**Opis i uzasadnienie projektu Laboratorium Astrobiologii i Geomikrobiologii Inżynieryjnej Politechniki Wrocławskiej oraz jego wpływ na rozwój Uczelni**

**Uzasadnienie projektu**

Życie ludzi na Ziemi jest warunkowane dostępem do podstawowych dóbr zapewniających bytowanie – wody zdatnej do picia, czystego powietrza czy optymalnych warunków klimatycznych. Niestety, w ostatnim czasie działalność człowieka przyczyniła się do zanieczyszczenia środowiska naturalnego i postępujących zmian klimatu, a wyzwania w tych obszarach stały się priorytetem obecnych systemów ochrony środowiska. Dzięki szeregowi akcji proekologicznych, a także uwarunkowaniom prawnym, już teraz podejmowane są realne działania na rzecz przeciwdziałania i zapobiegania degradacji środowiska oraz zmianom klimatu. Należą do nich chociażby regulacje wynikające z Europejskiego Zielonego Ładu, cele zrównoważonego rozwoju przyjęte przez państwa członkowskie ONZ czy założenia modelu gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ).

Innowacyjne technologie, a szczególnie te związane z sektorem kosmicznym są kluczowe dla przyszłych badań nad ochroną zasobów naszej planety. Z pomocą przychodzi nam w ostatnich latach również dziedzina zwana astrobiologią, obejmująca swoim zakresem zagadnienia związane z bytowaniem człowieka w przestrzeni kosmicznej, dla której założenia GOZ są kluczowe. Wszystkie nowe technologie wdrażane obecnie w praktyce przemysłowej są oparte na cyrkularności zasobów oraz bioregeneratywnych systemach o obiegu zamkniętym. W szczególności są to surowce krytyczne - niezbędne w rozwoju technologicznym, a których zasoby naturalne stale się wyczerpują (m.in. litu i kobaltu). W tym kontekście obiecującą alternatywę stanowi zastosowanie metod biologicznych bazujących na wykorzystaniu naturalnych zdolności mikroorganizmów ekstremofilnych – bakterii, grzybów czy mikroglonów w technologiach tworzonych właśnie w myśl zasad GOZ. Mikroorganizmy te są unikatowe pod względem swoich właściwości fizjologicznych – mogą bytować w warunkach ekstremalnych dla człowieka, takich jak skrajne temperatury i pH czy wysokie stężenia metali ciężkich. Dzięki odporności organizmów ekstremofilnych na niekorzystne warunki środowiskowe możliwe jest ich szerokie zastosowanie w ochronie i inżynierii środowiska. Jednym z takich obiecujących zastosowań jest wykorzystanie mikroorganizmów ekstremofilnych do odzyskiwania surowców krytycznych z odpadów zawierających wysokie stężenia toksycznych substancji chemicznych i metali, np. ze zużytych baterii litowo-jonowych czy do pozyskiwania surowców z zasobów naturalnych w procesach geomikrobiologicznych. W konsekwencji wszelkie procesy technologiczne powstające w oparciu o wykorzystanie ekstremofili są bezpieczne dla środowiska, stosunkowo łatwe do prowadzenia, a także ekonomiczne.

Sektor technologii kosmicznych jest jednym z kluczowych dla gospodarki Unii Europejskiej, obok technologii ziemskich związanych m.in. z transformacją klimatyczną i energetyczną. Jest to związane zarówno z rozwojem dotychczasowych technologii (np. satelitarnych), ale także z poszukiwaniem alternatywnych rozwiązań technologicznych dla człowieka, wliczając w to badania nad możliwością kolonizacji planet i księżyców w naszym Układzie Słonecznym. W przygotowaniach do załogowej eksploracji Układu Słonecznego planowany jest szereg misji badawczych mających na celu przede wszystkim poznanie potencjału i wyzwań stojących przed eksploracją przestrzeni okołoziemskiej. W celu umożliwienia załogowym misjom badawczym budowy baz na Księżycu czy Marsie konieczne jest m.in. zapewnienie dostępu do niezbędnych surowców, których transport z Ziemi jest technicznie niemożliwy i ekonomicznie nieopłacalny. Ważnym jest także, aby nowe systemy o obiegu zamkniętym, konstruowane w warunkach ziemskich, miały możliwość implementacji także w warunkach kosmicznych. Dlatego też wykorzystanie organizmów ekstremofilnych w odzysku metali z zasobów ziemskich, ale i kosmicznych stanowi obecnie jedno z wyzwań w badaniach na świecie. Posiadając laboratorium, które rozwija powyższą tematykę, będziemy mogli konkurować z największymi i najlepszymi zespołami naukowo-badawczymi.

**Cel i opis projektu**

Celem projektu jest utworzenie laboratorium badawczo-dydaktycznego z zakresu astrobiologii i geomikrobiologii inżynieryjnej. W związku z tym niezbędne jest wyposażenie pracowni w odpowiedni i zaawansowany sprzęt laboratoryjny wspomagający przeprowadzanie eksperymentów oraz sprzęt analityczny. Katedra Inżynierii Ochrony Środowiska (K40/W07) posiada podstawowe urządzenia pomiarowe i laboratoryjne w zakresie fizykochemii odpadów, który obecnie jest wykorzystywany do badań m.in. nad odzyskiwaniem metali z odpadów. Zaplecze laboratorium K40 stanowi podstawę do dalszej działalności badawczej, niemniej w swoim obecnym kształcie nie jest wystarczające do rozwoju nowych kierunków naukowych w zakresie astrobiologii i geomikrobiologii, których praktyczne zastosowanie jest kluczowe dla gospodarki Unii Europejskiej. Wyposażenie Laboratorium Astrobiologii i Geomikrobiologii Inżynieryjnej w nowoczesny sprzęt pozwoli na rozpoczęcie działania nowej pracowni w pełnym zakresie możliwości realizowania projektów badawczych, a także wspomagania dydaktyki prowadzonej na Wydziale Inżynierii Środowiska. Szczegółowe zestawienie sprzętów niezbędnych do wyposażenia laboratorium wraz z kosztami (netto i brutto) przedstawiono w Zał. nr 2 do ZW 121/2023: FORMULARZ ZGŁOSZENIA PROJEKTU NA KONKURS POLYTECHNICA NOVA, pkt. „Koszty projektu”.

Kierunkiem działalności laboratorium będzie kontynuacja badań geomikrobiologicznych, bioługowania odpadów polimetalicznych i biologicznego pozyskiwania surowców z zasobów pozaziemskich (regolitu księżycowego i marsjańskiego) rozszerzona o aspekty astrobiologiczne. W ten sposób profil utworzonego laboratorium wpisze się także w dotychczasowy zakres działalności Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Wrocławskiej dotyczący gospodarki surowcami i technologii przetwarzania odpadów, jednocześnie rozszerzając go o nowy obszar badawczy dotyczący środowiska kosmicznego i jego eksploracji w celu pozyskiwania surowców. Wyposażenie laboratorium w specjalistyczny sprzęt analityczny i urządzenia wspomagające efektywne prowadzenie eksperymentów pozwoli na prowadzenie różnorodnych hodowli mikroorganizmów – wyselekcjonowanych odpowiednio szczepów bakterii, grzybów oraz mikroglonów mogących być wykorzystanym do szerokiego spektrum odzyskiwania surowców z odpadów i zasobów kosmicznych, w tym metali szlachetnych (m.in. złota, srebra, platyny), krytycznych (m.in. litu, kobaltu, manganu), strategicznych (miedzi i niklu) i ziem rzadkich (m.in. niobu, lantanu, neodymu). Możliwe będzie także prowadzenie badań nie tylko z uwzględnieniem obiegu surowców, ale także obiegu wody, np. poprzez przebadanie możliwości zastąpienia wodnych mediów do kultywacji mikroorganizmów przez środowisko hydrożelowe, co ma znaczenie nie tylko środowiskowe, ale także jest kluczowym aspektem załogowych misji kosmicznych. Prowadzone prace badawcze w laboratorium pozwolą zatem na modernizację i opracowywanie nowych metod w kontekście technologii ziemskich zgodnych z zasadami zrównoważonego rozwoju, założeniami modelu gospodarki o obiegu zamkniętym oraz neutralności klimatycznej, a jednocześnie dostosowanie ich do eksploracji przestrzeni kosmicznej i innych planet. Jednocześnie profil działalności laboratorium nadal pozostanie szczególnie osadzony w kontekście badań dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka z możliwym powiązaniem ich do innych dyscyplin naukowych Politechniki Wrocławskiej, m.in. inżynierii chemicznej, inżynierii materiałowej czy inżynierii biomedycznej.

Wszystkie obszary badawcze, które są planowane do realizacji w laboratorium wpisują się w priorytetowe i kluczowego sektory gospodarcze Unii Europejskiej, a także światowe trendy naukowe, co znacząco wpłynie na wizerunek i pozycję Politechniki Wrocławskiej w skali krajowej oraz na arenie międzynarodowej jako ośrodka, w którym realizowane są innowacyjne i interdyscyplinarne projekty badawcze i rozwojowe w odniesieniu do najlepszych instytucji badawczych na całym świecie.

Oprócz aspektu naukowego, laboratorium ma służyć do rozwoju pasji i zainteresowań młodzieży szkolnej, studentów i doktorantów PWr. Dla młodzieży szkolnej będzie stanowić atrakcyjne miejsce przygotowania projektów konkursowych czy podjęcia współpracy z naukowcami. Z kolei dzięki możliwości wykorzystania sprzętu laboratorium, każdy ze studentów czy doktorantów PWr będzie mógł podjąć współpracę badawczą z pracownią celem realizacji projektów. Laboratorium będzie także do dyspozycji studentów kół naukowych, szczególnie Wydziału Inżynierii Środowiska, ale również innych ośrodków będących częścią Politechniki Wrocławskiej. Utworzenie laboratorium stanowić będzie też przestrzeń do realizacji nowych obszarów tematycznych na już wprowadzonych kursach dydaktycznych Wydziału Inżynierii Środowiska i pokrewnych, jak również posłuży do opracowania nowej oferty, np. kursów wybieralnych na kierunkach Inżynieria środowiska, Gospodarka o obiegu zamkniętym oraz Neutralność klimatyczna.

**Wpływ na rozwój Uczelni**

Utworzenie laboratorium badawczo-dydaktycznego z zakresu astrobiologii i geomikrobiologii wpisuje się w założenia misji, wizji i wartości Politechniki Wrocławskiej. Przyczyni się do powstania i rozwoju nowego obszaru badawczego zarówno dla Wydziału Inżynierii Środowiska, jak i dla całej Politechniki Wrocławskiej związanego z interdyscyplinarnymi, innowacyjnymi badaniami astrobiologicznymi i kosmicznymi w kontekście eksploracji przestrzeni kosmicznej. Przykładem już rozwijanej tematyki badawczej są rozpoczęte projekty naukowe oraz podpisana umowa o współpracy z firmą Extremo Technologies, jako jedyną związaną z rozwijaniem biotechnologii kosmicznej w kontekście ochrony środowiska. Dzięki tej współpracy Wydział Inżynierii Środowiska Politechniki Wrocławskiej znalazł się w prestiżowym gronie polskich instytucji naukowych pracujących nad pierwszymi w historii polskimi eksperymentami wybranymi do implementacji na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Do zespołu badającego astrobiologiczne aspekty inżynierii i ochrony środowiska dołączył niedawno także dr Janusz Pętkowski, z Massachusetts Institute of Technology, wiceszef naukowy inicjatywy MIT-Morning Star Missions to Venus i wiceszef zespołu naukowo-instrumentowego misji firmy Rocket Lab na Wenus - pierwszej prywatnej międzyplanetarnej misji kosmicznej, której wystrzelenie planowane jest na styczeń 2025 roku.

Badania kosmiczne są obecnie jednym z głównych światowych trendów naukowych i rozwojowych, o czym świadczą podejmowane przez największe agencje kosmiczne inicjatywy, np. misje załogowe na Międzynarodową Stację Kosmiczną o charakterze badawczym. Ponadto przez ostatnie 10 lat Polska Agencja Kosmiczna aktywnie wspierają rozwój sektora kosmicznego w Polsce współpracując z Agencją Rozwoju Przemysłu czy z niedawno powołaną ESA BIC Poland - pierwszym kosmicznym programem inkubacyjnym w Polsce. W programie tym uczestniczy także wspomniana wyżej firma Extremo Technologies. Szczególnym zainteresowaniem cieszą się przede wszystkim zagadnienia związane z bytowaniem człowieka w przestrzeni kosmicznej, a także możliwości kolonizacji innych planet, co również ściśle wiąże się z ochroną środowiska kosmicznego. W pełni wyposażone, zaawansowane, nowoczesne laboratorium będzie stanowić unikatowe na skalę międzynarodową podejście do zagadnień geo-chemo-biologicznych w eksploracji kosmosu.

Wyposażenie pracowni w dodatkową aparaturę służącą do kompleksowych badań astrobiologicznych i geomikrobiologicznych (Zał. nr 2 do ZW 121/2023) pozwoli na interdyscyplinarne podejście do tematów związanych z inżynierią i ochroną środowiska, mikrobiologią, górnictwem i geologią, ale także inżynierią biomedyczną czy biotechnologią. Ponieważ Wydział Inżynierii Środowiska posiada znaczące doświadczenie w zakresie projektowania i opracowywania ziemskich technologii ochrony i inżynierii środowiska, a także sukcesy związane z badaniami kosmicznymi w ostatnich dwóch latach, ulepszenie już istniejącego laboratorium pozwoli na stworzenie pierwszego zespołu badawczego w Polsce w opisywanym powyżej temacie. Wpłynie to znacząco na wizerunek całej Uczelni jako ośrodka badawczego prowadzącego pionierskie prace naukowo-badawcze i kursy dydaktyczne. Z kolei dla społeczności Politechniki Wrocławskiej (pracowników różnych Wydziałów oraz studentów) rozwój nowego obszaru badawczego będzie szansą na doskonalenie dotychczasowych oraz nabywanie kolejnych kompetencji w nawiązaniu do trendów naukowych i przemysłowych, kształtując tym samym wizerunek ekspertów-pionierów w skali krajowej i międzynarodowej.