



Załącznik 4

Metodyka badania skuteczności sorbentów węglanowych w trzech formach: w postaci luźnej, związanej na nośniku syntetycznym oraz zamkniętej w opakowaniu półprzepuszczalnym w trwałym usuwaniu fosforu z wód powierzchniowych.

Badanie 1: Ocena właściwości sorpcyjnych sorbentu węglanowego w trzech granulacjach, w postaci luźnej i w postaci laminatu

Etap 1 - Przygotowanie sorbentu (zadanie po stronie Zamawiającego)

Przygotowanie sorbentu w trzech granulacjach i laminatu z sorbentem w trzech granulacjach.

Pożądaną granulację sorbentu zostaną przygotowane przez Zamawiającego poprzez zmielenie oraz separację na sitach z materiału w postaci mączki wapiennej. Laminat z sorbentem zostanie przygotowany poprzez umieszczenie sorbentu w ww. granulacjach na nośniku syntetycznym. Na tym etapie kluczowe będzie trwałe związanie sorbentu z nośnikiem za pomocą odpowiednich środków klejących.

Etap 2 – Przygotowanie wody jeziornej do badań

Woda jeziorna zostanie pobrana z eutroficznego jeziora i przefiltrowana przez sączi membranowe o średnicy porów 0,45 µm. Następnie zostanie doprowadzona do wymaganego stężenia fosforanów za pomocą dodatku KH_2PO_4 i pH za pomocą dodatku 0,01 M NaOH i/lub 0,01 M HCl.

Etap 3 – Doświadczenie sorpcyjne

Sorbent w ww. granulacjach (w postaci luźnej, następnie w postaci laminatu) zostanie poddany ocenie właściwości sorpcyjnych z uwzględnieniem pojemności sorpcyjnej (ilości wiązanego fosforu), mechanizmu wiązania (ze szczególnym uwzględnieniem procesów wiązania na/z sorbentem).

W tym celu zostaną wykonane badania typu „batch” polegające na wytrząsaniu określonej dawki sorbentu (15 dawek), a następnie laminatów, w wodzie jeziornej o stężeniu fosforanów 1 mg PO_4 /l przez 24h, w dwóch wariantach warunków środowiskowych typowych dla stratyfikowanych jezior eutroficznych: warstwy epilimnionu (temperatura=25°C i pH=9) i hypolimnionu (temperatura=5°C i pH=7 w ciemności). Przed i po zakończeniu doświadczenia w wodzie jeziornej poddanej działaniu sorbentu i laminatów zmierzona zostanie koncentracja fosforanów, wapnia i wodorowęglanów oraz odczyn pH.

Ponadto dla laminatów wykonane zostanie badanie zawartości fosforu na płytce (ilość fosforu związanego na/z sorbentem) poprzez rozтворzenie płytek w środowisku kwaśnym, dzięki czemu możliwe będzie określenie ilości fosforu usuniętego za pomocą płytki (tj. trwale). Oznaczona zostanie także waga laminatu przed i po doświadczeniu w celu oszacowania, jaka część sorbentu była związana w laminacie w sposób trwały (straty sorbentu z laminatu). Wszystkie opisane badania będą wykonane dla laminatów w 3 powtórzeniach (dla 3 płytek z każdego rodzaju laminatu).



Fundusze Europejskie
Inteligentny Rozwój

Unia Europejska
Europejski Fundusz
Rozwoju Regionalnego



Wyniki zostaną zaprezentowane jako zmiany stężenia fosforanów i % redukcji stężenia fosforanów, ładunek fosforanów związanych przez 1g sorbenta, adsorpcja maksymalna (dla sorbentu w postaci luźnej), ładunek fosforu związany na płytce laminatu i 1 g laminatu, ładunek fosforu związany przez 1 g sorbentu na laminacie, całkowity wagowy ubytek sorbentu z laminatu wskutek rozpuszczenia/wypadania sorbentu. Określone zostaną także zmiany wysycenia roztworu względem kalcytu pod wpływem sorbentu i laminatów.

Badanie 2: Ocena skuteczności usuwania fosforu z wody naddanej za pomocą dwóch sorbentów węglanowych w postaci zamkniętej w opakowaniu półprzepuszczalnym

W tym badaniu testom poddane zostaną trzy sorbenty węglanowe w postaci luźnej i zamkniętej w opakowaniu półprzepuszczalnym, w warunkach strefy naddennej, z uwzględnieniem dobowej zmienności warunków świetlnych i zróżnicowania temperatury.

Etap 1 - Przygotowanie sorbentu (zadanie po stronie Zamawiającego)

Sorbent w dwóch postaciach (naturalny zmielony węglan wapnia i precypitat) zostanie umieszczony w saszetce wykonanej z geowłókniny (1g sorbentu w saszetce). Na tym etapie istotny będzie dobór włókniny o średnicy porów pozwalającej na przepływ wody do środka saszetki i kontakt sorbentu z wodą jeziorną i jednocześnie uniemożliwiający wypadanie ziaren sorbentu z saszetki.

Etap 2 – Pozyskanie wody jeziornej do badań

Badania zostaną przeprowadzone na naddennej wodzie jeziornej inkubowanej uprzednio z rdzeniami osadowymi (w stosunku objętościowym 1:4) w celu uzyskania wody o parametrach zbliżonych do głębokich i płytkich stref jezior eutroficznych.

Do eksperymentów pobrane zostaną osady eutroficznego jeziora w dwóch miejscach: z głębszych partii jeziora (z głębokości większej niż 10 m, gdzie temperatura w ciągu roku wynosi około 5°C) o dużej zawartości związków fosforu oraz z płytszej stref (gdzie okresowo woda nagrzewa się do około 20°C). Następnie rdzenie strefy głębokiej będą inkubowane w systemie zamkniętym (bez dostępu tlenu), a rdzenie strefy otwartej – w systemie otwartym (z dostępem tlenu). Podczas inkubacji spodziewany jest spadek stężenia tlenu i wydzielanie fosforanów z osadów do wody.

Etap 3 – Doświadczenie sorpcyjne

Po zakończeniu inkubacji woda naddenna zostanie pobrana do badań, w ramach których będzie poddana działaniu sorbentu zawartego w saszetkach.

Badanie będzie każdorazowo wykonane w ciemności, w objętości 1 litra, dla 1 dawki sorbentu (po jednej saszetce każdego sorbentu), w 4 wariantach warunków (temperatura=6°C przy niskim i wysokim stężeniu fosforanów oraz temperatura=20°C przy niskim i wysokim stężeniu fosforanów) z każdorazowym uwzględnieniem próby kontrolnej (bez sorbentu). W czasie badania stężenie fosforanów w wodzie jeziornej będzie mierzone 8-krotnie (przed dodaniem sorbentu oraz po 2, 4, 6, 12, 24, 48 i 72/96h reakcji). Po zakończeniu testu we wszystkich wariantach doświadczenia wykonane zostanie oznaczenie fosforu ogólnego w dwóch strefach pojemnika – górnej i dolnej, tj. nad zawieszoną pochodzącą z saszetek z sorbentem.

Wyniki badania zostaną zaprezentowane jako: zmiany stężenia fosforanów w kolejnych czasach reakcji oraz ubytek fosforanów z wody i ładunek fosforanów w przeliczeniu na 1g sorbentu po uwzględnieniu próby kontrolnej, dla jednego z testowanych czasów reakcji (48h).



Fundusze Europejskie
Inteligentny Rozwój

Unia Europejska
Europejski Fundusz
Rozwoju Regionalnego



Badanie 3: Ocena właściwości sorpcyjnych sorbentu węglanowego uzyskanego poprzez wysoce efektywne rozdrobnienie kruszywa wapiennego

Etap 1 - Przygotowanie sorbentu (zadanie po stronie Zamawiającego)

Zamawiający przygotowuje sorbent węglanowy poprzez mechaniczne rozdrobnienie kruszywa wapiennego do granulacji 1–10µm. Oznaczona zostanie powierzchnia właściwa BET uzyskanego sorbentu.

Etap2 – Przygotowanie roztworu do badań

Sztuczna woda jeziorna zostanie przygotowana przez Zleceniobiorcę na podstawie receptury przekazanej przez Zamawiającego z wykorzystaniem 4–6 odczynników nieorganicznych w postaci soli.

Etap 3 – Doświadczenie sorpcyjne

Sorbent w postaci luźnej zostanie poddany ocenie właściwości sorpcyjnych z uwzględnieniem pojemności sorpcyjnej (ilości wiążanego fosforu).

W tym celu zostaną wykonane badania typu „batch” polegające na wytrząsaniu określonej dawki sorbentu (1 dawka) w wodzie o stężeniu fosforanów 1 mg PO₄/l przez 24h, w warunkach typowych dla hypolimnionu stratyfikowanych jezior eutroficznym (temperatura=5°C i pH=7,5 w ciemności). Przed i po zakończeniu doświadczenia w wodzie jeziornej poddanej działaniu sorbentu zmierzona zostanie koncentracja fosforanów. Dla porównania analogiczny test zostanie wykonany dla wody bez dodatku sorbentu oraz z dodatkiem takiej samej dawki strącanego węglanu wapnia (precypitatu) dostępnego na polskim rynku.

Następnie sorbent zostanie poddany analogicznym testom w 10 różnych dawkach.

Wyniki zostaną zaprezentowane jako zmiany stężenia fosforanów i % redukcji stężenia fosforanów, ładunek fosforanów związanych przez 1g sorbenta, adsorpcja maksymalna, powierzchnie właściwe uzyskanego sorbentu i precypitatu.