

Streszczenie

Wydobycie paliw kopalnych i minerałów jest jedną z głównych gałęzi światowej gospodarki, która powoduje powstawanie nadpoziomowych zwałowisk i hałd, głębokich wyrobisk kopalń odkrywkowych i osiadania gruntów. Pomimo rosnącego udziału energii odnawialnej w miksie energetycznym, obiekty te nadal pokrywają ponad 1% powierzchni lądowej Ziemi i stanowią poważne wyzwanie dla rekultywacji. Zwałowiska (potocznie zwane hałdami) zbudowane z skał karbońskich i odpadów towarzyszących wydobyciu węgla kamiennego są powszechnie występującymi obiektami na Górnym Śląsku, gdzie stanowią dominujący element krajobrazu regionu górniczego. Chociaż tereny te stanowią zagrożenie dla środowiska, odpowiednia rekultywacja może przekształcić je w nowe ekosystemy zdolne do świadczenia niezbędnych usług, takich jak sekwestracja dwutlenku węgla i retencja wody. Głównym celem niniejszej rozprawy była ocena wpływu metod rekultywacji i rodzajów roślinności na sekwestrację dwutlenku węgla i retencję wodną gleb technogenicznych w nowych ekosystemach odtwarzanych na rekultywowanych zwałowiskach pogórnich. W skład rozprawy weszły opublikowane prace, w tym (i) praca przeglądowa zawierająca krytyczny przegląd literatury oraz (ii) cztery artykuły badawcze opublikowane na podstawie wyników badań zrealizowanych na zwałowisku odpadów węgla kamiennego Sośnica w Gliwicach na Górnym Śląsku. Artykuł przeglądowy wykazał, że na akumulację węgla organicznego (SOC) w rekultywowanych glebach pogórnich (oznaczonych z ang. jako RMS) wpływ mają przede wszystkim: wiek obiektu liczony od rozpoczęcia rekultywacji, rodzaj pokrywy roślinnej i technologia rekultywacji. Badania terenowe wykazały, że zastosowanie tzw. metody glebowej z wykorzystaniem wierzchniej warstwy ziemi mineralnej znacząco zmieniło właściwości powstających gleb, w tym szczególnie udział frakcji węgla związanego z glebową materią organiczną w porównaniu z terenami nierekultywowanymi i pozostawionymi sukcesji. Tereny rekultywowane z zastosowaniem metody glebowej z użyciem wierzchniej warstwy ziemi mineralnej (z ang. dla wariantu w pracy przyjęto symbol RTS) wykazywały wyższą gęstość objętościową (BD) i zmniejszoną porowatość w porównaniu z glebami pod zbiorowiskami z sukcesji na terenach niepokrytych warstwą ziemi mineralnej na skałach karbońskich (SBR). Ponadto gleby w kategorii RTS osiągnęły znacznie wyższe zasoby ogólne SOC i azotu całkowitego (TN), a także wykazywały zwiększenie udziału stabilnej (CoLF) i bardzo stabilnej frakcji węgla związanego z minerałami (CMAF) w wierzchniej warstwie gleb (0–10 cm), co sugeruje poprawę stabilizacji węgla w warstwach powierzchniowych. Natomiast w glebach wariantu SBR wykazano wyższą zawartość CMAF w warstwie głębszej (10–20 cm), co prawdopodobnie wynikało jednak z mieszania z warstwami karbońskiej skały macierzystej zawierającej węgiel geogeniczny. Rodzaj roślinności (typ pokrywy roślinnej) miał dodatkowo wpływ na właściwości gleb i zapas SOC. Roślinność trawiasta i wieloletnia roślinność zielna wpływały na zmniejszenie gęstości objętościowej gleb (BD), zwiększając jednocześnie porowatość i kapilarną pojemność wodną (CWC) w wierzchniej warstwie (0–10 cm) gleb w porównaniu z glebami pod zbiorowiskami drzewiastymi. Natomiast gleby pod zbiorowiskami drzewiastymi wykazywały niższą BD oraz wyższą porowatość i CWC w warstwie nieco głębszej (10–20 cm). Roślinność trawiasta i wieloletnia roślinność zielna wpływały również na zwiększenie potencjalnej zdolności do retencjonowania wody w glebie ogółem (przyjęto jako SWS wyrażone mm/0–20 cm) w porównaniu z glebami pod zbiorowiskami drzewiastymi. Ponadto gleby pod zbiorowiskami trawiastymi oraz roślinnością zielną wprowadzone w ramach rekultywacji wpływały na znaczne zwiększenie ogółem zasobów SOC i TN w wierzchnich (0–10 cm) warstwach gleb, w porównaniu do wpływu zbiorowisk z sukcesji spontanicznej na terenach nierekultywowanych na skałach karbońskich. W szczególności gleby zbiorowisk v

drzewiastych charakteryzowały się większym zapasem SOC i TN zgromadzonym dzięki udziałowi warstwy ściółki, w porównaniu do ogólnego zapasu w glebach pod zbiorowiskami trawiastymi i roślinnością zielną. Ponadto w glebach zbiorowisk trawiastych stwierdzono wyższy udział węgla związanego z frakcjami bardziej stabilnymi CoLF i CMAF w obydwu badanych warstwach wierzchnich gleb (0-10 i 10 -20 cm) w porównaniu z glebami zbiorowisk roślinności zielnej i drzewiastej. Podczas gdy pod roślinnością zielną wykazano wyższy udział węgla frakcji CoLF w warstwie głębszej 10-20 cm w porównaniu z glebami zbiorowisk drzewiastych. Podsumowano więc, że na podstawie uzyskanych wyników widać wyraźny wpływ roślinności trawiastej i zielnej wieloletniej na poprawę stabilizacji węgla w tworzącej się glebowej materii organicznej wierzchnich warstw. Zastosowane narzędzia teledetekcyjne i wskaźniki topograficzne pozwoliły opisać model przestrzennej zmienności zapasu SOC, TN i umożliwiły określenie tej zmienności w stosunku do zdolności do retencjonowania wody w glebie. Stwierdzono, że rozkład SOC korelował z cyfrowym modelem terenu, TN z odbiciem w bliskiej podczerwieni i NDVI, a SWS z topograficznym wskaźnikiem wilgotności i modelem wysokości koron drzew. Uzyskane wyniki pokazały, że roślinność trawiasta i wieloletnia roślinność zielna wprowadzone w ramach rekultywacji wpływają na optymalizację retencyjności wodnej, porowatości i stabilizacji SOC w glebach pogórnich. Z kolei wprowadzanie roślinności drzewiastej w połączeniu z metodą glebową znacząco zwiększa zasoby SOC w warstwie ściółki i wierzchniej warstwie gleb ogółem. Uzyskane wyniki dają możliwość opracowania zrównoważonej strategii rekultywacji z wykorzystaniem mozaiki zbiorowisk, sukcesji spontanicznej i zastosowania metody glebowej. Sformułowane wnioski nie wykluczają także pozostawiania skał karbońskich bez pokrycia ziemią mineralną, w przypadku braku odpowiednich substratów do rekultywacji (tzw. metoda bezglebowa). Wówczas w takich przypadkach nie bez znaczenia będzie także uzyskany dodatkowo efekt ekonomiczny rekultywacji.

Słowa kluczowe: górnictwo węglowe, zwałowiska, rekultywacja, metoda glebowa, sukcesja, glebowy węgiel organiczny, stabilizacja węgla organicznego, retencja wodna, usługi ekosystemowe

AMISAW MILKIAS MISERB
[signature]