

Ivan Kirvel

Akademia Pomorska w Słupsku

Słupsk

ivan.kirvel@apsl.edu.pl

ORCID: 0000-0002-8996-6789

Viacheslav Kravets

slavikchernigiv@ukr.net

AKUMULACJA WODY W MAŁYCH ZBIORNIKACH RETENCYJNYCH JAKO ELEMENT KOMPLEKSOWEGO WYKORZYSTANIA WÓD, NA PRZYKŁADZIE RZEKI DESNY, PRAWEGO DOPIŁYU DNEPRU

ACCUMULATION OF WATER IN SMALL RETENTION RESERVOIRS AS AN ELEMENT OF COMPREHENSIVE WATER USE ON THE EXAMPLE OF THE DESNA RIVER, ON THE RIGHT TRIBUTARY OF THE DNIEPER

Zarys treści: W pracy scharakteryzowano regulację odpływu ukraińskiej części rzeki Desna za pomocą zbiorników sztucznych. Przedstawione wyniki badań regulacji odpływu rzecznoego. W terminologii hydrologicznej na Ukrainie wyróżniają stawy, do których zaliczamy małe zbiorniki retencyjne o pojemności do 1 mln m³ oraz stawy gospodarstw rybnych, zbiorniki wodne powyżej 1mln m³, wchodzą do rejestru wodnego i rozdzielają się na: małe – do 0,01 mln m³, niewielkie – 0,01–0,1 mln m³, średnie – 0,1–1 mln m³, duże – 1–10 mln m³, bardzo duże – 10–50 mln m³ i wyżej 50 mln m³ – największe i zarejestrowane w Państwowym rejestrze wodnym Ukrainy [Grebin, Khilchevskiy 2014]. Zbiorniki wodne przeznaczone dla regulacji wody w czasie i przestrzeni w zależności od rozmiaru wpływają na dopływ rzek. Główna różnica pomiędzy sztucznymi zbiornikami określa to, że zrzut wody ze stawu jest nieregulowany, a odbywa się automatycznie do dojścia wody zwierciadła przelewu. Głównym celem budownictwa stawów jest ich wykorzystane w okresie letniej niżówki w celach nawodnienia i odpoczynku, rybołówstwa, przeciwpowodziowych itd. Stawy na Ukrainie są własnością państwa i podlegają władzom lokalnym. Część z nich jest wynajmowana przez osoby i organizacje prywatne w celu specjalnego wykorzystania. One tak samo są zarejestrowane w Państwowym Rejestrze Wodnym Ukrainy. Dane dotyczące stawów wymagają uporządkowania i postawienia pytania

– od jakiej powierzchni je liczyć? Dotychczas nie ma jedynej klasyfikacji stawów według morfometrii, chociaż jest ona potrzebna do oceny możliwości ich wykorzystania. W świetle powyższych ustaleń autorzy proponują podział na trzy grupy: małe – 0,5–10,0 ha, średnie – 10,1–30,0 ha i duże – ponad 30 ha. Przyjęto, że małe zbiorniki charakteryzują się osobliwością geomorfologiczną, parametrami regionów hydrograficznych, stabilnością reżimu poziomowego, niewielkim wpływem na tereny przyległe, szybkim tempem formowania brzegów i misy oraz krótkim czasem kształtowania nowego się ekosystemu. Większość stawów jest w fatalnym stanie. Mają trzecią fazę rozwoju i za parę lat będą zarośnięte roślinami [Kirvel, Volchak 2014]. Ten stan wynika z braku należytej opieki i niewłaściwego użytkowania. Ponadto większość z nich jest budowana przez lokalne gospodarstwa rolne na niskim poziomie inżynierii, z uproszczoną dokumentacją techniczną, a częściej bez niej. Kompleksowe badania zbiorników wodnych różnych typów pozwoli wyjaśnić ich osobliwości rozwoju i możliwości wykorzystania.

Słowa kluczowe: zbiorniki retencyjne, zbiorniki wodne, stawy, regulacja

Key words: retention reservoirs, water reservoirs, ponds, regulation

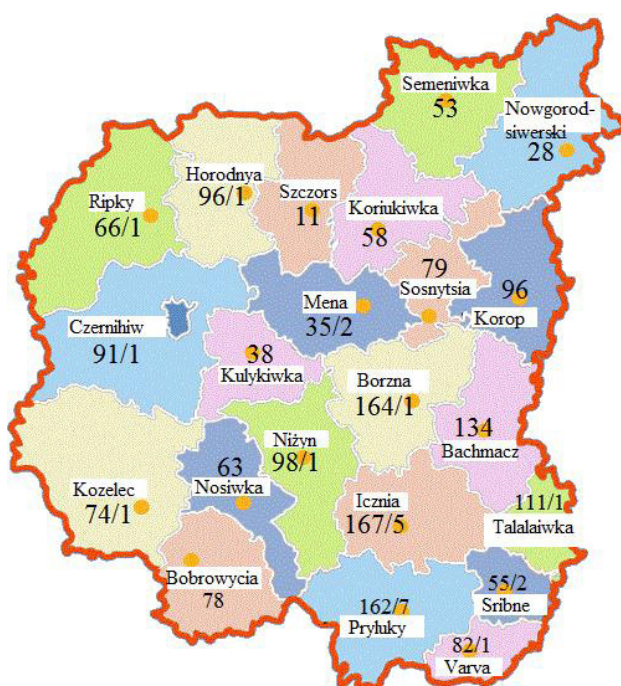
Wstęp

Ilość i jakość wody potrzebna do życia wszystkich istot na Ziemi jest ważnym czynnikiem rozwoju gospodarki. Intensywność rozwinięcia przemysłu i rolnictwa, która wyzwała poprawę jakości życia, potrzebuje wystarczającej wody, dlatego wszystkie zasoby wodne odgrywają największą rolę w życiu państwa.

Terytorium Ukrainy obejmują obecnie 63 119 rzek i strumieni o całkowitej długości ponad 206 tys. kilometrów. Z nich 93% małe (obszar zlewni, których wynosi do 2 tys. km²), na których najczęściej buduje się stawy, dla nawodniania, bo w najwyższych częściach zlewni w czasie letniej niżówki jest najwięcej potrzebna woda. Około 0,35% (219) jest rzek średnich (obszar zlewni wynosi od 2 do 50 tys. km²), łączna długość których wynosi 74 tys. km, reszta to są rzeki długie (obszar zlewni wynosi ponad 50 tys. km²). Średnia gęstość sieci rzecznej wynosi 0,29 km·km² dla zlewni rzeki Desna, a dla całego kraju – 0,25 km·km². Główną osobliwością rzek Ukrainy jest to że odpływ wiosenny stanowi 50–60%, mimo że na opady wiosenne przypada tylko 20%. Odpływ terenowy rzek Ukrainy ulega zmniejszeniu w kierunku z północy na południe i wynosi od 6,0 l/s·km² do 2,0 l/s·km². Największy odpływ jednostkowy charakteryzuje region Karpat, a najmniejszy – południową część państwa. Na Ukrainie są dwie grupy rzek, które mają podobny charakter wahań przepływu rzecznej. To rzeki zachodniej części Ukrainy, gdzie wysoki odpływ rzeczny trwał do 1981 roku i zmienił się na niski. I są rzeki wschodniej części Ukrainy, gdzie od 1940 roku do 1978 roku był niski odpływ rzeczny, który zmienił się na wysoki, w związku ze zmniejszeniem średniej różnicy temperatur i opadów na Ukrainie [Loboda 2010]. Do tych rzek odnosi się i Desna, rzeka o wysokiej fazie odpływu wody. Znajduje się ona w północnej części Ukrainy w strefie klimatu umiarkowanego kontynentalnego. Desna należy do rzek z szerokimi dolinami i mokradłami [Strelets 1987].

Regulacja odpływu rzecznego za pomocą sztucznych zbiorników

Region Czernihivki, basen rzeki Desna, zbiega się z administracyjną granicą regionu i wynosi 31,9 tys. km², a tylko 1,9% tej części to terytorium zajęte obiektami wodnymi – 613 km², stawy (1839) zajmują 107 km² objętości 153,5 mln m³, które są rozmieszczone na małych rzekach zlewni Desny [Grebin, Khilchevskiy 2014]. W dorzeczu znajduje się 6 zbiorników wodnych, których obszar wynosi 5,31 km² o objętości 10,7 mln m³. Liczba stawów rybnych stanowi 148, ich powierzchnia to 17 km², a objętość 2,0 mln m³ (ryc. 1). Region zlewni Desny jest obszarem dość zbadanym, na którym znajdują się 4 stacje hydrologiczne, które są rozmieszczone dość nierównomiernie; na niektórych stacjach badania trwają od ponad 40 lat (ryc. 2).



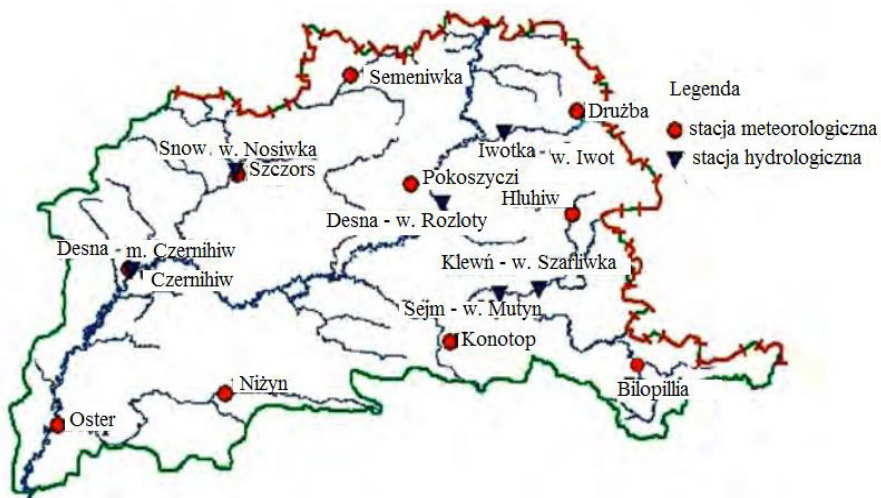
Ryc. 1. Obecność stawów i zbiorników wodnych w administracyjnych obszarach Czernihowskiego regionu (w liczniku – stawy, w mianowniku – zbiorniki wodne)

Fig. 1. The presence of ponds and water reservoirs in the administrative regions of the Chernihiv region (in the numerator – ponds, in the denominator – water reservoirs)

Źródło: opracowanie własne.

W dorzeczu Desny zasoby wód powierzchniowych na jednostkę powierzchni wynoszą od 110 000 do 120 000 m³ rocznie na 1 km². Zapewnienie odpływu w ciągu ostatnich 10 lat: Desna – 82,5%, Snow – 71,6%, Ubed – 73,1%. Dane dotyczące zapewnienia odpływu zostały szczegółowo zbadane dla tych trzech rzek, a dla

pozostałych przybliżona wartość wynosi od 72% do 80% [Czernihowski gidro meteorologiczny... 2020]. Reżim hydrologiczny rzeki Desna charakteryzuje się trwałym wiosennym wezbraniem i stosunkowo niską zimową niżówką. Średni długoterminowy udział odpływu w okresie wezbrania w stosunku do rocznego odpływu rzeki Desna w pobliżu Czernihowa wynosi 58%, mimo że na opady wiosenne wypada tylko 20% [Vyshnevskiy, Kosovets 2003]. Średni odpływ Desny w latach średnich stanów wód wynosi 10,3 km³/rok i w latach 95% zapewnienia 6,3 km³/rok [Lozovitsky, Lozovitsky, Kosyanchuk 2014]. Zmiany w wiosennej warstwie spływu w dorzeczu rzeki Desny są raczej niejednorodne. Tak na przykład, kiedy na rzece Sejm odpływ zmniejszył się o 34%, to zmian w wezbraniu Desny blisko Czernihowa nie zarejestrowano. Jednocześnie następuje znaczna redystrybucja głównych źródeł żywienia [Chornomorets, Lukyanets 2010].



Ryc. 2. Schemat rozmieszczenia stacji hydrologicznych i meteorologicznych w zlewni rzeki Desna

Fig. 2. Diagram of the distribution of hydrological and meteorological stations in the Desna River basin

Źródło: Lozovitsky, Lozovitsky, Kosyanchuk 2014.

Większość stawów znajduje się w południowej części regionu – 816 (44,4%) o objętości 62,9 mln m³, w środkowej – 536 (29,1%) o objętości 54,5 mln m³ i w północnej części regionu – jest ich 487 (26,5%) o objętości 38,1 mln m³ (tab. 1).

Tabela 1

Morfometryczne wskaźniki stawów zlewni Desny

Table 1

Morphometric indicators of the Desna catchment ponds

Grupa zbiorników	Ilość sztuk	Dane w odsetkach	Objętość tys. m ³	Średnia objętość tys. m ³	Powierzchnia, ha	Średnia powierzchnia, ha	Średnia głębokość m
Małe (do 100 tys. m ³)	1 519	82,82%	6,8	28,17	4 671	3,07	1,46
Średnie (100 tys. m ³ –300 tys. m ³)	191	10,25%	22,6	171,31	2 005	10,5	1,12
Duże (ponad 300 tys. m ³)	129	7,47%	124,2	799,45	4 024	31,2	3,08
Razem	1 839	100%	153,5	83,2	10 700	5,8	1,43

Źródło: opracowanie własne.

Istniejące obecnie w zlewni sztuczne zbiorniki wodne w różnym stopniu wpływają na system odpływu rzek. Do niedawna uważano, że stawy i zbiorniki małe zmniejszają odpływ regulowanych przez nią cieków wodnych przez zwiększone parowanie z ich powierzchni wodnej (w stosunku do parowania z powierzchni łądu). Jednak już pierwsze badania bilansu wodnego, wykonane przez wielu autorów na małych jeziorach i zbiornikach wodnych strefy leśnej, wykazały, że w większości przypadków ilość zrzucanej do nich wody przekracza wielkość odpływu [Kirvel, Volchak, Kukszynov 2014]. Zwiększenie odpływu na odcinku tych zbiorników odbywa się kosztem dopływu bocznego, opadów na zwierciadło wody oraz dopływu wód gruntowych. Pod warunkiem ich kaskadowego rozmieszczenia, zwiększenie odpływu jest również związane z dojściem wód filtracyjnych z wyżej usytuowanych zbiorników [Kirvel 2005]. A więc zalecany do oceny wpływu zbiorników sztucznych na odpływ współczynnik zmniejszenia odpływu faktycznie pokazuje tylko wpływ na ich zapełnienia [Metodiczeskie... 2005]. Jego zawartość obliczana jest według formuły:

$$R = \frac{W}{Q_e} \Big| = 1 - \frac{W}{W+Q_2} \Big| = \frac{Q_2}{Q_e} \Big|$$

gdzie:

– wielkość odpływu naturalnego (mln m³); – wielkość monitorowanego odpływu regulowanego (mln m³); W – wielkość corocznych wycofań z odpływu naturalnego, przyrównana do łącznej objętości zbiorników wodnych (mln m³).

Największy wpływ na regulację odpływu zlewni Desny mają stawy (tab. 2).

Tabela 2

Regulacja odpływu rzecznoego przez zbiorniki wodne
w zlewni rzeki Desna

Table 2

Regulation of river outflow through reservoirs
in the Desna River basin

Zlewnia rzeki Desna								
Objętość (mln m ³)	Desna stacja Chernihiw	Iwotka stacja Iwot	Holowesznia stacja Pokoszytzi	Ubed stacja Kudriwka	Sejm stacja Mutino	Snow stacja Nosiwka	Oster stacja Krywicka	Razem dla rzeki
	33,3/6,6	7,3	16,3	25,0/3,0	12,4	11,0	50,2/11,4	155,5 /11
Roczna wielkość odpływu (mln m ³) o zapewnieniu								
75%	438	226	432	894	541	724	965	7 400
95%	396	198	381	783	1 489	637	790	6 300
Względna objętość zbiorników wodnych (%) przy odpływie o zapewnieniu								
75%	7,6/1,5	3,2	3,8	2,8/0,34	2,3	1,5	5,2/0,14	2,1/0,2
95%	8,4/1,7	3,7	4,2	3,2/0,38	2,5	1,7	6,4/0,18	2,5/0,2
Współczynnik zmniejszenia odpływu w skali rocznej (%) o zapewnieniu								
75%	0,93/0,98	0,97	0,96	0,97/0,99	0,98	0,99	0,95/0,99	0,98 /099
95%	0,92	0,96	0,96	0,97/0,99	0,97	0,98	0,94/0,99	0,98 /0,99

W liczniku – stawy, w mianowniku zbiorniki wodne

Źródło: odpływ rzeczny podany za: Lozovitsky, Lozovitsky, Kosyanchuk 2014.

Wpływają one na obniżenie wiosennego odpływu w zakresie napełniania stawów oraz nie powodują znacznego zwiększenia odpływu podczas najniższego letniego stanu wód. Podczas 75% i 95% zapewnienia regulacja odpływu powodziowego stawami wynosi 2,1–2,5%, jednak on bardzo różni się od dopływów małych rzek – od 1,5 do 8,4.

Sztuczne zbiorniki odrywają w zlewni niską rolę (tab. 2). Względna objętość sztucznych zbiorników wodnych (stosunek pełnej objętości zbiornika do wielkości odpływu rocznego) wynosi 1,98–2,26%. Regulacja maksymalna przypada na samą rzekę Desna do miasta Czernihowa i wynosi około 9,1–10,1 rocznie o zapewnieniu 75% i 95%. Do dzisiaj utworzono tu 6 zbiorników wodnych i 148 stawów, które oddane zostały na własność – na hodowlę ryb i trzy gospodarki rybne. Najmniejsza regulacja przypada na zlewnię dopływu rzeki Snow i wynosi 1,5–1,7%. Autorzy podali tylko 6 głównych dopływów rzeki Desna. Dane o stawach i zbiornikach mniejszych dopływów dla rzeki Desna podane zostały w grafie razem. Zgodnie z normami ochrony przyrody na wsparcie kosztów sanitarnych w zlewni Desny musimy zostawić około 3 km³ wody, ponieważ w stawach i zbiornikach zakumulowano

0,2 km³ odpływu, ponad 3 km³ pozostają wolne, dlatego budownictwo stawów i zbiorników wodnych możemy zwiększyć wielokrotnie. W celu zapobieżenia zmniejszenia minimalnego odpływu małych rzek konieczne jest utworzenie zbiorników wodnych z odstępem między urządzeniami regulującymi na długości ich podporu. Całkowite wstrzymanie odpływu małych rzek jest zjawiskiem niedopuszczalnym. Zachowanie w rzekach 75–100% minimalnych przepływów dobowych wody, o zapewnieniu wysokości 95% (warunkach naturalnych) pozwala zadowolić interesy ochrony przyrody [Kirvel 2005].

Podsumowanie

Uwzględniając nieznaczną regulację odpływu rzek zlewni Desny, trzeba powiedzieć, że objętość zbiorników sztucznych można zwiększyć kilkakrotnie. Podczas regulacji odpływu należy skupić się na ekologicznej składowej. W związku z ociepleniem klimatu, które wpływa na obieg wody w zlewni, można podsumować, że wykorzystanie stawów i zbiorników wodnych danego regionu może mieć większą efektywność w osobliwości w nawodnieniu. Obecnie współczynnik wykorzystania w tym celu (stosunek zabranej wody na nawodnienie do pełnej objętości) wynosi ponad mniej 0,1. Głównym zadaniem gospodarki wodnej powinno być zwiększenie możliwości magazynowania wody w powierzchniowych zbiornikach retencyjnych i w miarę możliwości zbiornikach wód podziemnych [Mikuslki 1998].

Literatura

- Czernihivskiy hydro meterologiczny centr, 2020.
- Chornomorets U.O., Lukyanets O.I., 2010, *Otsinka chasovoho rozpodilu stoku vody r. Desna za period vesnyanoho vodopyllyya*, Hidrolohiya, hidrokhimiya i hidroekolohiya, Odesa, s. 56–67
- Grebin V.V., Khilchevskiy V.K., 2014, *Vodnyy fond Ukrayiny. Shtuchni vodoymy, vodoshovyshcha i stavky*, Kyiv, s. 163.
- Loboda N.S., 2010, *Zakonomirnosti kolyvan richnoho stoku richok Ukrayiny pry zminakh klimatu na pochatku XXI storichchya*, Odesa, s. 65.
- Kirvel I.I., 2005, *Prudy Bialorusi kak antropogiennje wodnyje objekty, ich osobennosti i rezhym*, BGPU, Minsk, s. 235.
- Kirvel I.I., Volchak A.A., 2014, *Etapy rozwoju zbiornikow retencyjnych (na przykladzie Bialorusi)*, Kielce, s. 99–104.
- Kirvel I.I., Volchak A.A., Kukszynov M., 2014, *Ocena regulacji odpływu rzek Białorusi za pomocą sztucznych zbiorników*, Gdańsk, s. 212–219.
- Lozovitsky P.S., Lozovitsky A.P., Kosyanchuk V.D., 2014, *Zminy termichnoho rezhymu, atmosferykh opadiv i vnutrichnoho stoku u baseyni r. Desny*, Chasopys kartohrafiyi, Kyiv, s. 115–138.
- Metodicheskie ukazana upravleniem Gidrometsluzhby*, 1958, Leningrad, s. 34.
- Mikuslki Z., 1998, *Gospodarka wodna*, PWN, Warszawa, s. 202.

Strelets B.I., 1987, *Spravochnik po vodnym resursam*, Urozhay, Minsk, s. 304.
Vyshnevskiy V.I., Kosovets O.O., 2003, *Hidrolohichni kharakterystyky richok Ukrayiny*,
Nyka-tsentr., Kyiv, s. 324.

Summary

The paper describes the regulation of the outflow of the Ukrainian part of the Desna River by means of artificial reservoirs. The results of research on the regulation of river runoff are presented. It was assumed that small reservoirs are characterized by a geomorphological peculiarity, parameters of hydrographic regions, stability of the horizontal regime, little impact on adjacent areas, a fast pace of formation of banks and basins, and a short time of formation of a new ecosystem. According to research, most joints are in terrible condition. This condition is due to a lack of proper care and improper use. Most are built by local farms with a low level of engineering, with simplified technical documentation, and more often without it. Comprehensive studies of water bodies of various types made it possible to clarify their peculiarities of development and possible use. Taking into account the slight regulation of the outflow of rivers in the Desna catchment area, it should be stated that the volume of artificial reservoirs can be increased several times. When regulating the runoff, focus on the ecological component.