

Nowe kompetencje inżyniera w obliczu transformacji energetycznej

Transformacja energetyczna w sposób zasadniczy zmienia rolę i zakres kompetencji współczesnego inżyniera środowiska. Dynamiczny rozwój odnawialnych źródeł energii, technologii HVAC, pomp ciepła, automatyki budynkowej, narzędzi cyfrowych oraz rosnące znaczenie efektywności energetycznej i regulacji prawnych stawiają przed uczelniami technicznymi nowe wyzwania dydaktyczne i organizacyjne. W tym kontekście kluczowe staje się pytanie o to, jak skutecznie przygotować absolwentów do funkcjonowania w realiach rynku pracy najbliższych lat.

Zaprosiliśmy dziekanów wydziałów prowadzących kierunek Inżynieria Środowiska do wspólnej debaty poświęconej nowym kompetencjom inżyniera w obliczu transformacji energetycznej. Poprosiliśmy ich o odniesienie się do kluczowych zagadnień dotyczących kompetencji technicznych i cyfrowych absolwentów, sposobów aktualizacji programów studiów, współpracy z przemysłem oraz wyzwań i szans, jakie rysują się przed kształceniem inżynierskim w perspektywie 5–10 lat. Poniżej prezentujemy wypowiedzi, które pokazują różnorodność podejść, doświadczeń i kierunków rozwoju, a jednocześnie wspólną troskę o jakość i przyszłość edukacji inżynierskiej.

Redakcja



Dr hab. inż. Alina Pruss, prof. PP

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki, Politechnika Poznańska

Transformacja energetyczna wymaga od inżyniera środowiska nie tylko klasycznych umiejętności projektowych, ale również znajomości technologii niskoemisyjnych, narzędzi cyfrowych oraz zdolności integrowania systemów energetycznych na poziomie budynku, osiedla i miasta. Uważam, że studenci i absolwenci kierunku Inżynieria Środowiska Politechniki Poznańskiej posiadają w tym obszarze wyjątkowe atuty. Istotnym źródłem kompetencji praktycznych jest bowiem dostęp do nowoczesnych budynków Kampusu Warta. Ostatnio wybudowane obiekty Politechniki Poznańskiej takie jak budynek Wydziału Architektury i Wydziału Inżynierii Zarządzania (2020 r.) oraz nowy Rektorat (2025 r.) zostały zaprojektowane jako budynki o niemal zerowym zużyciu energii, wyposażone są w instalacje HVAC, wentylację z odzyskiem ciepła, automatykę i systemy zarządzania energią. Instalacje te zostały opracowane przy współpracy z pracownikami Instytutu Inżynierii Środowiska

i Instalacji Budowlanych, którzy prowadzą zajęcia dydaktyczne na kierunku. Dzięki temu **studenci korzystają z wiedzy osób posiadających doświadczenie projektowe i mają dostęp do danych eksploatacyjnych pochodzących z realnych obiektów. Kampus Warta Politechniki Poznańskiej pełni funkcję „żywego laboratorium”, w którym można obserwować i optymalizować działanie systemów w warunkach rzeczywistych.**

Warto podkreślić, że nauczyciele akademicki prowadzący zajęcia posiadają bogate doświadczenie praktyczne. Wielu z nich wykonuje ekspertyzy i prowadzi konsultacje dla przemysłu oraz sektora publicznego, co pozwala im przekazywać studentom aktualną wiedzę oraz przykłady z pracy inżynierskiej. Ponadto nauczyciele akademicki regularnie uczestniczą w szkoleniach organizowanych przez Centrum Nowoczesnej Dydaktyki Politechniki Poznańskiej, które rozwijają ich kompetencje pedagogiczne i wspierają nowoczesne, angażujące formy przekazywania studentom wiedzy.

Program studiów jest systematycznie dostosowywany do zmian technologicznych i regulacyjnych. Regularne przeglądy kart ECTS i planów studiów pozwalają wprowadzać nowe treści związane m.in. z instalacjami niskoenergetycznymi, audytami energetycznymi, odnawialnymi źródłami energii oraz zmieniającymi się wymaganiami prawnymi. **Rozwijane są zajęcia z technologii BIM, GIS, koordynacji międzybranżowej i modelowania instalacji, co odpowiada standardom współczesnych biur projektowych.** Programy studiów 1 i 2 st. kierunku Inżynieria Środowiska w lipcu 2024 r. zostały zaktualizowane o ww. treści i zatwierdzony przez Senat Politechniki Poznańskiej. Kierunek posiada aktualną akredytację PKA oraz Europejski Certyfikat Jakości EUR-ACE® Label.

Silnym wsparciem procesu kształcenia jest współpraca z przedsiębiorstwami i instytucjami branżowymi. Do prowadzenia zajęć zapraszani są praktycy reprezentujący sektor instalacyjny, energetykę, infrastruktura miejską i biura projektowe. Studenci realizują projekty w oparciu o rzeczywiste dane, odbywają wizyty studyjne i praktyki zawodowe, a partnerzy zewnętrzni wnoszą do programu wiedzę o aktualnych technologiach, narzędziach i kwalifikacjach oczekiwanych na rynku pracy.

Dzięki tym działaniom kształcenie na kierunku Inżynieria Środowiska łączy solidne podstawy techniczne z aktualną wiedzą o systemach energetycznych, automatyce budynkowej i nowoczesnym projektowaniu. Moim zdaniem absolwenci Politechniki Poznańskiej są dobrze przygotowani do prowadzenia inwestycji w budownictwie energooszczędnym, modernizacji obiektów, analizie pracy systemów oraz doradztwie energetycznym. **Kierunek odpowiada na rzeczywiste potrzeby transformacji energetycznej, a kampus stanowi unikatowe środowisko edukacyjne, w którym studenci mogą doświadczać najnowszych rozwiązań zanim rozpoczną pracę zawodową.**

Dr inż. Monika Blaszczyk

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki, Politechnika Śląska

Dynamiczna transformacja energetyczna sprawia, że absolwenci kierunku Inżynieria Środowiska wchodzą na rynek pracy z wyjątkowo szerokimi perspektywami — ale i z rosnącymi wymaganiami. Dzisiejszy inżynier musi łączyć wiedzę techniczną, cyfrową i środowiskową, by sprostać wyzwaniom nowoczesnego budownictwa i energetyki.

Kluczowe znaczenie mają kompetencje związane z **odnawialnymi źródłami energii**: projektowanie instalacji fotowoltaicznych, dobór pomp ciepła czy integracja magazynów energii. Równie ważna pozostaje zaawansowana wiedza z zakresu HVAC oraz umiejętność oceny efektywności energetycznej budynków. Coraz częściej w centrum uwagi znajdują się także systemy automatyki budynkowej i BMS, niezbędne w inteligentnych, niskoemisyjnych obiektach.

Współczesny inżynier potrzebuje również silnych kompetencji cyfrowych — przede wszystkim **pracy w środowisku BIM**, które umożliwia projektowanie instalacji, koordynację międzybranżową i wykrywanie kolizji. Ważną rolę odgrywają narzędzia do **symulacji energetycznych i przepływowych**, a także podstawy analizy danych i technologii IoT.

Kompetencje przyszłości, które coraz mocniej kształtują profil inżyniera środowiska, obejmują także **pracę z cyfrowymi bliźniakami** (Digital Twins) budynków i instalacji, pozwalającą na zaawansowane monitorowanie, predykcję i optymalizację pracy systemów, optymalizację systemów grzewczych i chłodniczych z wykorzystaniem sztucznej inteligencji oraz uczenia maszynowego, integrację odnawialnych źródeł energii z elektromobilnością — w tym projektowanie systemów ładowania, zarządzanie energią.

Politechnika Śląska nieustannie aktualizuje programy studiów, odpowiadając na szybkie tempo rozwoju technologii. Proces dydaktyczny kształtowany i doskonalony jest przy aktywnym udziale zarówno interesariuszy wewnętrznych, jak i zewnętrznych. Studenci, jako interesariusze wewnętrzni, mają możliwość oceny procesu kształcenia, ponadto wszelkie modyfikacje programów studiów są konsultowane i muszą uzyskać akceptację Rady Samorządu Wydziału Inżynierii Środowiska i Energetyki. Nauczyciele akademicy na każdym etapie procesu kształcenia mają możliwość zgłaszania wniosków w zakresie doskonalenia programu. W celu określenia aktualnych potrzeb rynku oraz doskonalenia programów kształcenia, Wydział współpracuje z otoczeniem społeczno-gospodarczym, w szczególności w zakresie opiniowania programów kształcenia przez interesariuszy zewnętrznych, którzy zostali powołani przez Radę Dziekańską Wydziału Inżynierii Środowiska i Energetyki do Doradczego Zespołu Konsultacyjnego, którego skład okresowo jest weryfikowany i rozszerzany.

Szczególnym elementem nowoczesnego modelu kształcenia są **interdyscyplinarne projekty PBL** (Problem-Based Learning), realizowane na Politechnice Śląskiej. Ten elastyczny sposób nauczania pozwala studentom zdobywać wiedzę poprzez praktyczne rozwiązywanie realnych problemów inżynierskich — często we współpracy z partnerami przemysłowymi. PBL rozwija kreatywność, uczy pracy zespołowej oraz wymusza łączenie kompetencji z różnych dziedzin, co doskonale przygotowuje do pracy w dynamicznie zmieniających się sektorach gospodarki.

Najbliższe 5–10 lat przyniesie studentom zupełnie nowe wyzwania, ale także szanse, które mogą otworzyć im drogę do wyjątkowo dynamicznej kariery. Rynek pracy staje się coraz bardziej zmienny, a technologie oraz modele biznesowe ewoluują szybciej niż kiedykolwiek wcześniej. W tej rzeczywistości jednym z najważniejszych zadań edukacji jest wyposażenie studentów w **umiejętność ciągłego uczenia się**. To właśnie zdolność adaptacji, gotowość do zdobywania nowych kompetencji i elastyczność w myśleniu sprawiają, że młodzi ludzie będą mogli nie tylko odnaleźć się w zmieniających się warunkach, ale także – w razie potrzeby – skutecznie się przebranżowić.

Drugim kluczowym wyzwaniem przyszłości jest **rozwijanie krytycznego myślenia**. W świecie przesycanym informacjami, z których wiele bywa nierzetelnych lub zmanipulowanych, studenci muszą nauczyć się weryfikować źródła, analizować kontekst i formułować samodzielne, przemyślane wnioski. Umiejętność filtrowania wartościowych treści od szumu informacyjnego stanie się niezbędnym elementem świadomego funkcjonowania zarówno w życiu zawodowym, jak i społecznym.

Mimo tych wyzwań nadchodzące lata niosą ze sobą również ogromne możliwości. Postępująca automatyzacja, rozwój sztucznej inteligencji czy globalizacja rynków otwierają przestrzeń dla nowych zawodów, nowych form współpracy i nieograniczonych sposobów zdobywania wiedzy. Ci, którzy zostaną przygotowani do elastycznego reagowania na zmiany, będą mogli nie tylko korzystać z tych szans, ale także je współtworzyć.



**Prof. dr hab. inż. Beata Kowalska**

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki, Politechnika Lubelska

Postępująca transformacja energetyczna oraz dążenie do neutralności węglowej budynków nowych jak i istniejących w istocie wymaga nowych kompetencji od naszych absolwentów. Dokładniej mówiąc podczas całego toku kształcenia wymaga to specjalistycznego ukierunkowania zdobywanej wiedzy na konkretne wyzwania, które stoją przed inżynierami w tym zakresie.

Patrząc na otaczające nas budynki można zauważyć, że zostały one pewien czas temu poddane termomodernizacji w zakresie zewnętrznych przegród budowlanych. Polegała ona na zastosowaniu izolacji termicznej ścian zewnętrznych, dachu/stropodachu, wymianie stolarki okiennej. Zapominamy często, że modernizacja była rozszerzona o inne, nie zawsze zauważalne elementy (np. zastosowania zaworów termostatycznych przy grzejnikach) w zakresie systemów ogrzewania. Przewidujemy, że proces transformacji energetycznej oraz osiągnięcia standardu neutralności węglowej istniejących budynków będzie się głównie opierał o odpowiednie modernizacje w zakresie systemów ogrzewania, wentylacji, przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz sterowania tymi systemami (najlepiej sterowania prognozowego). Działania te mają prowadzić w pierwszej kolejności do zwiększenia efektywności energetycznej a następnie do integracji odnawialnych źródeł energii na poziomie budynków czy też na poziomie systemów ciepłowniczych (dotyczy to budynków zasilanych ciepłem sieciowym). Biorąc pod uwagę zakres przedmiotów realizowanych podczas studiów pierwszego i drugiego stopnia nasi absolwenci są odpowiednio przygotowani merytorycznie i dodatkowo ukierunkowani do realizacji tego procesu. Posiadają informacje, jak zwiększać efektywność energetyczną w zakresie systemów HVAC, jak integrować odnawialne źródła energii oraz pompy ciepła z istniejącymi systemami HVAC (również w zakresie procesu sterowania). Ważna jest także znajomość krajowych i międzynarodowych norm i standardów z zakresu bezpieczeństwa i energetyki w tym OZE. Współczesny inżynier powinien znać i umieć wykorzystywać nowoczesne narzędzia informatyczne, dlatego studenci uczą się nie tylko podstawowych programów komputerowych takich jak AUTOCAD, ale także specjalistycznego oprogramowania wspomagającego proces projektowania systemów grzewczych np. Audytor OZC, CO.

Wśród narzędzi komputerowych warto zwrócić uwagę na dynamiczny rozwój technologii BIM (Building Information Modelling) stanowiącej cyfrowy model budynku reprezentujący jego cechy fizyczne i funkcjonalne. BIM istotnie wpływa na transformację całego sektora budownictwa dając platformę porozumienia i integracji wszystkich branż nie tylko na etapie projektowania budynku, ale całego okresu jego eksploatacji. Taka integracja obejmująca projekty architektoniczne, konstrukcyjne i instalacyjne (tym HVAC) ułatwia koordynację i współpracę pomiędzy architektami, inżynierami budownictwa, inżynierami inżynierii środowiska oraz inżynierii elektrycznej, jak również wykonawcami i inwestorami, optymalizując działania obejmujące cały proces inwestycyjny. Na kierunku Inżynieria Środowiska prowadzone są zajęcia z zakresu BIM, tematyka przedmiotu cieszy się jednak tak dużym zainteresowaniem studentów, że zostało utworzone Koło Naukowe Zaawansowanego Projektowania, skupiające się przede wszystkim na tematyce projektowania instalacji w budynkach.

Program studiów jest także systematycznie aktualizowany biorąc pod uwagę aktualne potrzeby i wyzwania wynikające ze zmieniających się rozwiązań technologicznych, regulacji prawnych oraz realiów rynkowych tak aby osoby kończące studia bez problemów mogły się odnaleźć na rynku pracy. Mając na uwadze szybkość tych zmian, niemal każdego roku rady programowe powołane na każdym kierunku studiów, zbierają się analizując opinie i sugestie w zakresie proponowanych zmian oraz aktualnych potrzeb rynku pracy. W skład każdej rady programowej, oprócz nauczycieli akademickich danego kierunku, wchodzi przedstawiciele otoczenia społeczno-gospodarczego pełniąc przede wszystkim rolę doradczą. W zakresie transformacji energetycznej oraz dążenia do neutralności węglowej budynków posiadamy i uwzględniamy w procesie kształcenia naszych studentów również bieżące informacje w zakresie planowanych działań na poziomie europejskim. Zespół pracowników wydziału koordynowany przez prof. Tomasza Cholewę bierze udział w pracach komitetów naukowych REHVA, realizując w tym zakresie badawcze projekty komisji europejskiej z innymi partnerami z Europy oraz opracowując poradniki z zakresu integracji pomp ciepła w istniejących budynkach czy też możliwości zwiększenia efektywności energetycznej w istniejących budynkach (np. [Energetyczna renowacja budynków](#)).

Przedsiębiorcy oraz interesariusze branżowi są włączani zarówno w proces kształtowania treści kształcenia (doradztwo i aktualizacja programu studiów) są również zapraszani do wygłoszenia wykładów tematycznych czy też przeprowadzenia szkoleń, które są bardzo cenione przez studentów. Studenci również odbywają praktyki oraz staże w przedsiębiorstwach branżowych, co pozwala im na sprawdzenie posiadanej już wiedzy w praktyce. W ramach umów pomiędzy Politechniką Lubelską a Lubelskim Przedsiębiorstwem Energetyki Ciepłej (LPEC) oraz Lubelskim Przedsiębiorstwem Wodociągów i Kanalizacji (MPWiK), studenci Inżynierii Środowiska regularnie uczestniczą w zajęciach odbywających się na terenie tych przedsiębiorstw, a w przypadku odbywających się w tym czasie inwestycji

– mogą obserwować ich realizację.

Rynek pracy ulega dynamicznym zmianom, kształcenie studentów powinno nadążać za tymi zmianami aby nasi absolwenci byli konkurencyjni na rynku pracy. W moim przekonaniu największe wyzwania czekają nas w obszarze energetycznym szczególnie odnawialnych źródeł energii. Wykorzystanie tych źródeł wiąże się z potrzebą opracowania technologii uwzględniających niestabilność tych źródeł, magazynowania energii czy integrację nowych źródeł z już istniejącymi wraz z uwzględnieniem zmian klimatycznych. Wszystko to wiąże się także z niezawodnością i bezpieczeństwem dostaw energii. Aby można było zarządzać nowymi systemami niezbędny jest również rozwój nowych technologii i narzędzi cyfrowych. Należy też pamiętać o zwiększaniu efektywności energetycznej przy stałym obniżaniu emisji gazów cieplarnianych wpisując się w założenia zrównoważonego rozwoju, zawarte w dyrektywach Unii Europejskiej. Takim wyzwaniom może sprostać wyspecjalizowana i nowoczesnie wykształcona kadra inżynierska, w tym zarówno absolwenci kierunku Inżynieria Środowiska, jak i Inżynierii Odnawialnych Źródeł Energii oraz Energetyki, prowadzonych na naszym wydziale. W przypadku kierunku Energetyka kształcenie odbywa się na I stopniu, ale od następnego roku uruchomimy również II stopień kształcenia, na którym studenci będą mogli zdobywać wiedzę z zakresu strategicznych dziedzin jak energetyka jądrowa, technologie wodorowe czy biopaliwa. Kierunek Energetyka prowadzony jest wspólnie z Wydziałem Elektrotechniki i Informatyki, co daje możliwości kształcenia studentów również w zakresie nowoczesnych rozwiązań z zakresu elektroenergetyki.

Dr hab. inż. Michał Kubrak

Prodziekan ds. Współpracy i Rozwoju Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej

Dr hab. inż. Magdalena Reizer

Prodziekan ds. Kształcenia Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej

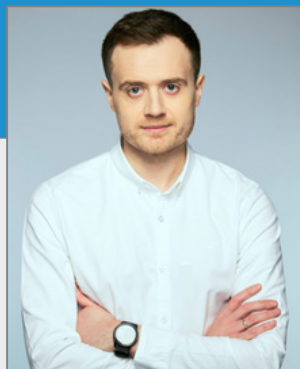
Transformacja energetyczna obejmuje zagadnienia istotne dla przyszłości nauki i gospodarki, w tym dotyczące inteligentnych miast, inteligentnych budynków oraz zintegrowanych systemów energetycznych, przez co w sposób naturalny i bezpośredni oddziałuje na obszar ciepłownictwa, ogrzewnictwa i wentylacji. Konsekwencją tych przemian jest również zmiana zakresu kompetencji oczekiwanych od absolwentów kierunku Inżynieria Środowiska. Z perspektywy uczelni technicznej widzimy jednak, że nie chodzi wyłącznie o znajomość konkretnych technologii czy aktualnych rozwiązań rynkowych, lecz o solidne przygotowanie ogólnoinżynierskie, które pozwala rozumieć złożone systemy techniczne i zachodzące w nich procesy w sposób całościowy. Kluczową staje się umiejętność spojrzenia „z góry” i dostrzegania powiązań pomiędzy budynkiem, instalacją i siecią oraz źródłami i magazynami energii, a także świadomego poruszania się pomiędzy różnymi poziomami szczegółowości.

Ostatnie lata w szkolnictwie technicznym były w dużej mierze zdominowane przez bardzo dynamiczny rozwój kierunków informatycznych. Jednocześnie coraz wyraźniej widać, że kolejne lata będą należały do inżynierii integrującej rozwiązania cyfrowe z fizycznymi systemami technicznymi. W tym sensie inżynieria środowiska zajmuje szczególne miejsce – stanowi połączenie energetyki i budownictwa: z jednej strony zajmuje się przesyłem, dystrybucją i efektywnym wykorzystaniem energii, z drugiej – technologiami stosowanymi w środowisku zbudowanym. To właśnie na styku tych obszarów powstają dziś rozwiązania kluczowe dla transformacji energetycznej.

Za fundamentalne uznajemy przygotowanie inżynierskie oparte na solidnych podstawach ogólnoinżynierskich, dobrej znajomości mechanizmów fizycznych oraz procesów zachodzących w systemach inżynierii środowiska, rozwijane równolegle z umiejętnościami praktycznymi. Coraz większą rolę odgrywają w tym także kompetencje cyfrowe, które pozwalają integrować wiedzę teoretyczną z praktyką projektową, m.in. poprzez pracę z modelami obliczeniowymi oraz narzędziami BIM.

Dynamiczny rozwój narzędzi cyfrowych, w tym sztucznej inteligencji, pokazuje jednocześnie, że program studiów nie może być traktowany jako niezmienny w dłuższej perspektywie. Tempo zmian technologicznych sprawia, że równie ważna jak znajomość konkretnych narzędzi staje się umiejętność ich krytycznej oceny oraz świadomego wykorzystania. Dlatego dążymy do takiej struktury kształcenia, która umożliwi regularną aktualizację treści i elastyczne dostosowywanie ich do zmieniającego się otoczenia technologicznego i regulacyjnego.

Kształcenie jest ściśle powiązane z aktywną działalnością badawczą naszej kadry. W mijającym roku na naszym Wydziale realizowanych było ponad 20 projektów badawczych, w tym finansowanych przez NCN, NCBiR, a także cztery projekty w ramach programu ramowego Unii Europejskiej „Horyzont Europa” – największego unijnego programu



badania i innowacji. Jeden z tych projektów był koordynowany przez nasz Wydział, co stanowi istotne wyróżnienie i potwierdzenie międzynarodowego uznania naszej działalności badawczej.

Prowadzona na Wydziale działalność badawcza oraz bliska współpraca z otoczeniem społeczno-gospodarczym stanowią jednocześnie istotne zaplecze dla zmian w obszarze dydaktyki. W tym kontekście prowadzimy obecnie prace nad zmianą koncepcji kształcenia na kierunku Inżynieria środowiska. Naszym zamiarem jest takie kształtowanie programu studiów, aby z jednej strony opierał się on na solidnych podstawach ogólnoinżynierskich, a z drugiej umożliwiał studentom stopniowe pogłębianie kompetencji w obszarach dotyczących nowoczesnych systemów technicznych, w tym systemów energetycznych i infrastruktury krytycznej. Kierunki tych zmian omawiamy m.in. z Radą Konsultacyjną Wydziału, traktując jej opinie jako ważny punkt odniesienia.

Istotnym uzupełnieniem tych działań jest bezpośrednia współpraca z kluczowymi podmiotami sektora energetycznego. Tylko w 2025 roku Wydział podpisał umowy o współpracy z Polenergia S.A., TAURON Zielona Energia sp. z o.o. oraz ORLEN S.A., angażując te podmioty w działania dydaktyczne, projektowe i rozwojowe związane z transformacją energetyczną. Widzimy w tym realną szansę na wzmocnienie roli kierunku Inżynieria środowiska jako miejsca kształcenia inżynierów systemowych, przygotowanych do odpowiedzialnego projektowania i wdrażania rozwiązań technicznych w dynamicznie zmieniających się realiach gospodarczych, technologicznych i regulacyjnych.



Dr inż. Arkadiusz Ostojki

Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Politechnika Gdańska

Transformacja energetyczna, klimatyczna i cyfrowa stawia przed inżynierami branży sanitarnej (inżynierii środowiska) nowe wyzwania i możliwości. Inżynier musi dysponować odpowiednią wiedzą z zakresu gospodarki obiegu zamkniętego, ochrony środowiska, efektywności energetycznej oraz umiejętnościami cyfrowymi i informatycznymi. Jednocześnie kompetencją inżyniera powinna być także zdolność do krytycznej oceny narzucanych rozwiązań. Krytyczna refleksja polega na dostrzeganiu, że każdy scenariusz transformacji musi uwzględniać realia ekonomiczne i środowiskowe nowych technologii, ograniczenia technologiczne oraz wyzwania logistyczne.

Kluczowe kompetencje (wiedza, umiejętności oraz społeczne) poszukiwane w UE obejmują m.in. takie obszary jak:

- **Znajomość technologii OZE i efektywności energetycznej:** priorytetem są kompetencje związane z instalacją i eksploatacją odnawialnych źródeł energii (m.in. pompy ciepła, kotły i zespoły kogeneracyjne na biogaz, wodór, biomase) oraz stosowaniem systemów energooszczędnych. Umiejętność projektowania i wdrażania instalacji wykorzystujących urządzenia OZE oraz tworzenie hybrydowych źródeł ciepła dla ogrzewania, wentylacji, ciepłej wody użytkowej i technologicznej, planowania ich współpracy z siecią i magazynami energii. Ważne są też wiedza o efektywności energetycznej budynków (np. pasywne konstrukcje, szczelna izolacja, odzysk ciepła) i inteligentnymi urządzeniami HVAC.
- **Umiejętności cyfrowe i informatyczne:** inżynierowie środowiska muszą korzystać z narzędzi cyfrowych – systemów monitoringu (IoT), BIM, GIS, analizy big data, algorytmów sterowania, symulacji komputerowych czy sztucznej inteligencji do zarządzania sieciami i infrastrukturą, platform telemetrycznych i systemów SCADA do monitoringu jakości wody i parametrów instalacji. Przykładem jest cyfryzacja gospodarki wodnej – Sieć Badawcza Łukasiewicz wraz z Wodami Polskimi wdraża AI i systemy monitoringu do prognozowania powodzi czy suszy. Inżynierowie muszą rozumieć symulacje komputerowe procesów (np. dynamikę przepływów hydraulicznych w kanałach, sieciach, migrację zanieczyszczeń w wodzie, powietrzu), znać możliwości wykorzystania dronów do monitoringu instalacji, zdalnych czujników jakości wody, ścieków, podstawy sterowania, dążyć do wykorzystania AI do predykcji awarii i optymalizacji eksploatacji.
- **Twarde podstawy inżynierskie:** choć rynek promuje umiejętności cyfrowe i obsługę zaawansowanych symulatorów, absolutnie niezbędnym fundamentem pozostaje „twarda” wiedza inżynierska. Nowoczesny inżynier sanitarny nie może być jedynie operatorem oprogramowania; musi dogłębnie rozumieć zasady hydrauliki, mechaniki płynów, termodynamiki i fizyki budowli. Umiejętność zaprojektowania sieci czy instalacji sanitarnej w oparciu o wiedzę podstawową, a nie tylko „kliknięcie” w programie, jest gwarantem bezpieczeństwa i poprawności działania systemów. Bez zrozumienia fizyki procesów, nawet najlepszy model cyfrowy staje się bezużyteczny.
- **Kompetencje miękkie i analityczne:** liczą się elastyczność, kreatywność w myśleniu, rozwiązywaniu złożonych problemów, umiejętność adaptacji do zmian. Jak zauważają badania Cedefop (Europejskiego Centrum Rozwoju Kształcenia Zawodowego), kompetencje takie jak problem-solving, współpraca międzydyscyplinarna, zdolności komunikacyjne czy umiejętność szybkiego uczenia się nowych technologii są niezbędne w tzw. zielonym sektorze.

Kluczowa jest współpraca w zespołach interdyscyplinarnych (z ekonomistami, ekologami, urbanistami) i adaptacja do nowych metod (np. praca zdalna w projektach).

Doradztwo i popularyzacja wiedzy: rola inżyniera środowiska coraz częściej wykracza poza typowe zadania techniczne i obejmuje silne kompetencje społeczne. Inżynier pełni funkcje doradcze i edukacyjne dla samorządów, biznesu i społeczeństwa. Obejmuje to opiniowanie planów inwestycyjnych pod kątem zrównoważenia, prowadzenie szkoleń o oszczędzaniu wody/energii czy publikowanie praktycznych porad. Jego zadaniem jest przekształcanie wiedzy technicznej w zrozumiałe informacje – np. wyjaśnianie korzyści energetycznych remontów budynków czy zasad gospodarki o obiegu zamkniętym. Dzięki temu inżynierowie budują świadomość ekologiczną w społeczeństwie.

Aby nadążyć za dynamicznymi zmianami technologicznymi oraz regulacyjnymi, zachodzącymi w obszarze inżynierii środowiska, program studiów musi być modyfikowany w sposób ciągły i systematyczny. Zmiany dotyczą wprowadzania nowych przedmiotów odpowiadających na pojawiające się potrzeby rynku pracy albo nowych zagadnień do istniejących kursów, aktualizację sylabusów, literatury i narzędzi dydaktycznych. Szczególną rolę odgrywają zajęcia praktyczne, projekty inżynierskie oraz tematy prac dyplomowych realizowane we współpracy z przedsiębiorstwami i instytucjami branżowymi. Kluczowym elementem procesu aktualizacji programu studiów jest stałe monitorowanie zmian w przepisach prawa krajowego, europejskiego, norm technicznych oraz strategii i programów rozwojowych, a także obserwacja najnowszych trendów. Informacje te są regularnie analizowane przez zespół odpowiedzialny za program kształcenia i konsultowane z przedstawicielami otoczenia społeczno-gospodarczego, w szczególności w ramach prac Rady Konsultacyjnej.

Rada Konsultacyjna działająca przy Dziekanie Wydziału ILiŚ PG stanowi istotny element współpracy pomiędzy środowiskiem akademickim, a otoczeniem społeczno-gospodarczym, w szczególności z przedsiębiorstwami i instytucjami branży inżynierii środowiska oraz budownictwa infrastrukturalnego. W jej skład wchodzi przedstawiciele kluczowych podmiotów gospodarczych oraz instytucji publicznych regionu Pomorza, reprezentujących szerokie spektrum praktyki inżynierskiej. Znaczącą rolę w pracach Rady odgrywają przedstawiciele branży sanitarnej i środowiskowej, w tym Gdańskich Wodociągów S.A., Gdańskich Wód Sp. z o.o., Gdańskiej Infrastruktury Wodociągowo-Kanalizacyjnej Sp. z o.o., ECOL-UNICON Sp. z o.o., Portu Czystej Energii Sp. z o.o. oraz Gdańskiego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. (Grupa GPEC). W Radzie uczestniczą także przedstawiciele firm projektowych i konsultingowych, jednostek badawczo-rozwojowych, największych firm wykonawczych i budowlanych oraz przedstawiciele administracji i organizacji branżowych. Rada Konsultacyjna pełni funkcję doradczą i opiniującą w zakresie oferty dydaktycznej, programów studiów, tematów prac dyplomowych, wspiera organizację praktyk, dostęp do nowoczesnych technologii oraz inicjuje współpracę naukowo-badawczą.

Współpraca w ramach Rady Konsultacyjnej oraz dzięki temu, że Politechnika Gdańska zatrudnia wybitną kadrę akademicką, prowadzącą zaawansowane badania naukowe, mającą świadomość zachodzących zmian może oferować studentom aktualne i praktyczne programy kształcenia. Znajduje to odzwierciedlenie w rankingu Perspektyw, w którym regularnie od kilku lat kierunek Inżynieria Środowiska, prowadzony na Wydziale Inżynierii Lądowej i Środowiska, zdobywa pierwsze miejsce.

Wyzwania i szanse kształcenia inżynierów środowiska do 2025–2035

W perspektywie lat 2025–2035 zawód inżyniera środowiska będzie podlegał silnym zmianom wynikającym z transformacji klimatycznej i cyfrowej. Rynek pracy wymagać będzie zielonych kompetencji oraz łączenia klasycznej wiedzy technicznej z umiejętnościami IT i analizą danych. Kluczowym wyzwaniem kształcenia stanie się przygotowanie specjalistów w obszarze nowoczesnych nośników energii, w szczególności wodoru i energetyki jądrowej. Obejmuje to znajomość procesów technologicznych (elektroliza, ogniwa paliwowe, reaktory, systemy chłodzenia), zagrożeń bezpieczeństwa oraz oddziaływań na środowisko, w tym gospodarkę wodno-ściekową i odpadową. Inżynier środowiska musi uwzględniać ryzyka związane z łatwopalnością wodoru, emisjami promieniotwórczymi, chłodzeniem instalacji oraz spełnianiem rygorystycznych wymagań środowiskowych i BHP.

Istotne znaczenie mają także regulacje prawne i nadzór administracyjny, m.in. projektowane Prawo wodorowe oraz Prawo atomowe, które wymagają od inżyniera umiejętności prowadzenia ocen oddziaływania na środowisko, uzyskiwania pozwoleń i koordynacji nadzoru technicznego nad infrastrukturą energetyczną. Jednocześnie Polska intensywnie finansuje inwestycje środowiskowe i energetyczne – zarówno ze środków krajowych (NFOŚiGW), jak i unijnych (Fundusz Modernizacyjny, KPO, FEnIKS). Tworzy to znaczący popyt na specjalistów z zakresu inżynierii środowiska, gospodarki wodnej, OZE i zarządzania zasobami.

Nowy profil inżyniera sanitarnego powinien łączyć solidne podstawy hydrauliki, projektowania sieci i procesów wodno-ściekowych z kompetencjami cyfrowymi, ekologicznymi i społecznymi. Kluczowe jest ciągłe doksztalcanie się, zdobywanie uprawnień budowlanych oraz elastyczne uzupełnianie kwalifikacji poprzez studia podyplomowe, kursy i certyfikaty, aby sprostać dynamicznie zmieniającym się wymaganiom rynku pracy.

Podsumowanie od redakcji

Przytoczone wypowiedzi przedstawicieli uczelni jednoznacznie pokazują, że przyszłość kształcenia inżynierów środowiska opiera się na świadomym łączeniu trzech filarów: solidnych podstaw ogólnoinżynierskich, nowoczesnych kompetencji technologicznych oraz zdolności adaptacyjnych. Transformacja energetyczna nie wymaga jedynie znajomości konkretnych urządzeń czy aktualnych trendów rynkowych, lecz przede wszystkim umiejętności rozumienia i integrowania złożonych systemów – od poziomu instalacji w budynku, przez systemy ciepłownicze i energetyczne, aż po infrastrukturę miejską i krajową.

Przedstawione wypowiedzi zgodnie podkreślają, że kompetencje cyfrowe, takie jak BIM, symulacje komputerowe, analiza danych, automatyka, systemy zarządzania energią czy elementy sztucznej inteligencji, stają się nieodłącznym elementem pracy inżyniera, jednak nie mogą zastępować wiedzy podstawowej z zakresu mechaniki płynów, termodynamiki czy fizyki budowli. To właśnie ta „twarda” wiedza decyduje o bezpieczeństwie, niezawodności i jakości projektowanych rozwiązań.

Istotnym wspólnym mianownikiem debaty jest także rola uczelni jako środowiska „żywego laboratorium”, w którym studenci uczą się na rzeczywistych obiektach, projektach i danych eksploatacyjnych, we współpracy z przemysłem i instytucjami publicznymi. Stała aktualizacja programów studiów, dialog z otoczeniem społeczno-gospodarczym oraz włączanie studentów w projekty badawcze i problemowe pozwalają reagować na dynamiczne zmiany technologiczne i regulacyjne.

W perspektywie najbliższych 5–10 lat kluczowe znaczenie będą miały również kompetencje uniwersalne: umiejętność ciągłego uczenia się, krytycznego myślenia, pracy interdyscyplinarnej i odpowiedzialnego podejmowania decyzji w warunkach niepewności. Wypowiedzi pokazują wyraźnie, że uczelnie bardzo dobrze czują, że przyszły inżynier środowiska to nie tylko projektant instalacji czy sieci, lecz inżynier systemowy, doradca i integrator rozwiązań technicznych – przygotowany do współtworzenia transformacji energetycznej w sposób racjonalny, bezpieczny i zrównoważony.



Hip-Air – Nowe spojrzenie na bezpieczeństwo pacjentów w salach operacyjnych

W warunkach sali operacyjnej, gdzie precyzja, sterylność i kontrola są absolutnym priorytetem, nie zawsze dostateczną uwagę poświęca się fizjologicznym reakcjom pacjenta na środowisko mikroklimatyczne. Projekt Hip-Air, realizowany na Politechnice Warszawskiej, odpowiada na to wyzwanie, badając wpływ organizacji przepływu powietrza na ryzyko wystąpienia niezamierzonej hipotermii okołoperacyjnej.



Hipotermia pacjentów – ukryte zagrożenie w chirurgii

Nieoczekiwane obniżenie temperatury ciała pacjenta poniżej 36°C w trakcie operacji to powikłanie, które może mieć poważne skutki kliniczne. Niezamierzona hipotermia okołoperacyjna zwiększa ryzyko infekcji, zaburzeń krzepnięcia krwi, wydłuża czas rekonwalescencji, a także wpływa na zwiększenie kosztów leczenia i obciążenie personelu medycznego.

Choć medycyna dysponuje metodami profilaktyki (np. ogrzewaniem pacjenta), to skuteczność tych działań w dużej mierze zależy od otaczającego środowiska, w tym warunków termicznych i układów przepływu powietrza – szczególnie w obszarze operacyjnym.

Cele i założenia projektu Hip-Air

Projekt badawczy pt. „Wpływ organizacji przepływu powietrza w polu operacyjnym na ryzyko wystąpienia niezamierzonej hipotermii okołoperacyjnej pacjentów” (nr 2021/41/B/ST8/00700), finansowany przez Narodowe Centrum Nauki, stawia sobie ambitny cel: zrozumienie i opisanie mechanizmów wpływu wentylacji i mikroklimatu sali operacyjnej na bilans cieplny pacjenta.

Badania realizowane są przez Zespół ds. analiz komfortu cieplnego, produktywności i dobrostanu na Politechnice Warszawskiej i obejmują zarówno eksperymenty w warunkach laboratoryjnych, jak i analizy symulacyjne CFD.

Symulator sali operacyjnej – kluczowe narzędzie badań

Projekt Hip-Air korzysta z nowoczesnego narzędzia badawczego – Symulatora sali operacyjnej, zlokalizowanego na Wydziale Inżynierii Środowiska PW. To unikalne laboratorium pozwala na: realistyczne odwzorowanie warunków pracy w sali operacyjnej, sterowanie parametrami środowiskowymi (temperatura, wilgotność, przepływ powietrza, ciśnienie), wykorzystanie ogrzewanych manekinów termicznych do odwzorowania ciepła przekazywanego przez personel medyczny do otoczenia, oraz pomiar szeregu parametrów fizjologicznych pacjentów. Dzięki temu możliwe jest analizowanie wpływu różnych strategii wentylacyjnych (laminarnych, mieszających) i konfiguracji przestrzennych na straty ciepła z ciała pacjenta.

Znaczenie praktyczne i rekomendacje

Rezultaty projektu będą udostępnione projektantom sal operacyjnych (w zakresie rozmieszczenia nawiewów, strategii wentylacyjnych), producentom systemów HVAC i technologii ogrzewania pacjenta oraz personelowi medycznemu odpowiedzialnemu za profilaktykę hipotermii. Projekt ma również na celu popularyzację wiedzy o zagrożeniach związanych z hipotermią oraz promowanie projektowania i eksploatacji sal operacyjnych zorientowanych na dobrostan pacjenta.

Anna Bogdan



Projekt realizowany w ramach projektu badawczego nr 2021/41/B/ST8/00700 przyznanego przez Narodowe Centrum Nauki. Więcej informacji o projekcie można znaleźć na stronie: <https://hipotermiapacjentow.is.pw.edu.pl>