

*Dorota Pawluś\**

## LABORATORIUM WIRTUALNE DO BADAŃ GEOTECHNICZNYCH\*\*

---

### 1. Wstęp

Dynamiczny rozwój technologii informatycznych przyczynia się do powstawania coraz to nowych rozwiązań dotyczących między innymi badań naukowych, edukacji. Jednym z kierunków badawczych, który obecnie bardzo intensywnie się rozwija jest tworzenie wirtualnych laboratoriów.

Pojęcie „wirtualne laboratorium” jest stosowane do dwóch grup systemów. Pierwszą grupę stanowią systemy pozwalające na zdalne wykorzystywanie urządzeń. Druga grupa to aplikacje do nauczania, które symulują przebieg pewnych zjawisk.

W pierwszym przypadku mamy do czynienia z rzeczywistymi urządzeniami i sprzętem laboratoryjnym, za pomocą którego wykonywane są rzeczywiste doświadczenia i eksperymenty, a jedynie dostęp do tych urządzeń jest zdalny (poprzez sieć komputerową). Osoba (lub osoby) prowadząca eksperyment i urządzenie, na którym ten eksperyment jest wykonywany mogą znajdować się nie tylko w różnych pomieszczeniach, ale także w różnych częściach świata. Mogą to być systemy pozwalające na zdalne udostępnienie bardzo zaawansowanej i unikatowej aparatury. Często jednak udostępniane urządzenia nie są ani drogie, ani unikalne, ale ich udostępnienie jest kształcące dla użytkowników, którzy mogą zmierzyć się z realnymi problemami.

Użytkownicy systemów z drugiej grupy nie korzystają z rzeczywistych urządzeń, a eksperyment jest tylko symulacją zjawisk rzeczywistych. Symulatory takie mają duże znaczenie zarówno edukacyjne jak i poznawcze oraz pozwalają na przeprowadzenie szkoleń (np. szkolenie pilotów) lub testów bez narażania się na koszty i bez zagrożenie bezpieczeństwa.

Wirtualne laboratorium zaprezentowane w niniejszym artykule należy do pierwszej grupy systemów. W terminologii amerykańskiej na określenie tego typu systemów używane

---

\* Wydział Górnictwa i Geoinżynierii, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

\*\* Artykuł opracowano w ramach prac statutowych AGH WGiG na 2009 rok nr 11.11.100.197

jest często pojęcie *collaboratory* powstałe jako zbitka dwóch wyrazów *collaboration* (z ang. współpraca) i *laboratory* (z ang. laboratorium, pracownia). Zostało ono zdefiniowane przez Williama Wulfa w 1989 roku jako “*center without walls, in which the nation’s researchers can perform their research without regard to physical location, interacting with colleagues, accessing instrumentation, sharing data and computational resources, (and) accessing information in digital libraries*” (ośrodek bez ścian, w którym naukowcy mogą wykonywać badania bez względu na miejsce pobytu, współpracując z kolegami, udostępniając sobie oprzyrządowanie, dzieląc się danymi i zasobami obliczeniowymi oraz udostępniając informacje w bibliotekach cyfrowych) [1].

W literaturze przytaczana jest również następująca definicja laboratorium wirtualnego:

„Wirtualne laboratorium jest heterogenicznym, rozproszonym środowiskiem, które umożliwia grupie naukowców znajdujących się w różnych miejscach na świecie wspólną pracę nad wspólną grupą projektów” [2, 3].

## 2. Koncepcja Geotechnicznego Laboratorium Wirtualnego

Praca przy użyciu laboratoriów wirtualnych niesie ze sobą wiele korzyści: pozwala na korzystanie z unikatowej i drogiej aparatury jednostkom badawczym, które jej nie posiadają, daje możliwość współpracy naukowców pochodzących z różnych odległych miejsc, pozwala efektywniej wykorzystywać posiadane urządzenia, ułatwia i przyspiesza proces kształcenia, umożliwia dostęp do biblioteki pomiarów i publikacji itd. Na podkreślenie zasługuje fakt, że dzięki włączeniu wirtualnego laboratorium do Internetu powyższe działania mogą być dostępne dla użytkowników systemu niezależnie od czasu i przestrzeni.

Biorąc pod uwagę liczne zalety wirtualnego laboratorium, a także ciągły rozwój informatyzacji podjęto próbę zaprojektowania i utworzenia Geotechnicznego Wirtualnego Laboratorium (GLW) w Katedrze Geomechaniki, Budownictwa i Geotechniki na Akademii Górniczo-Hutniczej. Ma ono umożliwić, za pośrednictwem Internetu, fizyczny dostęp do zasobów aparaturowych będących w posiadaniu Katedry, oprogramowania obliczeniowego i bazy danych.

Głównym celem budowy Geotechnicznego Laboratorium Wirtualnego jest utworzenie systemu pozwalającego grupie studentów i pracowników naukowych na zwiększenie możliwości badawczych poprzez:

- czynne i bierne uczestnictwo w eksperymentach i badaniach prowadzonych w laboratoriach Katedry Geomechaniki Budownictwa i Geotechniki,
- korzystanie z wyników zakończonych badań laboratoryjnych,
- pozyskiwanie danych wprost z badań polowych,
- współpracę za pośrednictwem Internetu z innymi ośrodkami,
- pracę grupową za pośrednictwem Internetu,
- korzystanie z udostępnionych programów obliczeniowych.

GLW zaprojektowano jako system otwarty, czyli dający możliwość rozbudowy i łączenia z innymi systemami tego typu za pomocą Internetu. W systemie zostaną wykorzystane mechanizmy umożliwiające równoczesny dostęp wielu użytkownikom oraz pracę grupową.

Biorąc pod uwagę cele stawiane przed GLW zdecydowano, że będzie ono realizowało trzy podstawowe typy zadań:

- 1) Wykonanie eksperymentu na sprzęcie należącym do Katedry Geomechaniki, Budownictwa i Geotechniki;
- 2) Wykonanie zadania dydaktycznego;
- 3) Obserwacja przez Internet obiektów znajdujących się w terenie.

### 3. Budowa systemu

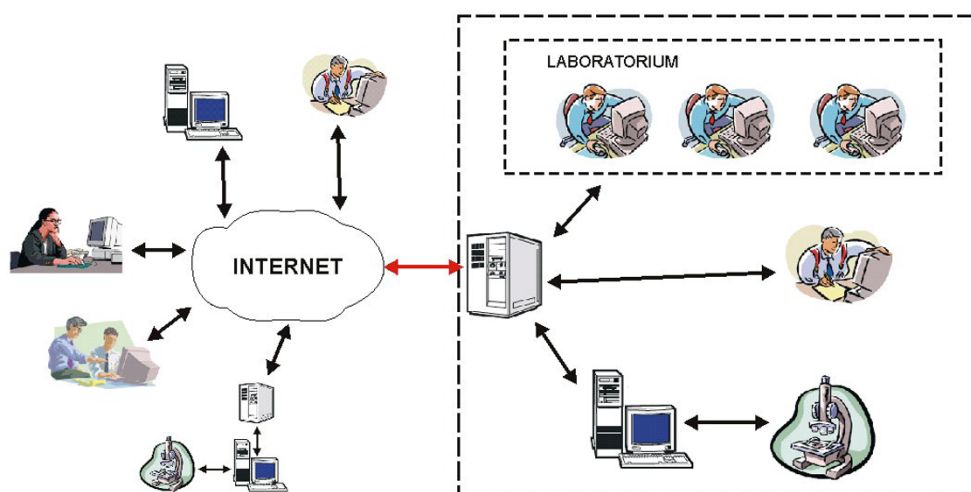
W skład GLW wchodzić będzie następujący sprzęt:

- komputer pełniący funkcję serwera podłączony do sieci Internet,
- aparatura badawcza i pomiarowa udostępniana przez Katedrę Geomechaniki, Budownictwa i Geotechniki,
- inna aparatura pomiarowa,
- stacja robocza połączona z aparaturą pomiarową oraz serwerem,
- infrastruktura sieciowa.



Rys. 1. Maszyna wytrzymałościowa MTS

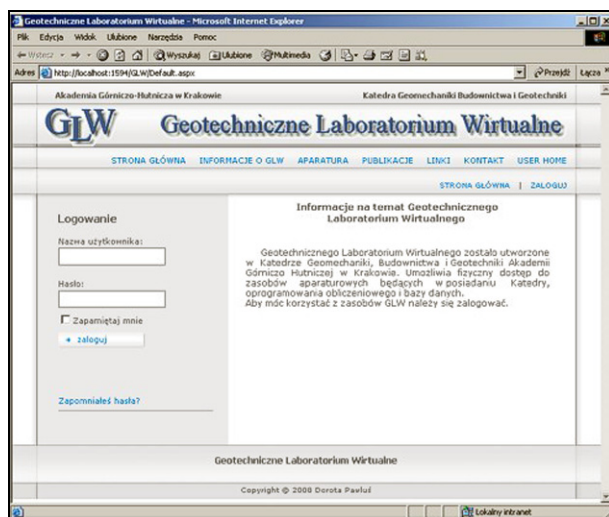
Jako serwer wykorzystany zostanie komputer PC włączony do Internetu, za pośrednictwem którego odbywać się będzie komunikacja w GLW. Na początku do GLW przyłączona będzie tylko maszyna wytrzymałościowa MTS (rys. 1) oraz współpracujący z nią komputer służący do sterowania pracą maszyny. System będzie miał jednak strukturę otwartą i pozwoli na dołączanie także innej aparatury. Komunikacja pomiędzy serwerem, a komputerem współpracującym z maszyną MTS odbywać się będzie poprzez sieć lokalną AGH. Na rysunku 2 przedstawiono schemat komunikacji w GLW.



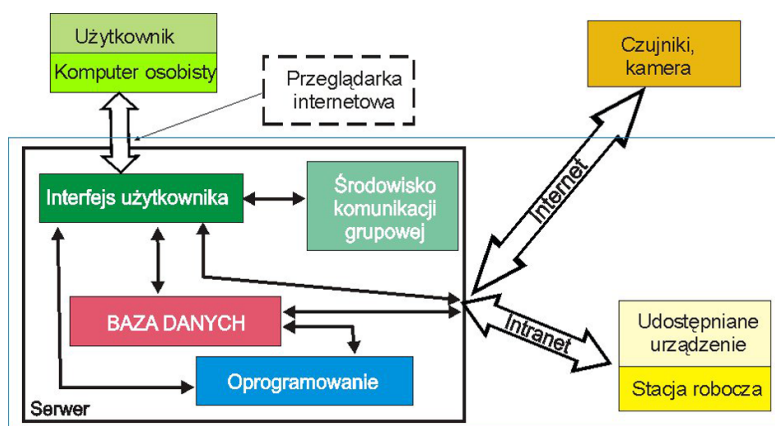
Rys. 2. Schemat komunikacji w GLW

Użytkownik, który chce wykonywać badania w GLW, łączyć się będzie z dowolnego miejsca z systemem poprzez interfejs uruchamiany za pomocą przeglądarki internetowej. Nie będzie potrzebna instalować żadnych innych programów. Interfejs użytkownika umożliwi między innymi: zlecenie zadań dla urządzeń badawczych GLW, przeglądanie wyników, korzystanie z informacji bazy danych i inne. Na rysunku 3 pokazano główne okno aplikacji obsługującej Geotechniczne Laboratorium Wirtualne. Po zalogowaniu do systemu, w zależności od posiadanych uprawnień, użytkownik może wykonywać określone zadania systemu.

Tak jak wcześniej wspomniano, komunikacja z wybranym urządzeniem będzie się odbywać się za pośrednictwem serwera, na którym znajduje się aplikacja GLW, czyli serwera aplikacji. Odbiera on zlecenia od użytkownika, przekazuje je do komputera obsługującego udostępniane urządzenie badawcze lub pomiarowe, a następnie przesyła uzyskane wyniki z powrotem do użytkownika. Na serwerze aplikacji będzie również przechowywana baza danych, system zarządzania bazą danych, udostępniane programy oraz system zarządzania laboratorium GLW. Komunikacja między użytkownikami także będzie się odbywać za pośrednictwem serwera aplikacji. Schemat budowy oraz działania w GBLW przedstawiono na rysunku 4.



Rys. 3. Okno główne aplikacji Geotechniczne Laboratorium Wirtualne



Rys. 4. Schemat budowy oraz działania w GLW

Główną część systemu stanowi baza danych, czyli zbiór obiektów posiadających wewnętrzną strukturę, którą stanowią relacje między tymi obiektami. Baza danych systemu GLW będzie bazą relacyjną. Relacyjna baza danych jest to baza, w której każdy obiekt występuje raz, a jego powiązania z innymi obiektami są ujęte w postaci relacji.

Baza danych wchodząca w skład Geotechnicznego Laboratorium Wirtualnego zawierać będzie następujące zasoby:

- dane dotyczące użytkowników,
- dane dotyczące udostępnianych urządzeń,

- dane dotyczące zakończonych i prowadzonych badań,
- materiały edukacyjne i publikacje w wersji elektronicznej,
- inne (programy, procedury badawcze, materiały...).

W bazie danych, ze względu na posiadane uprawnienia, są wyróżnione trzy typy użytkowników:

- 1) pracownik,
- 2) student,
- 3) administrator.

Za przechowywanie i zarządzanie danymi odpowiedzialny jest system zarządzania danymi. W jego skład wchodzi: system przechowywania danych, narzędzia do korzystania z zasobów bazy danych oraz system zabezpieczania danych. Aby zapewnić bezpieczeństwo danych przechowywanych w bazie zastosowano dwa mechanizmy:

- uwierzytelnienie — proces polegający na weryfikacji zadeklarowanej tożsamości osoby, urządzenia bądź usługi biorącej udział w wymianie danych. Uwierzytelnienie następuje po identyfikacji czyli zadeklarowaniu swojej tożsamości przez użytkownika.
- autoryzacja — proces, w którym sprawdzane jest czy dany podmiot (o ustalonej tożsamości) ma prawo dostępu do zasobów, o które prosi.

W GLW wykorzystano system zarządzania bazami danych SQL Server 2005 firmy Microsoft.

Oprócz bazy danych, podsystemu zarządzania bazą danych i podsystemu zarządzania laboratorium w skład Geotechnicznego Laboratorium Wirtualnego wchodzić będą trzy podsystemy użytkowe:

- 1) laboratoryjny,
- 2) edukacyjny,
- 3) obserwacyjny.

Ich działanie jest ściśle związane ze zdefiniowanymi w poprzednim rozdziale zadaniami GLW. Na początek, dla każdego z podsystemów użytkowych zostanie wykonany jeden moduł:

- dla podsystemu laboratoryjnego — moduł pozwalający na wykonanie eksperymentu przy użyciu maszyny wytrzymałościowej MTS,
- dla podsystemu edukacyjnego — moduł umożliwiający prowadzenie ćwiczeń laboratoryjnych dla studentów,
- dla podsystemu obserwacyjnego — moduł służący do połączenia z systemem do zdalnej obserwacji wizualnej i monitoringu.

Ponadto GLW będzie umożliwiać pracę przy użyciu programów: CONCRETE umożliwiającego symulację zjawisk związanych z dojrzewaniem betonu i MapInfo stanowiącego dynamicznie rozwijający się system GIS (*Geographical Information System*).

Aplikacja GLW jest tworzona w oparciu o technologie .NET firmy Microsoft przy użyciu środowiska programistycznego Microsoft Visual Studio.

Do współpracy z maszyną wytrzymałościową MTS będzie zastosowane oprogramowanie dostarczone przez jej producenta. Jest to program TestStar II firmy MTS System Corporation.

#### **4. Podsumowanie**

W artykule przedstawiono prace zmierzające do utworzenia systemu informatycznego o nazwie Geotechniczne Laboratorium Wirtualne, który za pośrednictwem Internetu, zapewni użytkownikom zdalny dostęp do włączonych do niego urządzeń badawczych, bazy danych oraz przyrządów pomiarowych i obserwacyjnych niezależnie od ich fizycznego położenia. Tworzone Laboratorium będzie funkcjonowało jako system realizujący zarówno zadania badawcze, jak i dydaktyczne, co jest nowością wśród innych tego typu systemów.

Utworzenie tego typu systemu przyniesie wiele korzyści zarówno pod względem naukowym jak i dydaktycznym. Pozwoli on pracownikom naukowym z różnych ośrodków na wspólną pracę nad projektami badawczymi, zapewni zdalny dostęp do urządzeń pomiarowych, wyników pomiarów i oprogramowania oraz wymianę poglądów. Usprawni także proces kształcenia przez umożliwienie studentom uczestnictwa w eksperymentach oraz samodzielnego projektowania i wykonywania badań na urządzeniach, do których dostęp jest ograniczony ze względu na ich wartość lub położenie.

#### LITERATURA

- [1] Kouzes R.T., Myers J.D., Wulf W.A.: Collaboratories: Doing science on the internet. IEEE Komputer 1996 29(8)
- [2] Lawenda M.: Laboratorium wirtualne i teleimersja, Raport wewnętrzny PCSS nr RW-34/01, Poznań, 2001
- [3] Adamiak W., Gdaniec Z., Lawenda M., Meyer N., Popenda Ł., Zieliński K.: Laboratorium wirtualne w środowisku gridowym, Poznań, 2003