



**UCHWAŁA NR 96/2022**  
**SENATU UNIwersYTETU WROCLAWSKIEGO**  
z dnia 22 czerwca 2022 r.

**w sprawie programu studiów dla kierunku *geologia*  
na poziomie studiów pierwszego i drugiego stopnia**

Na podstawie art. 28 ust. 1 pkt 11 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2022 poz. 574, z późn. zm.) uchwala się, co następuje:

**§ 1.** Senat Uniwersytetu Wrocławskiego ustala program studiów dla kierunku *geologia* na poziomie studiów pierwszego i drugiego stopnia o profilu ogólnoakademickim dla cykli kształcenia rozpoczynających się od roku akademickiego 2022/2023 w brzmieniu określonym w załącznikach nr 1 i 2 do niniejszej uchwały.

**§ 2.** Uchwała wchodzi w życie z dniem podjęcia.

Przewodniczący Senatu UWr  
Rektor: *prof. R. Olkiewicz*

**PROGRAM STUDIÓW: GEOLOGIA, STUDIA I STOPNIA STACJONARNE**

Lp.	Nazwa przedmiotu	Liczba punktów	Egz. obowiązujące po sem.	Godziny zajęć						Rozkład godzin zajęć																			
				Razem	w tym					I rok				II rok				III rok											
					wykłady	seminaria/ konwersatoria	ćwiczenia laboratoryjne	ćwiczenia	ćwiczenia terenowe	sem. 1		sem. 2		sem. 3		sem. 4		sem.5		sem. 6									
										w	ćw.	w	ćw.	w	ćw.	w	ćw.	w	ćw.	w	ćw.								
										15 tygodni	15 tygodni	12 tygodni	12 tygodni	15 tygodni	15 tygodni	12 tygodni	12 tygodni	15 tygodni	15 tygodni	12 tygodni	12 tygodni								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	25	26	27	28	29	30		
Semestr I																													
1	Szkolenie wstępne w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ochrony przeciwpożarowej	0	<b>z</b>	<b>4</b>	4					4												<b>0</b>							
2	Geologia dynamiczna I	9	<b>1</b>	<b>88</b>	28		40	20		28	60											<b>9</b>							
3	Matematyka	3	<b>1</b>	<b>48</b>	24			24		24	24											<b>3</b>							
4	Ochrona własności intelektualnej	1	<b>z</b>	<b>4</b>	4					4												<b>1</b>							
5	Metody komputerowe w geologii	3	<b>z</b>	<b>24</b>			24				24											<b>3</b>							
6	Podstawy paleobotaniki	3	<b>z</b>	<b>28</b>	14			14		14	14											<b>3</b>							

7	Podstawy paleozoologii i stratygrafii	8	1	56	28		28			28	28										8					
8	Ćwiczenia terenowe z podstaw geologii	1	z	12					12		12										1					
9	Moduł A - przedmioty do wyboru	2	z	16	16					16											2					
Semestr II																										
10	Chemia	6	2	60	24		36					24	36								6					
11	Fizyka	4	2	46	30	16						30	16								4					
12	Geologia dynamiczna II	7	2	80	24		32	24				24	56								7					
13	Mineralogia I	4	2	50	24		26					24	26								4					
14	Ćw. terenowe - Geologia dynamiczna I	6	z	72					72				72								6					
15	Moduł B1 - przedmioty do wyboru	3	z	36					36				36								3					
16	Moduł B2 - przedmioty do wyboru	0	z	60	60 - 2 semestry - realizacja do końca V semestru studiów																	0	0	0	0	
Semestr III																										
17	Geochemia	5	3	44	28			16						28	16							5				
18	Geologia historyczna I	7	3	69	30			39						30	39							7				
19	Hydrologia	5	z	52	24			28						24	28							5				
20	Mineralogia II	6	3	54	28		26							28	26							6				
21	Petrologia I	7	3	69	30		39							30	39							7				
22	Język obcy nowożytny	0	z	60				60							60							0				
Semestr IV																										
23	Geologia historyczna II	3	4	48	24			24								24	24						3			
24	Petrologia II	5	4	56	26		30									26	30						5			

25	Ekonomia	2	<b>z</b>	<b>22</b>	22											22									<b>2</b>		
26	Język obcy nowożytny	0	<b>z</b>	<b>60</b>				60									60								<b>0</b>		
27	Moduł D1 - przedmioty do wyboru	5	<b>4</b>	<b>54</b>	30		18	6								30	24								<b>5</b>		
28	Moduł D2 - przedmioty do wyboru	3	<b>4</b>	<b>40</b>	24			16								24	16								<b>3</b>		
29	Moduł D3 - przedmioty do wyboru	4	<b>z</b>	<b>48</b>	24			24								24	24								<b>4</b>		
30	Moduł D4 - przedmioty do wyboru	4	<b>z</b>	<b>36</b>					36								36								<b>4</b>		
31	Moduł D5 - przedmioty do wyboru	2	<b>z</b>	<b>36</b>					36								36								<b>2</b>		
32	Moduł D6 - przedmioty do wyboru	2	<b>z</b>	<b>22</b>	22											22									<b>2</b>		
Semestr V																											
33	Geofizyka	5	<b>5</b>	<b>70</b>	28		42										28	42							<b>5</b>		
34	Geologia inżynierska	4	<b>5</b>	<b>56</b>	28		28										28	28							<b>4</b>		
35	Metody statystyczne w geologii	2	<b>z</b>	<b>40</b>	16		24										16	24							<b>2</b>		
36	Język obcy nowożytny	12	<b>5</b>	<b>60</b>				60										60							<b>12</b>		
37	Moduł E1 - przedmioty do wyboru	4	<b>5</b>	<b>67</b>	28		39										28	39							<b>4</b>		
38	Moduł E2 - przedmioty do wyboru	2	<b>z</b>	<b>46</b>	18		28										18	28							<b>2</b>		
39	Moduł E3 - przedmioty do wyboru	1	<b>5</b>	<b>26</b>	26												26								<b>1</b>		
Semestr VI																											

40	Górnictwo i wiertnictwo	2	z	48	24			24											2 4	24						2	
41	Kartografia geologiczna	4	z	62	14			48											1 4	48						4	
42	Ćw. terenowe - Górnictwo i wiertnictwo	1	z	36					36											36						1	
43	Ćw. terenowe - Kartografia geologiczna	4	z	72					72											72						4	
44	Praca dyplomowa i egzamin dyplomowy	10	6	0																						1 0	
45	Moduł F1 - przedmioty do wyboru	3	6	33	33														3 3							3	
46	Moduł F2 - przedmioty do wyboru	4	6	40	24			16											2 4	16						4	
47	Moduł F3 - przedmioty do wyboru	2	z	20		20														20						2	
		18 0	25	2142	77 1	36	46 0	51 1	30 0	11 8	16 2	10 2	24 2	14 0	21 2	17 2	25 0	14 4	22 1	9 5	22 4	3 0	3 0	3 0	3 0	3 0	3 0
	Razem godzin									280		344		352		422		365		319							
	Razem egzaminów	24 egz. + egzamin dyplomowy																									

Lp.	Nazwa przedmiotu	Liczba punktów	Egz. obowiązujące po sem.	Godziny zajęć						Rozkład godzin zajęć												liczba punktów w semestrze							
				Razem	w tym					I rok				II rok				III rok											
					wykłady	seminaria/ konwersatoria	ćwiczenia laboratoryjne	ćwiczenia	ćwiczenia terenowe	sem. 1		sem. 2		sem. 3		sem. 4		sem.5		sem. 6									
										w	ćw.	w	ćw.	w	ćw.	w	ćw.	w	ćw.	w	ćw.								
										15 tygodni	15 tygodni	12 tygodni	12 tygodni	15 tygodni	15 tygodni	12 tygodni	12 tygodni	15 tygodni	15 tygodni	12 tygodni	12 tygodni	semestr 1	semestr 2	semestr 3	semestr 4	semestr 5	semestr 6		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	25	26	27	28	29	30		
Moduł A - przedmioty do wyboru																													
47	Ochrona i kształtowanie środowiska	2	z	16	16					16												2							
48	Podstawy ekologii	2	z	16	16					16												2							
Moduł B1 - przedmioty do wyboru																													
49	Ćw. terenowe - Geologia dynamiczna II (procesy endogeniczne)	3	z	36					36				36										3						
50	Ćw. terenowe - Geologia dynamiczna II (procesy egzogeniczne)	3	z	36					36				36										3						
Moduł B2 - przedmioty do wyboru																													
51	Wychowanie fizyczne	0	z	60	60 - 2 semestry - realizacja do końca V semestru studiów																		0	0	0	0			
Moduł D1 - przedmioty do wyboru																													
52	Hydrogeologia	5	4	54	30		6	18								30	24								5				
53	Applied hydrogeology	5	4	54	30		6	18								30	24								5				
Moduł D2 - przedmioty do wyboru																													

53	Sedymentologia	3	4	40	24			16								24	16									3	
54	Principles of sedimentology	3	4	40	18			12	10							18	22									3	
Moduł D3- przedmioty do wyboru																											
55	Geologia strukturalna	4	z	48	24			24								24	24									4	
56	Principles of structural geology	4	z	48	24			24								24	24									4	
Moduł D4 - przedmioty do wyboru																											
57	Ćw. terenowe - Hydrogeologia z elementami hydrologii	2	z	36					36								36									2	
58	Ćw. terenowe - Sedymentologia	2	z	36					36								36									2	
59	Ćw. terenowe - Tektonika	2	z	36					36								36									2	
Moduł D5 - przedmioty do wyboru																											
60	Ćw. terenowe - Geologia historyczna	2	z	36					36								36									2	
61	Ćw. terenowe - Geologia z elementami geomorfologii	2	z	36					36								36									2	
62	Ćw. terenowe - Mineralogia i petrologia	2	z	36					36								36									2	
Moduł D6 - przedmioty do wyboru																											
63	Historia środowiskowa i geoarcheologia	2	z	16	16												16									2	
64	Proseminarium	2	z	16			16											16								2	
65	Przedsiębiorczość i zarządzanie małą firmą	2	z	28	14			14									14	14								2	
Moduł E1 - przedmioty do wyboru																											
66	Geologia złóż	4	5	67	28		39										28	39								4	

67	Economic geology	4	5	67	28		39										28	39							4
Moduł E2 - przedmioty do wyboru																									
68	Gemmologia	2	z	46	18		28										18	28							2
69	Metody badania jakości wód i gruntów	2	z	46	18		28										18	28							2
70	Podstawy geoturystyki	2	z	46	24			22									24	22							2
71	Minerały skałotwórcze	2	z	46	18		28										18	28							2
Moduł E3 - przedmioty do wyboru																									
72	Tektonika	1	5	26	26												26								1
73	Principles of tectonics	1	5	26	26												26								1
Moduł F1 - przedmioty do wyboru																									
74	Geologia regionalna Polski	3	6	33	33													33							3
75	Regional Geology of Poland	3	6	33	33													33							3
Moduł F2 - przedmioty do wyboru																									
76	Gosp. surowcami min. w warunkach zrówn. rozwoju	4	6	46	24		22											24	22						4
77	Analiza materiału paleontologicznego	4	6	46	20			26										20	26						4
78	Kopalne środowiska naturalne	4	6	46	24			22										24	22						4
79	Gruntoznawstwo	4	6	46	22		20		4									22	24						4
Moduł F3 - przedmioty do wyboru																									
80	Seminarium - Geochemia i geologia środowiskowa	2	z	20		20													20						2



81	Seminarium - Hydrogeologia i geologia inżynierska	2	<b>z</b>	<b>20</b>		20														20						<b>2</b>
82	Seminarium - Mineralogia, petrologia, geochemia	2	<b>z</b>	<b>20</b>		20														20						<b>2</b>
83	Seminarium - Stratygrafia, tektonika, geol. złóż, sedymentologia	2	<b>z</b>	<b>20</b>		20														20						<b>2</b>

<b>Wskaźniki ECTS</b>	
Liczba punktów ECTS niezbędna do uzyskania kwalifikacji	180
Łączna liczba punktów ECTS, które student musi uzyskać na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich	170
Liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z obszarów nauk humanistycznych i nauk społecznych	5
Liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego	12
Liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać realizując moduły na zajęciach ogólnouczelnianych (lektoraty, moduły związane z przygotowaniem do zawodu nauczyciela, szkolenie wstępne z bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ochrony przeciwpożarowej)	12
Wymiar praktyki zawodowej i liczba punktów ECTS przypisanych praktykom określonym w programie studiów	-
Procentowy udział liczby punktów ECTS dla programu przyporządkowanego do więcej niż jednej dyscypliny	-
Procentowy udział poszczególnych dyscyplin, do których odnoszą się efekty uczenia.	nauki o Ziemi i środowisku 100%

## OPIS ZAKŁADANYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ DLA KIERUNKU STUDIÓW

Kierunek studiów: <b>Geologia</b> Dyscyplina naukowa: <b>nauki o Ziemi i środowisku (100%)</b> Poziom kształcenia: <b>studia pierwszego stopnia</b> Poziom kwalifikacji: <b>6</b> Profil kształcenia: <b>ogólnoakademicki</b> Tytuł nadawany absolwentom: <b>licencjat</b>		
Kod efektu uczenia się dla kierunku studiów	Efekty uczenia się dla kierunku studiów  Po ukończeniu studiów pierwszego stopnia na kierunku <i>Geologia</i> absolwent uzyska efekty uczenia się w zakresie:	Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia PRK (kody)
<b>WIEDZA</b>		
K1_W01	Zna fizyczne i chemiczne podstawy nauk przyrodniczych.	P6S_WG
K1_W02	Posiada wiedzę z matematyki i statystyki na poziomie pozwalającym opisywać zjawiska przyrodnicze.	P6S_WG
K1_W03	Zna podstawowe pojęcia, procesy i zjawiska związane z naukami o Ziemi	P6S_WG
K1_W04	Zna terminologię odnoszącą się do budowy Ziemi, procesów geologicznych i czasu geologicznego.	P6S_WG
K1_W05	Posiada podstawową wiedzę w zakresie poszczególnych gałęzi nauk geologicznych: mineralogii, petrologii, geochemii paleontologii, geologii historycznej, geomorfologii, sedimentologii, tektoniki, hydrogeologii, geologii złóż, geologii inżynierskiej, geofizyki.	P6S_WG
K1_W06	Ma wiedzę z geologii regionalnej Polski i obszarów przyległych, ze szczególnym uwzględnieniem Dolnego Śląska.	P6S_WG
K1_W07	Zna podstawowe techniki i narzędzia badawcze stosowane w geologii z uwzględnieniem podstaw górnictwa i wiertnictwa oraz kartografii geologicznej.	P6S_WG
K1_W08	Zna powiązania między osiągnięciami nauk geologicznych a możliwościami ich wykorzystania w życiu społeczno-gospodarczym z zachowaniem zasady zrównoważonego rozwoju.	P6S_WK
K1_W09	Ma wiedzę w zakresie podstawowych zasad bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ergonomii.	P6S_WK
K1_W10	Zna podstawowe pojęcia i zasady ochrony własności intelektualnej.	P6S_WK
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>		
K1_U01	Potrafi rozpoznać i opisać makroskopowo (w warunkach terenowych) podstawowe minerały i skały.	P6S_UW
K1_U02	Potrafi opisać i zaklasyfikować minerały i skały w szlifie mikroskopowym i przy zastosowaniu innych wybranych technik laboratoryjnych.	P6S_UW
K1_U03	Potrafi rozpoznawać podstawowe skamieniałości a także wyciągać wnioski stratygraficzne i facjalne.	P6S_UW
K1_U04	Potrafi rozpoznawać struktury geologiczne i mierzyć w terenie ich orientację	P6S_UW
K1_U05	Potrafi prowadzić dokumentację terenową (opisy, szkice, profile i przekroje robocze) i pobierać próby.	P6S_UW
K1_U06	Potrafi odczytywać i analizować treść map topograficznych i geologicznych.	P6S_UW
K1_U07	Potrafi wykonać samodzielnie mapę geologiczną.	P6S_UW
K1_U08	Potrafi wykonać podstawowe pomiary laboratoryjne i terenowe w zakresie hydrogeologii i geologii inżynierskiej.	P6S_UW
K1_U09	Potrafi zastosować podstawowe metody matematyczne i statystyczne do opisu zjawisk i analizy danych geologicznych.	P6S_UW

K1_U10	Potrafi wykorzystać podstawowe oprogramowanie komputerowe stosowane do analizy danych i wizualizacji wyników.	P6S_UW
K1_U11	Potrafi czytać i rozumieć literaturę fachową w języku polskim i angielskim oraz rozumie konieczność rozwijania tej umiejętności przez całe życie	P6S_UK P6S_UU
K1_U12	Potrafi wyszukiwać i wykorzystywać publikacje źródłowe, w tym internetowe.	P6S_UK
K1_U13	Potrafi poprawnie wnioskować na podstawie danych z różnych źródeł.	P6S_UK
K1_U14	Potrafi opracować wybrany problem geologiczny w formie pisemnej i zaprezentować opracowanie w formie referatu (prezentacji ustnej).	P6S_UO
K1_U15	Potrafi komunikować się w języku obcym na poziomie B2 Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego.	P6S_UK
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>		
K1_K01	Potrafi pracować w zespole, w trakcie zajęć terenowych i laboratoryjnych.	P6S_KK
K1_K02	Potrafi właściwie reagować na utrudnienia i zagrożenia występujące w trakcie pracy w terenie.	P6S_KK
K1_K03	Wykazuje odpowiedzialność za bezpieczeństwo pracy własnej i innych osób.	P6S_KO
K1_K04	Wykazuje odpowiedzialność za powierzony sprzęt.	P6S_KO
K1_K05	Wykazuje ostrożność i krytycyzm w przyjmowaniu informacji na tematy przyrodnicze dostępnych w masowych mediach.	P6S_KK
K1_K06	Wykazuje potrzebę stałego aktualizowania wiedzy w zakresie nauk geologicznych.	P6S_KK
K1_K07	Jest zdolny do obiektywnej oceny wykonanej pracy.	P6S_KR

Objaśnienie symboli:

PRK – Polska Rama Kwalifikacji

P6S\_WG/P7S \_WG – kod składnika opisu kwalifikacji dla poziomu 6 i 7 w charakterystykach drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji

K\_W - kierunkowe efekty uczenia się w zakresie wiedzy

K\_U - kierunkowe efekty uczenia się w zakresie umiejętności

K\_K - kierunkowe efekty uczenia się w zakresie kompetencji społecznych

01, 02, 03 i kolejne - kolejny numer kierunkowego efektu uczenia się

**Pokrycie efektów uczenia się określonych w charakterystykach drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji przez efekty kierunkowe**

<b>Kierunek studiów: Geologia</b> <b>Poziom kształcenia: studia I stopnia</b> <b>Profil kształcenia: ogólnoakademicki</b>		
Kod składnika opisu Polskiej Ramy Kwalifikacji	Efekty uczenia się określone w charakterystykach drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji	Odniesienie do efektów uczenia się dla kierunku <i>Geologia</i>
<b>WIEDZA</b>		
P6S_WG	Zna i rozumie w zaawansowanym stopniu - wybrane fakty, obiekty i zjawiska oraz dotyczące ich metody i teorie wyjaśniające złożone zależności między nimi, stanowiące podstawową wiedzę ogólną z zakresu dyscyplin naukowych lub artystycznych tworzących podstawy teoretyczne oraz wybrane zagadnienia z zakresu wiedzy szczegółowej - właściwe dla programu studiów, a w przypadku studiów o profilu praktycznym - również zastosowania praktyczne tej wiedzy w działalności zawodowej związanej z ich kierunkiem	K1_W01, K1_W02, K1_W03, K1_W04, K1_W05, K1_W06, K1_W07,
P6S_WK	Zna i rozumie fundamentalne dylematy współczesnej cywilizacji Zna i rozumie podstawowe ekonomiczne, prawne, etyczne i inne uwarunkowania różnych rodzajów działalności zawodowej związanej z kierunkiem studiów, w tym podstawowe pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego Zna i rozumie podstawowe zasady tworzenia i rozwoju różnych form przedsiębiorczości.	K_W08, K1_W09, K1_W10 K1_W10
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>		
P6S_UW	Potrafi wykorzystywać posiadaną wiedzę - formułować i rozwiązywać złożone i nie typowe problemy oraz wykonać zadania w warunkach nie w pełni przewidywalnych przez: - właściwy dobór źródeł i informacji z nich pochodzących, dokonywanie oceny, krytycznej analizy i syntezy tych informacji, - dobór oraz stosowanie właściwych metod i narzędzi w tym zaawansowanych technik informacyjno - komunikacyjnych	K1_U01, K1_U02, K1_U03, K1_U04, K1_U05, K1_U06, K1_U07, K1_U08, K1_U09, K1_U10
P6S_UK	Potrafi komunikować się z otoczeniem z użyciem specjalistycznej terminologii. Potrafi brać udział w dbacie - przedstawiać i oceniać różne opinie i stanowiska oraz dyskutować o nich Potrafi posługiwać się językiem obcym na poziomie B2 Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego	K1_U11, K1_U12, K1_U13 K1_U15
P6S_UO	Potrafi planować i organizować pracę indywidualną oraz w zespole Potrafi współdziałać z innymi osobami w ramach prac zespołowych (także o charakterze interdyscyplinarnym)	K1_U14
P6S_UU	Potrafi samodzielnie planować i realizować własne uczenie się przez całe życie	K1_U13
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>		
P6S_KK	Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści.	K1_K06, K1_K05,

	Jest gotów do uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniu problemu.	K1_K01, K1_K02
P6S_KO	Jest gotów do wypełniania zobowiązań społecznych, współorganizowania działalności na rzecz środowiska społecznego. Jest gotów do inicjowania działań na rzecz interesu publicznego. Jest gotów do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy.	K1_K03  K1_K03 K1_K04
P6S_KR	Jest gotów do odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych, w tym: - przestrzegania zasad etyki zawodowej i wymagania tego od innych, - dbałości o dorobek i tradycje zawodu	K1_K07

Objaśnienie symboli:

P6S\_WG/P7S \_WG – kod składnika opisu kwalifikacji dla poziomu 6 i 7 w charakterystykach drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji

K (przed podkreśleniem) - kierunkowe efekty uczenia się

K\_W – kierunkowe efekty uczenia się w zakresie wiedzy

K\_U – kierunkowe efekty uczenia się w zakresie umiejętności

K\_K – kierunkowe efekty uczenia się w zakresie kompetencji społecznych

01, 02, 03 i kolejne - kolejny numer kierunkowego efektu uczenia się

# Matryca efektów uczenia się, form ich realizacji oraz metod weryfikacji

Geologia studia I stopnia		zajęcia lub moduły zajęć																						
Nazwa przedmiotu	Szkolenie wstępne w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ochrony przeciwpożarowej	Geologia dynamiczna I	Matematyka	Ochrona własności intelektualnej	Metody komputerowe w geologii	Podstawy paleobotaniki	Podstawy paleozoologii i stratygrafii	Ćwiczenia terenowe z podstaw geologii	Chemia	Fizyka	Geologia dynamiczna II	Mineralogia I	Ćw. terenowe - Geologia dynamiczna I	Geochemia	Geologia historyczna I	Hydrologia	Mineralogia II	Petrologia I	Geologia historyczna II	Petrologia II	Ekonomia	Geofizyka	Geologia inżynierska	Metody statystyczne w geologii
<b>ZAKŁADANE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>																								
<b>wiedza</b>																								
K1_W01									x	x				x										x
K1_W02			x		x					x														x
K1_W03		x			x	x	x			x	x			x	x	x	x		x					
K1_W04		x				x	x		x		x	x		x	x		x	x	x	x		x		
K1_W05							x					x		x	x	x	x	x	x	x		x	x	
K1_W06															x	x		x	x	x				
K1_W07		x			x		x				x	x				x	x	x		x		x	x	x
K1_W08					x											x	x				x	x	x	x
K1_W09	x							x	x															
K1_W10				x																				
<b>umiejętności</b>																								

K1_U01		x						x			x	x	x				x	x		x				
K1_U02												x					x	x		x				
K1_U03						x	x	x					x		x				x					
K1_U04		x					x	x					x							x				
K1_U05						x	x	x					x			x								
K1_U06		x						x			x		x			x								
K1_U07																								
K1_U08									x					x		x							x	
K1_U09			x		x				x	x				x								x	x	x
K1_U10					x										x	x						x	x	x
K1_U11															x				x			x		
K1_U12				x	x										x	x			x			x	x	
K1_U13				x					x		x			x	x	x			x		x			x
K1_U14									x						x							x		
K1_U15																								
<b>kompetencje społeczne</b>																								
K1_K01							x	x					x	x		x			x				x	
K1_K02	x							x	x				x											
K1_K03	x							x	x				x	x									x	
K1_K04	x				x						x	x	x	x				x		x		x	x	x
K1_K05		x					x				x				x				x		x	x		
K1_K06		x	x			x	x			x	x	x			x		x	x	x	x		x		
K1_K07				x					x					x										
<b>Formy realizacji</b>																								
Wykład	x	x	x	x		x	x		x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Ćwiczenia	x	x	x			x					x			x	x	x			x			x		x
Ćwiczenia laboratoryjne		x			x		x		x		x	x					x	x		x			x	
Ćwiczenia terenowe								x					x											



Seminarium																									
Konwersatorium										x															
<b>Metody weryfikacji</b>																									
Egzamin ustny																							x		
Egzamin pisemny		x	x				x		x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	
Zaliczenie pisemne	x	x	x	x		x	x		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x		x	x
Zaliczenie ustne			x																						
Pisemna praca semestralna																				x					
Przygotowanie wystąpienia ustnego															x					x					
Przygotowanie i zrealizowanie projektu					x																				x
Przygotowanie raportu								x					x			x							x	x	
Przygotowanie eseju																									
Zaliczenie praktyczne		x			x	x	x	x			x	x	x		x		x	x		x					
Udział w dyskusji								x		x															

Nazwa przedmiotu	Język obcy nowożytny	Górnictwo i wiertnictwo	Kartografia geologiczna	Ćw. terenowe - Górnictwo i wiertnictwo	Ćw. terenowe - Kartografia geologiczna	Praca dyplomowa i egzamin dyplomowy	Ochrona i kształtowanie środowiska	Podstawy ekologii	Ćw. terenowe - Geologia dynamiczna II (procesy endogeniczne)	Ćw. terenowe - Geologia dynamiczna II (procesy egzogeniczne)	Hydrogeologia	Applied hydrogeology	Sedymentologia	Principles of sedimentology	Geologia strukturalna	Principles of structural geology	Ćw. terenowe - Hydrogeologia z elementami hydrologii	Ćw. terenowe - Sedymentologia	Ćw. terenowe - Tektonika	Ćw. terenowe - Geologia historyczna	Ćw. terenowe - Geologia z elementami geomorfologii	Ćw. terenowe - Mineralogia i petrologia	Historia środowiskowa i geoarcheologia
<b>ZAKŁADANE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>																							
<b>wiedza</b>																							
K1_W01						x	x	x			x	x	x	x				x					
K1_W02						x							x	x				x					
K1_W03		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X	x		x			x		x
K1_W04			x			x			x	x	x	x	x	x	X	x	x	x	x	x	x		x
K1_W05			x	x	x	x	x				x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	
K1_W06				x		x											x	x		x			
K1_W07		x	x	x	x	x	x				x	x			X	x	x		x	x		x	x
K1_W08		x		x		x	x										x		x	x		x	
K1_W09		x		x		x											x			x			
K1_W10						x							x										
<b>Umiejętności</b>																							
K1_U01		x		x	x	x			x	x			x	x	X	x		x		x	x	x	
K1_U02						x			x	x													
K1_U03						x							x	x				x		x			

K1_U04		x			x	x			x	x			x	x	X	x		x	x	x	x		x
K1_U05		x		x	x	x			x	x			x	x			x	x	x	x		x	x
K1_U06		x	x		x	x					x	x	x	x	X	x		x		x			x
K1_U07					x	x																	
K1_U08		x				x					x	x					x						
K1_U09		x	x		x	x					x	x	x	x				x					
K1_U10						x													x				
K1_U11						x						x		x									
K1_U12						x																	
K1_U13			x		x	x		x	x	x	x	x	x	x				x		x	x		
K1_U14					x	x					x	x							x	x			
K1_U15	x					x							x	x									
<b>kompetencje społeczne</b>																							
K1_K01				x	x	x			x	x	x	x					x	x	x	x	x	x	
K1_K02		x		x		x			x	x							x			x	x		
K1_K03		x				x			x	x							x			x			
K1_K04						x									X	x	x			x			
K1_K05				x		x	x				x	x			X	x							
K1_K06						x	x	x			x	x			X	x					x		
K1_K07						x														x			
<b>Formy realizacji</b>																							
Wykład		x	x				x	x			x	x	x	x	X	x							x
Ćwiczenia	x	x	x								x	x	x	x	X	x							
Ćwiczenia laboratoryjne											x	x											
Ćwiczenia terenowe				x	x				x	x				x			x	x	x	x	x	x	
Seminarium						x																	
Konwersatorium																							
<b>Metody weryfikacji</b>																							

Egzamin ustny	x					x																		
Egzamin pisemny												x	x	x										
Zaliczenie pisemne		x	x				x	x	x	x	x	x			x	x					x	x		
Zaliczenie ustne																		x						
Pisemna praca semestralna																								x
Przygotowanie wystąpienia ustnego																								
Przygotowanie i zrealizowanie projektu																				x				
Przygotowanie raportu		x		x	x				x	x	x	x	x	x			x	x	x					
Przygotowanie eseju																								
Zaliczenie praktyczne			x						x	x					x						x			
Udział w dyskusji																								

Nazwa przedmiotu	Proseminarium	Przedsiębiorczość i zarządzanie małą firmą	Geologia złóż	Economic geology	Gemmologia	Metody badania jakości wód i gruntów	Podstawy geoturystyki	Minerały skałotwórcze	Tektonika	Principles of tectonics	Geologia regionalna Polski	Regional Geology of Poland	Gosp. surowcami min. w warunkach zrówn. rozwoju	Analiza materiału paleontologicznego	Kopalna środowiska naturalne	Gruntoznawstwo	Seminarium - Geochemia i geologia środowiskowa	Seminarium - Hydrogeologia i geologia inżynierska	Seminarium - Mineralogia, petrologia, geochemia	Seminarium - Stratygrafia, tektonika, geol. złóż, sedimentologia
<b>ZAKŁADANE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>																				
<b>wiedza</b>																				
K1_W01						x		x							x					
K1_W02						x								x						
K1_W03			x		x	x	x	x	x	x			x		x				x	
K1_W04			x		x			x	x	x			x	x	x			x		
K1_W05			x	x		x	x	x					x	x	x	x	x	x	x	x
K1_W06			x				x				x	x	x		x					
K1_W07					x	x			x	x				x		x				
K1_W08	x			x			x									x	x	x		x
K1_W09		x																		
K1_W10	x	x															x	x		x
<b>umiejętności</b>																				
K1_U01					x				x	x					x					
K1_U02				x	x			x												
K1_U03			x										x	x	x					

K1_U04									x	x					x					
K1_U05						x														
K1_U06									x	x	x	x								
K1_U07																				
K1_U08						x														
K1_U09	x							x						x	x					
K1_U10	x		x											x	x		x			
K1_U11	x		x				x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
K1_U12	x	x	x											x	x	x		x	x	x
K1_U13	x	x	x	x			x				x	x	x	x			x	x		x
K1_U14	x						x							x			x	x	x	x
K1_U15																				
<b>kompetencje społeczne</b>																				
K1_K01					x	x		x							x	x				
K1_K02																				
K1_K03		x				x		x								x				
K1_K04					x	x		x	x	x						x				
K1_K05	x		x	x			x							x			x	x	x	x
K1_K06	x		x	x										x	x		x	x		x
K1_K07	x	x						x									x	x		x
<b>Formy realizacji</b>																				
Wykład		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
Ćwiczenia							x								x					
Ćwiczenia laboratoryjne		x	x	x	x	x		x					x	x		x				
Ćwiczenia terenowe																				
Seminarium																	x	x	x	x
Konwersatorium	x																			
<b>Metody weryfikacji</b>																				

Egzamin ustny											x									
Egzamin pisemny			x	x					x	x	x	x	x		x	x				
Zaliczenie pisemne		x	x			x	x	x						x	x	x				
Zaliczenie ustne																				
Pisemna praca semestralna					x															
Przygotowanie wystąpienia ustnego													x		x		x	x	x	x
Przygotowanie i zrealizowanie projektu							x								x					
Przygotowanie raportu	x	x		x	x	x	x	x					x	x		x				
Przygotowanie eseju																				
Zaliczenie praktyczne			x					x												
Udział w dyskusji	x																			

I.p.	Nazwa przedmiotu	Treści programowe
Semestr I		
1.	Geologia dynamiczna I	<p><b>Wykłady:</b> Opis i wyjaśnienie podstawowych procesów geologicznych, przebiegających we wnętrzu Ziemi. Miejsce Ziemi we Wszechświecie; kształt, wielkość, ciepło, pole magnetyczne, gęstość, waga, grawitacja Ziemi, zjawiska izostatyczne. Fale sejsmiczne, ich odbicie, załamanie, przyczyny trzęsień ziemi i ich konsekwencje. Budowa wnętrza Ziemi. Powstawanie skał magmowych, procesy krystalizacji magmy - ich wpływ na tekstury i skład chemiczny skał.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Blok A - Makroskopowe rozpoznawanie skał i minerałów: Ogólne własności minerałów i skał. Minerały skałotwórcze skał magmowych. Podstawy budowy, genezy i podziału skał magmowych. Przegląd makroskopowych cech podstawowych skał magmowych. Minerały skałotwórcze skał osadowych i ich powstawanie. Podstawy budowy, genezy i podziału skał osadowych. Przegląd makroskopowych cech podstawowych skał osadowych. Podstawy metamorfizmu. Minerały skałotwórcze skał metamorficznych. Podstawy budowy i podziału skał metamorficznych. Przegląd makroskopowych cech podstawowych skał metamorficznych.</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> Blok B - Podstawy topografii i intersekcji geologicznej: Praca z mapą topograficzną: określanie skali mapy, obliczanie: wysokości punktów, różnic wysokości, kąta spadku, odczytywanie elementów ukształtowania terenu. Intersekcja płaszczyzny poziomej i pionowej. Orientacja płaszczyzn i prostych w przestrzeni. Kompas geologiczny. Intersekcja płaszczyzny nachylonej. Krawędź przecięcia dwóch płaszczyzn. Konstrukcja przekroju geologicznego.</p>
2.	Matematyka	<p><b>Wykłady:</b> Podstawy logiki i algebry zbiorów – zbiory, działania na zbiorach, rachunek zdań. Podstawy analizy matematycznej – wielomiany, funkcje trygonometryczne, funkcje wykładnicze, funkcje potęgowe, funkcje logarytmiczne, granice funkcji, funkcje ciągłe, pochodne funkcji, całka oznaczona, całka nieoznaczona. Podstawy algebry liniowej – wektory, iloczyn skalarny i wektorowy, równania prostej, macierze i wyznaczniki, równania płaszczyzny, układy równań liniowych.</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> Rozwiązywanie zadań z logiki i algebry zbiorów. Rozwiązywanie zadań z podstaw analizy matematycznej. Rozwiązywanie zadań z podstaw algebry liniowej.</p>
3.	Ochrona własności intelektualnej	<p><b>Wykłady:</b> Własność intelektualna - pojęcie, geneza, podstawy prawne. Prawa autorskie i pokrewne – utwory, bazy danych, ochrona praw autorskich, dozwolony użytek z cudzej własności intelektualnej, autorskie prawa osobiste i majątkowe. Prawo własności przemysłowej - pomysł, wynalazek, znak towarowy, wzór użytkowy i przemysłowy, ochrona patentowa. Rodzaje naruszeń praw własności intelektualnej i przeciwdziałanie naruszeniom – plagiat, paserstwo, piractwo.</p>
4.	Metody komputerowe w geologii	<p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Blok A: Obsługa systemu Windows. Pisanie i formatowanie tekstów, tabele, wstawianie obrazków, odnośników, referencji, formaty zapisu tekstów, konwersja tekstów, wypunktowanie, konspekty numerowane, korzystanie z funkcji Style i formatowanie, tworzenie spisów treści, wspólna edycja tekstów, tryb recenzji, ustawienie belki narzędziowej programu. Obliczenia, wzajemne powiązanie komórek (odwołanie względne, bezwzględne) Kopiowanie, formatowanie komórek, tabele przestawne, graficzna prezentacja danych, edycja wykresów, podstawowe funkcje statystyczne, Podstawowe funkcje baz danych, sortowanie. Przenoszenie wyników pracy do Worda. Tworzenie prezentacji z elementami obróbki obrazu i formatowania tekstów. Tworzenie rysunków w Corel Draw, obróbka fotografii - Corel PhotoPaint: obracanie, kadrowanie, rozjaśnianie, zapis w tif, jpg gif. Blok B: Zapoznanie z obsługą i informacjami zestawionymi w komputerowych bazach danych (CBDG, MIDAS, Rejestr obszarów górniczych itd.) oraz z możliwościami i podstawami pracy systemach GIS na przykładzie programu QGIS. Wykonanie prostych kart otworów i przekroju</p>



		geologicznego. Eksportowanie i importowanie informacji, wprowadzanie litologii, parametrów warstw, edycja graficzna, zarządzanie bazą danych wprowadzonych rekordów.
5.	Podstawy paleobotaniki	<p><b>Wykłady:</b> Paleobotanika jako nauka interdyscyplinarna. Metodyka badań paleobotanicznych. Rodzaje skamieniałości roślinnych i sposoby ich powstawania. Podział dziejów Ziemi, określanie czasu geologicznego i datowania osadów. Etapy rozwoju roślinności w poszczególnych erach geologicznych, rekonstrukcja wydarzeń paleoklimatycznych i paleoflorystycznych. Ewolucja świata roślinnego. Prowincje paleoklimatyczne i paleoflorystyczne. Ogólny przegląd wybranych grup flory kopalnej. Grupy reliktowe i wymarłe. Okresy węglotwórcze – zbiorowiska roślinności węglotwórczej i złoża węgla.</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> Poznanie chronologii er roślinnych. Proces fosylizacji, pojęcie skamieniałości; rodzaje skamieniałości i mechanizmy ich powstawania. Charakterystyka florystyczna er geologicznych. Makroskopowe rozpoznawanie skamieniałości wybranych grup roślin zarodnikowych, nagozależkowych i okrytozależkowych.</p>
6.	Podstawy paleozoologii i stratygrafii	<p><b>Wykłady:</b> Systematyka świata organicznego. Charakterystyka wybranych grup organizmów, mających znaczenie w zapisie paleontologicznym: Monera i Protista, gąbki, koralowce i stromatoporoidy, mięczaki, pierścienice, stawonogi, ramienionogi, mszywie, szkarłupnie, graptolity, konodonty. Budowa i ewolucja kręgowców: ryb, płazów, gadów, ptaków i ssaków. Historia poglądów na skalę czasu geologicznego. Pojęcie wieku w geologii. Wiek względny i bezwzględny. Klasyfikacje stratygraficzne – litostratygraficzna, biostratygraficzna, chronostratygraficzna i geochronologiczna oraz magnetostratygraficzna. Korelacja stratygraficzna. Sposób konstrukcji tabeli chronostratygraficznej. Ewolucja lito- i biosfery. Skala czasu geologicznego.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Podstawowe pojęcia z zakresu ekologii organizmów morskich. Procesy fosylizacji. Rola skamieniałości w geologii. Przegląd skamieniałości bezkręgowców mających znaczenie w zapisie paleontologicznym ze szczególnym uwzględnieniem grup przydatnych do datowania wieku skał. Zastosowanie metod określania wieku względnego. Sposób rejestracji środowisk i czasu w skałach. Klasyfikacje stratygraficzne. Konstruowanie profilu stratygraficznego i praktyczne wyznaczanie jednostek stratygraficznych. Tabela chronostratygraficzna.</p>
7.	Ćwiczenia terenowe z podstaw geologii	<b>Ćwiczenia terenowe:</b> Zasady bezpieczeństwa podczas pracy terenowej, w tym w kamieniołomach. Rozpoznawanie wybranych podstawowych rodzajów skał i skamieniałości w naturalnych odsłonięciach i sztucznych wyrobiskach, obserwacje procesów geologicznych, zasady prowadzenia dokumentacji obserwacji terenowych. Korzystanie z map topograficznych.
8.	Ochrona i kształtowanie środowiska	<p><b>Wykłady:</b> Elementy środowiska przyrodniczego. Historia i rozwój ochrony środowiska w Polsce i na świecie. Ochrona środowiska a ochrona przyrody i ekologia. Podstawy prawne ochrony środowiska w Polsce i Europie. Środowisko wodne i jego rola w ekosystemach. Zagrożenia naturalne i antropogeniczne zasobów i jakości wód podziemnych i powierzchniowych. Ochrona zasobów i jakości wód powierzchniowych. Metody ochrony zasobów i jakości wód podziemnych. Gleba – właściwości i funkcje. Zagrożenia naturalne i antropogeniczne gleb. Degradacja gleb. Erozja gleb. Ochrona gleb przed degradacją ilościową i jakościową. Rekultywacja gleb. Działalność górnicza a środowisko. Wpływ działalności górniczej na przyrodę ożywioną i nieożywioną. Oddziaływanie kopalni czynnych, nieczynnych oraz likwidacja zakładów górniczych. Ochrona środowiska na terenach górniczych i ochrona litosfery. Rekultywacja terenów górniczych. Powietrze - znaczenie, zagrożenia i zanieczyszczenia. Ochrona powietrza przed zanieczyszczeniem. Hałas i ochrona przed hałasem. Promieniowanie elektromagnetyczne i jonizujące i ochrona przed promieniowaniem. Monitoring środowiska. Podstawy prawne monitoringu. Cele, tryby i sieci monitoringu. Państwowy Monitoring Środowiska. Zintegrowany System Monitoringu Środowiska Przyrodniczego.</p>

9.	Podstawy ekologii	<b>Wykłady:</b> Podstawowe pojęcia i definicje z zakresu nauk o środowisku. Cykle biogeochemiczne C, N, S, P, krążenie materii i przepływ energii. Produkcja pierwotna i dekompozycja materii organicznej. Atmosfera, hydrosfera, pedosfera – struktura, rola w ekosystemie globalnym, skutki antropopresji. Klimat i krajobrazy – przyczyny geograficznego zróżnicowania. Bioróżnorodność i jej ochrona. Ekologia człowieka i zagrożenia cywilizacyjne.
Semestr II		
1.	Chemia	<p><b>Wykłady:</b> Budowa atomu. Układ okresowy pierwiastków - zmiany właściwości pierwiastków chemicznych w grupach i okresach. Konfiguracja elektronowa pierwiastków a ich właściwości fizyczne i chemiczne. Potencjał jonowy i promień jonowy. Izotopy i promieniotwórczość. Budowa i podstawowe właściwości związków nieorganicznych i organicznych. Natura reakcji chemicznych - bilans mas i bilans cieplny (energia). Reakcje odwracalne; równowaga chemiczna; szybkość reakcji chemicznej. Stany skupienia i przemiany fazowe (ciała stałe, ciecze gazy, plazma), gęstość, dyfuzja, mieszanie, przepływ laminarny i turbulentny. Rodzaje roztworów i dysocjacja elektrolityczna. Właściwości kwasów i zasad, Eh, pH. Roztwory buforowe. Reakcje red-oks. (siarczany/siarczki, azotany/amoniak etc.), rola temperatury i ciśnienia w reakcjach chem., rozpuszczalność i iloczyn rozpuszczalności – rozpuszczenie, strącanie, sedymentacja. Wiązania chemiczne i ich rodzaje, polarność wiązań; oddziaływania międzycząsteczkowe; współzależność pomiędzy rodzajem wiązania chemicznego a właściwościami związków chemicznych. Podstawy chemii organicznej – wiązania i klasyfikacja zw. organicznych oraz ich właściwości w warunkach geologicznych. Chemia jako nauka stosowana w geologii: laboratoryjna i terenowa aparatura analityczna i pomiarowa - podstawy działania i wykorzystywane zjawiska w technikach analitycznych. Współczesne kierunki rozwoju metod analitycznych. Wiarygodność wyników, dokładność, precyzja, wzorce, powtarzalność, błędy (pobór prób, transport, przechowywanie, utrwalanie, analizy).</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Zasady BHP w laboratorium chemicznym, organizacja pracy w laboratorium oraz zapoznanie się z podstawowymi czynnościami w posługiwaniu się sprzętem laboratoryjnym. Przygotowanie roztworów o określonym stężeniu. Typy reakcji chemicznych i szybkość ich przebiegu. Dysocjacja elektrolityczna - badanie odczynu pH słabych i mocnych elektrolitów. Miareczkowanie. Hydroliza soli – wpływ temperatury, stężenia i pH na stopień hydrolizy. Rozpuszczalność związków w roztworach wodnych. Reakcje utleniania i redukcji. Dysocjacja i hydroliza elektrolitów. Istotnym elementem realizacji ćwiczeń jest wykonywanie obliczeń chemicznych w celu przygotowania roztworów o określonych stężeniach i określonym pH.</p>
2.	Fizyka	<p><b>Wykłady:</b> Czym zajmuje się fizyka? Oddziaływania podstawowe. Co to jest wielkość fizyczna ? Prawa i zasady w fizyce. Układy jednostek. Podstawy rachunku wektorowego. Pola skalarne i wektorowe. Ruchy – kinematyka ruchu punktu materialnego. Definicje wielkości kinematycznych i dynamicznych. Wykresy ruchów. Dynamika ruchu punktu materialnego. Zasada zachowania pędu. Moment pędu. Siły pozorne, siła Coriolisa. Dynamika bryły sztywnej. Moment bezwładności, moment pędu bryły. Zachowanie momentu pędu. Ruch precesyjny. Ruch precesyjny Ziemi. Grawitacja. Siły pływowe. Cechy pola fizycznego – natężenie i potencjał. Natężenie pola grawitacyjnego Ziemi. Potencjał grawitacyjny. Energia potencjalna. Zasada zachowania energii mechanicznej. Satelity. Pływy. Termodynamika. Równanie stanu gazu rzeczywistego. Ciepło właściwe. Przemiany fazowe. Przewodnictwo cieplne, konwekcja, promieniowanie. Drgania i fale mechaniczne. Naprężenia i odkształcenia sprężyste. Ruch harmoniczny prosty, tłumiony i wymuszony. Fale podłużne i poprzeczne. Analiza i składanie drgań. Zjawiska falowe: odbicie, załamanie, ugięcie, interferencja, polaryzacja, efekt Dopplera. Fale sejsmiczne. Detekcja fal sejsmicznych. Pływy. Statyka i dynamika płynów. Gęstość i ciśnienie w oceanach i atmosferze. Prawo Pascala i prawo Archimedesesa. Równanie Bernoulliego. Pomiar ciśnienia statycznego i dynamicznego. Lepkość płynów. Liczba Reynoldsa. Napięcie powierzchniowe. Włoskowatość. Elektryczność i magnetyzm. Oddziaływanie elektromagnetyczne, wielkości opisujące zjawiska elektromagnetyczne. Pole elektryczne. Elektryczność w</p>

		<p>atmosferze. Prąd elektryczny stały i zmienny. Pole geomagnetyczne. Zorze. Paleomagnetyzm. Zjawiska optyczne. Fale elektromagnetyczne – widmo. Odbicie, załamanie, dyspersja, absorpcja. Interferencja - holografia. Tęcza. Lidar, radar, laser. Dyfrakcja – siatka dyfrakcyjna. Polaryzacja – przez odbicie, podwójne załamanie i rozproszenie. Kolor nieba. Mikroskop polaryzacyjny. Elementy fizyki kwantowej. Budowa materii, atomy, cząstki elementarne. Fale materii. Zasada nieoznaczoności. Zjawiska kwantowe: tunelowanie. Elementy spektroskopii. Zastosowanie fal elmgt. o różnych długościach do obserwacji oddziaływań z materią. Metody spektroskopowe. Promieniotwórczość naturalna i sztuczna. Przemiany promieniotwórcze – prawo, czas połowicznego zaniku. Promieniotwórczość w skorupie ziemskiej. Energetyka jądrowa – rozszczepienie i synteza jąder atomowych. Narzędzia nowej fizyki. Mikroskopia polaryzacyjna nowej generacji: np. Metripol. Mikroskop sił atomowych – AFM.</p> <p><b>Konwersatoria:</b> Zadania rachunkowe do tematów przedstawionych na wykładzie</p>
3.	Geologia dynamiczna II	<p><b>Wykłady:</b> Opis i wyjaśnienie podstawowych procesów geologicznych kształtujących powierzchnię Ziemi. Rodzaje erupcji wulkanicznych. Wietrzenie fizyczne i chemiczne skał, produkty wietrzenia, diagenеза. Procesy glebowe. Erozja i transport w systemach: rzeczny, lodowcowy, eoliczny i wybrzeża morskiego. Zjawiska krasowe. Powierzchniowe ruchy masowe.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Blok A - Procesy endogeniczne (16 godzin): Struktury tektoniczne w skałach metamorficznych: sposoby wykształcenia struktur i ich następstwo, rodzaje fałdów w skałach metamorficznych, Budowa migmatytów. Budowa granitoidów, enklawy, szliry, określanie przypuszczalnej genezy granitoidu na podstawie typu enklaw. Cechy law zasadowych, obojętnych i kwaśnych, rozpoznanie stropu i spągu potoku, oraz kierunku/zwrotu potoku w utworach kopalnych. Cechy skał piroklastycznych. Blok B - Procesy egzogeniczne (16 godzin): Podstawy fizyczne: diagram Hjulstroema, prędkości krytyczne erozji i transportu, kohezja, kohezja pozorna, prawo Stokes'a, równanie Bernoulli'ego, liczba Frouda, reżim przepływu, fazy transportu. Skała osadowa jako zapis procesów: podział struktur sedymentacyjnych, cechy teksturalne skał osadowych, związek cech skały z warunkami transportu i depozycji. Podstawowe cechy osadów związanych z różnymi środowiskami sedymentacyjnymi. Transport grawitacyjny.</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> Blok C - Podstawy tektoniki i analizy map geologicznych: Podział map geologicznych, znaki umowne, indeks barw, szrafury. Typy budowy geologicznej, niezgodności i ich rodzaje, piętra strukturalne. Identyfikacja różnych typów budowy geologicznej, wyznaczanie niezgodności oraz pięter strukturalnych. Klasyfikacje fałdów (kinematyczna i geometryczna), elementy i parametry geometryczne fałdów, obrazy kartograficzne wybranych typów fałdów, wykreślenie przekroju geologicznego przez obszar o budowie fałdowej. Klasyfikacje uskoków, obrazy wybranych typów uskoków, wykreślenie przekroju geologicznego przez obszar o zróżnicowanej budowie geologicznej poprzecinany uskokami. Obraz kartograficzny różnych form magmowych.</p>
4.	Mineralogia I	<p><b>Wykłady:</b> Krystalografia strukturalna i geometryczna. Zarys historii krystalografii. Kryształ, ciało krystaliczne, ciało amorficzne. Sieć przestrzenna, komórka elementarna, sieć krystaliczna. Rodzaje komórek elementarnych, klasy symetrii, układy krystalograficzne. Defekty punktowe. Symetria, elementy symetrii. Zrosty kryształów, zbliżniaczenia. Czwościan zasadniczy, wskaźniki Millera. Projekcja stereograficzna. Zastosowanie promieniowania rentgenowskiego w badaniach ciał krystalicznych. Krystalooptyka. Polaryzacja światła. Współczynnik załamania światła. Podwójne załamanie światła. Własności optyczne ciał krystalicznych. Podział kryształów na grupy optyczne. Indykatrysa. Konstrukcja Fresnela. Dyspersja własności optycznych. Krystalochemia. Izomorfizm, szeregi izomorficzne, polimorfizm. Homeotypia, heterotypia. Struktury krzemianów.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Analiza morfologii kryształów z uwzględnieniem ich wykształcenia, symetrii, wskaźnikowania ścian i projekcji stereograficznej. Poznanie budowy mikroskopu polaryzacyjnego i refraktometru</p>

		gemmologicznego oraz metod oznaczania podstawowych cech optycznych przezroczystych ciał krystalicznych i amorficznych.
5.	Ćw. terenowe - Geologia dynamiczna I	<b>Ćwiczenia terenowe:</b> Ćwiczenia terenowe prowadzone są w następujących jednostkach geologicznych: kompleks kaczawski, wschodnia okrywa granitu Karkonoszy, granit Karkonoszy, blok izerski, niecka północnosudecka i niecka śródsudecka. Daje to możliwości prezentowania szeregu zagadnień z zakresu geologii dynamicznej, takich jak: wykonywanie opisów skał osadowych, magmowych i metamorficznych; pomiary orientacji struktur tektonicznych (foliacja, lineacja, osie i powierzchnie osiowe fałdów, spekania); analiza i pomiary struktur sedymentacyjnych; odtwarzanie następstwa procesów geologicznych w różnych typach skał; wykonywanie szkicowego przekroju wzdłuż marszruty; wykonywanie szkicowego przekroju wzdłuż marszruty; wykonywanie profili i szkiców wybranych odsłoneń; analiza i opis związku rzeźby terenu z litologia i młodymi procesami tektonicznymi; analiza i opis procesów wietrzeniowych.
6.	Ćw. terenowe - Geologia dynamiczna II (procesy endogeniczne)	<b>Ćwiczenia terenowe:</b> Pomiary orientacji struktur w skałach magmowych i metamorficznych. Zagadnienie granitoidów pre-, syn- i post-deformacyjnych. Opis deformacji związanych z powstaniem strefy ścinania i intruzją granitoidów. Analiza i opis kontaktu intruzywnego oraz mineralizacji w strefie kontaktowej. Omówienie genezy sekwencji ofiolitowej. Umieszczenie skał widzianych w odsłonięciach w profilu ofiolitu. Problematyka wietrzenia skał ultramaficznych, typów mineralizacji i złóż temu towarzyszące. Opis, analiza i interpretacja struktur deformacyjnych. Omówienie kinematycznych wskaźników zwrotu ścinania. Określenie charakteru deformacji. Odtwarzanie historii geologicznej skał metamorficznych: protolit i środowisko jego powstania- sekwencje deformacji i metamorfizmu.
7.	Ćw. terenowe - Geologia dynamiczna II (procesy egzogeniczne)	<b>Ćwiczenia terenowe:</b> Sedymentacja w warunkach strefy litoralnej i szelfu węglanowego. Opis skał węglanowych o różnych cechach strukturalnych (biolityty, margle, zapis transgresji na podłożu skał węglanowych. Zagadnienia tektoniki uskoku w strefie zapadliska przedkarpackiego. Węglanowe skały środowisk lądowych. Środowiska sedymentacji ewaporatowej. Procesy dolomitizacji i dedolomitizacji. Kopalny kras. Osady glacialne ss., fluwioglacialne, limnoglacialne i eoliczne ze strefy peryglacialnej. Zagadnienia związane z tworzeniem ścieżek dydaktycznych o tematyce geologicznej.
Semestr III		
1.	Geochemia	<b>Wykłady:</b> Geochemia jako nauka. Geochemia, historia, rozwój, narzędzia, metody, zastosowanie. Pierwiastki chemiczne we wszechświecie. Geochemia, historia, narzędzia, metody. Częstość występowania pierwiastków we Wszechświecie; procesy nukleosynazy; ewolucja Wszechświata; ewolucja Wszechświata; elektrony walencyjne; proces jonizacji; potencjał jonizacyjny; powinowactwo elektronowe; meteoroidy; źródła meteoroidów; klasyfikacja meteoroidów; główne i podrzędne minerały meteoroidów; meteoroidy żelazne (syderyty); meteoroidy żelazno-kamiennie (syderolity); meteoroidy kamiennie (aerolity). Izotopy trwałe i promieniotwórcze. Definicje. Stosunek i efekt izotopowy; frakcjonowanie izotopowe; destylacja Rayleigha; izotopowy bilans mas, Linia Wody Meteorologicznej; skład izotopowy środowisk geologicznych - metody rekonstrukcji zjawisk geologicznych. Zastosowania w poszukiwaniach, przemyśle, ochronie środowiska, meteorologii itd. Klasyfikacje pierwiastków i facje geochemiczne. Najważniejsze klasyfikacje pierwiastków - ich podstawy oraz rys historyczny. Pojęcie facji geochemicznej. Bariery geochemiczne i ich charakterystyka oraz znaczenie w procesach geologicznych, magmowych złożeń oraz hydrogeochemicznych. Stężenie i koncentracja. Roztwory i hydrosfera. Formy występowania pierwiastków w roztworach wodnych w strefie hipergenezy oraz w środowiskach hydrotermalnych. Jonowe i niejonowe składniki roztworów. Dysocjacja, hydratacja, roztwory koloidalne i jony kompleksowe. Zdolność pierwiastków do tworzenia jonów kompleksowych. Siła jonowa roztworu i aktywność jonów w środowisku przyrodniczym. Stała dysocjacji i pH. Iloczyn rozpuszczalności. Potencjał redoks. Potencjał reakcji utleniania i redukcji dla wybranych pierwiastków w badaniach geologicznych. Budowa Ziemi i procesy magmowe.

		<p>Magma; skład chemiczny skał magmowych; skorupy: oceaniczna i kontynentalna; MORB – pierwiastki główne, ziem rzadkich; czynniki kontrolujące chemizm skał magmowych; budowa wnętrza Ziemi; klasyfikacja skał magmowych i ultramaficznych. Chemia organiczna. Grupy funkcyjne; białka i substancje białkopodobne; sacharydy (cukrowce); lignina, celuloza; związki humusowe - kwasy humusowe i huminy; torfy, sapropele; kerogen; geochemiczna klasyfikacja kerogenu. Strefa hipergenezy, biodegradacja i produkcja CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> Biodegradacja, CO<sub>2</sub> i CH<sub>4</sub> w atmosferze; efekt cieplarniany i rola człowieka; źródła emisji metanu; produkcja i formy metanu w morzach, jeziorach i rzekach; własności produktów naftowych zwiększające zagrożenie jakości wód. Wietrzenie. Pojęcie wietrzenia; czynniki wietrzenia chemicznego; kategorie wietrzenia; przemiany chemiczne; parametr K<sub>x</sub> Perelmana; transport i koncentracja pierwiastków; podział produktów wietrzenia; biosfera i cykle biogeochemiczne; biogeochemiczne poszukiwania złóż; skały organiczne i organogeniczne. Geochemia jako nauka. Geochemia, historia, rozwój, narzędzia, metody, zastosowanie. Cechy optyczne kryształów. Współczynniki załamania światła, pleochroizm, dwójłomność a barwy interferencyjne. Izomorfizm, polimorfizm. Definicje, szeregi izomorficzne, homeotypia, heterotypia. Wstęp do metod badań fazowych.</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> Wyrażanie zawartości substancji w roztworze/mieszaniu. Przypomnienie i trening podstawowych przeliczeń zawartości substancji w roztworach/mieszaninach wyrażanych w formie stężeń (wagowych/molowych) lub udziałów ilościowych (wagowych/molowych/objętościowych) w różnych jednostkach, dla cieczy i gazów. Parametry fizykochemiczne: interpretacja geochemiczna parametrów fizykochemicznych mierzonych w roztworach wodnych (przewodnictwo, pH, potencjał redox, tlen rozpuszczony). Przeliczenia parametrów w aspekcie geochemicznym. Zastosowanie diagramów stabilności pierwiastków. Rozpuszczalność i aktywność: obliczanie rozpuszczalności związków w roztworach wodnych na podstawie iloczynu rozpuszczalności. Zastosowanie iloczynu rozpuszczalności w praktycznych zagadnieniach geochemicznych (powstawanie osadów, stężenia jonów w roztworach będących w równowadze geochemicznej). Obliczanie aktywności jonów w roztworze na podstawie siły jonowej roztworu. Obliczanie bilansów izotopowych na przykładzie S w jonie siarczanowym oraz gazowym SO<sub>2</sub>. Obliczanie udziału siarki ze źródeł naturalnych i antropogeniczny. Datowania bezwzględne K/Ar oraz Rb/Sr: Obliczanie wieku bezwzględnego skał metodą K/Ar oraz metodą Rb/Sr.</p>
2.	Geologia historyczna I	<p><b>Wykłady:</b> Cele i zarys metodyki badawczej geologii historycznej. Historia konstruowania tabeli chronostratygraficznej. Geneza Systemu Słonecznego i wiek Ziemi. Ewolucja ziemskiej skorupy w prekambrze (rozwój i zapis skalny kratonów, ich globalne rozmieszczenie), rozwój atmosfery (zmiany jej składu chemicznego i dowody geologiczne) i hydrosfery (kształtowanie się ówczesnych oceanów i dowody zapisu geologicznego) oraz biosfery (teorie chemogenezy, biogenezy i prekambryjski zapis paleontologiczny). Zlodowacenia prekambryjskie i paleogeografia. Charakterystyka wystąpień skał prekambryjskich w Europie. Definicje poszczególnych systemów paleozoiku (zarys historii wydzielen, stratotypy granic, podziały chronostratygraficzne). Zmiany eustatyczne i klimatyczne w paleozoiku, glacie. Rozwój charakterystycznych facji osadowych paleozoiku na przykładzie ich europejskich wystąpień. Zmiany globalnej paleogeografii w paleozoiku i ruchy górotwórcze (kaledońskie, waryscyjskie). Ewolucja świata faunistycznego i florystycznego w paleozoiku, początki kolonizacji lądu. Wielkoskalowe wymierania w paleozoiku i ich prawdopodobne przyczyny.</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> Wiek w geologii i podstawowe zasady jego określania (ćwiczenia praktyczne). Podstawowe kategorie klasyfikacji stratygraficznej (litostratygrafia, biostratygrafia, chronostratygrafia, magnetostratygrafia). Ćwiczenia praktyczne w wydzieleniu jednostek litostratygraficznych i biostratygraficznych w profilach geologicznych. Geochronologia. Polskie zasady stratygrafii. Podstawowe metody ekwiwalencji litologicznej i korelacji wiekowej. Podział Polski na jednostki tektoniczne, ze szczególnym uwzględnieniem Sudetów. Konstrukcja tabeli podsumowującej ewolucję litosfery, biosfery i atmosfery ziemskiej w prekambrze z uwzględnieniem dowodów geologicznych i najważniejszych stanowisk paleontologicznych. Występowanie i</p>

		charakterystyka skał prekambryjskich w Polsce. Przegląd skamieniałości przewodnich i charakterystycznych dla paleozoiku (analiza zmian ewolucyjnych głównych grup faunistycznych, praktyczne rozpoznawanie skamieniałości). Konstrukcja tabeli podsumowującej najważniejsze wydarzenia biotyczne (ewolucja głównych grup faunistycznych, wielkoskalowe wymierania) i niebiotyczne (paleogeografia, facje osadowe, zmiany eustatyczne i klimatyczne, ruchy tektoniczne) w paleozoiku. Występowanie i charakterystyka skał paleozoiku w Polsce.
3.	Hydrologia	<p><b>Wykłady:</b> Właściwości wody i ich wpływ na środowiska przyrodnicze Ziemi. Występowanie wody na Ziemi – woda na Ziemi, obieg wody w przyrodzie, czas retencji. Woda w atmosferze i opady atmosferyczne – występowanie wody w atmosferze, mechanizm powstawania opadów, typy opadów, techniki pomiaru, przestrzenny i czasowy rozkład, analiza opadów ekstremalnych. Woda w skałach i infiltracja – właściwości hydrauliczne skał, potencjał wody glebowej, proces infiltracji, pomiary i modele, przestrzenno-czasowa zmienność uwilgotnienia gleby. Parowanie – intercepcja opadu, proces ewapotranspiracji - modele i pomiary, czynniki wpływające na intensywność i wielkość parowania. Wody powierzchniowe i odpływ rzeczny – sieć rzeczna, źródła i składowe odpływu, pomiary odpływu, czynniki wpływające na wielkość odpływu. Susze i powódzie – ocena wielkości i częstości zjawisk ekstremalnych, charakterystyka i przyczyny powodzi. Retencja i retencjonowanie wód – rodzaje retencji, metody retencjonowania wody. Bilans wodny i zasoby wód – regionalny i lokalny bilans wodny, wielkość zasobów, zapotrzebowanie i wykorzystanie wód, zarządzanie zasobami. Zmiany zasobów i ich dostępności na świecie – przyczyny wzrostu obszarów o niedostatku wody, skutki zmian klimatycznych, konflikty o wodę. Skład chemiczny, jakość wód – zakwaszenie wód powierzchniowych, zasolenie, główne źródła zanieczyszczenia wód powierzchniowych i podziemnych, kontrola jakości wody.</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> Zlewnia i jej charakterystyka – wyznaczania zlewni rzecznej na podstawie mapy topograficznej, charakterystyka geometrii zlewni, charakterystyka morfologii i rzeźby powierzchni terenu. Średni opad w zlewni – metody określania średniego opadu na obszarze zlewni. Opad efektywny – ocena opadu efektywnego. Pomiary przepływu w ciekach – metody bezpośrednie i pośrednie pomiaru przepływu w ciekach, związek pomiędzy stanami i przepływami wód powierzchniowych. Przepływy charakterystyczne – przepływy średnie, maksymalne roczne o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia w zlewni kontrolowanej i niekontrolowanej. Odpływ ze zlewni – metody określenia odpływu powierzchniowego i podziemnego, charakterystyka liczbowa odpływu całkowitego, w tym podziemnego. Parowanie – określanie ewaptranspiracji potencjalnej i ewapotranspiracji aktualnej. Retencja strefy saturacji – metody określania retencji strefy saturacji. Bilansowanie zasobów wodnych – wybór okresu bilansowania, określenie jednorodności elementów bilansu wodnego w okresie bilansowym, sposoby zestawienia bilansów wodnych.</p>
4.	Mineralogia II	<p><b>Wykłady:</b> Zarys historii mineralogii i podstawowe definicje. Systematyka, własności fizyczne i skład chemiczny minerałów. Wyjaśnienie procesów minerałotwórczych oraz przegląd metod badawczych mineralogii. Charakterystyka poszczególnych grup systematycznych minerałów (metale i połączenia międzymetaliczne, siarczki i siarkosole, halogenki, tlenki i wodorotlenki, węglany, azotany, krzemiany, substancje organiczne i inne). Wybrane aspekty mineralogii stosowanej (archeomineralogia i gemmologia, aeromineralogia, meteorytyka, surowce ilaste i zeolity, nanomineralogia i inne). Minerały środowiska naturalnego. Kierunki rozwoju syntezy monokryształów, ich podstawowe cechy fizyczne oraz zastosowania.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Ogólne własności fizyczne i skład chemiczny minerałów. Podstawy systematyki. Nabywanie wiedzy teoretycznej i praktycznej w oznaczaniu okazów z poszczególnych grup systematycznych. Praca z okazami w pracowni oraz z kolekcją dydaktyczną Muzeum Mineralogicznego Uniwersytetu Wrocławskiego.</p>

5.	Petrologia I	<p><b>Wykłady:</b> Wprowadzenie. Organizacja zajęć. Występowanie i różnicowanie skał na tle tektoniki globalnej. Magmatyzm i skały magmowe: procesy, struktury, tekstury. Charakterystyka geochemiczna i skład mineralny skał magmowych. Klasyfikacja skał magmowych. Geneza i ewolucja magm. Przegląd skał magmowych – skały plutoniczne. Przegląd skał magmowych – skały wulkaniczne.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Organizacja zajęć. Badania minerałów i skał w płytkach cienkich w świetle przechodzącym. Minerały skał magmowych w płytkach cienkich: kwarc, skalenie, miki, pirokseny, oliwiny, cyrkon, apatyt, minerały nieprzezroczyste. Przegląd skał magmowych: granitoidy i syenitoidy. Przegląd skał magmowych: gabroidy i ultramafity. Przegląd skał magmowych: ryolitoidy i trachitoidy. Przegląd skał magmowych: bazaltoidy i wulkanity ultramaficzne. Przegląd skał magmowych: skały żyłowe. Przegląd skał magmowych: skały piroklastyczne.</p>
Semestr IV		
1.	Geologia historyczna II	<p><b>Wykłady:</b> Definicje systemów mezozoiku i kenozoiku (zarys historii wydzielen, stratotypy granic, podziały chronostratygraficzne). Zmiany składu atmosfery, eustatyczne i klimatyczne od mezozoiku do dziś. Rozwój charakterystycznych facji osadowych na przykładzie ich europejskich wystąpień w mezozoiku i kenozoiku. Zmiany globalnej paleogeografii i ruchy górotwórcze (orogeneza alpejska). Ewolucja świata florystycznego i faunistycznego w mezozoiku i kenozoiku, ze szczególnym uwzględnieniem kręgowców. Wielkoskalowe wymierania w mezozoiku i kenozoiku i ich prawdopodobne przyczyny. Etapy rozwoju Bałtyku.</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> Przegląd skamieniałości przewodnich i charakterystycznych dla mezozoiku i kenozoiku (analiza zmian ewolucyjnych głównych grup faunistycznych, praktyczne rozpoznawanie skamieniałości). Konstrukcja tabeli podsumowującej najważniejsze wydarzenia biotyczne (ewolucja głównych grup faunistycznych, wielkoskalowe wymierania) i niebiotyczne (paleogeografia, facje osadowe, zmiany eustatyczne i klimatyczne, ruchy tektoniczne) w mezozoiku i kenozoiku. Występowanie i charakterystyka skał mezozoicznych i kenozoicznych w Polsce (konstrukcja profili litologicznych dla poszczególnych jednostek tektonicznych, praca w grupach, referaty).</p>
2.	Petrologia II	<p><b>Wykłady:</b> Petrologia skał osadowych – wprowadzenie i przegląd problematyki. Procesy hipergeniczne a powstawanie skał osadowych, diagenesa, skład mineralny i chemiczny, struktury i tekstury, środowiska sedimentacji skał osadowych. Skały okruchowe. Skały ilaste i skały węglanowe. Skały krzemionkowe i ewaporaty. Pozostałe skały osadowe. Petrologia skał metamorficznych - wprowadzenie i przegląd problematyki. Klasyfikacja skał metamorficznych. Struktury i tekstury skał metamorficznych. Stopień przeobrażeń metamorficznych (strefy głębokościowe, strefy mineralne, facje metamorficzne, stopnie metamorfizmu). Związki z tektoniką globalną. Reakcje metamorficzne, diagramy facjalne, siatka petrogenetyczna, geotermobarometria. Geneza wybranych struktur i tekstur skał metamorficznych. Przegląd skał metamorficznych: skały metamorfizmu termicznego, dyslokacyjnego, regionalnego.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Organizacja zajęć. Minerały skał osadowych: kalcyt, dolomit, gips, anhydryt, opal, chalcedon, kaolinit, glaukonit. Przegląd skał osadowych: skały grubo- i średniokruchowe. Przegląd skał osadowych: skały drobnokruchowe, skały ilaste. Przegląd skał osadowych: skały węglanowe i skały przejściowe. Przegląd skał osadowych: ewaporaty, skały krzemionkowe i skały przejściowe. Minerały skał metamorficznych: amfibole, grupa serpentynu, chloryty, grupa epidotu, krzemiany glinu, staurolit, kordieryt, granaty. Przegląd skał metamorficznych: skały zmetamorfizowane kontaktowo i metasomatyczne – łupki gruzełkowe, hornfelsy, skarny. Przegląd skał metamorficznych: skały metamorfizmu dyslokacyjnego: kataklazyty i mylonity. Przegląd skał metamorficznych: skały niskiego stopnia metamorfizmu – serpentynity, metagabra, diabazy, zieleńce, łupki serycytowo-kwarcowe, fyllity. Przegląd skał metamorficznych: skały średniego stopnia metamorfizmu – łupki</p>

		łyszczkowe, gnejsy, amfibolity, marmury, kwarcyty. Przegląd skał metamorficznych: skały metamorficzne wysokich P i T – łupki glaukofanowe, eklogity, granulity; inne skały metamorficzne.
3.	Ekonomia	<b>Wykłady:</b> Podstawowe pojęcia w ekonomii I (własność, gospodarka i systemy gospodarcze, zasoby i ich ograniczoność, prawa ekonomiczne, metody badań ekonomicznych, ekonomia a inne nauki). Podstawowe pojęcia w ekonomii II (pojęcie i funkcjonowanie rynku, popyt, podaż, cena, elastyczność popytu i podaży, metody pomiaru elastyczności popytu i podaży, dyskontowanie). Elementy mikroekonomii I (podstawy teorii wyboru konsumenta, przedsiębiorstwa, teoria produkcji, równowaga przedsiębiorstwa). Elementy mikroekonomii II (rynki czynników produkcji, niedoskonałości rynku i rola państwa w gospodarce). Elementy makroekonomii I (produkt i dochód narodowy, pieniądz i polityka monetarna). Elementy makroekonomii II (budżet państwa, podatki, wzrost gospodarczy, cykl koniunkturalny, bezrobocie, inflacja). Formy prawne przedsiębiorstw (pojęcie przedsiębiorcy w prawie, spółki i ich charakterystyka).
4.	Hydrogeologia	<b>Wykłady:</b> Występowanie wód podziemnych. Pojęcie warstw wodonośnych, warstw izolujących i słabo przepuszczalnych. Prawo Darcy, podstawowe równania przepływu wód podziemnych. Cykl hydrologiczny: opad atmosferyczny, infiltracja, ewapotranspiracja. Główne typy zbiorników wód podziemnych. Zasoby wód podziemnych, klasyfikacja i metody określania. Zagrożenia wodne. Dopływ do wykopów, odkrywek i tuneli. Przesączanie przez zapory. Skład chemiczny wód podziemnych. Migracja i transport zanieczyszczeń. Czynniki geo- i antropogeniczne. Metody modelowania procesów hydrogeologicznych. Kartografia hydrogeologiczna. Prawo wodne i Ramowa Dyrektywa Wodna a wody podziemne. <b>Ćwiczenia:</b> Podstawowe pojęcia i definicje dotyczące budowy warstwy wodonośnej. Objaśnianie głównych środowisk występowania wody podziemnej. Wyznaczanie parametrów filtracyjnych warstwy wodonośnej o zwierciadle swobodnym i napiętym w warunkach ruchu ustalonego za pomocą metod empirycznych. Wyznaczanie parametrów filtracyjnych warstwy wodonośnej o zwierciadle swobodnym i napiętym w warunkach ruchu nieustalonego za pomocą metod empirycznych. Elementy i konstrukcja profilu i przekroju hydrogeologicznego. Metody odwzorowania zwierciadła wody podziemnej. Zasoby dynamiczne i statyczne wód podziemnych i metody ich określania. Skład chemiczny wód podziemnych i jego zróżnicowanie. Metody prezentacji analiz chemicznych wód podziemnych. <b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Laboratoryjne wyznaczanie porowatości efektywnej skał, współczynnika filtracji oraz odsączalności grawitacyjnej skał.
5.	Applied hydrogeology Hydrogeologia stosowana	<b>Lectures:</b> Major geological and hydraulic parameters of rocks: porosity, permeability, fractured media, karstic phenomena and methods of evaluation. Unsaturated and saturated zone, aquifers and aquitards. Darcy's law and hydraulic conductivity. Groundwaters recharge method of evaluation. Water level fluctuation. Groundwater flow system analysis. Groundwater resources evaluation and pumping test results. Basic equation of groundwater flow: Dupuit, Theis and Jacob. Springs and base flow analysis. Basic groundwater modelling. Chemical composition of groundwater. Mineral and thermal water. Groundwater contamination and contaminant migration. Isotopic and tracer methods. Hydrogeological data base, mapping and survey. Groundwater protection, regulation, EU Water Framework Directive. <b>Classes:</b> Block 1 Porosity of rocks, Permeability and hydraulic conductivity, Pumping test analysis, Groundwater recharge evaluation, Water level fluctuation. Block 2 Data base – Wells (Baza danych Hydro), Mapping. Introduction to modeling. Block 3 Physical properties of groundwater, Chemical composition of groundwater, Classes of water analysis. Balance of chemical analysis of water. Analysis errors. Presentation and classification of water analysis, Contamination, Introduction to mass transport modeling. <b>Wykłady:</b> Główne parametry geologiczne i hydrauliczne skał: porowatość, przepuszczalność, szczelinowatość, zjawiska krasowe i metody oceny. Strefa nienasycona i nasycona, warstwy wodonośne i akwitardy. Prawo



		<p>Darcy'ego i współczynnik filtracji. Metoda oceny stanu wód podziemnych. Wahania poziomu wody. Analiza systemu przepływu wód podziemnych. Ocena zasobów wód podziemnych i wyniki próbnych pompowań. Podstawowe równanie przepływu wód podziemnych: Dupuit, Theisa i Jacoba. Analiza źródeł i przepływu podstawowego. Podstawowy modelowanie wód podziemnych. Skład chemiczny wód podziemnych. Wody mineralne i termalne. Zanieczyszczenie wód podziemnych i migracja zanieczyszczeń. Metody izotopowe i znacznikowe. Bazy danych hydrogeologicznych, kartowanie i metody badań. Ochrona wód podziemnych, regulacje prawne, Ramowa Dyrektywa Wodna UE.</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> Blok 1 Porowatość skał, przepuszczalność i współczynnik filtracji, analiza próbnych pompowań, ocena zasilania wód podziemnych, wahania zwierciadła wód podziemnych. Blok 2 Bazy danych - Studnie (Baza danych Hydro), Kartowanie. Wprowadzenie do modelowania. Blok 3 Właściwości fizyczne wód podziemnych. Skład chemiczny wód podziemnych. Klasyfikacje analiz wód. Bilans analizy chemicznej wody. Błędy analizy. Prezentacja i klasyfikacja analizy wody. Zanieczyszczenie. Wprowadzenie do modelowania transportu masy.</p>
6.	Sedymentologia	<p><b>Wykłady:</b> Podział i klasyfikacja procesów sedymentacji [Erozja/korozja – Transport – Depozycja (ETD)]; relacja między teksturą i strukturą sedymentacyjną; podział procesowy i czasowy tekstur oraz struktur sedymentacyjnych [E-T-D, pierwotne, wtórne]; procesy transportu hydraulicznego (trakcja, saltacja, suspensja); osady ziarniste].</p> <p>Cechy teksturalne osadów [uziarnienie, kształt ziaren (kulistość, stopień obtoczenia), orientacja ziaren (lineacja i imbrykacja)]; teksturalne wskaźniki czasu i kierunku transportu. Cechy strukturalne osadów (powierzchnie sedymentacji, sedymentacyjne i warstwowania); jednostki warstwowania (laminy, warstwy, ławice); struktury międzywarstwowe i wewnątrzwarstwowe. Erozyjne struktury sedymentacyjne - powierzchnie erozyjne (powierzchnie deflacyjne, lineacja prądowa, skarpy, mikrokliny, klify, rynny, jamki wirowe, kotły eworsyjne); osady rezydualne. Transportowe struktury sedymentacyjne - powierzchniowe (ripplemarki, klimbing, odsypy, nasypy, smugi, wstęgi, struktury cieniowe); wewnątrzwarstwowe (frakcjonalne uziarnienie, warstwowania prądowe). Depozycyjne struktury sedymentacyjne - powierzchnie warstwowania/laminacji, struktury adhezyjne, zaspy, trawertyny, laminity, rytmisty. Struktury deformacyjne - struktury obciążeniowe, impaktyty, koluwia osuwiskowe, spływowe, zawiesinowe, struktury konwekcyjne (diapiry, konwolucje); struktury iniekcyjne (dajki, żyły, intruzje klastyczne; struktury dyfuzyjne, ślady biogeniczne). Zwietrzliny i profile zwietrzelinowe (saprolity, regolity, etchplena).</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> Analiza granulometryczna (sitowa i mikroskopowa, interpretacja procesowo-środowiskowa osadów ziarnistych). Analiza paleoprądów i paleotransportu (diagramy rozetowe, wektor wypadkowy, paleoskłon). Cykliczność sedymentacji (łańcuchy Markowa). Profil sedymentologiczny.</p>
7.	Principles of sedimentology	<p><b>Lectures:</b> Distribution and classification of sedimentary processes [Erosion/corrosion - Transportation - Deposition (ETD)], the relationship between sedimentary texture and structure; process-and-time related subdivision of textures and sedimentary structures (ETD, primary, secondary); processes of hydraulic transport of the clastics (traction, saltation, suspension). Texture of granular sediments - grain size, grain shape (sphericity, roundness), grain orientation (lineation and imbrication); textural indicators of the time and the direction of transport. Structure of granular sediments - sedimentary surfaces, sedimentary layering, layering units (laminae, bed, strata), the intra-bed and inter-bed structures. Erosional sedimentary structures - erosional surfaces (deflation flat surfaces, parting lineation, escarpment, cliff, microcliff, troughs, scours, potholes, evorsion holes), residuals). Transportation sedimentary structures - surficial (ripples, climbing, lateral bars, inner bars, sand ribbons and bands, obstacle marks); intra-bed (grain gradation, current bedding). Depositional sedimentary structures - lamination/bedding surfaces, adhesion structures, obstacle dunes, travertine, laminites, rhytmities). Deformation structures (load structures, impactites, landslides, slumps, debrites, suspension current</p>

		<p>deposits (turbidites), convectional structures (diapirs, convolutions), injection structures (clastic dykes, veins, intrusions, diffusion cells, trace fossils). Weathering products and profiles (saprolites, regolites, etchplanes).</p> <p><b>Classes:</b> Grain size analysis (sieve and microscopic analyses, process and environmental interpretation of grain sediments). Palaeocurrent and palaeotransport analysis (rose diagrams, vector mean, paleoslope). Cyclicity of deposition (Markov Chains). Sedimentary profile.</p> <p><b>Field classes:</b> Field description and profiling of sedimentary rocks. Practical recognition of textural and structural features of sediments and sedimentary rocks. Recognition and interpretation of paleo-flow direction indicators. Recognition of the "way-up" indicators. Recognition and interpretation of biogenic and deformation structures; Elements of regional geology of the Sudetes in the context of the paleogeographic evolution of the area.</p> <p><b>Wykłady:</b> Rozkład i klasyfikacja procesów sedymentacyjnych [erozja / korozja - transport - osadzanie (ETD)], związek między teksturą i strukturą osadu; związany z procesem i czasem podział tekstur i struktur osadowych (ETD, pierwotny, wtórny); procesy hydraulicznego transportu gliny (trakcja, solenie, zawieszenie). Tekstura osadów ziarnistych - wielkość ziarna, kształt ziarna (sferyczność, okrągłość), orientacja ziarna (lineacja i nasiąkanie); teksturalne wskaźniki czasu i kierunku transportu. Struktura osadów ziarnistych - powierzchnie osadowe, warstwowanie osadowe, jednostki warstwowe (blaszki, złoża, warstwy), struktury wewnętrzne i międzywęzłowe. Erozyjne struktury osadowe - powierzchnie erozyjne (deflacja powierzchni płaskich, lineacja podziału, skarpa, klif, mikrokłif, koryta, szorowania, dziury, otwory ewakuacyjne), pozostałości). Transport struktur osadowych - powierzchniowy (zmarszczki, wspinaczka, pręty boczne, pręty wewnętrzne, wstażki i taśmy z piaskiem, ślady przeszkód); łóżko wewnętrzne (gradacja ziarna, obecna ściółka). Osadowe struktury osadowe - powierzchnie laminujące / ściółkowe, struktury adhezyjne, wydmy przeszkodowe, trawertyny, laminity, rytymity). Struktury odkształcające (struktury obciążeniowe, uderzenia, osuwiska, spadki, resztki, osady prądu zawiesinowego (mętności), konstrukcje konwekcyjne (diapiry, zwoje), struktury wtryskowe (groble, żyły, wtargnięcia, komórki dyfuzyjne, śladowe skamieliny). (saprolity, regolity, trawniki).</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> Analiza wielkości ziarna (analizy sitowe i mikroskopowe, interpretacja procesowa i środowiskowa osadów zbożowych). Analiza paleocurrentu i paleotransportu (diagramy róży, średnia wektorowa, paleoslope). Cykliczność osadzania (łańcuchy Markowa). Profil osadowy.</p> <p><b>Ćwiczenia terenowe:</b> Opis terenu i profilowanie skał osadowych. Praktyczne rozpoznawanie faktur i cech strukturalnych osadów i skał osadowych. Rozpoznawanie i interpretacja wskaźników kierunku paleo-flow. Uznawanie wskaźników „up-up”. Rozpoznawanie i interpretacja struktur biogennych i deformacyjnych; Elementy geologii regionalnej Sudetów w kontekście paleogeograficznej ewolucji obszaru.</p>
8.	Geologia strukturalna	<p><b>Wykłady:</b> Zakresy zainteresowań, zadania i metody geologii strukturalnej i tektoniki, ich miejsce wśród nauk geologicznych; przegląd podstawowej literatury krajowej i światowej oraz czasopism naukowych dot. tych nauk. Pojęcie i metodologia analizy strukturalnej. Fizyczne podstawy geologii strukturalnej i tektoniki. Naprężenia i odkształcenia - podstawowe definicje, wzory i zależności. Elementy reologii i mechaniki skał. Współczesne naprężenia w masywach skalnych - metody pomiarów i interpretacja. Regionalne układy współczesnych naprężeń w skorupie ziemskiej i ich związek z tektoniką regionalną i globalną. Reżimy tektoniczne. Tektoniczne struktury kruche ich morfologia i geneza. Spękania skalne i uskoki. Rodzaje, morfologia i układy ciosu oraz ich geneza. Spękania przydyslokacyjne i termiczne. Rodzaje i geneza uskoków i kruchych stref ścinania. Systemy uskokowe nasuwcze, przesuwcze i normalne.</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> Metodyka analizy przestrzennej elementów orientacji struktur tektonicznych przy użyciu siatek projekcyjnych w odwzorowaniu Lamberta i Schmidta. Podstawowe metody analizy strukturalnej wybranych prostych struktur tektonicznych o charakterze kruchym i podatnym.</p>

9.	Principles of structural geology Podstawy geologii strukturalnej	<p><b>Lectures:</b> Definitions, tasks and methods of structural geology and tectonics. Scope of interests, position among geological sciences; review of most important and international literature: manuals and periodicals. Notion and methods of structural analysis. Physical basis of structural geology and tectonics. Stress and strain - basic definitions, formulas and relationships. Elements of rheology and rock mechanics. Present-day in situ stresses in rock massifs - methods of measurements and interpretation. Regional patterns of in situ stresses in earth's crust and their relationships with regional and global tectonics. Tectonic regimes. Brittle tectonic structures - their morphology and origin. Brittle shear zones. Thermal jointing. Classification, morphology and origin of faults. Linked fault systems produced in thrusting, strike-slip and normal faulting regimes.</p> <p><b>Classes:</b> Methods of spatial analysis of orientation aspects of tectonic structures using Lambert-Schmidt stereonet. Basic methods of structural analysis applied to selected simple tectonic structures originated in both brittle and ductile regimes.</p> <p><b>Wykłady:</b> Definicje, zadania i metody geologii strukturalnej i tektoniki. Zakres zainteresowań, pozycja wśród nauk geologicznych; przegląd najważniejszej i międzynarodowej literatury: podręczników i czasopism. Pojęcie i metody analizy strukturalnej. Fizyczne podstawy geologii strukturalnej i tektoniki. Stres i odkształcenie - podstawowe definicje, wzory i zależności. Elementy reologii i mechaniki skał. Współczesne naprężenia in situ w masywach skalnych - metody pomiaru i interpretacji. Regionalne wzory naprężeń in situ w skorupie ziemskiej i ich związki z regionalną i globalną tektoniką. Reżimy tektoniczne. Kruche struktury tektoniczne - ich morfologia i pochodzenie. Kruche strefy ścinania. Łączenie termiczne. Klasyfikacja, morfologia i pochodzenie uskoku. Połączone systemy uszkodzeń wytwarzane w trybie pchania, uderzenia i poślizgu w normalnych warunkach.</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> Metody analizy przestrzennej aspektów orientacyjnych struktur tektonicznych z wykorzystaniem stereonetów Lambert-Schmidt. Podstawowe metody analizy strukturalnej zastosowane do wybranych prostych struktur tektonicznych powstałych w reżimach kruchych i plastycznych.</p>
10.	Ćw. terenowe - Hydrogeologia z elementami hydrologii	<p><b>Ćwiczenia terenowe:</b> Pomiar objętościowego przepływu w cieku: określenie przepływu w cieku za pomocą młynka hydrometrycznego, określenie przepływu w cieku za pomocą metody pływakowej, metody obliczeniowej. Rejestracja objawów zawodnienia warstwy wodonośnej: charakterystyka wpływów wód podziemnych na powierzchnię terenu (źródła i wysięki), metody pomiaru wydajności źródeł i wysieków, pomiary parametrów fizyko-chemicznych wód w terenie, pobieranie próbek wód do analiz laboratoryjnych ze źródeł oraz studni. Strefa aeracji: makroskopowe rozpoznawanie skał tworzących strefę aeracji i ich charakterystyka. Mapa stosunków wodnych: wykonanie mapy stosunków wodnych, informacje zawarte na mapie hydrograficznej i hydrogeologicznej.</p>
11.	Ćw. terenowe - Sedymentologia	<p><b>Ćwiczenia terenowe:</b> Najważniejsze stanowiska, zjawiska i procesy: Konradów. Formacja ze Szczawna (wizen-namur). Osady deltowe, mułowce hemipelagiczne, wapienie homogenitowe, piaskowce i zlepieńce (turbidyty i debryty, mechanoglify), koluwia osuwiskowe (amalgamacja zestawów, intraklasty, struktury płomieniowe). Profil syntetyczny cyklowemu deltowego, diachronizm, tempo subsydencji, rekonstrukcja paleogeografii zachodniej części basenu śródsudeckiego (faza inicjalna). Praca w zespołach. Golińsk. Formacja zlepieńców z Mioszowa (sakson). Osady rzeczne i stożkowe. Piaskowce i zlepieńce, cyklotomy roztopowe, nasypy śródkorytowe, odsypy lateralne, paleogleby, koryta i bruki korytowe. Koluwium osuwiskowe i struktury deformacyjne (kontorsje, wulkany klasyczne, komory dyfuzyjne, diapiry, struktury iniekcyjne). Osady powodziowe (fale piaskowe, zawiesina frakcjonalna). Osady i struktury wydarzeniowe (sejsmit). Epizodyczna subsydencja. Profilowanie osadów aluwialnych, rekonstrukcja paleogeografii zachodniej części basenu śródsudeckiego (faza końcowa). Praca indywidualna. Tłumaczów. Ogniwo dolnych łupków walchiowych (autun). Osady jeziorne – pelagiczne i deltowe. Iłowce, mułowce i wapienie. Ripplemarki falowe i prądowe, szczeliny z wysychania, pseudomorfozy po gipsie i soli, tropy gadów. Profilowanie laminitów jeziornych, rekonstrukcja paleogeografii wschodniej części</p>

		<p>basenu śródsudeckiego (faza schyłkowa). Praca indywidualna. Hinczyce. Ogniwu środkowych łupków walchiowych (autun). Osady okresowych jezior, osady korytowe. Iłowce, mułowce i piaskowce. Laminity jeziorne, ripplemarki falowo-wiatrowe, inwadujące koryta dystrybucyjne. Cyklotemy rzeczno-jeziorne, profilowanie osadów jeziornych, Profilowanie laminitów jeziornych, rekonstrukcja paleogeografii wschodniej części basenu śródsudeckiego (faza schyłkowa). Praca indywidualna. Guzowata. Formacja zlepieńców z Wambierzyc (sakson). Osady stożkowe i rzeczne. Mułowce, piaskowce i zlepieńce (diamiktyty), wapienie pedogeniczne. Koluwia osuwiskowe (fałdy osuwiskowe, płyty deformacyjne, strefy ścinania). Koluwia spływowe (debryty, intraklasty). Kopalne gleby wapienne (kalicze: rozproszone, gruzłowe, laminowane i masywne). Pedymentacja i peneplenizacja regionalna. Profilowanie i opróbowanie, rekonstrukcja paleogeografii wschodniej części basenu śródsudeckiego (faza końcowa). Praca zespołowa w grupach. Góry Stołowe Ogniwu piaskowców Progu Radkowa, Szczelińca-Skalniaka (turon, koniak). Osady szelfowe i przybrzeżne. Piaskowce i piaskowce zlepieńcowate. Bliskie i dalekie osady sztormowe, osady rewowe i zarewowe, dystrybucyjne kanały szelfowe, synsedymencyjna tektonika (warstwowania przekątne w wielkiej skali, synsedymencyjne uskoki i strefy ścinania, ślady ucieczki gazu z osadu), ślady biogeniczne. Pomiary struktur kierunkowych, profilowanie. Rekonstrukcja paleogeografii późnej kredy w Sudetach. Praca indywidualna. Bystrzyca Stara. Mułowce dolnego i środkowego turonu. Osady szelfowe, skamieniałości, skamieniałości śladowe, opróbowanie i profilowanie. Rekonstrukcja paleogeografii późnej kredy w Sudetach, struktura rowu Górnej Nisy Kłodzkiej. Praca zespołowa w grupach</p> <p>Bystrzyca Kłodzka. Ogniwu środkowych piaskowców ciosowych (turon). Osady szelfowe, prodełtowe. Cykliczność sedymentacji, skamieniałości śladowe, strukturalne wskaźniki stopnia kompaktacji. Rekonstrukcja paleogeografii późnej kredy w Sudetach. Praca indywidualna. Stary Waliszów. Osady serii heterolitycznej (tzw. ily idzikowskie, koniak). Osady szelfowe, dalekie osady sztormowe, turbidyty, skamieniałości i skamieniałości śladowe. Rekonstrukcja paleogeografii późnej kredy w Sudetach, struktura rowu Górnej Nisy Kłodzkiej, akomodacja. Praca indywidualna. Idzików Osady serii piaskowcowo-zlepieńcowej (tzw. zlepieńce Idzikowskie, santon). Osady plażowe i przybrzeżne, rewy, mikrokliny, sierpy plażowe, skamieniałości śladowe, bliskie osady sztormowe, warstwowania hamakowe, bruki sztormowe, powierzchnie reaktywacji, cykle progradacyjne. Rekonstrukcja paleogeografii późnej kredy w Sudetach, struktura rowu Górnej Nisy Kłodzkiej, akomodacja. Praca zespołowa w grupach. Ponadto: liczne stanowiska współczesnych osadów zboczowych, osadów rzecznych w dolinach Ścinawy i Nisy Kłodzkiej.</p>
12.	Ćw. terenowe - Tektonika	<p><b>Ćwiczenia terenowe:</b> Analiza fałdów. Fałdy - pojęcia podstawowe, elementy i parametry geometryczne fałdów, klasyfikacje, obraz fałdu w projekcji planisferycznej, wyznaczanie osi fałdu, opracowanie statystyczne dużego zbioru pomiarów warstwowania – konstrukcja diagramu konturowego warstwowania, analiza geometrii fałdu na podstawie diagramu konturowego warstwowania. Analiza uskoków: pojęcia podstawowe, klasyfikacja uskoków, główne parametry powierzchni uskokowej i przemieszczenia uskokowego, praktyczna analiza parametrów przemieszczenia uskokowego, wyznaczanie osi głównych naprężeń na podstawie uskoków sprzężonych. Analiza spękań. Spękania, pojęcia podstawowe, typowe układy, morfologia powierzchni a geneza, cios w fałdach, analiza zespołów spękań, przykład opracowania dużego zbioru danych azymutalnych, konstrukcja diagramu kołowego (róży spękań).</p>
13.	Ćw. terenowe - Geologia historyczna	<p><b>Ćwiczenia terenowe:</b> Studenci poznają budowę geologiczną poszczególnych jednostek geologicznych fanerozoiku i ich wykształcenie litologiczne oraz zapis paleontologiczny: kambru (Góry Świętokrzyskie lub Czechy), ordowiku, syluru, dewonu i karbonu (Góry Świętokrzyskie, Bardzkie, niecka śródsudecka lub Czechy), triasu (Opolszczyzna), jury (Góry Świętokrzyskie), kredy górnej (Folwark k. Opola, rów Górnej Nisy, niecka</p>

		północnosudecka lub Czechy), miocenu (Góry Świętokrzyskie). Sporządzają profile litologiczne i prowadzą obserwacje paleośrodowiskowe, paleontologiczne i sedymentologiczne w badanych odkrywkach.
14.	Ćw. terenowe - Geologia z elementami geomorfologii	<b>Ćwiczenia terenowe:</b> 2 tematy nadrzędne: (1) Zapis w skałach i strukturach zjawisk związanych z frontem orogenicznym waryscydów we wschodniej części masywu czeskiego. (2) Zapis w rzeźbie i osadach neogeńskich i współczesnych procesów wypiętrzania Sudetów i zachodniego obszaru przedkarpacciego. Zagadnienia szczegółowe: Geologia i rzeźba Krasu Morawskiego (zapis procesów w paleozoicznych skałach węglanowych i klastykach, analiza rzeźby krasowej w powiązaniu z młodymi procesami tektonicznymi, wzorcowa organizacja ruchu turystycznego w popularnych obiektach geoturystycznych). Moldanubikum, kopuła Svratki, Wyżyna Czesko-Morawska (interpretacja zapisu procesów orogenicznych w skałach krystalicznych i osadach basenów śródgórskich, problemy lokalizacji elektrowni atomowej). Basen kulmowy, geologia i rzeźba Bramy Morawskiej (analiza wykształcenia osadów turbidytowych; analiza zapisu procesów tektonicznych w karbońskich i dewońskich seriach osadowych, współczesna rzeźba krawędzi tektonicznej Sudetów - Brama Morawska, kras termalny, wody mineralne, przykład nowoczesnie zagospodarowanego uzdrowiska). Seria Branny, nasunięcie ramzowskie, strefa Starego Města, masyw Sobotina (rekonstrukcja tektoniki waryscyjskiej - zapis kolejnych etapów deformacji w skałach metamorficznych, analiza pozycji skał magmowych w strefach orogenicznych i w strefach deformacji neogeńskich). Kopuła Desny i kopuła Keprnika, rzeźba Wysokiego Jesionika (metody geologii strukturalnej i petrologii metamorficznej w odniesieniu do procesów orogenicznych, związek współczesnej rzeźby Sudetów z procesami młodej tektoniki -powierzchnie zrównań i krawędzie morfologiczne, drobne formy rzeźby strefy wysokogórskiej). Granitoidy masywu Żulowej i ich osłona (analiza pozycji skał magmowych w strefach orogenicznych).
15.	Ćw. terenowe - Mineralogia i petrologia	<b>Ćwiczenia terenowe:</b> Zasady rozpoznania i opróbowania skał w czasie badań terenowych w skali pojedynczego odsłonięcia, pojedynczej serii skalnej, kompleksu serii skalnych; wnioskowanie w czasie badań terenowych o warunkach metamorfizmu skał przeobrażonych oraz krystalizacji law i magm. Określanie w warunkach terenowych historii geologicznej i kontekstu geotektonicznego badanych skał/zespołów skalnych. Badania mineralogiczne i petrograficzne w warunkach miejskich. Słynne kolekcje mineralogiczne i geologiczne świata.
16.	Historia środowiskowa i geoarcheologia	<b>Wykłady:</b> Historia środowiskowa, archeologia środowiskowa, geoarcheologia - przegląd pojęć i klasyfikacji. Metody środowiskowych badań archeologiczno-geologicznych. Charakterystyka form i przedmiotów zabytkowych z różnych epok pradziejów (epoka kamienna, brązu, żelaza, okres wpływów rzymskich, średniowiecze) w kontekście zmian w otaczającym środowisku. Metodyka i przykłady zastosowania badań geologiczno-środowiskowych różnych obiektów archeologicznych (zabytki kamienne, ceramika, kamienie jubilerskie i budowlane oraz inne). Rola i zadania geologów podczas badań paleośrodowisk archeologicznych. Sposoby przedstawiania wyników badań geologiczno-środowiskowych.
17.	Proseminarium	<b>Konwersatorium:</b> Wprowadzenie do przedmiotu, zakres i organizacja spotkań, podstawy formułowania tez i hipotez naukowych, prawidłowa konstrukcja pracy dyplomowej, wymogi stawiane pracy licencjackiej i magisterskiej. Wybór tematyki do przygotowania rozprawy dyplomowej, zasady tworzenia strony tytułowej i wstępu pracy naukowej, wyróżnienie metod badawczych potrzebnych do realizacji zaplanowanego tematu. Ustalenie problematyki pracy proseminaryjnej z prezentacją tez i metod weryfikacji, dyskusja, część teoretyczna pracy dyplomowej – stan badań, lokalizacja, sytuacja geologiczna. Zasady wyszukiwania literatury naukowej, prawidłowe cytowanie literatury (monografie, artykuły i in.), wprowadzenie do zagadnienia własności intelektualnej, zasady udostępniania dokumentów na podstawie licencji OA (open access). Zasady tworzenia opisu metodologii badań, wyników i wniosków. Ilustrowanie prac naukowych – przygotowanie tabel, grafik, map. Przygotowanie skróconych form tekstu naukowego – streszczenie i abstrakt, różnice między abstraktem konferencyjnym a abstraktem artykułu naukowego. Prezentacje naukowe – zasady przygotowania dobrej

		prezentacji naukowej – układ, treść, zasady utrzymania uwagi widowni, prezentacje seminaryjne i konferencyjne, System Identyfikacji Wizualnej UWr,
18.	Przedsiębiorczość i zarządzanie małą firmą	<p><b>Wykłady:</b> Planowanie kariery zawodowej geologa. Skuteczne ubieganie się o pracę. Biznes plan przedsięwzięcia geologicznego. Pojęcie, istota oraz zasady funkcjonowania małych i średnich przedsiębiorstw ze szczególnym uwzględnieniem firm geologicznych. Źródła finansowania małych i średnich przedsiębiorstw. Opis i wyjaśnienie podstawowych zagadnień niezbędnych do założenia własnej firmy geologicznej. Podstawowe zasady i funkcje uproszczonej rachunkowości, różnice między rachunkowością finansową, a uproszczoną rachunkowością podatkową. Wybór najkorzystniejszej formy opodatkowania małej firmy podatkiem dochodowym. Budowa i zasady ewidencyjne podatkowej księgi przychodów i rozchodów. Podatek od towarów i usług w małej firmie, rejestry VAT. Marketing i zarządzanie małym i średnim przedsiębiorstwem. Możliwości wsparcia małych i średnich przedsiębiorstw ze środków unijnych ze szczególnym uwzględnienie specyfiki geologii.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Przygotowanie listu motywacyjnego i CV, przygotowanie do rozmowy kwalifikacyjnej. Opracowanie biznes planu przedsięwzięcia geologicznego. Rejestracja własnej działalności (firmy geologicznej): formularz do rejestracji działalności gospodarczej, formularz do rejestracji spółki, wniosek REGON, wniosek NIP, rozliczania podatku dochodowego od jej działalności, rozliczenia z ZUS. Sporządzanie ofert, rozliczanie wykonanych prac.</p>
Semestr V		
1.	Geofizyka	<p><b>Wykłady:</b> Przedmiot, cele i podział geofizyki. Podstawowe metody geofizyki: magnetyczne, geoelektryczne, sejsmiczne (w tym - akustyczne), georadarowe. Metodyka prowadzenia badań geofizycznych. Interpretacje jakościowe i ilościowe danych geoelektrycznych (elektrooporowych, PS) Podstawowe metody geofizyki wiertniczej. Podstawy interpretacji wyników badań sejsmicznych i georadarowych.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Metoda georadarowa. Sejsmika i akustyka otworowa. Związki modułów sprężystości z prędkościami fal podłużnych i poprzecznych. Warunki powstawania fal odbitych i refrakcyjnych. Modelowanie hodografów refleksyjnych i refrakcyjnych dla różnych parametrów ośrodka. Oporność elektryczna, pole elektryczne, profile elektryczne, metoda PS (powierzchniowa i otworowa).</p>
2.	Geologia inżynierska	<p><b>Wykłady:</b> Klasyfikacje gruntów według obowiązujących norm. Właściwości fizyczne i mechaniczne gruntów. Rodzaje naprężeń w podłożu gruntowym i podstawowe metody ich obliczeń. Obliczenia nośności według I i II stanu granicznego. Rodzaje i przeznaczenie map geologiczno-inżynierskich. Zasady sporządzania opinii i dokumentacji geotechnicznych i geologiczno-inżynierskich. Charakterystyka i ocena wybranych procesów geodynamicznych. Problemy geologiczno-inżynierskie i środowiskowe związane z wybranymi inwestycjami.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Makroskopowe rozpoznawanie gruntów. Badania właściwości fizycznych i oznaczanie składu granulometrycznego gruntów. Granice konsystencji i stany gruntów spoistych. Stany gruntów sypkich. Ściśliwość gruntów, moduły ściśliwości. Wytrzymałość gruntów na ścinanie. Zasady sporządzania przekrojów geologiczno-inżynierskich, wydzielanie warstw geotechnicznych. Opracowanie opinii geotechnicznej.</p>
3.	Metody statystyczne w geologii	<p><b>Wykłady:</b> Opis i wyjaśnienie podstawowych elementów statystyki opisowej. Populacja generalna a populacja próbna, opis tabelaryczny, szereg rozdzielczy, graficzna prezentacja wyników; miary tendencji centralnej: średnia arytmetyczna, średnia geometryczna, średnia ważona; miary zróżnicowania: wariancja, odchylenie standardowe, współczynnik zmienności; miary asymetrii-współczynnik skośności; miary koncentracji - kurtosa. Testowanie normalności rozkładu, test Z, test t Studenta w estymacji przedziałowej średniej i wariancji. Analiza wariancji jako metoda porównywania średniej kilku grup, dwuczynnikowa analiza wariancji, kowariancja, współczynnik korelacji Pearsona, analiza regresji (modele wielomianowe). Jedno-, dwu- i wielowymiarowa analiza dyskryminacyjna, analiza skupień przy zastosowaniu odległości w przestrzeni wielowymiarowej i współczynnika korelacji, sporządzanie dendrogramów. Analiza szeregów czasowych i przestrzennych</p>

		<p>wyznaczanie trendów, modele autokorelacyjne, analiza fourierowska. Korelacja rang Spearmana, test Manna-Whitneya, macierz częstości przejść Markova. Pomiary kierunkowe jako wektory na płaszczyźnie i w przestrzeni trójwymiarowej, obliczanie składowych wektora wypadkowego, wyznaczanie kąta wierzchołkowego przedziału ufności. Sporządzanie histogramów azymutalnych i diagramów w projekcji Schmidta, Lamberta. Zmienna zregionalizowana o rozkładzie ciągłym i nieciągłym, semiwariogramy. Triangulacja liniowa, powierzchnie trendu, ruchoma średnia ważona, algorytm minimalnej krzywizny i kriging jako narzędzia wyliczania map w programie Surfer.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Wyznaczanie miar rozkładu. Skala nominalna, porządkowa, interwałowa. Miary tendencji centralnej: średnia arytmetyczna, średnia geometryczna, średnia ważona. Wyznaczanie miar rozkładu i estymacja. Miary zróżnicowania: wariancja, odchylenie standardowe, współczynnik zmienności, błąd standardowy, standaryzacja danych. Mediana, moda. Miary asymetrii: współczynnik skośności. Miary koncentracji: kurtoza. Próba a populacja, parametry obciążone i nieobciążone. Weryfikacja hipotez: testowanie normalności rozkładu, Test chi-kwadrat, test t-Studenta w estymacji przedziałowej średniej i wariancji. Analiza wariancji. Analiza współzależności zmiennych: analiza korelacji i analiza regresji Dwuczynnikowa analiza wariancji, kowariancja, współczynnik korelacji Pearsona, analiza regresji. Testy nieparametryczna i analiza częstości przejść. Korelacja rang Spearmana, test Manna-Whitneya, macierz przejść Markowa. Statystyczna analiza danych kierunkowych. Sporządzenie histogramów azymutalnych i diagramów w projekcji Schmidta-Lamberta. Wykonanie map w programie Surfer przy wykorzystaniu różnych metod wyliczania map: krigingu, algorytmu minimalnej krzywizny, triangulacji liniowej.</p>
4.	Geologia złóż	<p><b>Wykłady:</b> Informacje wstępne: wykorzystanie kopalin w historii ludzkości, epoka kamienia, brązu, żelaza, wykorzystanie pierwiastków w historii, poglądy o skałach, rudach i minerałach, zużycie surowców energetycznych, podstawowe pojęcia z geologii złóż, pojęcie kopaliny i jej zmiana w czasie historycznym, podziały minerałów (składników) w złożach, rozkład produkcji kopalin na świecie, polityka międzynarodowa a problem złóż kopalin, przykładowe zastosowanie kopalin strategicznych, notowania giełdowe strategicznych surowców. Procesy złożotwórcze: sposoby koncentracji substancji złożowej, zmiany mineralne w złożach, geneza substancji mineralnych i maceratów. Obszary, poziomy, czas tworzenia się kopalin: prowincja kopalin, okręgi kopalin, rejony kopalin, pola kopalin, złoża z ciał złożowych – podziały, przykłady i charakterystyka, poziomy powstawania złóż kopalin, strefy głębokościowe – charakterystyka kopalin, długość procesów złożotwórczych. Miejsce geologii złóż w teoriach tektoniki płyt i ekspansji ziemi: schemat rozkładu płyt litosfery a rozkład złóż na ziemi, schemat występowania złóż w pobliżu stref benioffa, strefy kolizji kontynentów, charakterystyka złóż kopalin, pozycja złóż a globalna tektonika. Formy ciał kopalin (złóż): formy kopalin stałych- podział, przykłady i charakterystyka, formy kopalin ciekłych i gazowych- podział, przykłady i charakterystyka. Klasyfikacje złóż kopalin- klasyfikacje i przykłady: w zależności od czasu powstania złoża w stosunku do otoczenia, ze względu na źródło energii, ze względu na stan skupienia, ze względu na rozpowszechnienie w skorupie ziemskiej, ze względu na wielkość zasobów, ze względu na warunki występowania w skorupie, ze względu na stosunek do powierzchni ziemi, ze względu na rodzaj roztworów, klasyfikacje złóż endogenicznych, inne klasyfikacje złóż. Ogólna metalogeneza (mineralogeneza) głównych jednostek globu: złoża platform (archaicznych kratonów), złoża mobilnych krawędzi kontynentów (geosynklin), złoża wszechoceanu, metalogeneza egzogeniczna wszechoceanu, koncentracje Fe-Mn, hydraty metanowe. Złoża metali: teorie źródła substancji rudnej, epoki mineralogiczne, koncentracja metali w historii ziemi. Złoża magmowe: główne kopaliny w złożach, formy ciał złożowych, skład mineralny złóż, przykłady budowy geologicznej złóż magmowych. Złoża pegmatytowe: główne kopaliny w złożach, formy ciał rudnych złóż, skład mineralny złóż, przykłady budowy geologicznej złóż pegmatytowych. Złoża karbonatytowe: główne kopaliny w złożach, formy ciał rudnych złóż, skład mineralny złóż, przykłady</p>

budowy geologicznej złóż karbonatytowych. Złoża skarnowe. główne kopaliny w złożach, formy ciał złóż, skład mineralny złóż, przykłady budowy geologicznej złóż skarnowych. Złoża pneumo-hydrotermalne: główne kopaliny w złożach, formy ciał złóż, skład mineralny złóż, przykłady budowy geologicznej złóż pneumo-hydrotermalnych. Złoża metamorfogeniczne: główne kopaliny w złożach ze względu na fację metamorficzną, formy ciał złóż, skład mineralny złóż, przykłady budowy geologicznej złóż metamorfogenicznych. Złoża wietrzeniowe: schemat powstawania złóż wietrzeniowych, podziały złóż ze względu na formę i warunki tworzenia, główne kopaliny w złożach, formy ciał złóż, skład mineralny złóż, przykłady budowy geologicznej złóż wietrzeniowych. Złoża rozsypiskowe: geneza i podziały, główne kopaliny w złożach, formy ciał złóż, skład mineralny złóż, przykłady budowy geologicznej złóż rozsypiskowych. Złoża osadowe: charakterystyka złóż: mechanogenicznych, chemogenicznych, biochemogenicznych, wulkaniczno-osadowych, główne kopaliny w złożach, formy ciał złóż, skład mineralny złóż, przykłady budowy geologicznej złóż osadowych. Złoża osadowe biochemogeniczne (biochemiczne): charakterystyka kaustobiolitów, schematy złóż roponośnych, gazonośnych i węglowych, hipotezy powstania złóż kaustobiolitów, baseny węglowe, ropo- i gazonośne na świecie, zasoby głównych eksporterów gazy ziemnego, ropy naftowej i węgla, przykłady budowy geologicznej złóż kaustobiolitów na świecie. Złoża Polski: złoża surowców energetycznych (ropy naftowej, gazu ziemnego i ropy naftowej), złoża rud żelaza, złoża rud metali kolorowych, złoża kopalin niemetalicznych, złoża surowców skalnych.

**Ćwiczenia laboratoryjne:** Podstawowe pojęcia kopalin metalicznych: ruda, substancja użyteczna, kopalina, wykorzystanie gospodarcze, surowiec, minerał, mineraloid, pojęcia kruszec, ruda w Polsce i na świecie, podziały kruszców, pozyskiwanie metali, wykorzystanie metali w historii ludzkości. Metale – charakterystyka: średnia zawartość w skorupie ziemskiej, zawartość metalu w rudach zwięzłych, domieszki metali w innych rudach, zawartość metalu w solankach, szlamach, popiołach i innych źródłach. Kopaliny metaliczne: rudy żelaza: Fe, rudy metali staliwnych (Mn, Cr, Ni, Co, Mo, W, Ti, V, Zr, Nb, Ta), rudy metali nieżelaznych (Cu, Pb, Zn, Sn, Hg), rudy metali kruchych (As, Bi, Sb), rudy metali lekkich (Al, Be, Mg, Li, Cs, Ti), rudy metali szlachetnych (Ag, Au, PGE), rudy pierwiastków promieniotwórczych (U, Th, Rad, inne), rudy metali rzadkich (Sc, Ga, Ge, Cs, In, Nb, Ta, inne), rudy lantanowców (La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Lu, inne). Procedura badania (identyfikacji) rud: badania w mikroskopie do światła odbitego, badania chemiczne, badania specjalne. Makroskopowe oznaczanie minerałów rudnych - praktyczna nauka i oznaczanie typowych rud w zestawach dydaktycznych, twardość minerałów kruszczowych, metody oznaczania twardości ze względu na sposób oddziaływania na próbkę. Badania podstawowe rud metali: badania w mikroskopie do światła odbitego- zajęcia demonstracyjno-praktyczne. Struktury i tekstury rud: struktury genetyczne i morfologiczne rud, klasyfikacja genetyczna tekstur rud, struktury i tekstury rud łatwo wzbogacanych, struktury i tekstury rud trudno wzbogacanych, technologiczne badania struktur i tekstur rud, geometryczna klasyfikacja struktur w procesie wzbogacania, zajęcia praktyczne na okazach próbek rud. Koncentracja (separacja) kruszców: istota procesu separacji, bilans separacji zajęcia praktyczne z: separacji w cieczach ciężkich, separacja elektryczna, separacja magnetyczna, separacja w strudze wody, metody flotacyjne. Charakterystyka największych złóż metali na świecie i w Polsce-seminarium: główne złoża rudy żelaza: Fe; główne złoża rudy metali staliwnych (Mn, Cr, Ni, Co, Mo, W, Ti, V, Zr, Nb, Ta); główne złoża rudy metali nieżelaznych (Cu, Pb, Zn, Sn, Hg); główne złoża rudy metali kruchych (As, Bi, Sb); główne złoża rudy metali lekkich (Al, Be, Mg, Li, Cs, Ti); główne złoża rudy metali szlachetnych (Ag, Au, PGE); główne złoża rudy pierwiastków promieniotwórczych (U, Th, Rad, inne); główne złoża rudy metali rzadkich (Sc, Ga, Ge, Cs, In, Nb, Ta, inne); główne złoża rudy lantanowców (La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Lu, inne). Ropa naftowa i gaz ziemny: geneza ropy naftowej i gazu ziemnego, skład chemiczny węglowodorów ciekłych i gazowych, własności fizyczne ropy naftowej i gazu ziemnego, skały macierzyste, skały zbiornikowe, porowatość i przepuszczalność, pułapki ropo- i gazonośne. Węgle: warunki gromadzenia się materii organicznej, procesy wzbogacania w pierwiastek C, torf,



		węgiel brunatny, węgiel kamienny, antracyt, budowa węgla, skład maceralny, mikrolitotypy, linotypy, własności techniczne węgla, klasyfikacja polska, przegląd zagłębi polskich. Surowce chemiczne: charakterystyka i główne złoża w Polsce i na świecie: sole kamienne, potasowo-magnezowe, siarka, fosforyty, baryt, fluoryt, magnezyt, borany, azotany.
5.	Economic geology Geologia złóż	<p><b>Lectures:</b> Types of mineral resources (metallic, chemical, fossil fuels, building stones etc.). Geochemical classification of elements and principles of mineral deposits formation. Role of magmatic processes. Role of water. Mineral deposits related to diagenesis and metamorphic processes. Mineral deposits connected with ocean floor magmatism (e.g. VHMS, SEDEX). Mineral deposits of active continental margins. Mineral deposits of platform areas (e.g. MVT). Mineral deposits related to weathering. Sedimentary mineral deposits (metallic, chemical and building materials). Fossil fuels: peat, lignite, coal, hydrocarbons</p> <p><b>Laboratory classes:</b> review of minerals, ores, and deposits</p> <p><b>Wykłady:</b> Rodzaje zasobów mineralnych (metaliczne, chemiczne, paliwa kopalne, kamienie budowlane itp.). Geochemiczna klasyfikacja pierwiastków i zasady tworzenia złóż mineralnych. Rola procesów magmowych. Rola wody. Złoża mineralne związane z diagenезą i procesami metamorficznymi. Złoża mineralne związane z magmatyzmem dna oceanu (np. VHMS, SEDEX). Złoża mineralne aktywnych marginesów kontynentalnych. Złoża mineralne obszarów platformy (np. MVT). Złoża mineralne związane z wietrzeniem. Osadowe złoża minerałów (metaliczne, chemiczne i budowlane). Paliwa kopalne: torf, węgiel brunatny, węgiel, węglowodory</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> przegląd minerałów, rud i złóż</p>
6.	Gemmologia	<p><b>Wykłady:</b> Podstawowe definicje i podstawy klasyfikacji w gemmologii. Historia i rozwój metod oznaczania własności fizycznych kamieni jubilerskich. Badanie lupowe i mikroskopowe. Własności optyczne kamieni jubilerskich i sposoby ich oznaczania z zastosowaniem polaryskopu, dychroskopu i refraktometru kontaktowego. Inne metody badań gemmologicznych. Tok postępowania podczas prowadzenia badań kamieni szlachetnych na przykładzie wzorców europejskich (RAL, CIBJO) i amerykańskich (GIA). Zasady badań i wyceny brylantów. Świadectwa badań gemmologicznych i ich przygotowywanie.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Badanie cech makroskopowych kamieni jubilerskich. Ocena jakości surowca. Badanie lupowe – zasady ich prowadzenia, oznaczanie wrostków i cech optycznych za pomocą lupy aplanatyczno-achromatycznej. Praktyczne badania własności optycznych kamieni na polaryskopie, dychroskopie i za pomocą filtru Chalsea. Pomiar współczynnika załamania światła za pomocą refraktometru kontaktowego oraz refraksometru. Pokaz badania brylantów na stanowisku diagnostycznym oraz badania mikroskopowego wrostków. Obliczanie i szacowanie wartości oszlifowanych kamieni kolorowych oraz brylantów.</p>
7.	Metody badania jakości wód i gruntów	<p><b>Wykłady:</b> Jednostki koncentracji składników w wodzie. Składniki wód naturalnych. Właściwości fizyczne i chemiczne wód naturalnych. Pobór próbek wody. Podział metod analizy wody. Przegląd metod analizy wody. Ocena jakości wód. Badania jakości gruntów.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Organizacja prac laboratorium chemicznego. Oznaczanie przewodności elektrolitycznej i odczynu wody. Oznaczanie kwasowości i zasadowości wody. Oznaczanie twardości i zawartości chlorków. Oznaczanie azotanów(V), siarczanów(VI) i żelaza ogólnego. Pobór próbek wody – terenowe metody pomiaru podstawowych parametrów fizyko-chemicznych wody. Określenie jakości analiz i ocena jakości wody. Pobór próbek gleby - analiza jakości w terenie. Oznaczanie odczynu gleby i kwasowości hydrolitycznej. Oznaczanie sumy zasad wymiennych i zawartości siarczanów w glebie. Ocena jakości gruntów.</p>
8.	Podstawy geoturystyki	<p><b>Wykłady:</b> Kluczowe terminy geoturystyki i ochrony przyrody nieożywionej, prawne podstawy tej ochrony. Historia i rozwój geoturystyki na świecie jako nowej gałęzi turystyki i realizacji zasady zrównoważonego rozwoju. Atrakcje geoturystyczne Europy i ich udostępnianie, ze szczególnym uwzględnieniem regionu środkowoeuropejskiego. Klasyfikacje obiektów geoturystycznych w Europie z omówieniem ważniejszych</p>

		<p>przykładów. Zasady ustanawiania i waloryzacji obiektów geoturystycznych. Wykorzystanie walorów geoturystycznych w promocji regionu, aktywacji jego gospodarki i integracji lokalnej społeczności – przykłady sukcesów i porażek, i ich przyczyny. Rola geoturystyki w edukacji przyrodniczej społeczeństwa – porównanie różnych modeli, w tym skandynawskiego i polskiego. Znaczenie geoturystyki w zachowaniu miejscowych historycznych tradycji górnictwa i przemysłu wydobywczego. Zagrożenia dla środowiska związane z geoturystyką i przeciwdziałanie im. Prawne możliwości zbierania kolekcjonerskiego minerałów, skał i skamieniałości.</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> Zasady projektowania ścieżek geoturystycznych i podstawy geoturystyki miejskiej. Potencjalne walory geoturystyczne Wrocławia i okolic (wycieczka ze studentami po Wrocławiu lub w jego okolicach). Przygotowanie projektu ścieżki geoturystycznej z wybranego przez studentów obszaru na podstawie kwerendy literatury i własnego rekonesansu terenowego. Projekt realizuje grupa studentów, obszar badań może być wybrany również spoza Dolnego Śląska (w uzgodnieniu z prowadzącymi). Przedstawienie prezentacji multimedialnej projektowanej ścieżki geoturystycznej. Dyskusja nad projektem z podaniem uzasadnienia wyboru poszczególnych obiektów, przedstawienie waloryzacji punktów, oceny potencjalnej wartości ścieżki, np. w edukacji społeczeństwa. Krótki pisemny raport z projektu.</p>
9.	Minerały skałotwórcze	<p><b>Wykłady:</b> Grupy minerałów skałotwórczych. Wybrane zagadnienia z zakresu krystalochemii. Identyfikacja minerałów w świetle przechodzącym. Analizy chemiczne minerałów i ich opracowanie. Klasyfikacja, struktura, skład chemiczny, własności fizyczne i optyczne, występowanie i geneza głównych grup minerałów skałotwórczych. Minerały grupy SiO<sub>2</sub>. Skalenie. Skalenionowce. Oliwiny. Miki, minerały ilaste i inne krzemiany warstwowe. Pirokseny. Amfibole. Inne krzemiany (granaty, minerały grupy epidotu, grupa Al<sub>2</sub>SiO<sub>5</sub>, kordieryt, staurolit, cyrkon, tytanit, turmalin, zeolity). Niekrzemiany (węglany, siarczany, siarczki, tlenki i wodorotlenki, fosforany).</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> W ramach ćwiczeń studenci zapoznają się z minerałami w płytkach cienkich oraz opracowują dane chemiczne dotyczące tych minerałów.</p>
10.	Tektonika	<p><b>Wykłady:</b> Tektoniczne struktury podatne, ich morfologia i geneza. Fałdy - pojęcia, definicje, morfologia, mechanizmy fałdowania. Podatne strefy ścinania, foliacje i lineacje - podział, geneza, metody analizy i interpretacji. Deformacja progresywna. Wskaźniki ścinania. Budowa i typy litosfery i skorupy ziemskiej. Litosfera i skorupa oceaniczna i kontynentalna - budowa, geneza, ewolucja. Tektonika płyt litosfery i dawniejsze teorie geotektoniczne. Podział litosfery na płyty, rodzaje krawędzi i kinematyka płyt. Elementy geometrii sferycznej. Wielkie struktury dna oceanów, spreading i konsumpcja dna oceanicznego. Grzbiety i rowy oceaniczne - typy, morfologia, geneza. Równie abisalne, strefy subdukcji i ich budowa oraz związane z nimi procesy. Liniowe ciągi wulkanów, plamy gorąca. Plateau oceaniczne. Wielkie struktury kontynentalne. Kratony, pasma fałdowe/orogeny, baseny sedymentacyjne, ryfty i ich ewolucja. Geologia obrzeży kontynentalnych. Tektonika akrecyjna, kolaże tektoniczne. Procesy ewolucji litosfery i skorupy ziemskiej. Cykl Wilsona, recykling skorupy oceanicznej, jednokierunkowa ewolucja skorupy kontynentalnej. Cykl rozwojowy superkontynentów.</p>
11.	Principles of tectonics Podstawy tektoniki	<p><b>Lectures:</b> Tectonic ductile structures - their morphology and origin. Folds - notions, definitions, morphology, folding mechanisms. Superposition of successive fold generations. Ductile shear zones, foliations and lineations - classification, origin, interpretation. Progressive strain. Shear-sense indicators. Structures and basic types of the lithosphere and earth's crust. Oceanic versus continental lithosphere and crust - composition, origin, evolution. Plate tectonics and earlier 'geotectonic' theories. Subdivision of the earth's lithosphere into tectonic plates, types of plate boundaries, plate kinematics and dynamics. Elements of spherical geometry. Convection currents in the mantle. Major structures of the ocean basins, spreading and consumption of the ocean floor. Mid-ocean ridges and trenches. Abyssal plains, subduction zones - their structure and related processes. Linear chains of volcanoes, hot spots and mantle plumes. Oceanic plateaux. Large structures of the continents. Cratons, fold</p>

		<p>belts/orogens, sedimentary basins, rifts and their evolution. Geology of passive margins. Accretionary tectonics, tectonic collages. Evolution of the lithosphere and the earth's crust. Wilson cycle, recycling of the oceanic crust, unidirectional evolution of the continental crust. Supercontinental cycle.</p> <p><b>Wykłady:</b> Tektoniczne struktury ciągłe - ich morfologia i pochodzenie. Fałdy - pojęcia, definicje, morfologia, mechanizmy powstawania. Superpozycja kolejnych generacji fałdów. Strefy ścinania plastycznego, foliacje i lineacje - klasyfikacja, pochodzenie, interpretacja. Postępujące obciążenie. Wskaźniki wyczuwania ścinania. Struktury i podstawowe typy litosfery i skorupy ziemskiej. Litosfera oceaniczna a litosfera kontynentalna i skorupa - skład, pochodzenie, ewolucja. Tektonika płyt i wcześniejsze teorie „geotektoniczne”. Podział litosfery ziemi na płyty tektoniczne, rodzaje granic płyt, kinematyka i dynamika płyt. Elementy geometrii sferycznej. Prądy konwekcyjne w płaszczu. Główne struktury basenów oceanicznych, rozprzestrzenianie się i zużycie dna oceanu. Grzbiety i rowy oceanu środkowego. Równiny otchłani, strefy subdukcji - ich struktura i powiązane procesy. Liniowe łańcuchy wulkanów, gorących punktów i pióropuszy płaszczowych. Oceaniczne płaskowyże. Duże struktury kontynentów. Kratony, składane pasy / orogeny, baseny osadowe, szczeliny i ich ewolucja. Geologia marginesów pasywnych. Tektonika akordeonowa, kolaże tektoniczne. Ewolucja litosfery i skorupy ziemskiej. Cykl Wilsona, recykling skorupy oceanicznej, jednokierunkowa ewolucja skorupy kontynentalnej. Cykl nadkontynentalny</p>
Semestr VI		
1.	Górnictwo i wiertnictwo	<p><b>Wykłady:</b> Wiertnictwo: rozwój technik wiertniczych, wiercenia ręczne, udarowe, okrętne, obrotowe, zasady wiercenia obrotowego: skrawanie, kruszenie, ścieranie, czynności, zespoły maszyn, czynniki wpływające na postęp wiercenia obrotowego, parametry techniczne wiercenia obrotowego. Sprzęt wiertniczy: świdry, rury płuczkowe, obciążniki, rury okładzinowe, konstrukcja odwiertu. Płuczka wiertnicza, cementowanie rur okładzinowych, utrudnienia i awarie wiertnicze. Wiercenia specjalne, funkcja geologa na wierceniach.</p> <p>Górnictwo: historyczny rozwój górnictwa, etap geologiczny rozpoznania złoża. Etap górniczy: udostępnianie złóż w kopalniach odkrywkowych, systemy urabiania i systemy eksploatacji, urządzenia wydobywcze. Górnictwo podziemne – mechanika górotworu: wyrobiska górnicze, kształty, funkcje, rozkład ciśnień górotworu w otoczeniu wyrobiska, strefy odprężone oddziaływanie ciśnień na obudowy górnicze, wpływ eksploatacji na zachowanie się górotworu i powierzchni terenu. Wentylacja i zagrożenia kopalniane. Funkcja geologa w zakładzie górniczym.</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> zadania z zakresu wykładów.</p>
2.	Kartografia geologiczna	<p><b>Wykłady:</b> Pojęcia podstawowe z zakresu kartografii, geodezji, kartografii geologicznej, definicja mapy i jej historia, historia mapy geologicznej, elementy składowe i załączniki do map; odwzorowania kartograficzne, układy współrzędnych, pomiary geodezyjne w terenie, system GPS w kartografii, podkłady topograficzne map geologicznych; mapy geologiczne, etapy prac kartograficznych, zakres obserwacji geologicznych w pracach kartograficznych i sposoby ich rejestracji, dodatkowe zdalne i pośrednie źródła danych do mapy geologicznej; organizacja pozyskiwania danych, zastosowanie oprogramowania komputerowego do archiwizacji, zarządzanie i przetwarzania danych wyjściowymi do mapy; edycja mapy geologicznej, zakres znaków i symboli graficznych, mapa analogowa i numeryczna w edycji. Dokumenty prawne w kartografii geologicznej oraz instrukcje do map seryjnych.</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> Mapa geologiczna, symbole stosowane na mapach geologicznych i topograficznych, orientacja prostych i płaszczyzn w przestrzeni, pomiar orientacji struktur geologicznych, określanie orientacji prostych i płaszczyzn na podstawie map geologicznych, określanie miąższości warstwy i głębokości jej zalegania w różnych punktach mapy, kreślenie przekroju geologicznego; struktury fałdowe w obrazie kartograficznym i przekroju; określanie parametrów prostych struktur fałdowych na podstawie mapy geologicznej; struktury uskoku w obrazie kartograficznym i przekroju; określanie parametrów przemieszczenia uskoku na podstawie mapy</p>

		geologicznej; powierzchnie niezgodności w obrazie kartograficznym i przekroju; piętra strukturalne, ciała intruzywne oraz metamorficzne w obrazie kartograficznym i przekroju, udział metod analizy strukturalnej w interpretacji kartograficznej; mapy miąższościowe, zasady i metody interpolacji, wyznaczanie geometrii i rozkładu przestrzennego struktur geologicznych na podstawie danych otworowych; bilansowanie przekrojów geologicznych, analiza i interpretacja map obszarów o złożonej budowie geologicznej, pozyskiwanie informacji użytkowych z mapy geologicznej; wykorzystanie danych otworowych do konstrukcji mapy geologicznej i rozwiązywania zagadnień budowy geologicznej obszarów.
3.	Ćw. terenowe - Górnictwo i wiertnictwo	<b>Ćwiczenia terenowe:</b> Program ulega modyfikacjom w zależności od dostępności obiektów oraz optymalizacji tras przejazdów. Dzień 1 – głębokie wiercenie obrotowe poszukiwawcze i/lub budowa szybu kopalnianego i/lub magazyn gazu ziemnego w Wierzchowicach: zasady BHP, budowa sprzętu, cel wiercenia, profil geologiczny, jednostka geologiczna w której odbywa się wiercenie, opis zwiercin/rdenia, rola geologa na wierceniu, budowa szybów na przykładzie szybów głębinowych w kop. LGOM. Dzień 2 – przykłady górnictwa kopalni pospolitych: eksploatacja sucha i/lub spod wody piaskownia/żwirownia kamieniołom stokowy, kamieniołom węglowy, kamieniołom surowców blocznych; piaskowce, granity, techniki eksploatacji skał na bloki i na kruszywa łamane. Dzień 3 – przykłady eksploatacji surowców szklarskich i ceramicznych: wydobywanie i przeróbka (wzbogacanie) piasków szklarskich na przykładzie kopalni Osiecznica, wydobywanie i wzbogacanie surowca kaolinowego na przykładzie piaskowców kaolinowych ze złoża Maria III. Dzień 4 – górnictwo węgla brunatnych: wydobywanie węgla brunatnych na przykładzie złoża Turów, zdejmowanie nadkładu, odwadnianie, zagospodarowanie, oczyszczanie i zrzut wód złożowych, urabianie kopaliny, typy węgla, parametry, kopaliny towarzyszące, hałdowanie zewnętrzne i wewnętrzne, zagospodarowanie hałd, rekultywacja. Dzień 5 – górnictwo historyczne: przykłady górnictwa rud metali na Dolnym Śląsku, nieczynne sztolnie, hałdy (srebra, polimetaliczne, żelaza) Kowary, górnictwo uranowe (Grzmiąca) górnictwa węgla kamiennych na przykładzie nieczynnej kopalni węgla kamiennego „Piast” w Nowej Rudzie. Dzień 6 – współczesne górnictwo podziemne: na przykładzie jednej z kopalń LGOM, budowa monokliny przedsudeckiej, budowa serii złożowej, budowa szybów, nadszybie, podszybie, rozcięcie złoża, wyrobiska udostępniające, wyrobiska eksploatacyjne, urabianie, zagrożenia górnicze, transport dołowy, wzbogacanie, składowisko odpadów/osadniki.
4.	Ćw. terenowe - Kartografia geologiczna	<b>Ćwiczenia terenowe:</b> Część polowa: zasady wykonywania pomiarów topograficznych i geodezyjnych na potrzeby lokalizacji obserwacji geologicznych, praca z mapą topograficzną w terenie, zasady typowania punktów nawiazania w ciągach busolowych, wykorzystanie numerycznych modeli powierzchni terenu oraz technik dokumentacji marszrut terenowych oraz dokumentowania i archiwizowania danych geologicznych, metodyka obserwacji geologicznych, zasady określania jednostek litostratygraficznych i opróbowania wydzieleni litologicznych na potrzeby mapy geologicznej, metodyka i zakres analizy mezostrukturalnej i jej praktyczne zastosowanie w pracach kartograficznych, sposób rejestracji danych geologicznych, prowadzenia dziennika polowego i mapy dokumentacyjnej w pracach polowych, metodyka pobierania próbek skalnych, w tym orientowanych, na potrzeby realizacji mapy geologicznej, zasady wykorzystania obserwacji form morfologicznych jako wspomagających do polowej rekonstrukcji budowy strukturalnej i zróżnicowania litologicznego, metodyka obserwacji uzupełniających z zakresu hydrogeologii, hydrografii, surowców skalnych i warunków geologiczno-inżynierskich realizowanych podczas zdjęcia geologicznego. Część kameralna: praktyczne stosowanie metod wyrównywania ciągów busolowych i zasady rejestracji danych na mapie dokumentacyjnej, zestawianie mapy dokumentacyjnej, wykorzystanie metod numerycznych do analizy danych i konstrukcji mapy dokumentacyjnych, proces syntezy i generalizacji obserwacji terenowych przy konstrukcji polowej mapy geologicznej, jej bieżąca aktualizacja, szczegółowa analiza i korekta w rozpoznaniu polowym skał, archiwizacja próbek skalnych, zasady wykorzystania przyrostu obserwacji do planowania rozpoznania geologicznego w kolejnych etapach i korekty

		bieżącej interpretacji budowy geologicznej, metodyka opracowania tekstowego i graficznego materiałów dokumentujących prace kartograficzne (notatnik polowy, mapa dokumentacyjna, mapa geologiczna polowa, dokumenty opróbowania skał); interpretujących budowę geologiczną (mapa geologiczna, przekrój geologiczny, tekst objaśniający i dodatkowe załączniki graficzne), metodyka zestawiania mapy geologicznej ogólnej (cała grupa ćwiczeniowa) z cząstkowych sekcji zespołów dwuosobowych, zasady ustalania granic wydzielen w strefach łączenia danych, korelacji jednostek strukturalnych i wydzielen litologicznych, zasady przygotowania materiałów do prezentacji i obrony zrealizowanego projektu, prezentacja danych i obrona przyjętej na ich bazie interpretacji budowy geologicznej.
5.	Geologia regionalna Polski	<b>Wykłady:</b> Na poszczególnych wykładach omawiana jest budowa geologiczna: kratonu wschodnioeuropejskiego, strefy szwu transeuropejskiego, kaledonidów niemiecko-polskich, waryscyjskiego pasma Europy Środkowej ze szczególnym uwzględnieniem Sudetów oraz eskternidów waryscyjskich na obszarze Polski i Czech, Gór Świętokrzyskich, basenu polskiego, Karpat oraz kenozoiczny wulkanizm na obszarze Polski. Istotnym elementem wykładu jest prezentacja modeli geodynamicznych opisujących rozwój sekwencji skalnych na omawianych obszarach.
6.	Regional Geology of Poland	<b>Lectures:</b> Geology and evolution of several units are discussed including: East European Craton, Trans European Suture Zone, German-Polish Caledonides, Holy Cross Mts., German-Polish Basin, Carpathians, Cenozoic volcanism in Europe, Central European Variscan Belt (CEVB) with emphasis put on Sudetes Mts. and traces of Cadomian basement preserved within CEVB. Presented are also geodynamic models describing the evolution of rock complexes cropping out in Europe. <b>Wykłady:</b> Omówiono geologię i ewolucję kilku jednostek, w tym: kraton wschodnioeuropejski, strefę szwów transeuropejskich, niemiecko-polskie kaledonidy, Holy Cross Mts., basen niemiecko-polski, Karpaty, kenozoiczny wulkanizm w Europie, środkowoeuropejski pas Variscan (CEVB) ze szczególnym uwzględnieniem Sudetów oraz ślady Kadonii zachowane w CEVB. Przedstawiono także modele geodynamiczne opisujące ewolucję kompleksów skalnych powstających w Europie.
7.	Gosp. surowcami min. w warunkach zrówn. rozwoju	<b>Wykłady:</b> Pojęcia wstępne. Ekonomiczne podstawy eksploatacji kopalin w gospodarce zachowującej zasadę zrównoważonego rozwoju. Zapotrzebowanie surowcowe świata na poszczególnych etapach rozwoju cywilizacji technicznej: początki górnictwa, hematyty i glinki barwiące, kamienie, paleolit, neolit, chalkolit, rozwój przemysłu ceramicznego i okres brązu i miedzi, od żelaza do tworzyw sztucznych i nanotechnologii, energia dla gospodarki - początki wydobywania paliw kopalnych. Gospodarka surowcami energetyki jądrowej: złoża, wydobywanie i przeróbka rud uranu, rodzaje paliw jądrowych, cykl torowy. Surowce chemiczne w historii gospodarki: sól, saletra, potaż, możliwości pozyskiwania ze źródeł odnawialnych, nawozy fosforowe, surowce mineralne i odnawialne, problemy ekologiczne związane z fosfogipsami. Naturalne surowce mineralne: w budownictwie, w przemyśle proekologicznym, leczniczo-balneologicznym. Wystarczalność zasobów złóż kopalin: wystarczalność statyczna, wystarczalność dynamiczna, czynniki wpływające na wystarczalność zasobów złóż. Uwarunkowania ekonomiczne działalności geologicznej i wydobywania kopalin: czynniki decydujące o wartości kopaliny, sposoby obliczania kryteriów bilansowości dla złóż rud metali, sposób wyliczania wartości krańcowych rentownej eksploatacji (na przykładzie miedzi). Prognozy cenowe. Metody długoterminowego prognozowania trendów cen surowców Wpływ eksploatacji surowców mineralnych na środowisko. <b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Kryteria i metody oceny projektu surowcowego: ryzyko inwestycyjne, ryzyko rynkowo-ekonomiczne, ryzyko technologiczne, ryzyko polityczne, ryzyko środowiskowe. Wartość kopaliny: wartość nieruchomości leżących na złożach, wartość kopaliny w złożu, wartość kopaliny w warunkach gospodarki rynkowej, założenia transakcji kupna/sprzedaży wolnym rynku. Zarządzanie i podstawy bilansowania

		przedsięwzięć górniczych. Przebieg i koszty inwestycji geologiczno-górniczych: faza przedinwestycyjna, faza inwestycyjna, faza operacyjna, faza likwidacji i rekultywacji, optymalny okres eksploatacji.
8.	Analiza materiału paleontologicznego	<p><b>Wykłady:</b> Metody opróbowania, pozyskiwania i badania zróżnicowanego materiału paleontologicznego (palinomorf, mikroskamieniałości, makroskamieniałości bezkręgowców i kręgowców). Metodyka różnych technik opisujących skamieniałości. Klasyfikacja, oznaczanie i opis skamieniałości oraz analiza zmienności populacji. Zmienność ontogenetyczna. Metody badań mikroskopowych. Analiza palinologiczna i zastosowanie jej wyników. Specyfika poszukiwań, zabezpieczania, preparacji i badania szkieletów kręgowców. Analiza i specyfika badań skamieniałości śladowych, ichnotaksonomia. Klasyfikacja struktur biogenicznych (np. biologiczna, etologiczna, zachowanie w stosunku do warstwy). Analiza tropów płazów i gadów kopalnych i jaj dinozaurów. Materiał paleontologiczny w zbiorach muzealnych.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Oznaczanie i opisywanie wybranych gatunków bezkręgowców kopalnych (w tym szeregi ontogenetyczne, rozkład częstości rozmiarów) z wykorzystaniem materiałów źródłowych i monografii. Preparatyka i zabezpieczenie szczątków kopalnych kręgowców. Oznaczanie i opis wybranych skamieniałości śladowych z wykorzystaniem dostępnej literatury fachowej.</p>
9.	Kopalne środowiska naturalne	<p><b>Wykłady:</b> Przekazanie aktualnego stanu wiedzy dotyczącego zależności pomiędzy naturalnymi środowiskami kopalnymi a występującymi w nich zespołami skamieniałości. Kontynentalne środowiska depozycyjne: jeziorne, rzeczne, pustynne (dolny perm-czerwony spągowiec). Morskie środowiska depozycyjne: węglanowe (górny perm-cechsztyń). Paleośrodowiska głębokomorskie i związane z nimi skamieniałości na wybranych przykładach. Modele ichnologiczno-sedymentologiczne dla płytkomorskich środowisk morskich (sztormowych-siliciklastycznych i węglanowych) oraz związane z nimi zespoły skamieniałości śladowych. Charakterystyka głównych ichnofacji. Palinologia, palinofacje (składniki palinofacji). Charakterystyka ważniejszych grup palinomorf, ich paleoekologia. Możliwość interpretacji paleoekologicznej danych palinofacyjnych (środowiska morskie i lądowe). Rekonstrukcje paleoklimatyczne w oparciu o dane palinologiczne. Interpretacja stratygraficzna i paleoekologiczna danych paleopalinologicznych: klimatyczne i paleogeograficzne zmiany w plejstocenie i holocenie. Cykle glacialno-interglacialne, roślinność (Vistulian). Wpływ człowieka w holocenie na środowisko naturalne. Identyfikacja anormalnych warunków i katastrofalnych wydarzeń środowiskowych w zapisie geologicznym. Geochemiczne wskaźniki paleośrodowisk. Charakterystyka i przykłady kopalnych Lagerstätten.</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> Ćwiczenia praktyczne w identyfikacji kopalnych środowisk naturalnych na podstawie skamieniałości. Metodyka analizy pyłkowej. Analiza pyłkowa materiału kopalnego (oznaczanie i zliczanie sporomorf). Kreślenie diagramów i histogramów pyłkowych. Interpretacja wyników analizy paleopalinologicznej (pod kątem wieku osadów, sukcesji zbiorowisk roślinnych, paleoklimatu czy paleogeografii). Analiza ichnologiczna płytkomorskich środowisk morskich (sztormowych, węglanowych). Ćwiczenia na wybranych profilach litologicznych (z zaznaczonymi zespołami skamieniałości śladowych) w celu rekonstrukcji paleośrodowisk. Rozpoznawanie kontynentalnych i morskich środowisk depozycyjnych (na przykładzie osadów permskich). Rozpoznawanie katastrofalnych wydarzeń środowiskowych oraz różnych Lagerstätten (ćwiczenia praktyczne oraz prezentacje).</p>
10	Gruntoznawstwo	<p><b>Wykłady:</b> Charakterystyka szkieletu gruntowego. Oddziaływanie pomiędzy powierzchnią szkieletu gruntowego a wodą. Przemieszczanie się wody w gruntach i procesy z tym związane. Wpływ ujemnych temperatur na grunty. Wpływ zanieczyszczeń na właściwości środowiska gruntowo-wodnego. Podstawowe metody wzmacniania podłoża gruntowego. Rola i wykorzystanie gruntów plastycznych w ochronie środowiska. Charakterystyka gruntów antropogenicznych.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Interpretacji wyników badań składu mineralnego gruntów plastycznych. Analiza składu granulometrycznego różnymi metodami. Ocena współdziałania gruntów plastycznych z wodą na podstawie</p>

		<p>laboratoryjnych badań pęcznienia i granic konsystencji. Laboratoryjne metody wyznaczania stopnia zagęszczenia gruntów. Wyznaczanie wilgotności optymalnej metodą Proctora. Kontrola i ocena zagęszczeń gruntów różnymi metodami.</p> <p><b>Ćwiczenia terenowe:</b> Zapoznanie się z metodami badań podłoża gruntowego w terenie</p>
11.	Seminarium - Geochemia i geologia środowiskowa	<p><b>Seminarium:</b> Referowanie i dyskusja naukowa nad proponowanymi artykułami naukowymi dotyczącymi problematyki geologii i geochemii środowiskowej oraz realizowanymi przez studentów pracami licencjackimi. Korekta błędów oraz zaszczerpienie prawidłowych postaw związanych z: poprawną interpretacją tekstu naukowego, planowaniem własnych obserwacji i eksperymentów (będących podstawą pracy naukowej); gromadzeniem, analizą i interpretacją danych zarówno literaturowych jak i własnych; prezentowaniem i dyskusją wyników; sposobem wykorzystania piśmiennictwa.</p>
12.	Seminarium - Hydrogeologia i geologia inżynierska	<p><b>Seminarium:</b> Opracowanie pod opieką konsultanta wybranego z proponowanych tematów z zakresu hydrogeologii, geologii inżynierskiej i nauk pokrewnych.</p>
13.	Seminarium - Mineralogia, petrologia, geochemia	<p><b>Seminarium:</b> Będące przedmiotem prac licencjackich zagadnienia mineralogii, petrologii i geochemii.</p>
14.	Seminarium - Stratygrafia, tektonika, geol. złóż, sedymetologia	<p><b>Seminarium:</b> Zasady prawidłowego przygotowania prezentacji, wskazanie najczęstszych błędów popełnianych przez prelegentów. Zasady prawidłowego planowania pracy przy opracowaniu tematu: gromadzenie i selekcja źródeł literaturowych, poprawna interpretacja tekstu naukowego, wykorzystanie ilustracji. Zasady użytkowania wykorzystanych źródeł z zachowaniem ochrony własności intelektualnej. Zasadnicza część zajęć polega na wygłaszaniu referatów i dyskusji prezentowanego zagadnienia. Przykładowe tematy: Metody oznaczania przejścia od diagenety do metamorfizmu; Charakterystyka i rozprzestrzenienie fauny ediakarańskiej; Kreda Jerzmanic Zdroju (synklinorium północnosudeckie) jako obiekt geoturystyczny; Procesy odzysku złota na przykładzie wybranych złóż; Geologia i mineralogia złoża Zn -Pb w Olkuszu; Tektonika ucieczkowa na przykładzie południowowschodniej Azji.</p>

## PROGRAM STUDIÓW: GEOLOGIA, STUDIA II STOPNIA STACJONARNE

Geologia		Egzamin	Ilość punktów	GODZINY ZAJĘĆ						ROZKŁAD GODZIN ZAJĘĆ							
				RAZEM	wykłady	ćwiczenia	ćw. laborat.	ćw. terenowe	seminaria, konwers.	I rok				II rok			
										1 sem. (15 tyg.)		2 sem. (15 tyg.)		3 sem. (15 tyg.)		4 sem. (15 tyg.)	
										W	ĆW	W	ĆW	W	ĆW	W	ĆW
1	Szkolenie wstępne w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ochrony przeciwpożarowej		0	4		4					4						
2	Wybrane metody informatyczne i geostatystyczne		3	30			30				30						
3	Zagadnienia prawne w geologii i ochronie środowiska		3	24	16	8				16	8						
4	Geologia kenozoiku (obowiązkowy dla GP)	E	6	48	24		24			24	24						
	Dynamika wód podziemnych (obowiązkowy dla H)	E	3	28	14	14				14	14						
	Geologia kenozoiku - wybrane zagadnienia (obowiązkowy dla H, PMS, GSGO)	E	3	24	12		12			12	12						
	Antropocen (obowiązkowy dla PMS, GSGO)		3	36	20		16			20	16						
	Przedmiot fakultatywny otwartego wyboru (H-2, PMS-2, GSGO-2, GP-2)		2	24	24					24							
5	English for geologists		1	14		14					14						
6	Specjalizacyjny moduł fakultatywny <sup>(3)</sup>		15	160	160					160							
7	Seminarium dyplomowe I		2	20					20				20				
8	Geofizyka poszukiwawcza (obowiązkowy dla GP)	E	5	48	24		24					24	24				
	Geofizyka poszukiwawcza - wybrane zagadnienia (obowiązkowy dla H, PMS, GSGO)	E	3	24	12		12					12	12				
	Hydrogeochemia i migracja zanieczyszczeń (obowiązkowy dla H)	E	2	28	14	14						14	14				
	Przedmiot fakultatywny otwartego wyboru (H-2, PMS-4, GSGO -4, GP-2)		2 lub 4	26-48	26-48							26-48					
9	Fakultatywne ćwiczenia terenowe <sup>(6)</sup>		6	108				108				108					
10	Specjalizacyjny moduł fakultatywny <sup>(3)</sup>		15	160	160							160					
11	Wybrane zagadnienia z geologii regionalnej świata	E	3	24	24									24			
12	Poszukiwanie i dokumentowanie złóż (obowiązkowy dla GP)	E	4	48	24		24							24	24		
	Komputerowe systemy informacji przestrzennej (GIS) w geologii	E	2	30	10		20							10	20		



	Przedmioty fakultatywne otwartego wyboru (H-6, PMS-6, GSGO-6, GP-2)		2 lub 6	24-72	24-72									24-72		
13	Język obcy nowożytny B2+	E	4	60		60								60		
14	Specjalizacyjny moduł fakultatywny <sup>(3)</sup>		15	160	160									160		
15	Seminarium dyplomowe II		6	20					20							20
16	Filozofia		2	26	26										26	
17	Oceny oddziaływania na środowisko		2	16		16										16
18	Praca dyplomowa i egzamin dyplomowy	E	20	X	x	x	x	x	x							x
										1014						
										100,0%						

MODUŁ FAKULTATYWNYCH ĆWICZEŃ TERENOWYCH																
1	Geologia regionalna i geologia złóż (A)		4	72										72		
2	Kartografia geologiczna II		4	72										72		
3	Metody badań hydrogeologicznych		4	72										72		
4	Analiza basenowa, geologia morza i geodynamika		2	36										36		
5	Geologia regionalna i geologia złóż (B)		2	36										36		
6	Mineralogia i Petrologia II		2	36										36		
7	Technologie prośrodowiskowe		2	36										36		
			<b>20</b>	<b>360</b>												

#### SPECJALIZACYJNE MODUŁY FAKULTATYWNE

(I) Geochemia środowiskowa (GSGO)																
1	Identyfikacja i bilansowanie zanieczyszczeń	E	5	58	30			20	8							
2	Geoeologia stosowana i biogeochemia	E	2	28	14			14								
3	Metody biologiczne w ocenie stanu środowiska	E	3	30	15			15								
4	Metody poboru prób środowiskowych		4	30	15				15							
5	Geochemia środowiskowa		1	14											14	
			<b>15</b>	<b>160</b>												

(II) Gospodarka środowiskiem (GSGO)																
1	Gospodarka odpadami	E	3	32	20				12							
2	Zanieczyszczenia atmosfery	E	2	16	16											
3	Gospodarka środowiskiem wodnym		2	16					16							
4	Ocena i wykorzystanie gleb w myśl zrównoważonego rozwoju		3	40	20			20								
5	Technologie w ochronie środowiska	E	2	16	16											
6	Charakterystyka odpadów przemysłowych		2	28	14	14										
7	Gospodarka środowiskiem		1	12											12	
			<b>15</b>	<b>160</b>												

#### (III) Rekonstrukcja paleośrodowisk (GP)

1	Analiza mikrofacjalna	E	4	38	18		20		
2	Rekonstrukcja paleośrodowisk - skamieniałości śladowe		2	18	18				
3	Współczesne metody stratygrafii		4	48	20	28			
4	Paleośrodowiskowe uwarunkowania powstawania złóż		1	12	12				
5	Skamieniałości jako wskaźnik paleośrodowiska	E	3	32	14		18		
6	Rekonstrukcja paleośrodowisk		1	12					12
			<b>15</b>	<b>160</b>					

**(IV)** Geologia skał zbiornikowych (GP) - zima

1	Analiza facjalna	E	3	26	14				12
2	Analiza basenów sedymentacyjnych	E	3	26	14				12
3	Stratygrafia sekwencyjna i zdarzeniowa		2	24	12				12
4	Geologia morza		1	20	8				12
5	Wybrane metody badań skał zbiornikowych		3	30	18				12
6	Geozagrożenia		3	34	18				16
			<b>15</b>	<b>160</b>					

**(IV)** Geologia skał zbiornikowych (GP) - lato

1	Analiza facjalna	E	3	26	14				12
2	Analiza basenów sedymentacyjnych	E	3	26	14			12	
3	Stratygrafia sekwencyjna i zdarzeniowa		2	24	12				12
4	Geologia morza		1	20	8			12	
5	Wybrane metody badań skał zbiornikowych		3	30	18			12	
6	Geozagrożenia		3	34	14			14	6
			<b>15</b>	<b>160</b>					

**(V)** Geologia strukturalna i kartografia geologiczna (GP)

1	Analiza strukturalna	E	5	56	22	22			12
2	Neotektonika	E	2	26	26				
3	Metody numeryczne w kartografii geologicznej		3	27	3		24		
4	Modelowanie strukturalne i kartograficzne w geologii		3	27	3		24		
5	Metody georadarowe		2	24	8		8	8	
			<b>15</b>	<b>160</b>					

**(VI)** Poszukiwanie i dokumentowanie złóż (GP)

1	Metody komputerowego modelowania złóż		3	24			24		
2	Złóża kopalin budowlanych		2	18	8		10		
3	Metody badań surowców skalnych		2	20	10		6	4	
4	Geologia gospodarcza złóż metali szlachetnych		1	14	14				
5	Metody badań minerałów kruszczowych	E	3	32	4		28		
6	Złóża kopalin chemicznych		1	12	12				
7	Złóża metali kolorowych		1	14	14				
8	Złóża uranu i pierwiastków promieniotwórczych		1	14	14				
9	Wybrane problemy poszukiwania i dokumentowania złóż		1	12					12

			15	160					
(VII) Surowce energetyczne (węgiel kopalny, ropa naftowa, gaz ziemny) (GP)									
1	Hydrogeologia i hydrodynamika złóż ropy i gazu		2	15	5	10			
2	Metody poszukiwawcze złóż ropy naftowej i gazu ziemnego		2	15	5		10		
3	Palinologia skał macierzystych ropy i gazu	E	1	15	15				
4	Złoża paliw kopalnych i metody ich eksploatacji		2	30	20		10		
5	Biogeochemia węgla i kerogenu	E	3	32	18		14		
6	Inkluzje fluidalne w procesach złożotwórczych		1	4	4				
7	Mikropaleontologia		1	10	10				
8	Ekologiczne skutki eksploatacji i utylizacji paliw kopalnych		2	25	10		15		
9	Ropa naftowa i gaz ziemny - wybrane problemy		1	14					14
			15	160					
(VIII) Skorupa kontynentalna: od skali mikro do skali globalnej (PMS, GP)									
1	Mikrotektonika z podstawami petrologii metamorficznej	E	4	44	22		22		
2	Metody analizy mikrostrukturalnej		2	24	12		12		
3	Dynamika Ziemi		2	26	26				
4	Metody geochemiczne i izotopowe w rekonstrukcji środowisk geotektonicznych		5	46	20		26		
5	Granice geologii		2	20					20
			15	160					
(IX) Magmatyzm: procesy, skały, minerały (PMS)									
1	Geneza i ewolucja magmy	E	4	46	23		23		
2	Wulkanologia	E	3	26	26				
3	Mikroskopia elektronowa i analiza fazowa		4	36	14		22		
4	Mineralogia pierwiastków rzadkich		2	26	14		12		
5	Gemmologia i archeogemmologia		2	26	26				
			15	160					
(X) Mineralogia i geochemia stosowana (PMS, GSGO)									
1	Mineralogia w inżynierii materiałowej		3	36	16		16	4	
2	Mineralogia i geochemia strefy krytycznej		5	52	22		24		6
3	Pochodzenie i ewolucja skał osadowych	E	3	34	16		18		
4	Techniki izotopowe	E	4	38	26	2	10		
			15	160					
(XIII) Rozpoznanie struktur wodonośnych (H)									
1	Modelowanie przepływów wód podziemnych	E	5	58	22		36		
2	Metodyka próbných pompowań	E	3	30	10	20			
3	Kartografia hydrogeologiczna		2	26		26			
4	Ochrona i monitoring wód podziemnych	E	4	34	16	18			
5	Nowe rozwiązania i metody badawcze w hydrogeologii		1	12					12
			15	160					
(XIV) Zasoby wód podziemnych i ich eksploatacja (H)									

1	Poszukiwanie i rozpoznawanie zasobów wód podziemnych	E	4	48	24	24			
2	Projektowanie, budowa i eksploatacja ujęć wód podziemnych	E	4	48	24	24			
3	Odwadnianie terenów i obiektów budowlanych	E	4	32	16	16			
4	Zmiany w środowisku wodnym pod wpł. działaln. człowieka i ich ocena		1	12					12
5	Hydrogeologia regionalna		2	20	20				
			<b>15</b>	<b>160</b>					

**(XV) Geologia inżynierska (H)**

1	Mechanika gruntów		4	30	15		15		
2	Kartowanie i dokumentowanie geologiczno-inżynierskie		3	30		30			
3	Fizyczno-chemiczne własności gruntów		2	24			24		
4	Warunki posadowienia obiektów budowlanych	E	4	60	30		30		
5	Wybrane met. rekultywacji terenów przekształconych antropogenicznie		2	16		16			
			<b>15</b>	<b>160</b>					

**PRZEDMIOTY FAKULTATYWNE OTWARTEGO WYBORU**

1	Hydrogeologia górnicza	E	4	48	24	24			
2	Geoekologia funkcjonalna wód powierzchniowych i podziemnych	E	4	52	26	26			
3	Hydrogeologiczne aspekty budownictwa wodnego	E	2	40	20	20			
4	Kartografia geologiczna w górnictwie		4	42	6	18		18	
5	Ekonomia i zagadnienia prawne w inwestycjach proekologicznych	E	2	34	18	16			
6	Geologia wybranych surowców		4	56	28		28		
7	Gospodarka wodna i prawo wodne	E	2	30	30				
8	Limnologia i oceanografia		2	36	20		16		
9	Metody interpretacji danych hydrogeologicznych		2	30			30		
10	Specjalne metody geofizyczne	E	4	48	24		24		
11	Charakterystyka i wykorzystanie złóż antropogenicznych	E	2	28	14		14		
12	Energetyka odnawialna	E	2	24	24				
13	Ewolucjonizm	E	2	26	26				
14	Geodynamika - wybrane zagadnienia		2	26	26				
15	Hydraulika	E	2	28	14	14			
16	Kalibracja historycznych map geologicznych i geogr. (HGIS)		2	26	26				
17	Metody remediacji zanieczyszczeń chem. w środ. gruntowo-wodnym	E	2	20	20				
18	Modelowanie procesów hydrogeochemicznych	E	2	28	14		14		
19	Najważniejsze obiekty geoturystyczne świata		2	28	28				
20	Potencjał geoturystyczny Dolnego Śląska		2	28	28				
21	Rozwój kręgowców w fanerozoiku	E	2	26	26				
22	Geoturystyka		2	28	28				
23	Petroarcheologia		2	28	28				
24	Ropa naftowa i gaz ziemny		2	28	14	14			
25	Interpretacja danych izotopowych w naukach przyrodniczych		2	34	20	14			

26	Bursztyn i inne żywice kopalne		2	24	24				
27	Ewolucja człowiekowatych i jej zależność od zmian środowiska przyrodniczego		2	24	24				
28	Paleoekologia		2	24	24				
29	Współczesne zastosowania palinologii	E	2	20	20				
30	Skamieniałości jako wskaźnik paleośrodowiska	E	2	32	14		18		
31	Nie tylko miedź i ropa – potencjał złożowy polskiego permu	E	2	30	15	5			10
32	Podstawy projektowania CAD		2	24			24		
33	Wizualizacja i analiza głębokiej budowy geologicznej		2	24			24		
34	Dyfraktometria rentgenowska		2	38	14		24		
35	Skamieniałości śladowe		2	26	26				
36	Spektroskopia Ramana		2	30	12		18		
37	Metody pozyskiwania i zarządzania okazami geologicznymi o wartości kolekcjonerskiej i muzealnej		2	20	20				

#### **COURSES IN ENGLISH (PRZEDMIOTY FAKULTATYWNE OTWARTEGO WYBORU W JĘZYKU ANGIELSKIM)**

1	Exploration geophysics Geofizyka poszukiwawcza	E	4	48	24		24		
2	Prospecting and evaluation of mineral reserves Poszukiwanie i dokumentowanie zasobów złóż surowców mineralnych	E	4	60	26		34		
3	Applied hydrogeology - selected issues Hydrogeologia stosowana - wybrane zagadnienia	E	4	48	24	24			
4	Groundwater modeling Modelowanie wód podziemnych	E	4	58	22		36		
5	Methods in mineralogy, petrology and geochemistry Metody badań mineralogicznych, petrologicznych i geochemicznych		4	56	28	28			
6	Sedimentary processes, environments and basins Sedimentary processes, environments and basins/ Procesy, środowiska i baseny sedymencyjne	E	4	44	16	16		12	
7	Geological mapping in mining Kartografia geologiczna w górnictwie		4	42	6	18		18	
8	Deformation of sediments and sedimentary rocks Deformacja osadów i skał osadowych		2	24	12				12
9	Environmentally sound technologies Technologie prośrodowiskowe	E	4	48	20			28	
10	Structural analysis Analiza strukturalna	E	4	40	20	20			
11	Applications of Ground Penetrating Radar (GPR) Metody georadarowe		2	24	8		8	8	
12	Geohazards Geozagrożenia		2	28	16			12	
13	Selected problems of economic geology		2	28	28				

	Wybrane problemy geologii gospodarczej							
14	Trace fossils and their palaeoenvironmental significance Skamieniałości śladowe i ich znaczenie dla paleośrodowiska		2	26	26			
15	Geodynamics - selected issues Geodynamika - wybrane zagadnienia		2	26	26			
16	Geochemical Evolution of the Earth Ewolucja geochemiczna Ziemi		4	36	14		24	
17	Geographic Information Systems in Geology Komputerowe systemy informacji przestrzennej (GIS) w geologii		4	59	20		39	

### Specjalność Applied Geoscience

Lp	Nazwa przedmiotu	Liczba punktów	Egz. obowiązujące po	Godziny zajęć						Rozkład godzin zajęć								liczba punktów w semestrze				
				Razem	w tym						I rok				II rok				semestr 1	semestr 2	semestr 3	semestr 4
					wykłady	seminaria/ ćwiczenia laboratoryjne	ćwiczenia	ćwiczenia	ćwiczenia	sem. 1		sem. 2		sem. 3		sem. 4						
										w	ćw.	w	ćw.	w	ćw.	w	ćw.					
										1	15	1	15	1	15	1	15					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Semestr I																						
1	Training on health and safety and fire protection Szkolenie wstępne w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ochrony przeciwpożarowej	0	z	4	4														0			
2	Methods in mineralogy, petrology and geochemistry Metody badań mineralogicznych, petrologicznych i geochemicznych	4	z	44	14			24	6	14	30								4			
3	Groundwater resource assessment Ocena zasobów wód podziemnych	3	E	30	20			10		20	10								3			
4	Methods of environmental samples collecting Metody poboru prób środowiskowych	3	z	30	10				20	10	20								3			
5	Methods in structural geology Metody geologii strukturalnej	3	E	38	14			24		14	24								3			
6	English for geologists Angielski dla geologów	1	z	14			14				14								1			
7	Polish Language Course (final exam) / *Contemporary problems in geological sciences ( <i>alternative course for native polish students</i> ) Język polski/ Współczesne metody nauk geologicznych	5	E	60				60			60								5			

8	Moduł A - przedmioty do wyboru	11																1 1			
Semestr II																					
9	Applications of mineral sciences Mineralogia stosowana	4	E	38	14			24				1 4	24						4		
10	Methods and applications in stratigraphy Metodyka i zastosowania stratygrafii	4	z	38	24			14				2 4	14						4		
11	Groundwater quality Jakość wód podziemnych	3	z	30	14		16					1 4	16						3		
12	Prospecting and evaluation of mineral reserves Poszukiwanie i dokumentowanie zasobów złóż surowców mineralnych	4	E	48	24			24				2 4	24						4		
13	MSc seminar I Seminarium dyplomowe I	2	z	20		20						0	20						2		
14	Moduł B - przedmioty do wyboru	7																	7		
15	Moduł C - przedmioty do wyboru	6																	6		
Semestr III																					
16	Environmental pollution Zanieczyszczenia środowiska	5	E	48	24			12	1 2					30	24					5	
17	Isotope geology and geochemistry Geologia i geochemia izotopowa	4	z	42	28			14						28	14					4	
18	Microtectonics and microstructural analysis Mikrotektonika i analiza mikrostrukturalna	4	E	44	24			20						24	20					4	
19	Groundwater Modelling Modelowanie wód podziemnych	4	z	44	16			28						16	28					4	
20	Moduł D - przedmioty do wyboru	13																		1 3	
Semestr IV																					
21	Legal aspects in geology and environmental management Aspekty prawne w geologii i ochronie środowiska	5	E	48	24			24								24	24				5
22	Master's dissertation and exam Praca dyplomowa i egzamin dyplomowy	20	E	0												0	0				2 0
23	MSc seminar II Seminarium dyplomowe II	2	z	20		20											20				2
24	Moduł E - przedmioty do wyboru	3																			3
		11 9		66 0	25 0	40	16	29 2	3 8	5 8	15 8	7 6	98	98	86	24	44	2 9	3 0	3 0	3 0
	Razem godzin										202	174	184	68							

Lp	Nazwa przedmiotu	Liczba punktów	Egz. obowiązuje po sem.	Godziny zajęć						Rozkład godzin zajęć								liczba punktów w semestrze			
				Razem	w tym					I rok				II rok				semestr 1	semestr 2	semestr 3	semestr 4
					wykłady	seminaria/ ćwiczenia	laboratoria/ ćwiczenia	ćwiczenia terenowe	sem. 1		sem. 2		sem. 3		sem. 4						
									w	ćw.	w	ćw.	w	ćw.	w	ćw.					
										15 tygodni	15 tygodni	12 tygodni	12 tygodni	15 tygodni	15 tygodni	12 tygodni	12 tygodni				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	25	26	27	28
Moduł A - przedmioty do wyboru																					
1	Current problems in mineralogical sciences Aktualne problemy nauk mineralogicznych	2	z	20		20				20								2			
2	Current problems in petrological sciences Współczesne problemy nauki o skałach	2	z	20		20				20								2			
3	New trends in stratigraphy Nowe trendy w stratygrafii	2	z	20		20				20								2			
4	Informatics and geostatistics in geological sciences Informatyka i metody statystyczne w geologii	4	z	38	14			24		14	24							4			
5	Applied geophysics Geofizyka stosowana	5	E	48	24		24			24	24							5			
6	Trace fossils Skamieniałości śladowe	3	z	28	14			14		14	14							3			
Moduł B - przedmioty do wyboru																					
1	Natural stone in architecture Kamień w architekturze	3	z	34	14			14	6			14	20						3		
2	New trends in tectonics and structural geology Nowe trendyw w tektonice i geologii strukturalnej	2	z	20		20						20							2		
3	New trends in economic geology Współczesne problemy geologii gospodarczej	2	z	20		20						20							2		
4	Groundwater exploitation Eksploracja wód podziemnych	4	z	38	14			24				14	24						4		
5	Environmentally sound technologies and renewable energy sources Technologie w ochronie środowiska i odnawialne źródła energii	3	z	28	14				14			14	14						3		
Moduł C - przedmioty do wyboru																					
1	Applications of mineral sciences (field course) Mineralogia stosowana (ćwiczenia terenowe)	3	z	36					36				36						3		
2	Regional and economic geology (field course)	3	z	36					36				36						3		



	Geologia regionalna i gospodarcza (ćwiczenia terenowe)																		
3	Hydrogeological mapping (field course) Kartowanie hydrogeologiczne (ćwiczenia terenowe)	3	z	36				36			36						3		
Moduł D - przedmioty do wyboru																			
1	Geochemical evolution of the Earth Ewolucja geochemiczna Ziemi	4	E	38	14			24					14	24				4	
2	Limnology Limnologia	2	z	14	14								14					2	
3	Methods in recultivation and remediation Metody rekultywacji i remediacji	2	z	14	14								14					2	
4	Stable isotopes forensics and food authenticity Badania izotopowe w technikach śledczych i testach autentyczności żywności	2	z	14	14								14					2	
5	Environmental geohazards Geozagrożenia środowiskowe	3	z	24	24								24					3	
6	Mineral resources, economics and the environment Zasoby mineralne, ekonomia i środowisko	3	z	24	24								24					3	
7	Environmental geochemistry in practice Geochemia środowiska w praktyce	5	E	42	14		14	14					14	28				5	
8	Petroleum Geology Petrologia ropy naftowej	4	z	38	20		14						20	14				4	
Moduł E - przedmioty do wyboru																			
1	Volcanology Wulkanologia	3	z	24	24									24					3
2	Applications of Ground Penetrating Radar (GPR) Metody georadarowe	3	z	24	8		8	8						8	16				3
3	Biogeochemistry and geomicrobiology Biogeochemia i geomikrobiologia	3	z	24	10		14							10	14				3

<b>Wskaźniki ECTS</b>	
Liczba punktów ECTS niezbędna do uzyskania kwalifikacji	180
Łączna liczba punktów ECTS, które student musi uzyskać na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich	160
Liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z obszarów nauk humanistycznych i nauk społecznych	6 specj. Applied Geoscience - 5
Liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego	4 specj. Applied Geoscience - 5
Liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać realizując moduły na zajęciach ogólnouczelnianych (lektoraty, moduły związane z przygotowaniem do zawodu nauczyciela, szkolenie wstępne z bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ochrony przeciwpożarowej)	4 specj. Applied Geoscience - 5
Wymiar praktyki zawodowej i liczba punktów ECTS przypisanych praktykom określonym w programie studiów	-
Procentowy udział liczby punktów ECTS dla programu przyporządkowanego do więcej niż jednej dyscypliny	-
Procentowy udział poszczególnych dyscyplin, do których odnoszą się efekty uczenia. Suma udziałów musi być równa 100%	nauki o Ziemi i środowisku 100%

## OPIS ZAKŁADANYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ DLA KIERUNKU STUDIÓW

<p>Kierunek studiów: <b>Geologia</b>  Dyscyplina naukowa: <b>nauki o Ziemi i środowisku (100%)</b>  Poziom kształcenia: <b>studia drugiego stopnia</b>  Poziom kwalifikacji: <b>7</b>  Profil kształcenia: <b>ogólnoakademicki</b>  Tytuł nadawany absolwentom: <b>magister</b></p>		
Kod efektu uczenia się dla kierunku studiów	Efekty uczenia się dla kierunku studiów	Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia PRK (kody)
<b>WIEDZA</b>		
K_W01	Ma pogłębioną wiedzę nt. zjawisk i procesów zachodzących w przyrodzie nieożywionej. Potrafi dostrzegać istniejące w niej związki i zależności.	P7S_WG P7S_WK
K_W02	Ma wiedzę z zakresu nauk ścisłych powiązanych z wybranymi aspektami nauk geologicznych (np. geofizyka, geomatyka, geochemia, biogeochemia, mechanika cieczy i gruntów).	P7S_WG
K_W03	Ma wiedzę w zakresie aktualnych problemów nauk o Ziemi i nauk o środowisku oraz stosowanych w nich współczesnych metod badawczych.	P7S_WG
K_W04	Zna zasadę ścisłego, opartego na danych empirycznych interpretowania zjawisk i procesów przyrodniczych w pracy badawczej i działaniach praktycznych.	P7S_WG
K_W05	Ma wiedzę w zakresie statystyki umożliwiającą prognozowanie (modelowanie) zjawisk i procesów geologicznych.	P7S_WG
K_W06	Zna ogólne zasady planowania badań z wykorzystaniem technik i narzędzi badawczych stosowanych w geologii.	P7S_WG
K_W07	Ma wiedzę w zakresie geologii regionalnej świata, ze szczególnym uwzględnieniem obszarów kluczowych dla rozwoju nauk geologicznych. Ma pogłębioną wiedzę na temat geologii Polski (w szczególności Sudetów i Polski południowo zachodniej) oraz krajowej bazy surowcowej.	P7S_WG
K_W08	Posiada pogłębioną wiedzę z wybranych działów geologii (w szczególności: geologii poszukiwawczej, hydrogeologii, mineralogii i petrologii stosowanej, geochemii środowiska i gospodarki odpadami).	P7S_WG
K_W09	Ma pogłębioną znajomość anglojęzycznej terminologii w zakresie wybranych działów geologii.	P7S_WG
K_W10	Zna podstawowe regulacje prawne w zakresie geologii i ochrony środowiska, w powiązaniu z zasadami tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości.	P7S_WK
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>		
K_U01	Potrafi zastosować zaawansowane techniki i narzędzia badawcze w zakresie wybranych działów geologii (w szczególności: geologii poszukiwawczej, hydrogeologii, mineralogii i petrologii stosowanej, geochemii środowiska i gospodarki odpadami).	P7S_UW
K_U02	Wykorzystuje literaturę naukową z zakresu nauk geologicznych w języku polskim i angielskim	P7S_UW
K_U03	Potrafi krytycznie analizować i dokonywać wyboru informacji w zakresie nauk geologicznych.	P7S_UW
K_U04	Potrafi planować i wykonywać zadania badawcze lub ekspertyzy pod kierunkiem opiekuna naukowego.	P7S_UW P7S_UO
K_U05	Potrafi wykorzystać metody statystyczne oraz specjalistyczne techniki i narzędzia informatyczne do opisu zjawisk i analizy danych, a także zbierać i interpretować dane empiryczne i dane pochodzące z różnych źródeł.	P7S_UW

K_U06	Posiada umiejętność pisania prac naukowych i raportów w języku polskim (a także krótkich streszczeń w języku angielskim).	P7S_UK
K_U07	Potrafi zreferować wyniki własnych prac badawczych i podjąć dyskusję naukową ze specjalistami z zakresu wybranych działów geologii.	P7S_UK
K_U08	Wykazuje umiejętność planowania własnej kariery zawodowej lub naukowej.	P7S_UU
K_U09	Ma umiejętności komunikowania się w języku obcym na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego.	P7S_UK
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>		
K_K01	Rozumie potrzebę ciągłego uczenia się i podnoszenia kompetencji zawodowych, a także inspirowania i organizowania procesu uczenia się innych osób.	P7S_KK
K_K02	Potrafi pracować w zespole i kierować pracami zespołu.	P7S_KO
K_K03	Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania.	P7S_KK
K_K04	Ma umiejętność identyfikowania i rozstrzygania problemów i dylematów związanych z wykonywaniem zawodu geologa.	P7S_KR
K_K05	Potrafi oceniać zagrożenia związane z pracą geologa i dążyć do tworzenia warunków bezpiecznej pracy.	P7S_KR
K_K06	Systematycznie śledzi i aktualizuje wiedzę w zakresie nauk o Ziemi poprzez zapoznawanie się z czasopismami naukowymi i popularnonaukowymi z dziedziny nauk przyrodniczych.	P7S_KK
K_K07	Potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy uwzględniając zasady etyki.	P7S_KR P7S_KO

Objaśnienie symboli:

PRK – Polska Rama Kwalifikacji

P6S\_WG/P7S \_WG – kod składnika opisu kwalifikacji dla poziomu 6 i 7 w charakterystykach drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji

K\_W - kierunkowe efekty uczenia się w zakresie wiedzy

K\_U - kierunkowe efekty uczenia się w zakresie umiejętności

K\_K - kierunkowe efekty uczenia się w zakresie kompetencji społecznych

01, 02, 03 i kolejne - kolejny numer kierunkowego efektu uczenia się

**Pokrycie efektów uczenia się określonych w charakterystykach drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji przez efekty kierunkowe**

<b>Kierunek studiów: Geologia</b> <b>Poziom kształcenia: studia II stopnia</b> <b>Profil kształcenia: Ogólnoakademicki</b>		
Kod składnika opisu Polskiej Ramy Kwalifikacji	Efekty uczenia się określone w charakterystykach drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji	Odniesienie do efektów uczenia się dla kierunku <i>Geologia</i>
<b>WIEDZA</b>		
P7S_WG	<p>Zna i rozumie w pogłębionym stopniu – wybrane fakty, obiekty i zjawiska oraz dotyczące ich metody i teorie wyjaśniające złożone zależności między nimi, stanowiące zaawansowaną wiedzę ogólną z zakresu dyscyplin naukowych lub artystycznych tworzących podstawy teoretyczne, uporządkowaną i odbudowaną teoretycznie wiedzę obejmującą kluczowe zagadnienia oraz wybrane zagadnienia z zakresu zaawansowanej wiedzy szczegółowej – właściwe dla programu studiów, a w przypadku studiów o profilu praktycznym – również zastosowania praktyczne tej wiedzy w działalności zawodowej związanej z ich kierunkiem</p> <p>Zna i rozumie główne tendencje rozwojowe dyscyplin naukowych lub artystycznych, do których jest przyporządkowany kierunek studiów – w przypadku studiów o profilu ogólnoakademickim</p>	<p>K2_W01, K2_W02, K2_W03, K2_W04, K2_W05, K2_W06, K2_W07, K2_W08, K2_W09</p> <p>K2_W03, K2_W06, K2_W07, K2_W08, K2_W09</p>
P7S_WK	<p>Zna i rozumie fundamentalne dylematy współczesnej cywilizacji</p> <p>Zna i rozumie ekonomiczne, prawne, etyczne i inne uwarunkowania różnych rodzajów działalności zawodowej związanej z kierunkiem studiów, w tym zasady ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego</p> <p>Zna i rozumie podstawowe zasady tworzenia i rozwoju różnych form przedsiębiorczości</p>	<p>K2_W01,</p> <p>K2_W10</p> <p>K2_W10</p>
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>		
P7S_UW	<p>Potrafi wykorzystywać posiadaną wiedzę, formułować i rozwiązywać złożone i nietypowe problemy oraz innowacyjnie wykonywać zadania w nieprzewidywalnych warunkach przez:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- właściwy dobór źródeł i informacji z nich pochodzących, dokonywanie oceny, krytycznej analizy, syntezy, twórczej interpretacji i prezentacji tych informacji,</li> <li>- dobór oraz stosowanie właściwych metod i narzędzi, w tym zaawansowanych technik informacyjno-</li> <li>-komunikacyjnych,</li> <li>-przystosowanie istniejących lub opracowanie nowych metod i narzędzi.</li> </ul>	<p>K2_U01, K2_U02, K2_U03, K2_U04, K2_U05</p> <p>K2_U01, K2_U04</p>

	Potrafi formułować i testować hipotezy związane z prostymi problemami badawczymi – w przypadku studiów o profilu ogólnoakademickim.	
P7S_UK	<p>Potrafi komunikować się na tematy specjalistyczne ze zróżnicowanymi kręgami odbiorców.</p> <p>Potrafi prowadzić debatę.</p> <p>Potrafi posługiwać się językiem obcym na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego oraz specjalistyczną terminologią.</p>	<p>K2_U06, K2_U07,</p> <p>K2_U07</p> <p>K2_U09</p>
P7S_UO	<p>Potrafi kierować pracą zespołu.</p> <p>Potrafi współdziałać z innymi osobami w ramach prac zespołowych i podejmować wiodącą rolę w zespołach</p>	<p>K2_U04</p> <p>K2_U04</p>
P7S_UU	Potrafi samodzielnie planować i realizować własne uczenie się przez całe życie i ukierunkowywać innych w tym zakresie	K2_U08
KOMPETENCJE SPOŁECZNE		
P7S_KK	<p>Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści</p> <p>Jest gotów do uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu</p>	<p>K2_K01, K2_K03, K2_K06</p> <p>K2_K06, K2_K01</p>
P7S_KO	<p>Jest gotów do wypełniania zobowiązań społecznych, inspirowania i organizowania działalności na rzecz środowiska społecznego.</p> <p>Jest gotów do inicjowania działań na rzecz interesu publicznego.</p> <p>Jest gotów do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy.</p>	<p>K2_K02</p> <p>K2_K07</p> <p>K2_K07</p>
P7S_KR	<p>Jest gotów do odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych, z uwzględnieniem zmieniających się potrzeb społecznych, w tym:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- rozwijania dorobku zawodu,</li> <li>- podtrzymywania etosu zawodu,</li> <li>- przestrzegania i rozwijania zasad etyki zawodowej oraz działania na rzecz przestrzegania tych zasad</li> </ul>	K2_K04, K2_K05, K2_K07

Objaśnienie symboli:

P6S\_WG/P7S \_WG – kod składnika opisu kwalifikacji dla poziomu 6 i 7 w charakterystykach drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji

K (przed podkreśleniem) - kierunkowe efekty uczenia się

K\_W – kierunkowe efekty uczenia się w zakresie wiedzy

K\_U – kierunkowe efekty uczenia się w zakresie umiejętności

K\_K – kierunkowe efekty uczenia się w zakresie kompetencji społecznych

01, 02, 03 i kolejne - kolejny numer kierunkowego efektu uczenia się

# Matryca efektów uczenia się, form ich realizacji oraz metod weryfikacji

Geologia studia II stopnia	zajęcia lub moduł zajęć																						
Nazwa przedmiotu	Szkolenie wstępne w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ochrony przeciwpożarowej																						
	Wybrane metody informatyczne i geostatystyczne																						
	Zagadnienia prawne w geologii i ochronie środowiska																						
	Geologia kenozoiku (obowiązkowy dla GP)																						
	Dynamika wód podziemnych (obowiązkowy dla H)																						
	Geologia kenozoiku - wybrane zagadnienia (obowiązkowy dla H, PIMS, GiGO)																						
	Antropocen																						
	Seminarium dyplomowe I																						
	Geofizyka poszukiwawcza (obowiązkowy dla GP)																						
	Geofizyka poszukiwawcza - wybrane zagadnienia (obowiązkowy dla H, PIMS, GiGO)																						
	Hydrogeochemia i migracja zanieczyszczeń (obowiązkowy dla H)																						
	Wybrane zagadnienia z geologii regionalnej świata																						
	Poszukiwanie i dokumentowanie złóż (obowiązkowy dla GP)																						
	Komputerowe systemy informacji przestrzennej (GIS) w geologii																						
	Język obcy nowożytny																						
	Seminarium dyplomowe II																						
	Filozofia																						
	Oceny oddziaływania na środowisko																						
	Praca dyplomowa i egzamin dyplomowy																						
	Geologia regionalna i geologia złóż (A)																						
	Kartografia geologiczna II																						
	Metody badań hydrogeologicznych																						
	Analiza basenowa, geologia morza i geodynamika																						
ZAKŁADANE EFEKTY UCZENIA SIĘ																							
wiedza																							
K2_W01		x		x	x	x	x	x			x	x		x		x	x	x	x				x
K2_W02		x			x			x			x	x	x	x		x			x				
K2_W03		x		x		x	x	x	x	x	x			x		x			x				
K2_W04		x		x		x	x		x	x	x		x	x				x					x
K2_W05		x		x		x	x				x			x				x					x
K2_W06		x		x		x		x	x	x			x	x		x		x			x		x
K2_W07				x		x						x						x	x				
K2_W08				x		x		x	x	x	x		x			x		x					x
K2_W09									x	x		x				x			x				
K2_W10			x										x					x	x				
umiejętności																							

K2_U01		x		x	x	x					x		x	x				x	x	x	x	
K2_U02				x		x		x			x				x	x	x	x			x	
K2_U03		x		x	x	x					x	x		x			x	x				x
K2_U04		x		x		x		x	x	x	x		x			x		x		x		x
K2_U05		x		x	x	x	x						x	x		x		x		x	x	x
K2_U06			x	x		x					x							x	x			x
K2_U07				x		x		x								x		x		x	x	x
K2_U08			x													x		x				
K2_U09															x			x				
<b>kompetencje społeczne</b>																						
K2_K01		x		x		x	x							x			x		x		x	x
K2_K02				x		x											x		x			x
K2_K03		x		x	x	x								x				x	x			x
K2_K04		x		x		x								x				x	x			x
K2_K05	x		x	x		x												x		x		x
K2_K06				x		x	x	x					x				x		x			
K2_K07			x														x		x			x
<b>formy realizacji</b>																						
wykład	x		x	x	x	x			x	x	x	x	x	x			x					
ćwiczenia	x		x		x						x				x			x				
ćwiczenia laboratoryjne		x		x		x			x	x			x	x								
ćwiczenia terenowe																			x	x	x	x
seminarium								x									x					
konwersatorium																						
<b>metody weryfikacji</b>																						
egzamin ustny															x				x			
egzamin pisemny				x	x	x			x	x	x	x	x	x								
zaliczenie pisemne	x	x	x	x	x	x																
pisemna praca semestralna																						
przygotowanie wystąpienia ustnego					x			x									x					
przygotowanie i zrealizowanie projektu		x							x	x			x	x				x			x	
przygotowanie raportu/ sprawozdania			x	x		x			x	x	x		x						x		x	x
przygotowanie eseju																		x				
zaliczenie praktyczne																						
udział w dyskusji								x									x	x				



Nazwa przedmiotu	Geologia regionalna i geologia złóż (B)	Mineralogia i Petrologia II	Technologie próśrodkowiskowe	Identyfikacja i bilansowanie zanieczyszczeń	Geookologia stosowana i biogeookemia	Metody biologiczne w ocenie stanu środowiska	Metody poboru prób środowiskowych	Geochemia środowiskowa	Gospodarka odpadami	Zanieczyszczenia atmosfery	Gospodarka środowiskiem wodnym	Ocena i wykorzystanie gleb w myśl zrównoważonego rozwoju	Technologie w ochronie środowiska	Charakterystyka odpadów przemysłowych	Gospodarka środowiskiem	Analiza mikrofacjalna	Rekonstrukcja paleośrodowisk - skamieniałości śladowe	Współczesne metody stratygrafii	Paleośrodowiskowe uwarunkowania powstawania złóż	Skamieniałości jako wskaźnik paleośrodowiska	Rekonstrukcja paleośrodkowisk	Analiza facjalna	Analiza basenów sedymentacyjnych
	<b>ZAKŁADANE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>																						
	<b>wiedza</b>																						
	K2_W01		x				x	x	x	x	x	x		x		x		x		x	x	x	x
	K2_W02					x	x	x	x							x	x		x		x		
	K2_W03		x		x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
	K2_W04		x		x			x									x	x	x		x	x	x
	K2_W05				x																		
	K2_W06		x		x	x		x					x		x			x			x		
	K2_W07	x	x														x					x	x
	K2_W08			x				x		x			x				x	x	x	x	x		
	K2_W09		x						x		x		x		x	x	x				x		x
	K2_W10						x				x		x		x								
	<b>umiejętności</b>																						
	K2_U01	x	x		x	x	x	x			x			x			x	x	x	x	x		
	K2_U02				x				x	x	x	x				x		x	x		x	x	x
	K2_U03		x		x	x		x	x	x				x		x	x	x	x		x	x	x

K2_U04		x	x		x	x		x						x	x	x		x				
K2_U05			x	x							x	x				x				x		x
K2_U06					x	x					x	x		x		x				x	x	x
K2_U07		x						x		x					x	x					x	
K2_U08																						
K2_U09																						
<b>kompetencje społeczne</b>																						
K2_K01				x	x	x	x	x	x	x			x		x		x	x			x	x
K2_K02		x		x	x	x	x									x						
K2_K03	x			x		x		x				x			x		x			x		
K2_K04				x			x		x	x	x								x			x
K2_K05		x	x	x										x								
K2_K06				x	x	x		x		x			x		x		x	x			x	
K2_K07							x	x		x			x	x	x							
<b>formy realizacji</b>																						
wykład				x	x	x	x		x	x		x	x	x		x	x	x	x	x		x
ćwiczenia														x				x				
ćwiczenia laboratoryjne				x	x	x						x				x				x		
ćwiczenia terenowe	x	x	x	x			x		x		x											x
seminarium								x							x						x	x
konwersatorium																						
<b>metody weryfikacji</b>																						
egzamin ustny																						
egzamin pisemny				x	x	x			x	x			x			x				x		x
zaliczenie pisemne							x					x		x			x	x		x		
pisemna praca semestralna											x					x			x			x
przygotowanie wystąpienia ustnego								x				x		x	x					x	x	
przygotowanie i zrealizowanie projektu																x						
przygotowanie raportu/ sprawozdania	x	x	x	x	x	x	x		x		x	x		x				x				x
przygotowanie eseju																						
zaliczenie praktyczne																						
udział w dyskusji		x						x							x						x	

Nazwa przedmiotu	Stratygrafia sekwencyjna i zdarzeniowa																						
	Geologia morza																						
	Wybrane metody badań skał zbiornikowych																						
	Geozagrożenia																						
	Analiza strukturalna																						
	Neotektonika																						
	Metody numeryczne w kartografii geologicznej																						
	Modelowanie strukturalne i kartograficzne w geologii																						
	Metody georadarowe																						
	Metody komputerowego modelowania złóż																						
	Złóża kopalin budowlanych																						
	Metody badań surowców skalnych																						
	Geologia gospodarcza złóż metali szlachetnych																						
	Metody badań minerałów kruszczowych																						
	Złóża kopalin chemicznych																						
	Złóża metali kolorowych																						
	Złóża uranu i pierwiastków promieniotwórczych																						
	Wybrane problemy poszukiwania i dokumentowania złóż																						
	Hydrogeologia i hydrodynamika złóż ropy i gazu																						
	Metody poszukiwawcze złóż ropy naftowej i gazu ziemnego																						
	Palinologia skał macierzystych ropy i gazu																						
	Złóża paliw kopalnych i metody ich eksploatacji																						
	Biogeochemia węgla i kerogenu																						
ZAKŁADANE EFEKTY UCZENIA SIĘ																							
wiedza																							
K2_W01		x	x	x		x		x			x	x	x		x	x	x		x		x	x	x
K2_W02	x		x			x	x	x	x	x		x			x	x							x
K2_W03		x	x	x	x		x		x		x			x	x	x		x		x	x	x	
K2_W04		x	x	x	x		x	x					x	x				x	x	x	x		x
K2_W05		x	x	x	x			x		x				x				x					
K2_W06			x		x		x	x	x					x	x			x		x			
K2_W07		x		x		x		x			x		x		x								
K2_W08	x		x		x		x	x					x		x		x			x	x		
K2_W09		x	x	x	x	x	x																
K2_W10		x						x															
umiejętności																							
K2_U01			x		x		x	x		x	x	x		x	x	x	x	x	x	x			
K2_U02	x		x		x		x								x	x		x				x	
K2_U03			x			x	x	x			x	x	x			x		x			x	x	x
K2_U04	x		x				x		x									x			x		

K2_U05			x		x	x	x	x	x	x	x	x	x			x						
K2_U06																			x			
K2_U07							x	x														
K2_U08																			x			
K2_U09																						
<b>kompetencje społeczne</b>																						
K2_K01	x		x		x						x	x		x						x	x	x
K2_K02					x				x		x											
K2_K03			x																			
K2_K04	x		x											x			x					
K2_K05																			x			
K2_K06			x											x					x		x	
K2_K07									x													
<b>formy realizacji</b>																						
wykład	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
ćwiczenia					x														x			
ćwiczenia laboratoryjne							x	x	x	x	x	x		x						x	x	x
ćwiczenia terenowe		x	x	x					x			x										
seminarium	x	x	x	x														x				
konwersatorium					x																	
<b>metody weryfikacji</b>																						
egzamin ustny																						
egzamin pisemny					x	x								x						x		x
zaliczenie pisemne	x	x	x								x	x	x		x	x	x		x	x		
pisemna praca semestralna									x													
przygotowanie wystąpienia ustnego	x			x	x											x		x				
przygotowanie i zrealizowanie projektu							x	x		x											x	x
przygotowanie raportu/ sprawozdania					x		x	x			x	x			x		x		x			
przygotowanie eseju																						
zaliczenie praktyczne														x								
udział w dyskusji																						



K2_U05						x		x		x			x		x			x	x	x	x	x	
K2_U06	x			x				x		x					x	x	x					x	
K2_U07				x					x								x						x
K2_U08																							
K2_U09																							
<b>kompetencje społeczne</b>																							
K2_K01		x	x	x	x						x		x			x		x	x	x			
K2_K02												x	x			x	x	x			x		
K2_K03																x	x		x	x	x		
K2_K04													x	x	x						x		
K2_K05														x	x			x					
K2_K06		x		x	x	x			x				x	x	x	x		x			x		x
K2_K07																							
<b>formy realizacji</b>																							
wykład	x	x	x		x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	
ćwiczenia																		x		x		x	
ćwiczenia laboratoryjne			x		x	x		x		x		x	x		x	x	x	x	x		x		
ćwiczenia terenowe															x	x							
seminarium				x					x														x
konwersatorium																							
<b>metody weryfikacji</b>																							
egzamin ustny																							
egzamin pisemny					x					x	x						x	x	x	x		x	
zaliczenie pisemne	x	x	x			x	x	x		x		x	x		x	x							
pisemna praca semestralna														x									
przygotowanie wystąpienia ustnego			x	x					x				x		x	x							x
przygotowanie i zrealizowanie projektu																		x	x	x	x		
przygotowanie raportu/ sprawozdania			x		x	x		x		x		x			x	x	x	x					
przygotowanie eseju																							
zaliczenie praktyczne													x										
wdziął w dyskusji																							x

Nazwa przedmiotu	Poszukiwanie i rozpoznawanie zasobów wód podziemnych	Projektowanie, budowa i eksploatacja ujęć wód podziemnych	Odwadnianie terenów i obiektów budowlanych	Zmiany w środowisku wodnym pod wpł. działań. człowieka i ich ocena	Hydrogeologia regionalna	Mechanika gruntów	Kartowanie i dokumentowanie geologiczno-inżynierskie	Fizyczno-chemiczne własności gruntów	Warunki posadowienia obiektów budowlanych	Wybrane met. rekultywacji terenów przekształconych antropogenicznie	Hydrogeologia górnicza	Geoekologia funkcjonalna wód powierzchniowych i podziemnych	Hydrogeologiczne aspekty budownictwa wodnego	Kartografia geologiczna w górnictwie	Ekonomia i zagadnienia prawne w inwestycjach proekologicznych	Geologia wybranych surowców	Gospodarka wodna i prawo wodne	Limnologia i oceanografia	Metody interpretacji danych hydrogeologicznych	Specjalne metody geofizyczne	Charakterystyka i wykorzystanie złóż antropogenicznych	Energetyka odnawialna	Ewolucjonizm
<b>ZAKŁADANE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>																							
<b>wiedza</b>																							
K2_W01	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x					x	x
K2_W02	x	x	x			x		x	x		x	x	x					x					
K2_W03	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x		x		x	x		x	x		x
K2_W04	x			x		x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x		x
K2_W05	x					x			x	x	x	x		x					x		x		
K2_W06		x					x	x	x					x	x		x			x	x		
K2_W07					x																		
K2_W08	x	x		x	x				x		x			x		x	x			x			x
K2_W09																							x
K2_W10		x	x	x			x		x	x					x		x						
<b>umiejętności</b>																							
K2_U01	x	x	x			x	x	x	x	x		x	x					x		x	x		
K2_U02	x		x	x	x			x	x		x	x	x				x		x				x
K2_U03				x	x		x	x		x				x	x	x	x				x	x	x
K2_U04	x	x	x					x			x			x	x		x				x		

K2_U05	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x		x			x		x		x		
K2_U06		x							x		x			x									
K2_U07		x		x				x						x									
K2_U08																							
K2_U09																							
<b>kompetencje społeczne</b>																							
K2_K01		x	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x		x		x
K2_K02		x		x		x	x	x	x					x					x				
K2_K03		x	x	x					x			x	x	x									
K2_K04														x							x		
K2_K05														x									
K2_K06		x		x		x		x	x	x							x			x	x	x	x
K2_K07														x	x		x						
<b>formy realizacji</b>																							
wykład	x	x	x		x	x			x		x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x
ćwiczenia	x	x	x				x			x	x	x	x	x	x								
ćwiczenia laboratoryjne						x		x	x							x		x	x	x	x		
ćwiczenia terenowe														x									
seminarium				x																			
konwersatorium																							
<b>metody weryfikacji</b>																							
egzamin ustny																							
egzamin pisemny	x	x	x						x		x	x	x		x		x			x	x	x	x
zaliczenie pisemne					x	x		x	x														
pisemna praca semestralna															x	x		x					
przygotowanie wystąpienia ustnego				x											x		x						
przygotowanie i zrealizowanie projektu	x	x				x				x	x	x	x	x							x		
przygotowanie raportu/ sprawozdania			x				x	x	x					x	x	x		x	x	x			
przygotowanie eseju																							
zaliczenie praktyczne																							
udział w dyskusji				x																			



Nazwa przedmiotu																								

K2_U04	x		x		x					x			x	x				x	x			x	
K2_U05	x		x	x	x							x					x		x		x	x	
K2_U06	x		x		x												x					x	
K2_U07						x				x			x	x	x			x			x	x	
K2_U08						x																	
K2_U09																							x
<b>kompetencje społeczne</b>																							
K2_K01		x	x	x				x			x	x	x	x	x			x		x		x	
K2_K02						x												x					
K2_K03		x	x										x		x		x	x		x			
K2_K04			x				x			x			x		x								x
K2_K05										x							x						
K2_K06			x	x		x		x		x	x	x	x	x	x	x		x		x			
K2_K07						x							x		x							x	
<b>formy realizacji</b>																							
wykład	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x		x	x
ćwiczenia		x									x	x						x					
ćwiczenia laboratoryjne					x												x		x		x	x	x
ćwiczenia terenowe																							
seminarium																							
konwersatorium																		x					
<b>metody weryfikacji</b>																							
egzamin ustny																							x
egzamin pisemny		x		x	x			x									x	x	x				
zaliczenie pisemne			x			x	x		x	x	x	x	x	x	x	x		x			x		x
pisemna praca semestralna																		x					x
przygotowanie wystąpienia ustnego						x																	
przygotowanie i zrealizowanie projektu		x			x														x				x
przygotowanie raportu/ sprawozdania	x	x									x	x									x	x	
przygotowanie eseju																							
zaliczenie praktyczne																		x				x	
udział w dyskusji																							

Nazwa przedmiotu	Prospecting and evaluation of mineral reserves Poszukiwanie i dokumentowanie zasobów złóż surowców mineralnych	Applied hydrogeology - selected issues Hydrogeologia stosowana - wybrane zagadnienia	Groundwater modeling Modelowanie wód podziemnych	Methods in mineralogy, petrology and geochemistry Metody badań mineralogicznych, petrologicznych i geochemicznych	Sedimentary processes, environments and basins Procesy, środowiska i baseny sedymentacyjne	Geological mapping in mining Kartografia geologiczna w górnictwie	Deformation of sediments and sedimentary rocks Deformacja osadów i skał osadowych	Environmentally sound technologies Technologie prośrodowiskowe	Structural analysis Analiza strukturalna	Applications of Ground Penetrating Radar (GPR) Metody georadarowe	Geohazards Geozagrożenia	Selected problems of economic geology Wybrane problemy geologii gospodarczej	Trace fossils and their palaeoenvironmental Significance Skamieniałości śladowe i ich znaczenie dla paleośrodowiska	Geodynamics - selected issues Geodynamika - wybrane zagadnienia	Geochemical Evolution of the Earth Ewolucja geochemiczna Ziemi	Geographic Information Systems in Geology Komputerowe systemy informacji przestrzennej (GIS) w geologii
<b>ZAKŁADANE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>																
<b>wiedza</b>																
K2_W01			x		x	x	x	x		x	x	x	x	x		
K2_W02			x	x			x								x	x
K2_W03			x	x			x	x	x	x	x		x	x	x	x
K2_W04		x	x	x	x	x	x		x		x		x	x	x	
K2_W05		x	x			x			x		x			x		x
K2_W06				x		x			x	x						x
K2_W07					x						x		x	x		
K2_W08	x			x		x	x	x	x			x	x		x	
K2_W09			x		x		x	x	x		x		x	x		
K2_W10											x			x		
<b>umiejętności</b>																
K2_U01	x	x	x	x	x			x	x				x	x		x
K2_U02	x		x				x	x	x			x	x	x		
K2_U03					x	x	x					x	x	x	x	x
K2_U04				x		x	x			x				x		x

K2_U05		x	x		x	x	x		x	x				x	x	x
K2_U06						x	x			x				x		
K2_U07						x	x									
K2_U08							x									
K2_U09							x		x							
<b>kompetencje społeczne</b>																
K2_K01		x	x	x		x	x	x	x				x		x	x
K2_K02		x				x	x		x	x						
K2_K03			x			x	x						x			x
K2_K04	x					x	x					x				x
K2_K05						x										
K2_K06								x					x		x	
K2_K07						x	x	x		x						
<b>formy realizacji</b>																
wykład	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
ćwiczenia		x		x	x	x			x							
ćwiczenia laboratoryjne	x	x	x							x					x	x
ćwiczenia terenowe					x	x		x		x	x					
seminarium							x									
konwersatorium																
<b>metody weryfikacji</b>																
egzamin ustny																
egzamin pisemny	x	x	x					x	x							
zaliczenie pisemne				x	x						x		x		x	x
pisemna praca semestralna	x					x	x			x		x				
przygotowanie wystąpienia ustnego							x		x							
przygotowanie i zrealizowanie projektu			x			x										x
przygotowanie raportu/ sprawozdania	x	x	x	x	x	x		x		x				x	x	x

Nazwa przedmiotu	Training on health and safety and fire protection Szkolenie wstępne w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ochrony przeciwpożarowej	Methods in mineralogy, petrology and geochemistry Metody badań mineralogicznych, petrologicznych i	Groundwater resource assessment Ocena zasobów wód podziemnych	Methods of environmental samples collecting Metody poboru prób środowiskowych	Methods in structural geology Metody geologii strukturalnej	Applications of mineral sciences Mineralogia stosowana	Methods and applications in stratigraphy Metodyka i zastosowania stratygrafii	Groundwater quality Jakość wód podziemnych	Prospecting and evaluation of mineral reserves Poszukiwanie i dokumentowanie zasobów złóż surowców	MSc seminar I Seminarium dyplomowe I	Environmental pollution Zanieczyszczenia środowiska	Isotope geology and geochemistry Geologia i geochemia izotopowa	Microtectonics and microstructural analysis Mikrotektonika i analiza mikrostrukturalna	Groundwater Modelling Modelowanie wód podziemnych	Legal aspects in geology and environmental management Aspekty prawne w geologii i ochronie środowiska	Aspekty prawne w geologii i ochronie środowiska Master's dissertation and exam Praca dyplomowa i egzamin dyplomowy	MSc seminar II Seminarium dyplomowe II	Current problems in mineralogical sciences Aktualne problemy nauk mineralogicznych	Current problems in petrological sciences Współczesne problemy nauki o skałach	New trends in stratigraphy Nowe trendy w stratygrafii	Informatics and geostatistics in geological sciences Informatyka i metody statystyczne w geologii	Applied geophysics Geofizyka stosowana
<b>ZAKŁADANE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>																						
<b>wiedza</b>																						
K2_W01			x	x	x	x	x	x	x		x		x	x		x	x	x				
K2_W02		x		x	x		x		x			x	x	x		x	x	x		x	x	
K2_W03			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x
K2_W04		x		x				x		x	x		x	x		x			x		x	x
K2_W05					x				x		x			x		x					x	
K2_W06		x		x		x	x	x	x	x	x	x				x	x			x	x	x
K2_W07						x			x							x				x		
K2_W08		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x				x
K2_W09			x		x							x		x		x						
K2_W10						x					x				x	x						
<b>umiejętności</b>																						
K2_U01		x	x	x	x		x		x		x		x	x		x				x	x	x
K2_U02					x	x	x	x		x		x		x		x	x	x	x	x		

K2_U03		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					x			x	x	x	
K2_U04		x	x		x	x	x	x	x	x	x				x	x	x	x		x		x
K2_U05					x		x		x		x	x		x		x	x				x	
K2_U06			x		x	x	x								x	x						
K2_U07																x	x	x	x	x		
K2_U08																x	x					
K2_U09																x						
<b>kompetencje społeczne</b>																						
K2_K01		x	x	x	x		x					x		x		x				x		
K2_K02		x	x	x	x			x			x					x						
K2_K03			x							x	x			x	x	x						
K2_K04				x		x			x	x	x					x						
K2_K05	x	x				x			x		x				x	x					x	
K2_K06		x				x	x	x				x				x	x	x	x			
K2_K07				x											x	x	x					
<b>formy realizacji</b>																						
wykład	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x						x	x
ćwiczenia	x	x	x		x		x				x	x	x	x	x						x	
ćwiczenia laboratoryjne						x		x	x													x
ćwiczenia terenowe		x		x							x											
seminarium										x						x		x	x	x		
<b>metody weryfikacji</b>																						
egzamin ustny											x					x						x
egzamin pisemny			x		x	x			x		x		x		x							
zaliczenie ustne	x	x		x			x	x				x		x							x	
zaliczenie pisemne																						
przygotowanie wystąpienia ustnego										x								x	x	x		x
przygotowanie i zrealizowanie projektu			x					x						x							x	
przygotowanie raportu/ sprawozdania		x		x	x	x	x		x		x	x	x	x	x						x	x
udział w dyskusji										x				x				x	x	x		x

Nazwa przedmiotu	Trace fossils Skamieniałości śladowe	Natural stone in architecture Kamień w architekturze	New trends in tectonics and structural geology Nowe trendy w tektonice i geologii strukturalnej	New trends in economic geology Współczesne problemy geologii gospodarczej	Groundwater exploitation Eksploracja wód podziemnych	Environmentally sound technologies and renewable energy sources Technologie w ochronie środowiska i odnawialne źródła energii	Applications of mineral sciences (field course) Mineralogia stosowana (ćwiczenia terenowe)	Regional and economic geology (field course) Geologia regionalna i gospodarcza (ćwiczenia terenowe)	Hydrogeological mapping (field course) Kartowanie hydrogeologiczne (ćwiczenia terenowe)	Geochemical evolution of the Earth Ewolucja geochemiczna Ziemi	Limnology Limnologia	Methods in recultivation and remediation Metody rekultywacji i remediacji	Stable isotopes forensics and food authenticity Badania izotopowe w technikach śledczych i testach autentyczności żywności	Environmental geohazards Geozagrożenia środowiskowe	Mineral resources, economics and the environment Zasoby mineralne, ekonomia i środowisko	Environmental geochemistry in practice Geochemia środowiska w praktyce	Volcanology Wulkanologia	Applications of Ground Penetrating Radar (GPR) Metody georadarowe	Biogeochemistry and geomicrobiology Biogeochemia i geomikrobiologia
------------------	---	---	--	--	---	--	---	--	--	---	-------------------------	--	---	--	---	---	-----------------------------	--	--

### ZAKŁADANE EFEKTY UCZENIA SIĘ

wiedza																			
K2_W01	x			x		x			x			x		x	x		x		x
K2_W02		x	x		x				x	x	x	x	x					x	x
K2_W03	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
K2_W04	x									x	x				x		x		x
K2_W05																			
K2_W06	x	x	x		x				x				x					x	x
K2_W07	x	x		x			x	x							x		x		
K2_W08		x	x		x	x	x		x	x			x		x	x			
K2_W09	x			x	x	x			x			x	x				x		
K2_W10		x			x	x													
umiejętności																			
K2_U01	x	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x			x			
K2_U02	x	x	x	x		x							x	x	x		x		
K2_U03	x	x	x	x		x				x				x	x				x
K2_U04	x	x	x		x		x		x							x		x	x

K2_U05					x				x	x			x			x		x	
K2_U06	x	x			x		x		x									x	
K2_U07	x	x	x	x	x				x			x							
K2_U08																			
K2_U09																			
<b>kompetencje społeczne</b>																			
K2_K01	x	x	x		x	x			x	x	x	x	x	x			x		x
K2_K02		x			x		x		x							x		x	x
K2_K03	x				x			x	x										
K2_K04							x								x				
K2_K05							x												
K2_K06	x			x	x	x				x			x						
K2_K07						x									x			x	x
<b>formy realizacji</b>																			
wykład	x	x			x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
ćwiczenia	x	x			x					x								x	
ćwiczenia laboratoryjne									x							x			x
ćwiczenia terenowe		x				x	x	x								x		x	
seminarium			x	x															
<b>metody weryfikacji</b>																			
egzamin ustny																			
egzamin pisemny										x						x			
zaliczenie ustne	x	x			x	x					x	x	x	x	x	x	x		x
zaliczenie pisemne	x																		
przygotowanie wystąpienia ustnego			x	x															
przygotowanie i zrealizowanie projektu					x				x									x	
przygotowanie raportu/ sprawozdania	x	x				x	x	x		x						x		x	x
udział w dyskusji			x				x												



Nazwa przedmiotu	English for geologists Angielski dla geologów	Petroleum Geology Geologia ropy naftowej	Spektroskopia Ramana	Metody pozyskiwania i zarządzania okazami geologicznymi o wartości kolekcjonerskiej i muzealnej															
------------------	--	---	----------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

#### ZAKŁADANE EFEKTY UCZENIA SIĘ

##### wiedza

K2_W01			x																
K2_W02		x	x																
K2_W03		x	x	x															
K2_W04			x																
K2_W05																			
K2_W06			x	x															
K2_W07																			
K2_W08		x		x															
K2_W09	x	x																	
K2_W10				x															

##### umiejętności

K2_U01		x	x	x															
K2_U02	x		x																
K2_U03			x																
K2_U04		x	x	x															

K2_U05			x	x														
K2_U06	x		x															
K2_U07																		
K2_U08																		
K2_U09	x																	
<b>kompetencje społeczne</b>																		
K2_K01		x	x															
K2_K02																		
K2_K03				x														
K2_K04				x														
K2_K05																		
K2_K06	x																	
K2_K07				x														
<b>formy realizacji</b>																		
wykład		x	x	x														
ćwiczenia	x																	
ćwiczenia laboratoryjne		x	x															
ćwiczenia terenowe																		
seminarium																		
<b>metody weryfikacji</b>																		
egzamin ustny																		
egzamin pisemny			x															
zaliczenie ustne																		
zaliczenie pisemne	x	x	x	x														
przygotowanie wystąpienia ustnego		x																
przygotowanie i zrealizowanie projektu																		
przygotowanie raportu/ sprawozdania																		
udział w dyskusji			x															

I.p.	Nazwa przedmiotu	Treści programowe
Semestr I		
1.	Wybrane metody informatyczne i geostatystyczne	<p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Podstawy obsługi oraz funkcje zaawansowane programów Excel, Surfer i Grapher. Podstawy i dobór metod interpolacji. Zasada działania metod kartografii komputerowej. Struktura przygotowywanych danych w programach. Narzędzia graficzne i statystyczne. Tworzenie map i przekrojów geologicznych oraz wykonywanie obliczeń z wykorzystaniem zaawansowanych funkcji programów Surfer i Grapher. Teoria relacyjnych baz danych (podstawowa terminologia, relacyjny model i normalizacja danych, klucze, relacje między tabelami, sprzężenia tabel, reguły więzów integralności, zarządzanie informacją przez system baz danych). Projektowanie bazy danych. Definiowanie tabel z uwzględnieniem reguł poprawności, typów danych i masek wprowadzania. Indeksowanie pól i tworzenie odnośników. Sprzęganie tabel. Wymuszanie więzów integralności. Przeglądanie, filtrowanie i sortowanie danych z użyciem różnych operatorów, funkcji, wyrażeń i znaków wieloznacznych. Tworzenie kwerend funkcjonalnych. Zmiana typu złączenia tabel w projekcie kwerendy. Podgląd i modyfikacja kwerend w języku SQL. Konstruowanie formularzy, raportów i wykresów. Zasady administrowania bazą danych. Sposoby korzystania z bazy danych z poziomu strony internetowej.</p>
2.	Zagadnienia prawne w geologii i ochronie środowiska	<p><b>Wykłady:</b> Ustawa „Prawo geologiczne i górnicze”: zakres obowiązywania ustawy, prawo własności bogactw mineralnych, definicje, koncesje geologiczne, użytkowanie górnicze, kwalifikacje, wydobywanie kopalin, obszar i teren górniczy, ruch zakładu górniczego likwidacja zakładu górniczego, wynagrodzenie za ustanowienie użytkowania górniczego, opłaty: eksploatacyjne, koncesyjne, karne, stosunki sąsiedzkie i odpowiedzialność za szkody górnicze, organy administracji geologicznej, państwowa służba geologiczna, organy nadzoru górniczego, przepisy karne. Rozporządzenie Ministra Środowiska: w sprawie kategorii prac geologicznych, kwalifikacji do wykonywania, w sprawie projektów prac i robót geologicznych, w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać dokumentacje geologiczne złóż kopalin, w sprawie kategorii prac geologicznych. Postępowanie w zakresie poszukiwania, rozpoznawania i eksploatacji wód podziemnych, wody podziemne zaliczane do kopalin. Rozporządzenie Rady Ministrów: w sprawie złóż wód podziemnych zaliczonych do solanek, wód leczniczych i termalnych oraz złóż innych kopalin leczniczych, a także zaliczenia kopalin pospolitych z określonych złóż lub jednostek geologicznych do kopalin podstawowych. Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać dokumentacje hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie. Ustawa „Prawo wodne”: zakres obowiązywania ustawy, prawo własności wód, korzystanie z wód, zasady ochrony wód; strefy i obszary ochronne, ochrona przed powodzią i suszą, zarządzanie wodami: instytucje zarządzające, planowanie w gospodarce wodnej, pozwolenia wodnoprawne, kataster wodny, państwowa służba hydrogeologiczna i hydrologiczno-meteorologiczna, kontrola gospodarowania wodami. Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu wód podziemnych. Rozporządzenie Rady Ministrów w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych budownictwo wodne, spółki wodne i związki wałowe</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> Opracowanie wniosku koncesyjnego (poszukiwanie, rozpoznawanie lub dokumentowanie złoża), dokumentacje hydrogeologiczne - opracowanie karty informacyjnej dokumentacji hydrogeologicznej ustalającej zasoby eksploatacyjne ujęcia wody – rola uprawnionego hydrogeologa, pozwolenia wodnoprawne - opracowanie operatu wodnoprawnego na szczególne korzystanie z wód, strefy ochronne ujęć wody - przygotowanie w oparciu o dokumentację hydrogeologiczną wniosku o ustanowienia strefy ochronnej ujęcia wody.</p>

3.	Geologia kenozoiku	<p><b>Wykłady:</b> Wprowadzenie: podstawy chronostratygrafii kenozoiku, specyfika kenozoiku i czwartorzędu. Paleogen i neogen w Polsce (środowiska i osady, podłoże kenozoiku, paleogen w Polsce, neogen południowej Polski, neogen na Niżu Polskim, skały magmowe kenozoiku). Czwartorzęd - środowiska i osady: podstawy glaciologii (mineralogia i petrologia lodu, kinematyka lodu, klasyfikacja obszarów zlodowaconych), erozja glacialna i transport glacialny, sedymentacja glacialna, formy rzeźby związane z sedymentacją glacialną, glacitektonika, procesy fluwioglacjalne i limnoglacjalne, procesy w strefie peryglacjalnej, osady interglacjalne i holoceny. Stratygrafia kenozoiku: historia terminologii, granica mezozoik/kenozoik, główne trendy i zdarzenia w paleogenie i neogenie, granica neogen/czwartorzęd, podział czwartorzędu i korelacja zlodowaceń. Historia czwartorzędu na obszarze Polski: przyczyny i początek zlodowaceń plejstoceny, pierwsze zlodowacenia w Polsce, zlodowacenia środkowopolskie, zlodowacenie północnopolskie, holocen. Rozwój rzeźby górskiej na obszarze Polski: modele rozwoju rzeźby górskiej, ewolucja rzeźby Karpat, ewolucja rzeźby Sudetów. Klimatyczne i paleogeograficzne zmiany w plejstocenie i holocenie. Rozwój i przeobrażenia świata organicznego na tle wydarzeń paleoklimatycznych i paleogeograficznych. Roślinność glacialna i interglacjalna na tle zmian klimatu. Podstawy analizy pyłkowej. Człowiek w holocenie, jego wpływ na środowisko naturalne</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Inwentaryzacja skał kenozoicznych na podstawie arkuszy szczegółowych map geologicznych. Przegląd skał kenozoicznych. Identyfikacja i opis skał kenozoicznych w profilach otworów wiertniczych. Konstrukcja przekrojów przez osady kenozoiczne na podstawie danych z otworów wiertniczych. Identyfikacja glacialnych form rzeźby na mapach i zdjęciach. Cechy diagnostyczne ziaren pyłku podstawowych drzew i krzewów liściastych i szpilkowych. Metodyka analizy pyłkowej: pozyskiwanie profili litologicznych, maceracja różnych typów osadów, analiza pyłkowa materiału kopalnego – oznaczanie i zliczanie sporomorf. Kreślenie diagramu pyłkowego. Interpretacja diagramów pyłkowych pod kątem wieku osadów, sukcesji zbiorowisk roślinnych, paleoklimatu, paleogeografii.</p>
4.	Dynamika wód podziemnych	<p><b>Wykłady:</b> Zasady analizy systemowej w zastosowaniu do dynamiki wód podziemnych. Fizyczne i hydrodynamiczne podstawy ruchu wód podziemnych. Strumień wód podziemnych. Zasady schematyzacji warunków hydrogeologicznych. Różniczkowe równania ruchu wód. Obliczenia hydrogeologiczne w ustalonych oraz nieustalonych warunkach przepływu.</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> Obliczanie przepływów jednoosiowych. Uśrednianie wartości współczynnika filtracji. Obliczanie dopływów do rowów i drenów. Ustalony oraz nieustalony dopływ wód podziemnych do studni. Współdziałanie otworów studziennych.</p>
5.	Geologia kenozoiku - wybrane zagadnienia	<p><b>Wykłady:</b> Paleogen i neogen w Polsce - środowiska i osady: podstawy chronostratygrafii kenozoiku, podłoże kenozoiku, paleogen w Polsce, neogen południowej Polski, neogen na Niżu Polskim. Czwartorzęd - środowiska i osady: podstawy glaciologii (mineralogia i petrologia lodu, kinematyka lodu, obieg wody w lodowcu), sedymentacja glacialna, formy rzeźby związane z sedymentacją glacialną, procesy fluwioglacjalne i limnoglacjalne, procesy w strefie peryglacjalnej, osady interglacjalne i holoceny. Rzeźba i czwartorzęd obszaru Polski: ewolucja rzeźby Tatr i Sudetów, granica neogen/czwartorzęd, stratygrafia czwartorzędu i korelacja zlodowaceń, pierwsze zlodowacenia w Polsce, zlodowacenia środkowopolskie, zlodowacenie północnopolskie. Klimatyczne i paleogeograficzne zmiany w plejstocenie i holocenie. Rozwój i przeobrażenia świata organicznego na tle wydarzeń paleoklimatycznych i paleogeograficznych. Roślinność glacialna i interglacjalna na tle zmian klimatu. Podstawy analizy pyłkowej. Człowiek w holocenie, jego wpływ na środowisko naturalne.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Przegląd skał kenozoicznych. Identyfikacja i opis skał kenozoicznych w profilach otworów wiertniczych. Konstrukcja przekrojów przez osady kenozoiczne na podstawie danych z</p>

		otworów wiertniczych. Cechy diagnostyczne ziaren pyłku podstawowych drzew i krzewów liściastych i szpilkowych. Metodyka analizy pyłkowej: pozyskiwanie profili litologicznych, maceracja różnych typów osadów, analiza pyłkowa materiału kopalnego – oznaczanie i zliczanie sporomorf. Kreślenie diagramu pyłkowego. Interpretacja diagramów pyłkowych pod kątem wieku osadów, sukcesji zbiorowisk roślinnych, paleoklimatu, paleogeografii.
6.	Antropocen	<b>Wykłady:</b> Termin „antropocen” w kontekście formalnej klasyfikacji geologicznej. Kluczowe „wydarzenia”, które spowodowały zmiany w zapisie stratygraficznym i które mogłyby zostać użyte do określenia początku antropocenu. Powszechnie stosowane techniki datowania radiometrycznego i ich przydatność do datowania osadów/artefaktów antropoceńskich. Zapis antropocenu przez fazy (mineralne) pochodzenia antropogenicznego oraz ich przemiany. Charakterystyka osadów antropogenicznych i modyfikacja krajobrazu w antropocenie. Wykorzystanie chemicznych markerów (organicznych i nieorganicznych) do badań antropocenu. Działalność człowieka jako przykład analogii do procesów geologicznych. <b>Ćwiczenia:</b> Wykorzystanie programów komputerowych przydatnych w geochemicznych i mineralogicznych badaniach antropocenu (Visual MINTEQ, PHREEQC). Opracowanie statystyczne danych geochemicznych (analiza głównych składowych) użytecznych w opisywaniu procesów zachodzących w antropocenie
7.	English for geologists Angielski dla geologów	<b>Classes:</b> Course will be divided into 7 topics, during which topics from various branches of geology will be discussed. Each of the topics will consist of reading, discussion and writing exercise related to different branches of geology. <b>Ćwiczenia:</b> Zajęcia będą podzielone na 7 bloków tematycznych, w trakcie których poruszane będą tematy związane z różnymi gałęziami z szerokiego zakresu geologii. Każdy z bloków tematycznych będzie się składał z tekstu z wybranej gałęzi geologii, dyskusji na tekstem, oraz ćwiczeń pisemnych.
Semestr II		
1.	Seminarium dyplomowe I	<b>Seminarium:</b> Uczestnik seminarium przygotowuje prezentację ustną z zagadnienia związanego z tematyką pracy magisterskiej oraz przedstawia koncepcję pracy magisterskiej
2.	Geofizyka poszukiwawcza	<b>Wykłady:</b> Zaawansowane metody geofizyki poszukiwawczej: grawimetryczne, magnetyczne, elektrooporowe (powierzchniowe oraz otworowe), radiometryczne - otworowe. Podstawy fizyczne metod radiometrycznych. Metodyka prowadzenia badań radiometrii wiertniczej. Przykłady komputerowego modelowania i interpretacja zdjęć przekrojów poszukiwawczych. Interpretacje jakościowe i ilościowe danych radiometrycznych, elektrooporowych, grawimetrycznych, VLF. Termometria. Kompleksowa interpretacja profilowań otworów wiertniczych. Wstęp do specjalnych metod geofizycznych. <b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Obejmują praktyczne zastosowanie metod geofizycznych i są prowadzone w sali komputerowej (interpretacja pomiarów geofizycznych) oraz w laboratorium geofizycznym (samodzielne wykonanie pomiarów geofizycznych w warunkach laboratoryjnych). Sprawozdania z wykonanych pomiarów. Napisanie prostego projektu geofizycznego np. w oparciu o pracę dyplomową.
3.	Geofizyka poszukiwawcza - wybrane zagadnienia	<b>Wykłady:</b> Zaawansowane metody geofizyki poszukiwawczej dla hydrogeologii i pozostałych specjalności: elektrooporowe (otworowe), radiometryczne. Podstawy fizyczne metod radiometrycznych. Metodyka prowadzenia badań radiometrii wiertniczej. Termometria. Kompleksowa interpretacja profilowań otworów wiertniczych. <b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Obejmują tematykę wykładów i są prowadzone w sali komputerowej (interpretacja pomiarów geofizycznych) oraz laboratorium geofizycznym (samodzielne wykonanie pomiarów geofizycznych w warunkach laboratoryjnych). Sprawozdania z wykonanych pomiarów. Napisanie prostego projektu geofizycznego np. w oparciu o pracę dyplomową.

4.	Hydrogeochemia i migracja zanieczyszczeń	<p><b>Wykłady:</b> Zakres i przedmiot badań hydrogeochemii. Podstawowe definicje prawa chemiczne i termodynamiczne (stan równowagi, prawo działania mas termodynamika równowagi chemicznej, aktywność, siła jonowa roztworów wodnych, indeks nasycenia, relacja aktywności – koncentracja, teoria Debye-Hückela.) oraz jednostki stosowane w hydrogeochemii. Woda jako rozpuszczalnik, budowa cząsteczki wody, właściwości wody, skład izotopowy wody, dysocjacja elektrolityczna wody, dysocjacja kwasów, zasad i soli, hydroliza, rozpuszczalność gazów w wodzie, kompleksy jonowe. Wody naturalne a wody podziemne. Wody podziemne w cyklu hydrologicznym. Główne czynniki i procesy kontrolujące skład chemiczny wód podziemnych. Czynniki geograficzne (hydrografia, klimat, gleba, topografia). Czynniki geologiczne (diagenetyzacja, skład mineralny skał, warunki atmosferyczne, tektonika, metamorfizm, magmatyzm). Czynniki biologiczne. Czynniki antropogeniczne. Właściwości fizyczne i chemiczne wód. Równowaga wodorowęglanowa i kontrola pH. Dwutlenek węgla w wodach podziemnych. Inne gazy w wodach podziemnych i ich źródła. Kationy i aniony i pochodzenie w wodach podziemnych. Analizy wód podziemnych. Klasy analiz wody. Bilans chemicznej analizy wody. Błędy analizy. Prezentacja i klasyfikacja analizy wody. Wskaźniki hydrogeochemiczne i ich interpretacja. Mapy, przekroje i profile hydrogeochemiczne. Tło hydrogeochemiczne. Określenie tła hydrogeochemicznego metodami graficznymi i statystycznymi. Zanieczyszczenia wód podziemnych i ich geneza. Sposoby identyfikacji zanieczyszczeń wód podziemnych. Migracja zanieczyszczeń w wodach podziemnych. Elementy analityki chemicznej wód podziemnych. Metody instrumentalne, spektrometryczne, chromatograficzne.</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> Przeliczanie jednostek stosowanych w hydrogeochemii. Podstawowe obliczenia hydrogeochemiczne. Samodzielne opracowanie wyników analiz składu chemicznego wód podziemnych i ich prezentacja. Ocena stopnia zanieczyszczenia wód podziemnych wybranej jednostki hydrogeologicznej. Wyznaczanie tła i anomalii hydrogeochemicznych.</p>
Semestr III		
1.	Wybrane zagadnienia z geologii regionalnej świata	<p><b>Wykłady:</b> Podstawowe aspekty geologii regionalnej: repetytorium z tektoniki płyt litosfery, środowisk geotektonicznych oraz klasyfikacji dziejów Ziemi; zasady tworzenia i przegląd rekonstrukcji paleogeograficznych. Budowa kratonów: najstarsze elementy Ziemi, historia terminu, warianty ewolucji kratonów, Laurentia - jądro Ameryki Północnej, kraton Amazonii, kratoniczne fragmenty Afryki na Wyżynie Brazylijskiej, Afryka - najbardziej "kratoniczny" kontynent, kraton Kalahari, pozostałe kratony afrykańskie (Kongo, zachodnia Afryka), kratony Australii - Yilgarn, Pilbara i reszta, inne obszary kratoniczne świata. Wielkie baseny intrakratonowe: baseny w obrębie platformy kratonu Laurentii, basen Amazonki (i historia największej rzeki świata), basen Parany i Parana-Etendeka LIP, basen Karoo, mozaika basenów saharyjskich, Wielki Basen Australijski i jego prekursorzy. Doming - rifting – spreading: kopuły termiczne – Sahara, systemy ryftowe mezozoiku - narodziny oceanów: Atlantyckiego i Indyjskiego, aulakogeny - Mississippi, Benue, neogeńska reaktywacja wschodniej Afryki - zarys historii, strefa ryftowa wschodniej Afryki, Ethiopian LIP, Morze Czerwone - narodziny oceanu? Budowa geologiczna dna oceanicznego: oceany, którym się nie powiodło, Morze Tasmańskie - jeden z niedoszłych oceanów, Północny Atlantyk - historia młodego oceanu, Islandia - "pieśń lodu i ognia", Środkowy Atlantyk, Continental ribbons i inne strzępy kontynentów w oceanach, równiny abysalne, góry śródoceaniczne - mid-ocean ridges, seamount chains and plateaus. Pasywne krawędzie kontynentów: klasyfikacja pasywnych krawędzi, szelf Ameryki Północnej, baseny pasywnej krawędzi - atlantycka krawędź Afryki, kopalny zapis pasywnych krawędzi, góry pasywnych krawędzi kontynentu. Przykładowe historie łuków wyspowych: subdukcja zachodniego Pacyfiku, łuk Filipiński i Morze Filipińskie - "typowy" łuk wyspowy?, Wyspy Japońskie - od łuku kontynentalnego do wyspowego i z powrotem, Morze Karaibskie i Małe Antyle („wędrówka łuku”), różne</p>

		dziwne przypadki - łuk sundajski, Filipiny, kolizja łuku z kontynentem - przykład współczesny - łuk Bismarcka, kolizja łuku z kontynentem - przykład z przeszłości - Takonidy. Współczesne i dawne strefy orogeniczne: problem z definicją (i identyfikacją), problem z globalnym epokami górotwórczymi, „Orogens through time and space” (przegląd współcześnie aktywnych pasów fałdowo-nasunięciowych, przykłady dawnych (nieaktywnych) pasów fałdowo-nasunięciowych, współczesny orogen nadsubdukcyjny (akrecyjny) - łuk kontynentalny - Andy, orogeny akrecyjne z przeszłości - Tasmanidy, orogen Rossa, orogen kolizyjny - kolizja kontynentalna - Himalaje. Wielkie strefy przesuwcze: tektonika ucieczkowa - centralna i południowo wschodnia Azja, strefa przesuwcza Lewantu i tektonika ucieczkowa Anatolii, Kordyliery - San Andreas, Basin-and-Range, Góry Skaliste.
2.	Poszukiwanie i dokumentowanie złóż	<p><b>Wykłady:</b> Informacje wprowadzające i podstawowe terminy. Badania podstawowe, poszukiwanie złóż, rozpoznanie złóż. Odkrycie kopaliny i udokumentowanie jej zasobów. Historie odkrywania złóż, wyczerpywanie się złóż a konieczność poszukiwań złóż na dużych głębokościach. Sposoby rozpoznania złóż i od czego zależą. Czynniki wpływające na poszukiwanie złóż. Klasyfikacje złóż kopalin: klasyfikacja przemysłowa, klasyfikacja technologiczna, klasyfikacja ze względu na znaczenie gospodarcze, klasyfikacja ze względu na częstość występowania, klasyfikacja ze względu na miejsce wykorzystania. Kryteria jakości kopalin, kryteria bilansowości. Bilans zasobów złóż kopalin. Schemat stosowania kryteriów bilansowości. Kryteria bilansowości a parametry ekonomiczne. Postęp techniczny, technologiczny, organizacyjny. Oznaki występowania złóż. Przesłanki występowania złóż. Metody poszukiwania i rozpoznawania złóż: teledetekcyjne, geologiczne, mineralogiczne, geochemiczne, geofizyczne powierzchniowe, geofizyczne otworowe. Zasady planowania i prognozowania poszukiwań. Zależności prognozowania od badań geologicznych, Typy prognoz. Kryteria podziału prognoz. Zasady poszukiwania złóż, stadia prac poszukiwawczych. Ocena koncepcji poszukiwawczych. Wartość zasobów perspektywicznych. Prace poszukiwawcze wstępne. Prace poszukiwawcze właściwe. Zasady rozpoznania złóż, stadia rozpoznania. Roboty górnicze i wiertnicze w pracach geologicznych, rozmieszczenie wyrobisk rozpoznawczych. Środki techniczne rozpoznania. Podział wyrobisk rozpoznawczych. Podział wierceń. Odległości pomiędzy wyrobiskami. Typy sieci poszukiwawczo-rozpoznawczych. Sposoby zagęszczenia wyrobisk. Sposoby zniekształcenia sieci wyrobisk rozpoznawczych. Opróbowanie prac geologicznych. Szacowanie zasobów: obliczenie ilości kopaliny znajdującej się w złożu klasyfikacja zasobów polegająca na ocenie wiarygodności uzyskanych wyników obliczeń, określenie przydatności gospodarczej obliczonych zasobów. Dokumentacja złoża kopalin i jej zatwierdzanie. Kategorie dokumentacji kopalin stałych, ciekłych i gazowych-różnice. Gromadzenie i postępowanie z dokumentacjami geologicznymi. Sporządzanie dokumentacji geologicznej uproszczonej. Inne dokumentacje niż dokumentacja geologiczna złoża kopaliny, hydrogeologiczna i geologiczno-inżynierska. Opłaty eksploatacyjne Obliczanie zasobów. Wstęp teoretyczny. Geometryzacja złoża, modele geometryzacji. Obliczenia zasobów metodami geometryczno-geologicznymi, geometryczno-statystycznymi, pośrednimi. Kryteria metod obliczeń zasobów. Miąższość złoża pozorna i rzeczywista-sposoby obliczeń. Składnik użyteczny –sposoby obliczeń. Błędy w obliczeniach zasobów i wiarygodność oszacowania. Straty kopalin surowców. Koncesje: postępowania i złożenie wniosku koncesyjnego na poszukiwanie lub rozpoznawanie złóż kopalin, zakres koncesji, koncesja na wydobycie kopaliny, tryb wygaśnięcia koncesji. Uprawnienia geologiczne. Międzynarodowa Klasyfikacja złóż kopalin stałych. Omówienie klasyfikacji opartej na trzech osiach: stopniu geologicznego rozpoznania (oś G), poziomie techniczno-ekonomicznego poznania (oś F), stopniu ekonomicznej efektywności (oś E).</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Sporządzanie map stropu, spągu, miąższości złóż: zajęcia praktyczne, wykonywanie map złożowych przy użyciu programu Surfer; sporządzanie przekrojów geologicznych przez</p>

		<p>złoża: zajęcia praktyczne, wykonywanie przekrojów przy użyciu programu Surfer i Grapher, projektowanie wierceń geologicznych, sporządzanie siatek wierceń; modelowanie geostatystyczne podstawowych parametrów złożowych: zajęcia praktyczne, nauka i obsługiwanie programów geostatystycznych, graficznych: Surfer, Grapher, geo-eas, vario itp.; obliczenia zasobów złóż kopalin różnymi metodami: zajęcia praktyczne, metoda trójkątów, czworokątów, wieloboków Bołdyriewa, przekrojów geologicznych (metoda blokowa i liniowa), metoda Trembeckiego, metoda spadku wydajności złoża, izolinii, średniej arytmetycznej, bloków geologicznych, bloków eksploatacyjnych, itp.; sporządzanie wniosku koncesyjnego na eksploatację złóż kopalin: zajęcia praktyczne, wykorzystanie umiejętności nabytych w pierwszej części ćwiczeń; sporządzanie projektu badań geologiczno-poszukiwawczych: zajęcia praktyczne, wykorzystanie umiejętności nabytych w pierwszej części ćwiczeń; sporządzanie projektu badań geologiczno-rozpoznawczych: zajęcia praktyczne, wykorzystanie umiejętności nabytych w pierwszej części ćwiczeń; sporządzanie dokumentacji geologicznej złóż kopalin stałych: zajęcia praktyczne, wykorzystanie umiejętności nabytych w pierwszej części ćwiczeń.</p>
3.	Komputerowe systemy informacji przestrzennej (GIS) w geologii	<p><b>Wykłady:</b> Wprowadzenie do struktury GIS. Systemy informacji geograficznej. Zastosowania systemów GIS. Odwzorowania kartograficzne, przeliczanie pomiędzy systemami. Bazy danych i struktura danych. Kalibracja map jako wprowadzenie do geoprzestrzeni. Przykłady upowszechniania systemów GIS, tj. gdzie można znaleźć darmowe i w pełni użyteczne dane do systemów GIS - Geoportale. Przegląd najważniejszych systemów GIS oraz ich zastosowanie w geologii i ochronie środowiska. Rola GIS w naukach przyrodniczych.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Wprowadzenie do systemu QGIS. System QGIS i jego podstawowe narzędzia - ćwiczenia wstępne. Odwzorowania kartograficzne, przeliczanie pomiędzy systemami współrzędnych geograficznych. Kalibracja warstw rastrowych. Wykonanie powiązań pomiędzy warstwami informacji geograficznej dla wybranego rejonu. Nauka podstawowych funkcji oprogramowania. Systemem QGIS - narzędzia zaawansowane - samodzielne projekty. Wykonanie samodzielnego projektu wraz z mapami wynikowymi na podstawie materiałów kartograficznych w wersji rastrowej i wektorowej oraz innych baz danych. Projekt wynikowych okien mapy jako przygotowanie do zawodowego wykorzystania oprogramowania GIS oraz tworzenia wydruków mapy.</p>
Semestr IV		
1.	Seminarium dyplomowe II	<b>Seminarium:</b> Uczestnik seminarium przygotowuje prezentację ustną z wyników badań zawartych w pracy magisterskiej
2.	Filozofia	<p><b>Wykłady:</b> Wprowadzenie. Zagadnienia, zakres i główne kierunki filozofii. Narodziny myśli europejskiej – presokratycy i sofisci. Przełom sokratejski w myśli greckiej – od Platona do Arystotelesa. Między empiryzmem a racjonalizmem: Hobbes, Locke, Berkeley, Hume – Descartes, Spinoza, Leibniz. Przewrót kopernikański w filozofii: filozofia transcendentna Immanuela Kanta. Idealizm niemiecki i jego systemy: Fichte, Schelling, Hegel. Od metafizyki do psychoanalizy: Schopenhauer, Nietzsche, Freud. Pozytywizm – neokantyzm – fenomenologia – filozofia życia, egzystencjalizm. Zwrot lingwistyczny: Wittgenstein i Heidegger, Koło Wiedeńskie, filozofia analityczna. Teoria krytyczna, hermeneutyka, krytyczny racjonalizm. Filozofia umysłu, neurofilozofia, neuroestetyka</p>
3.	Oceny oddziaływania na środowisko	<b>Ćwiczenia:</b> Zapoznanie się z przepisami prawnymi, procedurami OOS i merytorycznymi zawartościami opracowań środowiskowych, opracowanie podstawowych dokumentów OOS: przegląd i audyt ekologiczny, prognoza środowiskowa w ramach oceny strategicznej, karta informacyjna przedsięwzięcia, wniosek o wydanie decyzji, kwalifikowanie przedsięwzięć, raport OOS, decyzja środowiskowa.



Semestr I – Moduł fakultatywnych ćwiczeń terenowych		
1.	Geologia regionalna i geologia złóż (A)	<p><b>Ćwiczenia terenowe:</b> Budowa geologiczna orogenu na przykładzie Karpat: Zapadlisko przedkarpackie, złoża gazu. Karpaty zewnętrzne, złoża ropy i gazu, skansen naftowy w Bóbrce, odsłonięcia serii menilitowych i diatomitów, mineralizacje uranowe rejonu Bezmiechowej. Strefa pienińska budowa geologiczna (wąwóz Homole), andezyty G. Wżar. Karpaty Wewnętrzne, Tatry, Zakarpacie - (Ukraina, Węgry lub Słowacja) wulkanizm karpacki i jego znaczenie metalogeniczne (metale, perlit). Budowa geologiczna obszaru platformowego na przykładzie płyty podolskiej, platformy scytyjskiej i centralnej części tarczy ukraińskiej, lub fennoskandzkiej: odsłonięcia granitoidów tarczy ukraińskiej rejonu Humania i przełomu Bugu południowego, krzyworskie złoża BIF, bazalty Wołynia, mineralizacje Cu-U Old-Redu, profile syluru, dewonu, kredy i neogenu płyty podolskiej, złoża manganu. Odsłonięcia ukraińskie i przybałtyckie jako możliwość zapoznania się z litologią skał znanych w Polsce tylko z wierzeń na obszarze platformy wschodnioeuropejskiej. Geologia Rumunii i jej zasoby mineralne: złoża Rosia Monatan, złoża i odsłonięcia soli w Transylwanii, wody termalne, ropa naftowa i sole kamienne rejonu Suczawy. Kimeryjski orogen Gór Krymskich - kenozoiczne osady Kerczu: rozwój orogenu G, Krymskich od serii taurydziej (trias?) po platformę eoceńskich wapieni nummulitowych. Warunki tworzenia się złóż węglowodorów serii Majkopskiej, wulkanizm błotny, rudy żelaza serii kerczeńskiej, rafy mszywiolowe, współczesne jeziora słone i problemy eksploatacji soli.</p>
2.	Kartografia geologiczna II	<p><b>Ćwiczenia terenowe:</b> Wprowadzenie do budowy geologicznej rejonu ćwiczeń i otaczających nadrzędnych jednostek regionalnych, szczegółowa litostratygrafia wydzielonych zespołów skalnych, teoretyczne podstawy systemu i metodyka pomiarów GPS, podstawy obsługi odbiorników GPS, zasady numerycznej rejestracji danych. Budowa i obsługa odbiorników GPS do rejestracji GIS, metody pomiarowe stosowane przy rejestracji danych geologicznych: pomiar autonomiczny, z korekcją satelitarną w czasie rzeczywistym SBAS, z korekcją różnicową w post-processingu. Formaty formularzy do rejestracji danych geologicznych, system kodowania danych geologicznych w rejestracji numerycznej. Konstrukcja schematu kodów geologicznych dla obszaru objętego ćwiczeniami. Cykl dziennego procesu dydaktycznego jest dwuczęściowy (prace polowe i kameralne) i zawiera następujące treści programowe: Część polowa: rejestracja numeryczna atrybutów definiujących elementy budowy geologicznej (wydzielenie litologiczne, jednostka stratygraficzna, typ kontaktów, typ struktur tektonicznych, orientacja elementów strukturalnych...) w formularzach bazodanowych rejestratorów z wykorzystaniem przyjętych kodów; pomiar lokalizacji obserwowanych elementów budowy geologicznej systemem GPS metodą statyczną lub dynamiczną dostosowaną do rodzaju obserwowanego elementu; punkty - statycznie, linie i poligony - dynamicznie; lokalizacja i identyfikacja elementów strukturalnych w terenie na podstawie wczytanej do odbiornika GPS mapy geologicznej z wykorzystaniem funkcji nawigacji do celu; szczegółowa analiza mezostrukturalna w odsłonięciach i rejestracja numeryczna pomiarów; zasady prowadzenia dziennika polowego w systemie rejestracji numerycznej; metodyka pobierania próbek skalnych, w tym orientowanych, ich lokalizacja urządzeniami GPS i schemat zapisu numerycznego; metodyka obserwacji i rejestracji danych uzupełniających z zakresu hydrogeologii, hydrografii, surowców skalnych i warunków geologiczno-inżynierskich z zastosowaniem lokalizacji GPS i numerycznego zapisu. Część kameralna: transfer danych z mobilnych urządzeń GPS do komputera stacjonarnego z wykorzystaniem</p>

		oprogramowania do obsługi odbiorników GPS z zachowaniem struktury atrybutów pomierzonego elementu i jego lokalizacji, metody poprawy jakości pomiaru z wykorzystaniem uśredniania i filtrowania; transfer danych geologicznych do oprogramowania typu GIS (edytora kartograficznego), wyświetlanie i analiza danych pomiarowych na tle mapy topograficznej i geologicznej; metodyka konstrukcji mapy dokumentacyjnej w systemach GIS z wykorzystaniem narzędzi filtrowania zarejestrowanych danych; metodyka przygotowania danych z map geologicznych, topograficznych i tabel bazodanowych do wczytania do odbiornika GPS i zasady ich wykorzystania w obserwacjach polowych; numeryczna edycja mapy dokumentacyjnej i mapy geologicznej; analiza wielowarstwowych stosów z wykorzystaniem map geologicznych, topograficznych, numerycznych obrazów terenu (wysokościowy, LIDAR, zdjęcie satelitarne wielopasmowe) i narzędzi GIS do interpretacji budowy geologicznej.
3.	Metody badań hydrogeologicznych	<b>Ćwiczenia terenowe:</b> Kartowanie hydrogeologiczne, pomiary hydrometryczne, badania parametrów hydrogeologicznych skał.
4.	Analiza basenowa, geologia morza i geodynamika	<b>Ćwiczenia terenowe:</b> Ćwiczenia terenowe prowadzone są w obszarze nadmorskim oraz w obszarach z dostępnymi odsłonięciami kopalnych osadów środowisk morskich i lądowych, w których przedstawione zostanie możliwe pełne spektrum interakcji procesów hydrologicznych, eolicznych, sedymentacyjnych i tektonicznych. Program obejmuje zagadnienia: analiza i interpretacja współczesnych środowisk sedymentacyjnych w strefie litoralnej i na przybrzeżu, dokumentacja, opisy, pomiary i analiza procesów litodynamicznych (klify, plaże, wydmy, ujścia rzek), cyrkulacja przybrzeżna (spektra falowe, prądy kompensacyjne, dryf litoralny), stacje wodowskazowe, pomiar powierzchni ekwipotencjalnej morza, analiza rumoszu w strefie litoralnej; ocena i metody pomiaru transportu eolicznego, wpływ zjawisk atmosferycznych na zmiany cyrkulacyjne wody i strumień litodynamicznych, analiza współczesnych i kopalnych facji plażowych, lagunowych, wydmych oraz kopalnych osadów otwartego morza, współczesne i kopalne ślady okresowych zalewów morskich (tsunamity, zalewy sztormowe).
5.	Geologia regionalna i geologia złóż (B)	<b>Ćwiczenia terenowe:</b> Przykładowa tematyka: Zapadlisko przedkarpackie, złoża gazu. Karpaty zewnętrzne, złoża ropy i gazu, skansen naftowy w Bóbrce, odsłonięcia serii menilitowych i diatomitów, mineralizacje uranowe rejonu Bezmiechowej. Strefa pienińska budowa geologiczna (wąwóz Homole), andezyty G. Wżar. Karpaty wewnętrzne, Tatry. Zakarpacie - (Ukraina, Węgry lub Słowacja) wulkanizm karpacki i jego znaczenie metalogeniczne (metale, perlit).
6.	Mineralogia i Petrologia II	<b>Ćwiczenia terenowe:</b> Geologia, petrologia i mineralogia wybranych jednostek geologicznych i kompleksów skalnych Dolnego Śląska (m.in. granitoidy i pegmatyty masywu Strzegom-Sobótka, ofiolit Śląży, skały metamorficzne i pegmatyty bloku Gór Sowich, permo-karbońskie i kenozoiczne skały wulkaniczne i żyłowe Sudetów). Rola petrologii w interpretacji ewolucji geologicznej regionu. Geneza skał magmowych, metamorficznych i osadowych Sudetów w kontekście ewolucji geodynamicznej obszaru. Terenowe aspekty badań mineralogicznych i petrologicznych. Szczegółowy program aktualizowany jest m.in. w zależności od zespołu prowadzącego ćwiczenia i od dostępu do czynnych kamieniołomów.
7.	Technologie prośrodowiskowe	<b>Ćwiczenia terenowe:</b> Wizyta w elektrociepłowni: ciąg technologiczny produkcji ciepła i energii elektrycznej, przygotowania paliw od spalania, palenisko fluidalne, układy oczyszczające gazy spalinowe; produkcja wody ciepłowniczej i kotłowej, gospodarka odpadami. Wizyta w Zakładzie Produkcji Wody na Grobli MPWiK we Wrocławiu: układ technologiczny produkcji wody, wydajność, środki ostrożności. Wizyta w oczyszczalni ścieków komunalnych MPWiK Wrocław: układ technologiczny oczyszczalni ścieków i gospodarki osadami ściekowymi oraz wytwarzania biogazu. Wizyta w oczyszczalni ścieków komunalnych w Legnicy. Wizyta w elektrowni wodnej Wrocław I – układ technologiczny, zalety i ograniczenia. Wizyta na składowisku odpadów komunalnych CHEMEKO – ciąg technologiczny, organizacja składowiska,

		zabezpieczenia wód gruntowych, system monitoringu, linia do produkcji paliwa alternatywnego. Wizyta w kompostowni odpadów ZDIUM Wrocław – ciąg technologiczny, warunki kompostowania i dojrzwania kompostu, wydajność. Wizyta w sortowni odpadów ALBA Wrocław – ciąg technologiczny, urządzenia stosowane do przygotowania, separacji, sortowania i kompaktowania odpadów. Rynek surowców wtórnych.
Semestr I-III – Moduły fakultatywne		
Moduł I - Geochemia środowiskowa		
1.	Identyfikacja i bilansowanie zanieczyszczeń	<p><b>Wykłady:</b> Charakterystyka zanieczyszczeń poszczególnych składowych środowiska oraz metod ich pomiaru i możliwego bilansowania. Przykłady technik monitoringu zanieczyszczeń atmosfery i zapobiegania jej zanieczyszczenia – dwutlenek siarki (SO<sub>2</sub>). Przykłady technik monitoringu zanieczyszczeń atmosfery i zapobiegania jej zanieczyszczenia – tlenki azotu (NO<sub>x</sub>). Przykłady technik monitoringu zanieczyszczeń atmosfery i zapobiegania jej zanieczyszczenia – zanieczyszczania pyłowe. Katalizatory samochodowe jako przykłady usuwania szkodliwych zanieczyszczeń gazowych i pyłowych pochodzących z transportu. Olfaktometria dynamiczna oraz stosowane metody dezodoryzacji. Przedstawienie zagadnień związanych z zanieczyszczeniami stałych próbek środowiskowych. Omówienie procesów degradacji gleb oraz metody rekultywacji terenów zdegradowanych. Zaprezentowanie metod służących do oznaczania mobilności i biodostępności pierwiastków w glebach oraz do oznaczenie bilansu geochemicznego pierwiastków w glebie ze szczególnym uwzględnieniem metali ciężkich. Działalność przemysłowa jako podstawowe źródło zanieczyszczeń nieorganicznych środowiska glebowego. Omówienie możliwości wykorzystania analiz izotopowych do śledzenia źródeł zanieczyszczeń w stałych próbkach środowiskowych. Źródła zanieczyszczeń wód powierzchniowych, metody bilansowania ładunków zanieczyszczeń. Zagrożenia związane z jakością wody.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Pobór prób powietrza i analiza stężeń i składu izotopowego atmosferycznego CO<sub>2</sub> i CH<sub>4</sub>. Wykonanie opracowań mających na celu ocenę jakości gleb i osadów pod kątem zanieczyszczenia metalami ciężkimi. Sporządzenie bilansu geochemicznego pierwiastków w glebie. Zastosowanie metod oznaczania mobilności pierwiastków w glebach i próba identyfikacji źródeł zanieczyszczeń. Przygotowanie sprawozdań opisujących otrzymane wyniki. Pobór prób wody i analiza pod kątem monitoringu jakości wód powierzchniowych. Wykonanie analiz, krzywych kalibracyjnych do wybranych metod analitycznych oraz sporządzenie sprawozdania.</p> <p><b>Ćwiczenia terenowe:</b> Wizyta w stacji monitoringowej zanieczyszczeń atmosferycznych należącej do Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska (WIOŚ) we Wrocławiu. Wizyta w Laboratorium Badań Olfaktometrycznych (Politechnika Wrocławska).</p>
2.	Geoekologia stosowana i biogeochemia	<p><b>Wykłady:</b> Cykle biogeochemiczne i ich modyfikacje na skutek presji antropogenicznej; wpływ zmian zagospodarowania zlewni na jakość wód. Krażenie pierwiastków a procesy produkcji pierwotnej i dekompozycji; nadproduktywność środowiska jako wynik antropopresji - przyczyny, skutki, znaczenie. Śledzenie szlaków przepływu pierwiastków w środowisku z wykorzystaniem izotopów stabilnych. Remediacja: bioremediacja i fitoremediacja; zastosowanie bakterii, grzybów i roślin do oczyszczania gleb i wody z substancji zanieczyszczających i zastosowania w rekultywacji gruntów terenów przemysłowych. Biologiczne metody rekultywacji wód powierzchniowych. Znaczenie procesów biochemicznych w</p>

		<p>modyfikacji warunków chemicznych w glebie i wodzie; enzymy jako katalizatory reakcji chemicznych w środowisku i ich wykorzystanie w diagnostyce jakości środowiska wodnego i glebowego. Mikrobiologiczne dezodoryzacja emisji bioprzemysłowych i przemysłowych jako przykład wykorzystania mikroorganizmów w walce z trudnym problemem emisji odorów do atmosfery. Wykorzystanie mikroorganizmów w procesach biohydrometalurgicznych jako alternatywa dla konwencjonalnych procesów ługowania metali.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Proste eksperymenty wykonywane w małych grupach prezentujące: zmiany parametrów fizykochemicznych wód w powiązaniu ze zmianami dynamiki hydrologicznej cieku na przykładzie Odry we Wrocławiu; wpływ składników pokarmowych na tempo produkcji pierwotnej; Znaczenie enzymów hydrolitycznych w środowisku na przykładzie fosfatazy alakalicznej lub arylsulfatazy; obserwacja procesu dekompozycji tlenowej i beztlenowej; eksperymentalna ocena wpływu dużych filtratorów na utrzymanie dobrej jakości wody, ekotesty toksyczności.</p>
3.	Metody biologiczne w ocenie stanu środowiska	<p><b>Wykłady:</b> Teoretyczne podstawy bioindykacji: definicja, zakres i zasady bioindykacji; bioindykacja w monitoringu środowiska; różnorodność metod bioindykacyjnych; podstawowe właściwości gatunków wskaźnikowych i ich klasyfikacja; znaczenie i funkcje metod bioindykacyjnych. Możliwości stosowania do oceny jakości powietrza, wody i gleby; metody bioindykacyjne wykorzystywane w rolnictwie. Wady i zalety biologicznych metod oceny środowiska. Ekotesty toksyczności wód i gleb. Zasady bioindykacji zanieczyszczenia rzek. System saprobowości i inne systemy biotyczne stosowane w Europie w indykacji rzek. Klasyfikacja stanu ekologicznego wód. Koncepcja monitoringu ekosystemów w Polsce. Zintegrowany monitoring środowiska w Polsce podsystemy, założenia i cele. Teoretyczne i praktyczne podstawy aerobiologii. Biologiczne zanieczyszczenia powietrza. Produkcja, uwalnianie i rozprzestrzenianie pyłku roślin i zarodników grzybów pleśniowych. Drogi i rodzaje transportu materiału sporowo-pyłkowego. Czynniki meteorologiczne warunkujące uwalnianie, rozprzestrzenianie i stężenie pyłku roślin i zarodników grzybów pleśniowych w powietrzu. Metody badawcze stosowane w badaniach opadu współczesnego pyłku roślin i zarodników grzybów pleśniowych. Monitoring pyłkowy w Polsce i Europie. Organizacja i rola sieci informacji agrobiologicznej w skali lokalnej, regionalnej i europejskiej. Zastosowanie monitoringu aerobiologicznego w profilaktyce i leczeniu alergii pyłkowej. Dynamika sezonów pyłkowych wybranych aeroalergenów. Pojęcie i znaczenie kalendarzy pyłkowych. Konstrukcja kalendarzy pyłkowych. Podstawy prognozowania agrobiologicznego.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Biologiczne metody oceny skażenia środowiska; zastosowanie ekotestów na nasionach i/lub na skorupiakach w identyfikacji skażeń środowiska wodnego. Indeksy oceny stanu ekologicznego rzek i/lub jezior, zapoznanie z wybranymi indeksami: Multimetryczny Indeks Okrzemkowy, Indeks fitoplanktonowy, Makrofity: Makrofity Indeks Rzeczny, Indeks makrobezkręgowców bentosowych, Indeks ichtiofaunistyczny EFI+PL. Ocena stopnia zanieczyszczenia powietrza czynnikami biologicznymi (metoda wolumetryczna). Dynamika sezonów pyłkowych wybranych aeroalergenów. Zastosowanie monitoringu aerobiologicznego w profilaktyce i leczeniu alergii pyłkowej. Podstawy prognozowania aerobiologicznego.</p>
4.	Metody poboru prób środowiskowych	<p><b>Wykłady:</b> Pobieranie próbek materiałów stałych: próbki maziste i ciastowate; próbki łatwo topliwe; próbki materiałów sypkich i w kawałkach; próbki gleby; próbki gleby ornej. Opróbowanie złóż kopalin stałych: wiadomości wstępne, sposoby pobierania próbek (opróbowanie rdzeni, zasypu, zwierziny, otworów rozpoznawczych); próbki do badań (chemicznych, kopalin okrucowych i ilastych, mineralogiczno-petrograficznych, stratygraficznych, fizyczno-mechanicznych); przechowywanie próbek kopalin stałych i dokumentacja opróbowania; sposoby pobierania próbek na wychodniach i wyrobiskach górniczych (punktowe, bruzdowe, zdzierkowe, urobkowe, z odwiertów); opróbowanie złoża w wyrobiskach</p>

		<p>eksploatacyjnych; warunki poprawnego opróbowania złóż w wyrobiskach górniczych. Pobieranie próbek gazowych: rodzaje próbek gazowych; klasyfikacja metod pobierania i analizy próbek gazów; metody manualne pobierania próbek powietrza (sedymentacyjne, izolacyjne, aspiracyjne); pobieranie próbek gazów odlotowych; pobieranie próbek aerozoli i pyłów. Zasady BHP obowiązujące w trakcie badań i pomiarów prowadzonych w terenie. Zasady pobierania, transportu i przechowywania próbek wód powierzchniowych, zawiesiny do badań fizyczno-chemicznych (przyrządy i naczynia do pobierania próbek; utrwalanie) oraz rumowiska i planktonu do badań taksonomicznych (czerpacze, siatki, utrwalanie prób). Pomiar parametrów fizyczno-chemicznych. Zasady pobierania, transportu i przechowywania próbek wód podziemnych do badań fizyczno-chemicznych (przyrządy i naczynia do pobierania próbek wody; utrwalanie); Pomiar parametrów fizyczno-chemicznych „on-line”. Pompowanie oczyszczające. Zasady pobierania i przyrządy do poboru wód opadowych, wód spływających po pniu oraz wód podkoronowych. Przygotowanie próbek gleb do analiz laboratoryjnych. Zasady pobierania i przyrządy do pobierania próbek gleb: do standardowych analiz laboratoryjnych (z poziomu organicznego i z poziomu mineralnego o strukturze naruszonej i nienaruszonej), do specjalistycznych analiz laboratoryjnych (pomiaru siły wiązania wody w glebie, analiz mikromorfologicznych). Pobierania próbek osadów dennych oraz ich przygotowanie do analiz laboratoryjnych</p> <p><b>Ćwiczenia terenowe:</b> Pobór próby powietrza atmosferycznego oraz pomiar stężenia i składu izotopowego węgla z dwutlenku węgla i metanu na spektrometrze CRDS Picarro G-2201i. Omówienie i przedstawienie przygotowania filtrów i zasady działania pobornika DHA-80 do poboru pyłu PM2.5. Pobór wód podziemnych z piezometru i studni, pomiar parametrów fizykochemicznych wód podziemnych. Pobór wód powierzchniowych z cieków wodnych i zbiorników wodnych, pomiar parametrów fizykochemicznych i biologicznych, zasady poboru próbek z wykorzystaniem różnych próbników, konserwacja i zasady transportu próbek. Pobór osadów dennych ze zbiorników wodnych, pomiar parametrów fizykochemicznych i biologicznych, zasady poboru próbek z wykorzystaniem różnych próbników, konserwacja i zasady transportu próbek. Pobór próbek glebowych z użyciem kilku typów próbników. Konserwacja i zasady transportu próbek.</p>
5.	Geochemia środowiskowa	<p><b>Seminarium:</b> Referowanie i dyskusja naukowa nad proponowanymi artykułami naukowymi dotyczącymi problematyki geochemii środowiskowej lub już realizowanymi przez studentów pracami magisterskimi, jeżeli ich tematyka wiąże się bezpośrednio z geochemią środowiskową. Korekta błędów oraz zaszczerpiecie prawidłowych postaw związanych z: poprawną interpretacją tekstu naukowego, planowaniem własnych obserwacji i eksperymentów (będących podstawą pracy naukowej); gromadzeniem, analizą i interpretacją danych zarówno literaturowych jak i własnych; prezentowaniem i dyskusją wyników; sposobem wykorzystania piśmiennictwa.</p>
Moduł II - Gospodarka środowiskiem		
1.	Gospodarka odpadami	<p><b>Wykłady:</b> Wprowadzenie do gospodarki odpadami. Historyczne kamienie milowe w rozwoju gospodarki odpadami, definicje podstawowych pojęć z gospodarki odpadami - zgodnie z Ustawą o Odpadach, zagrożenia środowiskowe związane z gospodarką odpadami, gospodarka odpadami na świecie - statystyki, problemy i trendy, hierarchia gospodarowania odpadami, klasyfikacja odpadów ze względu na różne kryteria oraz zgodna z Katalogiem Odpadów: zasady i przykłady. Dokumentacja stosowana w gospodarce odpadami. Odpady przemysłowe i niebezpieczne w Polsce i na świecie - statystyki, właściwości i charakterystyka, kierunki wykorzystania odpadów przemysłowych w innych gałęziach gospodarczych,</p>

		<p>sposoby bezpiecznego składowania odpadów niebezpiecznych, oznakowania odpadów niebezpiecznych, metody unieszkodliwiania odpadów niebezpiecznych: zawierających azbest, rtęć, przepracowanych olejów i smarów, złomu akumulatorowego oraz odpadów medycznych i weterynaryjnych. Odpady komunalne Charakterystyka, właściwości, zmiany w składzie, główne grupy składowe odpadów komunalnych, statystyki dla największych miast Polski na tle krajów UE i trendów ogólnosiwiatowych. Składowanie odpadów Statystyki. Zasady lokalizacji składowisk, Maślice - przykład niewłaściwie zlokalizowanego składowiska odpadów, materiały i systemy uszczelniające wykorzystywane na składowiskach, lokalizacja i konstrukcja studni odgazowujących, systemy składowania, procesy chemiczne i geochemiczne zachodzące w składowisku, zmiany w zależności od wieku odpadów, rekultywacja składowisk, Maślice - przykład składowiska zreultywowanego. Monitoring składowisk odpadów: monitoring odpadów, monitoring wód gruntowych - zasady, wskaźniki, przykłady. Składowanie odpadów wprawie wspólnotowym i wewnętrznym. Selektywna zbiórka odpadów, podstawy recyklingu, logistyka Organizacja selektywnej zbiórki odpadów na przykładzie wybranych miast. Ustawa o obowiązkach przedsiębiorców w zakresie gospodarowania niektórymi odpadami oraz o opłacie produktowej i opłacie depozytowej, działalność Organizacji Odzysku. Ustawa o recyklingu sprzętu elektrycznego i elektronicznego, Ustawa o recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji. Działalność sortowni odpadów: urządzenia wykorzystywane do sortowania i zasada ich działania. Termiczne unieszkodliwianie odpadów. Statystyki polskie i światowe, spalanie odpadów: kaloryczność odpadów i wartość opału odpadów, przebieg procesu spalania, konstrukcja pieców, zagrożenia, układy technologiczne do oczyszczania gazów spalinowych, piroliza odpadów: warunki przebiegu procesu, produkty i ich wykorzystanie, zalety i wady, mikrofalowe metody unieszkodliwiania azbestu, spalanie odpadów w prawie wspólnotowym i wewnętrznym. Kompostowanie Wprowadzenie do procesu kompostowania, warunki i wymagania, rozwiązania technologiczne: układ pryzmowy, kontenerowy, bioreaktorowy, brykietowy, wspomagany przez dżdżownice. Efektywność, zalety i wady, statystyki polskie i światowe. Fermentacja metanowa odpadów. Wprowadzenie do chemii procesu fermentacji, Układy technologiczne WABIO, SWECO, BTA, efektywność, zalety i wady. Transgraniczne przemieszczanie odpadów. Konwencja Bazylejska, Ustawa o międzynarodowym przemieszczaniu odpadów z 2007 roku.</p> <p><b>Ćwiczenia terenowe:</b> Wizyta na składowisku odpadów poflotacyjnych „Żelazny Most” i/lub. zreultywowanym składowisku odpadów niebezpiecznych w Oławie. Wizyta w Zakładzie gospodarowania odpadami w Rudnej Wielkiej lub w Gaci. Wizyta na zreultywowanym składowisku odpadów komunalnych Maślice we Wrocławiu. Wizyta w sortowni odpadów Alba S.A. Wizyta w stacji demontażu pojazdów wycofanych z Eksploatacji Centrozłom w Oławie, zwiedzanie linii do demontażu sprzętu elektrycznego i elektronicznego. Wizyta w kompostowni ZDIUM Wrocław.</p>
2.	Zanieczyszczenia atmosfery	<p><b>Wykłady:</b> Podstawy fizyki i chemii atmosfery. Mechanizmy oddziaływań zanieczyszczeń: SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>. Mechanizmy oddziaływań zanieczyszczeń: CO, pyły, zanieczyszczenia organiczne. Zjawiska zachodzące w atmosferze w skali regionalnej i kontynentalnej. Zjawiska zachodzące w atmosferze w skali globalnej. CO<sub>2</sub> – CCS (Carbon Dioxide Capture and Storage). Wybrane metody detekcji zanieczyszczeń atmosferycznych (Lidar, Sodar). Badania izotopowe - narzędzia wspomagające klasyczny monitoring zanieczyszczeń atmosferycznych.</p>
3.	Gospodarka środowiskiem wodnym	<p><b>Ćwiczenia terenowe:</b> Prowadzone są w instytucjach zajmujących się różnymi zadaniami z zakresu gospodarki wodnej: Państwowy Instytut Geologiczny we Wrocławiu, Regionalna Dyrekcja Ochrony Środowiska we Wrocławiu, IMGW we Wrocławiu, Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie.</p>

		Podczas wizyt omówione zostaną aspekty realizacji zadań w zakresie gospodarowania wodami powierzchniowymi i podziemnymi, ochrony wód oraz uwarunkowań prawnych związanych z realizacją inwestycji powiązanych z gospodarką wodną w kontekście realizacji Prawa Wodnego oraz Ramowej Dyrektywy Wodnej UE.
4.	Ocena i wykorzystanie gleb w myśl zrównoważonego rozwoju	<b>Wykłady:</b> Gleba a problemy środowiska. Ochrona gleb. Struktura użytkowania gleb. Procesy degradacji gleb. Metody rekultywacji terenów zdegradowanych. Mobilność i biodostępność pierwiastków w glebach. Metody ich oznaczania. Metody wykonywania bilansu geochemicznego pierwiastków w glebie. <b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Wykonanie oceny jakości gleb pod kątem zanieczyszczenia metalami ciężkimi. Sporządzenie bilansu geochemicznego pierwiastków w glebie. Zastosowanie metod oznaczania mobilności pierwiastków w glebach i powiązanie wyników z odpowiednim procesem glebotwórczym. Przygotowanie sprawozdań opisujących otrzymane wyniki
5.	Technologie w ochronie środowiska	<b>Wykłady:</b> Ochrona atmosfery: systemy oczyszczania gazów spalinowych - procesy przygotowania paliw od spalania, typy palenisk, zasada działania paleniska fluidalnego, zjawiska wykorzystywane przy oczyszczaniu gazów spalinowych, metody i urządzenia do oczyszczania gazów spalinowych z NO <sub>x</sub> , pyłów, SO <sub>2</sub> , innych substancji niebezpiecznych; efektywność metod, zalety i wady. Ochrona wód: systemy oczyszczania ścieków i produkcji wody - co to są ścieki, charakterystyka ścieków przemysłowych i komunalnych, wskaźniki jakości ścieków, mechaniczne, chemiczne i biologiczne metody oczyszczania ścieków i przebieg tych procesów, unieszkodliwianie osadów pościekowych, roślinne oczyszczalnie ścieków. Zanieczyszczenia występujące w wodach naturalnych, typy ujęć wody, procesy oczyszczania wody (napowietrzanie, koagulacja, sedymentacja, flotacja, filtracja, wymiana jonowa, chemiczne strącanie, sorpcja na węglu aktywnym, utlenianie chemiczne, procesy membranowe, dezynfekcja, infiltracja), produkcja wody dla Wrocławia. Odnawialne źródła energii - co to jest energia odnawialna, podział odnawialnych źródeł energii, praktyczne aspekty wykorzystania energii wiatru, wody, promieniowania słonecznego, energii geotermalnej, biomasy, biopaliwa. Energia jądrowa - perspektywy - produkcja paliwa jądrowego na przykładzie <sup>235</sup> U (wzbogacanie przygotowanie elementów paliwowych do reaktorów), typy reaktorów i zasada działania, składowanie odpadów, zagrożenia i bezpieczeństwo elektrowni jądrowych. Rozwiązania technologiczne w gospodarce odpadami - co to są odpady, podział, charakterystyka i pochodzenie odpadów przemysłowych i komunalnych, główni producenci odpadów przemysłowych w Polsce, gospodarowanie odpadami, gospodarcze wykorzystanie odpadów, składowanie odpadów: przygotowanie terenu, zabezpieczenia, organizacja systemu składowania, zagospodarowanie i rekultywacja terenów po wysypiskach odpadów, składowanie odpadów niebezpiecznych, termiczne unieszkodliwianie odpadów - technologia, zalety i wady, piroliza, stabilizacja tlenowa i beztlenowa odpadów. Rola PIOŚ i WIOŚ w monitoringu środowiska - zadania i kompetencje PIOŚ i WIOŚ, struktury organizacyjne WIOŚ i PIOŚ, funkcjonowanie WIOŚ we Wrocławiu.
6.	Charakterystyka odpadów przemysłowych	<b>Wykłady:</b> Pojęcie odpadów przemysłowych, prawne uwarunkowania gospodarki odpadami przemysłowymi (ustawa o odpadach, ustawa o odpadach wydobywczych, rozporządzenia wykonawcze). Charakterystyka odpadów górniczych: metodyka badań własności fizyko-mechanicznych i chemicznych odpadów górniczych przemysłowych (m.in. ściśliwość, rozmywalność, czas zestalania). Metody i technologie zagospodarowania odpadów przemysłowych w górnictwie odkrywkowym i głębinowym. Charakterystyka odpadów powstających w procesie wzbogacania rud metali (kruszenie, mielenie, flotacja, zagęszczanie, suszenie). Charakterystyka przemysłowych odpadów niebezpiecznych i gospodarka nimi. Planowanie badań odpadów przemysłowych powstających w wyniku eksploatacji i przerabiania surowców mineralnych (żużle hutnicze, popioły, pyły, szkliwa, odpady górnicze, poflotacyjne). Dobór odpowiednich

		<p>metod badawczych w zależności od analizowanego rodzaju materiału. Ewolucja dawnych i obecnych terenów przemysłowych, wietrzenie odpadów przemysłowych, metody określania wpływu odpadów na środowisko – testy ługowania spełniające wymagania prawne a także testy symulujące warunki naturalne.</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> Metody określania wpływu odpadów na środowisko – testy ługowania spełniające wymagania prawne a także testy symulujące warunki naturalne. Metody określania mobilności pierwiastków potencjalnie toksycznych znajdujących się w odpadach – metody bezpośrednie (obserwacje i analizy in situ), metody bezpośrednie (ekstrakcje). Samodzielne planowanie badań odpadów pod kątem ich wpływu na środowisko.</p>
7.	Gospodarka środowiskiem	<p><b>Seminarium:</b> Referowanie i dyskusja naukowa nad proponowanymi artykułami naukowymi dotyczącymi problematyki gospodarki środowiskiem lub już realizowanymi przez studentów pracami magisterskimi, jeżeli ich tematyka wiąże się bezpośrednio z geochemią środowiskową. Korekta błędów oraz zaszczerpienie prawidłowych postaw związanych z: poprawną interpretacją tekstu naukowego, planowaniem własnych obserwacji i eksperymentów (będących podstawą pracy naukowej); gromadzeniem, analizą i interpretacją danych zarówno literaturowych jak i własnych; prezentowaniem i dyskusją wyników; sposobem wykorzystania piśmiennictwa.</p>
Moduł III - Rekonstrukcja paleośrodowisk		
1.	Analiza mikrofacjalna	<p><b>Wykłady:</b> Cele analizy mikrofacjalnej. Podstawowe pojęcia. Metody badań (optyczne, chemiczne, fizyczne). Schemat postępowania w trakcie badań preparatu. Rozpoznawanie orto- i allochemów, ich znaczenie dla interpretacji środowiskowych. Analiza mikrofacjalna w poszukiwaniach i dokumentacji złóż ze szczególnym uwzględnieniem węglowodorów. Przykłady zastosowań analizy mikrofacjalnej (szczególnie w badaniach prowadzonych w Polsce południowo-zachodniej - złoża ropy naftowej, gazu ziemnego i miedzi).</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Przedstawienie procedury wyboru próbek, prezentacja wykonywania płytek cienkich, obserwacje w mikroskopie optycznym, badania katodoluminescencyjne. Zapoznanie się z przykładowymi preparatami prezentującymi różne możliwości występowania orto- i allochemów. Praca w niewielkim zespole. Opis wybranej płytki cienkiej. Sporządzanie raportu – sprawozdania z samodzielnego opisu preparatu.</p>
2.	Rekonstrukcja paleośrodowisk - skamieniałości śladowe	<p><b>Wykłady:</b> Definicja i podział etologiczny skamieniałości śladowych. Historia badań. Prezentacja głównych ichnofacji (kontynentalnych, płytkomorskich, głębokomorskich). Charakterystyka i rozpoznawanie najczęściej występujących ichnotaksonów w obrębie poszczególnych ichnofacji. Przydatność najważniejszych ichnotaksonów do określania warunków sedymentacji. Omówienie różnych środowisk sedymentacji i typowych dla nich zespołów skamieniałości śladowych. Modele ichnologiczne dla poszczególnych środowisk sedymentacji. Analiza ichnologiczna przykładowych profili z Polski, Europy oraz innych kontynentów. Kolonizacja środowisk lądowych, brackich, płytkomorskich i głębokowodnych przez twórców skamieniałości śladowych. Fanerozoiczna historia skamieniałości śladowych – zmiany ichnotaksonomicznego zróżnicowania w czasie. Ichnologia kręgowców. Najnowsze znaleziska. Przydatność skamieniałości śladowych do rekonstrukcji paleośrodowisk (batymetria, zasolenie i natlenienie wód, energia środowiska, tempo sedymentacji, charakter podłoża). Wykorzystanie skamieniałości śladowych bezkręgowców i kręgowców w stratygrafii - ichnostratygrafia. Definicja granic pomiędzy systemami (neoproterozoik-kambr). Skamieniałości śladowe na tle 5 wielkich wymierań w dziejach Ziemi.</p>



3.	Współczesne metody stratygrafii	<p><b>Wykłady:</b> Klasyfikacje i jednostki stratygraficzne, rys historyczny i obecny stan wiedzy. Amerykański Kodeks Stratygraficzny. Klasyfikacje stratygraficzne w Polsce. Formalne kategorie jednostek stratygraficznych i metody ich korelacji (litostratygrafia, biostratygrafia, chronostratygrafia, magnetostratygrafia). Geochronologia. Specjalne nieformalne metody stratygraficzne (chemostratygrafia, stratygrafia izotopów strontu, stratygrafia sejsmiczna i sekwencyjna, eustatostratygrafia, cyklostratygrafia, tefrostratygrafia, stratygrafia zdarzeniowa, ekostratygrafia).</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> Wydzielanie jednostek litostratygraficznych i biostratygraficznych w profilach. Wykorzystanie skamieniałości przewodnich do określenia przedziału wiekowego wybranego profilu geologicznego. Korelacja litologiczna i wiekowa wybranych profili geologicznych. Korelacja metodą Shaw'a. Określenie warunków paleośrodowiskowych w wybranych profilach na podstawie cech litofacjalnych oraz zespołów skamieniałości. Prowincje paleobiogeograficzne.</p>
4.	Paleośrodowiskowe uwarunkowania powstawania złóż	<p><b>Wykłady:</b> Migracja i koncentracja pierwiastków w procesach generacji i krystalizacji magm płaszczowych a geneza złóż typu VHMS i SEDEX. Migracja i koncentracja pierwiastków w trakcie wietrzenia, transportu i sedymentacji we wczesnych etapach rozwoju atmosfery i hydrosfery, złoża związane z niezgodnościami w obrębie serii prekambryjskich. Recykling magmowy produktów sedymentacji i jego rola metalogeniczna. Rozwój biosfery, rewolucja tlenowa i jej wpływ na formowanie się złóż typu BIF. Rozwój biosfery, morskie i lądowe środowiska redukcyjne, złoża związane z czarnymi łupkami i złoża uranu w piaskowcach. Permo-triasowy kryzys tlenowy i jego wpływ na metalogenezę. Paleośrodowiskowe zróżnicowanie składu paliw kopalnych, szungit, kukersyt, węgle i torfy. Wydarzenia beztlenowe (anoxic events) i ich wpływ na powstawanie skał macierzystych węglowodorów. Znaczenie meteorytów dla formowania się złóż. Popigaj, Sudbury</p>
5.	Skamieniałości jako wskaźnik paleośrodowiska	<p><b>Wykłady:</b> Przekazanie aktualnego stanu wiedzy nt. zależności pomiędzy zespołami organizmów a warunkami powstawania osadów. Charakterystyka grup organizmów pod względem przystosowań i wymagań środowiskowych. Opis facji charakteryzowanych przez różne grupy organizmów. Wykazanie powiązań pomiędzy wnioskami z analizy współczesnych zespołów organizmów a badaniami skamieniałości w osadach. Wskaźnikowe zespoły skamieniałości użyteczne dla interpretacji środowiskowych i ich zmiany w czasie. Wpływ procesów fosylizacyjnych na możliwości interpretacji środowisk w oparciu o zespoły skamieniałości. Przykłady praktycznych zastosowań w określaniu warunków środowiska.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Rozpoznawanie skamieniałości auto- i allochtonicznych. Analiza próbek pod względem interpretacji środowiskowych w oparciu o skamieniałości. Analiza zmian środowiskowych w profilach. Konwersatorium: prezentacja wybranego przykładu interpretacji środowiskowych opartych na badaniach skamieniałości w oparciu o artykuły naukowe lub rozdziały monografii.</p>
6.	Rekonstrukcja paleośrodowisk	<p><b>Seminarium:</b> Poszczególni seminarzyści wybierają z przedstawionej listy współczesnych artykułów nt. badań różnych paleośrodowisk, z czołowych anglojęzycznych periodyków naukowych, interesujący ich temat i przygotowują na bazie tych artykułów prezentację oraz dyskutują w ramach seminariów. Mogą też zaproponować własny temat na bazie w/w publikacji.</p>
Moduł IV - Geologia skał zbiornikowych		
1.	Analiza facjalna	<p><b>Wykłady:</b> Podstawowe pojęcia i reguły następstw facjalnych. Rodzaje facji. Charakterystyka środowisk w oparciu o facje. Facje poszczególnych środowisk. Następstwa facjalne w podstawowych rodzajach basenów sedymentacyjnych. Zagadnienia wstępne - przegląd historycznych definicji analizy facjalnej; pojęcia facji (w różnych działach geologii); zarys historii badań (w tym zasady stratygrafii facjalnej); analiza facjalna</p>

		<p>a sedimentologia, analiza basenowa i geologia historyczna; Środowisko jeziorne - charakterystyka warunków fizycznych i chemicznych różnych rodzajów jezior; transport materiału w jeziorach; facje jezior systemu otwartego i zamkniętego, jezior glacialnych, permanentnych i okresowych; facje węglanowe w jeziorach; delty jeziorne, kopalne osady jeziorne z podkreśleniem ich znaczenia złożowego. Środowisko rzeczne - znaczenie rzek w powstawaniu osadów na lądzie; transport materiału w rzekach; facje rzek roztokowych, meandrujących i anastomozujących;- facje stożków napływowych; osady rzeczne jako wskaźnik różnych typów basenów sedimentacyjnych; kopalne osady rzeczne (w tym fluwioglacjalne). Środowisko pustynne - czynniki wpływające na rozmieszczenie pustyń; źródła i transport materiału w środowisku eolicznym; facje eoliczne; kopalne osady pustynne jako skały zbiornikowe złóż węglowodorów. Osady ewaporatowe - minerały ewaporatowe; warunki i modele wytrącania ewaporatów; ciągi facjalne ewaporatów; znaczenie ewaporatów w powstawaniu złóż węglowodorów; kopalne osady ewaporatowe. Środowisko wybrzeża morskiego - charakterystyka różnych typów wybrzeży morskich (wybrzeża zdominowane przez pływy, sztormy i falowanie); facje w strefie brzegowej; bariery, laguny, estuaria, delty morskie; kopalny zapis migracji linii brzegowej. Środowisko płytkiego morza z sedimentacją klastyczną - charakterystyka i rozmieszczenie szelfów; transport i rozmieszczenie osadów na szelfach; różnice pomiędzy transgresywnymi a regresywnymi ciągami facjalnymi osadów szelfowych; zapis kopalny osadów sztormowych na szelfach; identyfikacja kopalnych osadów szelfowych. Środowiska morza z sedimentacji węglanowej - powstawanie węglanów w środowisku morskim; minerały skał węglanowych, składniki auto i allochemiczne; facje w różnych środowiskach sedimentacji węglanowej (rampa, szelf, platformy, węglany głębokomorskie); geologiczne znaczenie raf; znaczenie skamieniałości w interpretacji facjalnej osadów węglanowych; zapis zmian względnego poziomu morza w osadach węglanowych; przejścia pomiędzy osadami węglanowymi a klastycznymi i ewaporatowymi; zróżnicowanie osadów węglanowych w różnych okresach czasu geologicznego. Środowisko głębokiego morza - ukształtowanie dna oceanicznego; transport materiału w oceanach; osady pelagiczne, hemipelagiczne i fliszowe; tempo przyrostu osadu w oceanach; wpływ głębokości kompensacji węglanu wapnia na charakter osadów.</p> <p><b>Seminarium:</b> Konstruowanie profili i map facjalnych. Zapoznanie się z próbkami skał z różnych środowisk i ich opis facjalny. Wykorzystanie analizy facjalnej w opisie skał złożowych (szczególnie węglowodory i rudy miedzi).</p>
2.	Analiza basenów sedimentacyjnych	<p><b>Wykłady:</b> Definicje i klasyfikacja basenów sedimentacyjnych (historia badań basenowych, definicja basenu (ramy basenu, jednostka basenowa), geotektoniczna klasyfikacja basenów sedimentacyjnych, strukturalna klasyfikacja basenów sedimentacyjnych, środowiskowa klasyfikacja basenów sedimentacyjnych). Modele ewolucyjne basenów (termiczna historia basenu, potencjał akumulacyjny basenu, akomodacja, cykliczność ewolucji basenu, subsydencja w basenie, baseny a regionalne jednostki strukturalne, inwersja basenowa (kinematyczna, stratygraficzna, środowiskowa). Baseny ewaporatowe (geneza i ewolucja basenów ewaporatowych; cykl ewaporacyjny; środowiska sedimentacji ewaporatów; kopalne i współczesne baseny ewaporatowe; rola ewaporatów w kształtowaniu architektury basenów sedimentacyjnych; tektonika solna; ewaporaty a sedimentacja i tektonika basenu). Baseny sudeckie – ujęcie ewolucyjne (baseny przedorogeniczne, baseny synorogeniczne (basen świebodziński, basen bardzki, basen kaczawski, basen wschodnio-sudecki), baseny postorogeniczne (basen śródsudecki, basen północnosudecki, basen Vrchlabi, basen Trutnova, basen Nachodu, basen Nysy Kłodzkiej, basen Mokrzeszowa, basen Kędzierzyna-Koźla, basen wrocławski), strefy ścinania i uskoki w Sudetach (uskoki</p>

		<p>Odry, śródsudecka strefa ścinania, uskoki Łaby, uskok śródsudecki, uskok sudecki brzeżny, uskok śnieżnicki brzeżny)</p> <p><b>Ćwiczenia terenowe:</b> Przykłady sudeckich basenów sedymentacyjnych: basen Książa (dewon-westfal), basen Nachodu (perm-kreda-neogen), basen Trutnova (karbon-trias). Analiza i uwarunkowania rozwoju basenów pull-apart w obrębie regionalnych stref ścinania (przykład: śródsudecka strefa ścinania, uskok Poříčí-Hronov))</p> <p><b>Seminarium</b> (zima): Wybrane przykłady ryftowych basenów sedymentacyjnych. Wybrane przykłady basenów sedymentacyjnych typu pull-apart. Modelowanie numeryczne i analogowe rozwoju basenów sedymentacyjnych</p>
3.	Stratygrafia sekwencyjna i zdarzeniowa	<p><b>Wykłady:</b> Podstawowe pojęcia i podstawy teoretyczne stratygrafii sekwencji (różnice w stosunku do tradycyjnych metod stratygraficznych. Znaczenie i sposoby wyróżnianie jednostek stratygrafii sekwencji. Przydatność w odtwarzaniu paleośrodowiska i przy poszukiwaniu złóż surowców. Pojęcie zdarzenia i wydarzenia (teoria zdarzeń a ocena stochastyczna prawdopodobieństwa zdarzeń, fenomenologiczna ocena wydarzeń, potencjał zapisu wydarzeń o różnej randze w różnych środowiskach sedymentacyjnych i w zależności od uwarunkowań geodynamicznych).</p> <p>Seminarium: Konwersatorium w oparciu o artykuły naukowe o tematyce związanej z przedmiotem. Znaczenie względnego poziomu morza (różnice w stosunku do tradycyjnych metod stratygraficznych. Rodzaje powierzchni wykorzystywanych w stratygrafii sekwencji: nomenklatura, sposoby wydzielania). Sekwencje, systemy depozycyjne (różne koncepcje wydzielania. Pojemność akomodacyjna i jej związek ze środowiskiem powstawania osadów). Zapis zmian względnego poziomu morza w osadach różnych środowisk (praktyczne zastosowania stratygrafii sekwencji. Kontrowersje i ograniczenia metody). Przykłady zjawisk - zapisanych w osadach produktów lub skutków wydarzeń środowiskowych i geodynamicznych.</p>
4.	Geologia morza	<p><b>Wykłady:</b> Woda na Ziemi (przegląd hipotez, ilość, ślady w zapisie geologicznym, rozmieszczenie mórz i oceanów, bilans wody, eustatyka); morza i oceany (geotektoniczne uwarunkowania powstawania i ewolucji). Cyrkulacja wody w morzach i oceanach ((prądy planetarne, prądy zbiornikowe, prądy kompensacyjne (upwelling, prądy rozrywające, konturyty), prądy wiatrowe (dryf)). Oceany w historii planety (budowa skorupy oceanicznej, ryfty, uskoki transformujące, spreading, hot spots, rowy oceaniczne, inwersje magnetyczne, wiek oceanów, globalne rekonstrukcje paleogeograficzne). Morza epejryczne i epikontynentalne z sedymentacją węglanową (przykłady z obszaru Polski i obszarów sąsiednich (zbiornik ordowicki i sylurski w obszarze bałtyckim, cechsztyński i środkowotriasowy na Niżu Polskim); platformy i rampy węglanowe (przykłady platform, raf, szelfów i ramp). Międzynarodowe uregulowania prawne w zakresie eksploracji i eksploatacji mórz i oceanów; aktywność Polski i badania polskich naukowców na tle badań światowych; najważniejsze zasoby surowcowe związane z morzami i oceanami.</p> <p><b>Ćwiczenia terenowe</b> (lato): Reżim hydrauliczny strefy brzegowej Bałtyku: spektrum falowe, prądy wzdłużbrzegowe, kompensacyjne prądy rozrywające. Litodynamika wybrzeża wydmowego: bilans wzdłużbrzegowego transportu litoralnego i eolicznego, tempo akumulacji/erozji strefy brzegowej. Litodynamika wybrzeża klifowego: bilans wzdłużbrzegowego transportu litoralnego, retrogradacja skarpy klifowej, rozwój powierzchni abrazyjnej u podstawy klifu.</p> <p><b>Seminarium</b> (zima): Cyrkulacja termiczna, jej periodyczność i przyczyny zakłóceń. El Niño. Przyczyny i zapis geologiczny zmian eustatycznych poziomu Oceanu Światowego</p>

5.	Wybrane metody badań skał zbiornikowych	<p><b>Wykłady:</b> Wietrzenie chemiczne (skały wyjściowe, produkty wietrzenia, kontekst procesowy, środowiskowy i regionalny wietrzenia). Pierwotny skład osadów (skały okruchowe x wapienne i niewapienne). Diagenеза (cementacja: rodzaje mineralogiczne spoiw, rekryystalizacja i neokrystalizacja, rekryystalizacja i neokrystalizacja: powstawanie nowych minerałów, metasomatoza i pseudomorfozy, reakcje roztwór-skała w procesach diagenезы: badania inkluzji fluidalnych). Kompakcja (kompakcja fizyczna, bezpośrednie wskaźniki kompaktacji, metody dekompaktacji). Przestrzeń porowa (porowatość), spękania, szczelinowatość – geneza, sposoby oznaczania i wpływ na własności zbiornikowe skał macierzystych i zbiornikowych (gazo- i wodoprzewodność skał, metody pozyskiwania fluidów i udrażniania skał zbiornikowych, właściwości magazynowe skał). Architektura skał zbiornikowych</p> <p><b>Ćwiczenia terenowe</b> (lato): Wizyta w magazynach gazu ziemnego (PMG Wierzchowice (w wyeksploatowanym złożu gazu zaazotowanego, ponad 1 200 mln m<sup>3</sup>; PMG Mogilno (w kawernach solnych). Wybrane przykłady ujęć wód termalnych – kontekst geologiczno-technologiczny</p> <p><b>Seminarium</b> (zima): Wybrane przykłady udostępniania skał zbiornikowych do eksploatacji. Wybrane przykłady magazynowania fluidów. Wybrane przykłady magazynowania odpadów. Wybrane przykłady ujęć geotermalnych</p>
6.	Geozagrożenia	<p><b>Wykłady:</b> Wprowadzenie (procesy, zjawiska i zdarzenia (wydarzenia) – kategoryzacja fizyczna, stochastyczna, fenomenologiczna i społeczna). Ziemia (geozagrożenia planetarne - endogeniczne, egzogeniczne), (kosmiczne i społeczno-gospodarcze - klasyfikacja, rozpoznawanie i dobór metod opisu). Najważniejsze sposoby modelowania geozagrożeń (dobór modelu pod kątem możliwości technicznych, zakresu wykorzystania i predykcji). Zagrożenia geodynamiczne (sejsmiczność - trzęsienia ziemi, przyczyny, historia, monitoring, skutki i sposoby zapobiegania skutkom, aktywne strefy uskokowe - lokalizacja, charakterystyka kinematyczna, skutki geologiczno-inżynierskie i sposoby zapobiegania im). Tsunami (historia, przyczyny, fizyka procesu spustowego i fali tsunami, monitoring, skutki i zapobieganie im). Zagrożenia geotechniczne (ruchy masowe (spełznięcia, obrywy, osuwiska i spływy) – fizyka procesów, przyczyny (mechanizmy spustowe), monitoring, skutki i zapobieganie im aspekty prawno-społeczne). Zagrożenia hydrologiczne (wezbrania nawałnicowe, spływy i erozja zboczowa, w tym erozja gleb, skutki, zapobieganie, wezbrania dolinne i ich przyczyny, powodzie i ich przyczyny, fala powodziowa, systemy monitoringu, sposoby zabezpieczenia przeciwpowodziowego (retencja statyczna i dynamiczna, stymulowanie fali powodziowej, gospodarka wodna w zlewni), wezbrania sztormowe, przyczyny, skutki i zapobieganie im, litodynamika wybrzeży i erozja brzegów morskich). Zjawiska krasowe i związane z nimi zagrożenia (procesy krasowienia skał i ich skutki, zagrożenia i katastrofy w terenach krasowych). Zagrożenia górnicze (sposoby eksploatacji a dynamika własna i wymuszona górotworu, tąpnięcia, zawały, erupcje, osiadanie gruntów, szkody górnicze, zatapianie obszarów, skutki).</p> <p><b>Ćwiczenia terenowe:</b> System przeciwpowodziowy Wrocławia. Struktury impaktytowe (Morasko/Poznań). Zagrożenia powodziowe w delcie Wisły. Zagrożenia geotechniczne na wale klifów wybrzeża Bałtyku (klify w Orłowie, Jastrzebiej Górze i na wyspie Wolin). Zagrożenia podtopieniowe obszarów przybrzeżnych polskiego wybrzeża Bałtyku oraz niszczenie sztormowe mierzei i wydmy plażowych</p> <p><b>Seminarium:</b> Omówienie przyczyn, przebiegu, skutków oraz sposobu monitorowania najbardziej znaczących zdarzeń katastrofalnych w dziejach ludzkości</p>
Moduł V - Geologia strukturalna i		

kartografia geologiczna		
1.	Analiza strukturalna	<p><b>Wykłady:</b> Metody analizy morfologicznej i geometrycznej fałdów. Podstawy konstrukcji przekrojów zbilansowanych. Metody analizy strukturalnej kompleksów zmetamorfizowanych. Analiza kinematyczna i dynamiczna uskoków. Podstawy analizy odkształceń. Analiza geometryczna i dynamiczna spękań skalnych. Elementy analizy struktur dużej skali (analizy tektonicznej).</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> Analiza cech morfologicznych i elementów orientacji fałdów przy użyciu projekcji stereograficznej. Fałdy - pojęcia, definicje, morfologia, mechanizmy fałdowania. Opis geometryczny i klasyfikacje fałdów. Wyznaczanie powierzchni osiowych fałdów na mapie i w odsłonięciu. Odtwarzanie geometrii dużych fałdów na podstawie asymetrii fałdów niższego rzędu. Klasyfikacja fałdów metodą wizualnej analizy harmonicznej Hudlestona, oraz klasyfikacja Ramsaya - podstawy teoretyczne i zastosowanie w praktyce. Metoda łuków (Buska), metoda fałdów załomowych (Suppego) i metoda izogon upadu (Ramsaya). Określanie pola odkształceń i paleonaprężeń na podstawie geometrii układów fałdów załomowych. Prawidłowości rozwoju systemów nasunięć i zastosowanie w konstrukcji przekrojów geologicznych. Foliacje i lineacje i ich położenie względem osi elipsoidy odkształceń i względem genetycznie związanych fałdów. Zachowanie starszej lineacji w czasie fałdowania przy jego różnych mechanizmach. Superpozycja różnowiekowych deformacji. Deformacja progresywna. Metody analizy uskoków i luster tektonicznych. Wyznaczanie tensora naprężeń dla układów uskoków pierwotnych i wtórnych. Odkształcenia koaksjalne i niekoaksjalne. Wybrane metody analizy odkształceń na podstawie różnych wskaźników odkształcenia. Spękania ciosowe i niesystematyczne. Typowe układy sieci ciosu i ich interpretacja genetyczna i dynamiczna. Spękania przydyslokacyjne i ich interpretacja. Analiza i interpretacja wielkoskalowych struktur tektonicznych - teoria i ćwiczenia praktyczne na uproszczonych przykładach teoretycznych.</p> <p><b>Konwersatorium:</b> Filozofia i podstawy metodologii analizy strukturalnej, jej założenia, ograniczenia i warunki stosowania w praktyce - na wybranych przykładach.</p>
2.	Neotektonika	<p><b>Wykłady:</b> Co to jest neotektonika: krytyczny przegląd definicji, współczesne pojmowanie neotektoniki, zarys historii badań. Zarys metodologii badań: ogólna klasyfikacja metod, analiza danych geologicznych i jej ograniczenia, analiza teledetekcyjna, metody datowań i zakres ich stosowalności, możliwości wykorzystania danych archeologicznych i historycznych (datowania archeologiczne, archeosejsmologia, analiza tekstów źródłowych, tektonika a cywilizacje), metody bezpośrednie (monitoring współczesnych procesów tektonicznych). Podstawy morfotektoniki: zakres stosowalności metod geomorfologicznych, ogólne prawidłowości rządzące deformacjami powierzchni Ziemi, krawędzie morfologiczne i ich związek z tektoniką uskokową, morfologia dolin rzecznych i układ sieci rzecznych jako wskaźniki młodych ruchów tektonicznych, tektonika wybrzeży morskich, inne formy rzeźby powiązane z tektoniką, geomorfometria (analiza statystyczna elementów rzeźby, metody kartometryczne, analiza obrazów rastrowych, możliwości oprogramowania wykorzystywane w geomorfometrii). Elementy sejsmotektoniki: podstawy ogólne sejsmologii, mechanika deformacji sejsmicznych, trzęsienia Ziemi a pola naprężeń w litosferze, ogólne zasady analizy danych sejsmologicznych (zapis trzęsienia Ziemi i możliwości interpretacyjne), geologiczne i morfologiczne efekty trzęsień Ziemi, paleosejsmologia (przegląd metod, zadania badawcze, wnioski strukturalne). Tempo procesów tektonicznych: skala prędkości procesów geologicznych - przegląd, zasady określania prędkości współczesnych procesów tektonicznych - metody pośrednie, podstawy metod pomiarowych (geodezyjnych). Współczesna górotwórczość: chronologia procesów górotwórczych, obszary górskie na kuli ziemskiej a regionalna tektonika fałdowa i uskokowa, powiązanie lokalizacji obszarów</p>

		górskich z globalnymi procesami tektonicznymi, geneza rzeźby górskiej w powiązaniu z tektoniką płyt, izostazją, litologią i klimatem, wiek i tempo kształtowania współczesnej rzeźby górskiej.
3.	Metody numeryczne w kartografii geologicznej	<p><b>Wykłady:</b> Programy graficzne stosowane w numerycznych systemach kartograficznych, zasady ich adaptacji i wykorzystania w edycji mapy geologicznej. Podstawowe pojęcia o formatach rastrowych, wektorowych, CAD-owskich, GRID i TIN oraz bazach danych stosowanych w kartografii. Komputerowe przetwarzanie danych z geologicznego kartowania powierzchniowego, systemy bazodanowe, struktura baz danych stosowana w numerycznych mapach geologicznych wgłębnych i powierzchniowych. Komputerowe przetwarzanie informacji uzyskanych metodami zdalnymi (m.in. DEM, LIDAR, zdjęcie lotnicze i satelitarne) i ich wykorzystanie w tworzeniu numerycznej mapy geologicznej.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Wprowadzenie do programu ArcGIS, struktura programu, interfejs. Prace wstępne w procesie numerycznego opracowania danych geologicznych, zakres wykorzystanych materiałów. Wybór i zdefiniowanie systemu współrzędnych, metody transformacji współrzędnych z niejednorodnych źródeł materiałów wyjściowych. Sposoby przekształcania materiałów analogowych do postaci cyfrowej, georeferencja obrazów rastrowych. Opracowanie schematu bazodanowego do archiwizacji danych z obserwacji geologicznych, struktura formularzy. Opracowanie numerycznej mapy dokumentacyjnej. Filtrowanie, symbolizacja i etykietowanie obiektów graficznych na podstawie wartości atrybutów zgromadzonych w bazie danych z obserwacji terenowych. Zasady wyświetlania warstw referencyjnych jako podkładu informacji dokumentującej, wielowarstwowość mapy dokumentacyjnej. Metody wycinania, separacji i kompozycji graficznej przy dołączaniu obrazów rastrowych, modeli wysokościowych (przetwarzanie obrazów SRTM i LiDAR) i uzupełniających informacji wektorowych. Opracowanie numerycznej mapy geologicznej na podstawie analogowej mapy geologicznej terenowej i materiałów źródłowych. Metody wektoryzacji mapy analogowej z wykorzystaniem separacji kolorów, sposoby ekranowego przetwarzania obrazów rastrowych. Wielowarstwowość numerycznej mapy geologicznej, zasady kompozycji. Opracowywanie symboli informacji geologicznej na podstawie wartości atrybutów zawartych w tabelach bazy danych; jednostki litostratygraficzne, informacje strukturalne. Zasady tworzenia kompozycji wydruku numerycznej mapy geologicznej. Generowanie legendy mapy w oparciu o wartości atrybutów informacji geologicznej i tabeli przypisanych stylów graficznych. Graficzna kompozycja siatek współrzędnych i możliwości automatycznego generowania odwzorowań kartograficznych. Zasady doboru wielkości symboli i opisów w zależności od skali wydruku mapy, sterowanie skalowaniem. Formaty wydruku, kontrola palety kolorów i jakości wydruku mapy, drukowanie do pliku. Metody eksportu numerycznej mapy geologicznej, formaty rastrowe bez dołączonej informacji bazodanowej, formaty wektorowe z pełną lub częściową informacją zawartą w tabelach bazy danych. Metody wizualizacji i dystrybucji numerycznej mapy geologicznej w wersji web-owej.</p>
4.	Modelowanie strukturalne i kartograficzne w geologii	<p><b>Wykłady:</b> Przegląd systemów numerycznych stosowanych w modelowaniu budowy geologicznej. Archiwizacja danych wyjściowych (geologia powierzchniowa, wyniki wierceń, dane geofizyczne, dane satelitarne, numeryczne modele terenu), schematy baz danych i technologia transferu danych z baz do graficznych programów modelujących i analitycznych. Systemy bazodanowe, struktura baz danych stosowana w numerycznych mapach geologicznych wgłębnych i powierzchniowych. Komputerowe przetwarzanie i wykorzystanie informacji uzyskanych metodami zdalnymi oraz geofizycznymi i ich wykorzystanie w tworzeniu numerycznej mapy geologicznej wgłębnej i modelu budowy geologicznej.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Wprowadzenie do wybranego oprogramowania wykorzystywanego współcześnie do konstrukcji map geologicznych i modeli budowy wgłębnej (struktura, interfejs, zakres funkcji), formaty danych obsługiwane w modelowaniu 3D, przygotowanie danych wejściowych do pracy z</p>

		projektami w przedmiotowym oprogramowaniu. Konstrukcje podstawowych elementów geologicznej mapy wglębnej przestrzennych (powierzchnia, horyzont stratygraficzny) i strukturalnych (fałd, uskoki), sporządzanie map tematycznych. Interpretacja sekcji sejsmicznych, tworzenie map czasowych horyzontów sejsmicznych na podstawie danych z kilku przekrojów 2D, interpretacja strukturalna. Sporządzanie przekrojów geologicznych na podstawie danych powierzchniowych i otworowych, zastosowanie różnych technik bilansowania przekrojów. Konstrukcja trójwymiarowych modeli struktur geologicznych, numeryczne modelowanie przemieszczeń i odkształceń. Tworzenie 3D modelu budowy geologicznej na podstawie danych otworowych, sejsmicznych, powierzchniowych, narzędzia numeryczne do odtworzenia parametrów strukturalnych, pomiarów geologicznych, analizy mezo- i makrostrukturalnej, obliczeń surowcowych. Formaty wydruku, kontrola palety kolorów i jakości wydruku mapy, drukowanie do pliku. Metody eksportu numerycznej mapy geologicznej, formaty rastrowe bez dołączonej informacji bazodanowej, formaty wektorowe z pełną lub częściową informacją zawartą w tabelach bazy danych. Metody wizualizacji i dystrybucji numerycznej mapy geologicznej w wersji web-owej.
5.	Metody georadarowe	<b>Wykłady:</b> Opis i wyjaśnienie zasady działania georadaru. Konstrukcja georadaru, typy anten, metodyka prowadzenia pomiarów. Podstawowe informacje z zakresu propagacji fal EM z uwzględnieniem różnych ośrodków geologicznych. Normy i akty prawne regulujące używanie GPR, dane radiologiczne oraz wpływ na zdrowie człowieka. Przegląd najważniejszych dostępnych urządzeń georadarowych. Procedury przetwarzania i filtracji, oprogramowanie do obróbki i wizualizacji danych georadarowych. Przykłady różnych aplikacji metody GPR: geologia, archeologia, geomorfologia, sedymentologia, budownictwo, badania geotechniczno-inżynierskie. Planowanie, prowadzenie i opracowywanie badań terenowych. <b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Konstrukcja i podstawowe elementy Ramac GPR, konfiguracja i uruchomienie aparatury. Ustawienia parametrów akwizycji danych. Technika przetwarzania i wizualizacji wyników prac. Sporządzanie echogramów i opracowywanie powykonawczej dokumentacji georadarowej <b>Ćwiczenia terenowe:</b> Konstrukcja i podstawowe elementy Ramac GPR, konfiguracja i uruchomienie aparatury. Metodyka prowadzenia badań terenowych. Ustawienia parametrów akwizycji danych.
Moduł VI - Poszukiwanie i dokumentowanie złóż		
1.	Metody komputerowego modelowania złóż	<b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Informacje wstępne. Metodyka opróbowania złóż, podstawy teoretyczne. Próbkę – teoria, różnica między próbką, okazem (specimen) a próbą losową (sample). Próba reprezentatywna złóż i sposoby jej pobierania. Parametry złóżowe, wybór metody obliczenia parametrów i przygotowania danych do obliczeń. Zmienne losowe złóża. Złóża o parametrach silnie skośnych. Charakterystyka przestrzennej zmienności parametrów złóżowych. Powierzchnie zmienności, aproksymowanie powierzchni trendu i parametry wymagające technik probabilistycznych. Modelowanie złóżowe. Powierzchnie trendu i ich zastosowanie dla prezentacji parametrów złóżowych. Modelowanie geostatystyczne. Variogramy, semivariogramy, kriging zwykły, blokowy, cokriging. Symulacje złóżowe. Symulacja warunkowa (conditional simulation). Ocena symulacji złóżowych. Estymacja dystrybucji parametrów złóżowych, ocena niepewności rozpoznania. Modelowanie złóżowe. Programy geostatystyczne – praktyczne zastosowanie.
2.	Złóża kopalin budowlanych	<b>Wykłady:</b> Rodzaje surowców budowlanych stosowanych w Polsce na świecie. Kamienie bloczne. Kruszywa sztuczne i naturalne. Surowce ceramiczne. Surowce przemysłu materiałów wiążących. <b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Przegląd złóż surowców budowlanych Polski.

3.	Metody badań surowców skalnych	<p><b>Wykłady:</b> Parametry technologiczne surowców skalnych podlegające badaniu. Bloczność kamieni budowlanych i sposoby jej obliczania. Parametry radiologiczne surowców budowlanych stosowane w Polsce i na świecie i sposoby ich wyznaczania.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Rola wytrzymałości na ściskanie i gęstości objętościowej w budownictwie. Obliczanie bloczności na wybranych przykładach. Pomiar i obliczanie parametrów radiologicznych materiałów budowlanych</p> <p><b>Ćwiczenia terenowe:</b> Zapoznanie z aparaturą stosowaną do pomiaru parametrów technologicznych surowców skalnych.</p>
4.	Geologia gospodarcza złóż metali szlachetnych	<p><b>Wykłady:</b> Podstawowe informacje o geochemicznych i krystalochemicznych własnościach metali szlachetnych. Podstawowe minerały metali szlachetnych i ich własności fizyko-chemicznych. Metale rodzime, stopy i połączenia międzymetaliczne metali szlachetnych. Stopy metali szlachetnych z innymi metalami, związki międzymetaliczne metali szlachetnych z innymi metalami i półmetalami. Cechy diagnostyczne minerałów metali szlachetnych i związków międzymetalicznych a także określenie geochemicznych grup minerałów metali szlachetnych i warunki ich krystalizacji. Główne typy złóż metali szlachetnych i ich budowa geologiczna. Pozycji tektoniczna oraz przesłanki poszukiwania i rozpoznawania złóż metali szlachetnych. Metalogeniczne i geochemiczne przesłanki występowania złóż metali szlachetnych. Główne światowe złoża metali szlachetnych w Afryce, Australii, Azji, Ameryce Płn. i Płd. Wydobycie metali szlachetnych i ich proces przeróbczy. Gospodarka zasobami metali szlachetnych. Znaczenie międzynarodowe i handel metalami szlachetnymi. Problem standardy złota. Wykorzystanie złota i platynowców w gospodarce światowej. Główni producenci złota, srebra i PGE. Kursy kupna/sprzedaży na głównych giełdach obrotu metalami, tj. w Londynie, Nowym Yorku, Tokio. Charakterystyka własnościowa głównych koncernów górniczo-hutniczych i ich wpływ na wartość rynkową metali szlachetnych.</p>
5.	Metody badań minerałów kruszczowych	<p><b>Wykłady:</b> Nomenklatura naukowa, Historia metody badawczej, zastosowanie światła odbitego w różnych dziedzinach życia, mikroskopy kruszczowe i uniwersalne, budowa mikroskopu do światła odbitego, budowa opakuluminatora (oświetlacza bocznego), urządzenia odchylające w mikroskopach optycznych, obiektywy i okulary, przebieg wiązki świetlnej, zastosowanie filtrów barwnych w diagnostyce kruszczów, preparatyka mikroskopowa, podstawy teorii światła odbitego, własności optyczne kruszczów, metody obliczeń zdolności refleksyjnej, własności fizyczne kruszczów, kształty przekrojów minerałów rudnych, diagnostyczne formy przekrojów wybranych minerałów, łupliwość minerałów w preparatach polerowanych, zbliźniaczenia i zrosty bliźniacze, zbliźniaczenia polisyntetyczne, zonalność, cechy pasowości i wykorzystanie zon do identyfikacji kruszczów, twardość minerałów kruszczowych, podział metod oraz wykorzystanie w praktycznym oznaczaniu kruszczów, struktury kruszczów: z krystalizacji, z rozpadu roztworów stałych, z krystalizacji koloidów, korozyjne, struktury ciśnieniowe, podział morfologiczny struktur, podział genetyczny struktur, diagnostyka kruszczów po formie wrostków. Wyznaczanie sukcesji minerałów: schematy obrazów mikroskopowych i ich interpretacja, obrazy mikroskopowe i ich interpretacja, konstrukcja diagramów krystalizacji kruszczów. Charakterystyka minerałów przeźroczystych w preparatach polerowanych: charakterystyka zdolności refleksyjnej minerałów przeźroczystych, charakterystyka barwy, interpretacja zjawisk, efekty dwójodbicia, efekt anizotropii, wewnętrzne refleksy w minerałach przeźroczystych, prezentacja zdjęć i filmów nagranych na potrzeby wykładu.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Podstawowe cechy optyczne minerałów rudnych: zdolność refleksyjna, barwa minerałów pod mikroskopem, dwójodbicie, pleochroizm refleksyjny, efekt anizotropii, wewnętrzne refleksy, figury polaryzacyjne w świetle zbieżnym- zajęcia praktyczne. Podstawowe cechy fizyczne minerałów rudnych: formy i pokrój kryształów, charakter łupliwości i zbliźniaczeń, budowa pasowa,</p>



		<p>twardość zarysowania, polerowania i wgniatania wgłębnika, barwa proszku, wytrzymałość na zarysowanie, własności magnetyczne, przewodnictwo elektryczne – zajęcia praktyczne. Paragenezy i parasterezy minerałów rudnych: wykorzystanie paragenez i parasterez do identyfikacji kruszców w preparatach polerowanych - zajęcia praktyczne. Opis kruszców. Identyfikacja kruszców w zestawach ćwiczeniowych: zajęcia praktyczne w oznaczaniu kruszców w zestawach preparatów polerowanych zidentyfikowanych pod względem składu mineralnego. Oznaczanie twardości: budowa twardościomierza, zasady pomiarów twardości minerałów rudnych, przygotowanie minerałów do określenia twardości w skali Vickersa, praktyczne wykonanie oznaczenia twardości.</p>
6.	Złoża kopalin chemicznych	<p><b>Wykłady:</b> Opis i wyjaśnienie procesów geologicznych prowadzących do nagromadzenia koncentracji złożowych, metody eksploatacji, wzbogacania i znaczenie gospodarcze kopalin chemicznych: solnych; soli kamiennych, potasowych, magnezowych, naturalnych siarczanów i węglanów sodu, naturalnych saletr i boranów; kopalin siarkowych: siarki rodzimej, pirytu i innych kopalin siarkonośnych (ropa naftowa, gaz ziemny, węgle, siarczki metali kolorowych); kopalin fosforanowych: fosforytów, apatytów, wiwianitów, guana; kopalin barowych: barytu, witerytu; kopalin fluorowych: fluorytu i kryolitu; kopalin strontowych: stroncjanitu i celestynu; oraz innych kopalin odzyskiwanych z solanek i wód morskich (jod, brom, cez) oraz z koncentratów siarczków (ren).</p>
7.	Złoża metali kolorowych	<p><b>Wykłady:</b> Procesy złożotwórcze różnych typów złóż miedzi: złoża typu porfirowego, złoża Cu-Ni w skałach zasadowych, złoża rud Cu w karbonatytach, złoża rud Cu w skarnach, złoża piritów miedzionośnych, złoża miedzi rodzimej w zasadowych skałach wylewnych, złoża stratoidalne polimetalicznych rud Cu w skałach wulkaniczno-osadowych, złoża stratyfikowane (stratiformowe) w skałach osadowych i metamorficznych (LGOM, Copper Belt). Procesy złożotwórcze głównych typów złóż cynku i ołowiu: złoża cynku i ołowiu w skałach węglanowych (Mississippi Valley), złoża wulkaniczne masywnych siarczków (VMS), złoża osadowe.</p>
8.	Złoża uranu i pierwiastków promieniotwórczych	<p><b>Wykłady:</b> Podstawy geochemii uranu i innych pierwiastków promieniotwórczych. Rodzaje złóż uranu. Złoża uranu związane z magmatyzmem. Niezgodności owe złoża uranu. Złoża uranu w skałach osadowych. Wietrzeniowe złoża uranu. Złoża toru. Metody poszukiwawcze złóż uranu i innych pierwiastków promieniotwórczych. Metody eksploatacji złóż uranu.</p>
9.	Wybrane problemy poszukiwania i dokumentowania złóż	<p><b>Seminarium:</b> Budowa geologiczna wybranych złóż kopalin a sposoby ich poszukiwania. Techniki poszukiwania i rozpoznawania złóż metali kolorowych, szlachetnych, energetycznych i niemetalicznych. Opracowywanie i szacowanie wartości projektów geologiczno-górnich w zależności od miejsca na kuli ziemskiej. Określanie najkorzystniejszych technik rozpoznania wybranych złóż metalicznych, energetycznych i niemetalicznych. Sposoby eksploatacji, przeróbki i sprzedaży wybranych surowców. Kryteria bilansowości, parametry ekonomiczne wybranych złóż kopalin, postęp techniczny, technologiczny, organizacyjny. Znaczenie ekonomiczno-gospodarcze i polityczne wybranych złóż kopalin metalicznych, energetycznych i niemetalicznych</p>
Moduł VII - Surowce energetyczne (węgiel kopalny, ropa naftowa, gaz ziemny)		
1.	Hydrogeologia i hydrodynamika złóż ropy i gazu	<p><b>Wykłady:</b> Zapoznanie studentów z podstawową wiedzą dotyczącą warunków występowania wód podziemnych w złożach ropy i gazu. Skały zbiornikowe i ich parametry hydrauliczne: porowatość, szczelinowatość, przepuszczalność. Oceny oddziaływania na środowisko eksploatacji gazu łupkowego.</p>

		<p>Metody badań i pomiarów. Obliczenia przepływu płynów, gazów, ropy i wody. Wstępne zagadnienia mechaniki płynów w geologii złożowej, metod badawczych od laboratoryjnych po polowe.</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> Obliczenia porowatości skał, filtracji liniowej, płynów złożowych, ropy, gazu i wody. Obliczenia przepływów mieszanych ropy i gazu. Ocena oddziaływania na środowisko eksploatacji gazu łupkowego. Badania strugi filtracji a wydatek otworu. Wzajemne oddziaływanie otworów i wpływ na wydatek ujęć</p>
2.	Metody poszukiwawcze złóż ropy naftowej i gazu ziemnego	<p><b>Wykłady:</b> Zaawansowane metody geofizyki poszukiwawczej do celów poszukiwania złóż ropy i gazu ziemnego: sejsmiczne (refleksyjne), geoelektryczne - otworowe. Interpretacje jakościowe i ilościowe danych sejsmicznych. Metodyka prowadzenia pomiarów sejsmicznych z wykorzystaniem techniki „wibrosejs”. Kompleksowa interpretacja profiliowań otworów wiertniczych. Nowoczesne (interakcja pól fizycznych) metody poszukiwań węglowodorów</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Obejmują tematykę wykładów i są prowadzone w sali komputerowej (interpretacja pomiarów geofizycznych) oraz jako praktyczne ćwiczenia terenowe (metoda: sejsmiczna).</p>
3.	Palinologia skał macierzystych ropy i gazu	<p><b>Wykłady:</b> Definicja palinologii i palinofacji. Metody przygotowania laboratoryjnego próbek skalnych do badań palinologicznych. Charakterystyka ważniejszych grup palinomorf (Acritarcha, Chitinozoa, skolekodonty, spory i ziarna pyłku, Dinoflagellata), ich paleoekologia, zasięgi i znaczenie stratygraficzne. Podziały palinostratygraficzne. Składniki palinofacji i ich klasyfikacja. Możliwość interpretacji paleoekologicznej danych palinofacjalnych. Określenie typu materii organicznej (kerogenu) metodą palinologiczną. Zastosowanie badań palinologicznych w celu określenia stopnia dojrzałości termicznej materii organicznej rozproszonej w skałach osadowych. Korelacja skali barw palinomorf z innymi skalami dojrzałości termicznej. Zastosowanie wyników badań palinologicznych w poszukiwaniu złóż ropy naftowej i gazu ziemnego.</p>
4.	Złoża paliw kopalnych i metody ich eksploatacji	<p><b>Wykłady:</b> Znaczenie kopalnych węglowodorów: - znaczenie węglowodorów w bilansie energetycznym świata i Polski, znaczenie polityczne ropy i gazu. Teoria pochodzenia węglowodorów kopalnych, biologiczna produktywność współczesnych środowisk, skład chemiczny biomasy, powstawanie i akumulacja materii organicznej w osadzie, generowanie ropy naftowej i gazu ziemnego: diagenеза, katagenеза i metagenеза materii organicznej – diagram van Krevelena. Płyny złożowe – chemizm: wody złożowe, ropa naftowa, węglowodory, związki NSO, ropy ciężkie, węglowodory stałe, gaz ziemny, klasyfikacja rop naftowych. Własności fizyczne ropy naftowej: gęstość ropy naftowej, parametry złożowe: lepkość i temperatura, elementy mechaniki złożowej. Porowatość i przepuszczalność skał macierzystych i złożowych: genetyczne i morfologiczne typy porowatości, porowatość efektywna i całkowita, porowatość piaskowców i skał węglanowych, przepuszczalność efektywna i względna skał, klasyfikacje, związki pomiędzy porowatością a przepuszczalnością, sedimentacyjno-diagenetyczne uwarunkowania porowatości i przepuszczalności, skały uszczelniające. Migracja pierwotna i wtórna. Typy pułapek złożowych, przykłady: strukturalne, stratygraficzne, hydrodynamiczne, mieszane. Metody poszukiwań złóż węglowodorów: metody geochemiczne, metody stratygraficzne, metody sedimentologiczne, metody geofizyczne. Najważniejsze złoża ropy naftowej i gazu ziemnego na świecie i w Polsce. Węgle: warunki gromadzenia się materii organicznej, procesy wzbogacania w pierwiastek C, torf, węgiel brunatny, węgiel kamienny, antracyt, budowa węgla, skład maceralny, mikrolitotypy, litotypy, własności techniczne węgla, polska i międzynarodowe klasyfikacje węgla, przegląd polskich zagłębi węglowych, metody poszukiwania i dokumentowania złóż węgla. Metody eksploatacji, górnictwo otworowe, górnictwo odkrywkowe i podziemne. Podziemne zgazowanie węgla.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Przegląd typów węgla: torfów, węgla brunatnych, węgla kamiennych - litotypy. Metody obliczania zasobów ropy naftowej i gazu ziemnego. Metody pomiaru porowatości i</p>

		przepuszczalności skał zbiornikowych. Metody pomiaru zawartości materii organicznej i określania potencjału skał, macierzystych przy pomocy pirolizy Rock-Eval.
5.	Biogeochemia węgla i kerogenu	<b>Wykłady:</b> Podstawy chemii organicznej, chemia organiczna węglowodorów, rodzaje węglowodorów, nazewnictwo, właściwości chemiczne. Bioproduktywność środowisk, środowiska sedymentacyjne. Skład grupowy biopolimerów (główne grupy związków). Akumulacja osadowej materii organicznej. Przemiany materii organicznej pod wpływem temperatury i czasu: diagenеза, katagenеза, metagenеза, metamorfizm. Typy kerogenu oraz jego dojrzałość i skład elementarny. Składniki petrograficzne, macerały, w utworach węgla kopalnych i kerogenu. Biogenne prekursorы molekularne (biomarkery) i ich skamieniałości molekularne. Elementy chemii organicznej oraz struktura biomarkerów występujących w kerogenie (n-alkanów, izoprenoidów, steroidów, hopanoidów i innych). Biomarkery specyficznych paleośrodowisk oraz biomarkery czasowe w odniesieniu do ewolucji życia na Ziemi. Biodegradacja, migracja i wymycie wodne a skład molekularny biomarkerów. Zmienność składu izotopowego materii organicznej. <b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Chemia organiczna: wzory chemiczne, izomery. Nazewnictwo węglowodorów. Metody analizy skał macierzystych. Petrologia organiczna. Skład chemiczny ropy naftowej, spektrometria masowa, biomarkery. Analiza składu ropy naftowej lub gazu ziemnego, chromatografia gazowa. Metody izotopowe w biogeochemii.
6.	Inkluzje fluidalne w procesach złożotwórczych	<b>Wykłady:</b> Mechanizmy powstawania inkluzji fluidalnych – reakcje roztwór-skała. Klasyfikacja inkluzji fluidalnych zawierających H <sub>2</sub> O: system jednoskładnikowy (H <sub>2</sub> O), system dwuskładnikowy (H <sub>2</sub> O-NaCl i CO <sub>2</sub> -H <sub>2</sub> O), system trójskładnikowy (CaCl <sub>2</sub> -NaCl-H <sub>2</sub> O). Inkluzje gazowe. Inkluzje zawierające ropę naftową. Zastosowanie analiz inkluzji fluidalnych w rozpoznawaniu złóż ropy naftowej i gazu ziemnego. Zastosowanie analiz inkluzji fluidalnych w mineralogii, petrologii i poszukiwaniu złóż surowców nieenergetycznych.
7.	Mikropaleontologia	<b>Wykłady:</b> Historia rozwoju mikropaleontologii. Metody maceracji, preparacji i pozyskiwania próbek mikroskamieniałości. Zapoznanie się z podstawowymi grupami mikroskamieniałości przydatnymi do badania stratygrafii skał zbiornikowych (otwornice, konodonty, małżoraczki, okrzemki, kokkolitowate, radiolarie). Analiza jakościowa i ilościowa zespołów mikroskamieniałości. Interpretacja paleośrodowiskowa w oparciu o wybrane grupy mikroskamieniałości oraz badania pozwalające określić stopień dojrzałości termicznej skał macierzystych (otwornice, konodonty).
8.	Ekologiczne skutki eksploatacji i utylizacji paliw kopalnych	<b>Wykłady:</b> Obejmują omówienie problemów ekologicznych powstałych zarówno na etapie wydobywania (szkody górnicze), hańdowania skał płonnych i kopaliny, magazynowania węglowodorów, przeróbki, transportu, a także użytkowania określonego rodzaju paliwa kopalnego. Ropa naftowa. Gaz ziemny/gaz łupkowy. Węgiel kamienny. Węgiel brunatny. Radioaktywność paliw kopalnych <b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Rozszerzenie zagadnień odmawianych na wykładzie. Przygotowywanie raportu i wystąpienia ustnego na zadany temat.
9.	Ropa naftowa i gaz ziemny - wybrane problemy	<b>Seminarium:</b> Seminarium „Ropa i gaz - wybrane problemy” ma zapoznać słuchaczy z najbardziej aktualnymi zagadnieniami geologii złóż ropy i gazu, nauczyć samodzielnej pracy z internetowymi bazami czasopism i stronami profesjonalnymi, analizy i syntetycznego opracowania materiałów, przygotowania i przedstawienia prezentacji multimedialnych lub pisemnych raportów.
Moduł VIII - Skorupa kontynentalna:		

od skali mikro do skali globalnej		
1.	Mikrotektonika z podstawami petrologii metamorficznej	<p><b>Wykłady:</b> Na wykładach poświęconych mikrotektonice omawiane są skutki deformacji kruchej i plastycznej na poziomie sieci krystalicznej minerałów, a także rozwijające się w efekcie deformacji mikrostruktury rekrytalizacyjne powstające w szerokim przedziale temperatur typowym dla litosfery. Jako ilustracja prezentowane są wyniki eksperymentów numerycznych oraz analogowych. Omawiane są również podstawy teoretyczne pomiaru orientacji krystalograficznej minerałów i ich graficznej prezentacji. Przedstawiane są możliwości w zakresie interpretacji uprzywilejowanej orientacji krystalograficznej minerałów oraz zagadnienia tzw. geotermobarometrii mikrostrukturalnej. Ponadto studenci zapoznają się z charakterystyką i genetycznym znaczeniem stref ścinania, poznają relacje pomiędzy deformacją i metamorfizmem ze szczególnym uwzględnieniem informacji dostarczanych przez porfiroblasty, omawiane są możliwości rozpoznawania paragenez mineralnych w płytkach cienkich i ich relacji w stosunku do zachowanych w skale struktur deformacyjnych. Część zajęć poświęcona zagadnieniom petrologii metamorficznej koncentruje się m.in. na sposobach ujmowania i przedstawiania zjawisk metamorficznych, a także ich interpretacji w odniesieniu do obserwacji strukturalnych i geochronologicznych. W trakcie wykładów omawiane są również metody geotermobarometryczne oraz dyskutowana jest użyteczność wyników tych badań dla wyjaśnienia ewolucji geologicznej kompleksów skalnych.</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> W trakcie ćwiczeń poświęconych mikrotektonice studenci poznają podstawowe oprogramowanie komputerowe wykorzystywane we współczesnej analizie obrazu. Posługując się oprogramowaniem komputerowym analizują sekwencje fotografii ilustrujących rozwój mikrostruktur rekrytalizacyjnych zachowanych zarówno w skałach jak i materiałach syntetycznych. Poznają tajniki interpretacji mikrostruktur deformacyjnych związanych z deformacją zachodzącą w obrębie stref ścinania oraz metamorfizmem (porfiroblasty). Zajęcia poświęcone zagadnieniom petrologii metamorficznej mają na celu opanowanie praktycznych metod badania skał metamorficznych oraz podstaw geotermobarometrii i wyznaczania ścieżek P-T-d, będących bazą do budowania ogólniejszych modeli geologicznych.</p>
2.	Metody analizy mikrostrukturalnej	<p><b>Wykłady:</b> Informacje na temat warunków krystalizacji zapisanych w mikrostrukturach oraz sposób ich identyfikacji, pomiaru i interpretacji. Mikrostruktury typowe dla określonych rodzajów skał oraz sposób ich powstawania. Metody pomiarów ilościowych i jakościowych mikrostruktur występujących w obrębie poszczególnych minerałów, jak i w odniesieniu do całej próbki skalnej. Redukcja danych i interpretacja poszczególnych parametrów (m. in. składu modalnego, rozkładu wielkości ziaren). Orientacja minerałów i jej znaczenie w badaniach strukturalnych. Różnoskalowe struktury w wulkanitach jako wskaźnik stylu erupcji i depozycji materiału. Zapis procesów magmowych w budowie minerałów podstawowych i akcesorycznych oraz wykorzystanie danych mikrostrukturalnych w interpretacjach petrograficznych – odtwarzanie procesów magmowych w kontekście geologicznym.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Samodzielny opis i interpretacja mikrostruktur w zróżnicowanych próbkach skalnych; próba odtworzenia warunków i sekwencji krystalizacji w poszczególnych typach skał; wykonanie analizy składu modalnego przy użyciu oprogramowania komputerowego używanego powszechnie w analizie mikrostrukturalnej (program JMicroVision); wykonanie pomiaru rozmieszczenia i wielkości ziaren oraz ich orientacji; redukcja danych i stworzenie krzywych CSD (crystal size distribution) wraz z ich kompleksową interpretacją; stworzenie projektu obejmującego teoretyczny plan przeprowadzenia kompleksowych badań strukturalnych próbki z konkretnej lokalizacji i o znanym kontekście geologicznym (postawienie problemu)</p>

3.	Dynamika Ziemi	<b>Wykłady:</b> Zróżnicowanie geochemiczne i izotopowe Ziemi obecnie. Opis i wyjaśnienie procesów geologicznych prowadzących do rozwoju zmienności geochemicznej i izotopowej Ziemi w czasie. Systemy izotopowe i dane geochemiczne używane w zrozumieniu ewolucji Ziemi w czasie. Powstanie pierwiastków w wszechświecie i ewolucja geochemiczna Układu Słonecznego przed powstaniem Ziemi.
4.	Metody geochemiczne i izotopowe w rekonstrukcji środowisk geotektonicznych	<b>Wykłady:</b> Magmatyzm a tektonika globalna. Metody analityczne w geochemii i geochemii izotopowej skał magmowych – zarys problematyki. Pierwiastki śladowe w procesach magmowych i pomagmowych. Geochemia skał magmowych na tle współczesnych środowisk geotektonicznych. Geochemia skał magmowych a tektonika globalna w prekambry. Tektonomagmowe diagramy dyskryminacyjne. Specyfika opracowania danych geochemicznych i interpretacji geotektonicznej skał zasadowych, pośrednich i kwaśnych. Omówienie procesów prowadzących do zróżnicowania izotopowego skał. Przegląd składów izotopowych skał skorupy i płaszcza Ziemi. <b>Ćwiczenia:</b> Praktyczne opracowanie i interpretacja geotektoniczna danych geochemicznych i izotopowych dla wybranych zestawów skał magmowych (bazalty, granity i in.). Studenci wykonują również podstawowe modele oparte na danych geochemicznych i izotopowych oraz zapoznają się z bazami danych GEOROC i GERM.
5.	Granice geologii	<b>Seminarium:</b> Obszary i problemy nauk o Ziemi, w których aktualnie poszerza się wiedza i które są przedmiotem międzynarodowej dyskusji, w tym także badania „geologiczne” innych planet.
Moduł IX - Magmatyzm: procesy, skały, minerały		
1.	Geneza i ewolucja magmy	<b>Wykłady:</b> Tektonika płyt jako podstawowa teoria tłumacząca związek procesów magmowych z kontekstem geologicznym; chemia fizyczna stopów krzemianowych; procesy w jądrze i płaszczu Ziemi, dna oceaniczne, ich geneza i magmatyzm, globalne zróżnicowanie bazaltów, strefy kolizji i geneza andezytów i granitów, skały magmowe obszarów kratonicznych, skały magmowe kontynentów i ich zróżnicowanie. <b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Klasyfikacja i terminologia skał magmowych; samodzielny opis i interpretacja genetyczna podstawowych rodzajów skał magmowych: skały płaszcza Ziemi, bazalty, andezyty i inne skały wulkaniczne stref kolizji, granity i skały pokrewne; modelowanie procesów magmowych, wykorzystanie pierwiastków śladowych do rozpoznania genezy skał magmowych. Ćwiczenia realizowane są za pomocą szeregu projektów, w ramach których student otrzymuje zestaw materiałów (próbki, preparaty mikroskopowe, analizy chemiczne) w oparciu o które, przy pomocy prowadzącego, przygotowuje opis danego zespołu skalnego.
2.	Wulkanologia	<b>Wykłady:</b> Wulkany i wulkanizm – perspektywa globalna. Przyczyny, przebieg i klasyfikacja erupcji wulkanicznych i ich produktów. Składniki, struktury, tekstury, opis i interpretacja sekwencji skał wulkanogenicznych. Wulkanizm efuzyjny: lawy i płytkie intruzje ultrazasadowe, zasadowe, pośrednie i kwaśne. Wulkanizm eksplozyjny: opad, spływ i przybój piroklastyczny i ich osady. Redeponowane i epiklastyczne utwory wulkanogeniczne. Główne typy wulkanów – struktura i ewolucja. Zagrożenia wulkaniczne. Kenozoiczny i współczesny wulkanizm w Europie. Wulkanizm na ciałach planetarnych Układu Słonecznego i egzoplanetach.
3.	Mikroskopia elektronowa i analiza fazowa	<b>Wykłady:</b> Metody analiz i obrazowania materii oparte o wiązkę elektronów – podstawy teoretyczne, możliwości zastosowań w badaniach geologicznych, stosowana aparatura i oprogramowanie do obróbki wyników. Analiza zawartości pierwiastków śladowych oraz stosunków izotopów radiogenicznych w

		<p>mikroobszarze za pomocą spektrometrii mas sprzężonej z ablacją laserową - podstawy teoretyczne, możliwości zastosowań w badaniach geologicznych, stosowana aparatura i oprogramowanie do obróbki wyników. Dyfraktometria rentgenowska - podstawy teoretyczne, możliwości zastosowań w badaniach geologicznych, stosowana aparatura i oprogramowanie do obróbki wyników.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Praktyczne ćwiczenia z mikroskopii skaningowej na własnych próbkach studentów. Dyfraktometria rentgenowska - podstawy teoretyczne, praktyczne ćwiczenia na własnych próbkach studentów.</p>
4.	Mineralogia pierwiastków rzadkich	<p><b>Wykłady:</b> Problematyka pierwiastków rzadkich, w tym surowców krytycznych, w gospodarce i dokumenty Unii Europejskiej z nią związane. Geochemiczno-mineralogiczna charakterystyka wybranych pierwiastków rzadkich, głównie Li, Rb, Cs, B, Be, Zr, W, Nb, Ta, Sc, Y i lantanowców. Główne procesy kontrolujące koncentrowanie się i mobilność tych pierwiastków w skorupie ziemskiej. Terminologia, klasyfikacja i charakterystyka najważniejszych minerałów będących nośnikami tych pierwiastków. Metody identyfikacji i badań tych minerałów. Terminologia, klasyfikacja i charakterystyka wybranych skał, które stanowią złoża lub są stowarzyszone ze złożami wybranych pierwiastków rzadkich. Najważniejsze wystąpienia minerałów wybranych pierwiastków rzadkich i surowców krytycznych na świecie. Występowanie minerałów wybranych pierwiastków rzadkich i surowców krytycznych oraz perspektywy ich poszukiwań w Polsce. Zagrożenia dla środowiska naturalnego, jakie niesie eksploatacja tych złóż.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Opanowanie praktycznych umiejętności identyfikacji i opisu niektórych skał zawierających koncentracje minerałów pierwiastków rzadkich (np. karbonatów i skał pokrewnych, niektórych alkalicznych i peralkalicznych skał magmowych, pegmatytów i in.). Opanowanie praktycznych umiejętności identyfikacji wybranych minerałów pierwiastków rzadkich. Elementy opracowania i interpretacji danych dotyczących składu chemicznego tych minerałów (np. obliczanie wzorów i klasyfikacja krystalochemiczna wybranych grup minerałów).</p>
5.	Gemmologia i archeogemmologia	<p><b>Wykłady:</b> Gemmologia i archeogemmologia - przegląd pojęć i klasyfikacji. Metody badań geologicznych złóż kamieni jubilerskich. Charakterystyka kamieni jubilerskich z różnych epok pradziejów (epoka kamienna, brązu, żelaza, okres wpływów rzymskich, średniowiecze) w kontekście zmian w otaczającym środowisku społeczno-przyrodniczym. Metodyka i przykłady zastosowania badań gemmologiczno-mineralogicznych różnych obiektów archeologicznych (zabytki kamienne, ceramika, kamienie jubilerskie i budowlane oraz inne). Rola i zadania gemmologów podczas badań archeologicznych klejnotów i ozdób o wysokiej wartości materialnej i historycznej. Sposoby przedstawiania wyników badań gemmologicznych obiektów zabytkowych.</p>
Moduł X - Mineralogia i geochemia stosowana		
1.	Mineralogia w inżynierii materiałowej	<p><b>Wykłady:</b> Najważniejsze metody badań stosowane w inżynierii materiałowej (m. in. metody dyfrakcyjne, mikroskopia optyczna i elektronowa, metody spektroskopowe, metody określania właściwości mechanicznych). Podstawowe prawa rządzące budową materii i ich wpływ na właściwości materiałów. Mineralogia wybranych materiałów naturalnych i ich przetwórstwo. Podstawy projektowania, kształtowania własności materiałów, technologia wytwarzania, recykling materiałów. Powiązanie podstawowych wiadomości z zakresu fizyki, chemii i mineralogii z mikrostrukturą i właściwościami fizyko-mechanicznymi materiałów spajających, tworzyw ceramicznych topionych i spiekanych, tworzyw metalicznych i</p>

		<p>kompozytów. Materiały biomedyczne i biomimetyczne. Przemiany wtórne i degradacja tworzyw. Ekonomiczne, środowiskowe i społeczne aspekty inżynierii materiałowej.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Wykorzystanie metod mineralogiczno-petrograficznych dla określenia charakterystyki fazowej surowców naturalnych i materiałów powstających w wyniku procesów przetwórczych. Interpretacja przykładowych wyników badań różnych materiałów w kontekście określenia ich własności, surowców z których powstały i warunków ich powstania.</p> <p><b>Ćwiczenia terenowe:</b> Przykłady zastosowania omawianych na wykładzie i ćwiczeniach laboratoryjnych: materiałów spajających, kamieni blocznych, spiekanych tworzyw ceramicznych, w wybranych elementach architektonicznych Wrocławia.</p>
2.	Mineralogia i geochemia strefy krytycznej	<p><b>Wykłady:</b> Wprowadzenie do zagadnienia strefy krytycznej. Przedstawienie podstawowych założeń w badaniach strefy krytycznej. Badania strefy krytycznej są interdyscyplinarne. Procesy zachodzące w strefie krytycznej są reprezentowane przez sprzężone ze sobą procesy fizyczne, chemiczne i biologiczne i do zrozumienia ich potrzebna jest wiedza naukowa i współpraca badaczy zajmujących się różnymi gałęziami nauki tj. geologia, gleboznawstwo, biologia, ekologia, geomorfologia, hydrologia geochemia etc. Metody badań strefy krytycznej. Rola procesów geologicznych w tworzeniu różnorodnych krajobrazów, które mogą kontrolować zjawiska zachodzące w strefie krytycznej. Rola gleby w strefie krytycznej. Definicja gleby. Gleba jako element środowiska przyrodniczego. Powstawanie gleby, czynniki glebotwórcze, funkcje gleby, żyzność, produktywność i urodzajność gleb. Klasyfikacje (rozmieszczenie gleb na świecie). Gleba a problemy środowiska. Ochrona gleb. Przestrzenna różnorodność gleb. Wiek gleby. Skład gleby, właściwości fizyczne, fizyko-chemiczne oraz chemiczne gleby. Struktury i tekstury gleb. Zawartość wody w glebie. Wpływ działalności człowieka na funkcjonowanie strefy krytycznej. Rodzaje działalności przemysłowej i związane z nimi typy odpadów przemysłowych. Charakterystyka i planowanie badań odpadów przemysłowych powstających w wyniku eksploatacji i przerabiania surowców mineralnych (żużle hutnicze, popioły, pyły, szkliska, odpady górnicze, poflotacyjne). Dobór odpowiednich metod badawczych w zależności od analizowanego rodzaju materiału. Kwaśny drenaż składowisk odpadów oraz terenów górniczych – AMD i ARD (acid mine drainage, acid rock drainage) zagrożenia związane z AMD i ARD. Sposoby zapobiegania negatywnym skutkom składowania odpadów. Ewolucja dawnych i obecnych terenów przemysłowych, wietrzenie odpadów przemysłowych, metody określania wpływu odpadów na środowisko – testy ługowania spełniające wymagania prawne a także testy symulujące warunki naturalne.</p> <p><b>Ćwiczenia terenowe:</b> Wykonanie i opis profilu glebowego. Określanie niektórych właściwości gleb w terenie (barwa, struktura, tekstura etc.). Pobieranie próbek o nienaruszonej i naruszonej strukturze do badań laboratoryjnych.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Analiza własności fizycznych, fizyko-chemicznych oraz chemicznych gleb. Wykorzystanie metod mineralogiczno-petrograficznych w badaniach gleb i odpadów przemysłowych. Żużle hutnicze jako odpowiednik skały magmowej. Określenie struktur i tekstur oraz składu fazowego żużli. Wyciąganie wniosków na temat warunków powstawania (tempo chłodzenia itp.). Fazy wtórne występujące w żużlach. Metody określania mobilności pierwiastków potencjalnie toksycznych – metody bezpośrednie (obserwacje i analizy in situ), metody pośrednie (ekstrakcje chemiczne). Interpretacja uzyskanych wyników.</p>
3.	Pochodzenie i ewolucja skał osadowych	<p><b>Wykłady:</b> Wstęp i powtórzenie podstawowych zagadnień z petrologii skał osadowych (geneza, klasyfikacje, struktury i tekstury skał osadowych, wietrzenie, transport, sedymentacja, diagenetyzacja). Współczesne metody badań petrologicznych i geochemicznych skał osadowych. Petrografia skał luźnych – znaczenie w badaniach litostratygraficznych. Analiza minerałów ciężkich i jej znaczenie w określaniu</p>

		<p>proweniencji osadów. Skały okruchowe i ilaste. Skały węglanowe, gipsowo-solne i krzemionkowe. Pozostałe skały osadowe (żelaziste i manganowe, alitowe, fosforanowe, paliwa kopalne). Analiza proveniencji skał osadowych: (a) ustalanie obszarów źródłowych i środowisk geotektonicznych skał osadowych na podstawie badań mineralogicznych i geochemicznych; (b) metody względnego datowania skał osadowych. Petrologiczne i geochemiczne aspekty powstawania złóż w obrębie różnych typów skał osadowych.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Powtórzenie podstawowych wiadomości z zakresu obserwacji mikroskopowych; podstawowe cechy optyczne minerałów skałotwórczych skał osadowych. Petrograficzny opis próbki skały luźnej. Analiza minerałów ciężkich (separacja frakcji ciężkiej, wykonanie preparatu mikroskopowego, analiza mikroskopowa, SEM-EDS, ramanowska). Jakościowa i ilościowa analiza mikroskopowa oraz SEM-EDS skał okruchowych. Analiza rentgenowska oraz analiza termiczna skał drobnookruchowych i ilastych (wykonanie preparatu, przeprowadzenie pomiaru, interpretacja wyników). Jakościowa analiza mikroskopowa skał węglanowych, gipsowo-solnych i krzemionkowych. Ustalenie prawdopodobnego pochodzenia próbki skały osadowej na podstawie badań wykonanych podczas wcześniejszych zajęć; zastosowanie metod komputerowych w analizie proveniencji osadów. Interpretacja uzyskanych danych w odniesieniu do procesów złożotwórczych.</p>
4.	Techniki izotopowe	<p><b>Wykłady:</b> Model budowy atomu (Thomsona, Rutherforda, Bohra, Schrödingera), promieniotwórczość naturalna, rodzaje cząstek, promieniotwórczość sztuczna, pojęcie izotopu. Definicja spektrometrii mas, historia odkryć, zakresy zastosowania. Podstawowy schemat ogólny spektrometru mas. Źródła jonów-metody jonizacji (EI, CI, SIMS, FD, LD, PD, TSP, ES, ESI, API, ICP). Pojęcia i zadania analizatora, Definicje zakresu mas, przepuszczalności i zdolności rozdzielczej. Rodzaje analizatorów (czas przelotu, kwadrupolowy, magnetyczny i magneto-elektrostatyczny). Spektrometry o więcej niż dwóch analizatorach. Pojęcie detektora, rodzaje detektorów (płyty fotograficzne, puszki Faradaya, powielacze elektronowe, detektory mikro-kanalikowe, fotopowielacze). Funkcje komputera (przetworniki ADC, DAC). Idea i schemat metody GC-MS (sprzężenia chromatografii gazowej ze spektrometrią mas). Połączenia open-split i bezpośrednie. Spektrometr w metodzie GC-MS jako detektor selektywny i nieselektywny. Różnice pomiędzy GC-MS i GC-IRMS (sprzężenie chromatografii gazowej i spektrometrii mas oznaczającej stosunki izotopowe). Zakres zastosowań GC-IRMS. Definicja i idea działania ICP-MS (plazmy wzbudzonej indukcyjnie). Zasada działania palnika argonowego. Analizatory w metodzie ICP-MS. Przykłady zastosowań ICP-MS w naukach przyrodniczych. Tandemowy spektrometr mas (MS/MS) definicja, typy. HPLC-MS/MS (sprzężenie wysokosprawnej chromatografii cieczowej i spektrometrii mas) – typy jonizacji, zakresy zastosowań. MC-ICP-MS. Podstawy izotopowe pierwiastków lekkich (H, O, C, N, S), definicje (<math>R_{\text{izotop}}</math>), frakcjonowanie izotopowe, termometry izotopowe, metody przygotowania próbek do pomiaru stosunków izotopowych (off-line i on-line). Metody preparacji siarki z jonu siarczanowego, węgla z DIC-a, tlenu i wodoru z wody, tlenu z minerałów tlenkowych i krzemianowych. CF-IRMS wraz automatycznymi przystawkami Flash EA, TC/EA oraz Gas Benach II, PreCON. Preparatyki izotopowe on-line. Spektroskopia CRDS (spektroskopia strat we wnęce optycznej SSWO). Podstawy fizyczne metody. Budowa spektrometru CRDS (. Typy spektrometrów na przykładzie rozwiązań firmy Picarro (analizatory stężeń i analizatory składu izotopowego). Przystawki współpracujące ze spektrometrami CRDS (CM, Automate FX, Liason, Aurora TOC analyzer, etc.). Podstawy techniczne datowania - K/Ar, Ar/Ar, Rb/Sr, Sm/Nd, Fission Track Dating, Luminescence Dating, C-14. Zastosowanie izotopów promieniotwórczych w technice</p>



		<p><b>Ćwiczenia:</b> Wykonywanie przeliczeń związanych z normalizacją wyników względem międzynarodowych wzorców izotopowych, użycie podstawowych wzorów dotyczących składu izotopowego oraz frakcjonowania izotopowego. Obliczanie efektów frakcjonowania izotopowego z użyciem równań destylacji Rayleigh'a. Ilościowe określanie źródeł pochodzenia substancji z wykorzystaniem równań izotopowego bilansu mas oraz poznanych wcześniej równań frakcjonowania izotopowego.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Pobór próby powietrza atmosferycznego oraz pomiar stężenia i składu izotopowego węgla z dwutlenku węgla i metanu na spektrometrze CRDS Picarro G-2201i. Przygotowanie prób organicznych oraz pomiar składu izotopowego węgla na spektrometrze CRDS sprzęgniętym z interfejsem Liason i modułem spalającym CM (Combustion Module). Preparatyka izotopowa siarki (preparatyka off-line) z wytrąconego z roztworu jonu siarczanowego jako BaSO<sub>4</sub>, polegającej na kriogenicznym oczyszczaniu gazu z wody i gazów towarzyszących (w tym dwutlenku węgla). Pomiar składu izotopowego siarki na spektrometrze masowym Delta Advantage w opcji dual inlet.</p>
Moduł XIII - Rozpoznanie struktur wodonośnych		
1.	Modelowanie przepływów wód podziemnych	<p><b>Wykłady:</b> Modelowanie jako podstawowa metoda badawcza współczesnej hydrogeologii. Definicje i pojęcia podstawowe. Model hydrogeologiczny, model konceptualny a model numeryczny. Zarys historii modelowania, w tym metoda analogii elektrohydrodynamicznej (AEHD) i zasada działania integratorów siatkowych AP. Teoretyczne podstawy obliczeń numerycznych modeli filtracji. Cele symulacji modelowej. Rozwiązanie dla warunków ustalonych i nieustalonych. Stosowane w modelowaniu metody rozwiązań (różnica między MRS i MES). Rozwiązanie równań matematycznych opisujących filtrację. Metody iteracyjne. Odwzorowanie systemu wodonośnego na modelu. System wodonośny i typy układów hydrostrukturalnych odwzorowanych na modelu. Powierzchnie brzegowe. Krążenie i pionowa wymiana wody w obrębie systemu wodonośnego. Definiowanie warunków brzegowych. Schemat postępowania przy realizacji modelu. Dyskretyzacja i rodzaje siatek dyskretyzacyjnych. Warunki brzegowe i warunki początkowe modelu. Problematyka przygotowania danych wejściowych do modelu. Dane wejściowe; bazy danych i mapy numeryczne. Zastosowanie technik GIS. Problem skali modelu. Specyfika budowy modeli regionalnych systemów wodonośnych. Problem schematyzacji warunków hydrogeologicznych. Modelowanie geostatystyczne. Model deterministyczny i model stochastyczny. Schematyzacja warunków hydrogeologicznych i odwzorowanie układu hydrostrukturalnego na modelu. Metody rozwiązań numerycznych. Modele płaskie i przestrzenne 3-D. Zasada działania i zastosowanie wiodących programów modelujących w metodzie MRS i MES. Budowa modeli wielowarstwowych. Symulacja oddziaływań z wodami powierzchniowymi. Analiza jakości modelu. Kalibracja i weryfikacja modelu. Rozwiązanie zadań odwrotnych. Rodzaje występujących błędów. Wyniki badań modelowych. Analiza wyników modelu. Bilans wodny i obliczenia zasobów wód podziemnych na modelu. Analiza linii prądu, obszaru spływu wód do ujęcia i stref ochronnych na modelu. MODFLOW. Program MODFLOW i pakiety współpracujące. Schemat postępowania i prawidłowa dokumentacja modelu. Odwzorowanie migracji zanieczyszczeń na modelu. Modelowanie migracji zanieczyszczeń. Zastosowania programu MT3D. Problematyka przepływu wielofazowego w ośrodku porowatym. Przykłady zastosowań. Prezentacja wyników i rola internetu.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Podstawy budowy modelu. Problem schematyzacji, przygotowanie danych dla wykonania modelu koncepcyjnego. Zasady wprowadzania różnych typów warunków brzegowych. Tworzenie numerycznego modelu filtracji. Zastosowanie programów opartych na MRS (ASM i ASMwin) w</p>

		<p>modelowaniu filtracji wód podziemnych. Zadania dla warunków ustalonych i nieustalonych. Model 1-warstwowy. Budowa modelu płaskiego w planie (2-D). Możliwości wykorzystania otwartych programów do modelowaniu FLOWPATH. Modelowanie w rejonie ujęcia wód podziemnych. Wyznaczanie linii prądu w strumieniu filtracji. Określenie obszaru spływu wód do ujęcia (OSW). Model numeryczny jako narzędzie w wyznaczaniu stref ochronnych ujęć. Wykorzystanie metod geostatystycznych i GIS. Przygotowanie danych i wykorzystanie metod geostatystycznych i GIS w modelowaniu procesów hydrogeologicznych. Modele wielowarstwowe. Budowa modeli wielowarstwowych i trójwymiarowych (3-D) – zastosowania programu MODFLOW, poznanie interfejsów użytkownika, zadawanie warunków brzegowych i pionowych oddziaływań na modelu wielowarstwowym. Model filtracji dla warunków nieustalonych. Wprowadzanie kroków czasowych i analiza zmiennoczasowych wyników symulacji. Migracja zanieczyszczeń. Modelowanie migracji zanieczyszczeń przy użyciu wybranego programu (ASMwin, MT3D). Podsumowanie. Rola internetu i wykorzystanie baz danych w badaniach modelowych. Omówienie wykonanych projektów.</p>
2.	Metodyka próbnych pompowań	<p><b>Wykłady:</b> Dlaczego próbne pompowanie? Definicje i pojęcia podstawowe. Próbne pompowanie jako podstawowa metoda wyznaczania parametrów hydrogeologicznych. Dane, pomiary i modele matematyczne. Wybrane zagadnienia z teorii ruchu nieustalonego. Rodzaje krzywych zmian depresji w czasie pompowania; wykresy funkcji wzorcowych do obliczeń filtracji nieustalonej. Dopływ do studni w warunkach przesączania. Dokumentacja próbnego pompowania. Podstawowe schematy obliczeniowe. Wybrane schematy obliczeniowe w warunkach swobodnego i napiętego zwierciadła wody; metoda przybliżenia logarytmicznego; metoda studni chłonnych; metoda wzniosu zwierciadła wody. Pompowanie hydrowęzłowe, rozmieszczenie otworów obserwacyjnych. Obliczenia w złożonych warunkach hydrogeologicznych. Granica zasilania i granica szczelna. Badania filtracji nieustalonej w środowisku szczelinowatym. Parametry hydrogeologiczne. Rodzaje uzyskiwanych parametrów hydrogeologicznych dla różnych schematów obliczeniowych. Zasięg działania studni, wyznaczanie obszaru spływu wód do ujęcia (OSW). Modelowanie próbnych pompowań. Symulacja próbnych pompowań na modelu; wykorzystanie technik numerycznych w analizie wyników próbnego pompowania; rodzaje programów komputerowych do analizy próbnych pompowań.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Dane, pomiary i ich analiza. Analiza krzywych zmian depresji w czasie pompowania; wykonanie wykresu funkcji wzorcowych do obliczeń filtracji nieustalonej. Analiza dopływu do studni w warunkach przesączania. Praktyczna realizacja próbnego pompowania w szkoleniowym hydrowęźle. Przygotowanie, wykonanie, pomiary i dokumentacja próbnego pompowania. Zastosowanie podstawowych schematów obliczeniowych. Zastosowanie i ograniczenia metody Theisa, Theisa-Jacoba, Hantusha, Waltona. Parametry hydrogeologiczne. Zasady obliczeń parametrów hydrogeologicznych w zależności od zastosowanej metody. Obliczenia w złożonych warunkach hydrogeologicznych. Zastosowanie schematów obliczeniowych z granicą zasilania i granicą szczelną. Badania filtracji nieustalonej w środowisku szczelinowatym. Modelowanie próbnych pompowań. Możliwości wykorzystania numerycznego modelowania w odtworzeniu procesów filtracji w trakcie próbnego pompowania. Praktyczne wykorzystanie programów do analizy próbnych pompowań.</p>
3.	Kartografia hydrogeologiczna	<p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Terminologia, historia rozwoju, klasyfikacja i użytkowanie map. Systematyka map hydrogeologicznych w różnych skalach i różnych typach - przegląd map. Rola mapy, jako jednego z podstawowych narzędzi sterowania gospodarką wodną, planowaniem przestrzennym i ochrona środowiska geologicznego. Wykorzystanie map różnych typów. Wybrane metody i techniki przygotowania map, w tym metody zdjęcia hydrogeologicznego, teledetekcji i fotogrametrii. Treść map. Znaki kartograficzne. Prace kartograficzne. Przykłady opracowań kartografii hydrogeologicznej. Przykłady ogólnych map</p>

		hydrogeologicznych. Treść legend oraz plansze map przeglądowych i szczegółowych. Metodyka procesu opracowania mapy hydrogeologicznej: założenia ogólne, gromadzenie materiałów dokumentacyjnych, prace polowe, kameralne i redakcyjne, prace edytorskie, redakcja tekstu objaśniającego, promocja mapy. Problemy formalno-prawne w kartografii hydrogeologicznej i ochrony wód podziemnych. Mapy ekologiczne i mapy hydrochemiczne. Instrukcje do map. Narzędzia kartografii hydrogeologicznej. Wykorzystanie i opracowanie bazy danych do arkusza mapy. Opracowanie przekroju hydrogeologicznego na podstawie mapy hydrogeologicznej. Opracowanie projektu geologicznego wykonania szczegółowej mapy hydrogeologicznej fragmentu terenu. Mapy ochrony wód, mapy podatności, mapy wrażliwości. Ocena wodonośności obszaru i stopnia zagrożenia. Opracowanie i wykorzystanie numerycznych map hydrogeologicznych. Procedura pomiaru współrzędnych z wykorzystaniem odbiorników GPS oraz wykorzystanie narzędzi GIS.
4.	Ochrona i monitoring wód podziemnych	<b>Wykłady:</b> Zakres i cele ochrony wód podziemnych. Charakterystyka zanieczyszczeń wód podziemnych. Monitoring wód podziemnych. Sieci monitoringu w kraju. Rola stacji hydrogeologicznych. Ocena stanu jakości wód podziemnych. Geologiczne i hydrogeologiczne warunki transportu zanieczyszczeń. Tempo migracji zanieczyszczeń w wodach podziemnych. Monitoring i ochrona w.p. w otoczeniu składowisk odpadów. Strefy ochronne ujęć wód podziemnych. Metody oceny podatności wód podziemnych na zanieczyszczenia. Przepływ wielofazowy (NAPL) w środowisku gruntowo-wodnym. Metody diagnozowania, oceny zanieczyszczeń środowiska gruntowo-wodnego substancjami ropopochodnymi i problemy remediacji. <b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Opracowanie danych z monitoringu wód podziemnych. Analiza statystyczna, przeliczenia i graficzne odwzorowanie długookresowych danych z monitoringu hydrogeologicznego. Wyznaczanie prędkości i linii prądu strumienia wód podziemnych. Obliczenia tempa migracji zanieczyszczeń w rejonie składowiska. Strefy ochronne ujęć wód podziemnych. Wyznaczanie plamy zanieczyszczeń NAPL i zredukowanej wysokości hydraulicznej. Mapy wrażliwości wód podziemnych na zanieczyszczenie.
5.	Nowe rozwiązania i metody badawcze w hydrogeologii	<b>Seminarium:</b> Referowanie i dyskusja naukowa nad proponowanymi artykułami naukowymi dotyczącymi nowych metod badawczych w zakresie hydrogeologii. Korekta błędów oraz zaszczerpiecie prawidłowych postaw związanych z: poprawną interpretacją tekstu naukowego, planowaniem własnych obserwacji i eksperymentów (będących podstawą pracy naukowej); gromadzeniem, analizą i interpretacją danych zarówno literaturowych jak i własnych; prezentowaniem i dyskusją wyników; sposobem wykorzystania piśmiennictwa.
Moduł XIV - Zasoby wód podziemnych i ich eksploatacja		
1.	Poszukiwanie i rozpoznawanie zasobów wód podziemnych	<b>Wykłady:</b> Klasyfikacje zasobów wód podziemnych. Prawne podstawy ustalania zasobów. Stopień rozpoznania zasobów wód podziemnych w Polsce. Zasady ustalania i dokumentowania regionalnych zasobów wód podziemnych. Metodyka oceny zasobów odnawialnych, z wykorzystaniem metod hydrologicznych (Wundta, Killega, Natermann, krzywych wysychania) i hydrogeologicznych (wahań zwierciadła wody, hydrodynamicznej) oraz dyspozycyjnych. Metodyka oceny zasobów eksploatacyjnych ujęć zwykłych wód podziemnych. Ochrona zasobów wód podziemnych. <b>Ćwiczenia:</b> Opracowanie dokumentacji zasobów odnawialnych dla wybranego obszaru bilansowego. Wybór obszaru zasobowego i charakterystyka warunków naturalnych. Przygotowanie danych wyjściowych

		do oceny wielkości zasilania metodą wskaźnika infiltracji. Obliczanie zasobów odnawialnych wód podziemnych metodami hydrologicznymi i hydrogeologicznymi (wahań zwierciadła wód podziemnych, regresji zwierciadła wód podziemnych, hydrodynamiczną). Bilans wodny zlewni. Analiza porównawcza wyników uzyskanych różnymi metodami. Opracowanie mapy zasobów wód podziemnych.
2.	Projektowanie, budowa i eksploatacja ujęć wód podziemnych	<b>Wykłady:</b> Klasyfikacja ujęć, historia rozwoju, terminologia, hydrogeologiczne przesłanki wyboru rodzaju ujęcia. Charakterystyka, budowa i eksploatacja ujęć szybowych, wierconych, infiltracyjnych, drenażowych, promienistych oraz ujęć ze źródeł. Sposoby czerpania wody ze studni, rodzaje i usytuowanie pomp, zastosowanie lewarów, studnie zbiorcze. Metody oceny sprawności studni na podstawie wyników próbnych pompowań. Zagadnienia eksploatacji studni, procesy starzenia ujęć, studnie zastępcze, przebieg eksploatacji studni, metody renowacji i regeneracji studni. <b>Ćwiczenia:</b> Ocena zapotrzebowania na wodę. Opracowanie koncepcji budowy lub rozbudowy ujęcia. Opracowanie projektu badań geologicznych. Opracowanie dokumentacji hydrogeologicznej studni. Wykonanie operatu wodno- prawnego studni. Hydrogeologiczna obsługa wiercenia studni.
3.	Odwadnianie terenów i obiektów budowlanych	<b>Wykłady:</b> Cele odwodnień, wpływ warunków geologicznych i hydrogeologicznych na warunki odwadniania. Odwadnianie terenów. Metody odwadniania (systemy odwadniania, układ drenaży). Badania dla potrzeb odwadniania. Prawne podstawy prowadzenia prac odwodnieniowych. Odwodnienie powierzchniowe. Drenaż poziomy wgłębny. Odwodnienie pionowe. Ścianki szczelne. <b>Ćwiczenia:</b> Zasady obliczeń drenaży. Poziome odwodnienia obiektu budowlanego. Projekt robót geologicznych w związku z odwodnieniem budowlanym otworami wiertniczym. Operat wodnoprawny na odwodnienie obiektu budowlanego.
4.	Zmiany w środowisku wodnym pod wpł. działaln. człowieka i ich ocena	<b>Seminarium:</b> Podczas zajęć studenci analizują i prezentują następujące zagadnienia: Bilanse wodne obszarów zagospodarowanych i zagrożonych, Antropopresyjne zmiany odpływu podziemnego. Dopływ podziemny do jezior i mórz. Ingresje wód morskich i zasolonych. Kwaśne opady i ich hydrogeologiczne konsekwencje. Osady rzeczne i jeziorne jako ogniska zanieczyszczeń dla wód. Problemy eksploatacji płytkich wód podziemnych. Wody podziemne i powierzchniowe obszarów rolniczych, Wielkopowierzchniowe i lokalne leje depresyjne. Zmiany środowiska wodnego miast. Zagospodarowanie zasobów wód podziemnych na wybrzeżach morskich. Wody podziemne i powierzchniowe obszarów górniczych. Wpływ antropopresji na reżim wód leczniczych i mineralnych. Substancje promieniotwórcze w wodach podziemnych i powierzchniowych. Degradacja gleb a środowisko wodne. Inne, zaakceptowane przez prowadzącego
5.	Hydrogeologia regionalna	<b>Wykłady:</b> Przedmiot, zakres i metody badawcze w hydrogeologii regionalnej. Elementy składowe regionalnych opracowań hydrogeologicznych. Regionalizacja hydrogeologiczna Polski i jej kryteria. Stan hydrogeologicznego rozpoznania Polski i podziały hydrogeologiczne. Przegląd map hydrogeologicznych. Główne Zbiorniki Wód Podziemnych Polski. Systematyka wód podziemnych. Definicje struktury i regionu hydrogeologicznego. Podział struktur wodonośnych. Koncepcja systemów wodonośnych. Wskaźniki wodonośności. Charakterystyka środowiska fizyczno-geograficznego Polski. Hydrogeologia regionalna prowincji: nizinnej i górsko-wyżynnej Polski. Wody mineralne, lecznicze i termalne Polski
Moduł XV - Geologia inżynierska		
1.	Mechanika gruntów	<b>Wykłady:</b> Wpływ stanów gruntów na ich właściwości mechaniczne. Rodzaje naprężeń w podłożu gruntowym. Naprężenia w gruncie od siły skupionej i od obciążenia na obszarze prostokątnym i kołowym.

		<p>Odkształcenia podłoża, teoria konsolidacji. Stany graniczne podłoża, podstawowe metody ich obliczania. Stateczność skarp i zboczy, metody jej obliczania dla różnych warunków wytrzymałościowych.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Określenie zmian stanu naprężeń w podłożu gruntowym obciążonym fundamentem. Obliczenie stateczności i wielkości osiadań podłoża gruntowego obciążonego fundamentem. Obliczenia stateczności skarpy dla zadanych warunków jej obciążenia i geometrii</p>
2.	Kartowanie i dokumentowanie geologiczno-inżynierskie	<p><b>Ćwiczenia:</b> Analiza map i interpretacja zawartych danych na mapach geologiczno-inżynierskich w różnych skalach. Interpretacja terenowych wyników badań geologiczno-inżynierskich w postaci profili punktów badawczych i przekrojów geologiczno-inżynierskich. Wykonanie mapy warunków gruntowo-wodnych w skali 1:1000. Wykonanie opinii geotechnicznej. Wykonanie dokumentacji geologiczno-inżynierskiej obiektu kubaturowego</p>
3.	Fizyczno-chemiczne własności gruntów	<p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Oznaczanie laboratoryjne zawartości wody związanej, powierzchni właściwej, pojemności wymiany jonowej, zawartości substancji organicznej w gruntach plastycznych. Ocena hydrofilności gruntów plastycznych na podstawie różnych badań. Laboratoryjne oznaczanie składników wpływających na właściwości korozyjne wód i gruntów. Wykorzystanie właściwości sorpcyjnych gruntów plastycznych w ochronie środowiska.</p>
4.	Warunki posadowienia obiektów budowlanych	<p><b>Wykłady:</b> Charakterystyka gruntów budowlanych w Polsce. Wpływ warunków wodnych na posadowienie obiektów budowlanych. Obliczenia dopływów wody do wkopów fundamentowych. Metody odwadniania wykopu w zależności od parametrów filtracyjnych skał. Badania podłoża gruntowego pod obiekty liniowe. Różne warunki posadowienia obiektów liniowych. Badania podłoża gruntowego pod obiekty hydrotechniczne. Różne warunki posadowienia obiektów hydrotechnicznych. Lokalizacja i badania podłoża gruntowego pod składowiska odpadów komunalnych. Badania geologiczno-inżynierskie i specyfika posadowienia obiektów budowlanych na obszarach morskich RP. Problemy posadowienia obiektów budowlanych na obszarach górniczych.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Przedstawienie propozycji kierunków zagospodarowania przestrzennego wybranej gminy w zależności od warunków środowiskowych i geologiczno-inżynierskich. Metody obliczania dopływu wody do wykopu. Różne metody odwadniania wykopów. Projekt odwodnienia wykopu. Ocena ilościowa wybranych procesów geodynamicznych. Sporządzenie dokumentacji geologiczno-inżynierskiej dla obiektu liniowego. Wybór i uzasadnienie lokalizacji zapory wodnej. Ocena tempa przekształcania brzegów zbiornika wodnego. Kryteria doboru gruntów do budowy wałów przeciwpowodziowych. Ocena przekształceń powierzchni terenu na obszarach górniczych.</p>
5.	Wybrane met. rekultywacji terenów przekształconych antropogenicznie	<p><b>Ćwiczenia:</b> Znajomość zagadnień prawnych z uzyskaniem decyzji o uzgodnieniu warunków i kierunku rekultywacji. Metody oceny poziomu zanieczyszczeń na obszarach zdegradowanych. Problematyka zakresu stosowalności i wyboru optymalnej technologii remediacji zanieczyszczeń.</p>
Semestr I-III – Przedmioty fakultatywne otwartego wyboru		
1.	Hydrogeologia górnicza	<p><b>Wykłady:</b> Przedmiot i podstawowe pojęcia z zakresu hydrogeologii górniczej. Czynniki naturalne i sztuczne (górnico-techniczne) wpływające na kształtowanie się dopływów do kopalń. Czynniki determinujące stopień zawodnienia złóż. Hydrogeologiczna klasyfikacja złóż. Warunki hydrogeologiczne w obszarze występowania polskich złóż węgla kamiennego i brunatnego, miedzi, cynku i ołowiu, żelaza,</p>

		<p>siarki, soli. Zawodnienie kopalń oraz stopnie, źródła i sposoby zwalczania zagrożeń wodnych. Badania hydrogeologiczne w obszarach złożowych i prognozowanie wielkości dopływu wody do kopalń. Określanie globalnych dopływów wód z górotworu do kopalń. Odwadnianie kopalń podziemnych i odkrywkowych. Metody odwadniania górotworu (studzienna, górnicza, otwarta i kombinowana). Sposoby odprowadzania wód kopalnianych. Metody głębienia i odwadniania szybów. Specjalne środki odwadniania górotworu. Sposoby odwadniania zwałów. Zatapienie kopalń likwidowanych. Wpływ zatopienia kopalni na warunki wodne na powierzchni terenu. Gospodarka wodami kopalnianymi. Hydrogeologiczna obsługa kopalń. Zasady zrztu wód kopalnianych. Zanieczyszczenie i jakość wód kopalnianych. Zmiany w środowisku pod wpływem działalności górniczej. Hydrogeologiczne szkody górnicze.</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> Opracowanie modelu warunków hydrogeologicznych rejonu złoża węgla brunatnego. Analiza danych z wierceń oraz wykonanie dokumentacyjnej mapy geologicznego rozpoznania złoża, oraz przekroju hydrogeologicznego wraz z jego interpretacją. Wykonanie map tematycznych odzwierciedlających naturalne warunki geologiczno-hydrogeologiczne w rejonie złoża. Szczegółowa analiza warunków hydrogeologicznych w rejonie złoża na podstawie map i przekrojów. Prognozowanie przebiegu odwadniania wkopu otwierającego i kolejnych odkrywek kopalni. Określenie globalnej wielkości dopływu wód z górotworu do odkrywki, z zastosowaniem różnorodnych metod obliczeniowych, w tym metody wielkiej studni.. Problem zwałowania skał płonnych. Opracowanie projektu odwadniania wkopu za pomocą studni przy wykorzystaniu wzorów dla filtracji ustalonej.</p>
2.	Geoekologia funkcjonalna wód powierzchniowych i podziemnych	<p><b>Wykłady:</b> Monitoring wód powierzchniowych. Monitoring wód powierzchniowych płynących i stojących; Organizacja i prowadzenie pomiarów. Klasyfikacja jakości wód. Monitoring wód podziemnych i rola monitoringów lokalnych. Rodzaje sieci monitoringu; Rola monitoringów lokalnych w ocenie oddziaływania obiektów uciążliwych na środowisko. Rozmieszczenie punktów obserwacyjnych; zakres i automatyzacja pomiarów. Zanieczyszczenia w środowisku gruntowo-wodnym. Problem substancji ropopochodnych. Rozpoznanie i wpływ zanieczyszczeń na środowisko gruntowo-wodne. Oddziaływanie składowisk odpadów. Główne ogniska zanieczyszczeń substancjami ropopochodnymi: bazy paliw, lotniska. Problem remediacji zanieczyszczonych gruntów i wód podziemnych. Zagadnienia związane z naturalnym samooczyszczaniem (MNA). Dokumentowanie i przetwarzanie geośrodowiskowych obserwacji terenowych. Zasady tworzenia i dokumentowania sieci monitoringu dla ocen oddziaływania na środowisko. Standardowe procedury obejmujące wyniki pomiarów i obserwacji hydrogeologicznych. Pole filtracji w otoczeniu ogniska zanieczyszczeń. Rola metod geostatystycznych w opracowaniu map wynikowych. Ocena oddziaływania na środowisko zbiorników retencyjnych. Rola badań geologicznych i monitoringu w ocenie oddziaływania zbiorników retencyjnych na środowisko. Geoekologia jako wynik postępu i integracji nauk przyrodniczych. Degradacja i zmiany w środowisku, jako czynniki stymulujące postęp i integrację nauk przyrodniczych. Rola czynników abiotycznych i biotycznych w kształtowaniu i regulacji dynamiki ekosystemów wód powierzchniowych oraz kształtowania chemizmu wód podziemnych. Zintegrowana strategia zrównoważonego użytkowania zasobów wodnych (IWRM) w skali zlewni; perspektywy rozwoju water sciences w kontekście programów: UNESCO, UNEP, ICSU, IIASA, IAHS. Nowoczesne strategie ochrony i użytkowania zasobów naturalnych. Wpływ rolnictwa i urbanizacji na zasilanie systemów rzecznych i jezior biogenami jako przyczyna eutrofizacji. Zagrożenia toksykologiczne i sanitarne wód powierzchniowych. Eutrofizacja jako globalny problem jakości wody– dynamika procesu, przyczyny, skutki, zakwity sinicowe jako zagrożenie toksykologiczne: hepato-, neuro-, dermato-, genotoksyczne działanie toksyn sinicowych. Zagrożenia związane z występowaniem bakterii chorobotwórczych, antybiotyków i substancji pseudohormonalnych. Redukcja symptomów eutrofizacji metodami geoekologicznymi. Gospodarka</p>

		<p>rybacka a jakość wód. Mechanizmy zagrożeń dla jakości wód związane z intensywną hodowlą ryb, zabiegi biomanipulacyjne na strukturze gatunkowej ichtiofauny zmierzające do poprawy jakości wód. Geoekologia w monitoringu, rekultywacji i renaturyzacji wód powierzchniowych. Bioindykatory w biomonitoringu wód powierzchniowych: organizmy wskaźnikowe, metody oceny. Biotechnologie ekosystemowe: wykorzystanie bioremediacji i fitotechnologii do rekultywacji ekosystemów; wybrane aspekty renaturyzacji rzek; konstrukcja i funkcjonowanie stref buforowych, przykłady zastosowań.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Monitoring wód powierzchniowych. Analiza przepływów w przekrojach hydrometrycznych zlewni; Obliczenia ładunku zanieczyszczeń wprowadzanych do odbiornika ze zlewni pomiarowej. Opracowanie klasyfikacji wód w oparciu o wyniki monitoringu w zlewni. Monitoring wód podziemnych i rola monitoringów lokalnych. Obliczenia ładunku zanieczyszczeń wprowadzanych do odbiornika w strumieniu wód podziemnych. Obliczenia rzeczywistej prędkości filtracji. Zastosowanie metody hydrodynamicznej. Analiza pola filtracji w otoczeniu ogniska zanieczyszczeń. Wyznaczenie kierunków i prędkości migracji zanieczyszczeń. Dokumentowanie i przetwarzanie geośrodowiskowych obserwacji terenowych. Zastosowanie metod geostatystycznych w opracowaniu map rozkładu zanieczyszczeń na przykładzie osadów dennych wybranego zbiornika retencyjnego. Wykorzystanie map hydrogeologicznych i sozologicznych. Zanieczyszczenia substancjami ropopochodnymi. Opracowanie map rozkładu wysokości hydraulicznej dla określenia kierunków i tempa migracji plamy NAPL w środowisku wód podziemnych. Określenie stanu chemicznego i ekologicznego jednolitej części wód powierzchniowych i jednolitej części wód podziemnych. Geostatystyczna interpretacja danych z monitoringu jednolitej części wód podziemnych i jednolitej części wód powierzchniowych. Jakość wody a struktura sieci troficznej. Ocena wpływu filtratorów (wioślarki i małże) na przejrzystość wody i pojawianie się zakwitów sinicowych w wodach eutroficznych – ocena eksperymentalna w laboratorium. Bioindykacja w testach ekotoksyczności zakwitów sinicowych. Wykonanie testów ekotoksyczności Thamnotoxkit wody z akwenów eutrofizowanych – badanie laboratoryjne.</p>
3.	Hydrogeologiczne aspekty budownictwa wodnego	<p><b>Wykłady:</b> Budowle wodne. Definicje i pojęcia podstawowe. Rodzaje budowli wodnych, charakterystyka, klasyfikacja. Zapory. Podstawowe obciążenia budowli piętrzących; zapory ziemne i zapory betonowe. Typy zapór ziemnych, elementy zapór ziemnych i ich wymiarowanie; posadowienie i wykonawstwo różnych typów zapór ziemnych. Filtracja w zaporze. Filtracja przez korpus i podłoże zapór ziemnych; rozkład ciśnień piezometrycznych, siatka hydrodynamiczna na przekroju pionowym, krzywa depresji w zaporze. Dobór elementów uszczelniających. Podział jazów; zagadnienia filtracji pod jazami. Modelowanie filtracji. Modelowanie procesów filtracji przez zaporę i inne obiekty hydrotechniczne. Badania stateczności. Stateczność zapór ziemnych; wyznaczanie powierzchni poślizgu skarp; wpływ parcia hydrodynamicznego i wahań zwierciadła. Monitoring i dane. Metody gromadzenia i przygotowania hydrogeologicznych danych dla potrzeb budownictwa wodnego. Zbiorniki zaporowe. Zbiorniki zaporowe, ich podział i zadania. Monitoring hydrogeologiczny obszaru zbiornika. Główne problemy gospodarki wodnej na zbiorniku. Ocena oddziaływania na środowisko. Rola małej retencji wodnej.</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> Posadowienie budowli wodnej. Wybór obszaru, analiza warunków naturalnych, analiza map, obliczenia elementów niezbędnych do wymiarowania obiektu. Wymiarowanie budowli. Projektowanie rozmiarów zapory, dostosowanie do warunków naturalnych, projektowanie elementów uszczelniających i zabezpieczających. Badania filtracji. Dobór i uśrednianie parametrów filtracji. Obliczenia filtracji w korpusie zapory i pod zaporą. Modelowanie filtracji. Możliwości wykorzystania numerycznego modelowania w odtworzeniu procesów filtracji i projektowaniu zabezpieczeń w zaporze. Budowa modelu płaskiego w planie</p>

		(2-D). Wyznaczanie linii prądu w strumieniu filtracji. Badania stateczności (fakultatywnie dla ambitnych). Zastosowania schematów obliczeń stateczności w warunkach wpływu filtracji przez korpus zapory.
4.	Kartografia geologiczna w górnictwie	<p><b>Wykłady:</b> Podstawy powierzchniowej i głębokiej kartografii geologicznej, geodezji górniczej oraz kartowania w kopalniach podziemnych i odkrywkowych oraz analizy danych otworowych i geofizycznych. Przedstawienie rodzajów danych źródłowych wykorzystywanych w kartografii geologicznej, rodzajów map, ich charakterystyki oraz zastosowania. Podstawy konstrukcji map i przegląd map tematycznych. Przegląd oprogramowania wykorzystywanego w kartografii geologicznej w kopalniach w Polsce – zalety i ograniczenia.</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> Konstrukcja i interpretacja profili otworów wiertniczych. Analiza danych otworowych. Konstrukcja i interpretacja profili wyrobisk górniczych. Konstrukcja i interpretacja map miąższościowych. Konstrukcja map geologicznych głębokich i map tematycznych. Interpretacja struktur geologicznych i ich ewolucji na podstawie danych otworowych oraz map geologicznych.</p> <p><b>Ćwiczenia terenowe:</b> 3-dniowy kurs terenowy obejmujący praktyczne kartowanie geologiczne w kopalniach oraz dokumentację rdzeni wiertniczych</p>
5.	Ekonomia i zagadnienia prawne w inwestycjach proekologicznych	<p><b>Wykłady:</b> Podstawowe pojęcia, koncepcje i zasady ochrony środowiska. Organizacja administracji ochrony środowiska. Udział społeczeństwa w procedurach decyzyjnych dotyczących środowiska. Ochrona środowiska w działalności inwestycyjnej. Ochrona zasobów środowiska. Ograniczenia sposobów korzystania z nieruchomości w związku z ochroną środowiska. Gromadzenie i udostępnianie informacji o środowisku. Ekonomiczne instrumenty ochrony środowiska. Odpowiedzialność w ochronie środowiska.</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> Program operacyjny – Infrastruktura i Środowisko. Certyfikaty energetyczne. Ocena oddziaływania na środowisko. Regionalne programy operacyjne. Finansowanie inwestycji proekologicznych. Pozwolenia zintegrowane.</p>
6.	Geologia wybranych surowców	<p><b>Wykłady:</b> Złoża sorbentów i materiałów izolacyjnych (perlit, wermikulit, bentonit, zeolity). Złoża surowców balneologicznych (peloidy lecznicze). Złoża pierwiastków ziem rzadkich. Złoża kamieni jubilerskich</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> Przegląd złóż wyżej wymienionych surowców, przygotowywanie raportów opracowań własnych studentów.</p>
7.	Gospodarka wodna i prawo wodne	<p><b>Wykłady:</b> Ogólne założenia i zasady gospodarki wodnej. Główne cele i zadania gospodarki wodnej. Rola rzek i zbiorników wodnych w rozwoju społeczeństw. Przepisy regulujące gospodarowanie wodami. Zasoby wodne Polski na tle Europy i świata. Zasoby dyspozycyjne, eksploatacyjne i zarys metod ich szacowania. Źródła informacji o zasobach wodnych i ich zagospodarowaniu. Rodzaje ujęć wody: podziemne, powierzchniowe, infiltracyjne. Zagrożenie i zanieczyszczenie wód. Systemy monitoringu środowiska wodnego w Polsce. Instrumenty zarządzania zasobami wodnymi; planowanie w gospodarowaniu wodami, pozwolenia wodnoprawne, opłaty i należności. Wezbrania i powodzie. Zagrożenia powodzią na obszarze Polski. Ochrona przed powodzią. Charakterystyka energetyki wodnej. Energetyka wodna w Polsce. Charakterystyka gospodarki wodnej Bałtyku. Wyzwania gospodarki wodnej na tle zmieniającego się klimatu.</p>
8.	Limnologia i oceanografia	<p><b>Wykłady:</b> Wprowadzenie do limnologii i oceanografii: definicje, rys historyczny rozwoju limnologii i oceanografii, właściwości wód słodkich i słonych i ich zasoby, woda w krajobrazie. Typy wód śródlądowych: Ogólna charakterystyka wód płynących, jezior, zbiorników zaporowych Pochodzenie jezior i typy genetyczne, cechy, morfometria, parametry mis jeziornych, strefy mis jeziornych i warunki ich funkcjonowania, zasilanie jezior. Znaczenie czynników fizykochemicznych w jeziorach: Termika wód jeziornych, wiosenne i jesienne mieszanie wód, bilans cieplny jeziora, złodzenie jezior, właściwości</p>



		<p>optyczne wody, barwa, zapach. Zmienność warunków tlenowych w jeziorach, znaczenie stratyfikacji termicznej. Równowaga chemiczna <math>\text{CO}_2/\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}</math> jako układ buforujący, pH, potencjał redoks, przewodnictwo elektryczne – jaką informację przekazują o jakości wody. Obieg biogeochemiczny fosforu, azotu, siarki i ich znaczenie dla funkcjonowania jezior. Materia organiczna w jeziorach, osady jeziorne – metody badań, klasyfikacja, znaczenie w obiegu pierwiastków. Organizmy wodne, ich rola i interakcje z czynnikami hydrochemicznymi: Główne zespoły organizmów wód powierzchniowych i ich znaczenie funkcjonalne, produkcja biologiczna, biomasa i liczebność, interakcje troficzne. Sukcesja w jeziorach, powstawanie i rozwój torfowisk. Zagrożenia, ochrona wód i rekultywacja wód powierzchniowych: Zmiany antropogeniczne jezior (rolnictwo, przemysł, turystyka, ścieki, zaburzenia stosunków wodnych, wprowadzanie obcych gatunków), zagrożenia dla jakości wody: fizyczne, chemiczne, toksykologiczne i sanitarne. Eutrofizacja, przyczyny, konsekwencje, rozwiązania, rekultywacja. Oceany i morza – wszechocean: Główne jednostki topograficzne dna oceanicznego: krawędzie kontynentów, (szelf, skłon kontynentalny, podniesienie przedkontynentalne), obszary oceaniczne (grzbiety śródoceaniczne, strefy subdukcji, platformy oceaniczne). Termika wód oceanicznych. Woda morska i jej hydrochemia: zasolenie i jego pochodzenie oraz konsekwencje, materia organiczna, składniki gazowe, produktywność oceanów. Dynamika mórz i oceanów Dynamika mórz: falowanie (geneza, typy fal i ich interakcje), pływy (geneza i skutki), prądy oceaniczne (wywołane wiatrem, cyrkulacja powierzchniowa i głębokowodna, prądy przybrzeżne), upwelling. Wykorzystanie dynamiki mas wody do produkcji energii. Ochrona i eksploatacja surowców morskich Przepisy regulujące prawo narodów do wybrzeży. Głębokomorskie złoża mineralne, eksploatacja ropy naftowej, rybołówstwo, zanieczyszczenia mórz, degradacja środowiska morskiego.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Opis, pomiary i interpretacja parametrów morfometrycznych i warunków fizykochemicznych w terenie. Opis jeziora zgodnie z procedurą Lake Habitat Survey. Pobór próbek wody, osadów i elementów biologicznych – analizy wybranych parametrów. Obliczenia wskaźników degradacji jezior, indeksów trofii. Eksperymentalna analiza przebiegu wybranych procesów jeziornych w wodzie i/lub osadzie.</p>
9.	Metody interpretacji danych hydrogeologicznych	<p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Rola statystyki w badaniach hydrogeologicznych. Etapy badania statystycznego. Zjawiska i procesy hydrogeologiczne jako obiekty badań statystycznych. Terminologia statystyczna. Zbiorowość a jednostka statystyczna. Cechy statystyczne i typy skal pomiaru. Zastosowanie statystyki opisowej w badaniach hydrogeologicznych. Miary rozkładu cechy. Znaczenie rozkładu w analizie danych hydrodynamicznych i hydrochemicznych, szereg rozdzielczy i analiza rozkładu cechy. Testy normalności rozkładu. Graficzna prezentacja wyników opisu statystycznego. Graficzna prezentacja rozkładu cechy. Analiza zależności pomiędzy cechami w badaniach hydrogeologicznych. Korelacja liniowa i nieliniowa, analiza regresji. Graficzna prezentacja wyników analizy korelacji i regresji. Podstawy analizy wielowymiarowej: analiza skupień. Klasyfikacja danych wielowymiarowych. Graficzna prezentacja wyników analiz. Analiza danych przestrzennych w badaniach hydrogeologicznych. Zasady sporządzania map rozkładów. Interpretacja zmienności rozkładu przestrzennego.</p>
10.	Specjalne metody geofizyczne	<p><b>Wykłady:</b> Geofizyczne metody badań osadów dennych (morska geofizyka). Ultradźwiękowe badanie materiałów i skał, pomiary laboratoryjne w geofizyce. Zastosowanie zjawisk interakcji pól akustycznych i elektrycznych w diagnostyce skał zbiornikowych oraz poszukiwaniu węglowodorów. Rewitalizacja mało produktywnych otworów wiertniczych metodami geofizycznymi. Elementy petrofizyki. Geofizyka i ochrona środowiska. Metoda magnetotelluryczna: pomiary MT (Magnetotellurics) z wykorzystaniem elektromagnetycznych pól naturalnych niskich częstotliwości, pomiary AMT (Audio-Frequency Magnetotellurics) w audiomagnetotellurycznym paśmie częstotliwości, pomiary CSAMT (Controlled Source</p>

		<p>Audio-Frequency Magnetotellurics) z wykorzystaniem pól sztucznie wzbudzanych. Metoda polaryzacji wzbudzonej IP (Induced Polarization) - pomiary w dziedzinie czasu - pomiary w dziedzinie częstotliwości. Metoda procesów przejściowych TDEM (Time Domain Electro-Magnetics. Metody aerogeofizyczne.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Są prowadzone w sali komputerowej. Stanowią rozszerzenie wykładów o interpretację pomiarów geofizycznych oraz praktyczne ćwiczenie terenowe.</p>
11.	Charakterystyka i wykorzystanie złóż antropogenicznych	<p><b>Wykłady:</b> Podstawowe pojęcia geologiczne, podział złóż antropogenicznych, kopaliny, zwały osadniki, definicja złoża antropogenicznego. Klasyfikacje złóż antropogenicznych. Złóża lub potencjalne złoża antropogeniczne, właściwości nagromadzonej substancji, czas tworzenia się złóż antropogenicznych, złoża a składowiska odpadów, czynniki techniczno-organizacyjne, ekonomiczne, decyzja o zagospodarowaniu składowisk. Dokumentowanie i ochrona złóż antropogenicznych. Miejsce złóż antropogenicznych w zagospodarowaniu odpadów, bilans zasobów złóż kopalin, uzasadnienie celowości dokumentowania, aspekt pragmatyczny dokumentowania, aspekt formalno-prawny, problem czystości zwałowania. Charakterystyka złóż antropogenicznych. Charakterystyka zbiorników poflotacyjnych, budowa, skład materiału, parametry techniczne zbiorników, przykłady zbiorników z obszaru Polski (np. Gilów, Lena, Wartowice, itp), charakterystyka odpadów pirometalurgicznych, skład, zastosowanie, mineralogia, analogi naturalne żużli hutniczych, charakterystyka mineralogiczno-petrograficzna wybranych żużli: np. żużli pomiedziowych, żelazowych, pomolibdenowych, połówkowych, poniklowych, pokobaltowych i innych. Rozpoznawanie złóż antropogenicznych. Jak realizuje się rozpoznanie, zasady rozpoznania, czas wykonania prac rozpoznawczych, środki techniczne rozpoznania, rozmieszczenie wyrobisk rozpoznawczych, rozpoznawania zwałów, rozpoznawanie osadników poflotacyjnych i odpadowych. Projektowanie prac geologiczno-rozpoznawczych. Zasady sporządzania dokumentacji geologicznej złoża antropogenicznego. Forma dokumentacji złoża antropogenicznego.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Zajęcia praktyczne, wykonywanie map stropu i spągu złoża antropogenicznego, modelowanie geostatystyczne rozkładu parametrów złoża, sporządzanie przekrojów przy użyciu programu surfer i grapher, projektowanie wierceń geologicznych, sporządzanie siatek wierceń, zajęcia praktyczne, nauka i obsługiwanie programów geostatystycznych, graficznych: surfer, grapher, geo-eas, vario itp., obliczenie zasobów wybranych złóż antropogenicznych, wykorzystanie umiejętności nabytych podczas ćwiczeń do sporządzenia projektu prac geologicznych i dokumentacji złoża antropogenicznego.</p>
12.	Energetyka odnawialna	<p><b>Wykłady:</b> Energia ze źródeł odnawialnych - moda czy konieczność? Energia w przyrodzie. Surowce energetyczne. Podział i źródła energii odnawialnej. Praktyczne wykorzystanie energii odnawialnej, rozwiązania techniczne i technologiczne, przykłady instalacji. Paliwa alternatywne w transporcie. Polityka energetyczna Polski na tle Europy i świata. Ekonomia energetyki odnawialnej</p>
13.	Ewolucjonizm	<p><b>Wykłady:</b> Rozwój historycznych koncepcji nt. ewolucjonizmu świata organicznego. Podstawowe pojęcia darwinizmu i neodarwinizmu (powstawanie taksonów z taksonów starszych, zmiany populacyjne, rola doboru naturalnego, mechanizm dziedziczenia; naukowa krytyka darwinizmu – mutacjonizm; neodarwinizm: koncepcje genetyki populacyjnej Dobzhansky'ego, mikroewolucja i makroewolucja). Mechanizmy ewolucji (koncepcje gatunku, specjacji i radiacji, gen, allele, mutacje i zmienność genetyczna, dryf genetyczny, fenotyp. Badania Grantów nad mechanizmami ewolucji, intensywność doboru naturalnego. Radiacje adaptacyjne. Punktualizm i gradualizm w koncepcjach ewolucyjnych). Zasady odtwarzania filogenetycznych linii rozwojowych w oparciu o tradycyjne metody, kladystyczne i bazujące na analizie materiału genetycznego współczesnych taksonów. Przejawy ewolucji w zapisie paleontologicznym (niekompletność danych geologicznych a odtwarzanie drzew filogenetycznych;</p>

		paleontologiczna a biologiczna definicja gatunków, problem ich wymierania; zagadnienia koewolucji; rola konkurencji i drapieżnictwa w wymieraniu taksonów; hipoteza Czerwonej Królowej a przeżywalność taksonów; katastrofizm a ewolucjonizm; odtwarzanie bioróżnorodności; drzewa rodowe na podstawie badań genetycznych współczesnych gatunków) i wybrane przykłady z współczesnego świata organicznego. Ewolucjonizm versus kreacjonizm (kreacjonizm staroziemski i nowoziemski; podstawy koncepcji „inteligentnego projektu”. Kreacjonistyczna krytyka makroewolucjonizmu; naukowa krytyka kreacjonizmu).
14.	Geodynamika - wybrane zagadnienia	<b>Wykłady:</b> Geodynamika i geokinematyka (definicje, zakres, metody kategoryzacji – fizyczne, stochastyczne i fenomenologiczne). Wskaźniki geokinematyki i geodynamiki (geodezyjne, geologiczne, archeologiczne i geomorfologiczne. Globalny system monitoringu geodynamicznego. Laboratorium Geodynamiczne PAN w Książu.
15.	Hydraulika	<b>Wykłady:</b> Podstawowe pojęcia mechaniki płynów. Podstawowe własności fizyczne cieczy, prawa hydrostatyki, kinetyki i hydrodynamiki. Siły działające na ciecz w spoczynku – charakterystyka ciśnień. Urządzenia do pomiaru ciśnienia. Prawa hydrostatyki. Prawo Eulera, Pascala, równanie równowagi; Napór cieczy na ściany, parcie hydrostatyczne; wypór i pływanie ciał zanurzonych. Podstawy dynamiki cieczy. Pola fizyczne, chwilowy element cieczy, charakterystyka toru, linia prądu, struga elementarna. Opis prędkości i natężenia przepływu oraz klasyfikacja ruchów cieczy. Dynamika cieczy, szczegółowa charakterystyka równania Bernoulliego. Opory ruchu. Przewody pod ciśnieniem. Hydraulika przewodów ciśnieniowych: ruch laminarny i burzliwy, straty hydrauliczne, rurociągi, lewary. Wprowadzenie do hydrauliki przepływu cieczy w ośrodku skalnym. <b>Ćwiczenia:</b> Zastosowanie w zadaniach praw hydrostatyki i dynamiki cieczy. Obliczenia ciśnienia i brył parcia. Obliczenia przewodów pod ciśnieniem w oparciu o prawo Bernoulliego.
16.	Kalibracja historycznych map geologicznych i geogr. (HGIS)	<b>Wykłady:</b> Historia odwzorowań kartograficznych (definicje podstawowe, odwzorowanie a modelowanie, skala i układy odniesienia). Współczesne systemy odwzorowania przestrzennego powierzchni terenu i pokrycia (geodezyjne, geologiczne, satelitarne, radarowe, lidarowe, INSAR, DEM, NMPT). Sposoby kalibracji historycznych materiałów kartograficznych (dobór metody kalibracyjnej, wektoryzacja, węzły, linie i domeny kalibracyjne, zniekształcenia). Metody i cele wykorzystania niekartograficznych historycznych źródeł informacji przestrzennej (rodzaje źródeł, ocena wiarygodności źródeł, zastosowania w analizie przestrzennej środowiska naturalnego i obszarów zurbanizowanych, wykorzystanie H-GIS w analizie geozagrożeń, przykłady).
17.	Metody remediacji zanieczyszczeń chem. w środowisku gruntowo-wodnym	<b>Wykłady:</b> Główne czynniki i procesy antropogeniczne wpływające na przekształcenie środowiska. Akty prawne dotyczące zanieczyszczeń i ochrony środowiska gruntowo-wodnego w Polsce i UE. Ogólne zasady rekultywacji terenów przekształconych i kierunki ich zagospodarowania. Formy występowania i właściwości zanieczyszczeń środowiska gruntowo-wodnego. Mechanizm migracji zanieczyszczeń w wodach podziemnych. Wielofazowy transport zanieczyszczeń. Usuwanie zanieczyszczeń ze środowiska metodami in-situ. Usuwanie zanieczyszczeń ze środowiska metodami ex-situ.
18.	Modelowanie procesów hydrogeochemicznych	<b>Wykłady:</b> Rola modelowania hydrogeochemicznego w ochronie środowiska. Hydrogeochemiczne podstawy modelowania. Schematyzacja warunków hydrogeochemicznych i modele konceptualne. Konstrukcja i schematy obliczeniowe modeli hydrogeochemicznych. Przygotowanie i wprowadzanie danych do modeli. Kryteria wyboru typu modelu oraz interpretacja wyników. <b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Przygotowanie danych do modelu hydrogeochemicznego. Modelowanie transportu adwekcyjnego. Modelowanie stanu równowagi i bilansu masy roztworu wodnego. Modelowanie

		mieszania się wód o różnym chemizmie. Modelowanie zmian chemizmu wód podziemnych na skutek ługowania skał węglanowych. Wymiana jonowa.
19.	Najważniejsze obiekty geoturystyczne świata	<b>Wykłady:</b> Turystyka, geoturystyka: klasyfikacja form turystyki, turystyka poznawcza, zróżnicowanie pojmowania geoturystyki w różnych krajach (telling and selling geological stories, geotourism chapter, kluczowe zasady), kategorie obiektów geoturystycznych, geoprodukt, geoturystyka jako geologia stosowana. Formy działalności geoturystycznej: geoheritage - geoparks - geosites - geotrails - geotours - eoeducation - geoevents, geoparki i geostanowiska a formy ochrony przyrody, instytucje związane z dziedzictwem geologicznym, idea geoparków, Global Geoparks Network, karta dokumentacyjna geostanowiska, bazy geostanowisk, realne wykorzystanie geostanowisk (piramida Dowlinga). Geoparki - u nas, u sąsiadów, na świecie: geoparki krajowe w Polsce, geoparki lokalne i projektowane, geoparki w Republice Czeskiej - przegląd, geoparki w Niemczech - przegląd. Dzieje Ziemi - przegląd najważniejszych geostanowisk: Greatest Geological Sequences (Hutton's sites, klasyka alpejska, Grand Canyon, klasyka sekwencji ofiolitowych, turbidyty- krótka historia wielkiej formacji), Greatest Lagerstätten (jura Niemiec, Burgess Shale, Wadi Draa, Dinosaur Sites). Formy rzeźby i ich historie: Great Volcanic Stories (Kapadocja, kaldery Indonezji, płaskowyż Kolumbii i Yellowstone, inne sławne obiekty i krajobrazy wulkaniczne), Great Karst Stories (tam gdzie Kras jest nazwą własną, top Show Caves, jaskiniowe rekordy i jaskinie nietypowe, Great Karst Landscapes), historie najslawniejszych gór i krajobrazów górskich świata, Great Desert Landscapes (sand and sandstone stories). Wielkie historie górnicze i najważniejsze stanowiska mineralogiczne: Great Mining Stories (Jachymov, Wieliczka, Potosi, Kimberley, California Gold Rush), Mineral Eldorado's (Minas Gerais, Parana, Erongo, Madagascar). Geologia wielkich miast: Paryż, Nowy Jork, Rzym, Jerozolima (i geologia biblijna). Przegląd wybranych geoparków z sieci Global Geopark Network.
20.	Potencjał geoturystyczny Dolnego Śląska	<b>Wykłady:</b> Podstawowe pojęcia związane z ochroną przyrody nieożywionej (środowisko przyrodnicze, dziedzictwo geologiczne, georóżnorodność, ochrona litosfery). Turystyka – klasyfikacja i podstawowe formy. Geoturystyka jako nowa dziedzina nauk o Ziemi. Podstawowe pojęcia geoturystyki (walory turystyczne i przyrodnicze, obiekty geoturystyczne i kryteria ich klasyfikacji, zjawisko geoturystyczne, atrakcja geoturystyczna, geoparki, ich cechy i cele tworzenia, trasa geoturystyczna). Przykłady atrakcji geoturystycznych na świecie i w Europie. Geoturystyka i ochrona przyrody w Polsce. Przykłady atrakcji geoturystycznych w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem istniejących i planowanych geoparków. Geoturystyka na Dolnym Śląsku. Dolny Śląsk – granice, historia, regiony geograficzne i turystyczne. Formy ochrony przyrody na Dolnym Śląsku. Sudety – podział na regiony geograficzne i jednostki tektoniczne. Regionalny przegląd istniejących i projektowanych atrakcji geoturystycznych Dolnego Śląska (szczególnie geostrad sudeckich i geoparków, parków narodowych i krajobrazowych oraz wybranych rezerwatów, obiektów geoturystycznych i stanowisk dokumentacyjnych) – usytuowanie, walory przyrodnicze i geoturystyczne, charakterystyka geologiczna. Potencjalne możliwości wykorzystania zasobów przyrody nieożywionej Dolnego Śląska jako obiektów dydaktycznych, kolekcjonerskich i atrakcji geoturystycznych. Atrakcje geoturystyczne Wrocławia.
21.	Rozwój kręgowców w fanerozoiku	<b>Wykłady:</b> Filogeneza i taksonomia kręgowców tradycyjna versus kladogramy różnych grup Vertebrata. Najstarsze kręgowce, ich pochodzenie, pozycja Conodonta. Pojawienie się i ewolucja pierwszych grup bezżuchwówców i ryb, dewoński szczyt rozwoju; zanik ryb pancernych i przyczyny tego wydarzenia. Permskie formy słodkowodne chrząstnoszkieletowych. Mezozoiczny rozwój rekinów Selachii. Rozwój ryb kostnoszkieletowych. Sarcopterygii jako formy wyjściowe do środowiska lądowego. Najstarsze formy przejściowe między rybami a Tetrapoda, przystosowania do życia lądowego. Zmienność liczebności

		<p>taksonów Tetrapoda w fanerozoiku. Paleoekologia i rozwój kopalnych płazów. Różne grupy wymarłych i współczesnych gadów, powiązania ewolucyjne, przyczyny rozwoju i kryzysów. Endotermia i stałocieplność u kręgowców. Opanowanie środowisk wodnych i powietrznych przez gady. Powstanie ptaków, pierwotna i wtórna rola upierzenia, przystosowania do lotu, zmiany trybu życia w kenozoiku na tle zmian środowiskowych. Pochodzenie ssaków. Ssaki mezozoiczne, tryb życia i zajmowane biotopy. Kenozoiczna ekspansja ssaków. Zmienność anatomiczna jako pochodna zmian środowiskowych. Ewolucja naczelnych, człowiek na tle innych naczelnych – podobieństwa i różnice. Potencjał fosylizacyjny poszczególnych elementów szkieletowych Vertebrata, stopień dysartikulacji i konsekwencje dla zapisu paleontologicznego. Klasyczne metody wykorzystania szczątków kręgowców w datowaniach osadów lądowych kenozoiku (zonacje oparte na gryzoniach) i utworów morskich (zonacje rekinie paleogenu). Rola otolitów w biostratygrafii. Krytyczna analiza wykorzystania tropów i szczątków kręgowców do stratygrafii i rekonstrukcji paleośrodowiskowych. Geochemiczne metody datowań skamieniałości kręgowców (m.in. metody kolagenowa, strontowa, radiowęglowa). Rekonstrukcja zmian paleośrodowiskowych na bazie zmienności zespołów kręgowcowych.</p>
22.	Geoturystyka	<p><b>Wykłady:</b> Zakres badań i podstawowe pojęcia z zakresu geoturystyki. Przyrodnicze podstawy rozwoju turystyki. Turystyka geologiczna jako forma turystyki kwalifikowanej. Klasyfikacja walorów turystycznych. Walory wypoczynkowe, krajoznawcze, specjalistyczne. Naturalne obiekty przyrody nieożywionej jako formy atrakcji turystycznych. Walory krajoznawcze i ich podział. Walory przyrodnicze (osobliwości fauny i flory kopalnej, skałki i grupy skał, wąwozy, doliny i przełomy rzeczne, wodospady, źródła i wywierzyska, jaskinie i groty, głazy narzutowe i głazowiska, inne obiekty geologiczne, zbiory mineralogiczne i geologiczne, punkty widokowe). Krajobrazy Ziemi i ich waloryzacja turystyczna. Historia eksploatacji kopalin i antropogeniczne atrakcje turystyczne związane aktualną oraz dawną działalnością geologiczną i górnictwem. Wykorzystanie surowców skalnych w sztuce i architekturze. Atrakcyjność turystyczna wód powierzchniowych. Turystyka uzdrowiskowa. Elementy turystyki kwalifikowanej. Atrakcje geoturystyczne Polski. Regionalizacja turystyczna świata. Wpływ ruchu turystycznego na środowisko przyrodnicze.</p>
23.	Petroarcheologia	<p><b>Wykłady:</b> Geoarcheologia, archeometria, petroarcheologia, archeomineralogia - przegląd pojęć i klasyfikacji. Charakterystyka artefaktów z różnych epok pradziejów (epoka kamienna, brązu, żelaza, okres wpływów rzymskich, średniowiecze) i nowożytności. Metodyka i przykłady zastosowania specjalistycznych metod badań mineralogiczno-petrologicznych do badań obiektów archeologicznych (zabytki kamienne, ceramika, kamienie jubilerskie i budowlane). Rola i zadania geologów podczas badań archeologicznych. Sposoby przedstawiania wyników badań petroarcheologicznych.</p>
24.	Ropa naftowa i gaz ziemny	<p><b>Wykłady:</b> Chemia organiczna węglowodorów, rodzaje węglowodorów, nazewnictwo, właściwości chemiczne. Teoria pochodzenia węglowodorów kopalnych, biologiczna produktywność współczesnych środowisk, skład chemiczny biomasy, powstawanie i akumulacja materii organicznej w osadzie, generowanie ropy naftowej i gazu ziemnego: diagenеза, katagenеза i metagenеза materii organicznej – diagram van Krevelena. Migracja pierwotna i wtórna. Porowatość i przepuszczalność skał macierzystych i złożowych: genetyczne i morfologiczne typy porowatości, porowatość efektywna i całkowita, porowatość piaskowców i skał węglanowych, sposoby pomiaru porowatości, przepuszczalność efektywna i względna skał, klasyfikacje, sposoby modyfikacji przepuszczalności, związki pomiędzy porowatością a przepuszczalnością, sedymentacyjno-diagenetyczne uwarunkowania porowatości i przepuszczalności, skały uszczelniające. Typy pułapek złożowych, przykłady: strukturalne, stratygraficzne, hydrodynamiczne, mieszane. Złoża niekonwencjonalne: ropa i gaz łupkowy i zamknięty, piaski bitumiczne, łupki bitumiczne. Płyny złożowe – chemizm: wody złożowe, ropa naftowa, węglowodory, związki NSO, ropy ciężkie,</p>

		<p>węglowodory stałe, gaz ziemny, klasyfikacja rop naftowych. Diagramy fazowe węglowodorów. Własności fizyczne ropy naftowej: gęstość ropy naftowej, lepkość, zawartość siarki i innych zanieczyszczeń. Metody poszukiwań złóż węglowodorów: grawimetryczna, magnetyczna, sejsmika, geofizyka otworowa, analiza rdzeni. Najważniejsze złoża ropy naftowej i gazu ziemnego na świecie i w Polsce. Znaczenie kopalnych węglowodorów: znaczenie węglowodorów w bilansie energetycznym świata i Polski, znaczenie polityczne, zasoby i wydobywanie węglowodorów na świecie. Historia przemysłu naftowego.</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> Metody obliczania zasobów ropy naftowej i gazu ziemnego. Metody pomiaru porowatości i przepuszczalności skał zbiornikowych. Metody pomiaru zawartości materii organicznej i pirolizy Rock-Eval. Przegląd pól naftowych świata.</p>
25.	Interpretacja danych izotopowych w naukach przyrodniczych	<p><b>Wykłady:</b> Podstawy wiedzy o izotopach i ogólnie o ich wykorzystaniu w naukach przyrodniczych. Podstawy różnicowania składu izotopowego: Frakcjonowanie zależne i niezależne od masy. Zróżnicowanie izotopowe Ziemi i jego interpretacja: płaszcz, skorupa, zwietrzelina, gleba, hydrosfera, atmosfera, biosfera oraz wzajemne interakcje między sferami. Geotermometria izotopowa – przykłady zastosowań w naukach geologicznych i środowiskowych. Interpretacje i przykłady datowań w naukach przyrodniczych: metoda izochrony, konkordia, datowanie młodych próbek: serie U, datowanie rdzeni metodą <math>^{210}\text{Pb}</math></p> <p><b>Ćwiczenia:</b> Wykorzystanie izotopów Sr do odtwarzania interakcji między wodami podziemnymi o zróżnicowanym pochodzeniu. Wykorzystanie izotopów Pb do modelowania stopnia zanieczyszczenia gleb. Wykorzystanie izotopów Cr do modelowania stopnia redukcji Cr+6 w zanieczyszczonych wodach powierzchniowych. Geotermometria izotopowa – przykłady obliczeń i korzystania z bazy Alpha-Delta. Izotopowe bilanse mas 2 i 3 składnikowe do oceny udziałów składników w próbach biologicznych i środowiskowych. Zastosowanie modelu dwuskładnikowego (binary mixing model – Keeling plot) do oceny udziałów składników pyłów atmosferycznych. Samodzielne interpretacje zestawów danych literaturowych.</p>
26.	Bursztyn i inne żywice kopalne	<p><b>Wykłady:</b> Definicje, skład i klasyfikacje żywic kopalnych. Geneza żywic kopalnych, ich roślinny macierzysty. Wiekowe i geograficzne rozmieszczenie bursztynu i kopalu. Inkluzje organiczne i nieorganiczne w bursztynie oraz kopalu i ich znaczenie w badaniach paleośrodowiskowych, paleoklimatycznych i paleontologicznych. Metody identyfikacji żywic kopalnych i ich imitacji. Historyczne i współczesne znaczenie gospodarcze bursztynu, rozmieszczenie złóż, metody wydobywania, obróbki i konserwacji wyrobów bursztynowych. Zastosowanie bursztynu w rzemiośle artystycznym i sztuce. Etyczne, prawne i środowiskowe problemy wydobywania i handlu żywicami kopalnymi.</p>
27.	Ewolucja człowiekowatych i jej zależność od zmian środowiska przyrodniczego	<p><b>Wykłady:</b> Sposób rejestracji środowisk i czasu w skałach lądowych neogenu i czwartorzędu (ze szczególnym uwzględnieniem Afryki i Eurazji), korelacja ze stratygrafią utworów morskich i jednostkami astrocyklostratygraficznymi. Metody datowań tych skał i organizmów kopalnych w nich zawartych. Zmiany klimatyczne, eustatyczne, hydrologiczne i paleogeograficzne oraz związane z tym przekształcenia flory i fauny w neogenie i czwartorzędzie, ze szczególnym uwzględnieniem Afryki i Eurazji. Podstawowa charakterystyka naczelnych, ich systematyki, morfologii, środowisk występowania i behawioru. Charakterystyka człowieka w porównaniu do innych współczesnych naczelnych (porównanie szkieletu Homo sapiens ze szkieletami pozostałych naczelnych, zwłaszcza małp człekokształtnych). Metodologiczne podstawy i ograniczenia wydzielania gatunków kopalnych i odtwarzania filogenezy człowiekowatych. Zapis kopalny człowiekowatych, wymarłe gatunki człowiekowatych i ich charakterystyka. Przegląd historycznych i współczesnych poglądów nt. drzew rodowych człowieka. Zastosowanie zegara molekularnego i innych danych genetycznych w badaniach filogenezy człowiekowatych. Narzędzia kamienne a ewolucja człowiekowatych. Przegląd hipotez nt. ekologicznych, geologicznych i paleogeograficznych uwarunkowań powstania, ewolucji i geograficznej ekspansji rodzaju Homo. Powstanie i rozwój mowy oraz kultury ludzkiej</p>

		i ich wpływ na sukces ewolucyjny człowieka, epoki prehistoryczne. Przekształcenia ekosystemów w wyniku plejstocenijskiej i wczesnoholocenijskiej ekspansji Homo sapiens.
28.	Paleoekologia	<b>Wykłady:</b> Podstawowe terminy i pojęcia ekologiczne oraz paleoekologiczne. Współczesna ekologia, zakres badań. Wpływ czynników środowiskowych na procesy geologiczne i biosferę. Morfologia adaptacyjna. Bioindykacyjne właściwości grup organizmów. Metody badań paleoekologicznych, zakres stosowalności i ograniczenia. Kompletność zapisu geologicznego a wiarygodność analiz paleośrodowiskowych. Znaczenie analizy tafonomicznej w rekonstrukcji warunków sedimentacji i paleośrodowiska. Wieloaspektowe analizy paleoekologiczne w badaniach zmian klimatycznych, eustatycznych, paleogeograficznych i parametrów fizyczno-chemicznych mórz fanerozoiku. Wielkie załamania ekosystemów w dziejach Ziemi i ich znaczenie. Paleobiogeografia. Ekostratygrafia. Zastosowania badań paleoekologicznych w poszukiwaniu lub eksploatacji wybranych surowców gospodarczych, m.in. bituminów, węgla.
29.	Współczesne zastosowania palinologii	<b>Wykłady:</b> Definicja palinologii i palinofacji. Charakterystyka ważniejszych grup palinomorf, ich paleoekologia, zasięgi i znaczenie stratygraficzne. Budowa sporomorf. Produkcja, uwalnianie, rozprzestrzenianie i opad pyłku roślin i zarodników. Czynniki meteorologiczne warunkujące uwalnianie, rozprzestrzenianie i stężenie sporomorf. Metody badawcze stosowane w badaniach opadu pyłku roślin i zarodników. Paleopalinologia: datowanie osadów geologicznych; rekonstrukcja paleośrodowiska przyrodniczego; odtworzenie historii roślinności i rodzajów zbiorowisk roślinnych danego obszaru; odczytywanie z zapisu sporowo-pyłkowego zmian naturalnym/antropogenicznym; dostrzeganie w zapisie pyłkowym ingerencji człowieka w środowisko oraz rodzaju prowadzonej działalności gospodarczej. Aeropalinologia: badanie aeroplanktonu (pyłek roślin wiatropylnych i zarodniki grzybów pleśniowych) jako czynników powodujących alergie inhalacyjne; dynamika sezonów pyłkowych aeroalergenów; wpływ warunków atmosferycznych na początek, koniec i intensywność pylenia; monitoring pyłkowy w Polsce i Europie; sieć punktów pomiarowych; prognozowanie stężeń; znaczenie w profilaktyce i leczeniu alergii inhalacyjnych. Melisopalinologia: ocena pszczelich pożytków nektarowych i pyłkowych, identyfikacja roślin pokarmowych dzikich owadów pszczołowych; klasyfikowanie miodów do odmian i wykrywanie zafałszowań. Palinologia kryminalistyczna: znaczenie metody pyłkowej dla kryminalistyki; przykłady wykorzystania metody pyłkowej dla celów dowodowych przy ściganiu przestępstw. Możliwość interpretacji stratygraficznej i paleoekologicznej danych paleopalinologicznych. Zastosowanie badań paleopalinologicznych w celu określenia stopnia dojrzałości termicznej materii organicznej rozproszonej w skałach osadowych.
30.	Skamieniałości jako wskaźnik paleośrodowiska	<b>Wykłady:</b> Przekazanie aktualnego stanu wiedzy nt. zależności pomiędzy zespołami organizmów a warunkami powstawania osadów. Charakterystyka grup organizmów pod względem przystosowań i wymagań środowiskowych. Opis facji charakteryzowanych przez różne grupy organizmów. Wykazanie powiązań pomiędzy wnioskami z analizy współczesnych zespołów organizmów a badaniami skamieniałości w osadach. Wskaźnikowe zespoły skamieniałości użyteczne dla interpretacji środowiskowych i ich zmiany w czasie. Wpływ procesów fosylizacyjnych na możliwości interpretacji środowisk w oparciu o zespoły skamieniałości. Przykłady praktycznych zastosowań w określaniu warunków środowiska. <b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Rozpoznawanie skamieniałości auto- i allochtonicznych. Analiza próbek pod względem interpretacji środowiskowych w oparciu o skamieniałości. Analiza zmian środowiskowych w profilach. Konwersatorium: prezentacja wybranego przykładu interpretacji środowiskowych opartych na badaniach skamieniałości w oparciu o artykuły naukowe lub rozdziały monografii.

31.	Nie tylko miedź i ropa – potencjał złożowy polskiego permu	<p><b>Wykład:</b> Zapoznanie się z rozmieszczeniem skał permu w Polsce; rozmieszczenie i zasoby surowców energetycznych, metalicznych, chemicznych, skalnych; kopaliny główne i towarzyszące.</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> Zapoznanie się ze skałami użytecznymi oraz pozyskiwanymi z nich surowcami (część zajęć w Muzeum Geologicznym UWr).</p> <p><b>Konwersatorium:</b> Przykłady złóż permskich w Polsce.</p>
32.	Podstawy projektowania CAD	<p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Pozyskiwanie i przygotowywanie map topograficznych i tematycznych map geologicznych. Praca w różnych układach współrzędnych. Praca z krzywymi. Edycja linii. Praca z wypełnieniami. Edycja i widoczność wypełnień. Narzędzia edycji obiektów. Obsługa menadżera warstw. Przyciąganie i precyzyjne rysowanie. Tworzenie kompletnej mapy. Przygotowanie do wydruku oraz eksportu do różnych formatów.</p>
33.	Wizualizacja i analiza głębokiej budowy geologicznej	<p><b>Ćwiczenia:</b> Wprowadzenie do wybranego oprogramowania wykorzystywanego do wizualizacji, analizy i interpretacji budowy głębokiej. Metodologia konstruowania komputerowych i przekrojów geologicznych (źródła i formaty danych, przygotowanie danych do pracy, zakres stosowania). Konstruowanie map i przekrojów geologicznych w oparciu o dane otworowe i sejsmiczne. Interpretacja sekcji sejsmicznych i tworzenie modeli 2D i 3D na ich podstawie. Interpretacja strukturalna głębokiej budowy geologicznej. Wykorzystanie różnych źródeł danych do obrazowania i analizy głębokiej budowy geologicznej. Graficzne opracowanie map, przekrojów i przestrzennych modeli geologicznych.</p>
34.	Dyfraktometria rentgenowska	<p><b>Wykłady:</b> Sieć przestrzenna i krystaliczna. Promieniowanie rentgenowskie i jego źródła. Zjawisko dyfrakcji promieni X w kryształach. Metoda DSH. Aparatura pomiarowa. Preparatyka próbek i planowanie pomiarów. Cyfrowe bazy danych krystalograficznych. Rentgenowska analiza fazowa jakościowa. Wskaźnikowanie dyfraktogramu i opis sieci. Rentgenowska analiza ilościowa. Metoda Rietvelda. Analiza wielkości kryształitów, roztworów stałych i naprężeń. Mikrodyfrakcja rentgenowska. Badania cienkich warstw. Zastosowania metody proszkowej i jej ograniczenia.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Przygotowywanie preparatów proszkowych do pomiaru. Rodzaje uchwytów i techniki ładowania. Ładowanie i centrowanie kapilary na główce goniometrycznej. Planowanie pomiaru, ustalanie warunków pomiarowych. Zapoznanie z oprogramowaniem Diffrac Plus. Podstawy obsługi aparatury pomiarowej (dyfraktometri: Advanced 8 i D5005 firmy Bruker). Interpretacja dyfraktogramu z wykorzystaniem programu Diffrac.Eva. Identyfikacja faz z użyciem krystalograficznych baz danych. Dopasowywanie, indeksowanie refleksów, wyznaczanie tła, analiza deformacji geometrii pomiarowej (przy użyciu programu Topas). Interpretacja dyfraktogramu w celu opisu sieci krystalicznej. Analiza ilościowa z wykorzystaniem programu Topas i cyfrowych baz danych ICDD i COD. Przygotowywanie i wykorzystanie wzorców. Pomiary z wzorcem. Metoda Rietvelda. Ekspertyza powierzonej próbki w zakresie analizy fazowej metodą dyfraktometrii rentgenowskiej.</p>
35.	Skamieniałości śladowe	<p><b>Wykłady:</b> Definicja i podział etologiczny skamieniałości śladowych. Historia badań. Prezentacja głównych ichnofacji (kontynentalnych, płytkomorskich, głębokomorskich). Charakterystyka i rozpoznawanie najczęściej występujących ichnotaksonów w obrębie poszczególnych ichnofacji. Przydatność najważniejszych ichnotaksonów do określania warunków sedymentacji. Omówienie różnych środowisk sedymentacji i typowych dla nich zespołów skamieniałości śladowych. Modele ichnologiczno-sedymentologiczne dla poszczególnych środowisk sedymentacji, zwłaszcza płytkomorskich. Analiza ichnologiczna przykładowych profili z Polski, Europy oraz innych kontynentów. Kolonizacja środowisk lądowych, brakicznych, płytkomorskich i głębokowodnych przez twórców skamieniałości śladowych. Fanerozoiczna historia skamieniałości śladowych – zmiany ichnotaksonomicznego zróżnicowania w czasie.</p>



		<p>Ichnologia kręgowców (główne ichnofacje). Najnowsze znaleziska. Przydatność skamieniałości śladowych do rekonstrukcji paleośrodowisk (batymetria, zasolenie i natlenienie wód, energia środowiska, tempo sedymentacji, charakter podłoża). Wykorzystanie skamieniałości śladowych bezkręgowców i kręgowców w stratygrafii - ichnostratygrafia. Definicja granic pomiędzy systemami (neoproterozoik-kambr). Skamieniałości śladowe na tle 5 wielkich wymierań w dziejach Ziemi. Skamieniałości śladowe w rdzeniach wiertniczych. Neoichnologia.</p>
36.	Spektroskopia Ramana	<p><b>Wykłady:</b> Zarys historii metod spektroskopowych ze szczególnym naciskiem na spektroskopię ramanowską. Optyczne metody spektroskopowe oraz podstawy spektroskopii wibracyjnej. Rozpraszanie stokesowskie i antystokesowskie, rozpraszanie Rayleigha, polaryzowalność cząsteczek, efekt Ramana. Aparatura pomiarowa, źródła światła w spektrometrach ramanowskich. Preparatyka próbek i planowanie pomiarów. Spektroskopia rezonansowego rozpraszania ramanowskiego. Powierzchniowo wzmocnione rozpraszanie ramanowskie (SERS). Ramanowska aktywność optyczna (ROA). Obrazowanie ramanowskie. Porównanie widm w podczerwieni i Ramana. Rozkład widm Ramana. Zjawisko fluorescencji oraz polaryzacji. Analiza fazowa, interpretacja otrzymanych wyników. Cyfrowe bazy danych. Praktyczne zastosowania metod spektroskopowych (Raman, FT-IR) i ich ograniczenia.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Budowa spektrometru ramanowskiego. Praktyczne przygotowywanie preparatów do pomiaru. Planowanie pomiaru, ustalanie warunków pomiarowych ze względu na badaną próbkę. Zapoznanie z oprogramowaniem Wire. Podstawy obsługi aparatury pomiarowej (spektrometr Renishaw inVia Qontor, skaningowy mikroskop elektronowy Jeol JSM-IT500LA). Interpretacja widm ramanowskich z wykorzystaniem programu Wire, CrystalSleuth) oraz opis sieci krystalograficznej. Mapowanie ramanowskie powierzchni i głębokościowe. Pomiary punktowe, linowe. Zjawisko fluorescencji w próbkach. Praktyczne metody usuwania fluorescencji. Wykorzystanie zjawiska polaryzacji minerałów podczas wykonywania pomiarów. Analiza widm spektroskopowych w zakresie występowania drgań pochodzących od: grup hydroksylowych, cząsteczek wody, cząsteczek CO<sub>2</sub> itp. Analiza minerałów z wybranych grup systematycznych: krzemiany. Analiza minerałów z wybranych grup systematycznych: siarczki, węglany, halogenki, arseniany, substancje organiczne itd. Ekspertyza powierzonej próbki w zakresie analizy fazowej metodą spektroskopii ramanowskiej.</p>
37.	Metody pozyskiwania i zarządzania okazami geologicznymi o wartości kolekcjonerskiej i muzealnej	<p><b>Wykłady:</b> Historia kolekcjonerstwa obiektów przyrody nieożywionej. Prawne uwarunkowania pozyskiwania okazów skał, minerałów i skamieniałości w Polsce i innych krajach do celów badawczych i kolekcjonerskich, prawne podstawy ich przewozu między różnymi krajami. Naukowe podstawy pobierania okazów geologicznych lub paleontologicznych: liczebność i wielkość, zasady poboru, opisu i zabezpieczenia terenowego. Preparatyka próbek skalnych i skamieniałości. Przechowywanie, katalogowanie i naukowy opis okazów geologicznych. Współczesny handel okazami geologicznymi, ich wartość muzealna. Naukowe, geoturystyczne i społeczne znaczenie kolekcji geologicznych. Kolekcje muzealne i dydaktyczne minerałów, skał oraz skamieniałości w Polsce i na świecie</p>
Semestr I-III – Przedmioty fakultatywne otwartego wyboru w języku angielskim		
1.	Exploration geophysics	<p><b>Lectures:</b> To provide a basic knowledge and understanding of magnetic, electrical, electromagnetic, and radiometric (field and borehole) methods as they are applied to the exploration for hydrocarbons</p>

	Geofizyka poszukiwawcza	<p>prospecting methods and metallic and nonmetallic mineral deposits. The physical properties of rocks and minerals, such as elastic wave velocities, absorption factors, electrical and thermal conductivities, magnetic susceptibilities, and behavior under stress. The geophysical instrumentation and procedures used to acquire seismic, gravity, magnetic, electrical, electromagnetic and radiometric data in field surveys. Shallow geological structures recognition, ground water exploration, engineering geology and environmental protection. Geophysical methods application to rock resources (building materials) exploration. Geophysical methods application to ore deposits exploration and recognition.</p> <p><b>Lab classes:</b> Exercises cover the same range of subjects as lectures and are carried out in: 1) computer lab (interpretation of the geophysical measurements). 2) geophysical laboratory (geophysical measurements in the laboratory). 3) the practical field exercises.</p> <p><b>Wykłady:</b> Zapewnienie podstawowej wiedzy i zrozumienia metod magnetycznych, elektrycznych, elektromagnetycznych i radiometrycznych (pól i odwiertów), które są stosowane do poszukiwania metod poszukiwania węglowodorów oraz metalicznych i niemetalicznych złóż mineralnych. Właściwości fizyczne skał i minerałów, takie jak prędkości fali sprężystej, współczynniki pochłaniania, przewodnictwo elektryczne i cieplne, podatności magnetyczne i zachowanie pod wpływem stresu. Instrumenty geofizyczne i procedury stosowane do pozyskiwania danych sejsmicznych, grawitacyjnych, magnetycznych, elektrycznych, elektromagnetycznych i radiometrycznych w badaniach terenowych. Płytkie rozpoznawanie struktur geologicznych, badanie wód podziemnych, geologia inżynierska i ochrona środowiska. Zastosowanie metod geofizycznych do eksploracji zasobów skalnych (materiałów budowlanych). Zastosowanie metod geofizycznych do poszukiwania i rozpoznawania złóż rudy.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Ćwiczenia obejmujące obszary wykładów prowadzone są w: 1) pracowni komputerowej (interpretacja pomiarów geofizycznych). 2) laboratorium geofizyczne (pomiarów geofizycznych w laboratorium). 3) praktyczne ćwiczenia terenowe. Ćwiczenia obejmujące obszary wykładów prowadzone są w: 1) pracowni komputerowej (interpretacja pomiarów geofizycznych). 2) laboratorium geofizyczne (pomiarów geofizycznych w laboratorium). 3) praktyczne ćwiczenia terenowe.</p>
2.	<p>Prospecting and evaluation of mineral reserves</p> <p>Poszukiwanie i dokumentowanie zasobów złóż surowców mineralnych</p>	<p><b>Lectures:</b> Types of mineral resources. Geophysical and Remote Sensing Techniques. Techniques of prospecting for boreholes sites. Mining techniques of prospecting. Techniques of evaluation of mineral reserves.</p> <p><b>Lab classes:</b> Individual reports on lecture topics. Calculations of reserves</p> <p><b>Wykłady:</b> Rodzaje zasobów mineralnych. Techniki geofizyczne i teledetekcyjne. Techniki poszukiwania odwiertów. Górnicze techniki poszukiwania. Techniki oceny zasobów mineralnych.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Indywidualne raporty na tematy wykładowe. Obliczanie rezerw</p>
3.	<p>Applied hydrogeology - selected issues</p> <p>Hydrogeologia stosowana - wybrane zagadnienia</p>	<p><b>Lectures:</b> Major geological and hydraulic parameters of rocks: porosity, permeability, fractured media, karstic phenomena and methods of evaluation. Unsaturated and saturated zone, aquifers and aquitards. Darcy's law and hydraulic conductivity. Groundwaters recharge method of evaluation. Water level fluctuation. Groundwater flow system analysis. Groundwater resources evaluation and pumping test results. Basic equation of groundwater flow: Dupuit, Theis and Jacob. Basic groundwater modelling. Chemical composition of groundwater. Mineral and thermal water. Groundwater contamination and contaminant migration. Isotopic and tracer methods. Hydrogeological data base, mapping and survey. Groundwater protection, regulation, EU Water Framework Directive.</p> <p><b>Classes:</b> Block 1 Porosity of rocks, Permeability and hydraulic conductivity, Pumping test analysis, Groundwater recharge evaluation, Water level fluctuation. Block 2 Data base – Wells (Baza danych Hydro), Aquifer test analysis, Mapping. Introduction to modeling. Block 3 Physical properties of groundwater,</p>

		<p>Chemical composition of groundwater, Classes of water analysis. Balance of chemical analysis of water. Analysis errors. Presentation and classification of water analysis, Contamination, Introduction to mass transport modeling</p> <p><b>Wykłady:</b> Główne parametry geologiczne i hydrauliczne skał: porowatość, przepuszczalność, media szczelinowe, zjawiska krasowe i metody oceny. Strefa nienasycona i nasycona, warstwy wodonośne i akwitardy. Prawo Darcy i współczynnik filtracji. Metoda oceny stanu wód podziemnych. Wahania poziomu wody. Analiza systemu przepływu wód podziemnych. Ocena zasobów wód podziemnych i wyników próbnego pompowania. Podstawowe równanie przepływu wód podziemnych: Dupuit, Theis i Jacob. Podstawowy modelowania przepływu wód podziemnych. Skład chemiczny wód podziemnych. Wody mineralne i termalne. Zanieczyszczenie wód podziemnych i migracja zanieczyszczeń. Metody izotopowe i znacznikowe. Bazy danych hydrogeologicznych, kartowanie hydrogeologiczne. Ochrona wód podziemnych, regulacje, Ramowa Dyrektywa Wodna UE.</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> Blok 1 Porowatość skał, przepuszczalność i współczynnik filtracji, analiza próbnych pompowań, ocena zasobów wód podziemnych, wahania zwierciadła wody. Blok 2 Bazy danych - Studnie (Baza danych Hydro), analiza próbnych pompowań, kartowanie. Wprowadzenie do modelowania. Blok 3 Właściwości fizyczne wód podziemnych, skład chemiczny wód podziemnych, klasy analiz wód. Bilans analizy chemicznej wody. Błędy analizy. Prezentacja i klasyfikacja analizy wody, zanieczyszczenie. Wprowadzenie do modelowania transportu masy.</p>
4.	Groundwater modeling Modelowanie przepływów wód podziemnych	<p><b>Lectures:</b> The idea is to highlight the broad multidisciplinary research methodology for modelling of hydrogeological processes (groundwater dynamics, hydraulics, methods of pumping test, the protection of the aquatic environment, monitoring, geoinformation). The aim is to gain theoretical and practical basis for the use of modern numerical methods across the spectrum of groundwater flows in both local and regional scale. The effect is to understand how the numerical representation of real hydrogeological conditions is done, including knowledge which information and environmental data are necessary for the preparation of groundwater numerical solution. Modeling as the primary method of modern hydrogeology. Definitions and basic concepts. Hydrogeological model, conceptual model and a numerical model. Outline of the history of modeling, including the method of electrohydrodynamic analogy (AEHD) and operation mesh integrators. Theoretical basis of numerical models of filtration. The objectives of the model simulation. The solution for steady state and transient conditions. Methods of solutions being used in the modeling (the difference between MRS and MES methods). The solutions for mathematical equations describing the filtration. Iterative methods. Identification of the aquifer system on the model. Aquifer system and the types of hydrostructural systems restored on the model. Boundary surfaces. Circulation and vertical seepage of water within the aquifer system. Defining the boundary conditions. Procedure of schematization for the implementation of the model. Discretization and mesh types. Boundary conditions and initial conditions of the model. Schematization of hydrogeological conditions and simulation of the multi-aquifer structure on the model. Deterministic and stochastic models. Presentation of the examples and the role of the Internet.</p> <p><b>Lab classes:</b> Implementation of the individual work in the computer lab. The aim is to introduce and teach how to implement most versatile and widely used modeling programs in hydrogeology. It is also important to master specialized terminology and operation interface. The primary effect of the course is the possibility to prepare the necessary data and to develop a numerical model of filtration in simple hydrogeological conditions. Input data, databases and digital maps. Application of GIS techniques. The problem of model scale. Specificity of the construction of models of regional aquifer systems. The problem of schematization</p>

of hydrogeological conditions. Geostatistical and geoinformatic tools in modeling. Numerical methods. 2-D and 3-D spatial models. The principle of operation and application of the leading programs in the FDM method of modeling. Construction of multilayer models. Simulation of the interactions with the surface water. Analysis of the quality of the model. Calibration and verification of the model. The types of errors that occur. The results of model. Analysis of the results of the model. Water balance calculations and groundwater resources in the model. Analysis of the pathlines and intake runoff area, recognition of protection zones on the model. MODFLOW. The MODFLOW and combined packages. Workflow and proper model documentation. Transient conditions. Implementation of stress periods and time steps. Analysis of time varied results. Basic problem of mass transport and migration of contaminants. Modeling of contaminant migration in porous media. Application of the MT3D. Examples of applications. Presentation of the results and the role of the Internet.

**Wykłady:** Idea jest podkreślenie szerokiej multidyscyplinarnej metodologii badań modelowania procesów hydrogeologicznych (dynamika wód podziemnych, hydraulika, metody pompowania, ochrona środowiska wodnego, monitorowanie, geoinformacja). Celem jest uzyskanie teoretycznych i praktycznych podstaw do stosowania nowoczesnych metod numerycznych w całym spektrum przepływu wód podziemnych zarówno w skali lokalnej, jak i regionalnej. Efektem edukacji jest zrozumienie, w jaki sposób powstaje numeryczna reprezentacja rzeczywistych warunków hydrogeologicznych, w tym znajomość zakresu niezbędnych informacji i danych środowiskowych do przygotowania numerycznego rozwiązania dla wód podziemnych. Modelowanie jako podstawowa metoda współczesnej hydrogeologii. Definicje i podstawowe pojęcia. Model hydrogeologiczny, model konceptualny i model numeryczny. Zarys historii modelowania, w tym metoda analogii elektrohydrodynamicznej (AEHD) i integratory operacji siatki. Teoretyczne podstawy numerycznych modeli filtracji. Cele symulacji modelu. Rozwiązanie dla stanu ustalonego i stanów przejściowych. Metody rozwiązań stosowane w modelowaniu (różnica między metodami MRS i MES). Rozwiązanie równań matematycznych opisujących filtrację. Metody iteracyjne. Identyfikacja systemu warstwy wodonośnej na modelu. Układ wodonośny i rodzaje układów hydrostrukturalnych przywróconych na modelu. Powierzchnie graniczne. Cyrkulacja i pionowy wyciek wody w systemie wodonośnym. Definiowanie warunków brzegowych. Procedura schematyzacji dla wdrożenia modelu. Typy dyskretyzacji i siatki. Warunki brzegowe i warunki początkowe modelu. Schematyzacja warunków hydrogeologicznych i symulacja struktury wielu warstw wodonośnych na modelu. Modele deterministyczne i stochastyczne. Prezentacja przykładów i roli Internetu.

**Ćwiczenia laboratoryjne:** Realizacja indywidualnej pracy w pracowni komputerowej. Celem jest wprowadzenie i nauczanie obsługi najbardziej wszechstronnych i szeroko stosowanych programów do modelowania w hydrogeologii. Ważne jest również opanowanie specjalistycznej terminologii i interfejsu operacyjnego. Podstawowym efektem jest oczywiście możliwość przygotowania niezbędnych danych i opracowania numerycznego modelu filtracji w prostych warunkach hydrogeologicznych. Dane wejściowe, bazy danych i mapy cyfrowe. Zastosowanie technik GIS. Problem skali modelu. Specyfika budowy modeli regionalnych systemów wodonośnych. Problem schematyzacji warunków hydrogeologicznych. Narzędzia geostatystyczne i geoinformatyczne w modelowaniu. Metody numeryczne. Modele przestrzenne 2-D i 3-D. Zasada działania i zastosowanie wiodących programów w metodzie modelowania FDM. Budowa modeli wielowarstwowych. Symulacja interakcji z wodami powierzchniowymi. Analiza jakości modelu. Kalibracja i weryfikacja modelu. Rodzaje występujących błędów. Wyniki modelu. Analiza wyników modelu. Obliczenia bilansu wodnego i zasobów wód podziemnych w modelu. Analiza ścieżek i obszaru spływu, rozpoznanie stref ochronnych na modelu. MODFLOW. MODFLOW i pakiety łączone. Przepływ pracy i odpowiednia

		dokumentacja modelu. Warunki przejściowe. Realizacja okresów stresu i kroków czasowych. Analiza wyników zróżnicowanych czasowo. Podstawowy problem transportu masowego i migracji zanieczyszczeń. Modelowanie migracji zanieczyszczeń w porowatych mediach. Zastosowanie MT3D. Przykłady aplikacji. Prezentacja wyników i rola Internetu.
5.	Methods in mineralogy, petrology and geochemistry Metody badań mineralogicznych, petrologicznych i geochemicznych	<p><b>Lectures:</b> Overview of chemical and phase analysis of minerals, rocks &amp; related materials. Sample preparation and mineral separation for chemical and phase analysis in Earth sciences – selected issues. Classical chemical analysis ("wet analysis") vs. instrumental chemical analysis. Selected instrumental methods and their application (XRF, INAA, ICP-MS). Electron microprobe (EMPA) and Scanning Electron Microscope (SEM). SHRIMP – Sensitive High-Resolution Ion Microprobe. Phase analysis of minerals, rocks and other materials. X-ray diffraction XRD. Thermal analysis (DTA, DTG, TG). Review of spectroscopic techniques (IR, RS). Cathodoluminescence CL.</p> <p><b>Classes:</b> In classes, we present practical aspects of sample preparation and selected instrumental techniques used in chemical and phase analysis of geological and materials science samples, in particular thin sections preparation, mineral separation, XRD, SEM, CL, RS.</p> <p><b>Wykłady:</b> Przegląd chemicznej i analizy fazowej minerałów, skał i pokrewnych materiałów. Przygotowanie próbek i rozdział minerałów do analizy chemicznej i fazowej w naukach o ziemi - wybrane zagadnienia. Klasyczna analiza chemiczna („analiza mokra”) a instrumentalna analiza chemiczna. Wybrane metody instrumentalne i ich zastosowanie (XRF, INAA, ICP-MS). Mikroskopy elektronowe (EMPA) i skaningowy mikroskop elektronowy (SEM). SHRIMP - Wrażliwy mikroprobon jonowy o wysokiej rozdzielczości. Analiza fazowa minerałów, skał i innych materiałów. Dyfrakcja rentgenowska XRD. Analiza termiczna (DTA, DTG, TG). Przegląd technik spektroskopowych (IR, RS). Katodoluminescencja CL.</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> Na zajęciach prezentujemy praktyczne aspekty przygotowania próbek oraz wybrane techniki instrumentalne stosowane w analizie chemicznej i fazowej próbek geologicznych i materiałowych, w szczególności przygotowanie cienkich przekrojów, oddzielanie minerałów, XRD, SEM, CL, RS.</p>
6.	Sedimentary processes, environments and basins Procesy, środowiska i baseny sedymentacyjne	<p><b>Lectures:</b> Recognition of sediments and sedimentary processes (sediments: basic definitions and methodology, facies, physical aspects of sedimentary processes: basic definitions of hydraulics, grain transport and primary sedimentary textures and structures (grain orientation and gradation, bedding), mass transport and secondary textures and structures diagenesis: compaction, lithification). Sedimentary environments and sediment architecture (facies association: Walther’s law, (sub)environment, depositional systems – continental, transitional, marine; paleoslope: paleoflow and palaeotransport, facies succession: permanent, cyclic and stochastic processes, events, environment evolution, migration of depositional systems, facial maps, 3-D sediment architecture: sedimentary surfaces (erosional, depositional) hierarchy of sedimentary surfaces, boundaries, sequence stratigraphy, deposition rate, cyclicity of sedimentation). Sedimentary basins (basic definitions and classification (boundaries, geotectonic regime – fundamental Earth’s architecture, stress and strain in lithosphere, lithosphere plates and basins, tensional regime of basin formation and evolution; tectonic controls on basin evolution; rock salt and ground water play; basin architecture (2d &amp; 3D methods (seismic profiles, sections and tomography); ancient basins (basin inversion, examples of ancient basins); recent basins (DEM, neotectonics, facies and structural analysis))</p> <p><b>Classes:</b> Granulometric analyses (sieve and microscopic, process-environmental interpretation of granular sediments). Paleocurrents and paleotransport analysis (rosette diagrams, resultant vector, paleorelief). Cyclicity of sedimentation (Markov chains), sedimentological profile.</p>

		<p><b>Field classes:</b> Examples of sedimentary basins in Sudetes: Książ Basin (Devonian - Westphalian), Nachod Basin (Permian-Cretaceous-Neogen), Trutnov Basin (Carboniferous-Triassic). Analysis and determinants of the development of pull-apart basins within regional shear zones (example: Intra-Sudetic shear zone)</p> <p><b>Wykłady:</b> Rozpoznawanie osadów i procesów sedymentacyjnych (osady: podstawowe definicje i metodologia, fazy, fizyczne aspekty procesów sedymentacyjnych: podstawowe definicje hydrauliki, transportu ziarna i podstawowych tekstur i struktur sedymentacyjnych (orientacja i gradacja ziarna, ściółka), transport masy i wtórne diagenetyzacja tekstur i struktur: zagęszczanie, litowanie). Środowiska sedymentacyjne i architektura osadów (asocjacja facies: prawo Walthera, (sub) środowisko, systemy depozytowe - kontynentalne, przejściowe, morskie; paleoslope: paleoflow i paleotransport, sukcesja fasetowa: procesy stałe, cykliczne i stochastyczne, wydarzenia, ewolucja środowiska, migracja depozytów systemy, mapy twarzy, trójwymiarowa architektura osadów: hierarchia powierzchni sedymentacyjnych (erozyjna, depozycyjna), granice, stratygrafia sekwencji, szybkość osadzania, cykliczność sedymentacji). Baseny osadowe (podstawowe definicje i klasyfikacja (granice, reżim geotektoniczny - podstawowa architektura Ziemi, naprężenia i odkształcenia w litosferze, płyty i baseny litosfery, reżim tworzenia i ewolucji basenów; kontrola tektoniczna ewolucji basenów; sól kamienna i gra w wodzie gruntowej; basen) architektura (metody 2d i 3D (profile sejsmiczne, przekroje i tomografia); starożytne baseny (inwersja basenu, przykłady starożytnych basenów); ostatnie baseny (DEM, neotektonika, fasady i analiza strukturalna))</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> Analizy granululometryczne (sito i mikroskopia, interpretacja środowiskowo-procesowa osadów ziarnistych). Analiza paleocurrentów i paleotransportu (diagramy rozetowe, wektor wypadkowy, paleorelief). Cykliczność sedymentacji (łańcuchy Markowa), profil sedymentologiczny.</p> <p><b>Ćwiczenia terenowe:</b> Przykłady sudeckich basenów osadowych: Basen Książ (dewońsko - westfalski), Basen Nachod (perm-kreda-neogen), basen Trutnov (karboński-triasowy). Analiza i determinanty rozwoju basenów zrywalnych w regionalnych strefach ścinania (przykład: strefa ścinania w Sudetach)</p>
7.	Geological mapping in mining Kartografia geologiczna w górnictwie	<p><b>Lectures:</b> Basic concepts of surface and subsurface mapping, mining geodesy, borehole and geophysical data analysis. Review of source data types utilized in mining in mapping and documentation of mineral resources, types of maps, their features and application as well as a critical review of software used for map-related geological documentation.</p> <p><b>Classes:</b> Construction and interpretation of borehole log. Analyses of borehole data. Construction and interpretation of map and cross-section images of mining areas. Construction and interpretation of thematic maps and maps for various depth levels. Interpretation of geological structures and their evolution based on borehole data and geological maps.</p> <p><b>Field course:</b> 3-day (18 hour) field course focused on practical documentation and mapping in mines and documentation of drilling cores</p> <p><b>Wykłady:</b> Podstawowe pojęcia dotyczące kartowania powierzchni i podpowierzchni, geodezji górniczej, odwiertów i analizy danych geofizycznych. Przegląd źródłowych typów danych wykorzystywanych w górnictwie w kartowaniu i dokumentacji zasobów mineralnych, rodzajów map, ich cech i aplikacji a także krytyczny przegląd oprogramowania wykorzystywanego do dokumentacji geologicznej związanej z mapami.</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> Budowa i interpretacja kłody wiertniczej. Analizy danych z odwiertów. Konstrukcja i interpretacja map i przekrojów obrazów wyrobisk górniczych na podstawie map. Konstrukcja i interpretacja map grubości, map tematycznych i map dla różnych poziomów głębokości. Interpretacja struktur geologicznych i ich ewolucja na podstawie danych odwiertów i map geologicznych.</p>

		Kurs terenowy: 3-dniowy (18 godzin) kurs terenowy koncentrujący się na praktycznej dokumentacji i kartowaniu w kopalniach oraz dokumentacji rdzeni wiertniczych
8.	Deformation of sediments and sedimentary rocks Deformacja osadów i skał osadowych	<p><b>Lecture:</b> Introduction to sedimentary rock and deformation analyses. Soft-sediment deformation. Diagenesis and deformation. Climatic controls on sediment deformation. Dissolution-precipitation processes and their effects. Shale- and evaporite- related deformation in sediments. Structural analysis of sedimentary complexes.</p> <p><b>Classes:</b> Analysis and discussion of selected case studies on sediment and sedimentary rock deformation. Examples of presentations: deformation related to drying out of sediments; seismites. Diagenetic deformation of sediments</p> <p><b>Wykład:</b> Wprowadzenie do analizy skał osadowych i analiz deformacji. Deformacja osadów miękkich. Diageneza i deformacja. Kontrola klimatyczna deformacji osadów. Procesy rozpuszczania-wytrącania i ich skutki. Odkształcenie związane z łupkami i odparowaniem w osadach. Analiza strukturalna kompleksów osadowych.</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> Analiza i omówienie wybranych studiów przypadku dotyczących deformacji osadów i skał osadowych. Przykłady prezentacji: deformacja związana z suszeniem osadów; sejsmity. Deagenetyczne odkształcenie osadów</p>
9.	Environmentally sound technologies Technologie prośrodowiskowe	<p><b>Lectures:</b> Protection of the atmosphere: the exhaust gas purification systems - processes for the preparation of combustion of fuels, types of furnaces, fluidized bed furnaces operating principle, the phenomenon utilized in the purification of exhaust gases, the method and apparatus for purifying exhaust gas of NOx, particulate matter, sulfur oxides, other hazardous substances including, the effectiveness of the methods, advantages and disadvantages. Modern biotechnology in the cleaning of exhaust gases with CO2. Protection of water: waste water treatment systems and water production the characteristics of industrial and municipal wastewater, wastewater quality indicators, mechanical, chemical and biological methods for sewage treatment and operation of these processes, sludge disposal, sewage treatment plant. Impurities present in natural waters, types of water supplies, water purification processes (aeration, coagulation, sedimentation, flotation, filtration, ion exchange, chemical precipitation, sorption on activated carbon, chemical oxidation, membrane processes, disinfection), the production of water for Wrocław. Renewable energy - what is renewable energy, renewable energy division, the practical aspects of conversion of energy of wind , water, solar, geothermal, biomass, biofuels. Nuclear power - perspective – production of nuclear fuel on example of <sup>235</sup>U, types of reactors and operation, waste disposal, risk and safety of nuclear power plants. Technological solutions in waste management - what is the waste classification, characteristics and origin of industrial and municipal waste, waste production statistics, waste management, economic use of waste, disposal of waste: site preparation, security, storage system organization, management and rehabilitation land after landfills, hazardous waste disposal, Thermal waste utilization: waste incineration - technology, advantages and disadvantages, pyrolysis; biological waste treatment; composting plants: conditions, technology, advantages and disadvantages, methane fermentation – biogas plants. Environmental monitoring systems in Poland and Europe.</p> <p><b>Field classes:</b> Field trip - a visit to the Wrocław Heat and Power Plant (or other): a technological line for the production of heat and electricity, the preparation of combustion fuels, a fluidized bed furnace, exhaust gas cleaning systems; production of heating and boiler water, waste management. Field trip - visit to the LPWiK Water Production Plant in Legnica: technological system of water production, efficiency, precautions. Field trip - visit to the municipal wastewater treatment plant LPWiK in Legnica: technological system of sewage treatment plant, sludge management and biogas production. Field trip - a visit to the</p>

Wrocław I (or other) hydro power plant - technological system, advantages and limitations. Field trip - visit to the waste composting plant Ekosystem Sp. Z o.o. Wrocław - technological line, conditions for composting and maturing of compost, efficiency. Field trip - visit to the ALBA Wrocław sorting plant - technological line, devices used for preparation, separation, sorting and compacting of waste. Secondary market. Field trip - visit to the WIOŚ laboratory in Wrocław - VIEP tasks, work of an accredited WIOŚ laboratory, analytical equipment in air, water and soil monitoring, biological monitoring of waters. Field trip - municipal visit to the Waste Management Plant CHEMEKO System in Rudna, Poland, technological process, organization of landfill, groundwater protection, monitoring system, alternative fuel production line.

**Wykłady:** Ochrona atmosfery: układy oczyszczania spalin - procesy przygotowania spalania paliw, rodzaje pieców, zasada działania pieców ze złożem fluidalnym, zjawisko wykorzystywane w oczyszczaniu spalin, metoda i aparatura do oczyszczania spalin NOx, cząstek stałych, tlenków siarki, innych substancji niebezpiecznych, w tym skuteczność metod, zalety i wady. Nowoczesna biotechnologia w oczyszczaniu spalin za pomocą CO2. Ochrona wód: systemy oczyszczania ścieków i wytwarzanie wody, charakterystyka ścieków przemysłowych i komunalnych, wskaźniki jakości ścieków, mechaniczne, chemiczne i biologiczne metody oczyszczania ścieków i działanie tych procesów, usuwanie osadów, oczyszczalnia ścieków. Zanieczyszczenia obecne w wodach naturalnych, rodzaje zaopatrzenia w wodę, procesy oczyszczania wody (napowietrzanie, koagulacja, sedymentacja, flotacja, filtracja, wymiana jonowa, opady chemiczne, sorpcja na węglu aktywnym, utlenianie chemiczne, procesy membranowe, dezynfekcja), produkcja wody do Wrocław. Energia odnawialna - co to jest energia odnawialna, podział energii odnawialnej, praktyczne aspekty konwersji energii wiatru, wody, słońca, energii geotermalnej, biomasy, biopaliw. Energia jądrowa - perspektywa - produkcja paliwa jądrowego na przykładzie 235U, rodzaje reaktorów i działanie, unieszkodliwianie odpadów, ryzyko i bezpieczeństwo elektrowni jądrowych. Rozwiązania technologiczne w gospodarce odpadami - jaka jest klasyfikacja odpadów, charakterystyka i pochodzenie odpadów przemysłowych i komunalnych, statystyki produkcji odpadów, gospodarka odpadami, ekonomiczne wykorzystanie odpadów, unieszkodliwianie odpadów: przygotowanie terenu, bezpieczeństwo, organizacja systemu magazynowania, zarządzanie i rekultywacja terenu po składowiskach odpadów, unieszkodliwianiu odpadów niebezpiecznych, termiczne wykorzystanie odpadów: spalanie odpadów - technologia, zalety i wady, piroliza; biologiczne przetwarzanie odpadów; kompostownie: warunki, technologia, zalety i wady, fermentacja metanowa - biogazownie. Systemy monitorowania środowiska w Polsce i Europie.

**Ćwiczenia terenowe:** Wycieczka terenowa - wizyta we wrocławskiej Elektrociepłowni (lub innej): linia technologiczna do produkcji ciepła i energii elektrycznej, przygotowanie paliw do spalania, piec ze złożem fluidalnym, systemy oczyszczania spalin; produkcja wody grzewczej i kotłowej, gospodarka odpadami. Wycieczka terenowa - wizyta w Zakładzie Produkcji Wody LPWiK w Legnicy: system technologiczny produkcji wody, wydajność, środki ostrożności. Wycieczka terenowa - wizyta w miejskiej oczyszczalni ścieków LPWiK w Legnicy: system technologiczny oczyszczalni ścieków, gospodarka osadami i produkcja biogazu. Wycieczka terenowa - wizyta w elektrowni wodnej Wrocław I (lub innej) - system technologiczny, zalety i ograniczenia. Wycieczka terenowa - wizyta w kompostowni odpadów Ekosystem Sp. Ogród zoologiczny. Wrocław - linia technologiczna, warunki kompostowania i dojrzewania kompostu, wydajność. Wycieczka terenowa - wizyta w sortowni ALBA Wrocław - linia technologiczna, urządzenia służące do przygotowania, segregacji, sortowania i zagęszczania odpadów. Rynek wtórny. Wycieczka terenowa - wizyta we wrocławskim laboratorium WIOŚ - zadania WIOŚ, praca akredytowanego laboratorium WIOŚ, sprzęt analityczny w monitorowaniu powietrza, wody i gleby, monitoring biologiczny wód. Wycieczka



		terenowa - wizyta gminy w Zakładzie Gospodarki Odpadami System CHEMEKO w Rudnej, Polska, proces technologiczny, organizacja składowiska, ochrona wód gruntowych, system monitorowania, linia do produkcji paliw alternatywnych.
10.	Structural analysis Analiza strukturalna	<p><b>Lectures:</b> Methods of morphological and geometrical analysis of folds. Basics of balanced cross-sections construction. Structural analysis of metamorphic terranes. Kinematic and dynamic analysis of faults and joints. Basics of strain analysis. Geometrical analysis of folds. Elements of analysis of large-scale structures (tectonic analysis).</p> <p><b>Classes:</b> Analysis of morphological elements and of orientation of folds using stereographic projection methods. Folds – important concepts and definitions, morphology, folding mechanisms. Geometry and classification of folds. Delineating fold axial surfaces on map and in outcrop. Restoring the geometry of major folds based on asymmetry of lower-order folds. Fold classification using Hudleston and Ramsay's methods– theoretical basis and practical applications. Arc (Busk) method, dip isogon (Ramsay) and kink fold (Suppe) methods. Determination of strain and of palaeostresses from patterns of kink bands. Development of thrust systems and application in balanced-cross sections. Foliations and lineations and their relationship to the axes of strain ellipsoid. Superposition of deformation structures in time and space. Progressive deformation. Analysis of faults, determination of stress tensor for fault populations. Coaxial and non-coaxial deformation. Basic methods of strain analysis. Descriptive and dynamical analysis of joints. Interpretation of large-scale tectonic structures.</p> <p><b>Wykłady:</b> Metody analizy morfologicznej i geometrycznej fałdów. Podstawy zrównoważonej konstrukcji przekrojów. Analiza strukturalna terenów metamorficznych. Kinematyczna i dynamiczna analiza uszkodzeń i połączeń. Podstawy analizy odkształceń. Analiza geometryczna fałdów. Elementy analizy struktur wielkoskalowych (analiza tektoniczna).</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> Analiza elementów morfologicznych i orientacji fałdów przy użyciu stereograficznych metod projekcji. Fałdy - ważne pojęcia, definicje, morfologia, mechanizmy składania. Geometria i klasyfikacja fałdów. Wyznaczanie zagięć powierzchni osiowych na mapie i na odsłonięciu. Przywracanie geometrii głównych fałdów na podstawie asymetrii fałd niższego rzędu. Klasyfikacja krotknie za pomocą metod Hudleston'a i Ramsaya - podstawy teoretyczne i praktyczne zastosowania. Metoda Arc (Busk), dip isogon (Ramsay) i zagięcie zagięcia (Suppe). Oznaczanie naprężeń i paleostresów tworzących wzory pasm załamania. Opracowanie systemów ciągu i zastosowanie w zrównoważonych przekrojach. Foliacje i lineacje oraz ich postawa względem osi elipsoidy odkształcenia. Superpozycja struktur deformacyjnych w czasie i przestrzeni. Postępująca deformacja. Analiza uszkodzeń, wyznaczanie tensora naprężeń dla populacji uszkodzeń. Odkształcenie współosiowe i nieosiowe. Podstawowe metody analizy odkształceń. Opisowa i dynamiczna analiza stawów. Interpretacja dużych struktur tektonicznych.</p>
11.	Applications of Ground Penetrating Radar (GPR) Metody georadarowe	<p><b>Lectures:</b> Ground Penetrating Radar - principles and method presentation. GPR construction, antenna types and research methodology. Introduction to electromagnetic wave propagation laws, with special reference to different geological media. Regulations, norms and radiological data in GPR technique. An overview for the most popular and common used ground penetrating radar equipment. Signal optimization, modulation, processing and filtration. GPR software for data analysis and visualization. Method application: geology, archaeology, geomorphology, sedimentology, civil engineering. Research planning, study realization and results presentation.</p> <p><b>Lab classes:</b> GPR construction, equipment configuration and running. Terrain research methodology. Parameters for data collection. Collecting field data. Data processing techniques and its visualization. Echoes presentation and preparing of research reports.</p>

		<p><b>Field classes:</b> GPR construction, equipment configuration and running. Terrain research methodology. Parameters for data collection. Collecting field data.</p> <p><b>Wykłady:</b> Ground Penetrating Radar - prezentacja zasad i metod. Budowa GPR, typy anten i metodologia badań. Wprowadzenie do prawnej propagacji fali elektromagnetycznej, ze szczególnym uwzględnieniem różnych mediów geologicznych. Przepisy, normy i dane radiologiczne w technice GPR. Przegląd najpopularniejszych i najczęściej używanych urządzeń radarowych penetrujących grunt. Optymalizacja, modulacja, przetwarzanie i filtracja sygnałów. Oprogramowanie GPR do analizy i wizualizacji danych. Zastosowanie metody: geologia, archeologia, geomorfologia, sedymentologia, inżynieria lądowa. Planowanie badań, realizacja badań i prezentacja wyników.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> budowa GPR, konfiguracja i uruchomienie sprzętu. Metodologia badań terenowych. Parametry do gromadzenia danych. Zbieranie danych terenowych. Techniki przetwarzania danych i ich wizualizacja. Prezentacja ech i przygotowywanie raportów z badań.</p> <p><b>Ćwiczenia terenowe:</b> budowa GPR, konfiguracja i uruchomienie sprzętu. Metodologia badań terenowych. Parametry do gromadzenia danych. Zbieranie danych terenowych.</p>
12.	Geohazards Geozagrożenia	<p><b>Lectures:</b> Introduction (processes, phenomena and events - physical, stochastic, phenomenological and social categorization). Earth (planetary geohazards - endogenous, exogenous), (space and socio-economic - classification, identification and selection of methods of description). The main ways of modeling geohazards (selection of model for technical feasibility, scope and use of prediction). Geodynamic hazards (seismic activity - earthquakes, causes, history, monitoring, effects and prevention of the effects). Active fault zones - location, kinematic characteristics, the geological and engineering effects and prevention). Tsunami (history, causes, physics of the trigger process and tsunami monitoring, effects and prevention). Geotechnical hazards (landslides - creeping, rock falls, slumps and mass flows) - physics of the processes and trigger mechanisms, monitoring, and prevention of the effects of legal and social aspects). Hydrological hazards (storm rain floods, mass movements and slope erosion, including soil erosion, effects, prevention, river's valleys floods and their causes, flood wave, monitoring systems, methods of flood protection (static and dynamic retention, stimulating the flood wave, water management in the drainage basin), storm surges, causes, effects and prevention, coastal lithodynamics and coastal erosion). Karst features and associated hazards (rocks karstification processes and their effects, hazards and disasters in karst areas). Mining hazards (types of exploitation and the self-, and forced dynamics, subsidence, collapses, eruptions, land subsidence, mining damages, submergence of the areas, impact).</p> <p><b>Field classes:</b> Familiarizing students with the Wrocław flood defense system</p> <p><b>Wykłady:</b> Wprowadzenie (procesy, zjawiska i zdarzenia - kategoryzacja fizyczna, stochastyczna, fenomenologiczna i społeczna). Ziemia (geozagrożenia planetarne - endogenne, egzogeniczne), (kosmiczna i społeczno-ekonomiczna - klasyfikacja, identyfikacja i wybór metod opisu). Główne sposoby modelowania zagrożeń geologicznych (wybór modelu pod względem wykonalności technicznej, zakresu i wykorzystania prognozy). Zagrożenia geodynamiczne (aktywność sejsmiczna - trzęsienia ziemi, przyczyny, historia, monitorowanie, skutki i zapobieganie skutkom). Aktywne strefy uskoków - lokalizacja, charakterystyka kinematyczna, efekty geologiczne i inżynierskie oraz zapobieganie). Tsunami (historia, przyczyny, fizyka procesu wyzwalania i monitorowanie tsunami, skutki i zapobieganie). Zagrożenia geotechniczne (osuwiska - pełzanie, spadki skał, spadki i przepływy masowe) - fizyka procesów i mechanizmów wyzwalających, monitorowanie i zapobieganie skutkom aspektów prawnych i społecznych). Zagrożenia hydrologiczne (powódzie deszczowe, ruchy masowe i erozja stoków, w tym erozja gleby, skutki, zapobieganie, powódzie w dolinach rzek i ich przyczyny, fala powodziowa, systemy monitorowania,</p>

		<p>metody ochrony przed powodzią (retencja statyczna i dynamiczna, stymulowanie fali powodziowej, woda) zarządzanie w zlewni), burze, przyczyny, skutki i zapobieganie, litodynamika wybrzeży i erozja wybrzeży). Cechy krasu i związane z nimi zagrożenia (procesy karstyfikacji skał i ich skutki, zagrożenia i katastrofy na obszarach krasowych). Zagrożenia górnicze (sposoby eksploatacji oraz dynamika własna i wymuszona, osiadanie, zawalenia się, erupcje, osiadanie ziemi, szkody górnicze, zalanie obszarów, wpływ).</p> <p><b>Ćwiczenia terenowe:</b> Zapoznanie studentów z wrocławskim systemem przeciwpowodziowym</p>
13	<p>Selected problems of economic geology Wybrane problemy geologii gospodarczej</p>	<p><b>Lectures:</b> Types of mineral resources and their genesis. Role of magmatic processes. Origin of hydrothermal waters and their role. VHMS and SEDEX mineral deposits. Porphyry copper deposit. Metallogeny of granites. Mineral deposits of platform areas. Banded Iron Formation. Mineral deposits related to weathering. Political and Economic Aspects of Mineral Deposits.</p>
14.	<p>Trace fossils and their palaeoenvironmental significance Skamieniałości śladowe i ich znaczenie dla paleośrodowiska</p>	<p><b>Lectures:</b> Definition of the trace fossils. Ethological division of the trace fossils into different categories. Main tracemakers of the trace fossils. The historical background of ichnology. Characteristic of the main Seilacherian ichnofacies (continental, shallow-marine and deep-marine). Ichnodiversity of the trace fossils in various ichnofacies. Description of the common ichnotaxa. Informations concerning trace makers of the burrows and their paleoenvironmental requirements. Usefulness of the trace fossils to the palaeoenvironmental reconstructions (bathymetry, energy of water, oxygenation level and salinity, sedimentary rate, character of the substrate). Ichnological analysis. Examples of ichnological analysis from different regions from Poland (Sudety Mountains) and Europe or other countries. Vertebrate traces. The most interesting discoveries of vertebrate traces. Colonization of the continental, brackish, shallow-marine and deep-marine environments by producers of the trace fossils. Phanerozoic history of the trace fossils, changes ichnotaxonomical diversity in time. The application of the invertebrate and vertebrate trace fossils to biostratigraphy – ichnostratigraphy. Definition of the systems boundaries (Neoproterozoic-Cambrian boundary). Changes in the trace fossil assemblages during 5 Mass-Extinction episodes (Latest Ordovician, Late Devonian, End-Permian, End-Triassic, End-Cretaceous Mass Extinctions). Trace fossils in the well cores. Neoichnology.</p> <p><b>Wykłady:</b> Definicja skamieniałości śladowych. Etologiczny podział skamieniałości śladowych na różne kategorie. Główni producenci skamieniałości śladowych. Historia badań ichnologicznych. Charakterystyka głównych ichnofacji według Seilachera (1967) – kontynentalnych, płytkomorskich i głębokomorskich. Zróżnicowanie taksonomiczne skamieniałości śladowych w poszczególnych ichnofacjach. Opisy najczęściej występujących skamieniałości śladowych. Informacje dotyczące wymagań środowiskowych głównych producentów skamieniałości śladowych. Przydatność skamieniałości śladowych do rekonstrukcji paleośrodowisk (batymetria, energia wody, poziom natlenienia i zasolenia, tempo sedymentacji, charakter podłoża). Analizy ichnologiczne. Przykłady analiz ichnologicznych z różnych regionów Polski (szczególnie Sudetów), Europy i innych krajów. Skamieniałości śladowe kręgowców. Najbardziej interesujące odkrycia związane ze śladami kręgowców. Kolonizacja kontynentalnych, brakicznych (mezohalinowych), płytko- i głębokomorskich środowisk przez producentów skamieniałości śladowych. Fanerozoiczna historia skamieniałości śladowych (zmiany ichnotaksonomicznego zróżnicowania w czasie). Wykorzystanie skamieniałości śladowych bezkręgowców i kręgowców do badań biostratygraficznych (ichnostratygrafia). Definicja granic systemów (dolna granica kambru: neoproterozoik/kambr). Zmiany w składzie zespołów skamieniałości śladowych podczas 5 głównych wymierań w dziejach Ziemi (w późnym: ordowiku, dewonie, permie, triasie i kredzie). Skamieniałości śladowe w rdzeniach z otworów wiertniczych. Neoichnologia.</p>
15.	<p>Geodynamics - selected issues</p>	<p><b>Lectures:</b> Geodynamics and geokinematics (definitions, the scope of the conceptual, methodological categorization - the physical, stochastic, phenomenological). Indicators of geokinematics and geodynamics</p>

	Geodynamika - wybrane zagadnienia	(geodetic, geological, archaeological and geomorphological). The global monitoring system of geokinematics and geodynamics. <b>Wykłady:</b> Geodynamika i geokinematyka (definicje, zakres pojęciowej, metodologicznej kategoryzacji - fizyczna, stochastyczna, fenomenologiczna). Wskaźniki geokinematyki i geodynamiki (geodezyjne, geologiczne, archeologiczne i geomorfologiczne). Globalny system monitorowania geokinematyki i geodynamiki
16.	Geochemical Evolution of the Earth Ewolucja geochemiczna Ziemi	<b>Lectures:</b> Geochemical and isotope diversity of the present day Earth. Characteristic of the processes leading to this diversity and their secular evolution. Isotope systems and geochemical data used to understand secular evolution of the Earth chemical composition. Nucleosynthesis and geochemical evolution of the Solar System before the Earth formation. Detailed evolution of the Earth in each era: Hadean, Archean, Proterozoic, Paleozoic. <b>Lab classes:</b> Basics of the geochemical modelling. Equations used in isotope geology to calculate interactions between isotopically diverse materials. Geochemical databases and how to use them. Writing Excel spreadsheets and using the Isoplot software to solve geological problems. <b>Wykłady:</b> Geochemia i różnorodność izotopowa współczesnej Ziemi. Charakterystyka procesów prowadzących do tej różnorodności i ich świeckiej ewolucji. Układy izotopowe i dane geochemiczne wykorzystane do zrozumienia świeckiej ewolucji składu chemicznego Ziemi. Nukleosynteza i ewolucja geochemiczna Układu Słonecznego przed powstaniem Ziemi. Szczegółowa ewolucja Ziemi w każdej epoce: Hadean, Archean, Proterozoic, Paleozoic. <b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Podstawy modelowania geochemicznego. Równania stosowane w geologii izotopowej do obliczania interakcji między materiałami zróżnicowanymi izotopowo. Geochemiczne bazy danych i jak z nich korzystać. Pisanie arkuszy kalkulacyjnych Excel i używanie oprogramowania Isoplot do rozwiązywania problemów geologicznych.
17.	Geographic Information Systems in Geology Komputerowe systemy informacji przestrzennej (GIS) w geologii	<b>Lectures:</b> Introduction to the GIS structure. Geographical information systems. Applications of GIS systems. Cartographic projections, conversion between systems. Databases and data structure. GIS as operations on databases. Calibration of maps as an introduction to the geospatial. Transformation of point, line and surface data. Functions of spatial analysis: search, classification, measurements, neighborhood, merging. Data generalization. Interpolation - principles and methods. Digital data sources and remote sensing. Satellite images of the Earth's surface. Processing of digital remote sensing images and spatial data analysis. Numeric terrain model. Examples of the dissemination of GIS systems, i.e. where you can find free and fully usable data for GIS - Geoportals. Review of the most important GIS systems and their application in geology and environmental protection. Introduction to modeling of geodynamic, hydrological and hydrogeological processes. The role of GIS in natural sciences. <b>Lab classes:</b> Introduction to the QGIS systems. The QGIS system and its basic tools - preliminary exercises. Cartographic projections, conversion between geographic coordinate systems. Calibration of raster layers. Execution of links between layers of geographic information for the selected region. Learning the basic functions of the software. QGIS system - advanced tools - individual projects. Performing an individual project including maps based on cartographic materials in raster and vector version and other databases. The design of the resulting map windows as a preparation for the professional use of GIS software and the creation of map printouts. Learning advanced functions of the QGIS system. <b>Wykłady:</b> Wprowadzenie do struktury GIS. Systemy informacji geograficznej. Zastosowania systemów GIS. Rzuty kartograficzne, konwersja między systemami. Bazy danych i struktura danych. GIS jako operacje na bazach danych. Kalibracja map jako wprowadzenie do geoprzestrzenności. Transformacja

		<p>danych punktu, linii i powierzchni. Funkcje analizy przestrzennej: wyszukiwanie, klasyfikacja, pomiary, sąsiedztwo, scalanie. Generalizacja danych. Interpolacja - zasady i metody. Cyfrowe źródła danych i teledetekcja. Zdjęcia satelitarne powierzchni Ziemi. Przetwarzanie cyfrowych teledetekcji i analiza danych przestrzennych. Numeryczny model terenu. Przykłady rozpowszechniania systemów GIS, tj. Gdzie można znaleźć darmowe i w pełni użyteczne dane dla GIS - Geoportale. Przegląd najważniejszych systemów GIS i ich zastosowania w geologii i ochronie środowiska. Wprowadzenie do modelowania procesów geodynamicznych, hydrologicznych i hydrogeologicznych. Rola GIS w naukach przyrodniczych.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Wprowadzenie do systemów QGIS. System QGIS i jego podstawowe narzędzia - ćwiczenia wstępne. Rzuty kartograficzne, konwersja między układami współrzędnych geograficznych. Kalibracja warstw rastrowych. Wykonanie połączeń między warstwami informacji geograficznych dla wybranego regionu. Poznanie podstawowych funkcji oprogramowania. System QGIS - zaawansowane narzędzia - indywidualne projekty. Realizacja indywidualnego projektu zawierającego mapy oparte na materiałach kartograficznych w wersji rastrowej i wektorowej oraz innych bazach danych. Projektowanie powstałych okien map jako przygotowanie do profesjonalnego wykorzystania oprogramowania GIS i tworzenie wydruków map. Poznanie zaawansowanych funkcji systemu QGIS</p>
Specjalność Applied Geoscience		
Semestr I		
1.	<p>Methods in mineralogy, petrology and geochemistry</p> <p>Metody badań w mineralogii, petrologii i geochemii</p>	<p><b>Lectures:</b> Presentation of the theoretical basis of selected analytical methods used in mineralogy, petrology and geochemistry. A detailed characterization of selected methods of sample preparation of rocks and minerals (e.g., preparation of samples for chemical and phase analysis, various methods of separation of minerals) and methods of determination of the chemical composition of rocks and minerals (AAS, ICP-MS, LA-ICP-MS, EMPA, XRF, etc.). A detailed characterization of methods used to determine the phase composition of geological and environmental materials (XRD, Raman spectroscopy, SEM-EDS, DTA-TG-DTG, cathodoluminescence, infrared spectroscopy). Applications of presented methods, both in basic research and in applied mineralogy and geochemistry.</p> <p><b>Lab classes:</b> During the class, students will learn in practice the principles of use of the equipment available in laboratories of the Inst. Geol Sci. (e.g. in the rock preparation lab, mineral separation lab, X-ray diffraction lab, and others). Students prepare samples for further research and carry out microscopic observations. In addition, they perform simple analyses using X-ray diffractometer, thermal analyzer and a scanning electron microscope with an EDS system. During the class, students also learn how to interpret the obtained results, or analyzes provided by the teacher.</p> <p><b>Field classes:</b> The field course enables students to learn about the possibilities of the newest analytical equipment in one of leading commercial laboratories specialized in chemical and phase analysis of geological and environmental specimens.</p> <p><b>Wykłady:</b> Przedstawienie podstaw teoretycznych wybranych metod badawczych wykorzystywanych w mineralogii, petrologii oraz geochemii. Szczegółowe omówienie wybranych metod preparatyki minerałów i skał (np. przygotowanie próbek do analiz chemicznych i fazowych, różne metody separacji minerałów), oznaczania składu chemicznego skał i minerałów (metody spektroskopowe AAS, ICP-MS, LA-ICP-MS, EMPA, XRF etc.), oznaczenia składu fazowego materiałów geologicznych i środowiskowych (XRD, spektroskopia Ramana, SEM-EDS, DTA-TG-DTG, katodoluminescencja, spektroskopia w podczerwieni).</p>

		<p>Przedstawienie możliwości wykorzystania omawianych metod zarówno w badaniach podstawowych jak i w mineralogii i geochemii stosowanej.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> W ramach ćwiczeń studenci w sposób praktyczny uczą się wykorzystania sprzętu laboratoryjnego dostępnego w pracowniach Instytutu Nauk Geologicznych. (m.in. Szlifiernia, Pracownia Separacji Mineralów, Pracownia Dyfrakcji Rentgenowskiej) Przygotowują próbki do dalszych badań i prowadzą samodzielne obserwacje mikroskopowe. Ponadto wykonują samodzielnie analizy przy użyciu dyfraktometru rentgenowskiego, termoanalyzera i mikroskopu skaningowego z przystawką EDS. W ramach ćwiczeń studenci dokonują również interpretacji wyników analiz wykonanych przez siebie lub dostarczonych przez prowadzącego.</p> <p><b>Ćwiczenia terenowe:</b> Ćwiczenia terenowe pozwalają studentom zapoznać się z możliwościami najnowocześniejszego sprzętu analitycznego w jednym z wiodących komercyjnych laboratoriów analitycznych specjalizującym się w badaniach składu chemicznego i fazowego materiałów geologicznych i środowiskowych.</p>
2.	Groundwater resource assessment Ocena zasobów wód podziemnych	<p><b>Lectures:</b> Groundwater as a component of the hydrological cycle. Law regulations regarding groundwater resource evaluation. Types of hydrogeological structures. Classifications of groundwater resources. The hydrogeological parameters of rocks. Methods of water-bearing capacity estimation. Methods for assessing of renewable groundwater resources. Hydrograph separation. Other methods: groundwater level fluctuations, hydrodynamic, infiltration rate. Principle of disposable and exploitable resources assessment. Protection of groundwater resources.</p> <p><b>Classes:</b> Assessment of renewable groundwater resources using different methods: Wundt and Kille methods, hydrograph separation, hydrodynamic and infiltration rate methods.</p> <p><b>Wykłady:</b> Wody podziemne jako składowa cyklu hydrologicznego. Prawne podstawy ustalania zasobów. Typy struktur hydrogeologicznych. Klasyfikacje zasobów wód podziemnych. Parametry hydrogeologiczne skał. Metody oceny wybranych wskaźników wodonośności skał. Metody oceny zasobów odnawialnych. Metody hydrologiczne. Metody: wahań zwierciadła wód podziemnych, hydrodynamiczna, wskaźnika infiltracji. Metody oceny zasobów dyspozycyjnych i eksploatacyjnych. Ochrona zasobów wód podziemnych.</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> Wykonanie dokumentacji zasobów odnawialnych wybranej zlewni badawczej. Opracowanie warunków hydrogeologicznych zlewni z graficzną prezentacją na przekroju hydrogeologicznym. Obliczenie zasobów wód podziemnych i wykonanie mapy zasobowej.</p>
3.	Methods of environmental samples collecting Metody poboru prób środowiskowych	<p><b>Lectures:</b> Sampling of solid materials: spotted and pasty samples; easily fusible samples; samples of loose materials and pieces; soil samples; arable soil samples. Testing of solid mineral deposits: preliminary messages, methods of sampling (testing of cores, grist, cuttings, exploratory holes); samples for testing (chemical, clastic and clay minerals, mineralogical-petrographic, stratigraphic, physico-mechanical); storage of samples of solid minerals and documentation of sampling; methods of sampling at outcrops and mining excavations (point, furrow, felling, excavation, wells); testing the deposit in mining excavations; conditions for correct testing of deposits in mining excavations. Taking gas samples: types of gas samples; classification of gas sampling and analysis methods; manual methods of air sampling (sedimentation, isolation, aspiration); sampling of waste gases; sampling of aerosols and dusts. Health and safety rules applicable during field tests and measurements. Principles of collecting, transporting and storing samples of surface water, suspensions for physical and chemical tests (instruments and vessels for sampling, fixing) as well as debris and plankton for taxonomic investigations (cupcakes, nets, preservation of samples). Measurement of physical and chemical</p>

parameters. Rules for collecting, transporting and storing groundwater samples for physico-chemical tests (instruments and vessels for taking water samples, fixing); Measurement of physical-chemical parameters "on-line". Cleansing pumping. Downloading rules and devices for collecting rainwater, waters flowing down the trunk and under-crown waters. Preparation of soil samples for laboratory analysis. Downloading rules and instruments for soil sampling: for standard laboratory analyzes (from organic level and from mineral level - with intact and intact structure), for specialized laboratory analyzes (measurement of water binding strength in soil, micromorphological analyzes). Sampling of bottom sediments and their preparation for laboratory analysis

**Field classes:** Collection of the atmospheric air sample and measurement of the carbon isotope concentration and composition of carbon dioxide and methane on the Picarro G-2201i CRDS spectrometer. Discussion and presentation of filter preparation and working principles of the DHA-80 collector for PM2.5 dust collection. Collection of groundwater from piezometer and wells, measurement of physicochemical parameters of groundwater. Surface water withdrawal from watercourses and water reservoirs, measurement of physicochemical and biological parameters, principles of sampling using various samplers, maintenance and principles of sample transport. Collection of bottom sediments from water reservoirs, measurement of physicochemical and biological parameters, principles of sampling with different samplers, maintenance and principles of sample transport. Collection of soil samples using several types of samplers. Maintenance and principles of sample transport.

**Wykłady:** Pobieranie próbek materiałów stałych: próbki maziste i ciastowate; próbki łatwo topliwe; próbki materiałów sypkich i w kawałkach; próbki gleby; próbki gleby ornej. Opróbowanie złóż kopalin stałych: wiadomości wstępne, sposoby pobierania próbek (opróbowanie rdzeni, zasypu, zwierziny, otworów rozpoznawczych); próbki do badań (chemicznych, kopalin okruszowych i ilastych, mineralogiczno-petrograficznych, stratygraficznych, fizyczno-mechanicznych); przechowywanie próbek kopalin stałych i dokumentacja opróbowania; sposoby pobierania próbek na wychodniach i wyrobiskach górniczych (punktowe, bruzdowe, zdzierkowe, urobkowe, z odwiertów); opróbowanie złoża w wyrobiskach eksploatacyjnych; warunki poprawnego opróbowania złóż w wyrobiskach górniczych. Pobieranie próbek gazowych: rodzaje próbek gazowych; klasyfikacja metod pobierania i analizy próbek gazów; metody manualne pobierania próbek powietrza (sedymentacyjne, izolacyjne, aspiracyjne); pobieranie próbek gazów odlotowych; pobieranie próbek aerozoli i pyłów. Zasady BHP obowiązujące w trakcie badań i pomiarów prowadzonych w terenie. Zasady pobierania, transportu i przechowywania próbek wód powierzchniowych, zawiesiny do badań fizyczno-chemicznych (przyrządy i naczynia do pobierania próbek; utrwalanie) oraz rumowiska i planktonu do badań taksonomicznych (czerpacze, siatki, utrwalanie prób). Pomiar parametrów fizyczno-chemicznych. Zasady pobierania, transportu i przechowywania próbek wód podziemnych do badań fizyczno-chemicznych (przyrządy i naczynia do pobierania próbek wody; utrwalanie); Pomiar parametrów fizyczno-chemicznych „on-line”. Pompowanie oczyszczające. Zasady pobierania i przyrządy do poboru wód opadowych, wód spływających po pniu oraz wód podkoronowych. Przygotowanie próbek gleb do analiz laboratoryjnych. Zasady pobierania i przyrządy do pobierania próbek gleb: do standardowych analiz laboratoryjnych (z poziomu organicznego i z poziomu mineralnego - o strukturze naruszonej i nienaruszonej), do specjalistycznych analiz laboratoryjnych (pomiaru siły wiązania wody w glebie, analiz mikromorfologicznych). Pobierania próbek osadów dennych oraz ich przygotowanie do analiz laboratoryjnych

**Ćwiczenia terenowe:** Pobór próby powietrza atmosferycznego oraz pomiar stężenia i składu izotopowego węgla z dwutlenku węgla i metanu na spektrometrze CRDS Picarro G-2201i. Omówienie i

		<p>przedstawienie przygotowania filtrów i zasady działania pobornika DHA-80 do poboru pyłu PM2.5. Pobór wód podziemnych z piezometru i studni, pomiar parametrów fizykochemicznych wód podziemnych. Pobór wód powierzchniowych z cieków wodnych i zbiorników wodnych, pomiar parametrów fizykochemicznych i biologicznych, zasady poboru próbek z wykorzystaniem różnych próbników, konserwacja i zasady transportu próbek. Pobór osadów dennych ze zbiorników wodnych, pomiar parametrów fizykochemicznych i biologicznych, zasady poboru próbek z wykorzystaniem różnych próbników, konserwacja i zasady transportu próbek. Pobór próbek glebowych z użyciem kilku typów próbników. Konserwacja i zasady transportu próbek.</p>
4.	<p>Methods in structural geology Metody geologii strukturalnej</p>	<p><b>Lectures:</b> Basic notions of rheology and rock mechanics. Methods of analysis of folds. Kinematic and dynamic analysis of faults. Basics of strain analysis. Geometrical and dynamic analysis of joint networks. Introduction to geological cross-section balancing. Methods of structural analysis of metamorphic terrains. Introduction to analysis and interpretation of large-scale tectonic structures (tectonic analysis and synthesis).</p> <p><b>Classes:</b> Orientation analysis of folds using stereographic projection methods. Classification of folds based on their morphological and geometrical features. Analysis of faults and fault systems developed in various tectonic regimes. Characteristics of tectonic strains produced in ductile deformation regimes. Determination of palaeostresses from brittle tectonic structures. Analysis of structures produced in metamorphic conditions (foliations, lineations, shear-sense indicators). Basics of palaeogeographic reconstructions using plate tectonic principles.</p> <p><b>Wykłady:</b> Podstawowe pojęcia reologii i mechaniki skał. Metody analizy fałdów. Kinematyczna i dynamiczna analiza uskoków. Podstawy analizy odkształceń. Geometryczna i dynamiczna analiza sieci spękań. Wprowadzenie do bilansowania przekrojów geologicznych. Metody analizy strukturalnej obszarów metamorficznych. Wprowadzenie do analizy struktur o skali regionalnej i ponadregionalnej (analiza i synteza tektoniczna).</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> Analiza orientacji fałdów z wykorzystaniem metod projekcji stereograficznej i klasyfikacja w oparciu o ich cechy morfologiczne i geometryczne. Analiza uskoków i systemów uskokowych powstałych w różnych reżimach tektonicznych. Charakterystyka odkształceń tektonicznych powstałych w podatnym reżimie deformacji. Rekonstrukcja paleonaprężeń na podstawie struktur powstałych w reżimie kruchym. Analiza struktur tektonicznych typowych dla deformacji w warunkach metamorficznych (foliacje, lineacje, wskaźniki kierunku i zwrotu transportu tektonicznego). Podstawy rekonstrukcji paleogeograficznych z zastosowaniem koncepcji tektoniki płyt.</p>
5.	<p>English for geologists Angielski dla geologów</p>	<p><b>Classes:</b> Course will be divided into 7 topics, during which topics from various branches of geology will be discussed. Each of the topics will consist of reading, discussion and writing exercise related to different branches of geology.</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> Zajęcia będą podzielone na 7 bloków tematycznych, w trakcie których poruszane będą tematy związane z różnymi gałęziami z szerokiego zakresu geologii. Każdy z bloków tematycznych będzie się składał z tekstu z wybranej gałęzi geologii, dyskusji na tekstem, oraz ćwiczeń pisemnych.</p>
6.	<p>Contemporary problems in geological sciences Współczesne problemy nauk geologicznych</p>	<p><b>Lectures:</b> The latest, current problems of geological sciences</p> <p><b>Wykłady:</b> Najnowsze, aktualne problemy nauk geologicznych</p>



7.	Current problems in mineralogical sciences Aktualne problemy nauk mineralogicznych	<b>Seminar:</b> The topics of the seminar are proposed by the teacher considering the scientific interests of the students. The topics are focused around broadly defined mineralogical sciences, in particular their advances in recent years. <b>Seminarium:</b> Tematy seminariów będą proponowane przez prowadzącego w nawiązaniu do zainteresowań studentów. Tematy te będą koncentrować się na zagadnieniach nauk mineralogicznych, z uwzględnieniem osiągnięć z ostatnich lat w tej dziedzinie.
8.	Current problems in petrological sciences Współczesne problemy nauki o skałach	<b>Seminar:</b> Students participating in the seminar are designed under the guidance of a teacher and then independently to search relevant information on topics, which currently extend our knowledge in the field of petrology and which are the subject of international discussion. Then, on the basis of information collected student prepares oral presentation showing gathered information. <b>Seminarium:</b> Student uczestniczący w seminarium ma za zadanie, pod okiem prowadzącego a następnie samodzielnie, wyszukać odpowiednie informacje na tematy, w których aktualnie poszerza się wiedza i które są przedmiotem międzynarodowej dyskusji. Następnie na podstawie zebranych informacji uczestnik seminarium przygotowuje prezentację ustną przedstawiającą w sposób syntetyczny zebrane przez siebie informacje.
9.	New trends in stratigraphy Nowe trendy w stratygrafii	<b>Seminar:</b> The current state of knowledge on stratigraphy and new methods and techniques of stratigraphical studies will be presented mainly on examples from recent papers, but also from handbooks. Some cases from different sedimentary basins will be considered. Special unformal methods (eg. chemostratigraphy, strontium isotope stratigraphy, event stratigraphy, ecostratigraphy and others) will be taken into account. <b>Seminarium:</b> Aktualny stan wiedzy z zakresu stratygrafii i nowe metody badań stratygraficznych będą przedstawione na przykładach zaczerpniętych przede wszystkim z najnowszej literatury przedmiotu oraz podręczników. Wykorzystane zostaną przykłady pochodzące z różnych basenów sedymentacyjnych na całym świecie, również z zastosowaniem specjalnych nieformalnych metod stratygraficznych jak np. chemostratygrafia, stratygrafia izotopów strontu, stratygrafia zdarzeniowa, ekostratygrafia i inne.
10.	Informatics and geostatistics in geological sciences Informatyka i metody geostatystyczne w geologii	<b>Lectures:</b> Descriptive statistics. Correlation and regression. Nonparametric statistics. Hypothesis testing. Statistical treatment of the orientation data. Analysis of spatial data. <b>Classes:</b> Creating worksheets performing simple statistical analysis in Excel. Creating maps using Surfer, Calculations of volumes and surface areas (program Surfer). <b>Wykłady:</b> Statystyka opisowa. Korelacja i regresja. Statystyki nieparametryczne. Testowanie hipotez. Statystyczna obróbka danych kierunkowych. Analiza przestrzenna danych. <b>Ćwiczenia:</b> Tworzenie arkuszy kalkulacyjnych wykonujących proste analizy statystyczne w programie Excel. Tworzenie map przy użyciu programu Surfer, Obliczanie objętość i powierzchni (program Surfer).
11.	Applied geophysics Geofizyka stosowana	<b>Lectures:</b> To provide a basic knowledge and understanding of magnetic, electrical, electromagnetic, and radiometric (field and borehole) methods as they are applied to the exploration for hydrocarbons prospecting methods and metallic and nonmetallic mineral deposits. The physical properties of rocks and minerals, such as elastic wave velocities, absorption factors, electrical and thermal conductivities, magnetic susceptibilities, and behavior under stress. VLF. The geophysical instrumentation and procedures used to acquire seismic, gravity, magnetic, electrical, electromagnetic and radiometric data in field surveys. Shallow geological structures recognition, ground water exploration, engineering geology and environmental protection. Geophysical methods application to rock resources (building materials) exploration. Geophysical methods application to ore deposits exploration and recognition.

		<p><b>Classes:</b> Exercises that cover areas of lectures are carried out in: 1) computer lab (interpretation of the geophysical measurements). 2) geophysical laboratory (geophysical measurements in the laboratory). 3) the practical field exercises.</p> <p><b>Wykłady:</b> Zaawansowane metody geofizyki poszukiwawczej: grawimetryczne, magnetyczne, elektrooporowe (powierzchniowe oraz otworowe), radiometryczne - otworowe. Podstawy fizyczne metod radiometrycznych. Metodyka prowadzenia badań radiometrii wiertniczej. Przykłady komputerowego modelowania i interpretacja zdjęć przekrojów poszukiwawczych. Interpretacje jakościowe i ilościowe danych radiometrycznych, elektrooporowych, grawimetrycznych, VLF, termometria.</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> Obejmują tematykę wykładów i są prowadzone w: 1) sali komputerowej (interpretacja pomiarów geofizycznych). 2) laboratorium geofizycznym (samodzielne wykonanie pomiarów geofizycznych w warunkach laboratoryjnych). Sprawozdania z wykonanych pomiarów. Napisanie prostego projektu geofizycznego np. w oparciu o pracę dyplomową.</p>
12.	Trace fossils Skamieniałości śladowe	<p><b>Lectures:</b> Definition and ethologic division (categories) of the trace fossils. History of ichnological reserach (the historical background of ichnology). Presentation of the main trace fossil ichnofacies (Seilacherian ichnofacies): marginal-marine, shallow-marine, deep-marine, continental. Usefulness of the trace fossils for interpretation the sedimentary conditions (bathymetry, oxygenation and salinity of water, consistency of the substrates, energy of water, sedimentation rate). Ichnostratigraphy – the application of the invertebrates and vertebrates trace fossils to biostratigraphy. Definition of the systems boundaries (Neoproterozoic-Cambrian boundary). Sedimentological-ichnological models for environmental reconstructions. Colonization of the Continental, shallow-marine, deep-marine settings by the tracemakers. Phanerozoic history of the trace fossils (changes of ichnotaxonomical diversity in time). Changes in the trace fossil assemblages during 5 main mass-extinction episodes (latest Ordovician, Late Devonian, End-Permian, End-Triassic, End-Cretaceous Mass extinction). Vertebrate ichnology, neoichnology. Trace fossils in well core.</p> <p><b>Classes:</b> Characteristic, description and recognition of the common trace fossil ichnotaxa, within different environments. The main tracemakers (producers) of the trace fossils. Characteristic of the different environments and typical trace fossil assemblages. Examples of ichnological analysis from different regions of Poland and world. Reconstruction of the palaeoenvironments, based on trace fossils from the Sudety Mountains (North Sudetic Synclinorium, Intra-Sudetic Synclinorium, Upper Nysa Kłodzka Graben) – practical exercises.</p> <p><b>Wykłady:</b> Definicja i podział etologiczny skamieniałości śladowych. Historia badań ichnologicznych. Prezentacja głównych ichnofacji: przybrzeżnych, płytkomorskich, głębokomorskich, kontynentalnych. Przydatność skamieniałości śladowych do rekonstrukcji warunków sedymentacji (batymetria, natlenienie i zasolenie wód, charakter podłoża, energia środowiska, tempo sedymentacji). Ichnostratygrafia – wykorzystanie skamieniałości śladowych bezkręgowców i kręgowców w stratygrafii (np. definiowanie granic pomiędzy systemami: neoproterozoik/kambr). Modele sedymentologiczno-ichnologiczne do rekonstrukcji paleośrodowisk. Kolonizacja środowisk kontynentalnych, płytkomorskich i głębokomorskich przez twórców skamieniałości śladowych. Fanerozoiczna historia skamieniałości śladowych – zmiany zróżnicowania ichnotaksonomicznego w czasie. Skamieniałości śladowe na tle 5 wielkich wymierań w dziejach Ziemi (późny ordowik, późny dewon, perm/trias, późny trias, kreda/paleogen). Ichnologia kręgowców, neoichnologia. Skamieniałości śladowe w rdzeniach wiertniczych.</p>

		<p><b>Ćwiczenia:</b> Charakterystyka, opis i rozpoznawanie najczęściej występujących ichnotaksonów w obrębie poszczególnych ichnofacji. Główni producenci skamieniałości śladowych. Omówienie różnych środowisk sedymentacji i typowych dla nich zespołów skamieniałości śladowych. Analiza ichnologiczna przykładowych profili z Polski (ze szczególnym uwzględnieniem Sudetów: synklinorium północnosudeckie, synklinorium śródsudeckie, rów górnej Nysy Kłodzkiej) i świata – ćwiczenia praktyczne.</p>
Semestr II		
1.	Applications of mineral sciences Mineralogia stosowana	<p><b>Lectures:</b> Relationships between mineralogical sciences and other fields and disciplines of science and the industry. Material engineering and related economic, legal aspects (guidelines for national and European standardization bodies) and environmental aspects. Characteristics of materials of anthropogenic origin (slag, fly ash, cement and mortar, building stone, ceramics, metals and alloys, polymers, synthetic and natural glasses, biominerals and biomineralization): basic classification, testing methods and production technology, physical and chemical properties. Aeromineralogy. Mineral composition and origin of atmospheric dusts. Asbestos in environment.</p> <p><b>Lab classes:</b> classes: The planning, preparation and interpretation of research results concerning various materials, in order to determine their phase composition, properties, conditions of processing leading to their formation. Sampling procedures and equipment in aeromineralogy. Analytical methods for determination of particulate contamination. Optical microscope and SEM particle counting. Particle identification. Results calculation, presentation and interpretation to show sources of air pollution.</p> <p><b>Wykłady:</b> Powiązania nauk mineralogicznych z innymi dziedzinami i dyscyplinami nauki oraz z przemysłem. Inżynieria materiałowa i związane z nią aspekty ekonomiczne, prawne (wytyczne krajowych i europejskich jednostek normalizacyjnych) i środowiskowe. Charakterystyka surowców mineralnych oraz materiałów pochodzenia antropogenicznego (żużle, popioły, cementy i zaprawy, kamień budowlany, ceramika, metale i ich stopy, polimery, szkła syntetyczne i naturalne, biominerały i biomineralizacja): podstawowy podział, metody badań, technologia produkcji, skład fazowy i własności. Aeromineralogia. Charakterystyka pyłów atmosferycznych. Azbest w środowisku.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Planowanie, wykonanie i interpretacja wyników badań surowców i powstających z nich tworzyw, celem określenia ich: składu fazowego, własności, warunków obróbki technologicznej prowadzącej do ich powstawania oraz wpływu na środowisko.</p>
2.	Methods and applications in stratigraphy Metodyka i zastosowania stratygrafii	<p><b>Lectures:</b> Selectivity of the fossil record. Taphonomy – the aim and methods. „Fossil-Lagerstätten” – examples and preconditions. Types of the fossil communities. Methods of describing and classifying fossils. Classifications of stratigraphic units, historical and current knowledge. International Stratigraphic Guide. Lithostratigraphy, biostratigraphy, magnetostratigraphy, chronostratigraphy and geochronology. Methods of stratigraphic correlation. Special stratigraphic methods (chemostratigraphy, SIS, seismic and sequence stratigraphy, eustatostratigraphy, cyclostratigraphy, tephrostratigraphy, event stratigraphy, ecostratigraphy).</p> <p><b>Classes:</b> Methods of collecting and compiling of paleontological-stratigraphic material. Determination and description of selected species of macrofauna. Separation lithostratigraphic and biostratigraphic units in profiles. Determination the age range of the geological profile by the guide fossils. Lithological and age correlation of the selected geological profiles.</p> <p><b>Wykłady:</b> Zapis paleontologiczny i jego selektywność. Tafonomia – cel i metodyka badań. „Fossil-Lagerstätten” – przykłady i warunki powstania. Zespoły kopalne. Metodyka opisywania i klasyfikowania skamieniałości. Klasyfikacje i jednostki stratygraficzne, rys historyczny i obecny stan wiedzy.</p>

		<p>Międzynarodowy Kodeks Stratygraficzny. Litostratygrafia, biostratygrafia, magnetostratygrafia, chronostratygrafia i geochronologia. Korelacja stratygraficzna i jej metody. Specjalne metody stratygraficzne (chemostratygrafia, SIS, stratygrafia sejsmiczna i sekwencyjna, eustatostratygrafia, cyklostratygrafia, tefrostratygrafia, stratygrafia zdarzeniowa, ekostratygrafia).</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> Metody zbierania i opracowywania materiału paleontologiczno-stratygraficznego. Oznaczanie i opisywanie wybranych gatunków makrofauny. Wydzielanie jednostek litostratygraficznych i biostratygraficznych w profilach. Wykorzystanie skamieniałości przewodnich do określenia przedziału wiekowego wybranego profilu</p>
3.	Groundwater quality Jakość wód podziemnych	<p><b>Lectures:</b> Processes forming the groundwater chemical composition and its influence on its quality. The chemical composition of groundwater - assessment and presentation. Chemical status of groundwater - assessment and presentation. Indicators of pollution. Basics of migration of pollutants in groundwater. Hydrogeochemical background and its importance in the assessment of groundwater quality.</p> <p><b>Classes:</b> Methods of presentation of the chemical composition of groundwater. Methods of evaluation presentation of chemical status of water in accordance the applicable regulatory acts. Methods and of evaluation of groundwater pollution. Methods of evaluation of hydrogeochemical background.</p> <p><b>Wykłady:</b> Procesy formujące skład wód podziemnych i wpływające na ich jakość. Skład chemiczny wód podziemnych – sposoby oceny i prezentacji. Stan chemiczny wód podziemnych – sposoby oceny i prezentacji. Wskaźniki zanieczyszczeń. Podstawy migracji zanieczyszczeń w wodach podziemnych. Tło hydrogeochemiczne i jego znaczenie w ocenie jakości wód podziemnych.</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> Metody prezentacji składu chemicznego wód podziemnych. Metody oceny i prezentacji stanu chemicznego wód zgodnie z obowiązującymi aktami prawnymi. Metody oceny zanieczyszczeń wód podziemnych. Metody oceny tła hydrogeochemicznego.</p>
4.	Prospecting and evaluation of mineral reserves Poszukiwanie i dokumentowanie zasobów złóż surowców mineralnych	<p><b>Lectures:</b> Types of mineral resources. Geophysical and Remote Sensing Techniques. Borehole techniques of prospecting. Mining techniques of prospecting. Techniques of evaluation of mineral reserves. Laboratory classes: Individual reports on lecture topics. Calculations of reserves.</p> <p><b>Wykłady:</b> Podział surowców mineralnych, i klasyfikacja zasobów. Metody geofizyczne i teledetekcyjne wykorzystywane do poszukiwania i identyfikacji złóż. Metody geochemiczne poszukiwania złóż. Otworowe metody poszukiwań złóż. Górnicze techniki poszukiwania złóż. Metody szacowania zasobów złóż. Ćwiczenia laboratoryjne: Indywidualne raporty na tematy omawiane na wykładach. Obliczenia zasobów złóż.</p>
5.	MSc seminar I Seminarium dyplomowe I	<p><b>Seminar:</b> Participant in the seminar prepares the oral presentation of the issues associated with the subject of thesis and presents the concept of the thesis.</p> <p><b>Seminarium:</b> Uczestnik seminarium przygotowuje prezentację ustną z zagadnienia związanego z tematyką pracy magisterskiej oraz przedstawia koncepcję pracy magisterskiej.</p>
6.	Natural stone in architecture Kamień w architekturze	<p><b>Lectures:</b> Quarries and stone exploitation. Raw rock materials - methods of quarrying and stone processing. Basic definitions connected with physico-mechanical properties of stone building material. Methods of rock testing, in light of European and Polish standards. Durability of stone building materials, corrosion and weathering, methods of preventing. Overview of main rock types for an application as building stone. Examples of applications in architecture: igneous rocks. Examples of applications in architecture: sedimentary rocks. Examples of applications in architecture: metamorphic rocks. Stone in architecture of Wrocław.</p> <p><b>Classes and field classes:</b> The planning, preparation and interpretation of mineralogical-petrographical research results of selected stone raw materials for their application as a building stone. Demonstration</p>

		<p>of the most popular Polish building stones. Identification of selected samples taken from architectural details and provenance of identified rocks, preparing research report.</p> <p><b>Wykłady:</b> Kamieniołomy i eksploatacja kamienia. Surowce skalne - metody urabiania skał, metody obróbki kamienia. Podstawowe pojęcia i definicje związane z właściwościami kamiennych materiałów budowlanych. Metody oznaczania własności fizyko-mechanicznych i chemicznych skał, europejskie i krajowe akty normatywne. Trwałość skalnych materiałów budowlanych, korozja i wietrzenie, metody ich zapobiegania. Przegląd głównych rodzajów skał pod kątem ich zastosowania do celów architektonicznych. Przykłady zastosowania w architekturze: skały magmowe. Przykłady zastosowania w architekturze: skały osadowe. Przykłady zastosowania w architekturze: metamorficzne. Kamień w architekturze miasta Wrocławia.</p> <p><b>Ćwiczenia i ćwiczenia terenowe:</b> Planowanie, wykonanie badań oraz interpretacja uzyskanych wyników analizy mineralogiczno-petrograficznej przykładowych surowców skalnych pod kątem zastosowania do celów architektonicznych. Demonstracja najpopularniejszych krajowych kamieni blocznych. Identyfikacja przykładowych skał z wybranych detali architektonicznych oraz przygotowanie raportu z badań pod kątem rozpoznania proveniencji materiału skalnego.</p>
7.	<p>New trends in tectonics and structural geology</p> <p>Nowe trendy w tektonice i geologii strukturalnej</p>	<p><b>Seminar:</b> The current state of knowledge and research problems being of general interest in the contemporary world of tectonics and structural geology. Selected new method used in the latter sciences. These questions will be dealt with by students using contemporary scientific literature recommended by the teacher and found out by themselves (mostly professional papers in international periodicals). Discussed will be examples representing various tectonic environments (e.g. orogens, platforms, sedimentary basins) and elements of methodology concerning a wide spectrum of structural problems.</p> <p><b>Seminarium:</b> Aktualny stan wiedzy i cieszące się na świecie aktualnym zainteresowaniem problemy badawcze z zakresu tektoniki i geologii strukturalnej oraz nowe metody badań stosowane w tych naukach. Zagadnienia te będą opracowywane przez studentów na podstawie współczesnej literatury naukowej wskazanej przez prowadzącego oraz wyszukanej przez nich samych (głównie fachowe publikacje w międzynarodowych periodykach). Przedyskutowane będą przykłady reprezentujące różne środowiska tektoniczne świata (np. orogeny, platformy, baseny sedymentacyjne) oraz elementy metodologii dotyczącej szerokiego spektrum problemów strukturalnych.</p>
8.	<p>New trends in economic geology</p> <p>Współczesne problemy geologii gospodarczej</p>	<p><b>Seminar:</b> Types and management of mineral raw materials: metallic, energy, chemical. The problem of changes in demand for raw materials during history of civilization.</p> <p><b>Seminarium:</b> Złoża i gospodarka surowcami: metalicznymi, energetycznymi, chemicznymi. Problem zmiany zapotrzebowania na surowce w trakcie rozwoju cywilizacji</p>
9.	<p>Groundwater exploitation</p> <p>Eksploatacja wód podziemnych</p>	<p><b>Lectures:</b> Classification of water intakes, history, terminology. The hydrogeological reasons to choose the type of intake. Characteristics, construction and exploitation of dug wells, drilled wells, infiltration intakes, drainage intakes, radial intakes and spring waters intakes. The methods of drawing groundwater from the well, the types and location of pumps, the use of siphons. The problems of exploitation wells, the well ageing, methods of restoration and recovery wells.</p> <p><b>Classes:</b> The concept of the construction of intake. The implementation of the project of geological investigations. The implementation of hydrogeological documentation. The implementation of legal documentation justifying the right to water exploitation.</p> <p><b>Wykłady:</b> Klasyfikacja ujęć, historia rozwoju, terminologia, hydrogeologiczne przesłanki wyboru rodzaju ujęcia. Charakterystyka, budowa i eksploatacja ujęć szybowych, wierconych, infiltracyjnych,</p>

		<p>drenażowych, promienistych oraz ujęć ze źródeł. Sposoby czerpania wody ze studni, rodzaje i usytuowanie pomp, zastosowanie lewarów, studnie zbiorcze. Zagadnienia eksploatacji studni, procesy starzenia ujęć, metody renowacji i regeneracji studni.</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> Opracowanie koncepcji budowy lub rozbudowy ujęcia. Opracowanie projektu badań geologicznych. Opracowanie dokumentacji hydrogeologicznej studni. Wykonanie operatu wodno-prawnego studni.</p>
10.	<p>Environmentally sound technologies and renewable energy sources</p> <p>Technologie w ochronie środowiska i odnawialne źródła energii</p>	<p><b>Lectures:</b> Protection of the atmosphere: the exhaust gas purification systems - processes for the preparation of combustion of fuels, types of furnaces, fluidized bed furnaces operating principle, the phenomenon utilized in the purification of exhaust gases, the method and apparatus for purifying exhaust gas of NOx, particulate matter, sulfur oxides, other hazardous substances including, the effectiveness of the methods, advantages and disadvantages. Modern biotechnology in the cleaning of exhaust gases with CO2. Protection of water: waste water treatment systems and water production the characteristics of industrial and municipal wastewater, wastewater quality indicators, mechanical, chemical and biological methods for sewage treatment and operation of these processes, sludge disposal, sewage treatment plant. Impurities present in natural waters, types of water supplies, water purification processes (aeration, coagulation, sedimentation, flotation, filtration, ion exchange, chemical precipitation, sorption on activated carbon, chemical oxidation, membrane processes, disinfection), the production of water for Wrocław. Renewable energy - what is renewable energy, renewable energy division, the practical aspects of conversion of energy of wind , water, solar, geothermal, biomass, biofuels. Nuclear power - perspective – production of nuclear fuel on example of 235U (enrichment preparation reactor fuel elements), types of reactors and operation, waste disposal, risk and safety of nuclear power plants. Technological solutions in waste management - what is the waste classification, characteristics and origin of industrial and municipal waste, waste production statistics, waste management, economic use of waste, disposal of waste: site preparation, security, storage system organization, management and rehabilitation land after landfills, hazardous waste disposal, Thermal waste utilization: waste incineration - technology, advantages and disadvantages, pyrolysis; biological waste treatment; composting plants: conditions, technology, advantages and disadvantages, methane fermentation – biogas plants. Environmental monitoring systems in Poland and Europe.</p> <p><b>Field class:</b> Visit in the Water Production Plant MPWiK „Na Grobli” in Wrocław. Visit in the wastewater plant MPWiK in Wrocław. Visit in the municipal waste disposal plant. Visit in the waste sorting plant. Visit in the hydroelectric power plant. Visit in the conventional power plant. Visit in the laboratory of Regional Inspectorate for Environmental Protection in Wrocław.</p> <p><b>Wykłady:</b> Ochrona atmosfery: systemy oczyszczania gazów spalinowych - procesy przygotowania paliw od spalania, typy palenisk, zasada działania paleniska fluidalnego, zjawiska wykorzystywane przy oczyszczaniu gazów spalinowych, metody i urządzenia do oczyszczania gazów spalinowych z NOx, pyłów, tlenków siarki, innych substancji niebezpiecznych z uwzględnieniem, efektywność metod, zalety i wady. Nowoczesne biotechnologie w oczyszczaniu gazów spalinowych z CO2. Ochrona wód: systemy oczyszczania ścieków i produkcji wody - co to są ścieki, charakterystyka ścieków przemysłowych i komunalnych, wskaźniki jakości ścieków, mechaniczne, chemiczne i biologiczne metody oczyszczania ścieków i przebieg tych procesów, unieszkodliwianie osadów pościekowych, roślinne oczyszczalnie ścieków. Zanieczyszczenia występujące w wodach naturalnych, typy ujęć wody, procesy oczyszczania wody (napowietrzanie, koagulacja, sedymentacja, flotacja, filtracja, wymiana jonowa, chemiczne strącanie, sorpcja na węglu aktywnym, utlenianie chemiczne, procesy membranowe, dezynfekcja, ),</p>

		<p>produkcja wody dla Wrocławia. Odnawialne źródła energii - co to jest energia odnawialna, podział odnawialnych źródeł energii, praktyczne aspekty wykorzystania energii wiatru, wody, promieniowania słonecznego, geotermalnej, biomasy, biopaliwa. Energia jądrowa – perspektywy - produkcja paliwa jądrowego na przykładzie 235U (wzbogacanie przygotowanie elementów paliwowych do reaktorów), typy reaktorów i zasada działania, składowanie odpadów, zagrożenia i bezpieczeństwo elektrowni jądrowych. Rozwiązania technologiczne w gospodarce odpadami - podział, charakterystyka i pochodzenie odpadów przemysłowych i komunalnych, teoria gospodarowania odpadami, gospodarcze wykorzystanie odpadów, składowanie odpadów: przygotowanie terenu, zabezpieczenia, organizacja systemu składowania, zagospodarowanie i rekultywacja terenów po wysypiskach odpadów, składowanie odpadów niebezpiecznych, termiczna utylizacja odpadów: spalanie odpadów – technologia, zalety i wady; piroliza; biologiczne przetwarzanie odpadów: kompostowanie: warunki, technologie, zalety i wady; fermentacja metanowa. Rola PIOŚ i WIOŚ w monitoringu środowiska - zadania i kompetencje PIOŚ i WIOŚ, struktury organizacyjne WIOŚ i PIOŚ, praca WIOŚ we Wrocławiu.</p> <p><b>Ćwiczenia terenowe:</b> Wizyta w Zakładzie Produkcji Wody MPWiK Wrocław na Grobli. Wizyta w oczyszczalni ścieków komunalnych. Wizyta na składowisku odpadów komunalnych. Wizyta w kompostowni odpadów zielonych. Wizyta w elektrowni wodnej. Wizyta w elektrociepłowni. Wizyta w laboratorium WIOŚ Wrocław.</p>
11.	Applications of mineral sciences (field course) Mineralogia stosowana (ćwiczenia terenowe)/	<p><b>Field classes:</b> The course will be based on field trips into selected quarries and mines of building and road stones, gravel and sand, ceramic clays, metal ores etc., both working and closed, in Lower Silesia. Relationships between the geology of a deposit, the mineralogical and physico-chemical characteristics of rocks and minerals and their value as raw materials for industrial applications, as well as methods of quality assessment and evaluation of industrial rocks and minerals will be presented. The field course will allow the students to gain insights into applications and practical significance of various aspects of mineralogical sciences in mining and processing of economically important rocks and minerals.</p> <p><b>Ćwiczenia terenowe:</b> Podstawą kursu są wycieczki terenowe do wybranych kamieniołomów i kopalń kamieni budowlanych i drogowych, kruszyw naturalnych, surowców ceramicznych, kopalin metalicznych itp., czynnych i nieczynnych, na terenie Dolnego Śląska. Prezentowane będą zagadnienia dotyczące relacji pomiędzy geologią, cechami mineralogicznymi oraz fizyko-chemicznymi skał i minerałów a ich wartością jako surowca, jak też metody określania jakości i przydatności surowców naturalnych i kopalin. Zajęcia pozwolą studentom zapoznać się z zastosowaniem i praktycznym znaczeniem różnych aspektów nauk mineralogicznych w wydobywaniu i przeróbce ważnych ekonomicznie skał i minerałów.</p>
12.	Regional and economic geology (field course) Geologia regionalna i gospodarcza (ćwiczenia terenowe)	<p><b>Field classes:</b> Geological structure of the orogen on the example of the Carpathians: Foredeep, gas deposits. Outer Carpathians, oil and gas, oil museum in Bóbrka, melilite series and diatoms, uranium mineralization area of Bezmielchowa. Pieniny Kilippen belt geological structure (ravine Homole), andesites of G. Wżar. Inner Carpathians, Tatras. Transcarpathia - (Ukraine, Hungary or Slovakia) Carpathian volcanism and its metallogenic importance (metals, perlite). The geological structure of the platform area e.g. Podolian plate, Scythian platform and the central part of the Ukrainian shield, fennoscandian plate: Precambrian shield granitoids of the Ukrainian region Uman and Kriviy Rih BIF deposits, basalts of Volyn, mineralization of Cu-U Old-Redu, profiles of the Silurian, Devonian, Cretaceous and Neogene of the Podolian platform, deposits of manganese. The Ukrainian and peri-Baltic profiles as an opportunity to get acquainted with the lithology of rocks known in Poland only from the boreholes. Geology of Romania and its mineral resources: Porphyry Cu, Au, Pb, Zn deposits, the deposit and outcrops of salt in Transylvania, thermal waters, oil and salt region of Suceava, mud volcanoes.</p>

		<p>Cimmerian orogen of the Crimean Mountains - Cenozoic sediments of Kerch: Development of Cimmerian Orogen from the Tauride series (Triassic?) to the Eocene platform nummulite limestone. Conditions of the formation of hydrocarbons of Majkop series, mud volcanism, Kerch iron ore, bryozoan reefs, contemporary salt lakes. The area depending on the choice of students.</p> <p><b>Ćwiczenia terenowe:</b> Budowa geologiczna orogenu na przykładzie Karpat: Zapadlisko przedkarpackie, złoża gazu. Karpaty zewnętrzne, złoża ropy i gazu, skansen naftowy w Bóbrce, odsłonięcia serii menilitowych i diatomitów, mineralizacje uranowe rejonu Bezmiechowej. Strefa pienińska budowa geologiczna (wąwóz Homole), andezyty G. Wżar. Karpaty wewnętrzne, Tatry. Zakarpacie - (Ukraina, Węgry lub Słowacja) wulkanizm karpacki i jego znaczenie metalogeniczne (metale, perlit). Budowa geologiczna obszaru platformowego na przykładzie płyty podolskiej, platformy scytyjskiej i centralnej części tarczy ukraińskiej, fennoskandzkiej: Odsłonięcia granitoidów tarczy ukraińskiej rejonu Humania i przełomu Bugu południowego, krzyworskie złoża BIF, bazalty Wołynia, mineralizacje Cu-U Old-Redu, profile syluru, dewonu, kredy i neogenu płyty podolskiej, złoża manganu. Odsłonięcia ukraińskie i przybaltyckie jako możliwość zapoznania się z litologią skał znanych w Polsce tylko z wierzeń na obszarze platformy wschodnioeuropejskiej. Geologia Rumunii i jej zasoby mineralne: Porfirowe złoża Au, Cu, Pb, Zn, Ag, złoża i odsłonięcia soli w Transylwanii, wody termalne, ropa naftowa i sole kamienne rejonu Suczawy. wulkany błotne. Kimeryjski orogen Gór Krymskich - kenozoiczne osady Kerczu. Rozwój orogenu G, Krymskich od serii taurydzkiej (trias?) po platformę eoceńskich wapieni numulitowych. Warunki tworzenia się złóż węglowodorów serii Majkopskiej, wulkanizm błotny, rudy żelaza serii kerczeńskiej, rafy mszywiolowe, współczesne. Teren w zależności od wyboru studentów.</p>
13.	Hydrogeological mapping (field course) Kartowanie hydrogeologiczne (ćwiczenia terenowe)	<p><b>Field classes:</b> Measurement of river discharge using water flow meter or float and volumetric methods. Methodology of springs and wells research during the hydrogeological mapping. Field measurements of physical and chemical water parameters. Sampling of water and soil for the laboratory tests. Field measurements of infiltration, permeability and fissuring of rocks. Elaboration of the database and maps from field measurements.</p> <p><b>Ćwiczenia terenowe:</b> Wykonanie pomiarów natężenia przepływu rzek przy użyciu młynka hydrologicznego, metodą pływakową i wolumetryczną. Metodyka badań źródeł i studni w trakcie kartowania hydrogeologicznego. Wykonanie w terenie pomiarów parametrów fizyko-chemicznych wód. Pobór próbek wód i gruntów do badań laboratoryjnych. Polowe pomiary: wielkości infiltracji, przepuszczalności utworów przypowierzchniowych, szczelinowatości skał. Wykonanie bazy danych i map wynikowych z wykonanych pomiarów</p>
Semestr III		
1.	Environmental pollution Zanieczyszczenia środowiska	<p><b>Lectures:</b> Characteristics of pollutants of the individual components of the environment. Pollution - the types and sources of pollution. Examples techniques of monitoring air pollution and prevention of pollution - sulphur dioxide (SO<sub>2</sub>) case. Examples of techniques for monitoring air pollution and prevention of pollution - nitrogen oxides (NO<sub>x</sub>) case. Examples of techniques for monitoring air pollution and prevention of pollution - dust pollution case. Catalysts of automobiles as examples the removal of exhaust gaseous and particulate pollutants from transport. Dynamic olfactometry and methods of deodorization. Presentation of issues related to the pollution of solid environmental samples (soils, sediments). Discussion of soil degradation processes and methods for reclamation of degraded areas. Discuss the methods for determination of the mobility and bioavailability of elements in soils and estimation of the geochemical balance of elements in soil with a particular focus on heavy metals. Industrial activity as the main source of inorganic pollution for soil environment. Discussion of the</p>



possible use of isotopic analyzes to trace the sources of pollution in soils and sediments. Hydrogeochemical background as a method of identification of pollutants in groundwater. The theoretical basis of evaluation of hydrogeochemical background. Method of calculation and presentation of hydrogeochemical background. Migration of pollutants in groundwater. Basic mechanisms of the processes its influence on manner and pace of migration. Theoretical basis and methods of assessment.

**Field classes:** A visit to the atmospheric pollution monitoring site belonging to the Regional Inspectorate of Environment Protection (RIEP) in Wroclaw. Visit the Laboratory of Olfactometry Research (Wroclaw University of Technology)

**Lab classes:** Air sampling and analysis of concentrations and isotopic composition of atmospheric CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub>. Preparation of projects aimed at assessing the quality of soils and sediments polluted with heavy metals. Drawing up the geochemical balance of the elements in soils. The application of methods for determining the mobility of elements in soils and attempt to identify the sources of pollution. Preparation of reports describing the results. Evaluation of hydrogeochemical background for selected indicators of chemical and research areas. Calculations of migration of selected chemical indicators from the selected source of pollution

**Wykłady:** Charakterystyka zanieczyszczeń poszczególnych składowych środowiska. Zanieczyszczenia atmosfery - rodzaje i źródła zanieczyszczeń. Przykłady technik monitoringu zanieczyszczeń atmosfery i zapobiegania jej zanieczyszczenia – dwutlenek siarki (SO<sub>2</sub>). Przykłady technik monitoringu zanieczyszczeń atmosfery i zapobiegania jej zanieczyszczenia – tlenki azotu (NO<sub>x</sub>). Przykłady technik monitoringu zanieczyszczeń atmosfery i zapobiegania jej zanieczyszczenia – zanieczyszczania pyłowe. Katalizatory samochodowe jako przykłady usuwania szkodliwych zanieczyszczeń gazowych i pyłowych pochodzących z transportu. Olfaktometria dynamiczna oraz stosowane metody dezodoryzacji. Przedstawienie zagadnień związanych z zanieczyszczeniami stałych próbek środowiskowych. Omówienie procesów degradacji gleb oraz metody rekultywacji terenów zdegradowanych. Zaprezentowanie metod służących do oznaczania mobilności i biodostępności pierwiastków w glebach oraz do oznaczenie bilansu geochemicznego pierwiastków w glebie ze szczególnym uwzględnieniem metali ciężkich. Działalność przemysłowa jako podstawowe źródło zanieczyszczeń nieorganicznych środowiska glebowego. Omówienie możliwości wykorzystania analiz izotopowych do śledzenia źródeł zanieczyszczeń w stałych próbkach środowiskowych. Tła hydrogeochemiczne jako metoda identyfikacji zanieczyszczeń w wodach podziemnych. Teoretyczne podstawy oceny tła hydrogeochemicznego. Metody obliczania i prezentacji tła hydrogeochemicznego. Migracja zanieczyszczeń w wodach podziemnych. Podstawowe procesy mechanizmy wpływające na sposób i tempo migracji. Podstawy teoretyczne i metody oceny.

**Ćwiczenia terenowe:** Wizyta w stacji monitoringowej zanieczyszczeń atmosferycznych należącej do Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska (WIOS) we Wrocławiu. Wizyta w Laboratorium Badań Olfaktometrycznych (Politechnika Wrocławska)

**Ćwiczenia laboratoryjne:** Pobór prób powietrza i analiza stężeń i składu izotopowego atmosferycznego CO<sub>2</sub> i CH<sub>4</sub>. Wykonanie opracowań mających na celu ocenę jakości gleb i osadów pod kątem zanieczyszczenia metalami ciężkimi. Sporządzenie bilansu geochemicznego pierwiastków w glebie. Zastosowanie metod oznaczania mobilności pierwiastków w glebach i próba identyfikacji źródeł zanieczyszczeń. Przygotowanie sprawozdań opisujących otrzymane wyniki. Wykonanie oceny tła hydrogeochemicznego dla wybranych wskaźników chemicznych i obszarów badawczych. Wykonanie obliczeń migracji wybranych wskaźników chemicznych z wybranego ogniska zanieczyszczeń.

2.	Isotope geology and geochemistry Geologia i geochemia izotopowa	<p><b>Lectures:</b> Basic knowledge of isotopes and application of isotopes in Earth sciences (MG). Analytical methods used in isotope measurements (MG). Formation of isotopically distinct materials: Mass Dependent and Mass Independent Isotope Effects (AP). Isotope diversity of the Earth: mantle, crust (AP). Isotope diversity of the Earth: weathering, soil (AP). Isotope diversity of the Earth: hydrosphere (MG). Isotope diversity of the Earth: atmosphere (MG). Isotope diversity of the Earth: biosphere (MG). Isotope geothermometry (MG). Dating: isochrone method (AP). Dating: U-Pb method (AP). Dating: Young samples by U series and cores by <sup>210</sup>Pb (AP). Dating: geological and biological samples, <sup>14</sup>C method, OSL/TSL and surface exposure dating (MG).</p> <p><b>Classes:</b> Introduction to isotopes, basic calculations. Introduction to analytical methods: mass interference. Using and interpreting data from GEOROC database (GEOchemistry of Rocks of the Oceans and Continents). Dating – age calculations and interpretations. Geothermometry – how to use Alpha-Delta base, basic calculations. Isotopic mass balance (2 and 3 sources). Binary mixing model – Keeling plot.</p> <p><b>Wykłady:</b> Podstawy wiedzy o izotopach i ogólnie o ich wykorzystaniu w naukach przyrodniczych (MG). Podstawy wiedzy na temat metod badania izotopów: Spektrometria mas. (MG). Podstawy różnicowania składu izotopowego: Frakcjonowanie zależne i niezależne od masy (AP). Różnicowanie izotopowe Ziemi: płaszcz, skorupa (AP). Różnicowanie izotopowe Ziemi: zwietrzelina, gleba (AP). Różnicowanie izotopowe Ziemi: hydrosfera (MG). Różnicowanie izotopowe Ziemi: atmosfera (MG). Różnicowanie izotopowe Ziemi: biosfera (MG). Geotermometria izotopowa (MG). Datowanie: metoda izochrony (AP). Datowanie: metoda Uran – Ołów (AP). Datowanie młodych próbek: serie U, datowanie rdzeni metodą <sup>210</sup>Pb (AP). Datowanie próbek biologicznych i geologicznych: metoda radiowęglowa, OSL/TSL oraz surface exposure dating (MG).</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> Ćwiczenia wstępne, podstawowe obliczenia. Metody analityczne: problem interferencji mas etc. Wykorzystanie danych z bazy GEOROC (GEOchemistry of Rocks of the Oceans and Continents) – interpretacja wyników. Datowania – U/Pb, metoda izochrony. Geotermometria izotopowa – przykłady obliczeń i korzystania z bazy Alpha-Delta. Izotopowy bilans mas (2 i 3 składnikowy). Model dwuskładnikowego mieszania (binary mixing model – Keeling plot).</p>
3.	Microtectonics and microstructural analysis Mikrotektonika i analiza mikrostrukturalna	<p><b>Lectures:</b> During the course the students will be acquainted with: deformation mechanisms (including intracrystalline deformation, recovery, recrystallisation, grain-boundary-area reduction, and static recrystallization), foliations, lineations, and lattice-preferred orientation (LPO), shear zones, mylonites, sense of shear, and microscopic shear-sense indicators and porphyroblasts (including porphyroblast nucleation and growth, inclusions in porphyroblasts, porphyroblast-matrix relations), crystal size distribution (CSD), modal composition, inclusions in varied minerals populations, microstructures related to specific conditions of crystallization</p> <p><b>Lab classes:</b> During laboratories students will learn basic software utilised in modern image analysis. Using software students will analyse sequence of images showing development of recrystallization microstructures originated during deformation of both synthetic materials and rocks. Students will also learn basics of interpretation of deformation microstructures related to formation of shear zones as well as metamorphism (with emphasis to porphyroblasts and their relationship to matrix of the rock) and will learn how to interpret crystal size distribution in magmatic rocks in order to describe conditions of their crystallization.</p> <p><b>Wykłady:</b> Na poszczególnych wykładach studenci są zapoznawani z mechanizmami odpowiedzialnymi za: deformację agregatów mineralnych (włączając w to zjawiska deformacji wewnątrzkrystalicznej,</p>

		<p>odnowienia, rekrytalizacji dynamicznej oraz statycznej). Omówione zostaną również zagadnienia związane z powstawaniem foliacji, lineacji, uprzywilejowanej orientacji ziarn mineralnych, formowaniem stref ścinania, kinematycznymi wskaźnikami zwrotu ścinania, (włączając w to kwestie dotyczące nukleacji oraz wzrostu porfiroblastów, relacji pomiędzy tłem skalnym i porfiroblastami), rozkładu wielkości ziarn mineralnych, składu modalnego, mikrostruktur związanych z równymi warunkami krystalizacji.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> W trakcie ćwiczeń studenci poznają podstawowe oprogramowanie komputerowe wykorzystywane we współczesnej analizie obrazu. Posługując się oprogramowaniem komputerowym analizują sekwencje fotografii ilustrujących rozwój mikrostruktur rekrytalizacyjnych zachowanych zarówno w skałach jak i materiałach syntetycznych, poznają tajniki interpretacji mikrostruktur deformacyjnych związanych z deformacją zachodzącą w obrębie stref ścinania oraz metamorfizmem (porfiroblasty) oraz nauczą się interpretować rozkład wielkości ziarn mineralnych w skałach magmowych pod kątem opisu warunków krystalizacji.</p>
4.	Groundwater Modelling Modelowanie przepływów wód podziemnych	<p><b>Lectures:</b> The idea is to highlight the broad multidisciplinary research methodology for modelling of hydrogeological processes (groundwater dynamics, hydraulics, methods of pumping test, the protection of the aquatic environment, monitoring, geoinformation). The aim is to gain theoretical and practical basis for the use of modern numerical methods across the spectrum of groundwater flow in both as well the local as regional scale. The effect of education is to understand how the numerical representation of real hydrogeological conditions is created, including knowledge of the scope of the necessary information and environmental data for the preparation of groundwater numerical solution.</p> <p><b>Lab classes:</b> Implementation of the individual work in the computer lab. The aim is to introduce and teach the operation of most versatile and widely used modeling programs in hydrogeology. It is also important to master specialized terminology and operation interface. The primary effect of course is the possibility to prepare the necessary data and to develop a numerical model of filtration in simple hydrogeological conditions. Modeling as the primary method of modern hydrogeology. Definitions and basic concepts. Hydrogeological model, conceptual model and a numerical model. Outline of the history of modeling, including the method of elektrohydrodynamic analogy (AEHD) and operation mesh integrators. Theoretical basis of numerical models of filtration. The objectives of the model simulation. The solution for steady state and transient conditions. Methods of solutions being used in the modeling (the difference between MRS and MES methods). The solution of mathematical equations describing the filtration. Iterative methods. Identification of the aquifer system on the model. Aquifer system and the types of hydrostructural systems restored on the model. Boundary surfaces. Circulation and vertical seepage of water within the aquifer system. Defining the boundary conditions. Procedure of schematization for the implementation of the model. Discretization and mesh types. Boundary conditions and initial conditions of the model. The issue of preparation of model inputs. Input data, databases and digital maps. Application of GIS techniques. The problem of model scale. Specificity of the construction of models of regional aquifer systems. The problem of schematization of hydrogeological conditions. Geostatistical and geoinformatic tools in modeling. Deterministic and stochastic models. Schematization of hydrogeological conditions and simulation of the multi-aquifer structure on the model. Numerical methods. 2-D and 3-D spatial models. The principle of operation and application of the leading programs in the FDM method of modeling. Construction of multilayer models. Simulation of the interactions with the surface water. Analysis of the quality of the model. Calibration and verification of the model. Inverse modelling tasks. The types of errors that occur. The results of model. Analysis of the results of the</p>

	<p>model. Water balance calculations and groundwater resources in the model. Analysis of the pathlines and intake runoff area, recognition of protection zones on the model. MODFLOW. The MODFLOW and combined packages. Workflow and proper model documentation. Transient conditions. Implementation of stress periods and time steps. Analysis of time varied results. Mass transport and migration of contaminants. Modeling of contaminant migration in porous media. Application of the MT3D. Examples of applications. Presentation of the results and the role of the Internet.</p> <p><b>Wykłady:</b> Prezentacja szerokiego spektrum metod badawczych stosowanych do modelowania procesów hydrogeologicznych (dynamika wód gruntowych, hydraulika, metody testowania pompowania, ochrona środowiska wodnego, monitoring, geoinformacja). Celem jest zdobycie teoretycznych i praktycznych podstaw do stosowania nowoczesnych metod numerycznych w całym spektrum przepływu wód podziemnych zarówno w skali lokalnej, jak i regionalnej. Efektem edukacji jest zrozumienie, w jaki sposób tworzona jest cyfrowa reprezentacja rzeczywistych warunków hydrogeologicznych, w tym znajomość zakresu niezbędnych informacji i danych środowiskowych do przygotowania numerycznego rozwiązania dla wód podziemnych.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Realizacja indywidualnej pracy/projektu w pracowni komputerowej. Celem jest wprowadzenie i nauczanie działania najbardziej wszechstronnych i szeroko stosowanych programów do modelowania w hydrogeologii. Ważne jest również opanowanie specjalistycznej terminologii i interfejsu operacyjnego. Podstawowym efektem kursu jest możliwość przygotowania niezbędnych danych do opracowania numerycznego modelu filtracji w prostych warunkach hydrogeologicznych. Modelowanie jako podstawowa metoda współczesnej hydrogeologii. Definicje i podstawowe pojęcia. Model hydrogeologiczny, model koncepcyjny i model numeryczny. Zarys historii modelowania, w tym metoda analogii elektrohydrodynamicznej (AEHD) i integratory siatkowe. Podstawy teoretyczne numerycznych modeli filtracji. Cele symulacji modelu. Rozwiązanie dla warunków ustalonych i nieustalonych. Metody rozwiązań stosowanych w modelowaniu (różnica między metodami MRS i MES). Rozwiązanie równań matematycznych opisujących filtrację. Metody iteracyjne. Identyfikacja systemu wodonośnego na modelu. System wodonośny i typy systemów hydrostrukturalnych odwzorowanych na modelu. Powierzchnie graniczne. Cyrkulacja i wymiana wody w systemie wodonośnym. Definiowanie warunków brzegowych. Procedura schematyzacji dla wdrożenia modelu. Dyskretyzacja i typy siatki. Warunki brzegowe i warunki początkowe modelu. Zagadnienie przygotowania danych wejściowych do modelu. Dane wejściowe, bazy danych i mapy cyfrowe. Zastosowanie technik GIS. Problem skali modelu. Specyfika konstrukcji modeli regionalnych systemów wodonośnych. Problem schematyzacji warunków hydrogeologicznych. Narzędzia geostatystyczne i geoinformatyczne w modelowaniu. Modele deterministyczne i stochastyczne. Schemat warunków hydrogeologicznych i symulacja struktury wielopoziomowej na modelu. Metody numeryczne. Modele przestrzenne 2-D i 3-D. Zasada działania i zastosowania wiodących programów w metodzie modelowania FDM. Budowa modeli wielowarstwowych. Symulacja interakcji z wodami powierzchniowymi. Analiza jakości modelu. Kalibracja i weryfikacja modelu. Odwrotne zadania modelowania. Rodzaje występujących błędów. Wyniki modelu. Analiza wyników modelu. Obliczenia bilansu wodnego i zasobów wód podziemnych na modelu. Analiza linii prądu, siatki hydrodynamicznej i obszaru spływu do ujęcia, ustalanie stref ochronnych na modelu. MODFLOW. MODFLOW i pakiety połączone. Przepływ pracy i odpowiednia dokumentacja modelu. Warunki nieustalone. Wprowadzanie okresów wymuszeń i kroków czasowych. Analiza zróżnicowanych wyników zmiennoczasowych. Transport masy i migracja zanieczyszczeń. Modelowanie migracji</p>
--	--

		zanieczyszczeń w ośrodkach porowatych. Zastosowanie MT3D. Przykłady zastosowań. Prezentacja wyników i roli Internetu.
5.	Geochemical evolution of the Earth Ewolucja geochemiczna Ziemi	<p><b>Lectures:</b> Geochemical and isotope diversity of the present day Earth. Characteristic of the processes leading to this diversity and their secular evolution. Isotope systems and geochemical data used to understand secular evolution of the Earth chemical composition. Nucleosynthesis and geochemical evolution of the Solar System before the Earth formation. Detailed evolution of the Earth in each era: Hadean, Archean, Proterozoic, Paleozoic.</p> <p><b>Lab classes:</b> Basics of the geochemical modelling. Equations used in isotope geology to calculate interactions between isotopically diverse materials. Geochemical databases and how to use them. Writing Excel spreadsheets and using the Isoplot software to solve geological problems.</p> <p><b>Wykłady:</b> Zróżnicowanie geochemiczne i izotopowe Ziemi obecnie. Opis i wyjaśnienie procesów geologicznych prowadzących do rozwoju zmienności geochemicznej i izotopowej Ziemi w czasie. Systemy izotopowe i dane geochemiczne używane w zrozumieniu ewolucji Ziemi w czasie. Powstanie pierwiastków w wszechświecie i ewolucja geochemiczna Układu Słonecznego przed powstaniem Ziemi. Ewolucja składu chemicznego Ziemi w kolejnych erach.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Podstawy modelowania geochemicznego. Równania opisujące zmiany składu izotopowego materiału i ich wykorzystanie. Podstawowe bazy danych geochemicznych i ich wykorzystanie. Projektowanie arkuszy kalkulacyjnych w programie Excell oraz wykorzystanie programu Isoplot do rozwiązywania problemów geologicznych bazujących na modelowaniu geochemicznym i izotopowym.</p>
6.	Limnology Limnologia	<p><b>Lectures:</b> The origin of the lakes, genetic types of lakes, lakes classification. Construction of zonal lake basin, morphometry of lakes, the importance of the basin. Parameters and physical processes in lakes movements of masses of water, heat balance and distribution of time-space temperature, solubility of gases, penetration of light. Chemical conversions in lakes: DIC and pH balance, cycle the circulatory C, N, P, S in the lake, trophic lakes, heavy metals, the role of sediment and replace the water - sediment. Biological processes in lakes: primary production, trophic network in the lakes, and the importance of modeling. Risks and degradation of lakes eutrophication, acidification, salinity, organic impurities. Remediation and revitalization of the lakes technical methods (dredging, pipe Olszewski, aeration), chemical (chemical inactivation of deposits, the use of coagulants, the use of barley straw), biological (biomanipulation, probiotics, microbial decomposition of cyanobacterial toxins, denitrification walls, Ecotones)</p> <p><b>Wykłady:</b> Pochodzenie jezior, typy genetyczne jezior, klasyfikacja jezior. Budowa i strefowość misy jeziornej, morfometria jezior, znaczenie zlewni. Parametry i procesy fizyczne w jeziorach: ruchy masy wody, bilans cieplny i rozkład czasowo-przestrzenny temperatury, rozpuszczalność gazów, przenikanie światła. Przemiany chemiczne w jeziorach: DIC i równowaga pH, cykle krążenia C, N, P, S w jeziorze, trofia jezior, metale ciężkie, rola osadów i wymiany woda – osad. Procesy biologiczne w jeziorach: produkcja pierwotna, sieci troficzne w jeziorach, znaczenie i modelowanie. Zagrożenia i degradacja jezior: eutrofizacja, zakwaszenie, zasolenie, zanieczyszczenia organiczne. Remediacja i rewitalizacja jezior: metody techniczne (bagrowanie, rura Olszewskiego, napowietrzanie), chemiczne (chemiczna inaktywacja osadów, stosowanie koagulantów, stosowanie słomy jęczmiennej), biologiczne (biomanipulacja, probiotyki, mikrobiologiczny rozkład toksyn sinicowych, ściany denitryfikacyjne, ekotony).</p>

7.	Methods in recultivation and remediation Metody rekultywacji i remediacji	<p><b>Lectures:</b> Pollution in the environment. Rehabilitation of ex-situ, in-situ, revitalization, restoration - general concepts. Technical reclamation areas after mining. Reclamation of landfill sites. Technical reclamation of soils contaminated with heavy metals and hydrocarbons: the benefits, limitations and costs. Examples of completed projects. Biological reclamation of soils contaminated with heavy metals and hydrocarbons: the benefits, limitations and costs. Examples of completed projects. Revitalization of eutrophic waters: guidelines, benefits, limitations and costs. Examples of completed projects. Revitalization and restoration of rivers: the guidelines, benefits, limitations and costs. Examples of completed projects.</p> <p><b>Wykłady:</b> Zanieczyszczenia w środowisku. Rekultywacja ex-situ, in-situ, rewitalizacja, renaturyzacja – ogólne koncepcje. Rekultywacja techniczna obszarów po eksploatacji górniczej. Rekultywacja składowisk odpadów.</p> <p>Rekultywacja techniczna gleb zanieczyszczonych metalami ciężkimi i węglowodorami: korzyści, ograniczenia i koszty. Przykłady zrealizowanych projektów. Rekultywacja biologiczna gleb zanieczyszczonych metalami ciężkimi i węglowodorami: korzyści, ograniczenia i koszty. Przykłady zrealizowanych projektów. Rekultywacja zeutrofizowanych wód: wytyczne, korzyści, ograniczenia i koszty. Przykłady zrealizowanych projektów. Rewitalizacja i renaturyzacja rzek: wytyczne, korzyści, ograniczenia i koszty. Przykłady zrealizowanych projektów.</p>
8.	Stable isotopes forensics and food authenticity Badania izotopowe w technikach śledczych i testach autentyczności żywności	<p><b>Lectures:</b> Definition of mass spectrometry, areas of application, basic general diagram of the mass spectrometer, sample preparation methods for the measurement of isotopic ratios (off-line and on-line), isotopic standards, calibrations etc. The isotopic composition (S, C, H, N, O) of selected substances occurring in nature. The use of isotope techniques in distinguishing drugs: (i) natural and semi-synthetic (marijuana, morphine / heroin, cocaine) and synthetic (MDMA-methylenedioxymethamphetamine, methamphetamine). The application of isotope techniques in distinguishing explosives and their precursors: ammonium nitrate, hexamine, cyclotrimethylenetrinitramine (RDX), Sentex, Perchlorate, Tetranitrate Pentaerythritol tetranitrate (PETN), Trinitrotoluene (TNT), High Melting Point Explosive (HMX) and Ammonium nitrate and fuel oil (ANFO). The use of isotope techniques in tracing the origin of the population: geographical variation of the isotopic composition of human tissues, bones and hair (record of the history of life), the investigative archaeological research etc. The use of isotope techniques in the study of various substances in investigative techniques and crime: traces of microbiological testing of materials from the crime scene (e.g. paper, plastic, adhesive films, matches etc.). The use of isotope techniques in testing the authenticity of the food: alcohols (pure ethanol, wine, whiskey, tequila, beer, etc.); cheeses and dairy products; the meat and fish; high-quality natural oil, honey, spices; pharmaceutical products and medicines. The use of isotope techniques in studies of anti-doping and the service of the "purity" of sports.</p> <p><b>Wykłady:</b> Definicja spektrometrii mas, zakresy zastosowania, podstawowy schemat ogólny spektrometru mas, metody przygotowania próbek do pomiaru stosunków izotopowych (off-line i on-line), wzorce izotopowe, kalibracja etc. Skład izotopowy (S,C,H,N,O) wybranych substancji występujących w naturze. Zastosowanie technik izotopowych w rozróżnianiu narkotyków: (i) naturalnych i półsyntetycznych (marihuana, morfina/heroina, kokaina) oraz syntetycznych (MDMA-Metylenodioksymetamfetamina, metamfetamina). Zastosowanie technik izotopowych w rozróżnianiu materiałów wybuchowych i ich prekursorów: azotan amonu, heksamina, cyclotrimethylenetrinitramine (RDX), Sentex, perhydrol, Pentaerythritol Tetranitrate (PETN), Trinitrotoluene (TNT), High Melting point eXplosive (HMX) oraz Ammonium nitrate and fuel oil (ANFO). Zastosowanie technik izotopowych w</p>

		<p>śledzeniu pochodzenia ludności: geograficzne zmienności składu izotopowego ludzkich tkanek, kości i włosów (zapis historii życia), śledcze badania archeologiczne etc. Zastosowanie technik izotopowych w badaniu różnych substancji w technikach śledczych i kryminalnych :ślady mikrobiologiczne, badania materiałów z miejsca zbrodni (np. papier, plastik, folie przyklepne, zapalaki). Zastosowanie technik izotopowych w testach autentyczności żywności: alkohole (czysty etanol, wino, whisky, tequila etc); sery i produkty mleczne; mięso i ryby; wysokogatunkowe oliwy naturalne; miody, przyprawoproducty farmaceutyczne i leki. Zastosowanie technik izotopowych w badaniach antydopingowych oraz służbie „czystości” sportu.</p>
9.	<p>Environmental geohazards Geozagrożenia środowiskowe</p>	<p><b>Lectures:</b>Earthquakes, tsunamis. Volcanic eruptions, early warning systems. Landslides, causes and prevention. Avalanches and other snow risks, causes and prevention. Hurricanes, tornadoes, cyclones, El Niño, early warning systems. Collisions with space objects Earth. Desertification, floods, origin, course, consequences, prevention, early warning systems against floods. Acid rain, smog, ozone depletion causes, course, consequences, prevention, warning systems. Natural toxins, their origins, impact. Natural toxins as a chemical weapon. Biological factors: the microbiological hazards and the pathogenic impact, epidemiology, used as a biological weapon.</p> <p><b>Wykłady:</b> Trzęsienia ziemi, Tsunami. Erupcje wulkaniczne, systemy wczesnego ostrzegania. Osuwiska, przyczyny i zapobieganie. Lawiny i inne zagrożenia śnieżne, przyczyny i przeciwdziałanie. Huragany, tornada, cyklony, El Nino, systemy wczesnego ostrzegania. Kolizje Ziemi z obiektami kosmicznymi. Pustynnienie, Powódzie, geneza, przebieg, skutki, zapobieganie, systemy wczesnego ostrzegania przed powodzią. Kwaśne deszcze, smog, niszczenie warstwy ozonowej, przyczyny, przebieg, skutki, zapobieganie, systemy ostrzegania. Naturalne toksyny, ich pochodzenie, oddziaływanie. Naturalne toksyny jako broń chemiczna. Czynniki biologiczne: Zagrożenia mikrobiologiczne i patogeniczne, oddziaływanie, epidemiologia, zastosowanie jako broń biologiczna.</p>
10.	<p>Mineral resources, economics and the environment Zasoby mineralne, ekonomia i środowisko</p>	<p><b>Lectures:</b> Mineral resources in the history of civilisation. Factors controlling the mineral commodities demand Geological, technological and economic factors controlling mineral availability. Energy resources: fossil fuels, U, Th and their deposits. Metals: iron and ferroalloy metals - Mn, Ni, Cr,Co, Mo, V,W; light and base metals- Al, Mg, Ti, Cu, Pb, Zn, Sn , metals of new technologies, precious metals Au, Ag, PGE. Main types of metal deposits: Porphyry copper deposits, VMS, MVT, Layered Mafic Intrusions, IOCG, BIF,SEDEX, Sediment hosted deposits of Cu and U, stratiform, Unconformity U Deposits, Deposits of weathering zone. Mineral resources of chemical industry: carbonates, evaporates, potash, phosphate, nitrogen compounds and nitrates. Mineral resources of the construction industry: stones, aggregates, cement and ceramic raw materials, sorbents and insulators. Mineral resources management and environmental impact</p> <p><b>Wykłady:</b> Zasoby mineralne a rozwój cywilizacji. Czynniki kontrolujące popyt na surowce mineralne . Czynniki geologiczne, technologiczne i ekonomiczne wpływające na wydobywanie surowców mineralnych. Surowce energetyczne: paliwa kopalne, U i Th oraz ich złoża. Metale: żelazo i stopy żelaza - Mn, Ni, Cr, Co, Mo, V,W; metale lekkie i metale podstawowe - Al, Mg, Ti, Cu, Pb, Zn, Sn; metale dla nowych technologii, metale szlachetne - Au, Ag, PGE. Główne typy złóż metali: złoża porfirowe miedzi; VMS; MVT; IOCG; BIF; SEDEX; złoża osadowe Cu i U; złoża typu „stratiform”; złoża U w niezgodnościach strukturalnych; złoża wietrzeniowe</p>

		Surowce chemiczne: węglany, ewaporaty, potas, fosforany, związki azotu i azotany. Surowce skalne: kamienie boczne i łamane, surowce dla przemysłu cementowego, surowce dla przemysłu ceramicznego, sorbety i izolatory. Wpływ eksploatacji i wykorzystania surowców mineralnych na środowisko
11.	Environmental geochemistry in practice Geochemia środowiska w praktyce	<p><b>Lectures:</b> Environmental Geochemistry the definition of the purpose and scope of the study. The basic elements of the environment and their relationship. Atmosphere, physical characteristics and distribution. Elements of meteorology. The chemical composition of the atmosphere, chemical and photochemical reactions. Transport of pollutants, physico-chemical transformations of natural and anthropogenic dusts occurring in the atmosphere. Photochemical smog. Acid rain. The greenhouse effect. The formation and destruction of the ozone layer. Hydrosphere. Physical and chemical properties of water. The complexes and chelates. The role of colloids in geochemical processes. Living organisms in the water. Inorganic and organic water pollution. Lithosphere, chemical and mineral composition. Weathering processes of physical and chemical. The impact of human activity on the geochemistry of the lithosphere. Biosphere. The chemical composition of living organisms. The share of the biosphere in geochemical processes. Pollution as a threat to living organisms. Geochemical and its balance disorders. Geochemical barriers and their use in environmental protection. Elements of environmental toxicology.</p> <p><b>Lab calsses:</b> Reminder of the basic concepts and calculations useful in chemistry and environmental geochemistry. Storage, preservation and / or preparation of samples for laboratory tests. The use of standard analytical methods for the determination of major and minor components of water - electrochemical measurements, titration methods, VIS spectrophotometry - used in field studies and laboratory. The importance and the method of determination of selected indicators of water pollution. Ways of presenting the results of environmental tests.</p> <p><b>Field classes:</b> Step by step chart in environmental research. Methods for collecting, storing and preservation of samples of surface water and rainwater. Methods of determining and importance of selected physicochemical parameters of water.</p> <p><b>Wykłady:</b> Cel badań geochemii środowiska. Podstawowe elementy środowiska i ich wzajemne relacje. Atmosfera, charakterystyka fizyczna i podział. Elementy meteorologii. Skład chemiczny atmosfery, reakcje chemiczne i fotochemiczne. Transport zanieczyszczeń, przemiany fizyko-chemiczne pyłów naturalnych i antropogenicznych zachodzące w atmosferze. Przedmiot, zakres i atmosferze. Smog fotochemiczny. Kwaśne opady. Efekt cieplarniany. Powstawanie i destrukcja warstwy ozonowej. Hydrosfera. Właściwości fizyczne i chemiczne wody. Formy występowania metali w roztworach. Związki kompleksowe i chelaty. Rola koloidów w procesach geochemicznych. Organizmy żywe w wodach. Nieorganiczne i organiczne zanieczyszczenia wód. Litosfera, skład chemiczny i mineralny. Procesy wietrzenia fizycznego i chemicznego. Wpływ działalności człowieka na geochemię litosfery. Biosfera. Skład chemiczny organizmów żywych. Udział biosfery w procesach geochemicznych. Skażenia środowiska jako zagrożenie dla organizmów żywych. Równowaga geochemiczna oraz jej zaburzenia. Bariery geochemiczne i ich wykorzystanie w ochronie środowiska. Elementy toksykologii środowiska.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Zajęcia organizacyjne – wprowadzenie do przedmiotu. Przypomnienie podstawowych pojęć i obliczeń użytecznych w chemii i geochemii środowiska. Przechowywanie, utrwalanie i/lub przygotowanie próbek do badań laboratoryjnych. Wykorzystanie standardowych metod analitycznych do oznaczania głównych i pobocznych składników wód – pomiary elektrochemiczne, metody miareczkowe, spektrofotometria VIS – zastosowanie w badaniach terenowych i laboratoryjnych. Znaczenie i metody oznaczania wybranych wskaźników zanieczyszczeń wód. Sposoby prezentacji wyników badań środowiskowych.</p>



		<b>Ćwiczenia terenowe:</b> Schemat postępowania w badaniach środowiskowych. Sposoby poboru, przechowywania i utrwalania próbek wód powierzchniowych i opadowych. Sposoby określania i znaczenie wybranych parametrów fizykochemicznych wód.
12.	Petroleum Geology Geologia ropy naftowej	<p><b>Lectures:</b> Chemistry of hydrocarbons, physical and chemical properties of hydrocarbons, origin of hydrocarbons, precursor material and current production of organic matter, main types of organic matter, organic matter accumulation and burial, kerogen, source rocks properties, generation of hydrocarbons, hydrocarbon migration, reservoir rock properties, hydrocarbon traps, unconventional hydrocarbon reserves, petroleum physical and chemical properties, petroleum exploration methods, enhanced oil recovery, significance of petroleum reserves, petroleum reserves and production in the world.</p> <p><b>Lab classes:</b> Hydrocarbon naming convention, porosity and permeability measurement methods, source rock analysis, maceral composition, estimation of petroleum and natural gas reserves, petroleum properties, hydrocarbon composition measurement.</p> <p><b>Wykłady:</b> Chemia węglowodorów, właściwości węglowodorów, geneza węglowodorów, produkcja materii organicznej, typy materii organicznej, akumulacja i pogrzebanie materii organicznej, kerogen, właściwości skał macierzystych, generowanie węglowodorów, migracja węglowodorów, właściwości skał zbiornikowych, pułapki złożowe, niekonwencjonalne złoża węglowodorów, fizyczne i chemiczne właściwości węglowodorów, metody poszukiwań węglowodorów, wspomaganie wydobywania, znaczenie zasobów ropy naftowej, wielkość zasobów oraz produkcja na świecie.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Nazewnictwo węglowodorów, metody pomiaru porowatości i przepuszczalności, badanie skał macierzystych, skład maceralny, szacowanie zasobów ropy i gazu, właściwości ropy, metody pomiaru składu chemicznego węglowodorów</p>
Semestr IV		
1.	Legal aspects in geology and environmental management Aspekty prawne w geologii i ochronie środowiska	<p><b>Lectures:</b> Geological and Mining Law. Regulations connected with Geological and Mining Law. Mining in Nordic countries.</p> <p><b>Classes:</b> Implementation and development of environmental managements system based on: ISO 14000, EMAS, Responsible Care, Cleaner Production. Auditing companies and institutions in terms of environmental management.</p> <p><b>Wykłady:</b> Prawo górnicze i prawo geologiczne. Rozporządzenia związane z ww. ustawami. Poszukiwanie i eksploatacja surowców w krajach skandynawskich.</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> Projektowanie, organizowanie i wdrażanie systemu zarządzania środowiskiem opartego na strategii Czystszej Produkcji, serii norm ISO 14000 rozporządzeniu UE - EMAS . Auditowanie prz.edsiębiorstw i instytucji w aspekcie zarządzania środowiskiem. Prawo ochrony Środowiska. Ustawa o odpadach</p>
2.	MSc seminar II Seminarium dyplomowe II	<p><b>Seminar:</b> Participant of the seminar prepares oral presentation the test results contained in the thesis.</p> <p><b>Seminarium:</b> Uczestnik seminarium przygotowuje prezentację ustną z zagadnienia związanego z tematyką pracy magisterskiej oraz przedstawia koncepcję pracy magisterskiej.</p>
3.	Volcanology Wulkanologia	<p><b>Lectures:</b> Main topics: Volcanism in the global tectonic framework. Properties of magmas, mechanism and types of volcanic eruptions. Effusive eruptions, lava flows, lava domes, shallow-level subvolcanic intrusions. Explosive eruptions, pyroclastic deposits and rocks. Epiclastic processes and rocks. Volcanoes and volcanic centers – types and evolution. Volcanic hazards. Extraterrestrial volcanism. Modern volcanism in Europe.</p>

		<p><b>Wykłady:</b> Główne zagadnienia: Wulkanizm w kontekście tektoniki globalnej. Własności magmy, mechanizm i typy erupcji wulkanicznych. Erupcje efuzyjne, potoki i kopuły lawowe, płytkie intruzje subwulkaniczne. Erupcje eksplozyjne, osady i skały piroklastyczne. Procesy i skały epiklastyczne. Wulkany i budowle wulkaniczne – ich typy i ewolucja. Zagrożenia wulkaniczne. Wulkanizm na innych planetach. Współczesny wulkanizm w Europie.</p>
4.	<p>Applications of Ground Penetrating Radar (GPR) Metody georadarowe</p>	<p><b>Lectures:</b> Ground Penetrating Radar - principles and method presentation. GPR construction, antenna types and research methodology. Introduction to electromagnetic wave propagation laws, with special reference to different geological media. Regulations, norms and radiological data in GPR technique. An overview for the most popular and common used ground penetrating radar equipment. Signal optimization, modulation, processing and filtration. GPR software for data analysis and visualization. Method application: geology, archaeology, geomorphology, sedimentology, civil engineering. Research planning, study realization and results presentation.</p> <p><b>Lab and field calsses:</b> GPR construction, equipment configuration and running. Terrain research methodology. Parameters for data collection. Collecting field data. Data processing techniques and its visualization. Echoes presentation and preparing of research reports.</p> <p><b>Wykłady:</b> Opis i wyjaśnienie zasady działania georadaru. Konstrukcja georadaru, typy anten, metodyka prowadzenia pomiarów. Podstawowe informacje z zakresu propagacji fal EM z uwzględnieniem różnych ośrodków geologicznych. Normy i akty prawne regulujące używanie GPR, dane radiologiczne oraz wpływ na zdrowie człowieka. Przegląd najważniejszych dostępnych urządzeń georadarowych. Procedury przetwarzania i filtracji, oprogramowanie do obróbki i wizualizacji danych georadarowych. Przykłady różnych aplikacji metody GPR: geologia, archeologia, geomorfologia, sedymentologia, budownictwo, badania geotechniczno-inżynierskie. Planowanie, prowadzenie i opracowywanie badań terenowych.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne i ćwiczenia terenowe:</b> Konstrukcja i podstawowe elementy Ramac GPR, konfiguracja i uruchomienie aparatury. Metodyka prowadzenia badań terenowych. Ustawienia parametrów akwizycji danych. Technika przetwarzania i wizualizacji wyników prac. Sporządzanie echogramów i opracowywanie powykonawczej dokumentacji georadarowej.</p>
5.	<p>Biogeochemistry and geomicrobiology Biogeochemia i geomikrobiologia</p>	<p><b>Lectures:</b> Biogeochemical cycles and their changes due to anthropogenic pressure. Fundamentals of physiology of microorganisms and the role of microorganisms in the fundamental biogeochemical cycles, microorganisms of the extreme environments. Circulation of elements and processes of primary production and decomposition; overproductivity of the environment as a result of anthropopressure, effects, significance. Enzymes as catalysts of biochemical reactions in the environment and their application in the diagnosis of water and soil quality. Tracking the elements pathways in the environment - application of stable isotopes - role in monitoring of selected elements. Remediation: bioremediation and phytoremediation; the use of bacteria, fungi and plants for treatment of soils and water with contaminants and rehabilitation of former. The role of microorganisms in the formation of selected minerals. Application of microorganisms in the bioleaching as an alternative to conventional metal recovery processes.</p> <p><b>Lab classes:</b> Simple experiments carried out in the groups: Changes in physical, chemical and microbiological parameters of water in conjunction with changes in the hydrological dynamics of the river on the example of the Oder in Wrocław. The impact of phosphorus and nitrogen on the rate of primary production - laboratory experiment. Observation of mycorrhizal fungi used in the remediation of heavy metals from the soil. The importance of hydrolytic enzymes in the environment on the example of phosphatase j or arylsulphatase. Biogas production - laboratory experiment. Methods of assessment the</p>

		<p>size and / or microbial activity. Analysis of carbon isotopic composition as a tool in tracking biogeochemical processes.</p> <p><b>Wykłady:</b> Cykle biogeochemiczne i ich modyfikacje na skutek presji antropogenicznej. Podstawy fizjologii mikroorganizmów i rola mikroorganizmów w najważniejszych cyklach obiegu pierwiastków, mikroorganizmy środowisk ekstremalnych. Krążenie pierwiastków a procesy produkcji pierwotnej i dekompozycji; nadproduktywność środowiska jako wynik antropopresji- przyczyny, skutki, znaczenie. Enzymy jako katalizatory reakcji chemicznych w środowisku i ich wykorzystanie w diagnostyce jakości środowiska wodnego i glebowego. Śledzenie szlaków przepływu pierwiastków w środowisku z wykorzystaniem izotopów stabilnych – rola w monitoringu obiegu pierwiastków. Remediacja: bioremediacja i fitoremediacja; zastosowanie bakterii, grzybów i roślin do oczyszczania gleb i wody z substancji zanieczyszczających i w rekultywacji terenów przemysłowych. Rola mikroorganizmów w formowaniu wybranych minerałów. Wykorzystanie mikroorganizmów w procesach biohydrometalurgicznych jako alternatywa dla konwencjonalnych procesów odzysku metali.</p> <p><b>Ćwiczenia laboratoryjne:</b> Proste eksperymenty wykonywane w grupach: Zmiany parametrów fizykochemicznych i mikrobiologicznych wód w powiązaniu ze zmianami dynamiki hydrologicznej cieków na przykładzie Odry we Wrocławiu. Wpływ fosforu i azotu na tempo produkcji pierwotnej – eksperyment laboratoryjny. Obserwacja grzybów mikoryzowych wykorzystywanych w remediacji metali ciężkich z gleby. Znaczenie enzymów hydrolitycznych w środowisku na przykładzie fosfatazy alkalicznej lub arylsulfatazy. Produkcja biogazu – eksperyment laboratoryjny. Metody oceny liczebności i/lub aktywności mikroorganizmów. Analiza składu izotopowego węgla w monitoringu procesów biogeochemicznych.</p>
--	--	---