

**Andrzej Kraśniewski**

*Politechnika Warszawska*

## **Kompetencje inżyniera – dokąd zmierzamy?**

Pytanie „Jak kształcić przyszłych inżynierów?” jest od wielu lat tematem dyskusji toczących się w wielu krajach, zarówno w środowisku osób bezpośrednio uczestniczących w procesie kształcenia, jak i poza nim.

Traktowane niekiedy nieco „po macoszemu” przez nasze rodzime środowisko akademickie kształcenie inżynierów jest dziś dobrze zdefiniowanym, wyodrębnionym obszarem działalności twórczej, stanowiącym przedmiot studiów, analiz, a także – a może przede wszystkim – innowacyjnych przedsięwzięć.

Doroczne konferencje organizowane przez American Society for Engineering Education (ASEE) – stowarzyszenie, które niedawno obchodziło 120. rocznicę utworzenia, gromadzą tysiące uczestników, którzy prezentują swoje osiągnięcia i dyskutują na temat tego, czego i jak uczyć przyszłych adeptów sztuki inżynierskiej. Istnieją setki wydawnictw książkowych i dziesiątki czasopism poświęconych kształceniu inżynierów w ogólności lub szczególnym aspektem tego procesu.

Prace badawcze związane z kształceniem inżynierów są często prowadzone przez entuzjastów działających w środowisku akademickim i poza nim, którzy na co dzień zajmują się konkretnymi dyscyplinami inżynierskimi. Badania takie są jednak prowadzone także w ramach instytucji – jednostek organizacyjnych uczelni, powołanych z tą właśnie intencją. Instytucjami takimi są, m.in. School of Engineering Education w Purdue University (USA), czy Department of Engineering Education w Virginia Tech (USA). Obie wymienione instytucje kształcą wysokiej klasy specjalistów w zakresie kształcenia inżynierów, oferując m.in. studia doktoranckie prowadzące do uzyskania dyplomu PhD in Engineering Education.

Badania dotyczące kształcenia inżynierów nie pozostają „na papierze” – ich wyniki są wdrażane w wielu uczelniach, dokonujących istotnych zmian w procesie kształcenia, a specjaliści w tym zakresie nie mają problemu ze znalezieniem atrakcyjnego zatrudnienia.

### **Jaki inżynier?**

Podczas jednej z licznych konferencji międzynarodowych na temat kształcenia inżynierów (Berlin, 29-30 października 2012 r.) prof. Joachim Metzner – ówczesny wiceprzewodniczący Niemieckiej Konferencji Rektorów (HRK), były rektor Fachhochschule w Kolonii, dr h.c. Politechniki Warszawskiej, rozpoczął

swoje wystąpienie od prostego stwierdzenia: „Kształcenie inżynierów jest dziś dużo trudniejsze niż było dawniej”. Na czym polegają te trudności i jaki jest cel i kierunek dokonywanych niezbędnych zmian?

Cel zmian zachodzących w procesie kształcenia inżynierów wydaje się dobrze określony – chodzi o to, aby absolwenci studiów technicznych byli coraz lepiej przygotowani do sprostania wyzwaniom wynikającym ze zmian zachodzących w ich otoczeniu – we współczesnym świecie, aby byli „wyposażeni” w odpowiedni zestaw kompetencji – przydatnych dziś i w przyszłości, istotnych dla rozwoju kariery zawodowej, ale także użytecznych w życiu pozazawodowym, istotnych dla rozwoju społeczeństwa.

A na marginesie – głoszony z upodobaniem przez niektórych rodzimych „znawców” problematyki szkolnictwa wyższego postulat dopasowania modelu kształcenia (nie tylko inżynierów) do bieżących potrzeb gospodarki (ryнку pracy) miałby być może sens, gdyby gospodarka ta była w bardzo dobrym stanie. Trudno jednak ocenić jej stan jako zadowalający, traktowanie jej zatem jako wzorca, który miałby determinować sposób przygotowywania kadr, wydaje się nieporozumieniem. Trzeba myśleć o zupełnie innym modelu gospodarki i społeczeństwa i kształcić stosownie do tej wizji.

Jakie zatem kompetencje powinien mieć współczesny inżynier? Jako częściowa odpowiedź na tak postawione pytanie może służyć stwierdzenie byłego szefa szkolenia w firmie Siemens, Kruno Hernault, który w zaproszonym wystąpieniu na konferencji poświęconej kształceniu inżynierów (Annual SEFI Conference, 2003) wypowiedział trudne do przetłumaczenia zdanie: „Wir brauchen keine Fachidioten, wir brauchen ganze Persönlichkeiten”. Chodzi o to, że gospodarka, a zwłaszcza innowacyjna gospodarka, potrzebuje inżynierów, którzy obok wiedzy i umiejętności specjalistycznych, posiadają wykształcenie ogólne, umożliwiające rozwiązywanie problemów inżynierskich osadzonych w złożonej rzeczywistości.

Rzeczywistość ta staje się w istocie coraz bardziej złożona, a problemy do rozwiązania coraz trudniejsze. Ich rozwiązanie wymaga współpracy ekspertów, reprezentujących rozmaite dyscypliny, ułożone w różnych, niekiedy odległych obszarach wiedzy. Jako przykład można podać zagadnienie zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego kraju, wymagające rozwiązania problemów pokrywających szerokie spektrum dyscyplin ulokowanych w obszarze nauk ścisłych (chemia, fizyka, geofizyka), nauk przyrodniczych (ekologia, ochrona środowiska, geologia), nauk technicznych (liczne dyscypliny, m.in. energetyka, elektrotechnika, górnictwo i geologia inżynierska, inżynieria środowiska), nauk społecznych (nauki o bezpieczeństwie, socjologia, nauki o zarządzaniu, prawo) oraz w dziedzinie nauk o zdrowiu. Przykład ten ilustruje oczywistą tezę, że inżynier musi coraz częściej współpracować ze specjalistami z różnych dziedzin, a jego działalność musi uwzględniać w coraz większym stopniu wymagania i ograniczenia pozatechniczne.

Ta konstatacja znajduje odzwierciedlenie w podejściu do kształcenia inżynierów, a zwłaszcza w zmianach związanych z określaniem oczekiwanych kompetencji (efektów kształcenia) absolwenta studiów technicznych. Widać to

dobrze na przykładzie działań utworzonej w USA, ale prowadzącej obecnie działalność na całym świecie, komisji akredytacyjnej – Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET). Wśród jedenastu pozycji w zestawie kompetencji, które musi posiadać absolwent studiów pierwszego stopnia (undergraduate studies), niemal połowę stanowią kompetencje „miękkie”, nieodnoszące się bezpośrednio do studiów technicznych, określone następująco<sup>1</sup>:

- “an ability to function on multidisciplinary teams,
- an understanding of professional and ethical responsibility,
- an ability to communicate effectively,
- a recognition of the need for, and an ability to engage in life-long learning,
- a knowledge of contemporary issues.”

Ten zdefiniowany jeszcze latach 90. ubiegłego wieku zestaw kompetencji zmodyfikowano tylko raz; dokonane w 2012 roku zmiany – w formie rozszerzeń – dotyczyły następujących dwóch sformułowań odnoszących się bezpośrednio do kompetencji związanych z działalnością inżynierską (podkreślono dodane sformułowania):

- “an ability to design a system, component, or process to meet desired needs within realistic constraints such as economic, environmental, social, political, ethical, health and safety, manufacturability, and sustainability,
- the broad education necessary to understand the impact of engineering solutions in a global, economic, environmental, and societal context.”

Widać wyraźnie wzrastające znaczenie – jako istotnej kompetencji absolwenta studiów technicznych – rozumienia i umiejętności uwzględniania w działalności inżynierskiej pozatechnicznych uwarunkowań.

Przedmiotem dyskusji jest obecnie dalej idąca zmiana zestawu kompetencji absolwenta studiów inżynierskich, zmierzająca do zredukowania liczby pozycji w tym zestawie do siedmiu. Miałyby się wśród nich znaleźć następujące sformułowania<sup>2</sup>:

- “an ability to communicate effectively with a range of audiences,
- an ability to recognize ethical and professional responsibilities in engineering situations and make informed judgments, which must consider the impact of engineering solutions in global, economic, environmental, and societal contexts,

---

<sup>1</sup> *Criteria for Accrediting Engineering Programs*, Effective for Reviews During the 2016-2017 Accreditation Cycle, ABET Engineering Accreditation Commission, 2015. <http://www.abet.org/wp-content/uploads/2015/10/E001-16-17-EAC-Criteria-10-20-15.pdf> (dostęp z dnia 07.01.2017).

<sup>2</sup> *Criteria for Accrediting Engineering Programs*, Effective for Reviews During the 2016-2017 Accreditation Cycle, ABET Engineering Accreditation Commission, 2015. <http://www.abet.org/wp-content/uploads/2015/10/E001-16-17-EAC-Criteria-10-20-15.pdf> (dostęp z dnia 07.01.2017).

- an ability to recognize the ongoing need for additional knowledge and locate, evaluate, integrate, and apply this knowledge appropriately,
- an ability to function effectively on teams that establish goals, plan tasks, meet deadlines, and analyze risk and uncertainty.”

Propozycja potwierdza znaczenie rozumienia i umiejętności uwzględniania w działalności inżynierskiej pozatechnicznych uwarunkowań, a ponadto zwraca uwagę na umiejętności związane z pracą w zespołach zajmujących się złożonymi problemami, umiejętność komunikowania się także poza środowiskiem zawodowym oraz gotowość do stałego doskonalenia swoich kompetencji.

Warto przy tym zauważyć, że opisane zmiany dokonywane są w sytuacji, gdy programy kształcenia inżynierów w uczelniach amerykańskich zawierają wyraźnie większy niż to ma miejsce w polskich uczelniach komponent zajęć kształtujących kompetencje niezwiązane ściśle z kierunkiem studiów. Wspomniana wyżej Accreditation Board for Engineering and Technology przed ponad dwudziestu laty określiła wymagane proporcje poszczególnych elementów 4-letniego cyklu kształcenia inżynierów w sposób następujący<sup>3</sup>:

- rok matematyki i innych nauk podstawowych (z elementami doświadczałnymi),
- półtora roku „kształcenia inżynierskiego”, zgodnego z kierunkiem studiów, obejmującego teorię i projektowanie (*engineering sciences and engineering design*),
- komponent kształcenia ogólnego, uzupełniający treści związane z „kształceniem inżynierskim”.

Tak sformułowane wymagania pozostają w korelacji z powszechnym w Stanach Zjednoczonych modelem kształcenia uniwersyteckiego, w którym przyszli inżynierowie są rekrutowani na uczelnię, a nie na konkretny „kierunek” i przez pierwszy rok studiów mają dużą swobodę wyboru przedmiotów z całej oferty uniwersytetu.

Ciekawy przypadek ilustrujący podejście do kształcenia inżynierów w Stanach Zjednoczonych często przytacza przy różnych okazjach prof. Michał Kleiber. Po zajęciach z mechaniki, które prowadził na Uniwersytecie Kalifornijskim w Berkeley, jeden ze studentów poinformował go, że ma szczęście mieć już drugiego wykładowcę z Polski – pierwszym był Czesław Miłosz.

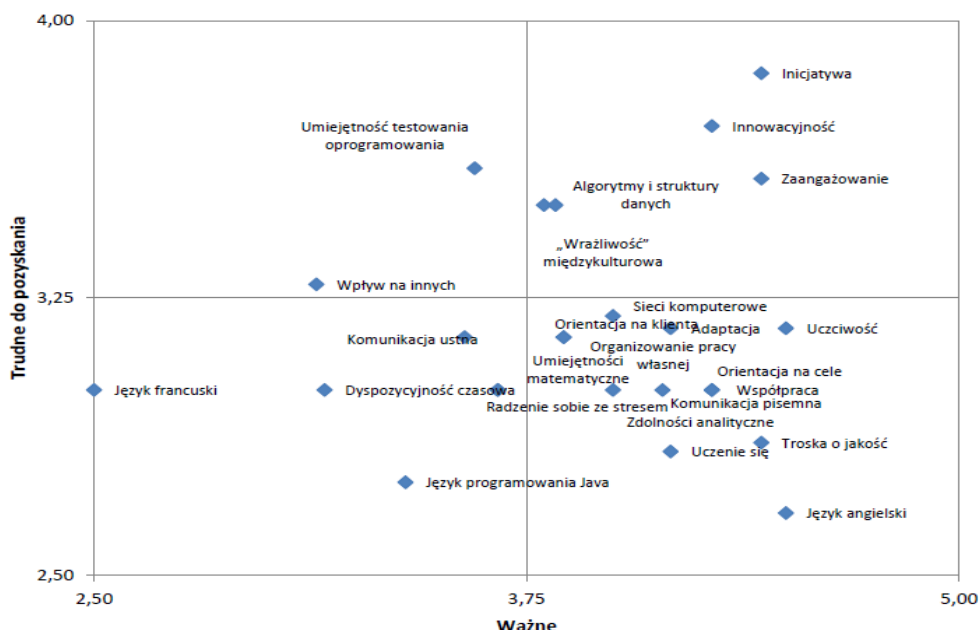
Można oczywiście mieć różne opinie na temat przyjętego w USA modelu kształcenia inżynierów, nie można wszakże zignorować faktu, że to uczelnie amerykańskie przyciągają corocznie tłumy studentów ze wszystkich zakątków świata.

Poszukując uzasadnienia dla konieczności zwrócenia większej uwagi w kształceniu inżynierów na kształtowanie kompetencji nietechnicznych, nie musimy czerpać wyłącznie ze źródeł zagranicznych. Interesujących danych dotyczących oczekiwanych kompetencji absolwentów, obrazujących opinie rodzimych pracodawców z branży ITO/IT (Information Technology Outsourcing/

---

<sup>3</sup> Tamże.

Information Technology), dostarczyły badania przeprowadzone przez Centrum Ewaluacji i Analiz Polityk Publicznych Uniwersytetu Jagiellońskiego w Małopolsce<sup>4</sup>. Jednym z ciekawszych wyników tych badań jest określenie relacji między „wagą” (istotnością) danej kompetencji a postrzeganą trudnością pozyskania przez pracodawcę pracownika posiadającego tę kompetencję. Relacja to została zilustrowana na rys. 1.



Rys. 1. Matryca kompetencji „ważność/dostępność” w branży ITO/IT [1]

Z punktu widzenia firm ITO/IT newralgiczną grupę kompetencji stanowią te, które uznane zostały jednocześnie za ważne i trudne do „zdobycia” – rzadko posiadane przez kandydatów do pracy. W grupie tej znalazły się: inicjatywa, innowacyjność, zaangażowanie, algorytmy i struktury danych oraz wrażliwość międzykulturowa<sup>5</sup>. Widać zatem, że deficyt odczuwany jest przede wszystkim w zakresie postaw, a nie kompetencji czysto technicznych.

Równie ciekawe wyniki przyniosło badanie pokazujące, jak profil pożądanych kompetencji zmienia się w okresie pięciu lat (badania przeprowadzono w roku 2013, chodziło więc o okres 2013-2018). Listę kompetencji w branży ITO/IT uporządkowanych według dynamiki wzrostu, rozumianej jako liczba nowo utworzonych stanowisk pracy, które wymagać będą przynajmniej umiar-

<sup>4</sup> Bilans kompetencji branż BPO i ITO w Krakowie, Centrum Ewaluacji i Analiz Polityk Publicznych, Uniwersytet Jagielloński, wrzesień 2012.

<sup>5</sup> Użyte nazwy są skrótowe; w prowadzonych badaniach ankietowych każdą z kompetencji zdefiniowano bardzo szczegółowo, określając w kilku punktach związany z nią opis zachowań.

kowanego poziomu danej kompetencji, otwierają: inicjatywa, innowacyjność, komunikacja pisemna, komunikacja ustna, orientacja na cele, zaś zamykają: znajomość metodologii agile, język programowania C/C++, ASP.NET, HTML, język niemiecki, JavaScript, Selenium, język rosyjski, Sharepoint, C#, SQL (ostatnia pozycja odpowiada najmniejszej dynamice wzrostu zapotrzebowania)<sup>6</sup>. Nie oznacza to, że pozycje z końca listy (w większości – kompetencje „twarde”) nie są ważne dla pracodawców; może natomiast oznaczać, że kompetencje te są zwykle posiadane przez kandydatów poszukujących pracy, a o przyjęciu decydować będą te bardziej unikatowe kompetencje „miękkie”, wymienione na początku listy. Tym niemniej, przedstawione wyniki dostarczają osobom podejmującym dziś kształcenie na poziomie wyższym informacji o tym, na co należy zwrócić uwagę, aby zwiększyć szansę zatrudnienia po studiach, zaś twórcom i realizatorom programów studiów – na co należy zwrócić uwagę w procesie kształcenia.

## Ramy, nasze Ramy

W kontekście rozważań dotyczących oczekiwanych kompetencji absolwentów studiów technicznych warto poświęcić nieco uwagi zmianom wynikającym z wprowadzenia do systemu szkolnictwa w Polsce Krajowych Ram Kwalifikacji. Efekty kształcenia dla obszaru kształcenia w zakresie nauk technicznych, stanowiące część Krajowych Ram Kwalifikacji dla szkolnictwa wyższego, wprowadzonych w wyniku dokonanej w 2011 roku nowelizacji ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym, są w znacznej mierze efektem pracy powołanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego zespołu ekspertów, działającego w latach 2008-2011. Jednym z celów zespołu było przesunięcie akcentów w kształceniu inżynierów zgodnie z globalnymi trendami. Projekt opisu efektów kształcenia, zmodyfikowany – niestety – w wyniku decyzji podjętych poza zespołem, został opracowany na podstawie „standardów” upowszechnionych w skali międzynarodowej. Jako takie „standardy” przyjęto rozwiązania stosowane w następujących organizacjach lub projektach (przedsięwzięciach środowiskowych o wymiarze międzynarodowym)<sup>7</sup>:

- ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology, USA),
- JABEE (Japan Accreditation Board for Engineering Education),
- SBS (Subject Benchmark Statements, UK) zdefiniowane dla „Engineering” oraz „Computing”,
- IEA (International Engineering Alliance),

---

<sup>6</sup> *Bilans kompetencji branż BPO i ITO w Krakowie*, Centrum Ewaluacji i Analiz Polityk Publicznych, Uniwersytet Jagielloński, wrzesień 2012.

<sup>7</sup> A. Kraśniewski, *Development of the National Qualifications Framework for Higher Education in Poland*, „Journal of the European Higher Education Area”, Raabe Academic Publishers, Berlin 2012, nr 1, s. 19-48.

- EUR-ACE (EUROpean ACcredited Engineer project),
- CDIO (Conceive-Design-Implement-Operate initiative).

Niezależnie od niedoskonałości ostatecznej postaci określonych dla studiów technicznych efektów kształcenia, zawierają one znacznie więcej niż poprzednio obowiązujące standardy kształcenia elementów, będących domeną nauk humanistyczno-społecznych.

W tabeli 1 zestawiono wybrane efekty dla obszaru kształcenia w zakresie nauk technicznych, mające związek z pozatechnicznymi aspektami działalności inżynierskiej, określone w wydanym w 2011 r. rozporządzeniu dotyczącym Krajowych Ram Kwalifikacji dla Szkolnictwa Wyższego<sup>8</sup>.

Odnoszą się one do profilu ogólnoakademickiego, w większości przypadków mają one jednak taką samą formę w przypadku profilu praktycznego. Różnice w sformułowaniach obowiązujących dla kwalifikacji (studiów) pierwszego i drugiego stopnia oznaczono w następujący sposób:

- {...} zawiera tekst występujący w opisie efektów kształcenia wyłącznie dla kwalifikacji (studiów) pierwszego stopnia,
- [...] zawiera tekst występujący w opisie efektów kształcenia wyłącznie dla kwalifikacji (studiów) drugiego stopnia.

Tabela 1. Wybrane efekty dla obszaru kształcenia w zakresie nauk technicznych

| wiedza |                                                                                                                                                                                                                            |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| W08    | ma {podstawową} wiedzę niezbędną do rozumienia społecznych, ekonomicznych, prawnych i innych pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżynierskiej [oraz ich uwzględniania w praktyce inżynierskiej]                     |
| W09    | ma podstawową wiedzę dotyczącą zarządzania, w tym zarządzania jakością, i prowadzenia działalności gospodarczej                                                                                                            |
| W10    | zna i rozumie podstawowe pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego [oraz konieczność zarządzania zasobami własności intelektualnej]; potrafi korzystać z zasobów informacji patentowej |
| W11    | zna ogólne zasady tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości, wykorzystującej wiedzę z zakresu dziedzin nauki i dyscyplin naukowych, właściwych dla studiowanego kierunku studiów                           |

<sup>8</sup> Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 2 listopada 2011 r. w sprawie Krajowych Ram Kwalifikacji dla Szkolnictwa Wyższego, Dz.U. 2011 nr 253 poz. 1520.

Tabela 1 (cd.)

| <b>umiejętności</b>          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| U02                          | potrafi porozumiewać się przy użyciu różnych technik w środowisku zawodowym oraz w innych środowiskach, [także w języku angielskim lub innym języku obcym uznawanym za język komunikacji międzynarodowej w zakresie studiowanego kierunku studiów]                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| U03                          | {potrafi przygotować w języku polskim i języku obcym, uznawanym za podstawowy dla dziedzin nauki i dyscyplin naukowych, właściwych dla studiowanego kierunku studiów, dobrze udokumentowane opracowanie problemów z zakresu studiowanego kierunku studiów}<br>[potrafi przygotować opracowanie naukowe w języku polskim i krótkie doniesienie naukowe w języku obcym, uznawanym za podstawowy dla dziedzin nauki i dyscyplin naukowych, właściwych dla studiowanego kierunku studiów, przedstawiające wyniki własnych badań naukowych] |
| U04                          | potrafi przygotować i przedstawić w języku polskim i języku obcym prezentację ustną, dotyczącą szczegółowych zagadnień z zakresu studiowanego kierunku studiów                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| U05                          | {ma umiejętność samokształcenia się}<br>[potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i zrealizować proces samokształcenia]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| U06                          | ma umiejętności językowe w zakresie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych, właściwych dla studiowanego kierunku studiów, zgodne z wymaganiami określonymi dla poziomu {B2} [B2+] Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>kompetencje społeczne</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| K01                          | rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie; potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| K02                          | ma świadomość ważności i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżynierskiej, w tym jej wpływu na środowisko, i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| K03                          | potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| K04                          | potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| K05                          | prawidłowo identyfikuje i rozstrzyga dylematy związane z wykonywaniem zawodu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |



|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| K06 | potrafi myśleć i działać w sposób [kreatywny i] przedsiębiorczy                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| K07 | ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, a zwłaszcza rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu, w szczególności poprzez środki masowego przekazu, informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki i innych aspektów działalności inżynierskiej; podejmuje starania, aby przekazać takie informacje i opinie w sposób powszechnie zrozumiały [z uzasadnieniem różnych punktów widzenia] |

Nieco inne spojrzenie na kompetencje absolwenta studiów technicznych można zauważyć w regulacjach związanych z wprowadzeniem Polskiej Ramy Kwalifikacji (PRK), której część stanowią Krajowe Ramy Kwalifikacji dla szkolnictwa wyższego. Ustawa o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji<sup>9</sup>, wprowadzająca PRK, definiuje na bardzo wysokim poziomie ogólności kompetencje odnoszące się do wszystkich obszarów kształcenia – w formie tzw. uniwersalnych charakterystyk poziomów w PRK, przy czym poziom 6 odpowiada kwalifikacjom (studiom) pierwszego stopnia, zaś poziom 7 odpowiada kwalifikacjom (studiom) drugiego stopnia. Wydane na podstawie delegacji zawartej w ww. ustawie rozporządzenie określa te efekty bardziej szczegółowo, w formie tzw. charakterystyk drugiego stopnia PRK<sup>10</sup>. Istotną cechą tych nowych regulacji, odróżniającą je od obowiązujących poprzednio, jest – oprócz ich wyraźnego uproszczenia – to, że większość efektów jest wspólna dla wszystkich obszarów kształcenia, a jedynie nieliczne zbiory efektów zostały przypisane do poszczególnych obszarów.

Ta istotna zmiana podejścia do sposobu uregulowania kwestii pożądaných efektów kształcenia, prawie niezauważona przez środowisko akademickie – „uspokojone” zapewnieniem, że wprowadzenie nowych przepisów nie wiąże się z koniecznością modyfikacji efektów kształcenia, jeśli zostały one właściwie zdefiniowane w oparciu o poprzednio obowiązujące przepisy – ma istotne konsekwencje. W naturalny sposób zbliża ona wymagane przez przepisy aktów prawnych kompetencje absolwenta studiów technicznych do kompetencji absolwentów studiów prowadzonych w innych obszarach kształcenia, w szczególności studiów w obszarach mających swą podstawę w naukach humanistycznych i społecznych.

<sup>9</sup> Ustawa z dnia 22 grudnia 2015 r. o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji, Dz.U. 2016 poz. 64.

<sup>10</sup> Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 26 września 2016 r. w sprawie charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji typowych dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego po uzyskaniu kwalifikacji pełnej na poziomie 4 – poziomy 6-8, Dz.U. 2016 poz. 1594.

W tabeli 2 zestawiono efekty kształcenia wybrane z zestawu określonych w ustawie o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji efektów, stanowiących uniwersalne charakterystyki poziomów w PRK. W tabeli 3 zestawiono efekty kształcenia wybrane z zestawu określonych w rozporządzeniu efektów, stanowiących charakterystyki drugiego stopnia PRK – część I (charakterystyki wspólne dla wszystkich obszarów kształcenia i obu profili kształcenia). W tabeli 4 zestawiono natomiast efekty kształcenia wybrane z zestawu, stanowiącego część II charakterystyk drugiego stopnia PRK (charakterystyki specyficzne dla poszczególnych obszarów kształcenia). Różnice w sformułowaniach obowiązujących dla studiów pierwszego i drugiego stopnia oznaczono w sposób przyjęty w tabeli 1.

Tabela 2. Wybrane efekty kształcenia w uniwersalnych charakterystykach poziomów 6 i 7 w PRK

|                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>wiedza</b>                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| P6U_W<br>P7U_W               | zna i rozumie różnorodne, złożone uwarunkowania [i aksjologiczny kontekst] prowadzonej działalności                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>umiejętności</b>          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| P6U_U<br>P7U_U               | {potrafi komunikować się z otoczeniem, uzasadniać swoje stanowisko}<br>[potrafi komunikować się ze zróżnicowanymi kręgami odbiorców, odpowiednio uzasadniać stanowiska]                                                                                                                                                                     |
| <b>kompetencje społeczne</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| P6U_K<br>P7U_K               | {jest gotów do kultywowania i upowszechniania wzorów właściwego postępowania w środowisku pracy i poza nim}<br>[jest gotów do tworzenia i rozwijania wzorów właściwego postępowania w środowisku pracy i życia]                                                                                                                             |
| P6U_K<br>P7U_K               | {jest gotów do samodzielnego podejmowania decyzji, krytycznej oceny działań własnych, działań zespołów, którymi kieruje, i organizacji, w których uczestniczy, przyjmowania odpowiedzialności za skutki tych działań}<br>[jest gotów do podejmowania inicjatyw, krytycznej oceny siebie oraz zespołów i organizacji, w których uczestniczy] |
| P7U_K                        | jest gotów do przewodzenia grupie i ponoszenia odpowiedzialności za nią                                                                                                                                                                                                                                                                     |

Tabela 3. Wybrane efekty kształcenia w charakterystykach drugiego stopnia PRK – poziomy 6 i 7 – charakterystyki wspólne dla wszystkich obszarów kształcenia i obu profili kształcenia

|                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>wiedza</b>                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| P6S_WK<br>P7S_WK             | zna i rozumie fundamentalne dylematy współczesnej cywilizacji                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| P6S_WK<br>P7S_WK             | zna i rozumie {podstawowe} ekonomiczne, prawne i inne uwarunkowania różnych rodzajów działań związanych z nadaną kwalifikacją, w tym {podstawowe pojęcia i} zasady {z zakresu} ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>umiejętności</b>          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| P6S_UK<br>P7S_UK             | {potrafi komunikować się z użyciem specjalistycznej terminologii}<br>[potrafi komunikować się na tematy specjalistyczne ze zróżnicowanymi kręgami odbiorców]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| P6S_UK<br>P7S_UK             | {potrafi brać udział w debacie – przedstawiać i oceniać różne opinie i stanowiska oraz dyskutować o nich}<br>[potrafi prowadzić debatę]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| P6S_UU<br>P7S_UU             | potrafi samodzielnie planować i realizować własne uczenie się przez całe życie [i ukierunkowywać innych w tym zakresie]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>kompetencje społeczne</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| P6S_KK<br>P7S_KK             | {jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy}<br>[jest gotów do krytycznej oceny odbieranych treści]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| P6S_KK<br>P7S_KK             | jest gotów do uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| P6S_KO<br>P7S_KO             | jest gotów do wypełniania zobowiązań społecznych, {współorganizowania} [inspirowania i organizowania] działalności na rzecz środowiska społecznego                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| P6S_KO<br>P7S_KO             | jest gotów do inicjowania działania na rzecz interesu publicznego                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| P6S_KO<br>P7S_KO             | jest gotów do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| P6S_KR<br>P7S_KR             | {jest gotów do odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych, w tym:<br>– przestrzegania zasad etyki zawodowej i wymagania tego od innych,<br>– dbałości o dorobek i tradycje zawodu}<br>– [jest gotów do odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych z uwzględnieniem zmieniających się potrzeb społecznych, w tym:<br>– rozwijania dorobku zawodu,<br>– podtrzymywania etosu zawodu,<br>– przestrzegania i rozwijania zasad etyki zawodowej oraz działania na rzecz przestrzegania tych zasad] |

Tabela 4. Wybrane efekty kształcenia w charakterystykach drugiego stopnia PRK – poziomy 6 i 7 – charakterystyki dla obszaru kształcenia w zakresie nauk technicznych

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>wiedza</b>       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| P6S_WK<br>P7S_WK    | zna i rozumie ogólne zasady tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>umiejętności</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| P6S_UW<br>P7S_UW    | <p>{potrafi przy identyfikacji i formułowaniu specyfikacji zadań inżynierskich oraz ich rozwiązywaniu:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– dostrzegać ich aspekty systemowe i pozatechniczne,</li> <li>– dokonać wstępnej oceny ekonomicznej proponowanych rozwiązań i podejmowanych działań inżynierskich}</li> </ul> <p>[potrafi przy formułowaniu i rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich, w tym zadań nietypowych, a także prostych problemów badawczych:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– zastosować podejście systemowe, uwzględniające także aspekty pozatechniczne,</li> <li>– dokonać wstępnej oceny ekonomicznej proponowanych rozwiązań i podejmowanych działań inżynierskich] </li></ul> |

### Aspekt szczególny – kompetencje w zakresie komunikowania się

Jedną z istotnych kompetencji współczesnego inżyniera jest umiejętność komunikowania się, w tym tworzenia różnego typu dokumentów. Wyniki badań przeprowadzonych wśród inżynierów zatrudnionych w firmach amerykańskich wskazują, że inżynierowie spędzają znaczną część czasu pracy na tworzeniu dokumentów tekstowych, a czas ten rośnie wraz ze wzrostem pozycji w hierarchii zawodowej. Różne źródła podają różne wartości: jedne oszacowania mówią o 20%-40% czasu pracy, inne oceniają, że w przypadku inżynierów zajmujących stanowiska menedżerów średniego szczebla czas ten przekracza 50%, a w przypadku menedżerów wysokiego szczebla jest jeszcze większy<sup>11</sup>.

Znamienna jest opinia dr. Matthiasa Reumanna, obecnie zatrudnionego w IBM Research w Zurychu, który podczas pracy w IBM Thomas J. Watson Research Center w Yorktown Heights, USA, stwierdził: „Writing skills are the single best way to evaluate the capabilities of an engineer. Assessing the quality of an engineer’s writing skills is even more important than giving job candidates standard tests or one-on-one interviews”.

<sup>11</sup> J.A. Leydens, *Novice and insider perspectives on academic and workplace writing: Toward a continuum of rhetorical awareness*, “IEEE Transactions on Professional Communication”, 2008, tom 51, nr 3, s. 242-263.

Miarą znaczenia kwestii komunikowania się inżynierów jest ilość i dostępność informacji na ten temat. Zajmują się tym renomowane czasopisma, m.in. „IEEE Transactions on Professional Communication”, „Journal of Business and Technical Communication”, „Journal of Technical Writing and Communication”, „Technical Communication”, czy „Technical Communication Quaterly”. Organizowane są cykliczne konferencje i inne spotkania osób zajmujących się tą problematyką. W ramach konferencji dotyczących kształcenia inżynierów organizowane są specjalne sesje tematyczne poświęcone komunikowaniu się. Wreszcie, w ramach największego stowarzyszenia inżynierów na świecie – Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), zrzeszającego ponad 420 000 członków w ponad 160 krajach, działa IEEE Professional Communication Society – jedno z 39 „towarzystw”, w których skupia się działalność IEEE.

Znaczenie umiejętności komunikowania się znajduje odzwierciedlenie w organizacji firm działających w branży technicznej. Zatrudniają one specjalistów, których zadaniem jest dbałość o to, aby różne stosowane przez firmę formy przekazu zawierały właściwe informacje podane we właściwej formie. Stanowiska tych specjalistów kryją się niekiedy pod dość tajemniczo brzmiącymi nazwami. Nikt nie będzie miał wątpliwości, co robi *technical writer*, czy *technical communicator*, ale zapewne nie jest oczywiste, że podobne czynności wykonuje *information developer* czy *information architect*. Wynagrodzenia zatrudnionych przez duże firmy z branży IT specjalistów od technik komunikowania się niewiele odbiegają od tych, jakie otrzymują projektanci sprzętu czy oprogramowania.

Szczególnie duże znaczenie do właściwego przygotowania pracowników reprezentujących firmę w kontaktach zewnętrznych przywiązuje IBM. Dotyczy to między innymi osób występujących na konferencjach naukowych czy biznesowych. Przechodzą one intensywne przygotowania – kilkakrotnie przedstawiają kolejne, coraz doskonalsze wersje swoich prezentacji w gronie specjalistów z zakresu technik komunikowania się, którzy udzielają im zaleceń, mających na celu udoskonalenie formy przekazu. Takie podejście wynika z przekonania, że firma o renomie IBM nie może sobie pozwolić na to, aby jej reprezentant wykazał się na forum publicznym brakiem profesjonalizmu w jakiegokolwiek sferze – także w zakresie umiejętności przekazu ustnego, wzbogaconego – jeśli jest to właściwe – odpowiednimi materiałami multimedialnymi.

Ktoś kiedyś nieco żartobliwie powiedział, że dobry inżynier, któremu brakuje umiejętności w zakresie komunikowania się, to trochę tak jak dobre oprogramowanie z kiepskim interfejsem użytkownika – wszyscy niby doceniają walory „wewnętrzne”, ale niewielu korzysta z takiego produktu i stąd niewiele z niego pożytku.

Znaczenie umiejętności komunikowania się znajduje też odzwierciedlenie w kształceniu inżynierów. Wspomniana wcześniej Accreditation Board for Engineering and Technology, wśród jedenastu pożądanych kompetencji absolwenta studiów pierwszego stopnia (*undergraduate programs*) wymienia „an ability to

communicate effectively”<sup>12</sup>. Wśród wymagań dotyczących studiów drugiego stopnia (*graduate programs*) wymienia zaś przygotowanie opracowania pokazującego zarówno panowanie nad zagadnieniami merytorycznymi, jak i wysoki poziom umiejętności w zakresie komunikowania się („an engineering project or research activity resulting in a report that demonstrates both mastery of the subject matter and a high level of communication skills”).

Wymagania te są oczywiście uwzględniane przy projektowaniu programów studiów technicznych. Przykładowo, w University of Southern California, Los Angeles, studenci studiów pierwszego stopnia na kierunkach technicznych (w USC Viterbi School of Engineering) na 3. lub 4. roku studiów muszą zaliczyć przedmiot *Advanced Communication for Engineers* (WRIT 340). Studentom studiów drugiego stopnia oferowany jest przedmiot *Technical Writing and Communication for Graduate Students in Engineering and Science* (ENGR 501×). Szczególnie duży nacisk położony jest na kształtowanie umiejętności w zakresie komunikowania się wśród doktorantów. Mają oni w ofercie następujące przedmioty:

- *Writing Skills for Engineering Ph.D. Students* (ENGR 502×),
- *Oral Communication Skills for Engineering Ph.D. Students* (ENGR 503×),
- *Fellowship Proposal Writing for Engineering Ph.D. Students* (ENGR 504×).

Przedmioty te są prowadzone w ramach *Engineering Writing Program* (<http://ewp.usc.edu>). W ramach tego programu każdy student może też skorzystać z indywidualnych konsultacji w zakresie przygotowania dokumentów tekstowych związanych z realizacją programu studiów.

W Massachusetts Institute of Technology, począwszy od 2001 roku, wszyscy studenci studiów I stopnia muszą spełnić wymagania związane z nabyciem odpowiednich kompetencji w zakresie komunikowania się (*Communication Requirement*) (<http://web.mit.edu/commreq>). Obejmują one zaliczenie co najmniej czterech przedmiotów, w których głównym zadaniem studenta jest przygotowanie różnych tekstów i prezentacji. Dwa z tych przedmiotów są elementami typowego programu studiów humanistyczno-społecznych (*Humanities, Arts and Social Sciences curriculum*), dwa pozostałe są oferowane przez jednostkę prowadzącą program na wybranym przez studenta kierunku technicznym.

Podobnie skonstruowane są wymagania na studiach pierwszego stopnia w Stanford University; są one określone przez *Writing and Rhetoric Requirement Courses* (<https://stanford.app.box.com/s/ul7irmsilsc92f7rsopp>). W trakcie dwóch pierwszych lat studiów należy zaliczyć dwa przedmioty wymagające przygotowania tekstów i prezentacji na tematy niekoniecznie związane z kierunkiem studiów. Trzeci wymagany przedmiot, zaliczany na 3. lub 4. roku studiów, jest już ściśle związany z kierunkiem studiów.

---

<sup>12</sup> Proponowana jest zmiana tego sformułowania na „an ability to communicate effectively with a range of audiences”.

Prowadzony w Stanford University specjalny program – *Technical Communication Program* (<https://engineering.stanford.edu/students/support-and-resources/technical-communication-program>), oferuje studentom dodatkowo następujące przedmioty uzupełniające:

- *Teaching Public Speaking* (ENGR 100),
- *Writing for Engineers* (ENGR 102W),
- *Public Speaking* (ENGR 103/203),
- *Writing: Special Projects* (ENGR 202S),
- *Technical Writing (for graduate students)* (ENGR 202W).

Oprócz oferty zajęć zorganizowanych, *Technical Communication Program* stwarza studentom możliwość skorzystania z indywidualnych konsultacji w zakresie przygotowania tekstów związanych z realizacją programu studiów.

Oprócz przedmiotów stanowiących część programu studiów lub oferowanych dodatkowo, niektóre uczelnie stwarzają studentom kierunków technicznych możliwość uzyskania bardziej zaawansowanych kompetencji w zakresie komunikowania się, potwierdzonych odpowiednim dokumentem – certyfikatem (używając terminologii przyjętej do opisu Polskiej Ramy Kwalifikacji, mówilibyśmy o uzyskaniu kwalifikacji cząstkowej).

Przykładowo, UC Berkeley umożliwia uzyskanie różnego rodzaju certyfikatów, potwierdzających tego typu kompetencje (<http://extension.berkeley.edu/areas-of-study/writing-editing-and-technical-communication.jsp>), w tym certyfikatu związanego z realizacją Professional Sequence in Technical Communication – programu, który obejmuje następujące moduły obowiązkowe:

- *Technical Communication I* (JOURN X465) lub *Technical Writing* (ENGLISH X412),
- *Technical Communication II* (JOURN X466),
- *Technical Editing* (JOURN X437),

oraz 1-2 modułów wybranych spośród:

- *Principles of Information Architecture* (INFO X461),
- *Software Technical Writing* (ENGLISH X458),
- *Visual Design for Technical Communication* (JOURN X467),

tak, aby łącznie zgromadzić odpowiednią liczbę jednostek zaliczeniowych.

Jeszcze większe możliwości stwarza w tym zakresie Indiana University – Purdue University Indianapolis, a ściślej Purdue School of Engineering and Technology. Oprócz możliwości uzyskania certyfikatu, oferuje ona 4-letni program studiów w zakresie Technical Communication, prowadzący do uzyskania dyplomu Bachelor of Science (<http://www.engr.iupui.edu/departments/tlc/undergrad/bstcm/index.php>).

Opisane doświadczenia międzynarodowe, a ściślej amerykańskie, warto odnieść do sytuacji w naszym kraju. W tym kontekście należy stwierdzić, że Krajowe Ramy Kwalifikacji dla szkolnictwa wyższego, czy w swej pierwotnej wersji z roku 2011, czy w nowej wersji z roku 2016, uwzględniają potrzebę nabycia przez inżyniera kompetencji w zakresie komunikowania się. Świadczą o tym następujące wymagania odnośnie do efektów kształcenia:

- KRK z roku 2011: U02, U03, U04, U06, K07 w tabeli 1
- KRK z roku 2016: P6U\_U, P7U\_U w tabeli 2, P6S\_UK, P7S\_UK, P6S\_UK, P7S\_UK w tabeli 3.

Jest kwestią zasadniczą, w jaki sposób student nabywa te pożądane kompetencje. Warto w tym kontekście wyraźnie stwierdzić, że mogą być one osiągnięte w różny sposób. Możliwym, choć nie jedynym sposobem ich osiągnięcia jest włączenie do programu studiów specjalnego modułu zajęć (przedmiotu), poświęconego przede wszystkim kształtowaniu kompetencji komunikacyjnych. Teoretycznie, te same efekty można osiągnąć, gdy proces nabywania tych kompetencji jest realizowany w ramach innych przedmiotów znajdujących się w programie studiów. Wymaga to jednak zwracania przez prowadzących na te przedmioty uwagi i uwzględniania w wystawianych studentom ocenach zarówno zawartości merytorycznej, jak i jakości prezentacji przedkładanych przez studentów prac oraz przekazywania studentom informacji zwrotnej o błędach popełnionych w obu tych aspektach. Wydaje się jednak, że praktyka taka, stanowiąca normę w renomowanych uczelniach amerykańskich, jest w Polsce niezbyt często stosowana. Dla zilustrowania możliwości kształtowania kompetencji komunikacyjnych przyszłych inżynierów przedstawiono przykład zajęć służących temu celowi, prowadzonych przez autora artykułu wraz z gronem współpracowników na Wydziale Elektroniki i Technik Informacyjnych Politechniki Warszawskiej. W ofercie programowej Wydziału znajdują się dwa przedmioty obieralne:

- *Techniki prezentacji* (TP) – przedmiot przeznaczony dla studentów studiów pierwszego stopnia,
- *Techniki komunikowania się w nauce i dydaktyce* (TKOMD) – przedmiot przeznaczony dla uczestników studiów doktoranckich.

Omówimy nieco szerzej pierwszy z nich – *Techniki prezentacji*, wprowadzony do oferty w roku 2005. W okresie ponad 10 lat program zajęć ulegał zmianom, wynikającym m.in. z obserwacji problemów, jakie mają studenci z tworzeniem tekstów technicznych. Dokładny opis ostatniej realizacji przedmiotu można znaleźć na stronie [http://cygnus.tele.pw.edu.pl/~andrzej/TP/tp\\_i.htm](http://cygnus.tele.pw.edu.pl/~andrzej/TP/tp_i.htm)

Na wykładzie, realizowanym w wymiarze 15 godzin, omawiane są podstawowe zasady tworzenia tekstów technicznych oraz przygotowywania i prowadzenia prezentacji (w tym także prezentacji w formie webinarium), ale także inne zagadnienia, takie jak prawne i etyczne aspekty tworzenia tekstów i prezentacji technicznych. W dalszych rozważaniach skoncentrujemy uwagę na realizowanych przez studentów projektach, stanowiących najważniejszy komponent zajęć. W ramach przedmiotu każdy student realizuje indywidualnie trzy projekty (6 zadań), których skrócony opis przedstawiono niżej.



**projekt #1**

zadanie 1: Przygotowanie referatu o tematyce związanej z tematem pracowni problemowej, pracowni dyplomowej, projektu zrealizowanego itp., przeznaczonego do publikacji w materiałach konferencji ze streszczeniem w języku angielskim (opcjonalnie – cały referat w języku angielskim)

zadanie 2: Wykonanie pisemnej recenzji referatu napisanego przez innego studenta

zadanie 3: Przygotowanie poprawionej wersji referatu, z uwzględnieniem uwag zawartych w recenzji dokonanej przez prowadzącego zajęcia

**projekt #2**

zadanie 1: Przygotowanie i przedstawienie prezentacji o tematyce wynikającej z treści dokumentu przygotowanego w ramach projektu #1 z wykorzystaniem materiałów przygotowanych w programie PowerPoint, OpenOffice Impress itp.

zadanie 2: Wykonanie pisemnej recenzji prezentacji przedstawionych przez innych studentów; udział w dyskusji nt. prezentacji przedstawionych przez innych studentów

**projekt #3:**

opcja A: Przygotowanie krótkiego tekstu promującego osiągnięcia autora opisanego w ramach projektu #1 do publikacji na stronie internetowej przeznaczonej dla odbiorców niemających wykształcenia technicznego

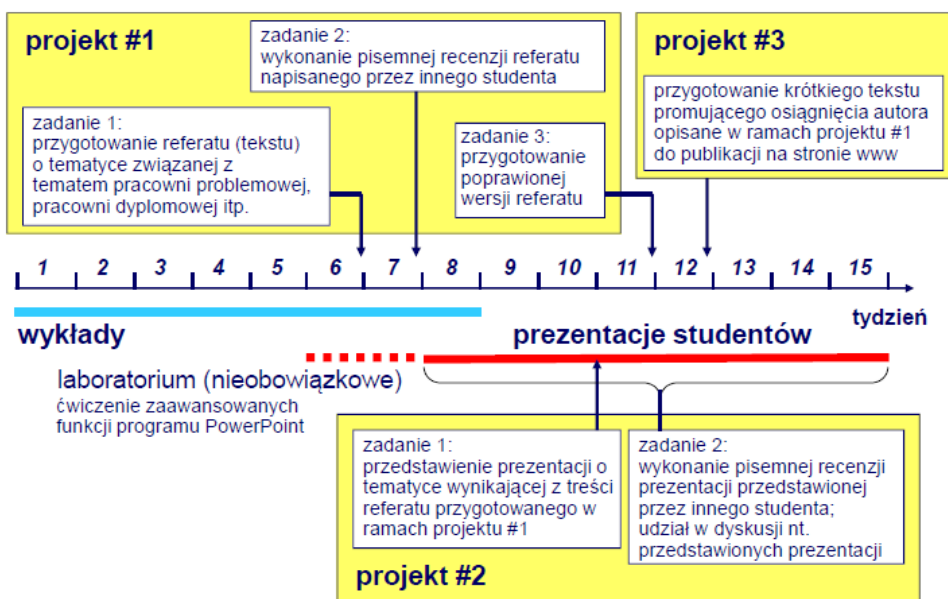
opcja B: Nagranie krótkiego wystąpienia promującego osiągnięcia autora opisanego w ramach projektu #1 w formie przyjętej w konkursie FameLab.

Zadania projektowe zawierają kilka unikatowych elementów:

- Referat na konferencję o objętości 4 stron w 2-kolumnowym formacie IEEE, przygotowany w ramach projektu #1 zadanie 1, musi niemal w całości (poza wprowadzeniem) stanowić opis działań związanych z zadaniem o charakterze inżynierskim (projektowym) zrealizowanym osobiście przez studenta – nie może być kompilacją wiedzy literaturowej. Wymaganie to uniemożliwia zastosowanie techniki „kopiuj i wklej” i zmusza studenta do napisania tekstu „własnymi słowami”.
- W ramach projektu #1 zadanie 1, oprócz przygotowania referatu, student musi dokonać jego samooceny, wykorzystując w tym celu specjalnie przygotowany formularz. To zadanie oraz zadanie 2 (recenzowanie referatu napisanego przez innego studenta, z wykorzystaniem tego samego formularza) służą kształtowaniu umiejętności krytycznej oceny własnych dokonań i dzieła innych osób. Podobną funkcję pełni w przypadku prezentacji projekt #2 zadanie 2 (recenzowanie prezentacji przedstawionych przez innych studentów).
- Student przygotowuje poprawioną wersję referatu, uwzględniając uwagi przekazane przez prowadzącego przedmiot (recenzja dokonana przez innego studenta nie jest udostępniana autorowi referatu). Prowadzący przedmiot

recenzują teksty bardzo starannie – w większości przypadków liczba uwag (od bardzo ogólnych, po bardzo szczegółowe, dotyczące np. interpunkcji) przekracza 100. Takie „troskliwe” podejście do recenzowania (przygotowanie jednej recenzji zajmuje ok. 3 godzin) wymusza ograniczenie liczby studentów; limit zapisów na przedmiot wynosi 30.

- W projekcie #3 opcja A chodzi o zademonstrowanie umiejętności wypowiadania się (na piśmie, w formie właściwej dla informacji zamieszczanych w internecie) o sprawach skomplikowanych językiem powszechnie zrozumiałym. Recenzentami tekstów przygotowanych przez studentów są – obok prowadzących zajęcia – uczniowie szkół ponadpodstawowych, niemający szczególnego zamiłowania do techniki. Alternatywnie (wprowadzona ostatnio opcja B), student może przygotować 3-minutowy film (nagrany np. przy użyciu smartfona), spełniający wymagania określone w międzynarodowym konkursie FameLab (informacje o polskiej edycji konkursu – <http://www.famelab.org.pl>). W tym przypadku także chodzi o zademonstrowanie umiejętności mówienia o sprawach skomplikowanych językiem zrozumiałym dla niespecjalistów.



Rys. 2. Uproszczony harmonogram realizacji przedmiotu Techniki Prezentacji

- Realizacja kolejnych zadań projektowych w wyznaczonych terminach wymaga od studenta dobrej organizacji pracy i pilnowania kolejnych terminów określonych w opisie przedmiotu (uproszczony harmonogram realizacji przedmiotu przedstawiono na rys. 2) – w przypadku ich niedotrzymania (co skutkuje istotnymi komplikacjami organizacyjnymi, np. referat oddany po terminie trafia do recenzenta z opóźnieniem) obniżana

jest ocena. Takie podejście przyczynia się do kształtowania umiejętności zaplanowania i zrealizowania napiętego harmonogramu wieloetapowych prac projektowych.

Drugi z wymienionych wcześniej przedmiotów – *Techniki komunikowania się w nauce i dydaktyce* – przeznaczony dla uczestników studiów doktoranckich, został wprowadzony do oferty Wydziału w roku 2014 (poprzednio przez kilka lat była uruchamiana bardzo uproszczona wersja tych zajęć, przeznaczona dla wszystkich doktorantów PW). Dokładny opis ostatniej realizacji przedmiotu można znaleźć na stronie [http://cygnus.tele.pw.edu.pl/~andrzej/TKOMD/tkomd\\_i.htm](http://cygnus.tele.pw.edu.pl/~andrzej/TKOMD/tkomd_i.htm) Co do koncepcji, ma on wiele wspólnego z przedmiotem *Techniki Prezentacji*. Zasadnicza różnica jest taka, że temat artykułu jest związany z pracami badawczymi realizowanymi przez doktoranta (warto przy tym wspomnieć, że – w odróżnieniu od studentów – zdecydowana większość doktorantów wybiera opcję pisanie tekstu w języku angielskim). Ponadto, doktoranci mają jedno dodatkowe zadanie projektowe (projekt #4): muszą przygotować krótkie uzasadnienie możliwości wykorzystania wyników prac opisanych w ramach projektu #1 w praktyce, docelowo także w celach komercyjnych.

Doświadczenia związane z realizacją opisanych przedmiotów wskazują jasno na potrzebę prowadzenia tego typu zajęć. Studenci, ale także – choć w mniejszym stopniu – doktoranci, mają fundamentalne problemy z właściwą konstrukcją wątku logicznego w tworzonej treści. Poszczególne zdania oraz akapity, słabo powiązane ze sobą logicznie, występują w tekście w „przypadkowej” kolejności. Wydaje się, że jest to efekt rozpowszechnienia „kultury” tworzenia tekstów na zasadzie „kopiuj i wklej”. Studenci znacznie lepiej radzą sobie natomiast z prezentacjami, choć większość z nich ma w tym zakresie niewielkie doświadczenia – tylko niektórzy studenci realizujący *Techniki Prezentacji* uczęszczali bądź uczęszczają na *Seminarium Dyplomowe*.

O celowości oferowania zajęć poświęconych kształtowaniu kompetencji w zakresie komunikowania się świadczą opinie kierowników prac dyplomowych, wskazujące, że studenci, którzy zaliczyli *Techniki Prezentacji*, piszą znacznie lepsze prace niż ci, którzy nie wybrali tego przedmiotu.

Jedną z interesujących refleksji osób prowadzących przedmiot *Techniki Prezentacji* dotyczy umiejętności posługiwania się różnymi językami – językami naturalnymi i językami formalnymi. Studenci Wydziału bardzo biegle programują – większość z nich pracuje, dobrze sobie radząc z wykonaniem mniej lub bardziej zaawansowanych zadań programistycznych, wymagających stosowania ścisłych reguł posługiwania się formalnymi regułami tworzenia wyrażeń i bardziej złożonych konstrukcji właściwych dla konkretnego języka programowania. Jest nieco zaskakujące, że ci sami studenci mają elementarne problemy ze stosowaniem podobnych reguł istniejących w języku polskim. Być może jest to zagadnienie, które powinno stać się tematem ciekawych badań.

## Zakończenie

Stopień skomplikowania problemów technicznych i ich rozliczne uwarunkowania zewnętrzne sprawiają, że ich rozwiązanie wymaga coraz częściej współdziałania ekspertów reprezentujących rozmaite, niekiedy odległe obszary wiedzy. Nie jest przypadkiem, że największe sukcesy w branży wysokich technologii odniosły te firmy, które dostatecznie wcześniej doceniły znaczenie poza-technicznych aspektów projektowania urządzeń i systemów technicznych i właściwie ukształtowały politykę kadrową, zatrudniając w odpowiedniej liczbie inżynierów o wszechstronnych kompetencjach, a także absolwentów innych, nietechnicznych kierunków studiów.

W 2010 r. Steve Jobs powiedział: „It’s in Apple’s DNA that technology alone is not enough. It’s technology married with liberal arts, married with the humanities, that yields the results that make our hearts sing”<sup>13</sup>. Warto też przytoczyć wypowiedź Marissy Mayer, pełniącej funkcję wiceprezydenta Google, która na konferencji w Stanford University w 2011 r. stwierdziła, że w ciągu roku Google zatrudni ok. 6000 osób, z tego 4000-5000 z wykształceniem humanistycznym lub w obszarze sztuk wyzwolonych<sup>14</sup>.

Niezrozumienie przez inżynierów znaczenia nietechnicznych aspektów projektowania złożonych systemów może dziś stanowić istotną barierę ograniczającą możliwości realizacji takich systemów, a zwłaszcza utrudniającą niezbędną współpracę z reprezentantami odległych dyscyplin. Model kształcenia współczesnych adeptów sztuki inżynierskiej powinien w odpowiedni sposób uwzględnić te uwarunkowania.

## Bibliografia

- [1] *Bilans kompetencji branż BPO i ITO w Krakowie*, Centrum Ewaluacji i Analiz Polityk Publicznych, Uniwersytet Jagielloński, wrzesień 2012.
- [2] *Criteria for Accrediting Engineering Programs*, Effective for Reviews During the 2016-2017 Accreditation Cycle, ABET Engineering Accreditation Commission, 2015; <http://www.abet.org/wp-content/uploads/2015/10/E001-16-17-EAC-Criteria-10-20-15.pdf> (dostęp z dnia 07.01.2017).
- [3] A. Kraśniewski, *Development of the National Qualifications Framework for Higher Education in Poland*, „Journal of the European Higher Education Area”, 2012, nr 1, Raabe Academic Publishers, Berlin.

---

<sup>13</sup> E. Segran, *Why Top Tech CEOs Want Employees With Liberal Arts Degrees*, „Fast Company & Inc. Newsletter”, 28 August 2014. <https://www.fastcompany.com/3034947/the-future-of-work/why-top-tech-ceos-want-employees-with-liberal-arts-degrees> (dostęp z dnia 07.01.2017).

<sup>14</sup> M. Reisz, *Google leads search for humanities PhD graduates*, „Times Higher Education”, 19 May 2011. <https://www.timeshighereducation.com/news/google-leads-search-for-humanities-phd-graduates/416190.article> (dostęp z dnia 07.01.2017).

- [4] J.A. Leydens, *Novice and insider perspectives on academic and workplace writing: Toward a continuum of rhetorical awareness*, "IEEE Transactions on Professional Communication", 2008, tom 51, nr 3.
- [5] M. Reisz, *Google leads search for humanities PhD graduates*, "Times Higher Education", 19 May 2011; <https://www.timeshighereducation.com/news/google-leads-search-for-humanities-phd-graduates/416190.article> (dostęp z dnia 07.01.2017).
- [6] Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 2 listopada 2011 r. w sprawie Krajowych Ram Kwalifikacji dla Szkolnictwa Wyższego, Dz.U. 2011 nr 253, poz. 1520.
- [7] Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 26 września 2016 r. w sprawie charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji typowych dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego po uzyskaniu kwalifikacji pełnej na poziomie 4 – poziomy 6-8, Dz.U. 2016 poz. 1594.
- [8] E. Segrán, *Why Top Tech CEOs Want Employees With Liberal Arts Degrees*, „Fast Company & Inc. Newsletter”, 28 August 2014; <https://www.fastcompany.com/3034947/the-future-of-work/why-top-tech-ceos-want-employees-with-liberal-arts-degrees> (dostęp z dnia 7.01.2017).
- [9] Ustawa z dnia 22 grudnia 2015 r. o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji, Dz.U. 2016 poz. 64.

## Engineer's Competencies: Where Are We Going?

Today's innovative economy requires engineers who, aside from having specialized knowledge and skills, know and understand non-technical aspects of engineering practice and possess adequate transferable skills. This is reflected in the requirements presented in the form of learning outcomes by several national and international engineering accreditation bodies, such as the Accreditation Board for Engineering and Technology, established in the United States, but operating also in many other countries around the world. These global trends are also reflected in our National Qualifications Framework for Higher Education. One of the key abilities of a contemporary and future engineer is to communicate effectively with a range of audiences. In this paper, experiences with teaching a special project-intensive course aimed at the development of this ability offered at the Faculty of Electronics and Information Technology, Warsaw University of Technology, are presented.