

*Ochrona środowiska, I stopień, stacjonarne, 2018/2019, semestr VII*  
**KARTA KURSU**

|                 |                                 |                                 |
|-----------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Nazwa           | Bioremediacja                   |                                 |
| Nazwa w j. ang. | Bioremediation                  |                                 |
| Koordynator     | Dr hab. Andrzej Rzepka prof. UP | Zespół dydaktyczny              |
|                 |                                 | Dr hab. Andrzej Rzepka prof. UP |
| Punktacja ECTS* | 1                               |                                 |

**Opis kursu (cele kształcenia)**

Kurs ma na celu zapoznanie studentów z metodami i technikami oczyszczania środowiska skażonego metalami ciężkimi, substancjami organicznymi i WWA, możliwościami zastosowania metod agrotechnicznych oraz wykorzystania roślin do rekultywacji zanieczyszczonego środowiska przyrodniczego. Zapoznanie z mechanizmami detoksyfikacji i strategiami przystosowania roślin do wysokich stężeń metali ciężkich w środowisku. W ramach kursu studenci poznają podstawowe mechanizmy i czynniki decydujące o migracji i przemianach zanieczyszczeń w środowisku, poznają podstawowe metody bioremediacji oraz fitoremediacji gleb i wód skażonych, wraz z zasadami ich stosowania i projektowania. Studenci znają rośliny wykorzystywane jako bioindykatory (organizmy wskaźnikowe), akumulatory, hiperakumulatory.

**Warunki wstępne**

|              |                                                                                                                                                                       |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Wiedza       | Pobieranie, transport, właściwości i toksyczność metali ciężkich. Źródła skażenia środowiska przyrodniczego, rodzaje i podział zanieczyszczeń gleb, wody i powietrza. |
| Umiejętności | Umiejętność krytycznej analizy wyników eksperymentów i danych pomiarowych pochodzących z różnych źródeł. Metody oznaczania stężenia metali ciężkich w środowisku.     |
| Kursy        | Fizjologia roślin, Monitoring środowiskowy, Analiza chemicznych zagrożeń środowiska                                                                                   |

## Efekty kształcenia

|        | Efekt kształcenia dla kursu                                                                                                                                       | Odniesienie do efektów kierunkowych |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Wiedza | W01 Wymienia przyczyny i źródła zanieczyszczenia gleb i wód, rejony zanieczyszczenia gleb i wód w Polsce metalami ciężkimi, związkami organicznymi,               | K_W29, K_W12, K_W23,                |
|        | W02 Definiuje pojęcia związane z bioremediacją, wymienia rodzaje i metody bioremediacji oraz fitoremediacji,                                                      | K_W11, K_W29 K_W14, K_W21,          |
|        | W03 Charakteryzuje migrację zanieczyszczeń nieorganicznych i organicznych w glebie. Czynniki warunkujące rozpuszczalność i mobilność zanieczyszczeń w środowisku, | K_W29, K_W23,                       |
|        | W04 Opisuje koncepcje i metody rekultywacji gleb zanieczyszczonych,                                                                                               | K_W29, K_W21,                       |
|        | W05 Wymienia i charakteryzuje metody oczyszczania gleb i wód skażonych metalami ciężkimi i związkami organicznymi,                                                | K_W29, K_W21,                       |
|        | W06 Wymienia i opisuje techniki bioremediacji ( <i>ex situ</i> i <i>in situ</i> ) oraz fitoremediacji,                                                            | K_W12, K_W14, K_W21,                |
|        | W07 Wymienia roślinne organizmy wskaźnikowe, hiperakumulatory,                                                                                                    | K_W11, K_W29, K_W28,                |

|              | Efekt kształcenia dla kursu                                                                                                                      | Odniesienie do efektów kierunkowych |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Umiejętności | U01 Dokonuje krytycznej analizy wyników eksperymentów i pomiarów pochodzących z różnych źródeł oraz formułuje na ich podstawie właściwe wnioski; | K_U02, K_U06, K_U23                 |
|              | U02 Dokonuje oceny zanieczyszczenia środowiska w świetle wytycznych i aktów prawnych,                                                            | K_U05, K_U09                        |
|              | U03 Wykonuje analizy na podstawie danych empirycznych w zakresie niezbędnym do wyjaśnienia procesów związanych z fitoremediacją gleb,            | K_U05, K_U16, K_U23                 |
|              | U04 Opracowuje założenia do projektu oczyszczania terenu zanieczyszczonego metalami ciężkimi,                                                    | K_U02, K_U06                        |
|              | U05 Ocenia zmiany stężenia metali ciężkich w roślinach należących do różnych grup na podstawie danych,                                           | K_U06, K_U16                        |

|                       | Efekt kształcenia dla kursu                                                                                                                       | Odniesienie do efektów kierunkowych |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Kompetencje społeczne | K01 Rozumie konieczność systematycznego uzupełniania wiedzy w oparciu o aktualne dane z zakresu bioremediacji i fitorremediacji,                  | K_K05, K_U07                        |
|                       | K02 W interpretacji procesów bioremediacji i fitorremediacji korzysta z danych empirycznych oraz metod statystycznych i narzędzi informatycznych, | K_U08, K_U07                        |

| Organizacja   |               |                     |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |
|---------------|---------------|---------------------|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|
| Forma zajęć   | Wykład<br>(W) | Ćwiczenia w grupach |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |
|               |               | A                   |  | K |  | L |  | S |  | P |  | E |  |
| Liczba godzin | 10            |                     |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |
|               | zał           |                     |  |   |  |   |  |   |  |   |  |   |  |

#### Opis metod prowadzenia zajęć

Wykłady z wykorzystaniem środków audiowizualnych i technik komputerowej wizualizacji obrazu.

#### Formy sprawdzania efektów kształcenia

|     | E – learning | Gry dydaktyczne | Ćwiczenia w szkole | Zajęcia terenowe | Praca laboratoryjna | Projekt indywidualny | Projekt grupowy | Udział w dyskusji | Referat | Praca pisemna (esej) | Egzamin ustny | Egzamin pisemny | Prezentacja |
|-----|--------------|-----------------|--------------------|------------------|---------------------|----------------------|-----------------|-------------------|---------|----------------------|---------------|-----------------|-------------|
| W01 |              |                 |                    |                  |                     |                      |                 | X                 |         |                      |               |                 | X           |
| W02 |              |                 |                    |                  |                     |                      |                 | X                 |         |                      |               |                 | X           |
| W03 |              |                 |                    |                  |                     |                      |                 | X                 |         |                      |               |                 | X           |
| W04 |              |                 |                    |                  |                     |                      |                 | X                 |         |                      |               |                 | X           |
| W05 |              |                 |                    |                  |                     |                      |                 | X                 |         |                      |               |                 | X           |
| W06 |              |                 |                    |                  |                     |                      |                 | X                 |         |                      |               |                 | X           |
| W07 |              |                 |                    |                  |                     |                      |                 | X                 |         |                      |               |                 | X           |
| U01 |              |                 |                    |                  |                     | X                    |                 | X                 |         |                      |               |                 |             |
| U02 |              |                 |                    |                  |                     | X                    |                 | X                 |         |                      |               |                 |             |
| U03 |              |                 |                    |                  |                     | X                    |                 | X                 |         |                      |               |                 |             |
| U04 |              |                 |                    |                  |                     | X                    |                 | X                 |         |                      |               |                 |             |
| U05 |              |                 |                    |                  |                     | X                    |                 | X                 |         |                      |               |                 |             |
| K01 |              |                 |                    |                  |                     |                      |                 | X                 |         |                      |               |                 | X           |
| K02 |              |                 |                    |                  |                     | X                    |                 | X                 |         |                      |               |                 |             |

|                |                                                                                                                                                     |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kryteria oceny | Obecność i aktywność na zajęciach (udział w dyskusji), przygotowanie w grupach prezentacji uwzględniających najnowsze dane z zakresu bioremediacji. |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|       |  |
|-------|--|
| Uwagi |  |
|-------|--|

### Treści merytoryczne (wykaz tematów)

Bioremediacja jako metoda biologicznego oczyszczania zanieczyszczonego środowiska przyrodniczego.

Metody oczyszczania gleb i wód skażonych metalami ciężkimi i związkami organicznymi.

Zastosowanie naturalnych i syntetycznych substancji do detoksykacji gleb skażonych metalami ciężkimi.

Techniki bioremediacji (*ex situ* i *in situ*).

Procesy i mechanizmy usuwania metali ciężkich z środowiska przyrodniczego.

Techniki fitoremediacji

Biopreparaty i ich zastosowanie w bioremediacji gleb skażonych związkami ropopochodnym i metalami ciężkimi.

Introdukcja mikroorganizmów do gleby oraz możliwość ich zastosowania w oczyszczaniu środowiska zdegradowanego.

### Wykaz literatury podstawowej

Kreeb, K. (1979). Ekofizjologia roślin. Warszawa: PWN

Larcher, W. (1995). Physiological Plant Ecology. Berlin: Springer

Starck, Z., Chołuj, D., Niemyska, B. (1995). Fizjologiczne reakcje roślin na niekorzystne czynniki środowiska. Warszawa: Wyd. SGGW

Kopcewicz, J., Lewak, S. (1998). Podstawy fizjologii roślin. Warszawa: PWN

Krzesłowska, M. (2004). Metale śladowe. W: Komórki roślinne w warunkach stresu. red: Woźny, A.,

Przybył, K., Poznań: Wyd. Nauk. UAM

### Wykaz literatury uzupełniającej

Abratowska, A. (2006). *Armeria maritima* – gatunek roślin przystosowanych do wzrostu na glebach skażonych metalami ciężkimi. Kosmos 55 (2-3): 217-227.

Gwóźdź, E., Kopyra, M. (2003). Reakcje komórek roślinnych na metale ciężkie – aspekty biotechnologiczne. Kultury *in vitro* i Biotechnologia Roślin 3: 107-123.

Siwek, M. (2008). Biologiczne sposoby oczyszczania środowiska – fitoremediacja. Wiadomości Botaniczne 52: 23-28.

Siwek, M. (2008). Rośliny w skażonym metalami ciężkimi środowisku przemysłowym. Część I. Pobieranie, transport i toksyczność metali ciężkich (śladowych). Wiadomości Botaniczne 52(1/2): 7-22.

Siwek, M. (2008). Rośliny w skażonym metalami ciężkimi środowisku przemysłowym. Część II. Mechanizmy detoksyfikacji i strategie przystosowania roślin do wysokich stężeń metali ciężkich. 52(3/4): 7-23.

Możdżeń, K., Rzepka, A., Rut, G. (2015). Wpływ jonów kadmu na wybrane procesy fizjologiczne roślin C<sub>3</sub>. W: Rośliny: fizjologia, uprawa i ich interdyscyplinarne wykorzystanie. [monografia naukowa], red: Kropiwek, K., Szala, M., Lublin: Fundacja na rzecz promocji nauki i rozwoju Tygiel, s. 37-56.

Rut, G., Sołtys, D., Rzepka, A. (2015). Bioremediacja, fitoremediacja problemy w nauczaniu na kierunkach przyrodniczych. W: Ochrona środowiska na studiach przyrodniczych. red: Kukuła, K., Reszel, R., Rzeszów: Wyd. Uniwersytetu Rzeszowskiego, s. 132-143.

Bilans godzinowy zgodny z CNPS (Całkowity Nakład Pracy Studenta)

|                                                             |                                                                                                        |    |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| liczba godzin w kontakcie z prowadzącymi                    | Wykład                                                                                                 | 10 |
|                                                             | Konwersatorium (ćwiczenia, laboratorium itd.)                                                          |    |
|                                                             | Pozostałe godziny kontaktu studenta z prowadzącym                                                      | 2  |
| liczba godzin pracy studenta bez kontaktu z prowadzącymi    | Lektura w ramach przygotowania do zajęć                                                                | 7  |
|                                                             | Przygotowanie krótkiej pracy pisemnej lub referatu po zapoznaniu się z niezbędną literaturą przedmiotu | 2  |
|                                                             | Przygotowanie projektu lub prezentacji na podany temat (praca w grupie)                                | 6  |
|                                                             | Przygotowanie do egzaminu/zaliczenia                                                                   |    |
| Ogółem bilans czasu pracy                                   |                                                                                                        | 27 |
| Liczba punktów ECTS w zależności od przyjętego przelicznika |                                                                                                        | 1  |