

Promotor: Prof. dr hab. Stanisław Wołkowicz

STRESZCZENIE ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Ocena zanieczyszczenia osadów rzek, jezior i zbiorników wodnych na skutek odprowadzania wód chłodniczych z elektrowni

mgr inż. Joanna Krasuska

Współczesna energetyka oparta w dużej mierze na elektrowniach ciepłych wymaga efektywnych systemów chłodzenia, które odprowadzają nadmiar ciepła generowanego podczas produkcji energii elektrycznej. System chłodzenia jest niezbędny dla zapewnienia bezpieczeństwa oraz optymalnej wydajności pracy elektrowni. Niemniej jednak ich eksploatacja wiąże się z istotnym wpływem na środowisko wodne, do którego odprowadzane są wody chłodzące. W elektrowniach ciepłych jedynie część wytworzonego ciepła przekształcana jest w energię elektryczną, pozostała część jest odprowadzona jako ciepło odpadowe. W zależności od dostępności wody w stosunku do zapotrzebowania elektrowni, wykorzystuje się dwa główne rodzaje obiegów wody chłodzącej: otwarty i zamknięty. Woda w otwartym obiegu chłodzenia pobierana jest bezpośrednio ze zbiornika wody powierzchniowej, najczęściej z rzeki, jeziora, morza, przepływa przez system chłodzenia, w którym odbiera ciepło od urządzeń wymagających chłodzenia, a następnie wraca do tego zbiornika. Szczególnym przypadkiem otwartego obiegu jest obieg zbiornikowy. W tym systemie źródłem wody chłodzącej jest zbiornik wodny lub jezioro, z którego woda jest pobierana, a następnie wraca do tego zbiornika i po ochłodzeniu ponownie jest wykorzystywana do tego samego procesu. W systemie zamkniętym woda krąży w zamkniętym obiegu, którego głównym elementem jest chłodnia kominowa. Podgrzana woda jest rozpylana w górnej części konstrukcji przy użyciu dysz, tworząc drobne kropelki. Rozpylanie zwiększa powierzchnię kontaktu wody z powietrzem, co sprzyja efektywniejszej wymianie ciepła i chłodzeniu. Schłodzona woda opada do dolnej części chłodni, gdzie jest zbierana i ponownie kierowana do systemu chłodzenia. Powietrze, które przejęło ciepło i część wilgoci z wody, unosi się do góry i jest wypuszczane przez komin chłodni.

Dotychczas większość prac badawczych poświęconych wpływowi systemów chłodzenia elektrowni na wody powierzchniowe koncentrowała się na aspekcie wywoływanych zmian termicznych na zbiorniki do których odprowadzane są wody pochłodnicze. Badaniem wpływu chemicznego na wody i osady wodne praktycznie nie zajmowano się. Podjęte w niniejszej pracy badania miały na celu przede wszystkim rozszerzenie wiadomości na temat.

W pracy wykorzystano wyniki badań uzyskanych w ramach zadania „Ocena zanieczyszczenia osadów rzek, jezior i zbiorników wodnych na skutek odprowadzania wód chłodniczych z elektrowni” sfinansowanego ze środków przeznaczonych na działalność statutową PIG-PIB.

Oznaczenia zawartości pierwiastków głównych (Al, Ca, Fe, K, Mg, Na, P i S) oraz pierwiastków śladowych (Ag, As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni, Pb, Sn, Sr, Ti, V i Zn) wykonano metodą emisyjnej spektrometrii optycznej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnej (ICP-OES). Rtęć badano metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej (AAS), a w przypadku próbek, dla których uzyskano wyniki poza zakresem pomiarowym metody, zastosowano metodę absorpcyjnej spektrometrii

atomowej w połączeniu z generowaniem zimnych par (CV-AAS). Ogólny węgiel organiczny (OWO) oznaczano metodą miareczkowania kulometrycznego.

Praca miała na celu zbadanie osadów wodnych wokół 12 wytypowanych elektrowni ciepłych i ocenę wpływu systemów chłodzenia tych elektrowni na jakość osadów wodnych w rzekach i jeziorach. Próby pobrane zostały w reprezentatywnych miejscach dla poszczególnych systemów chłodzenia.

System chłodzenia otwarty rzeczny opróbowany został w następujących punktach:

- w kanale zimnym,
- w kanale ciepłym,
- w rzece przed kanałem zimnym czyli przed miejscem doprowadzającym wody do układu chłodzenia,
- w rzece za kanałem ciepłym czyli za miejscem odprowadzania wód podgrzanych.

System chłodzenia otwarty zbiornikowy został zbadany w jeziorach oraz kanałach wprowadzanych do obiegu chłodzenia elektrowni. Natomiast w przypadku systemu chłodzenia zamkniętego pobrano próby:

- z dna misy chłodni kominowych,
- z rzek przed miejscem odprowadzenia wód i ścieków z elektrowni,
- z rzek za miejscem odprowadzenia wód i ścieków z elektrowni.

W celu oceny zanieczyszczenia wybranymi pierwiastkami dokonano analizy stężeń pierwiastków pod kryteriów geochemicznych (Bojakowska, 2001) ekotoksykologicznych, w tym TEC (Threshold Effect Concentration) i PEC (Probable Effect Concentration) (MacDonald i in., 2000) oraz indeksu geoakumulacji (Müller, 1969). Wykorzystując te wskaźniki, przeprowadzono ocenę jakości osadów ze zbiorników wodnych włączonych do systemu chłodzenia elektrowni.

Osady z otwartego, rzeczno systemu chłodzenia elektrowni, pod względem kryteriów geochemicznych w większości zostały zakwalifikowane jako niezanieczyszczone. Jedynie pięć próbek sklasyfikowano jako miernie zanieczyszczone, dwie jako zanieczyszczone, a jedną jako silnie zanieczyszczoną. Z uwagi na klasyfikację ekotoksykologiczną w większość ocenione zostały jako nie mające szkodliwego oddziaływania na organizmy (wartość stężeń pierwiastków była poniżej wartości TEC). W przypadku sześciu próbek stężenia pierwiastków w osadach umożliwiły zakwalifikowanie ich do grupy ze stężeniem powyżej TEC, lecz nie przekraczającym wartości PEC, czyli poziomu, powyżej którego obserwuje się toksyczny wpływ na organizmy. Wartość PEC została przekroczona w przypadku dwóch próbek. Pod względem wskaźnika geoakumulacji w większości próbki z systemu otwartego rzeczno zostały zaliczone do osadów niezanieczyszczonych lub umiarkowanie zanieczyszczonych.

Osady z otwartego, zbiornikowego systemu chłodzenia elektrowni, pod względem kryteriów geochemicznych dla większości próbek z kanałów zostały zakwalifikowane jako niezanieczyszczone, jedynie trzy próbki zaliczono jako osad miernie zanieczyszczony. Natomiast próbki pobrane z jezior wykazały się znacznie wyższymi stężeniami pierwiastków śladowych. Trzy próbki oceniono jako miernie zanieczyszczone, dziewięć jako zanieczyszczone, a sześć jako silnie zanieczyszczone. Ze względu na klasyfikację ekotoksykologiczną, większość próbek osadów z kanałów zawierała stężenia analizowanych pierwiastków poniżej wartości TEC. W przypadku trzech próbek stężenia pierwiastków w osadach umożliwiły zakwalifikowanie ich do grupy ze stężeniem powyżej TEC, lecz nie przekraczającym wartości PEC. Dla próbek pobranych z jezior większość przekroczyła wartość

PEC. Pod względem wskaźnika geoakumulacji, większość próbek z kanałów została zaliczona do osadów niezanieczyszczonych lub umiarkowanie zanieczyszczonych. W przypadku próbek z jezior osady sklasyfikowano od silnie do bardzo silnie zanieczyszczonych.

Osady z zamkniętego systemu chłodzenia elektrowni charakteryzowały się większymi zanieczyszczeniami. Pod względem wskaźników geochemicznych większość próbek zaliczono jako osad silnie zanieczyszczony. Trzy próbki oceniono jako zanieczyszczone, siedem jako miernie zanieczyszczone. Zgodnie z klasyfikacją ekotoksykologiczną, jedynie dwie próbki osadów zawierały stężenia analizowanych pierwiastków poniżej wartości TEC. W przypadku jedenastu próbek stężenia pierwiastków w osadach umożliwiły zakwalifikowanie ich do grupy ze stężeniem powyżej TEC, lecz nie przekraczającym wartości PEC, czyli poziomu, powyżej którego obserwuje się toksyczny wpływ na organizmy. Wartość PEC została przekroczona w przypadku ośmiu próbek. Według wskaźnika geoakumulacji, próbki pobrane z chłodni kominowych zostały sklasyfikowane jako osady bardzo silnie zanieczyszczone. Dla pozostałych próbek tj. pobranych z rzek przed elektrowniami i za elektrowniami wskaźnik geoakumulacji był zróżnicowany i mieścił się w zakresie od osadów niezanieczyszczonych do silnie zanieczyszczonych.

Uzyskane wyniki pozwalają ocenić wpływ układów chłodzenia elektrowni w zależności od typu. System zamknięty oceniono jako nie mający wpływu na jakość osadów wodnych do rzek do których są odprowadzane wody i ścieki z elektrowni. W tym rodzaju chłodzenia wody krążą w obiegu zamkniętym i nie są odprowadzane bezpośrednio do akwenów. Osady powstające w basenach chłodni kominowych również nie przedostają się do tych zbiorników. W elektrowniach, w których wykorzystywany jest kocioł fluidalny, osad ten jest wykorzystywany jako złożo fluidalne, stanowiąc obieg zamknięty powstającego odpadu.

W przypadku systemu chłodzenia otwartego rzeczno stwierdzono, wzrost stężeń wszystkich analizowanych pierwiastków głównych i śladowych w osadach rzecznych znajdujących się za elektrowniami, w porównaniu do osadów przed elektrowniami. Podwyższone stężenia tych pierwiastków wskazują na ich migrację z elementów mających kontakt z wodą chłodzącą w trakcie procesu chłodzenia. Wymienniki ciepła, skraplacze i zraszacze, wykonane z materiałów takich jak miedź, stopy miedzi i cynku, oraz stal ocynkowana z dodatkami metali takich jak nikiel, ołów, miedź i cyna, są narażone na korozję, co prowadzi do uwalniania pierwiastków śladowych. Te pierwiastki są następnie wypłukiwane i mogą gromadzić się w wodzie, a w dalszej kolejności przenikać do osadów. Jednakże test U Manna-Whitney'a nie wykazał istotnego statystycznie zróżnicowania zawartości pierwiastków śladowych i głównych pomiędzy próbkami osadów pobranymi przed i za elektrowniami.

Dla elektrowni z otwartym, zbiornikowym system chłodzenia obserwuje się znacznie wyższe stężenie pierwiastków w osadach jeziornych w porównaniu do tła geochemicznego dla Polski (Lis i Pasieczna, 1995), co świadczy o wpływie elektrowni na stan chemizmu osadów wodnych w zbiornikach, do których odprowadzane są wody chłodzące z elektrowni. Zależność ta dotyczy: wapnia, magnezu, siarki, baru, miedzi, manganu, niklu i tytanu. Źródłem podwyższonych zawartości tych pierwiastków w środowisku wodnym może być spowodowany długotrwałym odprowadzaniem wód, powodującym ich wymywanie z elementów budujących system chłodzenia elektrowni, takich jak rurociągi, skraplacze czy wymienniki ciepła. Dodatkowym źródłem miedzi w jeziorach może być stosowanie związków ograniczającego rozwój mikroorganizmów m.in. siarczanu miedzi w instalacjach chłodzących.

