

# gLite

## Lightweight Middleware for Grid Computing

Viera Šipková  
Ústav informatiky SAV  
Dúbravská cesta 9  
84507 Bratislava

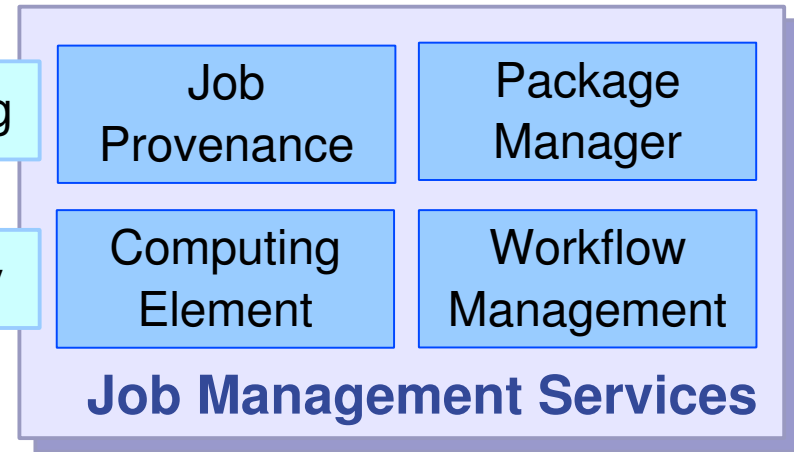
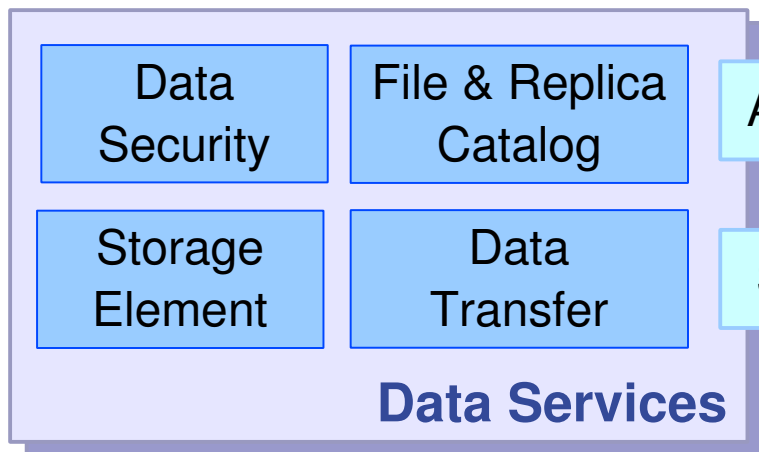
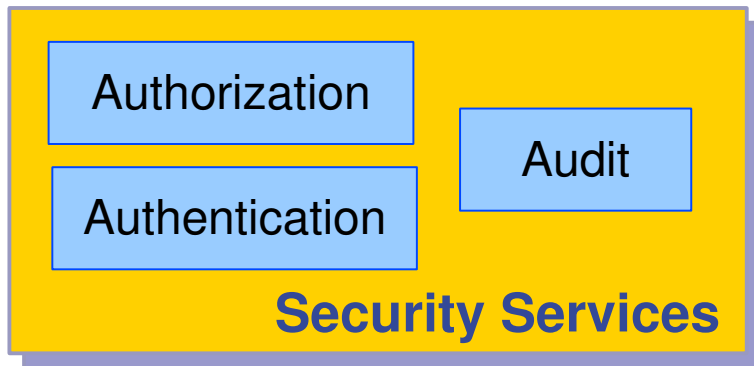
- **gLite middleware**
- **gLite architektúra**
- **gLite služby**
  
- **UI (User Interface) – Vstupná brána do gridu**

- **gLite** – middleware pre gridové počítanie (vrstva medzi fyzickými zdrojmi a aplikáciami) – integrovaná množina komponentov, ktorá umožňuje zdieľanie gridových prostriedkov
  - 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), DataGrid, VDT, Condor a Globus), a iné
  - gLite 3.1 – verzia uvoľnená v januári 2007

- **gLite** – predstavuje kombináciu nízko-úrovňového jadra a vysoko-úrovňových gridových služieb vytvorených pre:
  - rozvrhovanie a vykonávanie výpočtových úloh
  - sprístupňovanie a prenos údajov
  - sprostredkovanie informácií o gridovej infraštruktúre a o bežiacich aplikáciach
- Všetko je vnorené do bezpečnostnej gridovej infraštruktúry GSI (Grid Security Infrastructure)

- **gLite služby** – Servisne Orientovaná Architektúra (SOA)
  - uľahčuje spoluprácu medzi gridovými službami
  - umožňuje jednoduchšie prispôsobenie sa novo-vznikajúcim gridovým štandardom ako sú OGSA (Open Grid Services Architecture) od OGF a WSRF (Web Services Resource Framework) od OASIS
  - gLite služby môžu fungovať spoločne určitým zladeným spôsobom, ale je taktiež možné ich použiť aj nezávisle

- **gLite služby** – sú tématicky rozdelené do 5 hlavných tried:
  - **Access Services** – služby prístupu
  - **Security Services** – služby pre bezpečnosť
  - **Information and Monitoring Services** – služby pre získavanie informácií a monitorovanie
  - **Job Management Services** – služby pre manažment úloh
  - **Data Management Services** – služby pre manažment údajov



Accounting

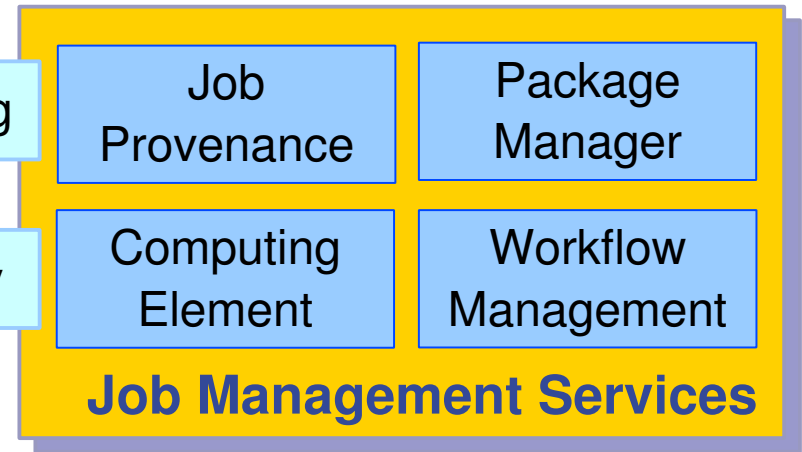
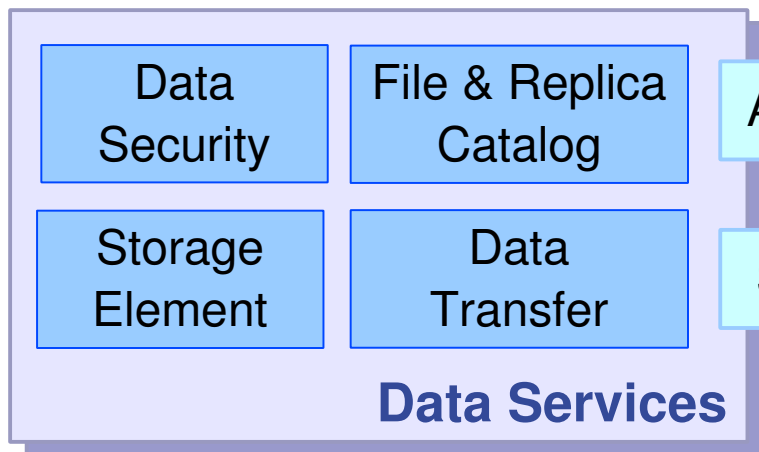
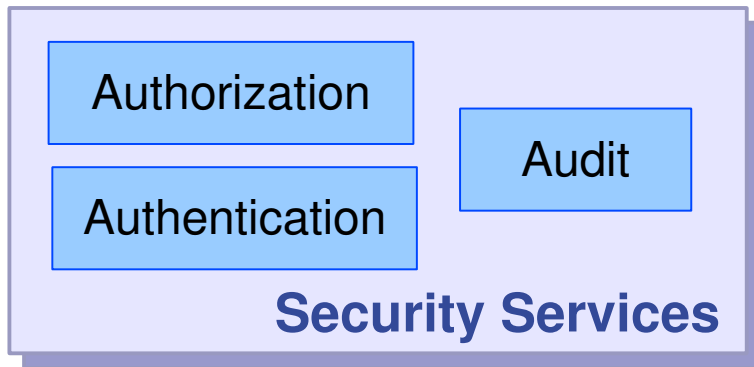
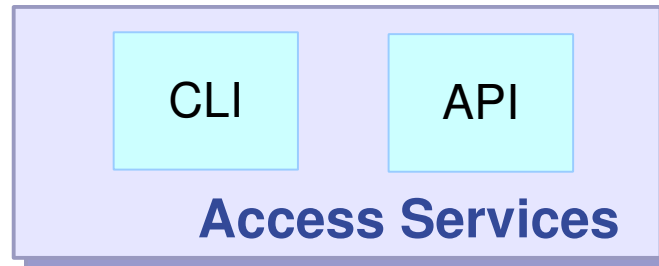
Site Proxy

- **Služby pre bezpečnosť** – zahrňujú mechanizmy pre:
  - **Autentifikácia** – umožňuje identifikáciu všetkých entít v gride (používateľov, systémy a služby)
  - **Autorizácia** – umožní alebo odmietne prístup k zdrojom a službám
  - **Audit** – poskytuje informácie pre post-mortem analýzu udalostí súvisiacich s bezpečnosťou



- **EGEE bezpečnostná architektúra** – je založená na GSI (Grid Security Infrastructure)
  - GSI je založená na šifrovaní verejného kľúča, X.509 certifikátoch (userkey.pem, usercert.pem) a komunikačnom protokole SSL (Secure Sockets Layer) s rozšírením pre “single sign-on” a delegovanie
  - na autentifikáciu pre gridové zdroje používateľ musí vlastniť digitálny X.509 certifikát vydaný nejakou dôveryhodnou certifikačnou autoritou, ktorú uznáva WLCG/EGEE
  - gridové zdroje vo všeobecnosti sú tiež vybavené certifikátmi, ktoré im umožňujú svoju vlastnú autentifikáciu pre používateľov a iné služby

- **Autentifikácia** – sa uskutočňuje prostredníctvom dočasného (krátkodobého) certifikátu, tzv. **Proxy** certifikátu, ktorý sa vygeneruje a podpisuje pomocou užívateľského certifikátu
- **VOMS Proxy** (Virtual Organization Management Service) – štandardný Proxy certifikát rozšírený o tzv. “atribútovú” časť, ktorá obsahuje informácie o funkciách a privilégiách používateľa vnútri virtuálnej organizácie, v ktorej je zaregistrovaný
- **Autorizácia** – kontroluje práva prístupu ku gridovým zdrojom, informácie získava prostredníctvom VOMS proxy certifikátu a súboru “grid-mapfile”, ktorý mapuje užívateľský certifikát na lokálne konto



Accounting

Site Proxy

- **Služby pre manažment úloh** – poskytujú všetky operácie potrebné na vykonávanie výpočtových úloh na gride

Služby umožňujú:

- výpis všetkých dostupných výpočtových zdrojov vhodných na vykonanie danej úlohy
- predloženie úlohy na vykonanie
- zistenie v akom stave je spustená úloha
- získanie výstupných dát po ukončení úlohy
- získanie záznamu o priebehu vykonávania úlohy (logging information)
- zrušenie úlohy

- **Služby pre manažment úloh** – zahrňujú 5 hlavných komponentov:
  - Computing Element – Výpočtový element
  - Workload Management System – Manažér (plánovač) úloh
  - Job Provenance – Pôvod/História úloh
  - Package Manager – Manažér balíka
  - Accounting – Účtovanie

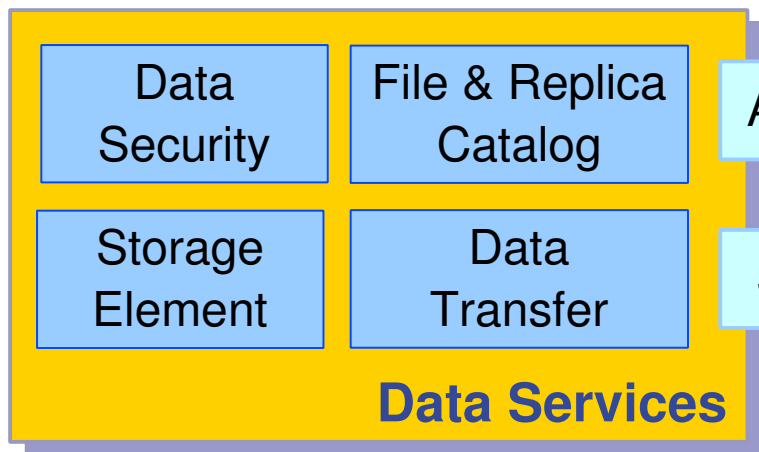
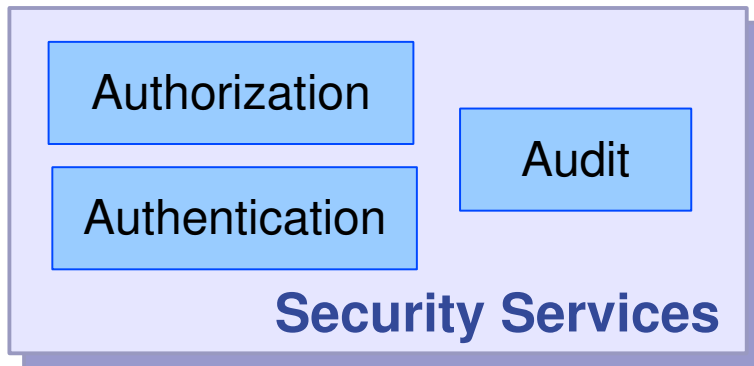
- **Computing Element (CE)** – predstavuje virtualizáciu výpočtových zdrojov umiestnených na jednom gridovom uzle (“ grid site”), typicky nejakú dávkovú frontu pre klaster, ale môže to byť tiež nejaká pracovná stanica resp. superpočítač  
CE zahrňuje:
  - **Cluster** – a množina výpočtových uzlov (Worker Nodes)
  - **Local Resource Management System (LRMS)** – dávkový (batch) systém
  - **Grid Gate** – generické rozhranie klastra; jeho úlohou je prijať job a prideliť ho prostredníctvom LRMS výpočtovým uzlom (WNs) na vykonanie

- **Workload Management System (WMS)** – predstavuje gridový meta-scheduler, rozvrhovací program (WMPProxy server), ktorého základnou funkciou je:
  - preberať používateľské úlohy
  - pridelovať úlohy najvhodnejšiemu dostupnému výpočtovému prostriedku podľa používateľských preferencií a iných stratégií
  - zaznamenávať stav úloh
  - prenášať výsledky úloh

- **Job Description Language (JDL)** – používa sa na popis jednej úlohy alebo množiny úloh s ľubovoľnými vzájomnými závislosťami a na špecifikovanie vlastností a obmedzení pre výber optimálneho výpočtového zdroja
- WMS podporuje nasledujúce typy úloh:
  - jednoduché sekvenčné (batch) úlohy
  - parametrické úlohy
  - (heterogénne) kolekcie úloh
  - MPI (Message Passing Interface) úlohy
  - DAG (Direct Acyclic Graph) úlohy
  - interaktívne úlohy

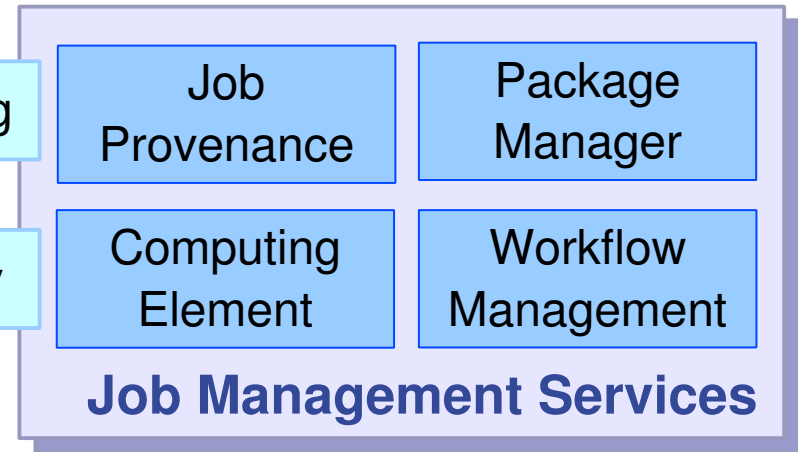


- **Job Provenance** – služba poskytuje kontinuálne informácie o úlohách bežiacich na gridovej infraštruktúre za účelom ich neskoršieho spracovania
- **Package Manager** – služba umožňuje dynamické umiestnenie aplikačného softvéru
- **Accounting** – služba sa vzťahuje na účtovanie výpočtových, resp. aj pamäťových a sieťových prostriedkov



Accounting

Site Proxy



- **Služby pre manažment dát** – umožňujú bezpečný prenos dátových súborov v gridovom prostredí, replikovanie dátových súborov na rôzne uzly gridu, interakciu s gridovými katalógmi a rôzne iné dáta-manipulačné operácie
  
- **Komponenty**
  - **Storage Element** – Úložný element, umožňuje používateľovi alebo aplikácii uložiť dáta pre ich neskoršie použitie
  - **File & Replica Catalog** – Katalógy súborov a replík, umožňujú lokalizovať súbory a ich repliky v gride
  - **File Transfer Service** – nízko-úrovňové služby na prenos súborov

- **Storage Element (SE)** – služba poskytujúca virtualizáciu úložných zdrojov, ktoré môžu zahŕňať jednoduché diskové servery, až po rôzne zložité hierarchické pamäťové systémy
- SE podporuje rôzne prístupové a prenosové protokoly: GSI File Transfer (GSIFTP), GSI dCache Access (gsidcap), Remote File Input/Output (RFIO), http, file
- **Storage Resource Manager (SRM)** – pre manažment rôznorodých pamäťových zdrojov bolo vyvinuté jednotné rozhranie s vlastným protokolom, ktoré skrýva zložitosť úložného zdroja

- **Gridový súbor** – súbor sa považuje za gridový ak je fyzicky uložený na nejakom SE a súčasne zaregistrovaný v gridovom katalógu
- **Kópie súboru** – súbory môžu mať kópie na rôznych uzloch gridu; kópie musia byť konzistentné, preto gridové súbory nie je možné modifikovať, iba vytvoriť, čítať a vymazať
- Všetky služby data manažmentu vykonávajú operácie na jednom súbore alebo na množine súborov, pričom jeden súbor sa považuje za najmenšiu manipulovateľnú jednotku

- **Mená gridových súborov** – na gridové súbory je možné sa odvolávať pomocou 4 typov mien:
  - Grid Unique Identifier (GUID)
  - Logical File Name (LFN)
  - Storage URL (SURL)
  - Transport URL (TURL)

- **Grid Unique Identifier (GUID)**

- logický identifikátor, jednoznačný, nemenný ukazovateľ (vytvorený na základe UUID štandardu), ktorý je priradený súboru pri jeho prvej registrácii v gride

Formát: **guid:**<36-bytes\_unique\_string>

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

- **Logical File Name (LFN)**

- logický, ľudsky-čitateľný reťazec pridelený používateľom; v katalógu EGEE má reťazec štandardný hierarchický Unix tvar

Formát: **lfn:** <any\_string>

Príklad: lfn:/grid/gilda/users/sipka/adjmatrix.dat

- **Storage URL (SURL)**

- poskytuje informáciu o fyzickom umiestnení súboru alebo kópie

Formát: `<sfnsrm>://<SE_hostname>/<path>`

Príklad: `srm://aliserv6.ct.infn.it/dpm/ct.infn.it/home/gilda/generated/2008-05-27/filea56d0ab8-5d20-4b1c-8c96-502d43480b91`

- **Transport URL (TURL)**

- platné URI na sprístupnenie súboru fyzicky uloženého na SE, obsahuje informácie: prístupový protokol, port, host, cesta

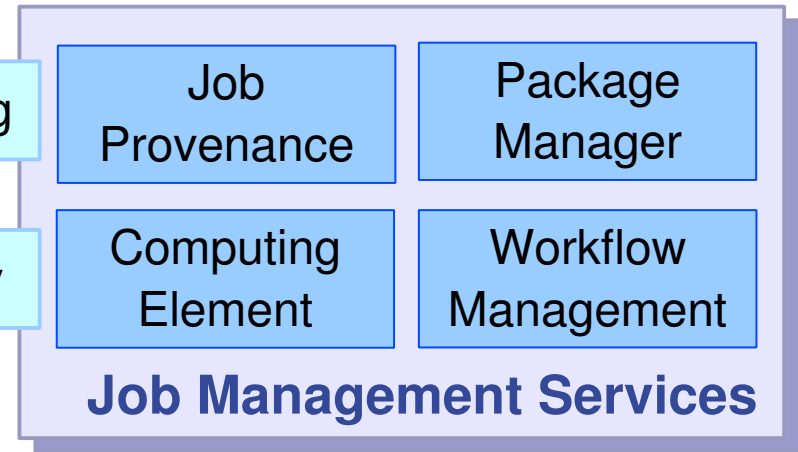
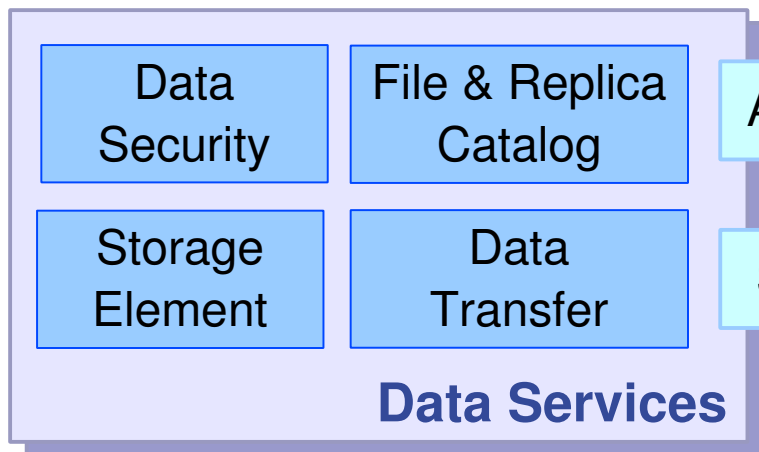
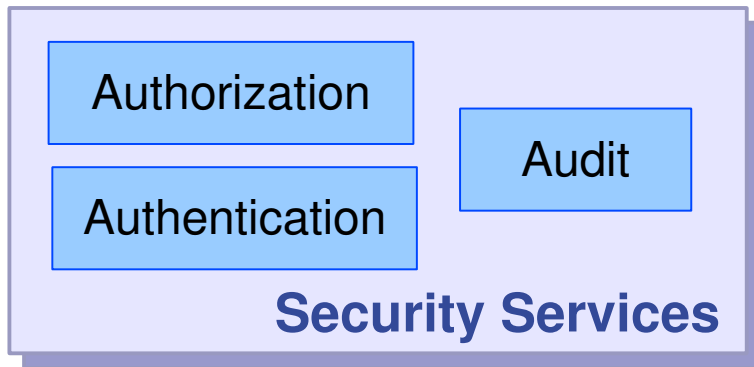
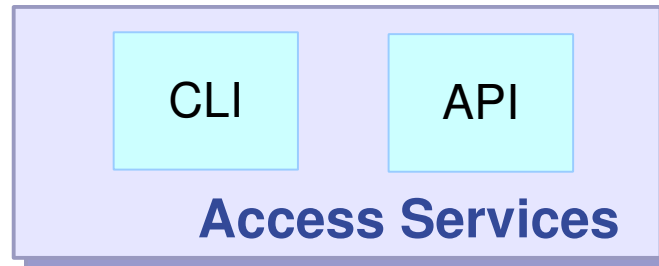
Formát: `<protocol>://<SE_hostname>:<port>/<path>`

Príklad: `gsiftp://aliserv6.ct.infn.it/aliserv6.ct.infn.it/data01/gilda/.../filea56d0ab8-5d20-4b1c-8c96-502d43480b91.341043.0`



- **File & Replica Catalog** – služba umožňuje používateľovi a aplikácii umiestňovať súbory ako aj relevantné meta-dáta v gridovom prostredí, pričom zabezpečuje mapovanie medzi menami LFN, GUID a SURL
- **LFC (LCG File Catalog)** – v súčasnosti jediný oficiálne schválený katalóg v WLCG/EGEE a prevzatý do gLite 3.1
- Adresárová štruktúra v LFC: `/grid/<VO>/<subpath>`  
Príklad: `/grid/gilda/users/bratislava01`

- **File Transfer Service (FTS)** – nízko-úrovňová služba, ktorá umožňuje asynchrónnym a bezpečným spôsobom prenášať súbory z jedného gridového miesta na iné
  - FTS interne riadi vyjednávanie medzi zdrojovým a cieľovým úložným zdrojom a vykonáva SRM/GridFTP prenos
  - FTS akceptuje iba SURL meno ako zdrojovú a cieľovú adresu, logické mená LFN a GUID momentálne ešte nie sú podporované
  - Pre začiatočníkov sa použitie FTS služby veľmi neodporúča lebo môže prísť k nezrovnalosti medzi položkami v katalógu a fyzickým súborom na úložisku a nakoniec k jeho poškodeniu



Accounting

Site Proxy

- **Informačné a Monitorovacie služby** – poskytujú informácie o WLCG/EGEE zdrojoch a ich stave; a mechanizmy na zverejňovanie, objavovanie a konzumovanie informácií, ktoré je možné použiť na rôzne špecializované monitorovacie účely a účtovanie
- V gLite 3.1 sa používajú dva informačné systémy:
  - Globus Monitoring and Discovery Service
  - Relational Grid Monitoring Architecture

- **Globus Monitoring and Discovery Service (MDS)** – používa sa hlavne na vyhľadávanie zdrojov a publikovanie ich stavu
- Globus MDS implementuje GLUE schema voľného dátového modelu LDAP (Lightweight Directory Access Protocol), ktorý predstavuje špecializovanú databázu optimalizovanú pre čítanie, prehľadávanie a vyhľadávanie informácií

- **Information Provider** – generuje na uzle relevantné informácie o zdroji (CE or SE)
- **Grid Resource Information Server (GRIS)** – beží na zdroji a publikuje informácie, ktoré získava od Information Provider
- **Berkeley Database Information Index (BDII)** – je použitý na ukladanie a publikovanie dát z lokálneho servera GRIS
- **BDII sa používa aj na najvrchnejšej hierarchickej úrovni** – informácie o gridových uzloch sa získavajú z databázy gridového operačného centra GOC (Grid Operations Centre), ktorá je udržiavaná manažérmi gridových uzlov

- **Relational Grid Monitoring Architecture (R-GMA)** – používa sa na účtovanie, na monitorovanie systémovej aj používateľskej úrovne a umožňuje používateľovi jednoduché publikovanie informácií
  - R-GMA predstavuje implementáciu architektúry GMA, ktorá bola vyvinutá v rámci OGF (Open Grid Forum)
  - R-GMA prezentuje informácie ako jednu virtuálnu relačnú databázu obsahujúcu množinu virtuálnych tabuliek; dáta je možné vkladať a dotazovať sa na ne príkazmi typu SQL
  - Každý gridový uzol má R-GMA server kde je obvykle inštalovaný R-GMA prehliadač
  - R-GMA CLI je k dispozícii na každom UI a WN

- **User Interface (UI)** – vstupná brána do WLCG/EGEE Gridu; predstavuje ľubovoľný stroj kde je nainštalovaný príslušný softvér a kde má používateľ vytvorené vlastné konto a uložené svoje certifikáty
- Z UI sa používateľ autentifikuje a autorizuje pre gridové zdroje a môže využívať celú funkčnosť, ktorú ponúkajú job a dáta manažment služby
- UI poskytuje API a CLI, ktoré umožňujú vývoj gridových aplikácií



- **UI Command Line Interface** – umožňuje vykonávať nasledujúce gridové operácie:
  - zistiť dostupné 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
  - získať záznam (logging) o priebehu vykonávania úlohy
  - prenášať, kopírovať a vymazávať súbory v gride
  - získať informácie o stave zdrojov a aplikácií

- **Pre-rekvizity**

1. Obdržať kryptografický certifikát X.509 od niektorej dôveryhodnej CA poverenej WLCG/EGEE
2. Zaregistrovať sa v niektorej WLCG/EGEE VO
3. Požiadajte o konto na počítači, ktorý slúži ako gridové používateľské rozhranie (UI) a uložte si tam dvojicu certifikátov (do adresára: ~/.globus)

- **gLite:** <http://glite.web.cern.ch/glite>
- **EGEE:** <http://www.eu-egee.org>
- **WLCG:** <http://cern.ch/LCG>
- **Gilda:** <http://gilda.ct.infn.it>
- **Genius:** <http://genius.ct.infn.it>
- **Slovak EGEE:** <http://ui.sav.sk/egee>
- **SlovakGrid:** <http://www.slovakgrid.sk>

**Ďakujem za pozornosť!**

**Otázky?**



Lightweight Middleware for  
Grid Computing