

Wpłynęło 7.05.2019 r.
Zrecenzowano 28.06.2019 r.
Zaakceptowano 4.07.2019 r.

A – koncepcja
B – zestawienie danych
C – analizy statystyczne
D – interpretacja wyników
E – przygotowanie maszynopisu
F – przegląd literatury

NOWA KONCEPCJA WYKORZYSTANIA SYNERGII USPRAWNIAJĄCEJ WSPÓLDZIAŁANIE GOSPODARKI WODNEJ Z ROLNICTWEM

Andrzej EYMONTT^{ABCDEF}, **Krzysztof WIERZBICKI**^{ABCDEF}

Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach

Streszczenie

Rozwój produkcji w rolnictwie jest uzależniony od dostępności wody i substancji organicznych zawartych w glebie. Odpowiednie powiązanie tych dwóch istotnych uwarunkowań wymaga synergicznej długofalowej strategii działania z uwzględnieniem formalnych możliwości finansowania ze środków pomocowych Unii Europejskiej. Obecnie warunki dostępności tych środków są szczególnie korzystne i stąd powstała koncepcja wykorzystania cennych pod względem nawozowym osadów dennych zmniejszających pojemność retencyjną zbiorników wodnych (nawet do 80%), a jednocześnie powiększające wodną retencję gleby i jej zasoby w substancje organiczne. Realizacja ww. koncepcji wymaga wdrożenia opracowanej obecnie w wersji modelowej technologii wydobywania osadów ze zbiorników wodnych, a następnie ich przetwarzania na nawozy organiczne o właściwościach zbliżonych do obornika. Zastosowanie tej technologii zmniejsza zagrożenie eutrofizacją wody w ekosystemach wodnych. Ten niekorzystny proces będzie bardziej intensywny wraz ze zmianami klimatu w Polsce.

Słowa kluczowe: gospodarka wodna, nawozy organiczne, ochrona ekosystemów wodnych

WSTĘP

Celem koncepcji jest zainicjowanie wieloaspektowego współdziałania odpowiedzialnych jednostek za rozwój gospodarczy Polski w rozwiązywaniu powiązanych ze sobą problemów warunkujących maksymalizację plonów w rolnictwie przy z jednoczesnym zachowaniem zrównoważonego rozwoju gospodarki wodnej.

Do cytowania For citation: Eymontt A., Wierzbicki K. 2019. Nowa koncepcja wykorzystania synergii usprawniającej współdziałanie gospodarki wodnej z rolnictwem. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 19. Z. 2 (66) s. 5–20.

Wśród wielu istotnych problemów warunkujących właściwy rozwój gospodarki wodnej oraz wzrost produkcji w rolnictwie do opracowania proponowanej koncepcji wybrano następujące kierunki, które wymagają współdziałania z wykorzystaniem synergii oraz opracowania długofalowej strategii:

- a) uwarunkowania formalno-prawne, których spełnienie umożliwi pozyskanie źródeł finansowania wdrożenia koncepcji, a ponadto wywiązanie się z obietnic wobec UE i podatników;
- b) racjonalne gospodarowanie wodą, której niewielkie zasoby ograniczą wieloaspektowy rozwój Polski; brak tego rodzaju działań jest już obecnie zauważalny;
- c) odpowiednie gospodarowanie substancjami organicznymi w produkcji rolniczej w celu zachowania korzystnej struktury gleby, zwiększające jednocześnie jej wodną retencję;
- d) wykorzystanie procesu synergii w opracowaniu strategii koncepcji.

REALIZACJA WYBRANYCH KIERUNKÓW DZIAŁANIA

UWARUNKOWANIA FORMALNO-PRAWNE

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2013/39/UE z dnia 12 sierpnia 2013 r. (tzw. Ramowa dyrektywa wodna), zmieniająca dyrektywy 2000/60/WE oraz 2008/105/WE, nakłada na Polskę obowiązek wprowadzenia w życie przepisów ustawowych, wykonawczych i administracyjnych, niezbędnych do realizacji dyrektywy od 14 września 2015 r. do 2021 r., oraz uwzględnienia w planach gospodarowania wodami dla obszarów dorzeczy zaktualizowanych środowiskowych norm jakości (ang. environmental quality standards – EQS) w odniesieniu do obowiązujących substancji priorytetowych, których liczbę z dotychczasowych 33 powiększono o 15 nowych.

Autorzy – przedstawiając koncepcję – zakładają zainicjowanie dyskusji nad propozycjami zawartymi we wstępie, a także uruchomienia prac badawczych i wdrożeniowych potwierdzających bądź negujących proponowane kierunki działania. Obecnie bowiem wyniki badawcze prac własnych i obcych w znacznym stopniu potwierdzają generalne założenia koncepcji, co udokumentowano w zamieszczonym wykazie bibliografii.

Do 2021 r. powinien być osiągnięty dobry stan chemiczny wód powierzchniowych dla łącznie 45 substancji priorytetowych wymienionych w ww. Dyrektywie 2013/39/UE.

Oprócz wyżej wymienionych zobowiązań Polski wobec UE, obowiązuje ustawa „Prawo wodne” z dnia 20 lipca 2017 r., z późniejszymi zmianami, w której w art. 2 zapisano wymagania dotyczące zarządzania zasobami wodnymi, szczególnie w pkt. 2 dotyczącym ochrony zasobów wodnych przed zanieczyszczeniami oraz niewłaściwą lub nadmierną eksploatacją, a także w pkt. 3 dotyczącym utrzymania lub poprawy stanu ekosystemów wodnych i od wody zależnych.

Organem właściwym w sprawach gospodarowania wodami są m.in. samorządy terytorialne (art. 4 prawa wodnego), a więc kompetentne jednostki do wprowadzenia do planów zagospodarowania przestrzennego m.in. rewitalizacji małych zbiorników wodnych [LESZCZYŃSKI, KADŁUBOWSKI 2016; Ustawa 2015].

Podjęcie działań stosownie do wymienionych dokumentów jest zbieżne z opracowaną w 2010 r. przez Komisję Europejską „Strategią na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu – Europa 2020”.

We wspomnianej strategii wyróżnia się trzy priorytety:

- rozwój inteligentny – rozwój gospodarki opartej na wiedzy i innowacji;
- rozwój zróżnicowany – wspieranie efektywnej gospodarki korzystającej z zasobów przyrody, bardziej przyjaznej środowisku i bardziej konkurencyjnej;
- rozwój sprzyjający włączeniu społecznemu – wspieranie gospodarki o wysokim poziomie zatrudnienia, zapewniającej spójność społeczną i terytorialną.

Kolejny dokument ww. Komisji z 2012 r., to „Innowacje w służbie zrównoważonego wzrostu: biogospodarka dla Europy”. Sprecyzowano w nim, na czym polega biogospodarka, a także jakie cele powinny być realizowane na rzecz Wspólnoty Europejskiej. Podstawowym celem „Strategii” w części dotyczącej biogospodarki i jej planu działań jest „stworzenie podstaw dla bardziej innowacyjnego, zasoboszczędnego i konkurencyjnego społeczeństwa, w którym zapewnienie bezpieczeństwa żywnościowego nie wchodzi w konflikt z zasadami zrównoważonego wykorzystania zasobów odnawialnych dla celów przemysłowych, przy jednoczesnym zapewnieniu ochrony środowiska” [KE 2012].

Wymienione priorytety w strategii „Europa na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju...” [KE 2010] znalazły swoje odbicie w wielu dokumentach Ministerstwa Gospodarki oraz Rolnictwa, a także „Wspólnej Polityce Rolnej w kierunku 2020 roku, Informator III Kongres Nauk Rolniczych, Nauka Praktyce” [CHYŁEK, BIELECKI 2015].

Istnieje zapotrzebowanie praktyki na biogospodarkę, czego dowodem jest fakt, że polscy rolnicy przywożą granulowany obornik z Holandii (1000 km), płacąc 31 EUR·t⁻¹, gdy zawiera on 59% s.m. Gdy zawartość s.m. wynosi ok. 80% s.m., cena znacznie przekracza wyżej wymienioną i wynosi od 140 do 170 EUR·t⁻¹. Jednocześnie tego typu zakup rolnicy uzasadniają zawartością w oborniku mikroelementów i znacznie lepszemu wpływu na wzrost plonów w porównaniu z nawozami mineralnymi [CZUBIŃSKI 2017].

RACJONALNE GOSPODAROWANIE WODĄ

Zasoby wód powierzchniowych Polski są jednymi z najmniejszych wśród państw UE i wynoszą 1580 m³ na jednego mieszkańca, a w UE jest to średnio 4560 m³ [MIODUSZEWSKI 2003]. Racjonalne gospodarowanie wodą, może być realizowane m.in. dzięki zwiększeniu retencji i zmniejszeniu odpływu z terenu Polski poprzez:

- podpiętrzenia istniejących zbiorników wodnych, koszt z 2001 r. $0,49 \text{ zł}\cdot\text{m}^{-3}$ [KOWALEWSKI 2003], po uwzględnieniu inflacji do 2019 r. $0,59 \text{ zł}\cdot\text{m}^{-3}$;
- budowę zbiorników retencyjnych, koszt z 2001 r. $3,63 \text{ zł}\cdot\text{m}^{-3}$ [KOWALEWSKI 2003], po uwzględnieniu inflacji do 2019 r. $4,37 \text{ zł}\cdot\text{m}^{-3}$;
- budowę stawów rybnych koszt z 2001 r. $3,92 \text{ zł}\cdot\text{m}^{-3}$ [KOWALEWSKI 2003], po uwzględnieniu inflacji do 2019 r. $4,71 \text{ zł}\cdot\text{m}^{-3}$;
- zwiększenie retencji wodnej w glebie i systemach melioracyjnych, co jednak wymaga usprawnienia ich funkcjonowania; niestety, od wielu lat w większości nie są one konserwowane ani też odbudowywane po długoletniej eksploatacji.

Rozpatrując wymienione sposoby zwiększenia retencji wody, powinno się uwzględniać skalę całej zlewni, głównie ze względu na możliwość bilansowania na jej obszarze przychodów i rozchodów wody. Wynika to z dużej liczby czynników wpływających na obieg wody [KOWALEWSKI 2003].

Ekosystemy wodne, stanowiące istotny składnik środowiska, a zarazem spełniające funkcje retencji wody w postaci bagien, jezior, zbiorników wodnych, rzek, kanałów, stawów rybnych i rowów, ulegają procesom degradacji na skutek nie zawsze racjonalnej działalności człowieka w aspekcie relacji zysku do strat ujawniających się w dłuższym czasie w przyrodzie i gospodarce wodnej poprzez zwiększenie ilości kadmu, uranu oraz innych metali ciężkich, a więc szkodliwych dla zdrowia ludzi.

Natomiast w dalszym ciągu, rozpatrując zwiększenie retencji wodnej, prawie zupełnie pomija się możliwość usunięcia osadów dennych, a następnie ich racjonalnego zagospodarowania i jednocześnie polepszenia jakości wody powierzchniowej w jeziorach, zbiornikach, kanałach, rzekach i innych ekosystemach wodnych. Objętość antropogenicznych osadów dennych jest szacowana w milionach metrów sześciennych (niektóre zbiorniki są nimi wypełnione w 80% – Rożnów).

Wydobycie osadów o dużej koncentracji składnika stałego, zmieszanie z innymi komponentami w celu uzyskania właściwej konsystencji oraz wartości nawozowej równoważnej z obornikiem, a następnie rozprowadzenie po powierzchni lub pod powierzchnią użytkowanej rolniczo gleby pozwala uzasadnić potrzebę (m.in. w gospodarce wodnej) ich wydobywania ze względów ekonomicznych i środowiskowych.

ODPOWIEDNIE GOSPODAROWANIE SUBSTANCJAMI ORGANICZNYMI W PRODUKCJI ROLNICZEJ

Odpowiednie gospodarowanie substancjami organicznymi w produkcji rolniczej gwarantuje m.in. uzyskanie dobrych warunków istnienia drobnoustrojów w glebie, będącego – oprócz wielu innych – istotnym czynnikiem rozwoju roślin. Jest to często niedoceniane w technologiach nawożenia, głównie nawozami mineralnymi (NPK), łatwiejszymi w aplikacji. Wobec powyższego autorzy niniejszej

pracy od kilku lat lansują określenie „dobrostan gleby”, wymagający nawożenia substancjami organicznymi i odpowiedniego uwilgotnienia gleby. Dobrym uzasadnieniem, a obecnie często pomijającym, ww. określenia są niżej wymienione stwierdzenia MARSZEWSKIEJ-ZIEMIĘCKIEJ [1948].

1. Substancja organiczna zawiera duże ilości energii związanej, która staje się dostępna dla drobnoustrojów podczas wywoływanych przez nie procesów utleniania węgla organicznego i azotu.
2. Jest ona źródłem węgla i azotu niezbędnego w procesie odżywiania się organizmów, umożliwia również połączenia fosforowe, siarkowe, żelazowe i inne. Zawiera różne ciała wzrostowe, pobudzające przypuszczalnie rozwój drobnoustrojów.
3. Wpływa dodatnio na właściwości fizyczne gleby, podnosząc jej temperaturę, chłonność wody, polepszając dzięki temu warunki bytowania drobnoustrojów. W glebach zasobnych w zasady, zwłaszcza w wapń, nadaje glebom stan zgrubienia, korzystny dla wszystkich organizmów tlenowych, gdyż ułatwia krążenie powietrza w glebie. Na skutek dużych zmian w objętości przez nasiąkanie wodą lub wysuszenie nadaje glebom prężność.
4. Pod wpływem substancji organicznej, znajdującej się w stanie koloidalnym, wzrasta zatrzymywanie różnych ważnych dla życia drobnoustrojów, połączeń mineralnych, zwłaszcza zasad. Poprawiają się też właściwości buforowe gleb, co umożliwia rozwój drobnoustrojów wrażliwych na zakwaszanie się gleby. Ułatwiając wymianę zasad w glebie, ułatwia tym samym korzystanie z nich przez drobnoustroje.
5. Wydzielający się z substancji organicznej dwutlenek węgla poprawia stan fizyczny gleb oraz stanowi ważny rozpuszczalnik różnych połączeń mineralnych, np. trudno rozpuszczalnych fosforanów. Połączenia te przechodzą do roztworów glebowych, skąd mogą być pobierane przez drobnoustroje.

Dla dobrostanu gleby istotny jest stosunek węgla do azotu. Gleba traci węgiel podczas rozkładu substancji organicznej, a zwiększa się w niej zawartość azotu. W klimacie suchym szaroziemny tracą w ciągu trzech lat uprawy do 50% węgla i 40% azotu organicznego [MARSZEWSKA-ZIEMIĘCKA 1948].

Obecnie te miliony metrów sześciennych osadów dennych, bogatych w substancje organiczne, zalegają na dnie w jeziorach i innych zbiornikach wodnych, powodując bardzo często m.in. skażenie wody powierzchniowej (sinice). Przyczyn tego zjawiska jest bardzo wiele, jedną z nich jest gromadzenie się osadów dennych w wyniku sedymentacji części stałych pochodzenia mineralnego oraz organicznego, a także reakcji chemicznych zachodzących między różnego rodzaju zanieczyszczeniami wody (związki fosforu, hydrofobowe związki organiczne itp.). Części stałe pochodzenia mineralnego są rezultatem erozji wodnej i wietrznej powierzchni ziemi, koryt rzek itp. oraz zanieczyszczenia atmosfery pyłami. Inne rodzaje zanieczyszczeń to ścieki, gnojowica, gnojówka, spływy powierzchniowe

wraz z nawozami mineralnymi, resztki organizmów żywych itp., które w różnym stopniu stężenia gromadzą się w wodzie.

W końcowym efekcie na dnie pod powierzchnią wody w ekosystemach znajdują się antropogeniczne zanieczyszczenia wody oraz osady dennie ulegające dalszym szkodliwym dla środowiska procesom, np. eutrofizacji. Przyczyną eutrofizacji jest nadmierne wzbogacenie wody w mineralne i organiczne składniki odżywcze, dostarczone w nadmiarze w wyniku pośredniej lub bezpośredniej działalności człowieka.

Wyniki badań wskazują na bardziej intensywne kumulowanie fosforu w osadach dennych niż w pozostałych składowych ekosystemów jeziornych [KAJAK 1998; KENTZNER 2001; LAMPERT, SOMMER 1996; SOBCZYŃSKI, JONIAK 2009].

Przewaga fosforu w osadach dennych jest znaczna, a w większości przypadków około 90% łącznej zawartości fosforu znajduje się w powierzchniowej warstwie osadów dennych o grubości 10 cm.

Osad denny powszechnie traktowany jest jako trwały element ekosystemu wodnego, nieulegający istotnym sezonowym zmianom w cyklu rocznym. Nie dotyczy to fosforu zdeponowanego w powierzchniowej warstwie osadu w płytkich zbiornikach wodnych, będącego w początkowej fazie zestalania. Osad ten pozostaje w ciągłym kontakcie z warstwą wody naddennej, w której zawartość fosforu w cyklu rocznym może zmieniać się o nawet kilkaset procent. Szczególnie duże stężenie fosforu i podwyższona temperatura wody sprzyja rozwojowi sinic, wydzielających m.in. toksynę – mikrocystynę – stwarzającą śmiertelne zagrożenie dla zwierząt i człowieka, powodując uszkodzenie wątroby [CORREA 2013].

Faktem jest, że zasoby fosforu szacowane w 1979 r. na ziemi wynosiły 50 mld Mg, a wg późniejszych wyników badań 15 mld Mg, co w warunkach obecnego zapotrzebowania wystarczy nie na 500 lat, a jedynie na ok. 150 lat. Wydobywany surowiec w zależności od złoża zawiera od 10 do 30% P_2O_5 , a w 1 kg P_2O_5 jest jedynie 0,437 kg fosforu w czystej formie. Ponadto wydobywany surowiec może być zanieczyszczony.

Nowy projekt (któremu zakończył się termin ważności 05.06.2019) Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady określający zasady udostępniania na rynku produktów nawozowych z oznakowaniem CE i zmieniający rozporządzenia (WE) nr 1069/2009 i (WE) nr 1107/2009, według wniosku z dnia 17.03.2016, znacznie zmniejsza dopuszczalną zawartość tego rodzaju zanieczyszczeń w nawozach mineralnych, a ich usunięcie będzie wymagało zmian w technologii, a więc koszt nawozów mineralnych może wzrosnąć. Drugi powód możliwości wzrostu cen nawozów fosforowych to fakt, że 80% światowych rezerw fosforanów znajduje się zaledwie w kilku krajach (Maroko, Sahara Zachodnia, Chiny, Jordania, RPA). W rezultacie państwa te systematycznie zwiększają cenę surowca, w 2007 r. 1 Mg kosztował ok. 40 USD a w 2014 r. ok. 120 USD [PODEWILS 2014].

Mając na uwadze możliwość zwiększenia cen nawozów fosforowych, Komisja Wspólnoty Europejskiej w 2013 r. zainicjowała program pt.: „Zrównoważona go-

spodarka osadami ściekowymi dla wspierania recyklingu fosforu i skuteczności wykorzystania energii (P-REX)”. Koszty odzysku fosforu z tego typu osadów w pilotażowych instalacjach Niemczech są jednak wysokie i wynoszą od 2 do 18 EUR·kg⁻¹. Cena nawozów fosforowych w 2013 r. wynosiła 1,25 EUR·kg⁻¹.

Znana jest też metoda odzysku fosforu i azotu z osadów dennych opisana przez SZYPERA i GOŁDYNA [1999]. Po jej zastosowaniu na jeziorze Trumen (Szwecja), gdzie po wydobyciu pogłębiarką 600 000 m³ osadów, odzyskano łącznie 78 Mg fosforu i 740 Mg azotu, a jakość wody uległa znacznej poprawie.

Osady denne zawierają zatem znaczne ilości fosforu, azotu oraz cenne mikroelementy, a ich pozytywne oddziaływanie na glebę opisali m.in. CHUDECKI i KWARTA [1957], GAŁKA i WIATKOWSKI [2010] oraz BROGOWSKI i in. [2017]. Zagrożenie zdrowia, zdeponowanie fosforu w wierzchniej warstwie osadów dennych oraz znaczenie fosforu w produkcji rolnej stały się impulsem do poszukiwania technologii wprowadzenia osadów dennych do gleby wraz z innymi cennymi składnikami stymulującymi wzrost roślin.

Przeprowadzone w Instytucie Technologiczno-Przyrodniczym badania osadów dennych ze stawów rybnych w Falentach pozwoliły stwierdzić, że osady te mogą zastąpić obornik [BROGOWSKI i in. 2017; WIERZBICKI i in. 2017], a jednocześnie stały się podstawą do opracowania innowacyjnej technologii produkcji kalibrowanego nawozu organicznego zastępującego obornik, a więc racjonalnego wprowadzenia osadów dennych do gleby. Większa przyswajalność nawozów organicznych z mikroelementami przez rośliny pozwala jednocześnie zmniejszyć zanieczyszczenie wód biogenami, a więc spełnić wymagania środowiskowe unijne i krajowe.

OPRACOWANIE PROCESU SYNERGII W OPRACOWANIU STRATEGII

Pomyślna realizacja zastosowania synergii wymaga opracowania strategii dla poszczególnych województw ze względu na bardzo zróżnicowane uwarunkowania, m.in. ekologiczne, co umożliwi uzyskać pozytywne rezultaty. Zakres strategii powinien być wg GORZELAKA i JAŁOWIECKIEGO [2000] następujący:

- strategia powinna uwzględniać uwarunkowania zewnętrzne: globalne, europejskie i ogólnokrajowe, jak również odnosić się do zjawisk i procesów zachodzących w bezpośrednim otoczeniu regionu u jego sąsiadów;
- strategia powinna zakładać maksymalne wykorzystanie zasobów naturalnych, ekonomicznych i społecznych na rzecz uzyskiwania celów w niej założonych;
- strategia jest dokumentem programującym rozwój, a nie dążącym do zaspokojenie bieżących potrzeb mieszkańców, ich grup, zbiorowości czy organizacji;
- strategię powinna poprzedzać wizja, ponieważ jest świadectwem preferencji, co umożliwia dokonanie ocen wartościujących obecne i przewidywane cechy regionu, określone przez analizę diagnostyczną;

- diagnoza powinna być uczciwa i ograniczona do tej problematyki, która jest istotna dla danej strategii, a jednocześnie problematykę tę w całości pokrywać;
- strategia jest świadectwem dokonanych wyborów odnoszących się do najważniejszych kierunków rozwoju, a nie wykazem rutynowych działań; wynika z tego, że strategicznych celów powinno być niewiele;
- strategia nie może zawierać działań znajdujących się w kompetencji podmiotów niezależnych od opracowujących i realizujących tę strategię, może natomiast przedstawiać postulaty pod adresem tych podmiotów, traktując je jako otoczenie wpływające na realizację strategii;
- strategia jest zobowiązaniem podmiotu(ów) ją opracowujących, ma więc istotny walor informacyjny dla podmiotów od niej niezależnych;
- strategia, która ma również służyć pozyskiwaniu środków pomocowych, powinna być pisana w duchu i języku dokumentów UE i zgodnie z przyjętą w UE metodologią;
- strategia powinna mieć jasno sformułowane założenia jej wdrożenia i określony system monitoringu jej realizacji.

STOSOWANE TECHNOLOGIE REWITALIZACJI ZDEGRADOWANYCH EKOSYSTEMÓW WODNYCH

Zagadnieniu temu poświęcono wiele publikacji, a w sposób syntetyczny zostało ono opisane przez SIUDĘ i CHRÓSTA [2015] w sposób następujący:

„Substancje biogenne krążące w zbiornikach wodnych mogą być z nich eliminowane następującymi metodami:

- mechanicznymi (bagrowanie, usuwanie wód z głębszych partii (hipolimnionu), przepłukiwanie wodami uboższymi w związki odżywcze itp.);
- oddziaływaniami na procesy fizykochemiczne zachodzące w wodach (natlenianie, stratyfikacja), wytrącanie związków fosforu, opisane szczegółowo m.in. przez KOSTECKIEGO [2014];
- ingerencją w łańcuchy i sieci troficzne (biomanipulacja – prowadząca do intensyfikacji naturalnych procesów samoczyszczenia się wód zachodzących w zbiornikach, jak np. odłow ryb karpiowatych, restytucja zespołów roślinności zanurzonej, stosowanie probiotyków środowiskowych zawierających mikroorganizmy i ich enzymy)”.

Mnogość wymienionych technologii świadczy o bardzo złożonym procesie, który należy przeprowadzić podczas rewitalizacji ekosystemów wodnych, aby jednocześnie uniknąć nowych zagrożeń dla środowiska wynikających z ich stosowania. Dlatego też przed podjęciem decyzji o zastosowaniu danej technologii BAJKIEWICZ- GRABOWSKA [2013] zaleca przeprowadzenie diagnozy stanu ekosystemu wodnego, posługując się następującymi wskaźnikami:

- presji środowiskowych, które decydują o tempie eutrofizacji, a są one naturalne, wynikające z typu rozpatrywanego geosystemu;
- antropogenicznych, ocenianych wielkością ładunku napływającego do zbiornika wodnego;
- stanu środowiska, określonego jakością wody i stabilnością zasobów wodnych;
- reakcji, które informują o stanie zaawansowania eutrofizacji;
- dotyczącymi perspektywy przywrócenia lub utrzymania dobrego stanu ekosystemu, np. jeziora na cele rekreacji.

Dotychczas stosowane technologie są ukierunkowane na rewitalizację ekosystemów wodnych, a wydobywanie osadów dennych metodą bagrowania uznano za kosztowne i kłopotliwe ze względu na znaczne ich uwodnienie (ponad 80%), ale jednocześnie najbardziej skuteczne [KOSTECKI 2014]. Wobec powyższego pozostałe technologie ukierunkowane są na pozostawienie osadów dennych bez wydobywania ich oraz unieszkodliwienie w ekosystemie wodnym, aby nie powodowały dalszej eutrofizacji wody. Pomija się zatem wartość osadów dennych pod względem nawozowym i potrzeby ich ponownej wprowadzania do gleby, skąd w większości pochodzą.

Przykładem nieuwzględnienia tych korzyści może być planowana w 2017 r. rewitalizacja jeziora Gołdap o powierzchni 160 ha, gdzie przyjęto technologię stosowaną w Niemczech, polegającą na rozproszaniu po powierzchni wody w jeziorze substancji absorbującej fosforany, w skład której wchodzi glinki bentonitowe oraz lantan. Opadająca mieszanina łączy się w trwałe związki chemiczne z fosforanami i azotanami, tworząc na dnie izolacyjną warstwę uniemożliwiającą kontakt osadów dennych z wodą, a tym samym przenikanie z nich biogenów. Niewątpliwą zaletą tego typu rewitalizacji jest uzyskanie po roku widocznych pozytywnych rezultatów, ale koszt w przeliczeniu na 1 ha, wynoszący 26 000 zł, może okazać się wysoki, jeśli trwałość zabiegu będzie krótka, a to zależy m.in. od staranności przeprowadzenia uprzednio wspomnianej diagnozy. Wykorzystując wyniki tej diagnozy, należy usunąć oddziaływania, które doprowadziły do degradacji jeziora.

Podobne technologie zostały zastosowane również w Polsce i opisane m.in. przez KOSTECKIEGO [2014] oraz PIKULĘ i HESEGO [2015], natomiast brak jest wyników badań trwałości utworzonej w ten sposób bariery oraz procesów zachodzących w osadach dennych pod nią.

Skoro „bagrowanie” polegające na wydobywaniu osadów dennych z ekosystemów wodnych, jak uprzednio wspomniano [KOSTECKI 2014], jest najbardziej skuteczne, a ww. osady charakteryzują się pożądanymi właściwościami nawozowymi dla rolnictwa [BROGOWSKI i in. 2017; GAŁKA, WIATKOWSKI 2010] oraz mogą np. zmniejszyć spływy powierzchniowe po nawożeniu m.in. użytków rolnych, to pojawia się pytanie, dlaczego nie jest powszechnie stosowane.

Analiza i ocena tematycznej literatury i wyniki badań obcych oraz własnych pozwoliły na sformułowanie niżej wymienionych stwierdzeń.

- A. Do niedawna nie stwierdzono znacznych ubytków materii organicznej w glebie [BROGOWSKI i in. 2017], czemu wcześniej zaprzeczano [LAL 2009]. Ponadto przeszacowano zasoby dostępnych fosforanów, a więc rozpoczęto poszukiwania innych źródeł ich pozyskania [PODEWILS 2014].
- B. Mimo wyników wielu prac badawczych dotyczących specyficznych właściwości osadów dennych o znacznej zawartości części stałych pochodzenia organicznego i drobnej frakcji części pochodzenia mineralnego [EYMONTT, WIERZBICKI 2015; PARZONKA 1977; PARZONKA, WIERZBICKI 1965; WIERZBICKI, EYMONTT 2017], nie uwzględniono ww. wyników w konstruowaniu zespołów roboczych służących do wydobywania osadów. Zespoły te w większości konstruowano celem wydobywania osadów pochodzenia mineralnego (piasek, żwir itp.).
- C. Wśród wielu specjalistów panuje opinia, że osady zawierają metale ciężkie i ich wydobywanie zagraża środowisku. Opinia ta jest w przeważającej liczbie przypadków niesłuszna, o czym świadczą publikacje np. SIEBIELEC i in. [2015] lub BROGOWSKIEGO i in. [2017].
- D. Często uznaje się, że ekosystemy wodne nie wymagają zewnętrznej ingerencji, gdyż naturalne procesy są wystarczające, aby zapobiec degradacji. Pominięto tu degradujące środowisko wpływy m.in. chemizacji rolnictwa, rozwoju fermowego chowu i hodowli zwierząt, w wielu przypadkach braku oczyszczania ścieków bytowych na terenach wiejskich, a czasem i z innych źródeł itp. W rezultacie w ostatnich latach stwierdzono konieczność ingerencji, do czego nas zmusza m.in. Dyrektywa 2000/60/WE. Także w wielu publikacjach jest omawiany ten problem (m.in. SOSZKA i in. [2015]; ŁAWNICZAK i in. [2015]); jednocześnie zwraca się uwagę na znaczenie nawozowe osadów dennych dla rolnictwa [SIWEK i in. 2015].
- E. Nawiązując do stwierdzenia zawartego w pkt. A, należy wskazać, że przepływ osadów dennych o dużej zawartości części stałych pochodzenia organicznego, spowodowany pracą zespołu roboczego pogłębiarki podczas bagrowania, wg PARZONKI i WIERZBICKIEGO [1965] jest procesem złożonym ze względu na zmiany lepkości pozornej tego typu osadów wraz ze wzrostem szybkości ścinania dr/dt i koncentracji S składnika stałego.

Powyżej pewnej wartości koncentracji granicznej S_{lim} osady zachowują się jak ciało plastyczno-lepkie, a poniżej S_{lim} jak zawiesina drobno dyspersyjna o właściwościach cieczy newtonowskiej.

Do opisu przepływu osadów zachowujących się jak ciało plastyczno-lepkie najczęściej [MADEYSKI 1998; PARZONKA 1977; WIERZBICKI 1982] stosuje się wzór Birnghama w postaci:

$$\tau = \tau_o + \eta_B G \quad (1)$$

gdzie:

τ = naprężenie ścinające (Pa);

τ_o = próg plastyczności (Pa);

η_B = lepkość (Pa·s);
 G = szybkość ścinania (s^{-1}).

W procesie wydobywania osadów dennych szczególnie istotne jest pozostawienie bez zmian ww. koncentracji granicznej S_{lim} i związanej z nią τ_o .

W sposób przystępny dla niespecjalistów z zakresu reologii można ten warunek zapisać zależnością:

$$\tau_o \geq \tau \rightarrow G \quad (2)$$

Wzrokowo zależność ta będzie się manifestować np. brakiem płynięcia farby po pionowej ścianie. Jednocześnie, gdy zwiększać się będzie szybkość ścinania (np. po wzroście temperatury), nastąpi zjawisko płynięcia farby, co jest charakterystyczne dla cieczy pseudoplastycznych [SCHRAMM 1998]. Tak też zachowują się osady denne. Trzeba uwzględnić te właściwości w technologii wydobywania tych osadów, jeśli miałyby być wydobywane, mając mały stopień uwodnienia.

We wszystkich dotychczas stosowanych technologiach bagrowania osadów dennych, które w sposób syntetyczny opisał KLAPPER [1991], nie uwzględnia się zależności wynikających z wzoru Bingham'a (1), stąd też nieefektywne jest wydobywanie osadów dennych o cechach plastyczno-lepkich.

Z przeglądu dotychczas stosowanych technologii wynika, że występują trudności z wydobywaniem na ogół półpłynnych osadów z zawartością części mineralnych oraz organicznych szczególnie uciążliwych do odwodnienia. Pomyślnie pokonanie tych trudności umożliwi realizację omawianej koncepcji.

WNIOSKI

1. Istniejące uwarunkowania formalno-prawne wymagają podjęcia natychmiastowych działań z dwóch istotnych powodów – spełnienia zobowiązań wobec Unii Europejskiej oraz realizacji ustaw i rozporządzeń krajowych – zagwarantowania wielokierunkowego rozwoju gospodarczego Polski z uwzględnieniem m.in. „Biogospodarki”.

2. Powolny, mało dostrzegany proces degradacji ekosystemów wodnych w Polsce, wymaga natychmiastowego działania naprawczego, ujętego m.in. w przedstawionej koncepcji.

3. Zapewnienie dobrostanu gleby, przejawiającego się zasobnością w łatwo przyswajalne przez rośliny związki chemiczne, mikroelementy, bakterie i wodę zapobiegnie degradacji gleby, a tym samym zagwarantuje dobre plony.

BIBLIOGRAFIA

- BAJKIEWICZ-GRABOWSKA E. 2013. Czyste jeziora Pomorza. W: Biologizacja warunkiem zdrowego środowiska i ekonomicznego rolnictwa [Clear Pomeranian lakes. In: Biologization as a condition for a healthy environment and economic agriculture]. Materiały pokonferencyjne. Toruń. Urząd Marszałkowski woj. Kujawsko-Pomorskiego s. 45–57.
- BROGOWSKI Z., BURZYŃSKA I., EYMONTT A., WIERZBICKI K. 2017. Możliwości wykorzystania osadów dennych w rolnictwie [Possibilities of using bottom sediments in agriculture]. Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie. Nr 1 s. 37–43.
- CHUDECKI Z., KWARTA C. 1957. Rolnicze wykorzystanie namulów z dna toru wodnego Szczecin – Świnoujście [Agricultural use of sediments from the bottom of the Szczecin – Świnoujście fairway]. Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie. Nr 2 s. 55–57.
- CHYLEK K.E., BIELECKI S. 2015. Biogospodarka – technologie innowacyjne szansą poprawy konkurencyjności w sektorze rolno-spożywczym i na obszarach wiejskich [Bioeconomy – innovative technologies as an opportunity to improve competitiveness in the agri-food sector and in rural areas]. W: Badania naukowe w procesie kształtowania polskiej wizji Wspólnej Polityki Rolnej i Wspólnej Polityki Rybackiej. Red. E. Chylek. III Kongres Nauk Rolniczych. Warszawa. MRiRW s. 9–14.
- CORREA M. 2013. Oczyszczanie jezior, rzek i cieków wodnych. W: Biologizacja warunkiem zdrowego środowiska i ekonomicznego rolnictwa [Cleaning lakes, rivers and watercourses. In: Biologization as a condition for a healthy environment and economic agriculture]. Materiały pokonferencyjne. Toruń. Urząd Marszałkowski Województwa Kujawsko-Pomorskiego s. 26–36.
- CZUBIŃSKI T. 2017. Tysiąc kilometrów z obornikiem [Thousand kilometers with manure]. Top Agrar. Nr 5 s. 78–80.
- EYMONTT A., WIERZBICKI K. 2015. Analiza i ocena możliwości wydobywania antropogenicznych osadów dennych z jezior, zbiorników i cieków wodnych [Analysis and evaluation of the possibility of mining anthropogenic bottom sediments from lakes, reservoirs and watercourses]. Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie. Nr (3)446 s. 113–120.
- EYMONTT A., WIERZBICKI K., BROGOWSKI Z., BURZYŃSKA I., ROSSA L. 2017. Nowa technologia wydobywania osadów dennych z rowów na stawach rybnych i ich zastosowanie w rolnictwie [New technology for extracting bottom sediments from ditches on fishponds and their use in agriculture]. Komunikaty Rybackie. Nr 2(157) s. 7–13.
- GAŁKA B., WIATKOWSKI M. 2010. Charakterystyka osadów dennych zbiornika zaporowego Młyny oraz możliwości ich rolniczego wykorzystania [Characteristics of bottom sediments of the Młyny dam reservoir and the possibilities of their agricultural use]. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 10. Z. 4(32) s. 53–63.
- GORZELAK G., JAŁOWIECKI B. 2000. Metodologiczne podstawy strategii rozwoju regionu na przykładzie województwa lubuskiego [Methodological bases for the region's development strategy on the example of the Lubuskie Voivodeship]. Studia Regionalne i Lokalne. Z. 3 s. 41–58.
- KAJAK Z. 1998. Hydrobiologia – limnologia. Ekosystemy wód śródlądowych. [Hydrobiology – limnology. Inland water ecosystems]. Warszawa. PWN. ISBN 83-0112537-3 ss. 355.
- KENTZER A. 2001. Fosfor i jego biologicznie dostępne frakcje w osadach jezior różnej trofii [Phosphorus and its biologically available fractions in lake sediments of various trophies]. Toruń. Wydaw. Nauk. UMK. ISBN 8323113033 ss. 111.
- KLAPPER H. 1991. Control of eutrophication in inland waters. London, Toronto, Sydney, Tokyo, Singapore. Ellis Horwood Series in Water and Wastewater Technology. ISBN 0131748300 ss. 337.
- KOSTECKI M. 2014. Rekultywacja antropogenicznego zbiornika wodnego Pławniowice metodą usuwania hypolimnionu – studium limnologiczne [Reclamation of the anthropogenic Pławniowice

- water reservoir by the hypolimnion removal method – a limnological study]. Works and Studies. Nr 84. Zabrze. IPIŚ PAN. ISBN 978-83-60877-09-8 ss. 215.
- KOWALEWSKI Z. 2003. Wpływ retencjonowania wód powierzchniowych na bilans wodny małych zlewni rolniczych [Impact of surface water retention on the water balance of small agricultural catchments]. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. Rozprawy naukowe i monografie. Nr 6. Falenty. Wydaw. IMUZ. ISBN 83-88763-31-8 ss. 126.
- LAL R. 2000. Węgiel aktywny i nasilenie efektu cieplarnianego [Activated carbon and intensification of the greenhouse effect]. Zeszyty Edukacyjne. Nr 6/2000. Falenty. IMUZ s. 22–36.
- LAMPERT W., SOMMER U. 1996. Ekologia wód śródlądowych [Ecology of inland waters]. Warszawa. PWN. ISBN 8301133872 ss. 416.
- LESZCZYŃSKI M., KADŁUBOWSKI J. 2016. Ustawa o rewitalizacji. Praktyczny komentarz [Act on revitalization. A practical comment]. Warszawa. MliB, Dpt. Polityki Przestrzennej ss. 56.
- ŁAWNICZAK A.E., KUTYLA S., ACHTENBERG K. 2015. Ocena sposobu zagospodarowania zlewni i stanu hydromorfologicznego Jeziora Kierskiego. W: Sposoby ochrony i rekultywacji jezior poznańskich [Assessment of the management of the catchment and the hydromorphological state of Kierskie Lake. In: Methods of protection and recultivation of Poznań lakes]. Red. A. Ławniczak. Poznań. Bogucki Wydaw. Nauk. s. 109–132.
- MADEYSKI M. 1998. Hydrauliczna i reologiczna charakterystyka procesu zamulania stawów rybnych [Hydraulic and rheological characteristics of the silting process of fish ponds]. Zeszyty Naukowe AR Kraków. Ser. Rozprawy. Z. 236. ISSN 1233-4189 ss. 77.
- MARSZEWSKA-ZIEMIĘCKA J. 1948. Zarys mikrobiologii gleby [Soil microbiology outline]. Warszawa. PIWR. Biblioteka Puławska. Nr 24 ss. 243.
- MIODUSZEWSKI W. 2003. Mała retencja. Ochrona zasobów wodnych i środowiska naturalnego. Poradnik [Small retention. Protection of water resources and the natural environment. Guide]. Falenty. Wydaw. IMUZ. ISBN 83-88763-24-5 ss. 49.
- PARZONKA W. 1977. Hydrauliczne podstawy transportu rurowego mieszanin dwufazowych [Hydraulic basics of pipe transport of two-phase mixtures]. Skrypty AR Wrocław. Nr 159 ss. 140.
- PARZONKA W., WIERZBICKI K. 1965. Transport namulów przy robotach melioracyjnych i hydrotechnicznych. W: Melioracja robót ziemnych [Transport of sediments for drainage and hydrotechnical works. In: Land reclamation of earthworks]. Materiały V Międzynarodowej konferencji. Warszawa. NOT. A-40 ss. 13.
- PIKUŁA K., HEESE T. 2015. Metody rekultywacji jezior. W: Sposoby ochrony i rekultywacji jezior poznańskich [Methods of lake recultivation. In: Methods of protection and recultivation of Poznań lakes]. Red. A.E. Ławniczak. Poznań. Bogucki Wydaw. Nauk. s. 101–107.
- PODEWILS W. 2014. Recykling fosforu w Niemczech – stan aktualny i perspektywy [Phosphorus recycling in Germany – current status and perspectives]. Wodociągi – Kanalizacje. Nr 1(91) s. 26–30.
- SCHRAMM G. 1998. Reologia, podstawy i zastosowania [Rheology, basics and applications]. Poznań. PAN. Ośrodek Wydaw. Nauk. ISBN 83-85481-63-X ss. 272.
- SIEBIELEC S., SIEBIELEC G., SMREZAK B. 2015. Zanieczyszczenie osadów dennych rzek i zbiorników wodnych [Pollution of river and water reservoirs bottom sediments]. Studia i Raporty IUNG – PIB. Z. 46(20) s. 163–181.
- SIUDA W., CHRÓST R.J. 2015. Hydrobiotechnologia – biologiczne podstawy, aktualny stan wiedzy i perspektywy rozwoju [Hydrobiotechnology – biological basis, current state of knowledge and development perspectives]. Technologia Wody. Nr 5(43) s. 31–41.
- SIWEK H., WESOŁOWSKI P., BRYŚIEWICZ A., RAFACZ E. 2015. Zawartość fosforu i jego przyswajalnych form w osadach dennych śródpolnych zbiorników wodnych w kontekście ich znaczenia nawozowego [Content of phosphorus and its assimilable forms in bottom sediments of mid-field

- water reservoirs in the context of their importance for fertilizing]. *Przemysł Chemiczny*. Nr 94/6 s. 118–121. DOI 10.15199/62.2015.6.32.
- SOBCZYŃSKI T., JONIAK T. 2009. Differences in composition and proportion of phosphorus fractions in bottom sediments of Lake Góreckie (Wielkopolska National Park). *Environment Protection Engineering*. Vol. 35(2) s. 89–95.
- SOSZKA H., KOLADA A., PASZTALENIC A., KUTYLA S. 2015. Wybrane działania ukierunkowane na ochronę jezior w aktualizacji planów gospodarowania wodami w Polsce [Selected activities aimed at lake protection in the update of water management plans in Poland]. *Technologia Wody*. Nr 3 s. 14–17.
- SZYPER H., GOLDYN R. 1999. Rekultywacja zbiorników wodnych [Water reservoirs reclamation]. *Przegląd Komunalny*. Nr 7–9 (94–95) s. 81–82.
- WIERZBICKI K. 1982. Transport hydrauliczny w instalacjach rolniczego wykorzystania gnojowicy [Hydraulic transport in installations for the agricultural use of liquid manure]. Warszawa. IBMER ss. 185.
- WIERZBICKI K., EYMONTT A. 2017. Nowe technologie stosowane do usuwania osadów dennych na stawach rybnych. W: *Innowacyjne technologie w produkcji zwierzęcej z uwzględnieniem standardów Unii Europejskiej i ochrony środowiska*. Monografia [New technologies used to remove bottom sediments in fishponds. In: *Innovative technologies in animal production taking into account the standards of the European Union and environmental protection*. Monograph]. Red. W. Romaniuk, H. Jankowska-Huflejt. Falenty–Warszawa. ITP s. 192–197.
- WIERZBICKI K., EYMONTT A., ROSSA L., STRZELCZYK M. 2017. Nowe możliwości wzrostu produkcji roślinnej, a zarazem realizacji strategii Unii Europejskiej. W: *Innowacyjne technologie w produkcji zwierzęcej z uwzględnieniem standardów Unii Europejskiej i ochrony środowiska*. Monografia [New opportunities to increase plant production and, at the same time, to implement the European Union strategy. In: *Innovative technologies in animal production taking into account the standards of the European Union and environmental protection*. Monograph]. Red. W. Romaniuk, H. Jankowska-Huflejt. Falenty–Warszawa. ITP s. 184–191.

AKTY NORMATYWNE

- Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej [Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy]. Dz. U. UE L z dnia 22 grudnia 2000 r. ze sprostowaniami Dz.U.U.E.L.2014.124.1 i późn. zm.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/105/WE z dnia 16 grudnia 2008 r. w sprawie środowiskowych norm jakości w dziedzinie polityki wodnej, zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy Rady 82/176/EWG, 83/513/EWG, 84/156/EWG, 84/491/EWG i 86/280/EWG oraz zmieniająca dyrektywę 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady [Directive 2008/105/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on environmental quality standards in the field of water policy, amending and subsequently repealing Council Directives 82/176/EEC, 83/513/EEC, 84/156/EEC, 84/491/EEC and 86/280/EEC and amending Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council]. OJ L 348 z 24.12.2008 s. 84–97.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2013/39/UE z dnia 12 sierpnia 2013 r. zmieniająca dyrektywy 2000/60/WE i 2008/105/WE w zakresie substancji priorytetowych w dziedzinie polityki wodnej [Directive 2013/39/EU of the European Parliament and of the Council of 12 August 2013 amending Directives 2000/60/EC and 2008/105/EC as regards priority substances in the field of water policy]. Tekst mający znaczenie dla EOG. OJ L 226 z 24.8.2013 s. 1–17.

- KE 2010. Komunikat Komisji Europa 2020. Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu. KOM(2010) 2020 wersja ostateczna [EC 2010. Communication from the Europe 2020 Commission. A strategy for smart, sustainable and inclusive growth]. Bruksela 3.03.2010 r.
- KE 2012. Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów. Innowacje w służbie zrównoważonego wzrostu: biogospodarka dla Europy [Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Innovations for sustainable growth: a bioeconomy for Europe] {SWD(2012) 11 final}. Bruksela 13.2.2012 r.
- KE 2016. Wniosek. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady określające zasady udostępniania na rynku produktów nawozowych z oznakowaniem CE i zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1069/2009 i WE nr 1107/2009 [Application. Regulation of the European Parliament and of the Council determining the rules for making available on the market of CE marked fertilizer products and amending Regulations (EC) No 1069/2009 and EC No 1107/2009] (Tekst mający znaczenie dla EOG) {SWD(2016) 64 final} {SWD(2016) 65 final}. Bruksela 17.3.2016 r.
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1069/2009 z dnia 21 października 2009 r. określające przepisy sanitarne dotyczące produktów ubocznych pochodzenia zwierzęcego, nieprzeznaczonych do spożycia przez ludzi, i uchylające rozporządzenie (WE) nr 1774/2002 (rozporządzenie o produktach ubocznych pochodzenia zwierzęcego) [Regulation (EC) No 1069/2009 of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 laying down sanitary provisions for animal by-products not intended for human consumption and repealing Regulation (EC) No 1774/2002 (Product Regulation animal by-products)]. OJ L 300 z 14.11.2009 s. 1–33.
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1107/2009 z dnia 21 października 2009 r. określające przepisy sanitarne dotyczące produktów ubocznych pochodzenia zwierzęcego, nieprzeznaczonych do spożycia przez ludzi, i uchylające rozporządzenie (WE) nr 1774/2002 (rozporządzenie o produktach ubocznych pochodzenia zwierzęcego) [Regulation (EC) No 1107/2009 of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 laying down sanitary provisions for animal by-products not intended for human consumption and repealing Regulation (EC) No 1774/2002 (Product Regulation animal by-products)]. OJ L 300 z 14.11.2009 s. 1–33.
- Ustawa z dnia 9 października 2015 r. o rewitalizacji [Act of 9 October 2015 on revitalization]. Dz.U. 2015 r. poz. 1777.
- Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody [Act of 16 April 2004 on nature protection]. Dz.U. 2004. Nr 92 poz. 880.
- Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. Prawo wodne [Act of 20 July 2017 Water Law]. Dz.U. 2017 poz. 1566 z późn. zm.

Andrzej EYMONTT, Krzysztof WIERZBICKI

A NEW CONCEPT FOR THE USE OF SYNERGIES IMPROVING THE OPERATION OF WATER MANAGEMENT WITH AGRICULTURE

Key words: *organic fertilizers, protection of water ecosystems, water management*

S u m m a r y

The development of production in agriculture depends on the availability of water and organic substances contained in the soil. Appropriate linking of these two important conditions requires a synergistic long-term strategy, taking into account formal funding opportunities from the European

Union's aid funds. Currently, the conditions for the availability of these resources are particularly beneficial and hence the concept of using fertilizer valuable bottom sediments reducing the retention capacity of water reservoirs (up to 80%) and increasing the water retention of the soil and its resources in organic substances. Implementation of the above-mentioned concept requires the implementation of currently developed in the model version of the technology of extracting sediments from water reservoirs, and then their processing into organic fertilizers with properties similar to manure. In addition, the use of this technology reduces the risk of water eutrophication in water ecosystems, which will be more intense with climate change in Poland.

Adres do korespondencji: dr hab. inż. Andrzej Eymontt, prof. nadzw., Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Oddział w Warszawie, ul. Rakowiecka 32, 02-532 Warszawa; e-mail: a.eymontt@itp.edu.pl