

**NOWE TECHNOLOGIE ON-LINE
W DYDAKTYCE CHEMII**

**NEW ON-LINE TECHNOLOGIES
IN TEACHING CHEMISTRY**

Justyna Lampert, Jarosław Polański*

*Institut Chemii Uniwersytetu Śląskiego
ul. Szkolna 9, 40-006 Katowice
e-mail: polanski@us.edu.pl

Abstrakt
Wprowadzenie
Dydaktyka chemii na portalu YouTube
Wykłady chemii uniwersyteckiej (YouTube)
Materiały wspomagające zajęcia laboratoryjne w chemii
Inne materiały o potencjale edukacyjnym
Polskie kanały o tematyce chemicznej
Portale edukacyjne
Podsumowanie
Piśmiennictwo cytowane



Mgr Justyna Lampert jest doktorantką w Instytucie Chemii Uniwersytetu Śląskiego. Jej zainteresowania naukowe obejmują zastosowania innowacyjnych technologii informacyjnych w dydaktyce chemii. Od 2013 roku prowadzi badania dotyczące zdalnego nauczania w praktyce laboratorium chemii organicznej.



Jarosław Polański jest profesorem zwyczajnym, kierownikiem Zakładu Chemii Organicznej w Instytucie Chemii Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach. Studia chemiczne – Wydział Chemiczny Politechniki Śląskiej w Gliwicach (1981). Od 1984 związany z Wydziałem Matematyki Fizyki i Chemii UŚ w Katowicach, doktorat (1991). Habilitacja (1998) oraz profesura (2004) – Wydział Chemiczny Politechniki Łódzkiej. Zainteresowania naukowe obejmują chemoinformatykę, chemię organiczną, projektowanie leków oraz syntezę i nanokatalizę. Dorobek naukowy stanowi ponad 120 publikacji, rozdziałów w książkach oraz patentów. Krótkoterminowe staże lub kontrakty w Labor für Computer Chemie, Organisch-Chemisches Institut, Technische Universität München (1993); Computer-Chemie-Centrum, Institut für Organische Chemie, Universität Erlangen-Nürnberg (1996, 1997-8), Laboratoire de Biotechnologies et Pharmacogenetique Appliquee, Ecole Normale Superieure de Cachan, France (2001–2010), Stanford University (2012, top500 innovators). Rady redakcyjne: Combinatorial Chemistry & High Throughput Screening (Bentham), Letters in Drug Design & Discovery, rada naukowa cyklu konferencyjnego: Chemistry Towards Biology – Central European Conference.

ABSTRACT

The development of on-line technologies in the last years provided us with a possibility for the efficient video teaching in e- or blended- chemistry learning [1–10]. In this publication we reviewed materials which are available on the YouTube or specialist educational platforms [14–38]. The analysis indicated that on-line teaching has progressed rapidly over recent years (Fig. 1, Fig. 2). This refers also to chemistry. In particular we focused on organic chemistry. The on-line aided teaching of experimental chemistry can also support the traditional courses [9]. Our experience indicated that even in bench chemistry on-line teaching can significantly improve the performance of the students. The *e-chem* project of the educational platform, started for the chemistry students in the University of Silesia in 2005 [15], is an example of the blended chemical teaching that was partially published on the YouTube website (Tab. 2). A number of other chemistry materials are available on YouTube. Some chemistry courses are also available directly at the websites of the universities while the Inducate, Skillup or Coursea [39–42] are examples of the websites that provide further useful addresses for chemistry on-line teaching. A concept of massive open on-line courses (MOCC) [43, 44] that appeared recently inspired several projects of commercial platforms for e-learning, providing a potential bases for the global teaching. The Coursera, Udacity, EdX, Canvas Network are examples of the complex educational portals for MOCCs. At the same time the important universities are vigorously playing in this area in a way to global university. At the moment the MOCC chemistry available was reviewed (Tab. 3).

In summary, the development of the on-line technologies provides a possibility for the efficient blended learning based video-aided chemistry teaching. In our opinion this potential is currently controlled not by technical limitations but rather by psychology barrier and formal regulations in local educational law. However, these problems will certainly be solved with the increasing availability of the on-line courses that could be supported by additional real lab classes and/or certified by exams. Global university will be of course a strong competition for a traditional education. On the other hand this also means chemical on-line courses will be better and better developed on the basis on the available on-line technologies. Eventually, this competition will also improve a quality of the traditional chemical education.

Keywords: e-learning, distance learning, e-chemistry, chemistry teaching

Słowa kluczowe: e-nauczanie, edukacja na odległość, e-chemia, dydaktyka chemii

WPROWADZENIE

Jesteśmy świadkami dynamicznego rozwoju nowych mediów elektronicznych oraz technologii komunikacyjnych, w szczególności tych działających on-line [1]. Efektem są zmiany zachowań uczniów i studentów, jakie obserwujemy na co dzień w szkołach oraz uniwersytetach. Rezultaty mogą być pozytywne, kiedy media takie stanowią źródło wymiany informacji, przekazywania wiedzy [2] oraz mobilizacji społecznej lub negatywne np. tzw. agresja elektroniczna [3].

Klasycznym przykładem wykorzystania mediów elektronicznych jest koncepcja zdalnego nauczania tzw. *distance learning*. Chemia, jako nauka eksperymentalna z jednej strony wydaje się stwarzać duże trudności w nauczaniu na odległość. Konieczne jest bowiem wyposażenie studenta w specjalistyczną wiedzę i umiejętności praktyczne, które w tradycyjnej metodzie nauczania młodzi ludzie nabywają w laboratorium w systemie nadzorowanego bezpośredniego nauczania i uczenia się. Z drugiej strony kosztowność tradycyjnej metody kształcenia czyni potencjalnie nowe metody atrakcyjnym celem dydaktyki chemicznej [4–8]. Metody takie powinny łączyć ekonomię rozwiązań elektronicznych z zaletami tradycyjnego uczenia *face to face*. Od wielu lat tzw. *blended learning* stosowany jest w praktyce nauczania chemii, w tym także polskiej dydaktyki chemii [9].

Narzędzia zdalnego nauczania w połączeniu z metodami tradycyjnymi umożliwiają tworzenie atrakcyjnych platform dydaktycznych, których celem, poza obniżeniem kosztów i ułatwieniem dostępności, jest także zwiększanie popytu na nauczanie chemii na poziomie uniwersyteckim. W powszechnym odczuciu nauczanie typu e- lub b-learningowego zgrabnie uzupełnia tradycyjne kształcenie ale obecnie ani w Polsce, ani na świecie nie stanowi istotnej konkurencji dla tradycyjnego nauczania. Czy zintegrowane kursy on-line mogą stać się niedługo alternatywą dla tradycyjnego uczenia? Prace nad tego typu systemami prowadzone są obecnie na dużą skalę m.in. przez czołowe uniwersytety amerykańskie. Czy w globalnym świecie oznaczać to będzie istotną konkurencję dla tradycyjnej uczelni także polskiej? Można wyobrazić sobie taką organizację nauczania chemii, w której centralną rolę odgrywa globalna uczelnia. Finanse takiego centrum pozwalają na prowadzenie w systemie b-learning nauczania na najwyższym światowym poziomie. Nasze uczelnie mogą w takim systemie stać się jedynie lokalnymi jednostkami zajęć laboratoryjnych i certyfikacji. Wydaje się, że nie sposób jeszcze rozstrzygnąć czy jest to realne zagrożenie oraz na ile jest to konkurencja, a na ile szansa na poprawę poziomu nauczania chemii.

Obecnie kompletne kursy certyfikowane dyplomem, czy kompletne platformy nauczania nie są powszechnie dostępne. Jednak w ramach projektów unijnych w ostatnim czasie powstało przynajmniej kilka profesjonalnych i sprawnie działających platform wykorzystywanych przez wiele szkół [10], a w Internecie odnaleźć można wiele materiałów, które mogą stanowić komponenty takich platform także na poziomie szkoły wyższej. Autorzy niniejszego artykułu dokonali przeglądu materiałów potencjalnie przydatnych w dydaktyce chemii, w szczególności chemii

organicznej, zamieszczonych w serwisie internetowym YouTube oraz na innych specjalistycznych platformach o charakterze edukacyjnym.

YouTube umożliwia umieszczanie w sieci materiałów filmowych, które następnie mogą być odtwarzane przez użytkowników. Serwis ten jest obecnie tak powszechnie znany i obecny w naszym życiu codziennym, że często zapominamy, że pojawił się niecałe dziesięć lat temu. W 2005 roku opublikowano tam pierwszy materiał filmowy [11]. YouTube jest czwartą najpopularniejszą stroną w światowej sieci i piątą w Polsce [12]. Serwis ten jest postrzegany, jako atrakcyjne medium wspomagania dydaktyki, zapewniając najszerszą bazę użytkowników, filmów oraz wysokie statystyki odwiedzin internautów [13]. „*Broadcast yourself*” to zawołanie oddające filozofię działania portalu o szerokim odbiorze społecznym [12].

1. DYDAKTYKA CHEMII NA PORTALU YOUTUBE

W Tabeli 1 przedstawiono analizę szeroko rozumianych materiałów wspomagających nauczanie chemii, które dostępne są na portalu YouTube. Przeanalizowano przy tym nie tylko ich charakter (sprofilowany poprzez dobór słów kluczowych ale także statystyki ich popularności mierzone liczbą odwiedzin. Już na pierwszy rzut oka widać, że w Polsce wykorzystanie portalu YouTube w nauczaniu chemii nie jest popularne. Znalaziono niespełna 150 plików spełniających kryteria kwerendy (przypis do Tabeli 1). Dla porównania, tylko jeden z amerykańskich uniwersytetów, Berkeley, zamieszcza ich aż 840 [14].

Na Rysunku 1 przedstawiono porównanie dostępnej skumulowanej liczby plików o treściach chemicznych w języku polskim i angielskim. Poza kompetencjami merytorycznymi oraz możliwościami finansowymi, porównanie to dobrze ilustruje asymetrię konkurencyjności języka globalnego, jakim jest angielski, z lokalnym językiem polskim.

Tabela 1. Przegląd najpopularniejszych kanałów publikujących filmy o tematyce chemicznej
 Table 1. The most popular channels publishing movies on chemical topics

Lp.	Producent	Nazwa kanału	Całkowita liczba plików	Liczba plików o tematyce chemicznej	Całkowita liczba odsłon kanału	Całkowita liczba odsłon chemicznych	Średnia liczba odsłon / plik	Maksymalna liczba odsłon / plik	Minimalna liczba odsłon / plik	Data powstania kanału	Kraj
1.	Osoba prywatna	CrashCourse	264	46	130 831 125	12 438 393	270 400	1 768 484	69 416	19 maj 06	USA
2.	Stanford University	Stanford	1 050	21	76 084 499	709 255	33 774	293 002	2 954	18 wrz 06	USA
3.	Massachusetts Institute of Technology	MIT OpenCourseWare	244	244	65 343 890	4 465 299	18 300	377 327	2 324	11 paź 05	USA
4.	University of California, Berkeley	UCBerkeley	840	840	28 357 879	1 499 949	1 786	74 928	199	2 maj 06	USA
5.	Firma prywatna	Educator.com	2579	157	5 818 132	873 700	5 565	131 596	54	brak danych	USA
6.	Oregon State University	Oregon State University	630	5	4 518 586	111 537	22 307	53 344	8 730	23 maj 08	USA
7.	Osoba prywatna	Chemguy	133	129	4 450 556	4 652 347	36 065	383 378	5 608	14 cze 07	Kanada

Tabela 1. Ciąg dalszy
Table 1. Continuation

Lp.	Producent	Nazwa kanału	Całkowita liczba plików	Liczba plików o tematyce chemicznej	Całkowita liczba odsłon kanału	Całkowita liczba odsłon plików chemicznych	Średnia liczba odsłon / plik	Maksymalna liczba odsłon / plik	Minimalna liczba odsłon / plik	Data powstania kanału	Kraj
8.	University of Oxford	Oxford	412	1	3 042 712	14 427	14 427	14 427	14 427	28 paź 05	Wielka Brytania
9.	University of California, Los Angeles	Uclacourses	365	27	2 031 209	72 655	2 595	16 140	1 130	31 lip 08	USA
10.	The University of Southampton	David Read	115	115	1 461 365	1 461 545	12 709	225 971	9	27 lut 08	Wielka Brytania
11.	Indian Institute of Technology Kharagpur	CollegepediaIn	591	436	1 337 371	725 502	1 668	27 012	178	12 wrz 11	Indie
12.	Osoba prywatna	Franklychemistry	302	302	1 157 095	1 256 645	1 148	6 843	114	29 sie 07	USA
13.	University of California, Irvine	UCIrvineOCW	514	353	1 100 885	557 453	1 584	22 468	1	19 mar 12	USA
14.	Uniwersytet Śląski	admUniwersytet-Slaski	234	23	965 838	117 766	5 120	27 067	276	5 sty 10	Polska

Tabela 1. Ciąg dalszy
Table 1. Continuation

Lp.	Producent	Nazwa kanału	Całkowita liczba plików	Liczba plików o tematyce chemicznej	Całkowita liczba odsłon kanału	Całkowita liczba odsłon chemicznych	Średnia liczba odsłon / plik	Maksymalna liczba odsłon / plik	Minimalna liczba odsłon / plik	Data powstania kanału	Kraj
15.	Firma prywatna	AakashiTutor	251	45	901 532	194 864	4 330	14 011	848	15 paź 12	Indie
16.	Osoba prywatna	Chang Barrick	126	25	755 274	22 645	906	6 845	74	22 mar 08	USA
17.	The University of Utah	Chuck Wight	45	41	724 087	714 950	17 438	72 016	2 456	26 lis 07	USA
18.	Osoba prywatna	AK LECTURES	1598	207	1 434 967	799 106	3 860	52 321	290	26 wrz 12	USA
19.	American University of Beirut	American University of Beirut	722	6	653 047	6 050	1 008	1 967	608	1 lut 08	Liban
20.	Firma prywatna	KhanAcademy Polski	1749	10	623 244	6 202	620	985	194	4 lis 11	Polska
21.	Firma prywatna	Copernicus Center for Interdisciplinary Studies	316	1	536 347	5 721	5 721	5 721	5 721	1 lut 10	Polska

Tabela 1. Ciąg dalszy
Table 1. Continuation

Lp.	Producent	Nazwa kanału	Całkowita liczba plików	Liczba plików o tematyce chemicznej	Całkowita liczba odsłonek kanału	Całkowita liczba odsłonek chemicznych	Średnia liczba odsłonek / plik	Maksymalna liczba odsłonek / plik	Minimalna liczba odsłonek / plik	Data powstania kanału	Kraj
22.	Firma prywatna	MaturaDla Opornych	98	68	505 119	310 642	4 568	20852	198	5 cze 12	Polska
23.	Danmarks Tekniske Universitet	DTU broadcast	890	33	495 426	23 589	715	3 029	223	20 sie 10	Dania
24.	Ruhr-Universität Bochum	ChemieRUB	144	144	425 096	422 627	2 935	90 800	26	8 sty 12	Niemcy
25.	An-Najah National University	NajahUniv	65	41	424 476	14 419	222	1 247	43	16 sie 09	Palestyna
26.	Indian Institute of Technology Kanpur	Guruprakash Academy	4166	2 583	501 207	310 757	1 680	8 002	265	1 lut 12	Indie
27.	Osoba prywatna	Linda Hanson	578	578	321 985	329 938	573	23 871	3	10 lut 11	USA

Tabela 1. Ciąg dalszy
Table 1. Continuation

Lp.	Producent	Nazwa kanału	Całkowita liczba plików	Liczba plików o tematyce chemicznej	Całkowita liczba odsłon kanału	Całkowita liczba odsłon chemicznych	Średnia liczba odsłon / plik	Maksymalna liczba odsłon / plik	Minimalna liczba odsłon / plik	Data powstania kanału	Kraj
28.	Uniwersytet Jagielloński	Unijagielloński	308	1	257 537	7 944	7 944	7 944	7 944	23 lut 10	Polska
29.	Osoba prywatna	Sardana tutorials	444	444	414 440	414 196	547	7 604	12	1 lip 12	Indie
30.	Utah State University	Mike Christiansen	154	154	211 113	208 553	1 320	10 342	11	3 maj 12	USA
31.	Firma prywatna	TVIATVN	672	16	210 120	2 388	149	962	8	1 mar 13	Polska
32.	North Dakota State University; Department of Chemistry and Biochemistry	DrCookNDSU	44	44	159 643	25 049	569	4 295	223	2 lip 09	USA

Tabela 1. Ciąg dalszy
Table 1. Continuation

Lp.	Producent	Nazwa kanału	Całkowita liczba plików	Liczba plików o tematyce chemicznej	Całkowita liczba odsłon kanału	Całkowita liczba odsłon plików chemicznych	Średnia liczba odsłon / plik	Maksymalna liczba odsłon / plik	Minimalna liczba odsłon / plik	Data powstania kanału	Kraj
33.	Indiana University-Purdue University Indianapolis	IUPUIORGANIC CHEM	30	30	155 482	148 801	4 960	17 701	72	10 sty 10	USA
34.	Osoba prywatna	Vishwanath Maheshwary	90	90	100 814	96 633	1 074	14 205	30	8 wrz 11	Indie
35.	Osoba prywatna	Vishwanath Maheshwary	73	90	88 387	70 751	969	9 802	79	8 wrz 11	Indie
36.	Osoba prywatna	Dushyant Kumar	16	16	74 175	51 740	3 234	19 549	301	29 sty 13	Indie
37.	Firma prywatna	Olympiad EDU	218	51	68 129	17 317	333	1 812	62	19 kwi 12	USA
38.	Politechnika Gdańska	Politechnika Gdańska	105	15	33 138	7 066	471	1865	38	1 lut 13	Polska
39.	Osoba prywatna	Imad Haider Ahmad	46	46	32 525	32 673	710	8 342	12	14 sie 12	USA

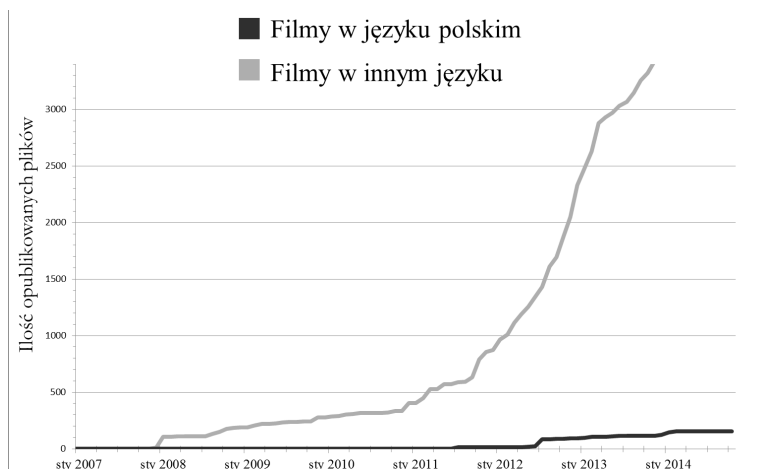
Tabela 1. Ciąg dalszy
Table 1. Continuation

Lp.	Producent	Nazwa kanału	Całkowita liczba plików	Liczba plików o tematyce chemicznej	Całkowita liczba odsłon kanału	Całkowita liczba odsłon chemicznych	Średnia liczba odsłon / plik	Maksymalna liczba odsłon / plik	Minimalna liczba odsłon / plik	Data powstania kanału	Kraj
40.	Osoba prywatna	Mr. Luzio	33	29	20 089	18 795	648	3 765	48	3 paź 11	USA
41.	Oakton Community College	Chad Landrie	5	4	13 303	11 808	2 952	11 363	49	27 maj 12	USA
42.	Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu	Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu	36	1	10 636	17	17	17	17	20 maj 11	Polska
43.	Osoba prywatna	Prof. Bilal R. Kaařarani	21	21	9 539	14 758	703	4 185	127	29 paź 11	Liban
44.	Osoba prywatna	OrganicChemist OnCall's channel	11	11	6 764	6 771	616	4 072	61	23 lut 12	USA
45.	Osoba prywatna	Robert Milne	38	37	9 261	9 257	258	2 959	10	21 paź 06	USA
46.	Politechnika Warszawska	SzukającEinsteina	60	20	6 055	580	29	94	5	1 gru 13	Polska

Tabela 1. Ciąg dalszy
Table 1. Continuation

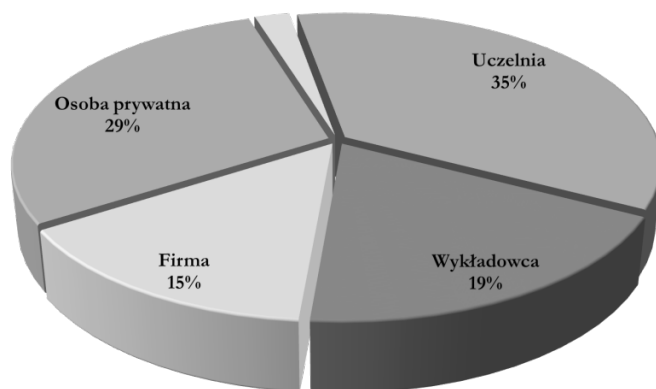
Lp.	Producent	Nazwa kanału	Całkowita liczba plików	Liczba plików o tematyce chemicznej	Całkowita liczba odsłon kanału	Całkowita liczba odsłon plików chemicznych	Średnia liczba odsłon / plik	Maksymalna liczba odsłon / plik	Minimalna liczba odsłon / plik	Data powstania kanału	Kraj
47.	Osoba prywatna	Paul Young	63	63	5 035	3 156	50	1 316	0	25 sty 08	USA
48.	Osoba prywatna	Chem Lectures	15	15	4 231	3 977	265	688	35	31 sie 12	Singapur
49.	Osoba prywatna	Dr. K's Chemistry	35	35	3 805	2 567	73	718	5	1 sie 13	USA
50.	Indian Institutes of Technology	Odia E School	80	21	2 428	394	19	72	1	brak danych	Indie

^a Na podstawie przeglądu pięćdziesięciu najpopularniejszych kanałów publikujących filmy o tematyce chemicznej. Do znalezienia odpowiednich profili użyto wyszukiwarki Youtube wpisując następujące terminy: „*chemia wykłady*”, „*chemia organiczna*”, „*chemia matura*”, „*chemia*”, „*chemistry lectures*”, „*organic chemistry*”, „*chemistry*”. Pewne wątpliwości może budzić sformułowanie słów kluczowych. Opisują one w najszerszym sensie takie materiały, w których występuje chemia. Choć wydaje się to omijać pewne obszary w praktyce wiele materiałów indeksowanych jest w ten sposób, nawet jeżeli formalnie w tytule nie występuje klucz chemia, także w językach innych niż angielski. Na przykład kwerenda znajduje materiały w języku niemieckim i arabskim.

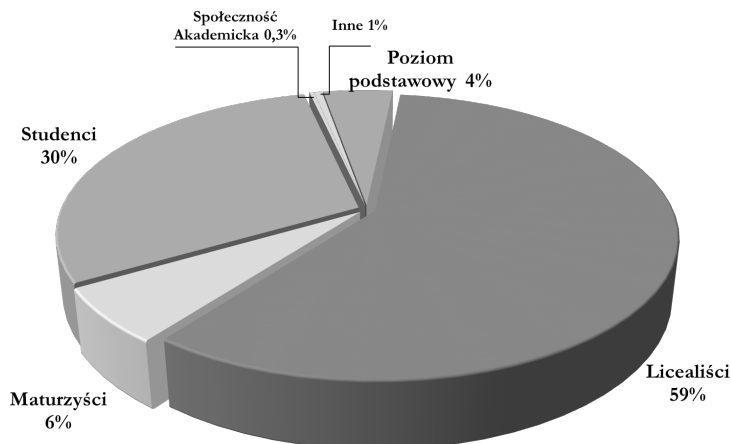


Rysunek 1. Liczba plików o tematyce chemicznej dostępnych na portalu YouTube w języku polskim oraz w innych językach. Około 94% to materiały w języku angielskim, 2% – w języku polskim
 Figure 1. A number of chemistry topics files on YouTube in polish and other languages; ca. 94% in English, 2% in Polish

Nasz ośrodek, Uniwersytet Śląski, w 2011 roku opublikował część materiałów dostępnych dla studentów chemii opracowanych w ramach projektu edukacyjnej platformy studentów instytutu chemii e-chem [15]. Listę tych materiałów oraz statystykę ich odsłon przedstawia Tabela 2.1. Dla porównania Tabela 2.2 podaje wykaz materiałów na platformie e-chem dostępnej lokalnie poza portalem Youtube.



Rysunek 2. Producenci plików o tematyce chemicznej publikowanych w serwisie YT
 Figure 2. Producers of chemistry topics movies on YouTube



Rysunek 3. Grupa docelowa plików o tematyce chemicznej publikowanych w serwisie YT
 Figure 3. Potential customers of chemistry topics files on YouTube

Ponad połowa filmów o tematyce chemicznej tworzona jest przez nauczycieli akademickich na kanałach uniwersyteckich lub osobistych; słowa kluczowe: „chemia wykłady”. Zdecydowana większość materiałów adresowana jest do licealistów, służąc jako materiał przygotowujący do egzaminów maturalnych, szczególnie jeśli w zapytaniu podamy termin: „chemia matura”. Studenci stanowią około 1/3 potencjalnych odbiorców (Rys. 2b). Warto równocześnie zauważyć, że coraz więcej osób znajduje w nauczaniu wirtualnym źródło swoich dochodów. Wiele z zamieszczonych materiałów stanowi promocję edukacyjnych usług komercyjnych. Przykładem może być polski kanał MaturaDlaOpornych [16], który reklamuje stronę z korepetycjami on-line Korkitv.tv [17]. Wśród podobnych zagranicznych serwisów można wymienić Olympiad EDU [18] ze stroną Onlineolympiad.com [19], Educator.com [20, 21].

Generalnie filmy związane z dydaktyką chemii szkoły wyższej, które umieszczono w serwisie YouTube podzielić można na kilka grup, które omawiamy w następnych rozdziałach.

2. WYKŁADY CHEMII UNIWERSYTECKIEJ

Pierwszym dosyć oczywistym przykładem wykorzystania platformy YouTube w nauczaniu chemii na poziomie szkoły wyższej są wykłady uniwersyteckie. Generalnie wykład to taka forma dydaktyczna, która preferuje jednostronną transmisję wiedzy od wykładowcy do słuchacza. O ile tradycyjny wykład *face to face* daje możliwość zmiany tej asymetrii, pozwalając zadawać pytania lub wchodzić w inne interakcje (np. dyskusje), w których to słuchacz odgrywa rolę aktywną, o tyle tradycyjny materiał wideo-dydaktyczny (YouTube) praktycznie blokuje takie działanie. Cho-

ciaż wydaje się, że Internet uniemożliwia bezpośrednią interakcję tego typu, asymetria działania nie dotyczy wszystkich materiałów on-line. Zaprojektowano specjalne narzędzia, które pozwalają obecnie na rozwiązanie tego problemu w czasie rzeczywistym. Webinarium jest przykładem interaktywnej formy, która umożliwia pełny kontakt podczas lekcji, w której połączenie internetowe wspomagane jest telefonem, a każdy słuchacz może zabrać głos lub udostępnić swoje materiały multimedialne. Przykładem oprogramowania zapewniającego takie środowisko dydaktyczne może być WebEx (CISCO) [22]. Dobrą ilustracją takiego typu szkolenia może być umieszczony w YouTube zapis seminarium zorganizowanego przez Uniwersytet Stanforda w ramach projektu Top500 Innovators [23]. Specjalistyczne oprogramowania do prowadzenia webinarium dostępne jest zarówno w wersji płatnej jak i freeware [24]. Przykład WebEx wykracza oczywiście poza obszar dostępny na platformie YouTube.

Wracając do portalu YouTube, omawiamy poniżej kilka reprezentatywnych przykładów kursów chemii organicznej dostępnych na kanałach YouTube.

Freshman Organic Chemistry with J. Michael McBride to cykl udostępniany w ramach projektu Open Yale Courses [25]. Jest to zbiór wykładów chemii organicznej sfilmowanych w obecności studentów. Został przygotowany przez profesora Michaela McBride'a jako multimedialna prezentacja Power Pointa (PP). Całość kursu, 37 jednogodzinnych filmów, to przykład w jaki sposób stymulować można interaktywność studentów podczas zajęć. Sposób przygotowania materiałów, różni się od standardowej lekcji położeniem szczególnego akcentu na zrozumienie i uczenia myślenia, a nie przyswojenie dużego przecież materiału faktograficznego. Nie można zapominać, że głównym adresatem są studenci elitarnej uczelni, zaś profesor McBride jest nie tylko wybitnym chemikiem, absolwentem Yale oraz Harvardu, lecz także laureatem nagród dydaktycznych, np. Nobel Signature Award in Graduate Education. Materiały poza wersją dostępną na YouTube odnaleźć można także na stronach Open Yale [26]. Poza zapisem wykładów znaleźć tam można również sylabusy oraz inne uzupełnienia przydatne dla potencjalnego studenta.

Innym kursem chemii organicznej jest kurs **Chemistry 3B** udostępniany przez Uniwersytet Berkeley w Kalifornii [27]. Wykładowcą jest Peter Vollhardt, autor podręczników chemii organicznej [28]. Kurs obejmujący tradycyjny wykład oparty jest na multimedialnej prezentacji PP. Pomimo tego, że prezentowanych jest wiele animacji molekularnych, minimalna aktywność słuchaczy wydaje się czynić wykład mniej atrakcyjnym niż kurs Yale.

W pełni tradycyjnym wykładem jest **Organic Chemistry 51A** [29] oraz **51B** [30] udostępniany są przez University of California Irvine. Większość materiału zaprezentowano w formie zapisu na tablicy przygotowywanego *ad hoc* w czasie wykładu (51A) lub na transparentnych foliach (51B), które wyświetlane są na ekranie.

Porównanie tych kilku kursów pozwala lepiej zrozumieć miejsce wykładu we współczesnej dydaktyce chemii. Widać znaczenie stymulowania zainteresowania słuchaczy. Ze swojego doświadczenia wykładowcy dodać można podatność na

szybkie nudzenie się multimediami. Ważny element to dobór materiału w zależności od kompetencji widowni. Już dawno doceniono ten fakt na przykład w nauczaniu języków obcych, gdzie powszechnie studentów dzieli się według zaawansowania na odpowiednie grupy (tzw. *placement tests*). Pozostaje pytaniem, czy działanie takie okazałoby się również użyteczne podczas wykładów w tak dalekiej od języków dydaktyce chemii.

Warto zastanowić się, kto jest adresatem zamieszczanych w sieci wykładów. Po pierwsze, to studenci macierzystych uczelni, którzy mogą w ten sposób dodatkowo wspomóc tradycyjną dydaktykę, uzupełniając swoje notatki lub lepiej zrozumieć wykładane treści. Materiały te są równocześnie reklamą uczelni, wykładowców, kursów, poszerzając zainteresowanie potencjalnych studentów. Stanowią tym samym doskonałe wzorce dla kadry dydaktycznej, która może porównać zalety i wady różnych modeli prowadzenia wykładu.

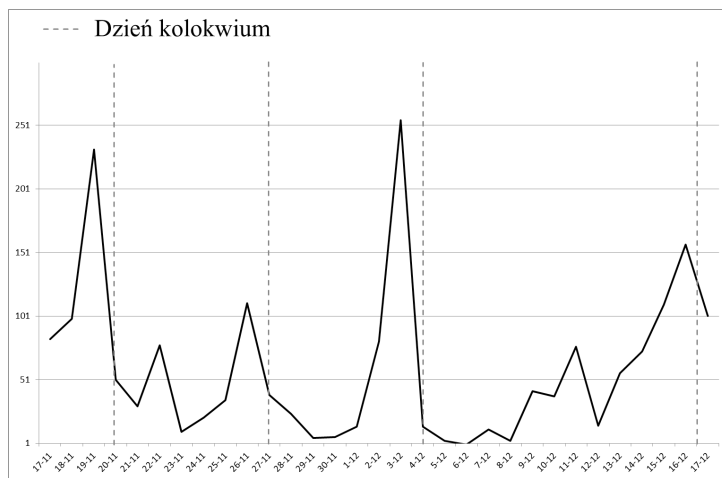
3. MATERIAŁY WSPOMAGAJĄCE ZAJĘCIA LABORATORYJNE W CHEMII

Dydaktyka chemii uległa w ostatnich latach bardzo dużym zmianom. Nauczycielami (instruktorami) w pracowniach chemicznych często są doktoranci, którzy są znacznie mniej doświadczeni niż pełniący jeszcze niedawno tę rolę dłużej pracownicy naukowcy. Także studenci chemii nie zawsze wybierają ten przedmiot ze względu na swoje zainteresowania, a ich wybór nie zawsze poparty jest znajomością podstaw chemii w zakresie szkoły średniej. Powstaje pytanie, na ile wykorzystanie materiałów do zdalnego nauczania może w takiej sytuacji wspomagać dydaktykę chemii organicznej.

Kolejny problem w dydaktyce nauk technicznych związany jest z koniecznością kształtowania umiejętności manualnych, co w przypadku zdalnego nauczania wymaga specyficznego asynchronicznego łączenia materiałów *on-line* z tradycyjnymi formami zajęć, szczególnie laboratoryjnych. Taka forma zajęć, która nosi nazwę *blended learning* omawia Barbara Dębska na przykładzie Politechniki Rzeszowskiej [31].

Z naszych doświadczeń wynika, że zastosowanie takiej metody może być bardzo pomocne. W zakładzie chemii organicznej od kilku lat systematycznie wprowadzamy tego typu wspomaganie zajęć eksperymentalnych, obserwując korzystne efekty dydaktyczne. Studenci przygotowując się do laboratoriów, zapoznają się wcześniej z odpowiednimi materiałami dostępnymi na platformie edukacyjnej *e-chem*. Badając wyniki osiągane przez studentów podczas zajęć, zaobserwowaliśmy, że najlepsze efekty daje wcześniejsze nienadzorowane przeglądanie materiałów. Słabsze wyniki osiąga się, kiedy studenci przygotowują się do zajęć w sposób zorganizowany i kontrolowany. Efekt taki jest dosyć zaskakujący. Ponieważ materiały umieszczone na platformie YouTube stanowią jedynie niewielką część platformy edukacyjnej Instytutu Chemii UŚ, zajęcia prowadzono w oparciu o platformę MOODLE. Statystyki wykorzystania materiałów dowodzą, że studenci rzeczywiście

przygotowywali się do zajęć (Rys. 4). Na dzień przed zajęciami i kolokwium statystyka wykorzystania plików rosła do tego stopnia, że biorąc pod uwagę liczebność grup, każdy z uczestników średnio kilkanaście razy obejrzał materiał wideo (Rys. 5). Warto dodać, że w ten sam sposób kontrolować można wykorzystanie plików na platformie YouTube, która umożliwia nawet bardziej efektywną kontrolę nienadzorowanej pracy studenta. Oprócz standardowej liczby odsłon, ocen i komentarzy danego pliku, administrator kanału może kontrolować m.in. dane demograficzne, źródła wizyt, urządzenia, na których film został odtworzony, czy co najciekawsze, utrzymywanie uwagi odbiorców w trakcie jego trwania.



Rysunek 4. Liczba odsłon materiałów b-learning wspomagających zajęcia laboratoryjne z chemii organicznej na portalu edukacyjnym Instytutu Chemii UŚ e-chem

Figure 4. A number of views of b-learning materials supporting laboratory classes in organic chemistry in the education portal of the Institute of Chemistry University of Silesia

Materiały edukacyjne udostępniane są również od 2011 roku na kanale dydaktycznym Uniwersytetu Śląskiego w ramach portalu YouTube [15]. Istotny fragment tego kanału stanowią materiały Platformy Zdalnej Edukacji Instytutu Chemii e-chem (Tab. 2.1 i Tab. 2.2) [32].

Tabela 2.1. Wykaz plików dostępnych na platformie e-chem dla studentów chemii

Table 2.1. Files for students of chemistry available from the e-chem portal

Lp.	Cykl wykładów	Typ filmów	Liczba plików	Całkowita liczba wyświetleń	Maksymalna liczba wyświetleń / plik	Minimalna liczba wyświetleń / plik	Całkowita liczba komentarzy
1.	Wykłady z fizyki	Wykłady	8	222 212	65 032	8 890	69
2.	Chemia analityczna	Filmy instruktażowe	8	15 095	3 757	539	8

Lp.	Cykl wykładów	Typ filmów	Liczba plików	Całkowita liczba wyświetleń	Maksymalna liczba wyświetleń / plik	Minimalna liczba wyświetleń / plik	Całkowita liczba komentarzy
3.	Problemy współczesnej chemii	Wykłady	2	2 918	2 021	897	1
4.	Chemia – specjalności i specjalizacje	Wykłady	2	2 755	1 520	1 235	0
5.	Krystalografia	Filmy instruktażowe	4	2 521	1 199	276	0
6.	Wykłady z matematyki	Wykłady	10	174 219	33 602	772	70
7.	Chemia organiczna. Proste operacje laboratoryjne	Filmy instruktażowe	108	47	23	0	108
8.	Chemia organiczna. Syntezy preparatów	Filmy instruktażowe	249	73	3	0	249

Tabela 2.2. Wykaz plików z zakresu chemii organicznej dostępnych na platformie e-chem
 Table 2.2. Organic chemistry files available for students from the e-chem portal

Lp.	Grupa materiałów	Typ plików	Liczba plików
1.	Wykłady kursowe	Pliki tekstowy PDF	22
2.	Zadania do samodzielnego rozwiązania	Testy	9
3.	Sprzęt szklany	Zdjęcia z opisem	14
4.	Sprzęt metalowy i inny sprzęt laboratoryjny	Zdjęcia z opisem	5
5.	Zestawy laboratoryjne w mikroskali	Zdjęcia z opisem	7
6.	Podstawowe operacje laboratoryjne	Filmy	3
7.	Wykaz preparatów	Pliki tekstowy PDF	14
8.	Wykaz preparatów	Filmy instruktażowe	14
9.	Sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych	Pliki tekstowy PDF	2
Łączna liczba plików:			90
Ilość plików z materiałami wideo:			17

4. INNE MATERIAŁY O POTENCJALE EDUKACYJNYM

Obok wykładów firmowanych przez uniwersytety na portalu Youtube pojawiają się też materiały publikowane przez osoby prywatne. Rekordzistą w zakresie dydaktyki chemii jest Guru Prakash z Indyjskiego Instytutu Technologii w Kanpur. Na kanale Guruprakash Academy [33] znajduje się ponad 2,5 tys. plików o tematyce chemicznej. Filmy publikowane są w języku angielskim, a wykłady prowadzone są najczęściej z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej, programu komputerowego lub kartki papieru i długopisu. Dotyczą zagadnień z różnych dziedzin chemii na poziomie szkoły średniej lub studiów. Są posortowane według odpowiednich 44 kategorii tematycznych (playlisty), zawierających od kilku do kilkuset plików.

Michael A. Christiansen z Wydziału Chemicznego Uniwersytetu Stanowego w Utah na swoim kanale Youtube [34] udostępnia filmy dotyczące wyłącznie zagadnień chemicznych – łącznie prawie 130 plików. Materiały te, adresowane są do studentów kierunków chemicznych. Autor wykorzystuje prezentacje multimedialne w połączeniu z miniaturą obrazu z kamery. Kilkunasto- do kilkudziesięciominutowe wykłady cieszą się dużą popularnością. Rekordową oglądalność uzyskał wykład dotyczący nazewnictwa oraz orbitali molekularnych – ponad 13 tys. wyświetleń i 70 pozytywnych komentarzy (tzw. lików) w okresie 2 lat [35].

5. POLSKIE KANAŁY O TEMATYCE CHEMICZNEJ

Zdecydowanie mniej kanałów o tematyce chemicznej można znaleźć na polskich stronach YouTube. Po gruntownej analizie wielu haseł znaleziono zaledwie 143 pliki zawierające materiały poświęcone nauczaniu chemii.

Do najpopularniejszych kanałów należy **MaturaDlaOpornych** [16]. Zawiera on problemy maturalne z matematyki, fizyki i chemii. Z niecałych 100 plików większość poświęcona jest chemii. Wykłady są nagrywane profesjonalnie, w sali lekcyjnej z dostępem do tablicy i kredy. Bardziej skomplikowane animacje zostały wmontowane w nagranie. Wszystkie wykłady z chemii prowadzi anonimowy młody mężczyzna. Kursy cieszą się bardzo dużą popularnością wśród maturzystów, pomimo, że nie są kompletne. Na przykład można znaleźć wykład „Chemia organiczna część 1” oraz „Chemia organiczna część 3”, natomiast nie ma na stronie środkowej części podanej lekcji. Czytając komentarze pod filmami, można natknąć się na takie, w których użytkownicy skarżą się na braki lub zwracają uwagę na poważne błędy popełniane podczas wykładu. Naszym zdaniem pokazuje to tylko jak bardzo brakuje wysokiej jakości materiałów tego typu. O tym jak duże jest zapotrzebowanie świadczy zarówno liczba wyświetleń (sięgająca nawet 35 tys. [36]), jak i komentarzy materiałów, których jakość jest często niezadowalająca.

Świadczy o tym zarówno liczba wyświetleń (sięgająca nawet 35 tys. [36]), jak i komentarze. Ponad 70% filmów zostało skomentowanych, dla 15% to ponad 10 komentarzy.

Również polskie uczelnie mają swoje kanały w serwisie Youtube, przy czym dla wielu stanowią one jedynie miejsce zamieszczania materiałów informacyjnych o uczelni. Poniżej wymieniamy kilka, które publikują najwięcej materiałów poświęconych tematyce chemicznej. **Politechnika Warszawska** [37] udostępnia 60 plików, w tym 20 o tematyce chemicznej, filmy dotyczące zagadnień z matematyki, fizyki i chemii są na poziomie szkoły średniej. **Politechnika Gdańska** posiada 120 plików, w tym 15 o tematyce chemicznej [38], natomiast **Uniwersytet Śląski** 252 plików, w tym 52 o tematyce chemicznej [15].

6. PORTALE EDUKACYJNE

Z racji szczególnie łatwej dostępności i popularności w naszym artykule skupiliśmy głównie na portalu YouTube. Nie jest to jednak jedyne dostępne źródło materiałów dydaktycznych. Poniżej omówiono kilka innych miejsc gdzie poszukiwać można materiałów dydaktycznych.

Iducate to portal internetowy oferujący informacje na temat dostępnych kursów on-line [39, 40]. Podobnym portalem jest **Skilledup** [41]. Kursy dostępne są też często bezpośrednio na stronach uczelni.

Nowym projektem rozwijającym technologie edukacyjne on-line jest **Coursera** [42]. W zamyśle jest to komercyjna platforma e-learningowa obejmująca kompleksowe kursy on line (tzw. *massive open online course*, MOOC) [43] Oprócz tradycyjnych wykładów i materiałów wideo, oferuje także zadania do samodzielnego rozwiązywania oraz forum dyskusyjne. Dostęp do oferty jest bezpłatny. Student płaci natomiast za certyfikaty. Typowy kurs trwa od sześciu do dziesięciu tygodni i kończy się może egzaminem. We wrześniu 2013 roku firma ogłosiła, że uzyskała pierwszy milion dolarów dochodu. Coursera założona w Mountain View to typowy wytwór innowacyjnej Doliny Krzemowej. Firma rozpoczęła swoją działalność w 2012 roku w partnerstwie z Uniwersytetami Stanforda, Princeton, Michigan oraz Pensylwania. Już w tym samym roku konsorcjum powiększyło się o kolejne: California Institute of Technology; Duke University; the Georgia Institute of Technology; Johns Hopkins University; Rice University; the University of California, San Francisco; the University of Illinois, Urbana-Champaign; the University of Washington; and the University of Virginia oraz University of Edinburgh w Szkocji, University of Toronto and EPF Lozannie (Szwajcaria) [44]. W chwili obecnej 10 milionów użytkowników korzysta z 839 kursów przygotowanych przez 114 instytucji. Te liczby ilustrują jak szybki jest rozwój technologii w tym zakresie. Pokazują także, że z technicznego punktu widzenia nie ma dzisiaj już żadnych przeszkód w globalnej edukacji on-line. To raczej kwestie organizacyjne, regulacja szkolnictwa oraz bariery psychologiczne decydują o możliwościach rozwoju.

Innymi platformami MOOC są EdX, Udacity czy Canvas Network. Podstawowe informacje na ich temat dostępne są bezpośrednio na stronach internetowych

odpowiednich firm, które zajmują się rozwijaniem tych systemów lub na stronie Wikipedii. Tabela 3 przedstawia kursy chemiczne dostępne na tych platformach.

Tabela 3. Kompleksowe kursy chemii dostępne na platformach edukacyjnych
Table 3. Complex chemistry courses available from education portals

Uniwersytet	Kurs	Platforma
Rutgers University	Preparation for General Chemistry	Coursera
Arizona State University	Introductory Organic Chemistry – Part 2	Coursera
University of Illinois at Urbana-Champaign	Introductory Organic Chemistry – Part 2	Coursera
Arizona State University	Introductory Organic Chemistry – Part 1	Coursera
University of Illinois at Urbana-Champaign	Introductory Organic Chemistry – Part 1	Coursera
Duke University	Introduction to Chemistry	Coursera
UC Santa Cruz	ID:001: Chemistry of Life	edX
McHenry County College	Exploring Chemistry	Canvas Network
Scottsdale Community College	Exploring Chemistry	Canvas Network
Rice University	Chemistry: Concept Development and Application Part II	Coursera
Rice University	Chemistry: Concept Development and Application	Coursera
University of Florida	Chemistry: Concept Development and Application	Coursera
Johns Hopkins University	Chemicals and Health	Coursera
University of Florida	Analytical Chemistry / Instrumental Analysis	Coursera
Rice University	Analytical Chemistry	Coursera
University of Kentucky	Advanced Chemistry	Coursera
Massachusetts Institute of Technology	3.091x: Introduction to Solid State Chemistry	edX
Davidson College	001x: Medicinal Chemistry: The Molecular Basis of Drug Discovery	edX

PODSUMOWANIE

Obserwowany w ostatnich latach rozwój technologii edukacyjnych on-line daje możliwość efektywnego wykorzystania materiałów wideo w nauczaniu chemii metodami e- lub blended-learning. W ramach publikacji dokonano przeglądu materiałów edukacyjnych dostępnych na platformie YouTube oraz innych specjalistycznych portalach edukacyjnych. Wykorzystanie materiałów wideo w nauczaniu, pomimo wielu niepodważalnych zalet, stawia nowe wyzwania zarówno przed studentami jak i nauczycielami akademickimi. Studenci chcąc korzystać z nowatorskich rozwiązań, muszą przezwyciężyć swoje największe słabości jakimi są m.in. brak samodyscypliny, prokrastynacja czy przekładanie odpowiedzialności za tok uczenia na prowadzącego [45]. Jednocześnie wykładowcy decydujący się na taki sposób nauczania, ponoszą dużą odpowiedzialność za motywowanie swoich uczniów do pracy. W dzisiejszych czasach, gdy dostęp do wiedzy jest łatwy i powszechny, szczególnie w środowisku internetowym, rola nauczyciela zmieniała się z mistrza przekazującego wiedzę, na przewodnika, który pomaga ją usystematyzować [45]. Autorzy wideo lekcji powinni wobec tego szczególnie wystrzegać się szablonowych rozwiązań, by maksymalnie podtrzymać zainteresowanie słuchaczy [46]. Trzeba równocześnie pamiętać, że produkcja filmu edukacyjnego to za mało, jeśli mowa o wirtualnym nauczaniu. Serwis Youtube udostępnia wiele narzędzi, z których uczymy się dopiero korzystać. Jednym z najważniejszych jest możliwość pisania komentarzy, która pozwala na komunikację obustronną [47].

Przedstawiona analiza wykazuje, że dokonał się istotny postęp w zakresie dostępności i koncepcji wykorzystania materiałów on-line, w tym także w nauczaniu chemii. Aktywność w tym zakresie wykazuje wiele czołowych uczelni świata, zmierzając do globalizacji edukacji. Dostępne technologie on-line umożliwiają tworzenie coraz lepszych kursów chemii. Czy jesteśmy świadkami powstawania globalnego uniwersytetu? Wydaje się, że na obecnym etapie głównym problemem nie są już zagadnienia techniczne lecz ustawowe regulacje oraz dylematy psychologiczne dydaktyki on-line.

Czy w tym zakresie możemy spodziewać się efektów globalizacji, w tym także takich, które obejmą nasze uczelnie. Na obecnym etapie internetowe platformy zawierające materiały wideo stanowić mogą ciekawe uzupełnienie dydaktyki chemii, szczególnie w metodach blended-learning.

PIŚMIENNICTWO CYTOWANE

- [1] P. Wojciechowski, *Wiad. Chem.*, 2012, **66**, 342.
- [2] W. Cellary, *Przekazywanie wiedzy drogami elektronicznymi*, [online], Materiały z konferencji: Media a edukacja, Poznań, 2012, [Dostęp: 2015-01-14]. Dostępny w Internecie: http://edunet.amu.edu.pl/mae2012/06_Cellary_2012.pdf

- [3] J. Pyżalski, *Polscy nauczyciele i uczniowie a agresja elektroniczna – zarys teoretyczny i najnowsze wyniki badań*, [w:] M. Jędrzejko, D. Sarzała (red.), *Człowiek i uzależnienia*, Pułtusk-Warszawa. Akademia Humanistyczna im. Aleksandra Gieysztora, Oficyna Wydawnicza ASPRA-JR, 2010.
- [4] D. Sessoms, *Journal of Technology in Teaching and Learning*, 2008, 4(2), 86.
- [5] P. Pietikäinen, K. Vilonen, *J. Sci. Edu. Technol.*, 17(1), 100.
- [6] C. Castro, A. Andrade, *Teaching chemistry in a social learning environment: facing drivers and barriers*, Proceedings of ICERI2011 Conference, Madrid, 2011.
- [7] J. Ballesta-Claver, I. de Orbe-Payá, F. Quintanal Pérez, L.F. Capitán-Vallvey, *Using web 2.0 tools to support university teaching in chemistry: the new way*, Proceedings of ICERI2011 Conference, Madrid, 2011.
- [8] J. Waycott, G. Kennedy, *Mobile and Web 2.0 technologies in undergraduate science: Situating learning in everyday experience*, Proceedings of Conference: Same places, different spaces. Proceedings ascilite Auckland 2009: Full paper: Waycott and Kennedy.
- [9] B. Dębska, *Wykorzystanie technologii informatycznych w akademickiej dydaktyce chemii*, Wydział Chemii Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków, 2007, 17-23.
- [10] Informacja przekazana przez anonimowego recenzenta pracy.
- [11] <http://pl.wikipedia.org/wiki/YouTube>
- [12] *Internetowe serwisy społecznościowe – z czym to się je?*, [online], <http://www.gazetalubuska.pl/>, [Dostęp: 2014-03-22]. Dostępny w Internecie: <http://www.gazetalubuska.pl/apps/pbcs.dll/article?AID=/20100104/SWIAT/9342789>
- [13] P. Szlagor, *Wiededydaktyka 2.0. Serwis społecznościowy Youtube*, [online], III Konferencja Studentów KN, Wrocław 2010, [Dostęp: 2014-05-05].
- [14] Dostępny w Internecie: <https://www.youtube.com/watch?v=SrkDiF8PH50>
- [15] <https://www.youtube.com/user/UCBerkeley/>: Stan na dzień 10.05.2014
- [16] <https://www.youtube.com/user/admUniwersytetSlaski>
- [17] <https://www.youtube.com/user/MaturaDlaOpornych>
- [18] <http://www.korkitv.tv/>
- [19] <http://www.youtube.com/user/olympiadedu>
- [20] <http://onlineolympiad.com/>
- [21] <https://www.youtube.com/user/EducatorVids>
- [22] <http://www.educator.com>
- [23] <http://www.webex.com/>
- [24] M. Schar, J. Sabol, *How to Help Stimulate Innovation in Poland*, [materiał multimedialny], Youtube.com, [Dostęp: 2015-01-10]. Dostępny w Internecie: <https://www.youtube.com/watch?v=6WjA-ZXXtrOc&feature=youtu.be>
- [25] <http://webinar-services-review.toptenreviews.com/>
- [26] J.M. McBride, *Freshman Organic Chemistry with J. Michael McBride*, [materiały multimedialne], Youtube.com, [Dostęp: 2014-08-15].
- [27] Dostępne w Internecie: <https://www.youtube.com/playlist?list=PL3F629F73640F831D>
- [28] J.M. McBride, Chem125A: J.M. McBride, *Freshman Organic Chemistry I*, [materiały multimedialne], oyc.yale.edu/, [Dostęp: 2014-08-15].
- [29] Dostępny w Internecie: <http://oyc.yale.edu/chemistry/chem-125a>
- [30] K.P. Vollhardt, *Chemistry 3B, 002 - Fall 2010*, [materiały multimedialne], Youtube.com, [Dostęp: 2014-08-15].
- [31] Dostępny w Internecie: <https://www.youtube.com/playlist?list=PLE4C98CD0D8E52A2A>
- [32] K.P. Vollhardt, N.E. Schore, *Organic Chemistry, Structure and function*, Freeman and Company, New York, 2010.

- [33] J. Nowick, *Chemistry 51A Organic Chemistry*, [materiały multimedialne], Youtube.com, [Dostęp: 2014-08-15].
- [34] Dostępne w Internecie: <https://www.youtube.com/playlist?list=PL6539BAED55972D64>
- [35] V. Vranken, *Chemistry 51B: Organic Chemistry*, [materiały multimedialne], Youtube.com, [Dostęp: 2014-08-15]. Dostępne w Internecie:
- [36] https://www.youtube.com/playlist?list=PLqOZ6FD_RQ7nA65lnGXFFTvsmGIRtutQ
- [37] B. Dębska, B. Guzowska-Świder, K. Hęćlik, Edu@kcja. Magazyn edukacji elektronicznej, 2012, **2(4)**, 89.
- [38] <https://www.youtube.com/playlist?list=PLlhOYvtSn-fvVZQjkVELf0tS9ZNhMzkuV>
- [39] <https://www.youtube.com/user/gprakash66>
- [40] https://www.youtube.com/channel/UCpUkAZfpeUBMmA_zAAERyZw
- [41] M. Christiansen, Free O-Chem Lectures for MCAT, DAT, PCAT, and GRE prep - Video 1 - IUPAC & Orbitals, [materiał multimedialny], Youtube.com, [Dostęp: 2014-10-06].
- [42] Dostępny w Internecie: <https://www.youtube.com/watch?v=psJ89ZUqLkY>
- [43] Wiązanie jonowe, [materiał multimedialny], Youtube.com, [Dostęp: 2015-01-10]. Dostępny w Internecie: https://www.youtube.com/watch?v=fdaCNfaSH_c&list=PL14360471C9864195&index=1
- [44] <https://www.youtube.com/channel/UCfjsFnI8a-yJhC4t9Amy8bQ>
- [45] <https://www.youtube.com/user/PolitechnikaGdanska>
- [46] <http://ieducate.org>
- [47] <http://ieducate.org/free-online-course/top/for/that-are-available-on-youtube/chemistry-classes/offered-by-yale-university>
- [48] <http://www.skilledup.com/learn/openup/learn-chemistry-online-free/>
- [49] <https://www.coursera.org/>
- [50] http://en.wikipedia.org/wiki/Massive_open_online_course
- [51] <http://en.wikipedia.org/wiki/Coursera>
- [52] A. Rawa-Kochanowska, *Motywowanie w e-nauczaniu – z doświadczeń praktyka*, [online], E-mentor, 4 (46), 2012 [dostęp: 2012-11-19]. Dostępny w Internecie: <http://www.e-mentor.edu.pl/artukul/index/numer/46/id/950>
- [53] J. Kulasa, *Kompetencje informatyczne nauczyciela w zakresie e-learningu*, [online], SCENO, Świętokrzyskie Centrum Edukacji na Odległość, Zeszyty naukowe 2/2006 [dostęp: 2012-11-28]. Dostępny w Internecie: http://www.sceno.edu.pl/konferencja/8_24.pdf
- [54] G. Penkowska, *Polski e-learning w opiniach ekspertów (cz. II)*, [online], E-mentor, 4 (21), 2007, [dostęp: 2012-11-28]. Dostępny w Internecie: <http://www.e-mentor.edu.pl/artukul/index/numer/21/id/457>

Praca wpłynęła do Redakcji 25 listopada 2014

