
Technical innovations created by the Scientific Clubs - perspectives for their development

Agnieszka Galarowicz ^{1,*}

¹ AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, Polska, galarowicz@agh.edu.pl

* Agnieszka Galarowicz, galarowicz@agh.edu.pl

Abstract: Innovation is often the subject of research, as seen in the number of scientific publications or specialist conferences. However, innovative projects developed by students are less frequently researched. Studies on technical innovations developed and implemented by young people active in Scientific Clubs are only available in the form of a technical description of the solution as a thesis or an article in a specialist journal. This chapter aimed to investigate the perception of innovations by students from the Scientific Clubs, to identify the technical innovations developed by them, and to identify possible support offered by businesses. A focus study was conducted, which was preceded by a literature review of the topic.

The research objectives were met and the results showed that students were able to define innovation correctly. In their projects, they introduce new technological solutions. Creation of innovations is supported by factors such as competition requirements, the need for improvement, and global trends. Despite the potential application of the projects in the industry, their implementation can be difficult due to financial requirements and experience.

The interviews conducted are pilot studies and provide a starting point for indicating the relationships between the innovative projects carried out during the activities of Research Clubs and student entrepreneurship.

Keywords: Scientific Clubs; technical innovations, innovations; students; technology.

Innowacje technologiczne tworzone przez Koła Naukowe – perspektywy rozwoju

Agnieszka Galarowicz ^{1,*}

¹ mgr, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, Polska, galarowicz@agh.edu.pl

* Agnieszka Galarowicz, galarowicz@agh.edu.pl

Streszczenie: Innowacje są bardzo często tematem badań, co można zauważyć w liczbie publikacji naukowych czy konferencji specjalistycznych. Natomiast innowacyjne projekty rozwijane przez studentów są rzadziej badane. Opracowania na temat innowacji technicznych opracowanych i wdrożonych przez młode osoby działające w Kołach Naukowych są dostępne tylko w formie opisu technicznego rozwiązania jako praca dyplomowa lub artykuł w specjalistycznym czasopiśmie. Celem niniejszego rozdziału było zbadanie postrzegania innowacji przez studentów z Kół Naukowych, wskazanie innowacji technicznych opracowanych przez nich oraz określenie możliwych kierunków wsparcia projektów innowacyjnych Kół Naukowych przez biznes. Przeprowadzono badania fokusowe, które zostały poprzedzone przeglądem literatury tematu.

Cele badawcze zostały osiągnięte, a wyniki pokazały, że studenci potrafią poprawnie definiować innowacje. W swoich projektach wprowadzają nowe rozwiązania technologiczne. Tworzenie innowacji wspierają czynniki takie jak wymagania konkursowe, potrzeba doskonalenia oraz globalne trendy. Pomimo potencjalnego zastosowania projektów w przemyśle, ich wdrożenie może być trudne z powodu wymogów finansowych, specjalistycznej wiedzy i doświadczenia.

Przeprowadzone wywiady są badaniami pilotażowymi i stanowią punkt wyjścia do wskazania zależności między innowacyjnymi projektami realizowanymi w trakcie działań Kół Naukowych oraz przedsiębiorczością studentów, co pozwoli zaproponować praktyczne rozwiązania wspierające rozwój innowacyjności i przedsiębiorczości wśród studentów.

Słowa kluczowe: Koła Naukowe; innowacje technologiczne, innowacje; studenci; technologia.

1. Wstęp

W obliczu nowych wyzwań przedsiębiorstwa są motywowane do opracowywania innowacyjnych rozwiązań zarówno w postaci produktów, usług, jak i procesów oraz modeli organizacyjnych. Dynamicznie zmieniające się otoczenie biznesowe wymusza na firmach poszukiwanie nowych sposobów działania i wprowadzanie usprawnień, które pozwolą sprostać wymaganiom rynku oraz oczekiwaniom klientów [1]. Wpływa to na ich efektywność, produktywność oraz pozwala uzyskać przewagę konkurencyjną [2]. Zmiany te wpływają nie tylko na gospodarkę, ale również na edukację. Uczelnie wyższe coraz częściej oprócz tradycyjnej roli dydaktycznej i badawczo-naukowej, nawiązują współpracę, z otoczeniem, dzielą się posiadaną wiedzę i prowadzą projekty wspólnie z przedstawicielami biznesu [3]. W ten proces zaangażowana jest cała społeczność akademicka.

Studenci mogą uczestniczyć w wykładach i zajęciach projektowych związanych z pisaniem biznes planu, wdrażaniem produktu czy marketingiem. Oferowane są im również warsztaty, szkolenia i wydarzenia, które mają zachęcać do tworzenia nowych rozwiązań [4]. Organizacje studenckie takie jak Koła Naukowe również oferują przestrzeń do projektowania prototypów, testowania ich właściwości i prezentowania ich na konkursach i zawodach.

Pomimo istnienia wielu publikacji dotyczących innowacji, rzadko poruszany jest temat innowacyjnych projektów prowadzonych przez Studenckie Koła Naukowe. Widoczna jest również luka w badaniach dotyczących innowacji technicznych wdrażanych przez studentów działających w takich organizacjach.

Głównym celem rozdziału było:

- zbadanie postrzegania terminu innowacji przez studentów z Kół Naukowych,
- wskazanie innowacji technicznych opracowanych przez nich,
- określenie możliwych kierunków wsparcia Kół Naukowych przez biznes.

Na początku przeprowadzono przegląd literatury dotyczącej innowacji ze szczególnym uwzględnieniem innowacji technologicznych. Następnie przeprowadzono analizę treści o Kółach Naukowych oraz ich działalności. Na tej podstawie opracowano scenariusz i przeprowadzono badania fokusowe. Zogniskowane wywiady grupowe zostały przeprowadzone w kwietniu i w maju 2024 r. W badaniu wzięło udział 24 studentów działających w wybranych Kółach Naukowych AGH. Dane uzyskane zostały poddane analizie, a następnie transkrypcji. Wyniki badań mają wesprzeć studentów w prowadzeniu innowacyjnych działań.

2. Innowacje technologiczne

Innowacje mają wielowymiarowy charakter i są pojęciem złożonym. W literaturze można znaleźć wiele definicji oraz rodzajów innowacji, które ulegały zmianom na przestrzeni lat. W tabeli 1 zamieszczono wybrane definicje innowacji.

Tabela 1. Wybrane definicje innowacji

Lp.	Autor	Definicja
1.	J. Schumpeter, 1960	„Ukształtowanie się nowej funkcji produkcji(...)”.
2.	V.A. Thompson, 1969	„Formowanie, akceptowanie i zastosowanie nowych koncepcji, procesów, wyrobów i usług”.
3.	P.R. Whitfield, 1979	„Ciąg skomplikowanych działań polegających na rozwiązywaniu problemów”.
4.	S. Gomułka, 1998	„Forma inwestycji w dłuższym okresie”

5.	O. Lange, 1961	„(...) to zmiany w relacjach wyrażających między nakładami czynników produkcji i uzyskanymi ilościami produktów, które pozwalają przedsiębiorstwom zwiększyć zdyskontowaną wartość maksymalnego zysku efektywnego, jaki można otrzymać przy danych warunkach rynkowych”.
----	----------------	--

Oprac. opracowanie własne na podstawie [5-9].

Jedna z najpopularniejszych definicji innowacji została przedstawiona przez OECD, według której jest to: „(...) Nowy lub ulepszony produkt lub proces (lub ich połączenie), który różni się znacząco od poprzednich produktów lub procesów danej jednostki i który został udostępniony potencjalnym użytkownikom (produkt) lub wprowadzony do użytku przez jednostkę (proces)” [10].

W kategorii innowacji istnieją dwa podejścia [11]:

- szerokie, które określa innowacje jako każdą zmianę wdrożoną do przedsiębiorstwa.
- wąskie związane z nowymi metodami wytwarzania i nowymi produktami.

Działania innowacyjne mogą mieć charakter [12]:

- naukowy – związany z prowadzeniem badań nad nowymi rozwiązaniami, tworzeniem prototypów oraz rozwijaniem nauki;
- technologiczny – wprowadzający nowe lub znacząco ulepszone produkty lub usługi;
- organizacyjny – zmieniający dotychczasowe zasady działania organizacji lub relacje z otoczeniem;
- finansowy – dotyczący pozyskiwania wsparcia finansowego dla nowych projektów;
- handlowy – polegający na komercjalizacji nowych produktów i usług.

W „Podręczniku Oslo Manual” opracowanym przez OECD rozróżniono innowacje techniczne, organizacyjne, marketingowe oraz ekoinnowacje [10]. Podział ten jest jednak umowny i ulega zmianom, co można zauważyć w zmianach wprowadzanych we wspomnianym dokumencie. W niniejszym artykule skupiono się na innowacjach technicznych, które są związane ze zmianami w procesach produkcyjnych (innowacje procesowe) lub polegają na wprowadzeniu nowych produktów (innowacje produktowe). Podział innowacji technicznych został przedstawiony w tabeli 2.

Tabela 2. Podział innowacji technicznych

Innowacje techniczne				
Innowacje produktowe		Innowacje procesu produkcyjnego		
Nowe wyroby (zupełnie nowe lub charakteryzujące się znaczącym polepszeniem cech)	Nowe usługi (zupełnie nowe lub charakteryzujące się znaczącym polepszeniem cech)	Technika produkcji	Technologii wytwarzania	Substytucja materiałowa

Oprac. opracowanie własne na podstawie [11].

Innowacje produktowe wiążą się z nowymi lub ulepszonymi wyrobami oraz usługami. Zmiana ta powinna być znacząca w porównaniu do istniejących rozwiązań. Wśród innowacji związanych z procesem produkcyjnym, wyróżniono innowacje dotyczące stosowanych maszyn i urządzeń (technika produkcji), technologii wytwarzania oraz zamiany materiału [11].

Kolejnym kryterium istotnym przy badaniu innowacji jest kryterium nowości. Zgodnie z zapisami z „Podręcznika Oslo Manual”, produkt, proces lub metoda powinna być nowa dla przedsiębiorstwa, aby ją uznać za innowację. Mogą to być tzw. innowacje pionierskie czyli pierwsze na rynku i inicjujące rozwój rozwiązania lub innowacje imitujące, które

polegają na naśladowaniu innych firm i doskonaleniu istniejących rozwiązań. Z wdrażaniem innowacji wiąże się kreatywność i proaktywność. To właśnie te cechy napędzają osoby przedsiębiorcze do podejmowania nowych wyzwań oraz wdrażania innowacyjnych produktów i usług [13].

W publikacji P. Druckera praktyki innowacje i przedsiębiorczości są identyfikowane łącznie jako zachowania jednostki wynikające z praktyki i posiadanej wiedzy [14]. Kluczowa jest współpraca między podmiotami: przedsiębiorstwami, uczelniami, organizacjami non-profit, urzędami oraz społeczeństwem. Dlatego też uczelnie wyższe dopasowują ofertę dydaktyczną do wymagań rynku i oferują nowe kursy, które rozwijają najbardziej pożądane kompetencje społeczne i umiejętności potrzebne w karierze zawodowej. Nawiązywana jest też współpraca jednostek akademickich z biznesem, co niesie korzyści obu stronom. Dzielenie się wiedzą umożliwia implementowanie innowacji technicznych w realia rynku, a także pozwala na prowadzenie dalszych badań i ulepszanie rozwiązań.

Studenci mają możliwość uczestniczenia w specjalnych szkoleniach, bezpłatnych kursach oraz w praktykach i stażach realizowanych przez współpracujące przedsiębiorstwa. Oferowane są również krajowe i zagraniczne programy wymiany studenckiej [15]. Mają możliwość działania w organizacjach studenckich takich jak koła naukowe, samorządy wydziałowe i uczelniane, klubach sportowych czy w innych inicjatywach bardzo często założonych przez studentów i dla studentów. Pozwala to dzielić się pomysłami z innymi osobami i tworzyć nowatorskie rozwiązania. W ten sposób realizowane są trzy główne zadania uczelni: kształcenie studentów, prowadzenie działalności naukowo-badawczej i kreowanie relacji z otoczeniem.

W literaturze wskazano czynniki, które wpływają na działania przedsiębiorcze studentów: wspieranie inicjatyw przez Inkubatory Przedsiębiorczości, możliwość zyskania finansowania w formie grantów, nawiązywanie kontaktów biznesowych, szkolenia oraz innowacyjne laboratoria [16]. Najczęściej cytowane publikacje dotyczą wspierania przedsiębiorczości wśród studentów przez studenckie inkubatory [17], roli intencji przedsiębiorczych między kształceniem przedsiębiorczym a szansami na zatrudnienie w krajach rozwijających się [18] oraz badanie czynników wspierających potencjalnych przedsiębiorców [19]. Badają one działania lokalne, natomiast trudno znaleźć artykuły dotyczące polskich studentów. D. Kowal w artykule „Stan i perspektywy rozwoju przedsiębiorczości akademickiej w Polsce” poruszył temat ekosystemów przedsiębiorczych i budowanych wokół instytucji naukowych [20]. W bardzo obrazowy sposób wyjaśnił pojęcie przedsiębiorczości innowacyjnej i akademickiej. Warto dodać, że publikacja ta dotyczyła przedsiębiorców i naukowców, do których można zaliczyć studentów. Rozwój przedsiębiorczości wiąże się nie tylko z zakładaniem własnej działalności przez studentów i absolwentów, ale również wdrażaniem rozwiązań innowacyjnych przez firmy oraz tworzeniem nowych rozwiązań.

3. Studenckie Koła Naukowe

Na każdej uczelni działają Koła Naukowe funkcjonujące na podstawie Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym, która nadaje prawo do zrzeszania się studentów. Organizacje te są rejestrowane, obowiązują je przepisy statusu uczelni oraz wewnętrzne regulacje takie jak statut koła naukowego [21]. Koła Naukowe nie posiadają osobowości prawnej, ale niejednokrotnie mają strukturę organizacyjną: przewodniczący, który zarządza grupą oraz studenci podzieleni w mniejsze grupy zadaniowe. Wymagane jest również posiadanie opiekuna naukowego, który wspiera działania młodych osób, dzieli się wiedzą i odpowiada za aktywności realizowane przez młode osoby. Wielkość Kół Naukowych oraz obszar ich działalności jest bardzo różnorodny i zależy od wielu czynników:

- wielkości wydziału, z którym są związane,
- zainteresowań badawczych opiekuna,
- posiadanego finansowania,
- możliwości rozwoju członków,
- osobowości lidera lub przewodniczącego.

Wśród zadań stawianych przed Kołami Naukowymi są pogłębianie wiedzy studentów, zdobywanie doświadczenia naukowego oraz zawodowego poprzez współpracę z przedsiębiorstwami, udział w konferencjach naukowych lub konkursach i zawodach. Uczestnicy mają możliwość rozwoju kompetencji społecznych takich jak praca w zespole, komunikacja czy umiejętności organizacyjne [22].

Publikacje dotyczące kół naukowych bardzo często dotyczą opisu ich działalności i są podsumowaniem większych przedsięwzięć. Przykładem może być artykuł D.S. Skowrona „Sprawozdanie z działalności Koła Naukowego „Cangaudeant” Międzyuczelnianego Instytutu Muzyki Kościelnej w roku akademickim 2016–2017” opisujący roczną działalność koła. P. Urbanowicz i K. Banasik-Petri opracowali podsumowanie dotyczące wyjazdów Koła Naukowego HAUZ07 działającego na Wydziale Architektury i Sztuk Pięknych Krakowskiej Akademii im. Andrzeja Frycza Modrzewskiego w Krakowie. Można znaleźć również artykuły dotyczące projektów realizowanych przez studentów

takie jak "MYGENeration - narzędzie do zautomatyzowanego i uproszczonego korzystania z pakietu GROMACS" . Artykuł ten został napisany przez J. Majtę, M. Bąka oraz R. Krutyhołowa, którzy działali w Kole Naukowym Studentów Biotechnologii "MYGEN" na Wydziale Biochemii, Biofizyki i Biotechnologii na Uniwersytecie Jagiellońskim i dotyczył narzędzia napisanego w języku Python - MYGENeratora, który pozwala zarządzać pakietem GROMACS. Wspomniane publikacje pozwalają poznać obszar działalności poszczególnych kół naukowych, a także stwarzają możliwość na dalszy rozwój studentów zaangażowanych w badaniach. Informacje o innowacyjnych rozwiązaniach opracowywanych przez koła naukowe można znaleźć również w materiałach pokonferencyjnych, a także w pracach inżynierskich lub magisterskich członków kół.

Wspomniane już sprawozdania publikowane m.in. w formie artykułów naukowych, pełnią również role informacyjne dla władz uczelni. Jedną z prac, dotyczących przepisów regulujących funkcjonowanie kół naukowych została opracowana przez A. Kocembę. Autor skupił się na przepisach prawnych, które dotyczyły „Naukowego Koła Chemików Uniwersytetu Jagiellońskiego”. Na przestrzeni lat obowiązki sprawozdawcze kół naukowych uległy zmianie, a każda uczelnia może wprowadzać własne regulacje. Przykładem może być konieczność opracowania regulaminu oraz sporządzania podsumowań rocznej działalności w postaci sprawozdań. Dokumenty w rozbudowanej formie opracowane jako publikacja naukowa, a wyniki działalności kół mogą zostać zaprezentowane na konferencji naukowej. Przykładem publikowania informacji na temat działalności kół naukowych może być strona Kół Naukowych Pionu Górniczego Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie [23]. Dodatkowo, uczelnia ta co roku publikuje artykuły uczestników Barbórkowej Konferencji Naukowej AGH dotyczące badań i projektów prowadzonych przez studentów działających w organizacjach studenckich. Nie wszystkie projekty prowadzone przez Koła Naukowe są jednak opisane w formie publikacji naukowej, co utrudnia zbadanie czy są one innowacjami technologicznymi.

E. Śnieżek w artykule "Koła naukowe jako istotny element kształtowania wiedzy, umiejętności i kompetencji studentów" przedstawiła rolę studenckich kół naukowych w rozwoju ruchu naukowego na wyższych uczelniach na przykładzie kół działających na Wydziale Zarządzania Uniwersytetu Łódzkiego [22]. Dodatkowo w publikacji przedstawiono historię ruchu studenckiego na przestrzeni lat. Kolejne badania dotyczące poszerzania wiedzy i umiejętności studentów przeprowadziły I. Majchrzak i A. Zbaraszewska [21]. Szeroką perspektywę organizacji studenckich przedstawiła M. Smużewska, która w artykule "Studencki ruch naukowy w polskich uniwersytetach z perspektywy zmian zachodzących we współczesnym szkolnictwie wyższym" podzieliła je na dwa typy organizacji: tradycyjne koła naukowe i mikroorganizacje eksperckie. W tekście przeanalizowano m.in. wpływ umasowienia, mobilności, umiędzynarodowienia i utowarowienia edukacji na działalność kół naukowych [24]. Badania oparto na indywidualnych wywiadach pogłębionych oraz na analizie dokumentów dostarczonych przez administrację uniwersytetów. Nie rozważano natomiast jakie projekty są prowadzone przez Koła Naukowe i czy są one innowacjami technologicznymi.

4. Metodyka badań

W badaniu przeprowadzono zogniskowane wywiady fokusowe, nazywane także FGI (ang. focus group interview). Polegają one na interakcji grupy uczestników z badaczem, który w sposób aktywny moderuje dyskusję, zadaje pytania oraz stymuluje wymianę opinii i poglądów między uczestnikami. W trakcie wywiadu badacz obserwuje zachowania i reakcje uczestników, aby zdobyć szczegółowe informacje niezbędne do realizacji założonych celów badawczych. Jest to bardzo popularna metoda badawcza poświęcona zbieraniu danych, zwłaszcza w naukach społecznych [25]. Istotną rolę odgrywa moderator, który w sposób aktywny włącza się w wywiad. Badania fokusowe zostały przeprowadzone w kwietniu i w maju 2024 r. Łącznie udział wzięło 24 studentów działających w Studenckich Kołach Naukowych AGH, którzy byli podzieleni na 4 grupy. Narzędziem gromadzenia danych był wcześniej przygotowany scenariusz. Uzyskane dane zostały poddane analizie, a następnie transkrypcji.

5. Wyniki

Głównym celem zogniskowanego wywiadu grupowego było zbadanie postrzegania innowacji przez studentów z Kół Naukowych, wskazanie innowacji technicznych opracowanych przez nich oraz określenie możliwych kierunków wsparcia Kół Naukowych przez biznes. Badanie zostało przeprowadzone na podstawie scenariusza. W tabeli 3 zestawiono Koła Naukowe działające w Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, których przedstawiciele wzięli udział w badaniu. Zostały one wybrane według następującego kryterium:

- Prowadzenie działalności konstrukcyjnej.
- Pozyskanie dofinansowania ze strony uczelni w postaci grantów IDUB.
- Udział w zawodach i konkursach branżowych oraz zajęcie w nich miejsc 1-6.

- Rozpoznawalność Studenckiego Koła Naukowe mierzona liczbą członków (więcej niż 80 studentów).

Tabela 3. Charakterystyka Kół Naukowych, które wzięły udział w badaniu

Koło Naukowe	Oznaczenie Koła Naukowego	Liczba osób biorących udział w badaniu	Data wywiadu	Obszar działalności koła
Koło Naukowe nr 1	A	8 osób	12.04.2024 r.	Łódź solarna
Koło Naukowe nr 2	B	5 osób	18.04.2024 r.	Bezzałogowy, autonomiczny samolot napędzany energią słoneczną
Koło Naukowe nr 3	C	6 osób	19.04.2024 r.	Bolid z silnikiem elektrycznym zasilanym ogniwem wodorowym
Koło Naukowe nr 4	D	5 osób	15.05.2024 r.	Autonomiczny bolid
		24 osoby		

Źródło: opracowanie własne

Z grupą respondentów, która łącznie liczyła 24 osoby, zostały przeprowadzone zogniskowane wywiady grupowe. W kwietniu i w maju 2024 roku odbyły się 4 spotkania z grupami studentów. Tematy, które zostały poruszone w badaniach fokusowych, wyłoniono na podstawie analizy literatury przedmiotu oraz analizy treści pochodzącej ze strony internetowej uczelni, konkursów studenckich, Kół Naukowych oraz z ich mediów społecznościowych. Dotyczyły one trzech obszarów: projektów prowadzonych przez studentów, rozumienia pojęcia innowacji oraz tworzenia innowacji technologicznych.

Wywiady przeprowadzono zarówno w laboratoriach i pomieszczeniach, w których na co dzień przebywają studenci działający w Kółach Naukowych, jak i w salach zajęciowych znajdujących się na uczelni. Badania trwały od 30 do 80 minut i były nagrywane w formie audio, po czym dokonano ich transkrypcji i kodowania. Zgodnie z wymogami etycznymi, wszyscy uczestnicy zostali poinformowani zarówno podczas rekrutacji, jak i przed rozpoczęciem badania, o metodzie rejestracji. Uczestnicy wyrazili zgodę na udział oraz na sposób rejestrowania przebiegu badania. Wywiady były moderowane przez jedną osobę, która posiadała listę zagadnień i sporządzała notatki.

Wymienione wyżej Koła Naukowe działające w Akademii Górniczo-Hutniczej uczestniczą w konkursach i zawodach studenckich takich jak Monaco Solar Boat Challenge czy Shell Eco-marathon. Są to koła konstrukcyjno-badawcze, które rozwijają swoje projekty jednocześnie poszukując ulepszeń i uczestnicząc w konferencjach naukowych. Często wykorzystują również niekonwencjonalne źródła energii. Dodatkowo, organizacje te zrzeszają ponad 80 uczestników, co pozwala zauważyć pewne podobieństwa w zarządzaniu pracą i zespołem do działań małego przedsiębiorstwa. W każdym z tych Kół Naukowych zespoły są podzielone w sekcje, którymi zarządzają liderzy. Nad pracą całości czuwa przewodnicząca/przewodniczący oraz opiekunowie. Badani tak opisali działanie w jednym z Kół:

[D1] – „Sekcje: mechaniczna, elektroniczna, badań i analiz, marketing, zarząd.”

Podział Studenckich Kół Naukowych na cztery do sześciu sekcji jest charakterystyczny dla dużych kół, które przyciągają więcej chętnych studentów do rozwijania swoich pomysłów. Praca jest ustrukturyzowana, ale studenci mogą pomagać swoim kolegom również w innych obszarach. Wszyscy uczestnicy projektów znają technologie stosowane przy tworzeniu prototypu i wiedzą jaki jest cel działania.

[C2] – „Naszym głównym celem jest jak najniższe spalanie wodoru. Bierzemy udział w zawodach Schereko Monako(…)”

[A2] – „Rozwijanie ekologicznych środków transportu, rozwijanie projektu opartego na pozyskiwaniu energii z odnawialnych źródeł – energia słoneczna.”

[A1] – „Budowa łodzi solarnych i autonomicznych (...).”

[A3] – „Wyjazdy na zawody, ale też uczestnictwo w konferencjach i wydarzeniach naukowych.”

[B1] – „Tworzymy projekty skierowane na energetykę odnawialną.”

Tematyka projektu w niektórych przypadkach pokrywa się z zainteresowaniami osób działających w Studenckich Kołach Naukowych. Oprócz osoby, która zdecydowała się na podjęcie studiów ze względu na organizację działającą na uczelni, inni studenci kierują się zainteresowaniami badawczymi, które pojawiły się w trakcie studiów czy popularnością danego zagadnienia.

[C1] – „Interesowałem się tematyką wodorową(...).”

[C3] – „(...) mnie interesował potencjał wodoru. Temat jest ciągle rozwijany (...) mogę się uczyć od innych.

[C2] – „Brak na studiach inżynierskich tej teorii (...) temat wodoru nie jest rozwijany na moim kierunku.”

Przy tworzeniu projektu i budowaniu prototypów często wiedza zdobyta na studiach jest wykorzystywana, ale warto zauważyć, że brakujące informacje muszą być zdobywane samodzielnie przez studentów zarówno przez czytanie literatury przedmiotu, blogów i portali tematycznych, a także w czasie zawodów i innych wydarzeń branżowych. Studenci w Kołach Naukowych uczą się również umiejętności praktycznych, które w mniejszym stopniu są rozwijane w trakcie zajęć na studiach. Uczestniczenie w projektach pozwala rozwijać umiejętności i działać w różnych obszarach od tworzenia projektu, do sekcji mechanicznej, software, elektrycznej, po działy związane z administracją czy marketingiem.

Respondenci zostali poproszeni o zdefiniowanie terminu innowacji. W literaturze jest zdefiniowana jako coś nowego lub znacząco ulepszony [10]. Może to być produkt, proces, sposób organizacji lub działania marketingowe. Kluczowy jest nowatorski charakter rozwiązania. Studenci poprawnie wskazali cechy innowacji, która została określona jako:

[A2] – „Coś nowego, niewiarygodnego (...).”

[A3] – „(...) rozwinięcie istniejące lub coś od innej strony, co istnieje (...).”

[A1] – „(...) Ulepszenie, co może zostać wdrożone w różnych gałęziach przemysłu.”

[B2] – „ Nowe podejście do istniejącego problemu lub opracowanie nowego rozwiązania.”

[C1] – „Coś nowego, ale ulepszenie,

[C3] – „Może to być kilka pomysłów złączonych w jeden, coś na nowy sposób (...) nie wynalazek, ale nowy pomysł.”

Projekty wykonane przez studentów działających w Studenckich Kołach Naukowych wielokrotnie zostały nagradzane na międzynarodowych konkursach i zawodach. Jedną z kategorii, które podlegają ocenie, jest innowacyjność projektu. Wdrażanie nowych rozwiązań i nieustanny rozwój istniejących jest wpisane w idee konkursów. Regulaminy konkursów konstrukcyjnych ulegają zmianom co roku, przez co studenci muszą tworzyć nowe rozwiązania. Respondenci opisali innowacje, które zostały wprowadzone w ich projekty.

[B4] – „Koło tworzy ekoinnowacje. Sama produkcja nie jest może w pełni ekologiczna ze względu na kompozyty, odpady itd., ale projekt jest odpowiedzią na problem niestabilności źródeł energii.”

[B2] – „To inne rozwiązanie problemu (...) odpowiedź na trendy innowacyjne.”

[C1] – „Idea innowacyjności jest w myśle zasilania samolotu z ogniw fotowoltaicznych. Nowe rozwiązania zapewniają rozwój projektu (...). Projekt jest innowacyjny, bo wypełnia nisze. Takie rozwiązania nie są skomercjalizowane (...). Można powiedzieć, że pojawiły się innowacje organizacyjne takie jak sposób wytwarzania

rozwiązań przez wykorzystanie technologii własnej. (...) Niestety nie ma dostępnej dokumentacji i wszystko musimy robić sami.”

[D4] – „(...) zgranie komponentów innowacyjnych, bo zamontowany został układ przeniesienia napędu, doprowadzania energii i bezpieczeństwa, rozdział podzespołów akcesoryjnych oraz system telemetrii.”

Wśród przykładów innowacji wdrożonych przez Koła Naukowe

- Wykorzystanie nowych komponentów do przygotowania prototypu bolidu.
- Lekki, spalinowy układ napędowy pojazdu wyścigowego.
- Wykonanie rakiety napędzanej silnikiem na paliwa ciekłe.
- Hybrydowy napęd bolidu współpracujący z systemem autonomicznym.
- Modernizacja Motocykli do nowych standardów zawodów.

Wymienione wyżej przykłady innowacyjnych projektów są innowacjami technicznymi zgodnie z „Podręcznikiem Oslo”. To stwierdzenie znajduje potwierdzenie w dokumentacji projektów studenckich, które są przedstawiane w trakcie zawodów i konkursów. Przykładem może być Shell Eco-maraton, w trakcie którego studenckie zespoły z całego świata stają przed wyzwaniem zbudowania i przetestowania pojazdów możliwie najbardziej sprawnych pod względem energetycznym. Zwycięża drużyna, której pojazd może pokonać najdłuższy dystans na ekwiwalencie jednego litra paliwa lub jednej kilowatogodziny [1 kWh]. Program ten zachęca młode osoby do projektowania i budowania własnych ultraenergooszczędnych samochodów, a następnie wyjeżdżania nimi na tor w zawodach. Oprócz umiejętności projektowych, technologicznych czy inżynierskich, rozwijane są również te w obszarze społecznym (STEM). W regulaminie konkursu zamieszczono informacje o kwestiach organizacyjnych, zasadach bezpieczeństwa dla uczestników, projektowania pojazdów, wykorzystywania energii czy pomiaru parametrów [26]. W konkursie projekty można zgłosić do jednej z dwóch kategorii:

- UrbanConcept – pojazdy, które mają cechy samochodu drogowego (zawsze 4 koła),
- Prototype – dla prototypów osiągających najlepszą wydajność. Bolidy z tej kategorii mają aerodynamiczną formę oraz niską masę własną, są zazwyczaj 3-kołowe.

W każdej z kategorii występuje również klasyfikacja pojazdów ze względu na rodzaj wykorzystywanego napędu: silnik spalinowy (benzyna, olej napędowy lub etanol), akumulator elektryczny lub wodorowe ogniwo paliwowe. Bolid zbudowany w ramach projektu Koła Naukowego, które wzięło udział w badaniu, zalicza się do kategorii Prototype. W 2024 roku brał on udział w zawodach regionalnych Shell Eco-marathon Europa i Afryka w 2024 r. w Circuit Paul Armagnac, Nogaro we Francji. Jedną z nagród zachęcającą do tworzenia nowych rozwiązań jest „Simulate to Innovate by Altair” oraz Innowacje techniczne wręczana przez Instytut Badawczy Southwest. Pierwsza z nich jest przyznawana zespołom, które wykazują wybitne ulepszenie w projektowaniu układu lub w wykorzystaniu komponentu. Usprawnienia te są często wprowadzane przez firmy, a umiejętność projektowania nowych elementów czy analityka danych są przydatne w rozwoju zawodowym młodych studentów. Warunkiem uczestniczenia w tej kategorii jest posiadanie raportu zawierającego: wstępny projekt, proces i schemat optymalizacji, a także wyniki symulacji demonstrujące wyniki zoptymalizowanego procesu.

W wywiadach pojawiają się również przykłady innych rodzajów innowacji. Na konferencjach oraz festiwalach naukowych takich jak konkurs „IT is ME”, prezentowane są nowe rozwiązania techniczne opracowane przez studentów działających w Kołach Naukowych. Bardzo ważną rolę w realizacji projektów innowacyjnych odgrywają liderzy sekcji oraz przewodniczący, którzy organizują pracę członków organizacji, motywują oraz weryfikują osiągnięcie zamierzonych celów [27]. Można zatem stwierdzić, że tworzone innowacje są stymulowane przez:

- Zmianie co roku wymagań konkursowych oraz niekiedy obowiązek budowania co roku nowego produktu.
- Chęć studentów do doskonalenia obecnych rozwiązań oraz poszukiwanie nowych, tańszych zamienników.
- Globalne trendy takie jak wykorzystywanie odnawialnych źródeł energii do napędzania samolotu lub motocykla.

Przedsiębiorcze postawy studentów tworzących nowatorskie projekty zostały opisane w badaniach R. Hala, który nazwał studentów partnerami uczelni w innowacjach i w tworzeniu przedsiębiorczości akademickiej. Oprócz postrzegania kultury innowacji, zbadano wsparcie uczelni wyższych w tworzeniu nowych rozwiązań. Autor opisał przedsiębiorcze postawy studentów trzech uczelni amerykańskich, którzy rozwijali cechy przedsiębiorcze oraz tworzyli innowacyjne rozwiązania [28].

Podjęcie przez studentów dodatkowych aktywności i udział w pracach Koła Naukowego realizującego innowacyjne projekty pozwala nie tylko rozwijać wiedzę, ale również zyskać umiejętności praktyczne i kompetencje miękkie [26]. Taka działalność pozwala również zbudować sieć kontaktów z biznesem i ułatwia znalezienie pracy [29]. Niektórzy studenci decydują się na założenie własnej działalności w oparciu o wiedzę zdobytą w Kole Naukowym, a tym samym dalsze rozwijanie nowych rozwiązań.

Zapytano również o możliwość wdrożenia rozwiązań opracowanych przez Koło Naukowe. Badani potwierdzili, że niektóre elementy konstrukcji lub materiały wykorzystane w projektach mogą zostać wdrożone w przemyśle. Innowacyjne firmy już wykorzystują pomysły takie jak łódka autonomiczna.

[A3] – „Nasz projekt jest zbyt mały, żeby go wdrożyć.”

[A2] – „Mogą być wykorzystane pewne elementy takie jak bardziej wydajne panele lub łódź do transportu.”

[C1] – „Tak, może być wdrożony, ale są problemy z opłacalnością. Trzeba mieć know-how, bo trudno znaleźć i zatrudnić osoby z taką wiedzą (...) trudno sprzedać projekt”.

Dla dalszego rozwoju, kluczowa jest współpraca Kół Naukowych z przedsiębiorstwami oraz instytucjami naukowymi prowadzącymi działalność związaną z badaniami studentów, gdyż pozwala ona na wzajemne czerpanie z zasobów wiedzy, doświadczenia i technologii. Może ona przybierać różnorodne formy, takie jak organizacja wspólnych projektów badawczych, realizacja staży i praktyk dla studentów, które umożliwiają im zdobycie praktycznego doświadczenia, a także udział w szkoleniach i warsztatach prowadzonych przez specjalistów z danych branż. Ponadto, współdziałanie to może obejmować wsparcie finansowe ze strony przedsiębiorstw, udostępnienie specjalistycznego sprzętu lub przestrzeni laboratoryjnych, jak również prowadzenie wspólnych publikacji naukowych oraz wymianę wiedzy, co wzbogaca proces kształcenia studentów i rozwija ich kompetencje.

6. Perspektywy rozwoju

Współpraca z otoczeniem biznesowym może przynieść wiele korzyści dla Kół Naukowych. Jej formy mogą być różne i są związane z:

- potrzebami studentów działających w Kole Naukowym,
- stopniem zaawansowania prac nad projektem,
- wykorzystywanymi materiałami i oprogramowaniem do projektowania oraz wykonania rozwiązania.
- stopniem zaangażowania przedsiębiorstwa i możliwości finansowych.

Udział w międzynarodowych zawodach oraz zamówienie niezbędnych materiałów potrzebnych do wytworzenia elementów projektu są niejednokrotnie kosztowne, a pozyskane finansowanie z uczelni może nie wystarczyć na pokrycie zobowiązań. W takich przypadkach studenci działający w Kołach Naukowych poszukują sponsorów, którzy pokryją te koszty. W ramach współpracy organizacje mogą umieszczać ich logo na materiałach promocyjnych i na powierzchni bolidu lub motocyklu, oznaczać ich w mediach społecznościowych Kół Naukowych czy eksponować markę podczas wydarzeń branżowych i akademickich

Inną formą wsparcia udzielaną przez firmy i instytucje badawcze są szkolenia dla studentów z sekcji mechanicznych lub elektronicznych. Najczęściej kursy skierowane dla studentów są korzystne cenowo i pozwalają zyskać wiedzę niezbędną do dalszego prowadzenia projektu. Szkolenia z rozwoju kompetencji są również oferowane przez uczelnie. Przykładem może być cykl bezpłatnych kursów stanowiskowych oraz z pracy w zespole oferowany przez Studenckie Centrum Konstrukcyjne AGH [30]. Firmy oferujące oprogramowanie inżynierskie CAD i CAM prowadzą szkolenia z obsługi oprogramowania skierowane dla studentów działających w Kołach Naukowych współpracującymi z nimi. Możliwość realizacji staży pozwala zyskać pierwsze doświadczenie zawodowe.

Przedsiębiorstwa zajmujące się produkcją komponentów wykorzystywanych w projektach mogą udostępnić swoje produkty studentom w formie barteru, co pozwala na obopólne korzyści bez konieczności zaangażowania środków finansowych. Tego rodzaju współpraca może polegać na dostarczeniu produktu w zamian za promocję firmy. Działania reklamowe mogą również obejmować zamieszczenie informacji o sponsorze w publikacjach naukowych lub prezentacjach na konferencjach, co zwiększa rozpoznawalność firmy oraz podkreśla jej zaangażowanie w rozwój innowacji i wsparcie młodych talentów.

7. Podsumowanie i wnioski

Tworzenie innowacji jest kluczowe dla rozwoju gospodarki globalnej. Wdrażanie nowych produktów lub usług oraz udoskonalanie już istniejących rozwiązań pozwala na zwiększenie konkurencyjności przedsiębiorstw, lepsze dostosowanie się do potrzeb i oczekiwań konsumentów oraz efektywniejsze wykorzystanie posiadanych zasobów. Dzięki nim gospodarki zyskują zdolność do szybkiego reagowania na zmiany rynkowe oraz sprostania globalnym wyzwaniom, takim jak zrównoważony rozwój i transformacja cyfrowa.

W rozwoju innowacji ważne jest dzielenie się wiedzą między uczelniami i przedsiębiorstwami, a także wewnątrz społeczności akademickiej. Koła Naukowe, które prowadzą innowacyjne projekty są niezwykle cennym źródłem wiedzy, a studenci pracujący przy ich tworzeniu stają się specjalistami w swojej dziedzinie. Przeprowadzone badanie fokusowe pozwoliły zbadać postrzeganie innowacji, wskazać przykłady innowacji technicznych opracowanych przez nich oraz określić możliwe kierunków wsparcia Kół Naukowych przez biznes. Cele badawcze zostały osiągnięte, a na podstawie uzyskanych danych opisano wnioski dotyczące innowacyjnych działań czterech Kół Naukowych:

- Badani poprawnie zdefiniowali innowacje, a także wskazali w swoich projektach nowe rozwiązania lub ulepszenia. Studenci tworzą innowacje technologiczne, zarówno produktowe, jak i w procesie wytwarzania elementów projektu.
- Wśród czynników wspierających tworzenie innowacji przez studentów wymieniono: wymagania organizatorów zawodów i konkursów, chęć doskonalenia projektu oraz poszukiwanie nowych rozwiązań będących odpowiedzią na globalne trendy np. wykorzystywanie ekologicznych źródeł energii.
- Potwierdzono, że rozwiązania opracowane przez Koła Naukowe mogą znaleźć zastosowanie w przemyśle, jednak ze względu na potrzebę posiadania specjalistycznej wiedzy, doświadczenia oraz środków finansowych, wdrożenie projektów może okazać się bardzo kapitałochłonne i zniechęcać inwestorów.

Dodatkowo, przedstawiono propozycje wsparcia innowacyjnych projektów studenckich przez przedsiębiorstwa. Firmy mogą wspierać je finansowo w formie sponsoringu, przez udzielanie dostępu do materiałów i oprogramowania wykorzystywanego do produkcji nowych rozwiązań lub poprzez dzielenie się wiedzą w trakcie kursów i szkoleń.

Na podstawie danych zebranych z badań fokusowych wskazano obszary dalszych badań, którymi będą pogłębione wywiady indywidualne, które zostaną przeprowadzone wśród liderów/przewodniczących Kół Naukowych, oraz opiekunów. Pozwoli to uzyskać pełen obraz działań innowacyjnych podejmowanych przez studentów.

Literatura

1. Kremer H., Villamor I., Aguinis H. Innovation leader-ship: best-practice recommendations for promoting employee creativity, voice, and knowledge sharing. *Business Horizons* 2018, 1527, s. 1–10.
2. Manafi M., Subramaniam I.D. Relationship between human resources management practices, transformational leadership, and knowledge sharing on innovation in Iranian electronic industry. *Asian Social Science* 2015, 11(10), s. 358–385.
3. Syariff M Fuad D. R., Musa K., Hashim Z. Innovation culture in education: A systematic review of the literature. *Management in Education* 2020, 36 (6), <https://doi.org/10.1177/089202062095976>.
4. Fini R., Perkman M., Ross J.M., Attention to Exploration: The Effect of Academic Entrepreneurship on the Production of Scientific Knowledge, *Organization Science* 33(2), 2021, <https://doi.org/10.1287/orsc.2021.1455>.
5. Schumpeter J., *Business Cycles: A Theoretical Historical and Statistical Analysis of Capitalist Process*, vol. 1, New York–London 1939, s. 88, za: B. Fiedor, *Teoria innowacji*. PWN, Warszawa 1979.
6. Thompson V.A. *Bureaucracy and Innovation*. University of Alabama Press, Tuscaloosa 1969.
7. Whitfield P.R. *Innowacje w przemyśle*. PWE, Warszawa 1979.
8. Gomulka S. *Teoria innowacji i wzrostu gospodarczego*. CASE, Warszawa 1998.
9. Lange O., *Uwaga o innowacjach*, w: *Pisma ekonomiczne i społeczne 1930–1960*, PWN, Warszawa 1961.
10. Podręcznik Oslo 2018, <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spoleczenstwo-informacyjne/nauka-i-technika/podrecznik-oslo-2018,18,1.html> (dostęp: 10.11.2024).

11. Kamiński R. Istota Innowacji - definicje, wyznaczniki i rodzaje [w:] Innowacje gospodarcze. Wybrane aspekty ekonomiczne i prawne. Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań 2018.
12. Stawiarska E. Innowacje organizacyjne, techniczne, procesowe, marketingowe i finansowe powstałe w klastrach sektora TSL. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej 2014, seria: Organizacja i Zarządzanie 76.
13. OECD Pomiar działalności naukowo-technicznej i innowacyjnej. <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/nauka-i-technika-spoleczenstwo-informacyjne/nauka-i-technika/podrecznik-oslo-2018,18,1.html> (dostęp: 01.07.2024 r.).
14. Drucker P. Innowacja i przedsiębiorczość. Praktyka i zasady, PWE, Warszawa 1992.
15. Śliz A. Szczepański M. Posługa uniwersytetu. Akademia Platońska i współczesny uniwersytet, [w:] Roczniki Nauk Społecznych 2023, 51, s. 23-39.
16. Sisu J.A., Tirnovanu A.C., Patriche C.-C., Nastase, M., Schin G.C. Enablers of students' entrepreneurial intentions: findings from PLS-SEM and fsQCA, *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research* 2024, 30 (4), s. 856-884. <https://doi.org/10.1108/IJEER-07-2023-0689>.
17. Mele G., Sansone G., Secundo G. Paolucci E. Speeding Up Student Entrepreneurship: The Role of University Business Idea Incubators, in *IEEE Transactions on Engineering Management*. 2024 71, s. 2364-2378, <https://doi.org/10.1109/TEM.2022.3175655>.
18. Gazi Md. A. I., Rahman Md. K. H., Yusof M. F., Masud A. A. Islam Md. A., Senathirajah A. R. bin S., Hossain Md. A. Mediating role of entrepreneurial intention on the relationship between entrepreneurship education and employability: a study on university students from a developing country. *Cogent Business & Management* 2024, 11(1). <https://doi.org/10.1080/23311975.2023.2294514>.
19. Alshebami A.S., Fazal S.A., Seraj A.H.A. Fostering potential entrepreneurs: an empirical study of the drivers of green self-efficacy in Saudi Arabia. *Discover Sustainability* 2024, 21 (5). <https://doi.org/10.1007/s43621-024-00201-w>.
20. Kowal D., Stan i perspektywy rozwoju przedsiębiorczości akademickiej w Polsce. https://winntbg.bg.agh.edu.pl/skrypty4/0604/przedsiębiorczosc_007.pdf (dostęp: 07.10.2024]). za: Schumpeter J., *The Theory of Economic Development: an Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest and the Business Cycle*, Oxford University Press, London 1934.
21. Majchrzak I., Zbaraszewska A. Studenckie koła naukowe jako organizacje umożliwiające poszerzanie wiedzy i umiejętności studentów wydziałów ekonomicznych uczelni szczecińskich. *Folia Pomeranae Universitatis Technologiae Stetinensis Oeconomica* 2018, 344, s. 61-70.
22. Śniezek E. Koła naukowe jako istotny element kształtowania wiedzy, umiejętności i kompetencji studentów. [w:] E. Śniezek (red.), *Trendy w biznesie*, Wydawnictwo SIZ, Łódź 2021, s. 11-25.
23. Studenckie Koła Naukowe AGH, <https://skn.agh.edu.pl/pl/> (dostęp: 03.11.2024).
24. Smużewska M. Studencki ruch naukowy w polskich uniwersytetach z perspektywy zmian zachodzących we współczesnym szkolnictwie wyższym. *Nauka i Szkolnictwo Wyższe* 2015, 1(45), s. 215-233.
25. Craswell, J. W. *Research Design Qualitative, Quantitative, And Mixed Methods Approaches*. Sage Publications Ltd., London 2014.
26. Shell Eco-marathon, <https://www.shellecomarathon.com/2024-programme/regional-europe-and-africa.html> (dostęp: 04.07.2024).
27. Noga T., Mokrzycki P. Wpływ pracy nad projektami w studenckich kołach naukowych na rozwój umiejętności osobistych, [w:] Śniezek E. (red.), *Trendy w biznesie*. Tom III, Wydawnictwo SIZ, Łódź 2020.
28. Hala, R. Students as partners in university innovation and entrepreneurship, *Education and training* 2021, 63, s. 1114-1137, <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/ET-01-2021-0003/full/html>
29. Kwaśniewski J.P., Features of entrepreneurial attitudes on the example of residents of the Piła district, [w:] *Humanities and Social Sciences in an Interdisciplinary Perspective vol. XIII*, Wydawnictwo Naukowe ŁÓDŹ, Łódź 2024.

30. Studenckie Centrum Konstrukcyjne, <https://sck.agh.edu.pl/sck-studenckie-centrum-konstrukcyjne/szkolenia> (dostęp: 04.10.2024).