

Znaczenie dla środowiska i gospodarki rybackiej starorzeczy oraz innych zbiorników wodnych w terenach zalewowych

Marek JELONEK

Zakład Biologii Wód im. Karola Starmacha, Polska Akademia Nauk
ul Sławkowska 17, 31-016 Kraków
e-mail: Jelonek@zbw.pan.krakow.pl

1. Wstęp

Jeszcze kilkadziesiąt lat temu większość zbiorników wodnych występujących w dolinach rzecznych, obok właściwego koryta rzeki, stanowiły starorzecza. Po drugiej wojnie światowej w wyniku rozwoju przemysłu i budownictwa oraz konieczności rozbudowy związanej z nimi infrastruktury wzrosło zapotrzebowanie na kruszywa naturalne. Szybkim, stosunkowo tanim i popularnym sposobem ich pozyskiwania była tzw. eksploatacja basenowa, prowadzona w dolinach rzek, która doprowadziła do zwiększenia liczby sztucznych (poeksploatacyjnych) zbiorników wodnych. Problem ich ewentualnej rekultywacji był początkowo pomijany a podręczniki rekultywacji zwykle zajmujące się zagospodarowaniem środowisk lądowych w przypadku zbiorników wodnych ograniczały się do enigmatycznych stwierdzeń o wykorzystaniu rekreacyjnym lub rybackim (Bradshaw i Chadwick 1980; Chwastek i Żuławski 1981). Wynikało to głównie z dwóch przyczyn: słabego poznania zasad funkcjonowania biocenozy w zbiornikach poeksploatacyjnych oraz ówczesnego rozumienia pojęcia „rekultywacja” definiowanego jako przywrócenie stanu z okresu przed rozpoczęciem eksploatacji. W takim przypadku rekultywacja sprowadzałaby się do zasypania zbiornika i odtworzenia ekosystemu lądowego (Puchalski 1999), co było nie do przyjęcia choćby ze względów finansowych. Rekultywacja takich zbiorników, a właściwie oddawanie ich naturze, może również odbywać się poprzez działania w obrębie biocenozy zbiornika i polegać na przywracaniu równowagi ekosystemu – „optymalizacja funkcjonalna” (Puchalski 1996). Takie podejście traktuje zbiornik poźwirowy jak swoiste „środowisko naturalne” i usiłuje dopasować do niego właściwy program zagospodarowania, po to aby uzyskać optymalne funkcjonowanie całego ekosystemu. Niezależnie jednak od przyjętych założeń istnienie zbiorników poeksploatacyjnych stanowi fakt obiektywny a ich rekultywacja poprzez zasypanie nie wchodzi w rachubę. Właśnie dlatego należy zastanawiać się na wszelkimi aspektami ich bliskiego naturze czyli racjonalnego wykorzystania.






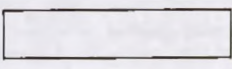
2. Zbiorniki wodne w dolinach rzecznych

Zbiorniki wodne w terenach zalewowych (dolinach rzecznych) można pogrupować stosując następujące kryteria podziału:

- pochodzenie zbiornika: naturalne (starorzecza) lub sztuczne (zbiorniki pożyrowe),
- dopływ i odpływ wody: przepływowe (odpływowe) lub izolowane,
- głębokość: głębokie (stratyfikowane) lub płytkie (niestratyfikowane).

Najistotniejsze z przyrodniczego punktu widzenia jest pierwsze kryterium podziału, bowiem proces tworzenia starorzecza odcina od głównego koryta rzeki zbiornik wodny z już ukształtowaną biocenozą, w odróżnieniu od zbiorników sztucznych, gdzie biocenoza jest w stadium inicjalnym procesu sukcesji. W tabeli I przedstawiono ważniejsze różnice pomiędzy zbiornikiem zaporowym, starorzeczem i zbiornikiem poeksploatacyjnym. Określają one prawdopodobną przyszłość i determinują sposoby zagospodarowania tych akwenów.

Tabela 1. Porównanie charakterystycznych cech zbiorników zaporowych oraz zbiorników wodnych w terenach zalewowych.

Cechy	Zbiornik zaporowy	Starorzecze	Zbiornik pożyrowy
Pochodzenie	sztuczne	naturalne	sztuczne
Głębokość	przy zaporze duża	zmienna, raczej mała	zmienna, raczej duża
Rodzaj dna	naturalne	naturalne	sztuczne
Możliwość odwodnienia	możliwe (rzadko stosowane)	niemożliwe	niemożliwe
Dopływ i odpływ	rzeka	podsiąkanie (ciek przepływowy)	podsiąkanie (ciek przepływowy)
Przyczyna eutrofizacji	rzeka (zlewnia pośrednia)	splyw powierzchniowy	splyw powierzchniowy
Szybkość eutrofizacji	duża (zależy od jakości wód)	raczej duża (zależy od splywu powierzchniowego)	raczej duża (zależy od splywu powierzchniowego)
Kształt misy			
Litoral (zacięziony)			

3. Powstawanie sztucznych zbiorników poeksploatacyjnych

Podstawą uzyskania koncesji na eksploatację kruszyw naturalnych, jest wykonanie oceny oddziaływania na środowisko (O.O.Ś.). Poza tytułową oceną powinien się w niej znajdować sposób minimalizacji szkód, które powstaną w wyniku prowadzonej działalności. Jednak przy wykonywaniu oceny oddziaływania eksploatacji

basenowej na środowisko, zwykle największą uwagę przywiązuje się do miąższości nadkładu i złoża, wielkości pasa ochronnego koryta rzeki oraz stosunków wodnych. Rzeczywiste określenie wpływu inwestycji na środowisko i problem rekultywacji terenu zamykany jest najczęściej kilkoma komunami z których wynika niezbicie, że wybranie kilkudziesięciu tysięcy metrów sześciennych żwiru i wykonanie w sąsiedztwie rzeki kilku basenów o powierzchni od kilku lub kilkudziesięciu hektarów nie wpłynie na zmianę warunków środowiskowych a dodatkowo nawet poprawi walory użytkowe słabo dotychczas zagospodarowanego terenu, np. poprzez wzrost retencji wód powierzchniowych, wykorzystanie basenów bądź jako obiekty rekreacyjne (kąpieliska), bądź jako zbiorniki do hodowli ryb. Nieporozumienie polega na tym, że wykonujący ocenę najczęściej nie zna końcowego przeznaczenia obiektów i nie bierze pod uwagę warunków jakim powinny odpowiadać np. kąpieliska czy stawy rybne. Warto więc zweryfikować rzeczywistą wartość najczęściej używanych argumentów.

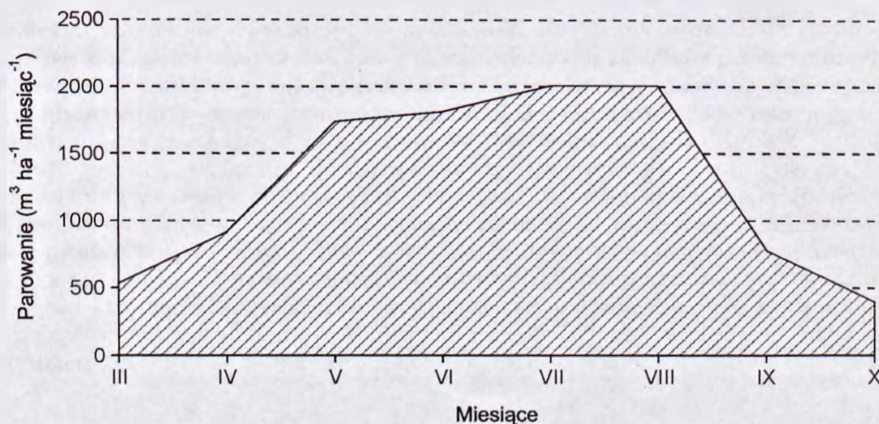
4. Znaczenie starorzeczy i zbiorników poeksploatacyjnych

4.1. Ochrona przyrody

Nie uregulowana rzeka płynie szeroką doliną rzeczną tworząc liczne pętle i zakola. Czasami nurt rzeki rozdziela się i powstają odnogi często o różnych warunkach siedliskowych. Wysokie wody powodziowe przerywają brzegi rzek tworząc krótsze połączenia głównego nurtu i pozostawiając poza rzeką stojące lub okresowo i powoli płynące starorzecza. Rozwijają się w nich zwykle zespoły organizmów wód stojących (stagnofilne), pełnią też rolę schronień dla wielu organizmów wodnych i związanych z wodą, stanowią miejsca tarlisk i odchowu stadiów narybkowych. Szybko eutrofizujące się starorzecza zasilają rzekę w składniki pokarmowe wynoszone przez stale lub okresowo przepływające wody (Kajak 2001). Istnienie powstałych w wyrobiskach poeksploatacyjnych zbiorników wodnych ma również duże znaczenie dla ochrony przyrody i utrzymania bioróżnorodności. Zbiorniki te, ze względu na nietypowe biocenozy, często są siedliskami rzadkich przedstawicieli flory i fauny. Mogą ponadto stanowić refugia dla gatunków prawnie chronionych i zagrożonych. W ich bezpośrednim sąsiedztwie często gnieźdzą się ptaki wodne (Catchpole i Tydeman 1975). Tego typu siedliska mogą stanowić dla przyrodników bezcenne poligony badawcze do badań nad biologią gatunków zagrożonych, czy też sukcesją organizmów. Świadczy o tym stale rosnąca liczba zbiorników poeksploatacyjnych uznanych za rezerваты przyrody. Nietypowe pochodzenie tych akwenów, wczesne stadium sukcesji oraz izolacja od innych wód powierzchniowych dodatkowo sprzyja ich wykorzystaniu jako obiekty do aplikacyjnych badań nad biomanipulacją (Puchalski 1999).

4.2. Retencja wód powierzchniowych

Baseny eksploatacyjne są najczęściej połączone hydraulicznie z rzeką stąd poziom wody w basenach zależy od poziomu wody w rzece. Pojemność wodna złoża żwirowego zwiększa się po wyeksploatowaniu żwiru o około 70%, co ma udowodniać dużą rolę basenów w retencjonowaniu wód powierzchniowych. Jednak powstające otwarte zwierciadło wody powoduje wzrost strat wywołanych parowaniem. Na rycinie 1 przedstawiono, zależny od temperatury, miesięczny rozkład strat na parowanie. Wyraźnie widać, że są one największe w okresie letnim. Roczna wielkość parowania z jednego hektara lustra wody (Król 1986) wynosi ponad 10 tys. m³, co powoduje ubytek warstwy wody o wysokości około 1 metra. Po zbilansowaniu wzrostu



Ryc. 1. Wielkość parowania z powierzchni zbiorników wodnych w zależności od średnich temperatur miesięcznych.

pojemności basenu w stosunku do złoża zwirowego oraz strat na parowanie okazuje się, że warstwa wody o wysokości 1,5 m wystarcza zaledwie na pokrycie zwiększonego zapotrzebowania na parowanie, co oznacza, że zbiorniki pozwirowe retencjonują wodę tylko wtedy gdy ich średnia głębokość jest większa niż 1,5 m. W przeciwnym wypadku należy je traktować nie jako obiekty retencjonujące wodę a raczej jako pobierające, ponieważ ze wzrostem ich powierzchni rosną straty na parowanie.

4.3. Eutrofizacja

Słonność zbiorników poeksploatacyjnych do eutrofizacji jest zależna od wielu, na pierwszy rzut oka, nieistotnych czynników. Niestety, prawie w każdym przypadku ich podatność na eutrofizację jest większa aniżeli zbiorników naturalnych (Puchalski 1999). Jednym z ważniejszych czynników decydujących o losie wyrobiska jest morfologia misy zbiornika, oraz pokrycie zlewni bezpośredniej. Pożądanym kształtem zbiornika w przypadku zbiorników sztucznych jest stosunkowo łatwy do uzyskania w trakcie eksploatacji. Niestety o jego przyszłym kształcie decydują raczej powierzchnie i granice wykupionych działek aniżeli ekologiczna kalkulacja. Od lat postuluje się konieczność wypracowania wizji wykorzystania terenu w przyszłości i podporządkowania jej prowadzonych prac wydobywczych, co w przyszłości umożliwi minimalizację szkód w środowisku (Ciurla 1988). Właściwe ukształtowanie wyrobiska decyduje na przykład o kierunkach i sposobie przemieszczania się mas wody ze spływów powierzchniowych docierających ze zlewni bezpośredniej zbiornika. Wody te często bogate w związki pokarmowe, nim dopłyną do właściwego zbiornika, powinny być okresowo zatrzymane w specjalnie w tym celu wykonanych płytkich rozlewiskach lub rowach opaskowych. Umożliwia to ich wstępne oczyszczenie przez swoisty filtr złożony z roślin wodnych zarastających takie rozlewiska lub rowy. Morfologia otoczenia zbiornika może być też odpowiedzialna za wpływ wiatru. I tak, silna ekspozycja zbiorników pozwirowych na działanie wiatru zwiększa głębokość epilimnionu (Puchalski 1987) i ogranicza intensywność rozwoju fitoplanktonu poprzez zmianę stosunku głębokości strefy eufotycznej do głębokości strefy mieszania. Niejako przy okazji zmniejsza się też niebezpieczeństwo wystąpienia deficytów tlenowych w przydennych partiach wody.

Zabiegi rekultywacyjne zwykle polegają na pracach przy samym wyrobisku oraz na zagospodarowaniu zlewni bezpośredniej zbiornika. Złe zagospodarowanie terenów przyległych może wpływać na wielkość dopływu materii allochtonicznej pochodzącej z opadających liści, a tym samym na szybkość eutrofizacji akwenu. Ogólna zasada wykorzystania zlewni bezpośredniej mówi, że należy unikać rolniczego lub leśnego kierunku jej zagospodarowania, bowiem w ten sposób rośnie niebezpieczeństwo eutrofizacji wyrobiska (Puchalski 1999). Omówione powyżej czynniki odwołują się do abiotycznej części ekosystemu, mają więc charakter zewnętrzny. Nie można jednak zapominać o czynnikach wewnętrznych, a więc zależnych od funkcjonowania zespołów organizmów wodnych. Biocenoza nowego zbiornika jest najczęściej w inicyjnym stadium sukcesji gatunków. Składa się ona najczęściej z przypadkowo dobranego zestawu gatunków: fitoplanktonu, zooplanktonu, bentosu, ryb oraz płatków wodnych. Jednak dla uzyskania stabilnego i samoreprodukującego się ekosystemu wód stojących, prawidłowego wykorzystującego dostępne zasoby pokarmowe, niezbędne jest „skonstruowanie” na bazie dostępnych w pobliskiej rzece gatunków biocenozy funkcjonalnie podobnej do jeziora. Nie jest to wcale proste i należy się liczyć, zwłaszcza w początkowym okresie eksploatacji, z różnymi niekontrolowanymi zjawiskami populacyjnymi takimi jak masowe pojawy (zakwity wody) czy wymieranie (śnięcia ryb) niektórych gatunków.

4.4. Rekreacja

Zbiorniki po eksploatacji kruszywa posiadają zwykle nierówne kamieniste dno, często z niebezpiecznie głębokimi miejscami oraz strome i nieregularne brzegi. Tym samym nie spełniają wymagań dla bezpiecznych obiektów rekreacyjno-kąpieliskowych o czym świadczą choćby statystyki utonięć. Brakuje im prawie wszystkiego począwszy od dobrego dojazdu po infrastrukturę sanitarną. Przystosowanie zaś takich akwenów do celów rekreacyjnych (poza wędkarstwem) jest trudne i nie zawsze opłacalne. Pewnych mankamentów, takich jak nierówne dno czy strome brzegi, nie można usunąć bez opróżnienia zbiornika, a koszt takiego przedsięwzięcia byłby prawdopodobnie równoważny kosztowi wybudowania klasycznego basenu kąpielowego. Osobną kwestię stanowi poruszony w poprzednim rozdziale problem eutrofizacji wody i związany z tym problem jej jakości. Woda wlewająca się do wyrobiska podczas wezbrań lub przesączająca się aluwiami z koryta rzecznoego zwykle uznawana jest, pod względem zawartości substancji biogennej, za czystą lecz tylko według kryteriów dla wód płynących, intensywnie natlenianych podczas przelewania się przez budowle hydrotechniczne lub bystrza. Inaczej sprawa wygląda gdy woda taka dostaje się do zbiornika gdzie stagnuje i nie jest mechanicznie natleniana. Wówczas może się okazać, że po kilku lub kilkunastu latach eksploatacji nastąpi pogorszenie jakości wody, a wykonane z dużym nakładem kąpielisko nie będzie nadawać się do dalszej eksploatacji ze względów sanitarnych. Poza kąpieliskami można w tych akwenach prowadzić łowiska wędkarskie, a zbiorniki płytkie z częstymi i silnymi wiatrami wykorzystywać do sportów wodnych np. windsurfingu.

4.5. Gospodarka rybacka i rybacko-wędkarska

Gospodarka rybacka w zbiornikach pozwirowych może być rozpatrywana jako gospodarka o charakterze stawowym tzn. jako chów lub hodowla ryb, bądź jako gospodarka na wodach otwartych. W przypadku chowu lub hodowli ryb decydującym czynnikiem określającym sensowność tej gospodarki jest kryterium opłacalności. W wodach otwartych zaś racjonalna gospodarka rybacka, wg definicji ustawowej, polega na wykorzystywaniu produkcyjnych możliwości wód, zgodnie z operatem rybackim,

w sposób nie naruszający interesów uprawnionych do rybactwa w tym samym dorzeczu, z zachowaniem zasobów ryb w równowadze biologicznej i na poziomie umożliwiającym gospodarcze korzystanie z nich przyszłym uprawnionym do rybactwa. Dla uzyskania sukcesu produkcyjnego niezależnie od typu prowadzonej gospodarki muszą zostać spełnione pewne warunki progowe.

W celu eksploatacji zwirowo złoże przygotowuje się zwykle poprzez łączne zdjęcie gleby i części nadkładu przy czym następuje ich nieodwracalne wymieszanie. Materiał ten zwykle jest składany w hałdy przy zbiorniku i często używany do zagospodarowania terenów zielonych po wykonaniu obiektów budowlanych. W ten sposób przy przygotowaniu jednego hektara złoża traci się około 1500 m³ gleby, a w basenach poeksploatacyjnych pozostaje zwykle jałowe dno nie zasiedlone przez organizmy żywe. Właściwie wykonany staw rybny posiada zaś aktywną warstwę produkcyjną o grubości około 5–7 cm. Gromadzi ona składniki biogenne niezbędne do życia dla organizmów ryb i oddaje je wodzie w postaci jonów (zjawisko sorpcji wymiennej, głównie koloidów glebowych dna). W basenach poeksploatacyjnych wspomniana warstwa musi być utworzona sztucznie np. poprzez rozsianie na dno próchnicznej warstwy ziemi, lub naturalnie przez erozję położonych w pobliżu gleb oraz osady pochodzenia miejscowego np. obumarłe części roślin i zwierząt. Warto w tym miejscu potraktować osobno zbiorniki pozwirowe wykorzystywane dodatkowo do produkcji kruszywa płukanego, na dnie których po latach eksploatacji zbiera się drobny piasek i muł stanowiący namiastkę naturalnych osadów dennych. W takich przypadkach znacznie szybciej powstaje naturalne dno stawowe. Jednak w obydwu opisanych przypadkach po pewnym czasie (kilka lub kilkanaście lat) miąższość naturalnych osadów zwiększa się i wtedy stale zalegające pod wodą osady po wyczerpaniu potrzebnego do mineralizacji tlenu stają mało żyzne a nawet trujące (siarkowodor). Tę niedogodność w rybactwie usuwa się przez osuszenie stawu i poddanie dna działaniu tlenu atmosferycznego. Tak więc każdy staw wykorzystywany do hodowli ryb musi mieć odpływ (mnicz) i sieć rowów osuszających (przydatność gleb dla rybactwa zależy od ich zasobności w składniki mineralne i organiczne co pokrywa się z urodzajnością w pojęciu rolniczym). Szacunkowa wydajność rybacka bardzo ubogich stawów karpiowych o podłożu piaszczystym lub zwirowym (wg Starmach i in. 1976) wynosi poniżej 50 kg ha⁻¹ co w porównaniu do średniej produkcji stawów jest wartością od 10 do 40 razy niższą.

Z drugiej strony prowadzenie klasycznej gospodarki rybackiej, jak w wodach otwartych, wymaga od użytkownika rybackiego ingerencji w rybostan w celu hamowania rozwoju niepożądanych gatunków ryb, zwłaszcza tych o dużym potencjale rozrodczym. Można to robić prowadząc przemysłane zarybienia oraz selektywne sieciowe połowy odchwaszczające. Do takich połowów dno i brzegi akwenu muszą zostać odpowiednio przygotowane. Bowiem większość nieselektywnych narzędzi pułapkowych lub ciągnionych wymaga wyrównanego dna i w miarę łagodnych brzegów. Prowadzenie połowów selekcyjnych, powszechnie stosowanymi w Polsce, wybitnie selektywnymi wontonami jest niecelowe.

Przedstawione powyżej argumenty przemawiają przeciwko stricte rybackiemu zagospodarowaniu zbiorników poeksploatacyjnych. Na szczęście poza nim pozostaje jeszcze wykorzystanie rybacko wędkarskie. Zbiorniki pozwirowe traktowane są wówczas jako łowiska wędkarskie pracujące w systemie „put and take”. Prowadzone w nich zabiegi gospodarcze ograniczają się do stałych zarybień: narybkiem – najczęściej ryb drapieżnych, rzadziej ryb karpioatych i dorosłymi rybami karpioatymi – głównie luszczem i karpem. Najistotniejsze z gospodarczego punktu widzenia są: zarybianie zdrowym atestowanym materiałem zarybieniowym, ze względu na brak możliwości leczenia ryb w zbiorniku pozwirowym, oraz wezbrania powodziowe, które

mogą wpływać na kształt ichtiofauny zbiornika i rzeki poprzez wzajemną wymianę poszczególnych gatunków ryb. Oznacza to również konieczność planowania składu zespołu ryb w zbiorniku pozwirowym w oparciu o skład ichtiofauny pobliskiej rzeki. Zapobiegnie to niekontrolowanym i niepożądanym zarybieniom rzeki niezgodnym z typem krainy rybnej. Problem ten dotyczy zarówno zbiorników izolowanych od koryta rzeki jak i przepływowych. Przy ostrożnym prowadzeniu gospodarki rybacko wędkarskiej zbiorniki poeksploatacyjne mogą być wykorzystywane przez kilkadziesiąt lat bez większych problemów i nakładów finansowych.

5. Podsumowanie

Trudno w jednoznaczny sposób ustosunkować się do postawionego w tytule problemu, ponieważ negatywne lub pozytywne znaczenie naturalnych i sztucznych zbiorników wodnych zlokalizowanych w terenach zalewowych rzek mocno zależy od zastosowanych kryteriów oceny. Najczęściej dla uzyskania lepszego efektu przemilcza się pewne cechy tych akwenów próbując dopasować kryteria do końcowej konkluzji. Tymczasem, wszystkie zbiorniki w dolinach rzek mają pozytywne znaczenie wyłącznie w ochronie przyrody, bioróżnorodności, oraz jako refugia dla gatunków zagrożonych i ewentualnie poligony badawcze. Mogą być też wykorzystywane rekreacyjnie jako łowiska wędkarskie i zaplecze do sportów wodnych (poza kąpieliskami). Baseny pozwirowe będące osobną kategorią pośród zbiorników w dolinach rzek przed jakimkolwiek wykorzystaniem muszą zostać zrehabilitowane. Przedstawiona w artykule szczegółowa analiza ewentualnych korzyści i strat przy basenowej eksploatacji zwirowej i przegląd stosunkowo banalnych sposobów rekultywacji nieodparcie sugerują, że wspomniane argumenty za takim sposobem eksploatacji stanowią rodzaj parawanu, który ma uzasadnić ich konieczność a podane przykłady rekultywacji od strony biotopu (zagospodarowanie terenu) lub biocenozy (optymalizacja funkcjonalna) są wyłącznie uświadomionym złem koniecznym. Zgodnie ze starą lekarską zasadą „po pierwsze nie szkodzić” instytucje administrujące wodami publicznymi sukcesywnie ograniczają wydawanie pozwoleń wodnoprawnych na basenową eksploatację zwirową w terenach zalewowych.

Literatura

- Bradshaw A. D. i Chadwick M. J. 1980. The restoration of land. Studies in Ecology 6, Oxford. Blackwell Sci. Publ.
- Catchpole C. K. i Tydeman C. F. 1975. Gravel pits as new wetland habitats for the conservation of breeding bird communities. Biol. Conserv., 8. 47-59
- Chwastek J. i Zuławski C. 1981. Rekultywacja terenów zniszczonych przez przemysł wydobywczy. Liga Ochrony Przyrody, Warszawa, 136 ss
- Ciurla Z. 1988. O możliwości koordynacji produkcji kopalni i zakładów przeróbki granitu. W: Kozłowski S. (red.) Problemy rozwoju Strzemińskiego Borowskiego okręgu funkcjonalnego eksploatacji granitoidów. Mat. CPBP 04.10.04, SGGW-AR Warszawa, 155-165.
- Kajak Z. 2001. Hydrobiologia – limnologia, Warszawa, PWN, 360 ss.
- Król C. 1986. Budownictwo rybactwa. Warszawa, PWRiL, 492 ss.
- Puchalski W. 1987. Ugrupowania fitoplanktonu poeksploatacyjnych zbiorników wodnych. Instytut Ekologii PAN, Dziekanów Leśny, maszynopis, 230 ss.
- Puchalski W. 1996. Perspektywy rekultywacji wód: unaturalnianie struktur, czy optymalizacja funkcjonalna. Przegląd Przyrodniczy VII, 3-4, 187-198
- Puchalski W. 1999. Ekologiczne podstawy zagospodarowania zbiorników wodnych w wyrobiskach poeksploatacyjnych. Materiały VII Konferencji „Górnictwo surowców skalnych w gospodarce” Krzyżowa, 19-21 maja 1999. Wrocław, Instytut Górnictwa Odkrywkowego, 232-245.
- Starmach K., Wrobel S. i Pasternak K. 1976. Hydrobiologia. Warszawa, PWN, 621 ss