

## **WSPOMAGANIE KOMPUTEROWE PRZY ROZWIĄZYWANIU SZEŚCIU RODZAJÓW TESTÓW Z CHEMII ANALITYCZNEJ (I, II ORAZ III)**

**Tadeusz Michałowski, Andrzej Pietrzyk, Łukasz Kosturek, Agnieszka  
Mielcarz, Krzysztof Wincenciak, Sławomir Wybraniec**

*Politechnika Krakowska*

**Słowa kluczowe:** chemia; dydaktyka; testy elektroniczne; ocena wyników.

### **Streszczenie:**

Dla potrzeb dydaktycznych w zakresie Chemii analitycznej opracowano program komputerowy, służący do oceny wiedzy studentów chemii na WłiTCh Politechniki Krakowskiej w zakresie Chemii analitycznej I (Analiza miareczkowa i wagowa), Chemii Analitycznej II (Analiza instrumentalna) oraz Chemii Analitycznej III (Nowoczesne metody analizy chemicznej). Do stworzenia tego programu wykorzystano 3 języki programowania: PHP, My-SQL oraz HTML. Opisano zasady działania programu i jego możliwości. Zaproponowany program można zaadaptować w dydaktyce dotyczącej innych działów chemii a także innych dyscyplin naukowych.

### **I. Test jako forma sprawdzania wiedzy**

Sprawdzanie i ocena wiedzy uczniów/studentów dostarcza informacje o rzetelnej jakości kształcenia [1] na podstawie sprawdzianu (a) ustnego, (b) pisemnego, (c) testowego. W szczególności, sprawdzian testowy może służyć do systematycznego sprawdzania wiedzy w każdym zakresie nauczania. Jest to zbiór zadań, dostosowany do danej treści nauczania w taki sposób, by jego wyniki stanowiły podstawę oceny (ewaluacja osiągnięć), w jakim stopniu oceniana osoba wykazuje się znajomością danego zagadnienia. Zagadnienia te dotyczyć mogą wąskiego zakresu tematycznego, do którego stosuje się testy segmentowe, jak i materiał programowy całego kursu, na danym poziomie nauczania [2].

Pod względem zasięgu stosowania, rozróżnia się testy standaryzowane (szerokiego użytku) i testy nauczycielskie, tworzone przez nauczyciela, na jego użytek. Testy nauczycielskie są to nieformalne (niepodlegające określonym normom) formy sprawdzenia nabytej przez studentów wiedzy z zakresu zrealizowanego przezeń programu. Twórca danego testu powinien jednak przestrzegać ściśle określone i przyjęte reguły i ustalenia, dotyczące m.in.:

- zakresu treści nauczania,
- liczby zadań w teście,
- form tych zadań (zadanie ‘z luką’, ‘na dobieranie’, itp.).

Test jest najprostszym i jednocześnie najskuteczniejszym, a przy tym stosunkowo obiektywnym sposobem sprawdzania wiedzy studentów – w szczególności studentów uczelni technicznych, gdzie wymaga się wiedzy konkretnej i szczegółowej. Niebagatelnym jest także fakt, że test rozwiązuje się i sprawdza stosunkowo szybko. Rozwiązując dane pytanie testowe, można znaleźć sugestie w treści innych pytań testowych, co motywuje do dokładnego ich czytania i daje asumpt do kojarzenia faktów – w prze-

ciwieństwie do pytań otwartych, gdzie decyduje wiedza wyuczona i zapamiętana. Ze względu na sposób postawienia pytań, rozróżnia się testy o postaci:

- otwartej (krótka odpowiedź, zadanie z luką),
- zamkniętej (wielokrotnego wyboru, dobieranie, prawda/fałsz).

Zadanie z krótką odpowiedzią (*short-answer item*) wymaga od ucznia udzielenia odpowiedzi w postaci jednego słowa, liczby, symbolu, pełnego zdania, wyrażenia matematycznego lub najwyżej 2-3 zdań [1]. Zadanie z luką (*completion item*) wymaga uzupełnienia zwrotu, zdania, fragmentu tekstu, wyrażenia matematycznego lub rysunku.

Zadanie zamknięte składa się z: trzonu zadania (*item stem*), odpowiedzi prawidłowej lub najlepszej (werstraktora) i odpowiedzi fałszywych lub niepełnych (dystraktorów) [3]. Trzon zawiera informacje niezbędne dla podjęcia rozwiązywania zadania i, łącznie z werstraktorem, stanowi stwierdzenie poprawne (prawdziwe), a w połączeniu z którymś z destruktorów jest stwierdzeniem fałszywym lub niepełnym. Zadanie wielokrotnego wyboru (*multiple-choice item*) wymaga od ucznia wyboru odpowiedzi poprawnych lub najlepszych spośród kilku podanych. W zadaniu 'na dobieranie' (*matching item*) student musi uporządkować logicznie elementy składowe pytania: słowa, określenia, wzory, itp. Umieszczenie w tych pytaniach dystraktorów zwiększa poziom trudności danego pytania. Zasadą jest również umieszczenie większej liczby danych w jednej z kolumn zadania. Najprostsze pod względem konstrukcyjnym są zadania typu 'prawda-fałsz' (*true-false item*), w których rozstrzyga się, czy podane stwierdzenie jest fałszywe, czy prawdziwe. W zadaniach tego typu jest największa możliwość odgadnięcia prawidłowych odpowiedzi.

Zadania testowe dla danego przedmiotu układa się tak, by uwzględnić w nich wszystkie możliwe kryteria kształcenia, a w szczególności cztery główne, które będą poddane ocenie. Są to: (1) wiadomości o faktach i zależnościach między nimi:

- umiejętność rozwiązywania zagadnień teoretycznych i praktycznych,
- samodzielne dokonywanie oceny,
- samodzielne stosowanie wiedzy w nowych sytuacjach.

Pomiędzy tymi kryteriami należy zachować proporcje, w rozsądnych granicach.

Przy układaniu zadań testowych, w ustalonej liczbie, należy przestrzegać szeregu zasad, do których należą:

- formułowanie pytań o najprostszej i najkrótszej składni;
- unikanie zdań z podwójną negacją;
- nie wprowadzanie w błąd;
- nie umieszczanie odpowiedzi wg klucza;
- unikanie zdań dostarczających wiadomości lub sugerujących odpowiedzi do innych zadań;
- stopniowanie trudności zadań ze wzrostem ich liczby porządkowej w teście.

Po rozwiązaniu testu przez uczniów/studentów, ocenia się przede wszystkim stopień prawidłowości wykonania indywidualnych prac. Wskazane jest także zastosowanie ich analizy zbiorczej, z zastosowaniem różnych kryteriów, takich jak: wskaźnik łatwości testu, moc różnicująca, współczynnik rzetelności testu (wzór Kudara-Richardsona).

Forma testowego sprawdzania wiadomości z Chemii analitycznej, jest realizowana od dłuższego czasu na naszym Wydziale – tak na egzaminach, jak i w trakcie cwi-

czeń laboratoryjnych. Dotyczy ona szerokiego spektrum zagadnień jak i percepcji konkretnego zagadnienia szczegółowego.

Rygorzy zadań z luką do uzupełnienia (preferowany w ramach Chemii analitycznej sposób sprawdzania wiedzy studentów Chemii PK) dyscyplinują także wykładowcę układającego te testy do formułowania zdań zwięzłych, nasyconych treścią, pozbawionych redundancji, tak częstej w potocznych wypowiedziach czy elaboratach. Ponadto, odpowiednio sformułowane testy mogą uwzględniać w ocenie ich poprawność językową, a nie tylko merytoryczną. O ile w zwykłym egzaminie pisemnym mogą się zdarzyć przypadki przygotowania problemów do opracowania w ilości i zakresie nieadekwatnym do czasu przeznaczanego na ich rozwiązanie, to testy tego typu łatwo jest zaplanować i przygotować je tak, by nałożone ramy czasowe umożliwiały ich spokojne i pełne rozwiązanie.

O ile przygotowanie pytań testowych jest pracochłonne dla wykładowcy, to jego sprawdzenie jest b. szybkie. Dzięki temu wynik testu może być podany studentom bezpośrednio po jego zakończeniu.

Dzięki stosowanej (w wersji podstawowej) punktacji zerojedynkowej (1 pkt za odpowiedź prawidłową i 0 pkt za nieprawidłową) lub zróżnicowanej (wagi) oceny wiedzy o różnym stopniu trudności, test wydaje się być najbardziej obiektywny ze wszystkich form sprawdzania wiadomości. Jego słabym punktem (szczególnie w przypadku tzw. pytań zamkniętych) jest możliwość przypadkowego wyboru odpowiedzi prawidłowej. Przy zwiększonej liczbie pytań i związanych z nimi opcji, prawdopodobieństwo uzyskania w teście 50% możliwych do zdobycia punktów (wymaganych do zaliczenia) okazuje się praktycznie niemożliwe.

Test można realizować klasycznie (przez rozwiązywanie na kartce) lub elektronicznie. Na korzyść testu w wersji elektronicznej przemawiają jego zalety, takie jak:

- zaniechanie lub ograniczenie zapisu na papierze;
- natychmiastowe sprawdzenie i wyświetlenie wyników na ekranie komputera;
- możliwość wprowadzenia rysunków, schematów i wykresów;
- umieszczenie w pytaniu linków do innych stron;
- dostępność wykładowcy do wyników testu bezpośrednio po jego zakończeniu, w formie tabeli wygodnej do przeglądania.

Ograniczenia testu elektronicznego, np. tylko 256 podstawowych znaków ASCII języka PHP, można obejść przez zastosowanie plików graficznych.

Warto dodać, że załączenie obrazków, schematów i wykresów w teście konwencjonalnym zwiększa objętość (liczbę kartek) tego testu. Wersja elektroniczna zakłada rezygnację z kartek papieru. Przy tym informacja, a więc i test, należycie wprowadzona do pamięci komputera, jest, mimo wszystko, nieporównanie trwalsza, a przy tym odtwarzalna.

Test elektroniczny mieści w sobie zalety testu konwencjonalnego, łącząc je z zaletami właściwymi niektórym technikom multimedialnym. A przecież prezentacje multimedialne oraz system nauczania, oparty na nowoczesnym sposobie przekazywania wiedzy, są nie tylko bardziej efektywne, lecz – nade wszystko – o wiele efektywniejsze, o czym świadczą publikowane dane dotyczące prezentacji multimedialnej, jako techniki wspomagającej proces kształcenia.

Test spełnia większość niezbędnych warunków właściwych uniwersalnej formie sprawdzania wiedzy. Umożliwia on stosowanie opcji łączonych, dających bardziej wszechstronny obraz wiedzy studenta.

## II. Omówienie programu

Zaproponowany program ma charakter uniwersalny – w tym sensie, że jest on możliwy do wykorzystania, po odpowiedniej adaptacji, nie tylko w trakcie zajęć z Chemii analitycznej na Wydziale Inżynierii Chemicznej i Technologii na Politechnice Krakowskiej, do których był pierwotnie przeznaczony.

Program ten napisano [4] w skrypcowym języku programowania PHP, służącym do generowania stron internetowych WWW i umożliwiającym współpracę z bazami danych. W tym celu, na potrzeby PHP, utworzono bazę danych w MySQL (wolno-dostępnym systemie zarządzania relacyjnymi bazami danych). Język PHP jest ściśle związany z językiem HTML, składającym się ze znaczników (*tags*), stosowanym do tworzenia stron WWW.

Utworzony program składa się zasadniczo z 2 części: testowej – dla studentów i administracyjnej – dla wykładowcy.

### II. 1. Część testowa programu

Jest to strona ogólnie dostępna, ale tylko dla studentów znajdujących się w bazie danych, czyli tych, którzy zostali wprowadzeni przez wykładowcę (administratora). Po wpisaniu do przeglądarki odpowiedniego adresu, na ekranie monitora pojawia się pierwsza strona tekstu, gdzie znajduje się krótkie wprowadzenie dla studenta (m.in. ogólne informacje dla studenta dot. testu) oraz okno **logowanie**, gdzie student wpisuje swój login i hasło. Hasło jest znane tylko studentowi. Wpisując swe dane w oknie i klikając przyciskiem **login**, student przechodzi do następnej strony. Znajdują się tam dane użytkownika: login, user (imię i nazwisko) oraz przynależność do danej grupy. W następnym oknie pokazane są aktualnie dostępne testy próbne dla studenta. Po wybraniu odpowiedniego testu i wciśnięciu przycisku **Rozpocznij**, pojawia się test do rozwiązania. Na stronie znajdują się w pierwszym oknie jego dane, a poniżej – informacje dotyczące testu, napisane przez wykładowcę, m.in. dane dot. punktacji i czasu trwania testu. Rozwiązywanie testu jest – od strony technicznej – b. proste i polega na zaznaczeniu myszką prawidłowej odpowiedzi. W przypadku pytań, dla których możliwe odpowiedzi są zawarte w odpowiednich *selectboxach*, wybiera się jedną z opcji.

Po rozwiązaniu całego testu, naciska się przycisk **Zakończ test**, po którym na ekranie pojawia się okienko z prośbą o potwierdzenie jego zakończenia. Ma to na celu uniknięcie przypadkowego, niezamierzonego wyjścia z procedury rozwiązywania testu przez użytkownika.

Gdy student zdecyduje się zakończyć test (przycisk **OK**), pojawia się przed nim kolejne okno z informacją o wyniku testu, w postaci liczby uzyskanych punktów, liczby punktów możliwych do zdobycia w tym teście oraz wynik procentowy. Ułatwia to wystawienie ocen, po ustaleniu kryteriów oceny (progów procentowych) przez prowadzącego zajęcia. Wynik testu pokazuje się natychmiast po jego zakończeniu. Przy konstruowaniu programu dążono do tego, by test komputerowy przypominał do złudzenia testy konwencjonalne, do których użytkownik był wcześniej przyzwyczajony.

## II. 2. Część administracyjna testu

Jest to strona przeznaczona dla administratora (wykładowcy), znacznie bardziej rozbudowana od części testowej. Jest ona zabezpieczona (login i hasło są znane jedynie administratorowi) przed wejściem na nią przez niepowołane osoby. Fakt, że adres strony administracyjnej jest znany tylko administratorowi, stanowi pewne zabezpieczenie, które jednak może okazać się niewystarczające. Dlatego zdecydowano się na ustawienie specjalnego użytkownika, którym jest właśnie administrator. Dopiero po wcześniejszym zalogowaniu się można administrować całym programem, m.in. tworzyć nowe pytania testowe.

W oknie **Administracja** znajdują się linki do poszczególnych stron, dzięki którym możliwe jest pełne zarządzanie programem.

Kliknięcie na linku **Login**, powoduje natychmiastowe przejście do strony testowej. Ma to ułatwić wykładowcy sprawdzenie stworzonego przezeń testu, na fikcyjnie stworzonym przez siebie użytkowniku.

W miejscu oznaczonym jako **Grupy i użytkownicy** tworzy się grupy poszczególnych użytkowników – studentów (poprzez nadanie im loginu, hasła oraz podanie ich imienia i nazwiska), a także przypisanie ich do poszczególnych grup. Wykładowca może też utworzyć osobną grupę, np. w celu napisania przez kilka osób z jednego roku, lecz z różnych grup studenckich, egzaminu (kolokwium) poprawkowego. Grupy, podobnie jak w przypadku użytkowników, można usuwać bądź zmieniać ich nazwy.

Na podstronie **Testy** tworzy się konkretne testy, nadając im nazwy. Nazwa testu pozwala na ich zapamiętywanie i odszukiwanie w bazie danych. Znajduje się tam także okienko, w którym wykładowca wpisuje informację dotyczącą testu, pojawiającą się w momencie, gdy student przystępuje do jego rozwiązywania.

W **Konfiguracji testu** dostępne są dwa podokna. W pierwszym dokonuje się ustawienia testu, czyli przydziela grupom studenckim wybrane przez administratora testy do rozwiązania. W drugim podoknie administrator przydziela do konkretnego testu stworzone przez siebie pytania, które zamierza zamieścić w teście. Dokonuje tego poprzez wybranie nazwy pytania z listy i kliknięcie przycisku **Dołącz**.

### II. 2. 1. Rodzaje pytań i odpowiedzi

W zakładce **Pytania** można wybrać rodzaj pytania. Na potrzeby programu utworzono sześć rodzajów pytań.

*Zwykłe pytania / Zwykłe odpowiedzi.*

Tworząc konkretne pytanie, nadajemy mu nazwę, która pozwala na jego odnajdywanie w bazie danych, wpisujemy jego treść i wybieramy liczbę (od 2 do 5) przyporządkowanych mu odpowiedzi. Po kliknięciu przycisku **Uzupełnij formularz**, pojawia się dodatkowe okno, w którym wpisujemy opcjonalne odpowiedzi (w uprzednio wybranej liczbie) oraz pole, w którym zaznaczamy odpowiedź prawidłową; na tym etapie jest wciąż możliwe dokonanie zmian w pytaniu (jego nazwie i treści).

Po zapisaniu pytania z zaznaczoną odpowiedzią prawidłową pokazuje się ekran, na którym można dołączyć pytania do już istniejącego testu. Jest to możliwe także przy (wspomnianej wyżej) konfiguracji testu. Istnieje tu także możliwość dokonania zmian w pytaniu i/lub odpowiedziach oraz ich nadpisanie. Jest to także możliwe później, po otwarciu wybranego pytania z puli już istniejących.

### *Zwykłe pytania / Odpowiedzi w selectboxach oraz (3) Pytania w selectboxach / Odpowiedzi z obrazkami*

Służą one do tworzenia pytań, tzw. ‘uzupełnianek’. Jest to b. ciekawy rodzaj pytań wymagający od studenta nie tylko konkretnej wiedzy teoretycznej, ale i laboratoryjnej (doświadczalnej), uczący go kojarzenia faktów oraz logicznego (‘chemicznego’) myślenia. Ze względu na celowość użycia w treści takiego pytania różnych wzorów chemicznych, dodano możliwość zapisania treści pytania w postaci obrazka i przedstawienie go jako takiego w tekście.

Pozostałe rodzaje pytań, czyli: *Zwykłe pytania / Odpowiedzi z obrazkami*, *Pytania z obrazkami / Zwykłe odpowiedzi* oraz *Pytania z obrazkami / Odpowiedzi z obrazkami*, służą do tworzenia pytań zawierających schematy blokowe, wykresy, a także skomplikowanych wzorów chemicznych i równań.

## **II. 2. 2. Obrazki**

Do administrowania plikami graficznymi służy zakładka **Obrazki**. Z powodu istnienia ograniczonej liczby 256 standardowych znaków ASCII, zachodzi konieczność stworzenia bazy danych zawierających obrazki. Załadowanie obrazka jest b. proste. Wystarczy podać ścieżkę dostępu do niego, bądź to z pamięci, bądź poprzez kliknięcie przycisku **Przeglądaj** i wybranie obrazka z dysku. Obrazek przechowuje się w bazie danych pod nadaną mu nazwą.

Należy jednak pamiętać o odpowiednim przygotowaniu obrazka. I tak, należy dostosować jego wielkość do rozmiaru tekstu, pamiętając o obciążeniu tła, które dla komputera jest w dalszym ciągu częścią obrazka. W celu należytego uporządkowania oraz ułatwienia w administrowaniu, zaleca się stworzenie grup, do których obrazki te są przydzielane.

## **II. 2. 3. Wyniki testów**

Do sprawdzania wyników z danego testu z danej grupy studentów służy administratorowi zakładka **Wyniki testów**. Po wyborze grupy i testu, po wciśnięciu przycisku **Pokaż wynik** ukazuje się tabela z wynikami całej grupy. Są tam: nazwisko i imię studenta, jego login (docelowo: nr albumu) oraz ilość punktów uzyskana za dane pytanie, suma uzyskanych punktów względem maksymalnej ich liczby możliwej do uzyskania, a także wynik procentowy. Przycisk **Usuń wynik** wyzerowuje wynik danej osoby; dopiero wtedy może ona rozwiązywać test powtórnie. Wynik zerowy jest zaznaczony także przy osobach, które do testu nie przystąpiły.

## **II. 2. 4. Uwagi ogólne**

Część administracyjna programu jest intuicyjna i niezwykle łatwa w obsłudze. Umożliwia jednoczesne stosowanie szerokiej gamy pytań, nie wymagając przy tym żadnych umiejętności programowania. Możliwe jest także wprowadzenie modyfikacji, np. wag do odpowiedzi, dobieranych arbitralnie w zależności od stopnia trudności postawionego pytania; znajduje to swe odzwierciedlenie w końcowym wyniku testu.

Program ten charakteryzują następujące cechy:

- uniwersalność – można go stosować do tworzenia testów, celem sprawdzenia wiedzy osób testowanych z różnych dziedzin nauki;

- możliwość sprawdzenia wiedzy poprzez Internet lub sieć lokalną;
- łatwość w obsłudze – do jego stosowania nie są wymagane żadne umiejętności programowania;
- przejrzystość – program jest b. czytelny;
- intuicyjność – program prowadzi niejako ‘za rękę’ podczas tworzenia testów;
- obiektywizm – daje możliwość obiektywnego sprawdzenia wiedzy w sposób testowy, przy szerokim jego zróżnicowaniu (6 rodzajów testów);
- możliwość stworzenia pytań testowych różnego rodzaju, np. dotyczących detali i schematów działania aparatury, wzorów chemicznych, wykresów;
- szybka ocena testów z natychmiastowym podaniem wyników;
- możliwość umieszczenia linków w teście – co służyć może pomocą w rozwiązywaniu testów, jak i stanowić ułatwienie dla wykładowcy w przygotowaniu testu oraz urozmaicać dotychczas stosowane sprawdziany wiedzy.

**Bibliografia:**

- [1] A. Burewicz, H. Gulińska, *Dydaktyka chemii*, UN UAN, Poznań, 1993.
- [2] W. Okoń, *Wprowadzenie do dydaktyki ogólnej*, Wyd. Żak, 2003.
- [3] B. Niemierko, *Pomiar wyników kształcenia*, WSiP SA, Warszawa, 1999.
- [4] A. Mielcarz, Ł. Kosturek, K. Wincenciak, T. Michałowski, *Prezentacja komputerowego sprawdzania wiedzy za pomocą testów*, Wrocław 2004, Materiały Zjazdowe, Sekcja 17: Forum Młodych, T III, K021, s. 1174.