams/matrix.dat
```

VO name: (null)

Using GUID : c910adb5-3e18-44a1-a1f8-071dc18e28bd

Set timeout to 0 seconds

```
sfn://skurut18.cesnet.cz/storage/voce/generated/2008-03-04/  
file591c657a-c3f0-4c83-86fb-e5765326099c is deleted
```

...

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

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

**Ďakujem za pozornosť.**



Information Society  
and Media

