

**Zgłoszenie zagadnienia badawczego realizowanego  
w Krakowskiej Interdyscyplinarnej Szkole Doktorskiej  
w dyscyplinie nauki inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka  
w Jednostce: Instytut mechaniki Górotworu Polskiej Akademii Nauk**

1	Nazwisko i imię promotora, tytuł/stopień naukowy, jednostka, adres e-mail	Rafał Misa, dr hab. inż. Instytut Mechaniki Górotworu Polskiej Akademii Nauk Pracownia Odkształceń Skał ul. Reymonta 27, 30-059 Kraków <a href="mailto:misa@imgpan.pl">misa@imgpan.pl</a>
2	Nazwisko i imię promotora pomocniczego, tytuł/stopień naukowy, jednostka, adres e-mail	
3	Temat zagadnienia badawczego+ krótki (do 250 słów) opis tematyki badawczej	<p><u>Temat zagadnienia badawczego:</u> <b>Przestrzenna architektura pola kawern w aspekcie ochrony środowiska</b></p> <p><u>Krótki opis tematyki badawczej:</u> Doktorat obejmie badania nad optymalnym kształtem geometrycznym kawern, ich wielkością oraz rozmieszczeniem w celu:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• minimalizacji wpływu eksploatacji na powierzchnię terenu,</li> <li>• zwiększenia bezpieczeństwa użytkowania kawern,</li> <li>• wydłużenia okresu użytkowania pola kawern.</li> </ul> <p>Planowane badania pozwolą odpowiedzieć na kluczowe pytania badawcze:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Czy rejestrowane konwergencje wynikają wyłącznie z intensywnego użytkowania kawern, czy także z wpływu sąsiednich kawern i wielkości pola kawern?</li> <li>2. Czy na podstawie danych użytkowania pojedynczej kawerny (np. czasowego przebiegu ciśnienia i konwergencji) można określić maksymalne oczekiwane konwergencje oraz ustalenie, czy ich stabilizacja jest możliwa?</li> <li>3. Czy istnieje optymalne rozmieszczenie kawern przeznaczonych do magazynowania gazu oraz produkcji solanki, które stabilizuje górotwór, redukując konwergencję i osiadanie?</li> <li>4. Czy dla projektowanych kawern można określić optymalną architekturę pola kawern (tj. odległości między kawernami, ich kształt i wielkość), która w przypadku intensywnego użytkowania pozwoli na zmniejszenie prędkości konwergencji oraz oczekiwanych osiadań?</li> </ol>
4	Wymagania w stosunku do kandydata (wykształcenie, umiejętności, szkolenia)	<p>Ukończenie studiów II stopnia (preferowane kierunki: budownictwo, energetyka, geodezja, górnictwo, inżynieria środowiska, mechanika lub pokrewne).</p> <p>Podstawowa wiedza z zakresu geomechaniki, górnictwa, energetyki.</p> <p>Umiejętność posługiwania się narzędziami do analizy numerycznej MES, oraz programów typu CAD.</p> <p>Praktyczna znajomość wybranego języka programowania lub środowiska do obliczeń naukowo-technicznych (np. MathCad, Matlab, Python, etc.).</p> <p>Znajomość języka angielskiego co najmniej na poziomie B1.</p>
5	Wskazanie źródeł finansowania	Stypendium doktoranckie.

1	Supervisor: name/surname, degree, affiliation, e-mail address	Rafał Misa, dr hab. inż. Strata Mechanics Research Institute of the Polish Academy of Sciences Division of Rock Deformation Reymonta 27, 30-059 Kraków <a href="mailto:misa@imgpan.pl">misa@imgpan.pl</a>
2	Auxiliary supervisor (optional) affiliation, e-mail address	
3	Research subject Title Short description, up to 250 words	<p><u>Research Topic:</u> <b>Spatial architecture of cavern fields in the context of environmental protection</b></p> <p><u>Brief description of the research area:</u> The doctoral research will focus on optimizing the geometric shape, size, and arrangement of caverns to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• minimize the impact of exploitation on the surface,</li> <li>• enhance the safety of cavern use,</li> <li>• extend the operational lifespan of cavern fields.</li> </ul> <p>The planned research aims to address the following key questions:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Do the observed convergence phenomena result solely from intensive cavern use, or are they also influenced by the proximity and size of neighbouring caverns within the field?</li> <li>2. Based on data from the operation of individual caverns (e.g., temporal pressure trends and convergence records), is it possible to predict maximum expected convergence and determine whether stabilization is achievable?</li> <li>3. Is there an optimal arrangement of caverns for gas storage and brine production that stabilizes the rock mass, thereby reducing convergence and surface subsidence?</li> <li>4. For newly designed caverns, can an optimal spatial architecture of the field be defined (e.g., distances between caverns, shapes, and sizes) to significantly reduce convergence rates and anticipated subsidence during intensive usage?</li> </ol>
4	Additional requirements to the candidate (education, skills/courses)	<p>Completion of master's degree, preferably in civil engineering, energy, environmental engineering, geodesy, mechanics, mining or related fields.</p> <p>Basic knowledge of geomechanics, mining, and energy systems.</p> <p>Proficiency in numerical analysis tools using FEM methods and CAD software.</p> <p>Practical knowledge of a programming language or scientific/technical computation environment (e.g., MathCad, Matlab, Python, etc.).</p> <p>English language proficiency at a minimum of B1 level.</p>
5	Sources of financing	PhD scholarship.