

**Zgłoszenie zagadnienia badawczego realizowanego  
w Krakowskiej Interdyscyplinarnej Szkole Doktorskiej  
w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka**

**w Jednostce: Instytut mechaniki Górotworu Polskiej Akademii Nauk**

|   |                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | <b>Nazwisko i imię promotora,</b><br>tytuł/stopień naukowy,<br>jednostka, adres e-mail      | Baran Paweł, dr hab. inż., prof. IMG PAN<br>Instytut Mechaniki Górotworu Polskiej Akademii Nauk<br>pawel.baran@imgpan.pl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 2 | Nazwisko i imię promotora<br>pomocniczego (opcjonalnie),<br>jednostka, adres e-mail         | Skiba Marta, dr inż.,<br>Instytut Mechaniki Górotworu Polskiej Akademii Nauk<br>skiba@imgpan.pl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 3 | <b>Temat zagadnienia<br/>badawczego+</b> krótki (do 250<br>słów) opis tematyki<br>badawczej | <p><b>Opracowanie zrównoważonej koncepcji zagospodarowania<br/>wybranych odpadów niebezpiecznych poprzez synergie procesów<br/>zeolityzacji i geopolimeryzacji.</b></p> <p>Celem pracy jest opracowanie koncepcji zagospodarowania wybranych odpadów niebezpiecznych z wytworzeniem produktów o potencjalnych możliwościach użytkowych. Ideą zadania badawczego jest w pierwszym etapie właściwa inwentaryzacja odpadów pod kątem możliwości wykorzystania ich w procesach zeolityzacji i geopolimeryzacji. Następnie, w myśl gospodarki o obiegu zamkniętym, koncepcja zagospodarowania odpadu będzie zmierzać w kierunku bezodpadowej technologii przetwarzania w całym cyklu materiałowym.</p> <p>W ramach pracy zostanie opracowana i zoptymalizowana metoda przetwarzania/destrukcji wybranego odpadu. Kolejno, na bazie produktów tego procesu, wykonana zostanie synteza materiałów zeolitowych i geopolimerowych, których właściwości zostaną ocenione pod kątem potencjalnych zastosowań praktycznych. Zgodnie z zasadą najlepszego wykorzystania materiałów i zasadą umiaru technologicznego, dla każdego zadania zostaną ustalone wskaźniki, których przestrzeganie będzie dowodem spełnienia wymagań zrównoważonego projektowania. Plan zakłada uzyskanie adsorbentów zeolitowych, które za pomocą druku 3D zostaną przekształcone w monolit o określonych właściwościach sorpcyjnych. Nadanie monolitom odpowiedniego kształtu pozwoli na przetestowanie uzyskanych próbek w innowacyjnej stacji do pomiaru wychwytywania cząsteczek (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>) z rozrzedzonego strumienia mieszanek gazowych. Opracowane zostaną również procedury syntezy zeolitów z wykorzystaniem płynnych pozostałości z procesu zagospodarowania wyjściowego odpadu. Wykorzystując płynne pozostałości, procedura syntezy zostanie zoptymalizowana w celu uzyskania próbek geopolimerów o odpowiedniej wytrzymałości mechanicznej. Jednocześnie zoptymalizowana zostanie procedura syntezy spienionych</p> |

|   |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                                                                                                           | materiałów geopolimerowych o określonym współczynniku przewodności cieplnej.                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 4 | Wymagania w stosunku do kandydata (wykształcenie, umiejętności/kursy)                                                     | Ukończone studia II stopnia na kierunku technologia chemiczna, energetyka lub pokrewne.<br>Podstawowa wiedza z zakresu inżynierii środowiska technologii i inżynierii chemicznej, umiejętności pracy laboratoryjnej, znajomość technik laboratoryjnych, analitycznych i instrumentalnych.<br>Znajomość języka angielskiego co najmniej na poziomie B2. |
| 5 | Wskazanie możliwych źródeł i zakresu finansowania spoza subwencji, np. stypendium naukowego, kosztów badań, wyjazdów itp. | Stypendium doktoranckie.<br>Projekt OPUS nr 2025/57/B/ST10/02593 finansowany z NCN.                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|   |                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | <b>Supervisor: name/surname, degree, affiliation, e-mail address</b> | Baran Paweł, dr hab. inż., prof. IMG PAN<br>Strata Mechanics Research Institute of the Polish Academy of Sciences<br>pawel.baran@imgpan.pl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 2 | Auxiliary supervisor (optional) affiliation, e-mail address          | Skiba Marta, dr inż.,<br>Strata Mechanics Research Institute of the Polish Academy of Sciences<br>skiba@imgpan.pl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 3 | <b>Research subject title</b><br>Short description, up to 250 words  | <p><b>A sustainable concept for the management of selected hazardous waste through synergies of zeolitization and geopolymerization processes.</b></p> <p>The aim of the study is to develop a concept for the management of selected hazardous waste with the creation of products with potential uses. The idea behind the research task is, in the first stage, to properly inventory waste in terms of its potential use in zeolitisation and geopolymerisation processes. Then, in line with the circular economy, the waste management concept will move towards waste-free processing technology throughout the entire material cycle.</p> <p>As part of the work, a method for processing/destruction of selected waste will be developed and optimised. Subsequently, based on the products of this process, zeolite and geopolymer materials will be synthesised, whose properties will be evaluated in terms of potential practical applications. In accordance with the principle of best use of materials and the principle of technological moderation, indicators will be set for each task, compliance with which will prove that the requirements of sustainable design have been met. The plan is to obtain zeolite adsorbents, which will be transformed into a monolith with specific sorption properties using 3D printing. Giving the monoliths the appropriate shape will allow the obtained samples to be tested in an innovative station for measuring the capture of molecules (CO<sub>2</sub>,</p> |

|   |                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                                                                                                  | CH <sub>4</sub> ) from a rarefied stream of gas mixtures. Procedures for the synthesis of zeolites using liquid residues from the initial waste management process will also be developed. Using liquid residues, the synthesis procedure will be optimised to obtain geopolymer samples with appropriate mechanical strength. At the same time, the synthesis procedure for foamed geopolymer materials with a specific thermal conductivity coefficient will be optimised. |
| 4 | Additional requirements to the candidate (education, skills / courses)                                           | <p>Graduate degree in chemical technology, energy or related fields.</p> <p>Basic knowledge of environmental engineering, technology and chemical engineering, laboratory work skills, knowledge of laboratory, analytical and instrumental techniques.</p> <p>Knowledge of English language at least at the B2 level.</p>                                                                                                                                                   |
| 5 | Possible sources of financing, other than subsidy, e.g., scientific scholarship, research and travel costs, etc. | <p>PhD scholarship.</p> <p>Project OPUS no. 2025/57/B/ST10/02593 funded by the National Science Centre.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |