



Narzędzia wspomagające pracę dydaktyczną dotyczącą badań odporności na korozję

B. Nieradka, Ł. Reimann

Politechnika Śląska, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych
email: barbara.nieradka@polsl.pl, email: lukasz.reimann@polsl.pl

Streszczenie: Artykuł przedstawia zagadnienia związane z tematyką badań korozyjnych z wykorzystaniem narzędzi wspomagających nauczanie. W dążeniu do rozwoju ucznia w procesie nauczania wykorzystuje się różnorodne formy aktywizacji, poprzez prowadzenie zajęć w taki sposób by uczniowie nabywali, doskonalili i sprawdzali wiedzę. W artykule przedstawiono narzędzia wspomagające pracę dydaktyczną dotyczącą badań odporności na korozję. Omówiono również pakiet aplikacji HotPotatoes, który jest zestawem sześciu narzędzi, kreatorów testów.

Abstract: This article presents issues related to the topic of corrosion tests using the tools of teaching. In order the development of the student in the learning process uses various forms of activation, by conducting classes in a way that students procure, improving their knowledge and checked. This article presents a tool supporting the work of teaching for testing resistance to corrosion. Also discussed the Hot Potatoes suite, which is a set of six tools, wizards, test.

Słowa kluczowe: dydaktyka, systemy wspomagające nauczanie, badania odporności na korozję, narzędzia wspomagające pracę dydaktyczną, HotPotatoes

1. WPROWADZENIE

Zajęcia dydaktyczne są procesem w trakcie którego nauczamy i uczymy. Nauczanie określane jest jako „umożliwianie uczenia się”. Proces nauczania realizowany jest przez system nauczania oraz system uczenia się. Pomiędzy nauczaniem a uczeniem odbywa się wymiana informacji. Proces nauczania wymaga określonych pośredników wspomagających przekazywanie informacji oraz sugestii. Tymi elementami pośredniczącymi w procesie nauczania poza nauczycielami mogą być również urządzenia techniczne, które nazywane są mediami, a także środkami dydaktycznymi. Środki dydaktyczne to wszelkie przyrządy, urządzenia oraz systemy wykorzystywane w procesie nauczania. Z uwagi na to, iż środowisko edukacji ulega gwałtownym zmianom wywołanym przez globalizację gospodarki oraz przez postępy techniki zwiększa się zapotrzebowanie na łatwo przystosowujące się do zmiennych potrzeb środowisko edukacyjne. Kluczowym celem w dydaktyce jest modernizacja lub tworzenie nowych systemów wspomagających proces nauczania [1-3].

2. SYSTEMY WSPOMAGAJĄCE NAUCZANIE

Systemy wspomagające proces nauczania mają za zadanie usprawnienie nabywania określonych wiadomości, umiejętności oraz nawyków, które powinny prowadzić do wzrostu posiadanego zasobu wiedzy oraz umiejętności. System dydaktyczny uznawany jest za całokształt zasad organizacyjnych, treść, metody i środki dydaktyczne, tworzące spójną całość, służącą do realizacji celów kształcenia. W celu wspomaganie nauczania stosuje się aktywizujące metody prowadzenia zajęć, dzięki którym osoby uczące się są bardziej aktywne i efektywnie powiększają swoją wiedzę [1,2].

Technologia nauczania to wszelkie środki dydaktyczne, które tworzą bardzo zróżnicowane przyrządy, urządzenia i systemy, do których zaliczyć można przestrzeń i miejsce, w którym prowadzone są zajęcia, wiedzę prowadzącego, a także proste modele oraz tablice, rzutniki pisma, projektory, wideokamery, komputery i inne [2,4].

Systemy komunikacyjne i informacyjne stają się głównym czynnikiem procesów nauczania. Systemy komputerowe pełnią kluczową rolę we wspomaganie nauczania. Szkolnictwo elektroniczne stało się nieodzowną częścią wielu dziedzin życia, a w głównej mierze szkolnictwa wyższego, dla którego stanowi metodę wspomagającą tradycyjne formy nauczania. Podział form E-learning [5,6]:

- ze względu na wykorzystywane technologie:
 - szkolenie oparte na komputerze (CBT, *Computer Based Training*) – ten rodzaj szkolenia można przeprowadzić na komputerach, które nie mają dostępu do internetu, a materiały przekazywane są na przenośnych nośnikach pamięci typu CD-ROM, DVD, bądź pendrive;
 - szkolenie oparte na sieci (WBT, *Web Based Training*) – to szkolenie, które jako środek przekazu wykorzystuje internet;
- ze względu na sposób wykorzystania platformy:
 - niezależne szkolenia;
 - wspomaganie tradycyjnych szkoleń;
- ze względu na formy szkoleń:
 - udostępnianie materiałów edukacyjnych poprzez internet, w postaci kursów multimedialnych;
 - wsparcie online – zapewnienie platformy do sprawnej komunikacji pomiędzy prowadzącymi zajęcia a studentami. Do najczęściej stosowanych form wsparcia online zaliczyć można: fora dyskusyjne, czaty, pocztę elektroniczną;
 - szkolenia asynchroniczne – podczas których student ma możliwość dostępu do materiałów w dowolnym momencie i przez dowolnie długi okres czasu;
 - szkolenia synchroniczne – odbywają się w czasie rzeczywistym. Tego typu szkolenia umożliwiają współdzielenie zasobów pomiędzy uczestnikami zajęć. Przy tego typu szkoleniach wykorzystywane są technologie takie jak: telekonferencja, wideokonferencja, czat, przekaz audio.

3. BADANIA ODPORNOŚCI NA KOROZJĘ MATERIAŁÓW STOMATOLOGICZNYCH

Systemy wspomagające proces nauczania mogą także ułatwić zrozumienie oraz przyswojenie zagadnień związanych z badaniami odporności na korozję materiałów stomatologicznych.

Ze względu na trwałość i dobre własności mechaniczne stopy metali są szeroko stosowanymi materiałami w protetyce stomatologicznej. W stomatologii stosuje się zarówno stopy metali szlachetnych oraz stopy nieszlachetne. Stopy metali szlachetnych zawierają w przeważającej ilości takie pierwiastki jak [7]:

- złoto,
- platyna,
- pallad.

W stopach metali nieszlachetnych głównymi składnikami są [7]:

- żelazo,
- kobalt,
- tytan,
- nikiel.

Skutkami ubocznymi stosowania stopów metali mogą być niekorzystne reakcje organizmu, których źródłem są produkty korozji, oraz uwalniane w procesie korozji jony metalu, które przenikają do otaczających tkanek. Ze względu na zagrożenia jakie niesie ze sobą przebieg korozji biomateriały metaliczne podlegają badaniom korozyjnym [7].

Badania elektrochemiczne możemy wykonać poprzez zastosowanie metod klasycznych (woltamperometria) oraz spektroskopowych (elektrochemiczna spektroskopia impedancyjna) [8].

Technika woltamperometryczna jest bardzo często stosowaną w badaniach korozyjnych metali i stopów w różnych środowiskach. Metoda ta polega na zmianie potencjału elektrody w sposób kontrolowany liniowo lub krokowo i kontroli prądu płynącego w układzie przy zadanym potencjale. Wykonanie pomiaru woltamperometrycznego wymaga doprowadzenia do układu elektrod napięcia polaryzującego zmieniającego się zgodnie z programem charakterystycznym dla stosowanej techniki pomiarowej. Jednocześnie musi być dokonywany pomiar prądu przepływającego przez elektrodę pracującą oraz rejestrowana krzywa woltamperometryczna w postaci zależności prądu od napięcia polaryzującego. Ze względu na zastosowaną technikę badawczą krzywe polaryzacji dzieli się na [9-11]:

- potencjostatyczne,
- galwanostatyczne (intezjostatyczne),
- potencjodynamiczne (potencjokinetyczne),
- galwanodynamiczne (intezjokinetyczne).

Metoda potencjostatycznej polaryzacji anodowej polega na potencjostatycznym utrzymywaniu próbki przy wybranym potencjale i obserwacji zmiany gęstości prądu w czasie. Układ pomiarowy jest zazwyczaj tak zestawiony, że może być stosowany równocześnie do badań potencjodynamicznych [12].

Do badań potencjostatycznych oraz potencjodynamicznych nieodzowne jest zastosowanie urządzenia zwanego potencjostatem, które łączy w sobie funkcje regulowanego źródła prądu stałego oraz miernika potencjału [12,13].

Do najczęściej stosowanych w badaniach odporności korozyjnej biomateriałów metalowych należy **metoda potencjodynamiczna**, która umożliwia ocenę odporności korozyjnej zachodzącej w płynach fizjologicznych. W metodzie potencjodynamicznej materiał poddawany jest cyklicznej polaryzacji anodowej, w celu określenia wielkości charakteryzujących jego zachowanie korozyjne. Potencjał badanej próbki (umieszczonej w odpowiednim elektrolicie) zmienia się w sposób liniowy aż do osiągnięcia wartości przekraczającej wartość potencjału przebicia, następnie z taką samą szybkością zmienia się potencjał w kierunku przeciwnym (do wartości początkowej). Technika badań obejmuje polaryzację elektrody metalowej przy

uprzednio ustalonej serii potencjałów. Potencjostat zapewnia stałą kontrolę wartości potencjału badanej elektrody dzięki dostosowaniu przez regulator wzmacniający natężenia prądu przepływającego między roboczą elektrodą i pomocniczą elektrodą platynową. W naczyniu z elektrolitem umieszczona jest badana próbka, przeciwelektroda, oraz elektroda odniesienia (porównawcza). Podczas badania potencjodynamicznego potencjał elektrody jest zmieniany w czasie zgodnie z zadanym programem, a prąd rejestrowany jest w funkcji potencjału. Potencjał elektrody można odczytać na potencjometrze lub woltomierzu, a natężenie prądu – na amperomierzu [12,14,15].

Sumaryczne krzywe polaryzacji otrzymane poprzez zadawanie potencjału próbce przez program sterujący w zadanym kierunku i z zadaną szybkością skaningu noszą nazwę krzywych potencjodynamicznych. Na podstawie krzywych sumarycznych polaryzacji można ocenić szybkość cząstkowych procesów korozyjnych przy dowolnym potencjale, która przy potencjale korozyjnym jest równa szybkości korozji. Zwykle szybkość korozji można odszukać przez ekstrapolację prostoliniowych odcinków krzywych anodowej oraz katodowej do potencjału korozyjnego [12,15,16].

W **metodach galwanostatycznych** dokonuje się polaryzacji badanej elektrody wykorzystując nie zmieniający się w czasie pomiaru prąd stały, który jest otrzymywany ze specjalnego urządzenia zwanego galwanostatem. Aby pomiar był wykonany rzeczywiście w warunkach stacjonarnych stałej wartości prądu polaryzacji powinna odpowiadać także stała wartość mierzonego potencjału elektrody. W celu otrzymania krzywej polaryzacyjnej dokonujemy pomiaru potencjału polaryzowanej elektrody po upływie ustalonego czasu od momentu zmiany wielkości prądu. Czas ten ustalany jest w ten sposób, aby potencjał polaryzowanej elektrody zmieniał się już w sposób minimalny. Pomiar krzywej polaryzacyjnej może również być wykonywany w sposób automatyczny (przez zaprogramowanie zmiany natężenia prądu w obwodzie co pewien czas i rejestrację potencjału elektrody na parę sekund przed zmianą natężenia prądu w obwodzie). Metodę galwanostatyczną najczęściej stosuje się do wyznaczania potencjałów inicjacji wżerów, ale również do badania mechanizmu reakcji elektrodowej jak i do analizy roztworu, jeśli mamy do czynienia z roztworem o niskim stężeniu substancji reagującej [12,15,16].

W **badaniach galwanodynamicznych** określa się zależność funkcyjną między gęstością prądu zmieniającego się zgodnie z zadanym programem a potencjałem, który zapisywany jest w funkcji czasu. Do polaryzacji galwanokinetycznej powierzchni próbki dochodzi wskutek przepuszczenia prądu zmiennego między elektrodą badaną a elektrodą pomocniczą. W metodach galwanodynamicznych dokonuje się polaryzacji badanej elektrody wykorzystując zmieniający się w czasie pomiaru prąd, który jest otrzymywany ze specjalnego urządzenia zwanego galwanostatem. Aby pomiar był wykonany rzeczywiście w warunkach stacjonarnych zmiennej wartości prądu polaryzacji powinna odpowiadać także zmienna wartość mierzonego i rejestrowanego potencjału elektrody. W celu otrzymania krzywej polaryzacyjnej dokonujemy szeregu pomiarów potencjału polaryzowanej elektrody w funkcji czasu podczas zmiany prądu, która następuje zgodnie z ustalonym programem [12,13,17].

Spektroskopia impedancyjna (EIS – *Electrochemical Impedance Spectroscopy*) jest powszechnie stosowaną metodą do badań elektrochemicznych i korozyjnych ponieważ daje więcej możliwości w porównaniu z metodami stałoprądowymi [18].

Pomiar korozyjny polega na polaryzowaniu elektrody niewielkimi (10 do 20 mV) zmiennymi sinusoidalnie napięciami i notowaniu wartości płynącego prądu. Pomiar wykonuje się dla szeregu częstotliwości w zakresie od 103 do 106 Hz. Interpretacja wyników wymaga wielu obliczeń wykonywanych za pomocą komputera i odpowiedniego programu [16,18].

Badanie korozji naprężeniowej polega na statycznym bądź dynamicznym obciążeniu próbek przeznaczonych do badań znajdujących się w środowisku korozyjnym. Wyróżnia się kilka metod badań korozji naprężeniowej, do których zaliczamy [8]:

- badania przy stałym obciążeniu,
- badania przy stałym odkształceniu,
- badania ze stałą szybkością rozciągania.

Badania przy stałym obciążeniu przeprowadzane są na specjalnych stanowiskach zapewniających utrzymanie stałej siły rozciągającej w dowolnie długim czasie. Wartość siły rozciągającej ustawia się inaczej dla różnych konstrukcji stanowisk, przez nałożenie obciążenia na jedno z ramion dźwigni, bądź też przez napięcie sprężyn. Miarą odporności na korozję naprężeniową przy badaniu dla stałego obciążenia próbki jest czas do zerwania badanej próbki w funkcji naprężeń [8].

Badania przy stałym odkształceniu nie wymagają specjalnych stanowisk. Próbki do tego typu badań mają zwykle kształt pętli, podków, widełek, tzw. U – próbek, napręża się je za pomocą uchwytów lub śrub i umieszcza w naczyniu, które zawiera elektrolit symulujący naturalne środowisko korozyjne. Kryterium odporności w tego typu badaniach jest czas, po upływie którego pojawiają się pęknięcia. Jakościowo określa się wielkość pęknięć oraz ich liczebność. Zaletą tej metody jest jej prostota i krótki czas trwania, dlatego też metoda ta znajduje zastosowanie w masowych przyspieszonych badaniach laboratoryjnych [8].

Badania korozji naprężeniowej ze stałą szybkością rozciągania wymagają stosowania specjalnych maszyn wytrzymałościowych, które umożliwiają wywołanie odpowiedniego wydłużenia względnego w jednostce czasu. Zasadnicze znaczenie w tym badaniu ma prędkość wydłużenia próbek w określonym medium, ponieważ pęknięcia korozyjne zostają wywołane jedynie w zakresie krytycznych prędkości rozciągania. Wraz ze wzrostem prędkości rozciągania czas do zerwania ulega skróceniu, jednakże rośnie wartość maksymalnych naprężeń nominalnych, przy których próbki ulegają zerwaniu. Podatność materiałów do korozji określa się przez zestawienie czasu do zerwania oraz maksymalnych wartości naprężeń nominalnych, które zostały zarejestrowane podczas badania w środowisku obojętnym i korozyjnym [8].

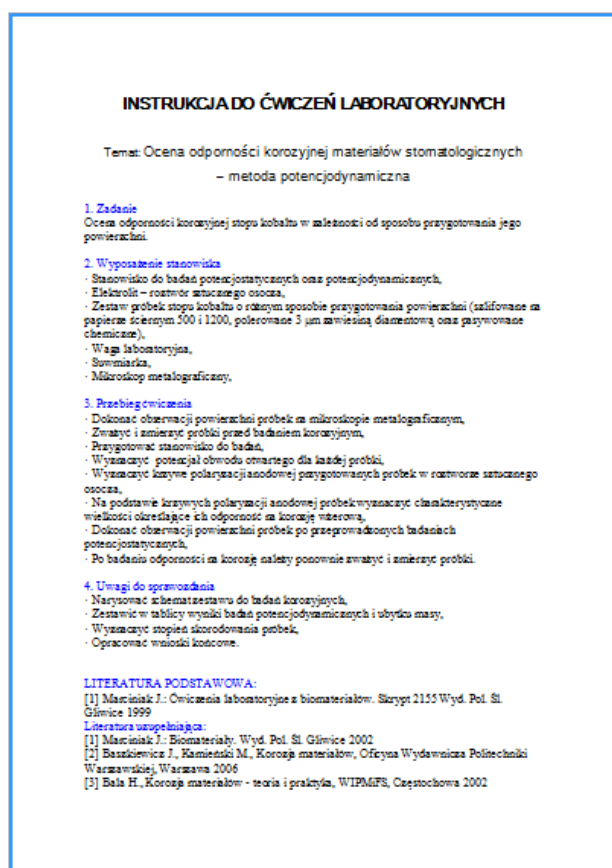
Badanie korozji międzykrystalicznej wg normy PN-EN ISO 3651:2004 polega na selektywnym oddziaływaniu na granice ziaren. W celu wykonania badania odporności korozyjnej próbki umieszcza się na dnie specjalnej kolby na opiłkach metalu (miedzi) o czystości elektrolitycznej. Próbki umieszczone w kolbie nie mogą stykać się ze sobą, natomiast powinny stykać się z kawałkami metalu. Najpierw próbki do badań umieszcza się w zimnym roztworze korozyjnym, po czym roztwór doprowadza się do wrzenia. Od chwili gdy roztwór zaczyna wrzeć liczy się czas badania. Wrzenie roztworu należy utrzymywać przez około 20 godzin. Po zakończeniu badania próbki powinny być zginane pod kątem 90° na trzpieniu, którego promień nie może być większy od grubości próbki. Detekcję pęknięć należy obserwować na zgiętej próbce przy dziesięciokrotnym powiększeniu. Nie powinno uwzględniać się pęknięć powstałych przy krawędzi próbki. Jeżeli ocena próbki jest wątpliwa można wykonać badania metalograficzne na przekroju wzdłużnym próbki co umożliwi identyfikację obszarów korozji międzykrystalicznej i pomiar głębokości szczelin [18-20].

Badanie korozji szczelinowej polega na umieszczeniu znormalizowanej próbki w odpowiednim naczyniu, które wypełnione jest medium korozyjnym. Następnie prowadzi się rejestrację krzywych polaryzacji anodowej w odniesieniu do elektrody kalomelowej. Funkcję elektrody pomocniczej pełni elektroda platynowa. Próbki polaryzuje się przy potencjałach 0,8 V. Wówczas, gdy nie zaobserwuje się zjawiska korozji w okresie do 20 sekund czas polaryzacji

próbki wydłuża się do 900 sekund. Jeśli przy potencjale 0,8 V wystąpi korozja to należy przerwać prąd polaryzacyjny i powrócić do potencjału 0,0 V w celu powtórnej pasywacji powierzchni próbki. Należy monitorować przebieg repasywacji przez okres 900 sekund. Po upływie danego czasu próbki polaryzuje się przy potencjale 0,5 V i w ciągu 20 sekund ocenia się przebieg korozji, jeśli w ciągu tego czasu nie zaobserwuje się zjawiska korozji czas wydłuża się do 900 sekund. Jeżeli nadal korozja nie wystąpi wówczas zwiększa się potencjał o 0,05 V i rejestruje kolejne krzywe polaryzacji anodowej. Badanie odporności korozji szczelinowej trwa do momentu, w którym nastąpi przebicie warstwy pasywnej i pojawi się korozja [8,21].

4. PRZYKŁADY NARZĘDZI WSPOMAGAJĄCYCH PRACĘ DYDAKTYCZNA

W dążeniu do rozwoju ucznia w procesie nauczania wykorzystuje się różnorodne formy aktywizacji, poprzez prowadzenie zajęć w taki sposób by uczniowie nabywali, doskonalili i sprawdzali wiedzę [22]. Jako narzędzie wspomagające proces dydaktyczny dla tematu: „Metody badań odporności na korozję materiałów stomatologicznych” można wykorzystać instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych. Opracowane instrukcje zawierają wiadomości oraz wytyczne niezbędne do zrealizowania ćwiczeń laboratoryjnych krok po kroku. Na rysunku 1 przedstawiono przykład instrukcji.



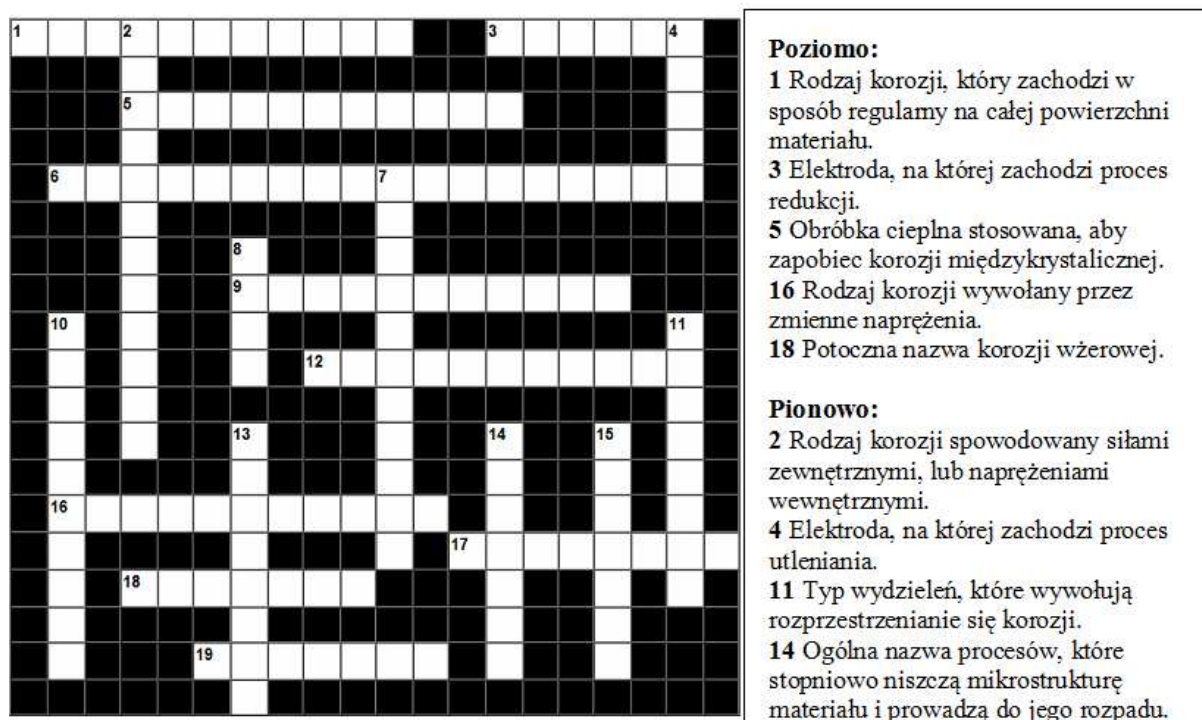
Rysunek 1. Instrukcja na temat „Ocena odporności korozyjnej materiałów stomatologicznych – metoda potencjodynamiczna”

Figure 1. An instruction „Corrosion resistance evaluation of the dental materials – potentiodynamic method”

Ćwiczenia laboratoryjne realizowane za pomocą instrukcji wysuwają na pierwszy plan zaangażowanie studentów, natomiast aktywność prowadzącego zajęcia stoi na dalszym planie. Dzięki rzetelnie przygotowanym instrukcjom prawdopodobieństwo osiągnięcia celu zajęć laboratoryjnych jest duże. Instrukcje ułatwiają studentom przygotowanie się do ćwiczeń laboratoryjnych, co może być sprawdzone przez prowadzącego zajęcia w trakcie ćwiczeń.

W celu aktywizacji naukowej dla realizowanego tematu wykorzystano program HotPotatoes. Pakiet HotPotatoes jest zestawem sześciu narzędzi, kreatorów testów, stworzonym przez Zespół Badawczo-Rozwojowy Centrum Komputerów i Mediów Humanistycznego Uniwersytetu Victoria. Dają one możliwość tworzenia sześciu typów interaktywnych ćwiczeń opartych na WWW. Interaktywne funkcje ćwiczeń są oparte na mechanizmach JavaScript i mogą być obsługiwane z poziomu przeglądarki internetowej. Pakiet HotPotatoes składa się z sześciu narzędzi, do których zalicza się: JCross, JCloze, JQuiz, JMatch, JMix oraz The Masher.

JCross jest narzędziem do tworzenia dowolnych rozmiarów krzyżówek, gdzie hasła mogą być układane w sposób ręczny, bądź też automatyczny. Na rysunku 2 przedstawiono przykład krzyżówki wraz z wybranymi opisami do haseł.



Rysunek 2. Zastosowanie narzędzia JCross dla tematu: „Metody badań odporności na korozję materiałów stomatologicznych”

Figure 2. Example for JCross option: „Corrosion resistance research methods for dental materials”

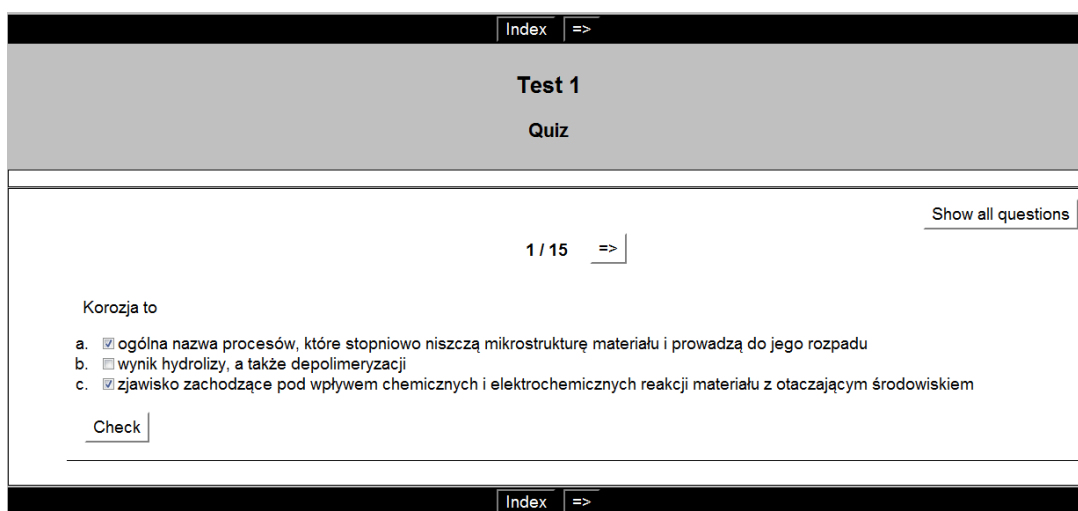
JCloze jest narzędziem za pomocą, którego można tworzyć zadania z luką lub wieloma lukami do wypełniania własną odpowiedzią lub wybraną z listy przygotowaną przez osobę tworzącą zadanie. Można również ustawić tzw. autoluki, dzięki którym przy każdym załadowaniu zadania luki są wybierane losowo w dowolnym miejscu zdania.

JMatch jest narzędziem wspomagającym proces nauczania za pomocą którego można tworzyć quizy z wyborem poprawnej odpowiedzi spośród kilku możliwych. Każde pytanie

może mieć do czterech poprawnych odpowiedzi. Uczeń wypełniający zadanie w przeglądarce, otrzymuje na bieżąco informacje o uzyskiwanych.

JMix jest narzędziem, które tworzy zadania polegające na porządkowaniu rozsypanych elementów zadania, którymi mogą być litery, wyrazy, ale również grafika czy wzory.

JQuiz jak sama nazwa wskazuje tworzy quizy, czyli zadania z krótką odpowiedzią. Można ustawić różne sposoby udzielania odpowiedzi: wpisywanie odpowiedzi samodzielnie, albo wybieranie z listy. Testy mogą zawierać jedną poprawną odpowiedź bądź też mogą przyjmować więcej niż jedno prawidłowe rozwiązanie (testy wielokrotnego wyboru). Na rysunku 3 przedstawiono przykład zastosowania narzędzia **JQuiz**.



Rysunek 3. Zastosowanie narzędzia **JQuiz** na przykładzie testu wielokrotnego wyboru dla tematu: „Metody badań odporności na korozję materiałów stomatologicznych”

*Figure 3. Example for **JQuiz** option on multiple-choice test: “Corrosion resistance research methods for dental materials”*

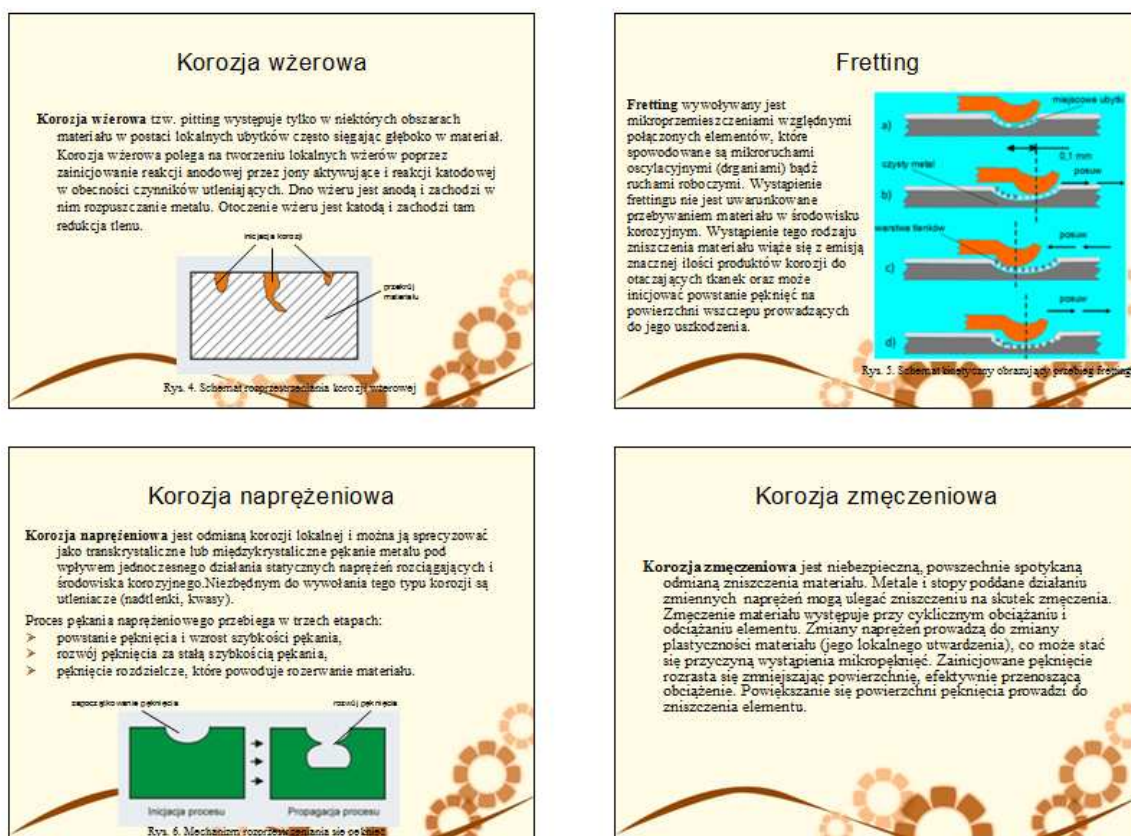
The Masher który jest narzędziem również należącym do pakietu aplikacji **HotPotatoes** umożliwia połączenie wszystkich ćwiczeń w „całość”.

Dzięki utworzonym za pomocą programu **HotPotatoes** krzyżówkom, testom czy też quizom student może weryfikować swoją wiedzę z danego zakresu tematycznego oraz stopień przygotowania do zajęć. Student, który posiada dostęp do platformy edukacyjnej może w sposób on-line sprawdzić swoją wiedzę.

Innym narzędziem udoskonalającym proces dydaktyczny jest program **Microsoft Office PowerPoint** służącym do tworzenia prezentacji multimedialnych, które są jednym z najistotniejszych narzędzi wspomagających nauczanie. Prezentacja stanowi formę wypowiedzi z wykorzystaniem projektora multimedialnego podczas wykładu którego treść jest ilustrowana opracowanymi komputerowo elementami multimedialnymi, takimi jak: rysunki, zdjęcia, filmy, a także dźwięki.

Czasami, niezależnie od wykładu, slajdy z prezentacji multimedialnej udostępniane są w internecie poprzez dostęp online bądź też mogą być udostępnione studentom przed zajęciami w formie wydruków bądź po prezentacji jako notatki.

Na rysunku 4 przedstawiono przykład prezentacji multimedialnej wykonanej na potrzeby realizowanej pracy dotyczącej problemu korozji materiałów stomatologicznych oraz metod badań odporności na korozję.



Rysunek 4. Przykład prezentacji multimedialnej dla tematu: „Metody badań odporności na korozję materiałów stomatologicznych”

Figure 4. Example of multimedia presentation: „Corrosion resistance research methods for dental materials”

5. PODSUMOWANIE

Proces jakim jest kształcenie to nie tylko zadowolenie ze studiowania, ale też zdobyta przez studentów wiedza, umiejętności i ich użyteczność [5]. Narzędzia wspomagające nauczanie stosowane są w dążeniu do rozwoju ucznia/studenta poprzez różnorodne formy aktywizacji, tak aby nabywali oni, doskonalili i sprawdzali swoją wiedzę z różnych dziedzin. Dzięki narzędziom wspomagającym nauczanie student ma możliwość efektywniejszego przyswojenia wiedzy, którą potem będzie można wykorzystać na zajęciach, w czasie sprawdzianów i kolokwium. Przygotowane w ramach realizowanej pracy instrukcje mają na celu przedstawienie studentom podstawowych informacji dotyczących metod badań odporności na korozję oraz ułatwienie im merytorycznego przygotowania się do zajęć. Prezentacje multimedialne przygotowane za pomocą Programu Microsoft PowerPoint mają na celu zdobycie bądź też poszerzenie wiedzy studentów z określonego zakresu. Dzięki utworzonym za pomocą programu HotPotatoes krzyżówkom, testom czy też quizom student może sprawdzić swoją wiedzę z danego zakresu oraz stopień przygotowania do zajęć laboratoryjnych. Student, który posiada dostęp do platformy edukacyjnej może w sposób on-line rozszerzać swoją wiedzę za pomocą udostępnionych materiałów np. prezentacji multimedialnych bądź też sprawdzić swoją wiedzę za pomocą aplikacji, które zostały utworzone na przykład za pomocą programu HotPotatoes.

LITERATURA

1. A. Całek, K. Kasperek, G. Polok, E. Wysokowicz, *Poradnik Dydaktyka Szkoły Wyższej*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Katowice, 2007.
2. A. Melezinek, *Pedagogika Inżynierska*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2004.
3. M. Kocójowa, *Edukacja na odległość – Nowe technologie w informacji i bibliotekarstwie*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków, 2003.
4. M. Kostera, A. Rosiak, *Zajęcia Dydaktyczne*, Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne, Gdańsk, 2005.
5. W. Przybylski, S. Rudnicki, A. Szwed, *Ewaluacja jakości dydaktyki w szkolnictwie wyższym*, Wyższa Szkoła Europejska, Kraków, 2010.
6. J. Kaźmierczak, *Praca magisterska – Wykorzystanie elementów sztucznej inteligencji w systemach wspomagających nauczanie*, Politechnika Łódzka, Wydział Fizyki Technicznej Informatyki i Matematyki Stosowanej, Łódź, 2007.
7. L. Klimek, *Budowa i odporność korozyjna warstw azotku i węglikoazotków tytanu na stomatologicznym stopie WIRONIT*, *Inżynieria Biomateriałów* 43-44 (2005) 40-43.
8. J. Marciniak, *Biomateriały*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2002.
9. K. Darowicki, *Procesy korozyjne*, Politechnika Gdańska, Gdańsk, 2008.
10. W. Kubiak, R. Piech, *Wstęp do Polarografii i Woltamperometrii*, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków, 2009.
11. K.L. Eckermann, S.W. Majewskiego (red.), *Stomatologia praktyczna, tom 13 – Implantologia*, Wydanie Medyczne: Urban & Partner, Wyd. I, Wrocław, 2004.
12. H. Bala, *Korozja materiałów – teoria i praktyka*, WIPMiFS, Częstochowa, 2002.
13. J. Marciniak, G. Nawrat, Z. Paszenda, *Ćwiczenia laboratoryjne z biomateriałów*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Wyd. II, Gliwice, 1999.
14. B. Surowska, *Kształtowanie składu chemicznego i struktury stopów Co-Cr-Ni-Mo jako biomateriałów*, Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, Lublin, 1997.
15. J. Marciniak, Z. Paszenda, W. Walke, M. Kaczmarek, J. Tyrlik-Held, W. Kajzer, *Stenty w chirurgii małoinwazyjnej*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2006.
16. J. Baszkiewicz, M. Kamiński, *Korozja materiałów*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2006.
17. S. Stężała, *Badania w warunkach symulowanych i prognozowanie trwałości eksploatacyjnej wybranych powłok ochronnych urządzeń technicznych do hydrotransportu i zadawania pasz w obiektach inwentarskich*, *Prace Naukowe Instytutu Technologii Nieorganicznej i Nawozów Mineralnych Politechniki Wrocławskiej* nr 46, 1998.
18. A. Królikowski, *Seminarium Naukowe – Metody elektrochemiczne w badaniach korozyjnych*, Politechnika Wrocławska, ZETiK, Karpacz, 1991.
19. Norma: PN-EN ISO 3651-1:2004 – *Oznaczanie odporności na korozję międzykrystaliczną stali odpornych na korozję – Część 1: Stale odporne na korozję austenityczne i ferrytyczno-austenityczne (duplex) – Badanie korozyjne w środowisku kwasu azotowego(V) przez pomiar ubytku masy (próba Hueya)*.
20. Norma: PN-EN ISO 3651-2:2004 – *Część 2: Stale odporne na korozję ferrytyczne, austenityczne i ferrytyczno-austenityczne (duplex) – Badanie korozyjne w środowisku zawierającym kwas siarkowy(VI)*.
21. J. Marciniak, M. Kaczmarek, A. Ziębowicz, *Biomateriały w stomatologii*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 2008.
22. W.M. Francuz, *Dydaktyka Przedmiotów Zawodowych*, Politechnika Krakowska, Kraków, 1995.