

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE  
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu zajęć:	Geologiczna sekwestracja CO2				
Rok akademicki:	2019/2020	Kod:	ZSDA-3-0151-s	Punkty ECTS:	3
Wydział:	Szkola Doktorska AGH				
Kierunek:	Szkola Doktorska AGH	Specjalność:	—		
Poziom studiów:	Studia III stopnia	Forma studiów:	Stacjonarne		
Język wykładowy:	Polski	Profil:	Ogólnoakademicki (A)	Semestr:	0
Strona www:	—				
Prowadzący moduł:	prof. nadzw. dr hab. Zarębska Katarzyna (zarebska@agh.edu.pl)				

### Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się dla modułu zajęć

Przedmiot ma charakter praktyczny i walor poznawczy. Tematyka kursu obejmuje zagadnienie szeroko pojętego wpływu emisji ditlenku węgla na środowisko oraz, przede wszystkim, koncepcji i technologii sekwestracji geologicznej ditlenku węgla z uwzględnieniem aspektów prawno-politycznych i społecznych dotyczących tych kwestii.

### Opis efektów uczenia się dla modułu zajęć

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Powiązania z KEU	Sposób weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w ramach poszczególnych form zajęć i dla całego modułu zajęć
Wiedza: zna i rozumie			
M_W001	Student zna i rozumie podstawowe pojęcia i zjawiska związane z emisją CO2 do atmosfery oraz z zakresu sekwestracji dwutlenku węgla, w tym uwarunkowania prawne.	SDA3A_W01, SDA3A_W05	Udział w dyskusji, Aktywność na zajęciach
M_W002	Student ma wiedzę o metodach i technikach geologicznej sekwestracji CO2.	SDA3A_W02	Udział w dyskusji, Odpowiedź ustna
Umiejętności: potrafi			
M_U001	Student potrafi krytycznie ocenić i dokonać analizy właściwości i sposobu zagospodarowania CO2 dla wybranych technologii i w wybranych warunkach.	SDA3A_U02, SDA3A_U01, SDA3A_U04	Udział w dyskusji, Prezentacja, Aktywność na zajęciach
Kompetencje społeczne: jest gotów do			

M_K001	Student ma świadomość wpływu emisji CO2 na środowisko naturalne, związanych z nią zagrożeń i odpowiedzialności odpowiednich podmiotów za podejmowane działania i decyzje. Student właściwie rozpoznaje i ocenia problemy w zakresie specyfiki sekwestracji CO2 z uwzględnieniem aspektów środowiskowych i społeczno-prawnych.	SDA3A_K01, SDA3A_K02	Udział w dyskusji, Aktywność na zajęciach
--------	---	-------------------------	---

### Liczba godzin zajęć w ramach poszczególnych form zajęć

Suma	Forma zajęć dydaktycznych										
	Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
30	15	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0

### Matryca kierunkowych efektów uczenia się w odniesieniu do form zajęć i sposobu zaliczenia, które pozwalają na ich uzyskanie

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrąfi/jest gotów do	Forma zajęć dydaktycznych										
		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
Wiedza: zna i rozumie												
M_W001	Student zna i rozumie podstawowe pojęcia i zjawiska związane z emisją CO2 do atmosfery oraz z zakresu sekwestracji dwutlenku węgla, w tym uwarunkowania prawne.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W002	Student ma wiedzę o metodach i technikach geologicznej sekwestracji CO2.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności: potrafi												
M_U001	Student potrafi krytycznie ocenić i dokonać analizy właściwości i sposobu zagospodarowania CO2 dla wybranych technologii i w wybranych warunkach.	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne: jest gotów do												

M_K001	Student ma świadomość wpływu emisji CO2 na środowisko naturalne, związanych z nią zagrożeń i odpowiedzialności odpowiednich podmiotów za podejmowane działania i decyzje. Student właściwie rozpoznaje i ocenia problemy w zakresie specyfiki sekwestracji CO2 z uwzględnieniem aspektów środowiskowych i społeczno-prawnych.	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

## Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w zajęciach dydaktycznych/praktyka	30 godz
Przygotowanie do zajęć	10 godz
przygotowanie projektu, prezentacji, pracy pisemnej, sprawozdania	8 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	8 godz
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2 godz
Dodatkowe godziny kontaktowe	1 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	59 godz
Punkty ECTS za moduł	3 ECTS

## Pozostałe informacje

### Szczegółowe treści kształcenia w ramach poszczególnych form zajęć (szczegółowy program wykładów i pozostałych zajęć)

#### Wykład

1. Obieg węgla w przyrodzie. Cykl węglanowo-krzemianowy. Naturalna i antropogeniczna emisja CO2. CO2 jako gaz cieplarniany.
2. Sekwestracji CO2 (CSS – CO2 Capture and Storage). Metody wychwytywania CO2. Metody składowanie CO2 (biologiczne, oceaniczne, geologiczne, karbonatyzacja mineralna).
3. Uwarunkowania prawno-polityczne w skali Polski, Europy i świata w zakresie emisji CO2 i sekwestracji CO2.
4. Fizyczne i chemiczne mechanizmy sekwestracji geologicznej: Metody strukturalne i stratygraficzne – CO2 jako płyn poniżej pułapki fizycznej. Gaz resztkowy – CO2 pomiędzy porami ziaren skał. Rozpuszczanie – CO2 migrujące przez zbiornik pod uszczelnieniem, rozpuszczone w cieczy. Wytrącanie minerałów – CO2 reagujące z istniejącą skałą, tworząc nowe stabilne minerały. Metody adsorpcyjne – CO2 związane fizycznie w strukturze skał.
5. Specyfika mediów geologicznych w aspekcie sekwestracji CO2: zbiorniki ropy naftowej i gazu ziemnego; głębokie solankowe warstwy wodonośne, nasycone wodą słoną lub solanką; pokłady węgla. Ocena potencjału metod geologicznej

sekwencji CO2: mechanizm, skala, efektywny czas magazynowania, wymagania i ograniczenia.

6. Instalacje i projekty pilotażowe w Polsce i na świecie.

### **Zajęcia seminaryjne**

Krytyczna analiza konkretnego problemu z zakresu tematyki emisji CO2 i sekwencji CO2, w tym bieżących wydarzeń, w oparciu o wiedzę studenta i aktualne doniesienia literaturowe.

### **Metody i techniki kształcenia:**

Wykład: Treści prezentowane na wykładzie są przekazywane w formie prezentacji multimedialnej w połączeniu z klasycznym wykładem tablicowym wzbogaconymi o pokazy odnoszące się do prezentowanych zagadnień.

Zajęcia seminaryjne: Na zajęciach seminaryjnych podstawą jest prezentacja multimedialna oraz ustna prowadzona przez studentów. Kolejnym ważnym elementem kształcenia są odpowiedzi na powstałe pytania, a także dyskusja studentów nad prezentowanymi treściami.

### **Warunki i sposób zaliczenia poszczególnych form zajęć, w tym zasady zaliczeń poprawkowych, a także warunki dopuszczenia do egzaminu:**

Aby zaliczyć zajęcia seminaryjne należy wygłosić referat na temat uzgodniony z prowadzącym oraz aktywnie uczestniczyć w dyskusji nad przedstawionym zagadnieniem.

Możliwe jest uzyskanie dodatkowych ocen za aktywność w dyskusji podczas kursu.

### **Zasady udziału w poszczególnych zajęciach, ze wskazaniem, czy obecność studenta na zajęciach jest obowiązkowa:**

Wykład:

- Obecność obowiązkowa: Nie

- Zasady udziału w zajęciach: Studenci uczestniczą w zajęciach poznając kolejne treści nauczania zgodnie z sylabusem przedmiotu. Studenci winni na bieżąco zadawać pytania i wyjaśniać wątpliwości. Rejestracja audiowizualna wykładu wymaga zgody prowadzącego.

Zajęcia seminaryjne:

- Obecność obowiązkowa: Tak

- Zasady udziału w zajęciach: Studenci prezentują na forum grupy temat wskazany przez prowadzącego oraz uczestniczą w dyskusji nad tym tematem. Ocenie podlega zarówno wartość merytoryczna prezentacji, jak i tzw. kompetencje miękkie.

### **Sposób obliczania oceny końcowej**

Ocena końcowa jest średnią arytmetyczną oceny z wygłoszonego seminarium oraz oceny z przeprowadzonej po seminarium dyskusji.

Możliwe jest uzyskanie dodatkowych ocen za aktywność w dyskusji podczas prezentacji innych studentów.

### **Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach:**

Wykład:

- Obecność: zalecana

Zajęcia seminaryjne:

- Obecność: obowiązkowa

Prowadzący zajęcia może uznać za usprawiedliwioną nieobecność na zajęciach w oparciu o odpowiedni dokument, jak zaświadczenie lekarskie, lub inny dokument wskazujący jednoznacznie przyczynę nieobecności studenta.

## **Wymagania wstępne i dodatkowe, z uwzględnieniem sekwencyjności modułów**

Podstawowa wiedza dotycząca zagadnień ochrony środowiska.

## **Zalecana literatura i pomoce naukowe**

1. Radosław Tarkowski: Geologiczna sekwestracja CO<sub>2</sub>. Wydawnictwo Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Seria: Studia, Rozprawy Monografie – Polska Akademia Nauk. Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią, Tom 132, Kraków, 2005.
2. Radosław Tarkowski (red.): Podziemne składowanie CO<sub>2</sub> w Polsce w głębokich strukturach geologicznych (ropo-, gazo- i wodonośnych). Wydawnictwo Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków 2005.
3. Katarzyna ZARĘBSKA: Analiza możliwości wykorzystania polskich węgli kamiennych do sekwestracji CO<sub>2</sub>. Prace Naukowe Głównego Instytutu Górnictwa, Seria: Studia – Rozprawy – Monografie, nr 888, Katowice, 2012.

## **Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu**

1. Katarzyna ZARĘBSKA: Analiza możliwości wykorzystania polskich węgli kamiennych do sekwestracji CO<sub>2</sub>. Prace Naukowe Głównego Instytutu Górnictwa, Seria: Studia – Rozprawy – Monografie, nr 888, Katowice, 2012.
2. Katarzyna ZARĘBSKA, Paweł Baran, Andrzej Krzyżanowski: Zastosowanie danych sorpcyjnych do określenia potencjału magazynowania CO<sub>2</sub> dla polskich węgli kamiennych. W: Paliwa i energia XXI wieku. red. Grzegorz S. Jodłowski, Wydawnictwo Naukowe „Akapit”, Kraków 2014.
3. Katarzyna ZARĘBSKA, Paweł Baran, Katarzyna Czerw, Natalia Czuma, Piotr Zabierowski: Interactions between CH<sub>4</sub> and CO<sub>2</sub> gas mixtures and hard coal in the context of potential sequestration of carbon dioxide in underground sites in Poland – Analiza oddziaływań mieszaniny gazów CH<sub>4</sub> i CO<sub>2</sub> z węglem kamiennym w aspekcie możliwości podziemnego składowania ditlenku węgla w regionie Polski. Prace Instytutu Mechaniki Górotworu Polskiej Akademii Nauk, t. 19 nr 3, s. 55–60, Kraków, 2017.
4. Katarzyna Czerw, Agnieszka Dudzińska, Paweł Baran, Katarzyna ZARĘBSKA: Sorption of carbon dioxide on the lithotypes of low rank coal. Adsorption : Journal of the International Adsorption Society, t. 25, s. 965–972, 2019.

## **Informacje dodatkowe**

Zajęcia odbywają się zgodnie z harmonogramem uzgodnionym i przekazany do wiadomości studentów.