

## MODERNIZACJA STOPNIA WODNEGO SKÓRKA NA RZECIE GŁOMIA

Paweł Zawadzki<sup>1</sup>, Mateusz Hämmerling<sup>1</sup>, Natalia Walczak<sup>2</sup>, Michał Wierzbicki<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Katedra Inżynierii Wodnej i Sanitarnej, Wydział Melioracji i Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Piątkowska 94E, 60-649 Poznań, e-mail: pzaw@up.poznan.pl, mhammer@up.poznan.pl

<sup>2</sup> Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska, Wydział Melioracji i Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Piątkowska 94E, 60-649 Poznań, e-mail: nwalczak@up.poznan.pl

<sup>3</sup> Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Poznaniu, ul. Szewska 1, 61-760 Poznań, e-mail: michal.wierzbicki@rzgw.poznan.pl

### Streszczenie

W 2012 roku zakończona została budowa jazu, mostu i przepławki dla ryb na rzece Głomi w miejscowości Skórka. Nowy jaz umożliwił dalszą eksploatację elektrowni wodnej o mocy 12 kW, a wybudowanie przepławki dla ryb ułatwiło ich migrację. Analiza przepływów wody przez stopień wody wskazuje na konieczność modernizacji elektrowni wodnej. Problemem na stopniu jest również zapewnienie odpowiedniego prądu wabiącego w celu wskazania odpowiedniej drogi dla migrujących ryb. Na podstawie analizy rozwiązań technicznych zaproponowano m.in. wybudowanie drugiej przepławki. W artykule przedstawiono szczegółowo analizę modernizacji stopnia wodnego Skórka z uwzględnieniem wszystkich elementów wchodzących w skład górnego i dolnego stanowiska budowli piętrzącej. Przebudowa obiektów hydrotechnicznych, których stan techniczny wymaga modernizacji powinna uwzględniać charakterystykę pracy wszystkich elementów stopnia aby uniknąć potrzeby poprawy działania elementów już zmodernizowanych. W pracach naprawczych należy przewidzieć różne scenariusze jakie mogą wystąpić w okresie eksploatacji stopnia. Słowa kluczowe: mętność, natlenienie, filtry włókninowe.

**Słowa kluczowe:** stopień wodny, przepławka, elektrownia wodna.

## MODERNISATION OF WATER BARRAGE IN SKÓRKA VILLAGE ON THE GŁOMIA RIVER

### ABSTRACT

In 2012 the construction of a weir, a bridge and a fish pass on the river Głomia in the Skórka village was completed. The new weir allowed to continue operating hydroelectric power station (12 kW). The construction of fish ladders allowed the migration. The analysis of water flows by the barrage indicates the need for modernization of hydroelectric power. The problem on the barrage is also to provide sufficient current attractant in order to identify a suitable way for migratory fish. The analysis of the technical solutions proposed the construction of a second fish pass. The paper presents a detail analysis of the modernization of the barrage yet, taking into account all the elements constituting the upper and lower positions of the structure. Reconstruction of hydrotechnical objects, technical condition of which requires modernization should take into account the performance characteristics of all elements of the barrage to avoid the need to improve the operation of the elements already modernized. The repair work should be different scenarios that may occur during the lifetime of barrage.

**Keywords:** degree water, fish pass, hydroelectric power.

### WPROWADZENIE

Jednym z najbardziej deficytowych w wodę obszarów Polski jest województwo wielkopolskie. Aby przeciwdziałać takiej sytuacji od roku 2005 realizowany jest program małej retencji [Tymczuk i in. 2005]. O wcześniejszych działa-

niach wspomina Siniecki [2012], który wymienia inicjatywę rządową z roku 1995 dot. intensyfikacji działań na rzecz poprawy stanu, odbudowy oraz zwiększenia ilości realizowanych przedsięwzięć z zakresu małej retencji wodnej a następnie porozumienie z roku 2002 między Ministrem Środowiska, Ministrem Rolnictwa i Rozwoju



Wsi, prezesem Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa oraz prezesem Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, popierające rozwój małej retencji w Polsce. W programie małej retencji dla Wielkopolski w latach 2005–2015 przewidywano m.in.: popiętrzenie 48 jezior, utworzenie 62 sztucznych zbiorników dolinowych, wykonanie 230 budowli piętrzących na rzekach oraz 282 stawów a także 182 zbiorników śródleśnych i 423 piętrzeń na ciekach w lasach. Realizacja programów małej retencji oceniana była m.in. przez Przybyłę i Mrozika [2008] i Sinięckiego [2012]. Autorzy są zgodni, że każde działania mające na celu zwiększenie zasobów wodnych lub ograniczenie odpływu i podniesienia poziomu wód gruntowych jest wskazane i uzasadnione.

W ostatnich latach obserwujemy również dynamiczny rozwój małej energetyki wodnej. W latach 1996–2006 liczba elektrowni wodnych o mocy < 5 MW spoza energetyki zawodowej wzrosła z 278 do 557 [GUS, 2007]. Według prognozy Towarzystwa Rozwoju Małych Elektrowni Wodnych ich liczba do roku 2020 może wzrosnąć do 4300 a w roku 2050 do 9975. Szlęzak i Puchowski [2011] podkreślają, że większość tych elektrowni powstanie w miejscach starych zakładów wodnych (młynów, tartaków) po modernizacji lub odtworzeniu budowli piętrzących. W liczbie blisko 10 000 obiektów energetyki wodnej wymieniane są: ok. 6000 piko-elektrowni wodnych (< 10 kW), 2200 nano-EW (< 40/60 kW), 1100 mikro-EW (< 300 kW) oraz 300 mini-EW (< 1 MW). Wśród rzek o sporym potencjale do zagospodarowania wskazuje się również Gwdę i jej dopływy [Rogoziński i Cholewińska, 2013].

Cele rozwoju małej retencji oraz małej energetyki wodnej są więc zbieżne. Z uwagi na to, że koszty budowy obiektów hydrotechnicznych są bardzo wysokie, zawsze warto rozważyć energetyczne wykorzystanie planowanych piętrzeń.

## METODYKA

W 2012 r. zakończona została budowa jazu, mostu i przepławki dla ryb na rzece Głomi w miejscowości Skórka. Inwestorem prac był Wielkopolski Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Poznaniu oddział w Pile. Wykonawcą robót na Głomi w Skórcie była firma „Intop Ltd.” Spółka z o.o. z Gdyni. Odbiór techniczny inwestycji i uroczyste otwarcie odbyło się 30 listopada 2012 roku. Nowe obiekty oraz elektrownia wodna, istniejąca wcze-

śniej przy tym piętrzeniu, stały się obiektem badań pracowników Zakładu Inżynierii Wodnej UP Poznaniu. Po kierunku autorów artykułu realizowane były liczne prace dyplomowe studentów.

## RZKA GŁOMIA

Rzeka Głomia wypływa ze zbiornika Głomskiego. Jest lewobrzeżnym dopływem Gwdy, do której wpada w poniżej miejscowości Dobrzyca. W miejscowości tej w km 1+100 rzeki położony jest jedyny wodowskaz na Głomi. W przekroju ujściowym powierzchnia zlewni wynosi 570,0 km<sup>2</sup>. Ciek o długości 57 km charakteryzuje się bardzo dużym spadkiem, średnio ok. 0,9‰ (źródło 115,00 m n.p.m – ujście 61 m n.p.m), mimo tego zaliczany jest do rzek nizinnych. Głomia ma dwa większe, lewobrzeżne dopływy: Kocunia o powierzchni zlewni równej 172 km<sup>2</sup> i Strażnica o pow. 99,8 km<sup>2</sup> (Podział hydrograficzny Polski, 1983). Jaz Skórka położony w km 11+132, a powierzchnia zlewni w tym w przekroju wynosi 568,7 km<sup>2</sup>.

Charakterystyka hydrologiczna rzeki na potrzeby badań została opracowana na podstawie codziennych pomiarów stanów wód i przepływów dla wodowskazu Piła km 21+200 na rzece Gwda oraz dla wodowskazu Dobrzyca km 1+100 na rzece Głomi [Kuraszewicz 2014, Mikołajczak 2015]. Dla Piły są to lata 1982–2014, natomiast dla Dobrzycy okres 1981–2001. W tabeli 1 zestawiono przepływ charakterystyczne w przekroju jazu Skórka. W przekroju tym określono również przepływ miarodajny  $Q_m = 21,81 \text{ m}^3/\text{s}$  i kontrolny  $Q_k = 24,72 \text{ m}^3/\text{s}$  [Mikołajczak 2015].

## STOPIEŃ WODNY SKÓRKA

Wieś Skórka jest największą wsią w gminie Krajenka. Jej dawna nazwa to Piękne Pole. Rozwój osady w tym miejscu związany jest z młynem, który powstał na rzece już XIV wieku a w połowie XIX wieku został przebudowany [Gołaski, 1993]. Obecnie w budynku młyna znajdują się hotel oraz mała elektrownia wodna. Na rozwój miejscowości duży wpływ miało uruchomienie w 1871 roku linii kolejowej Piła – Złotów, któremu towarzyszyło w kolejnych latach powstanie istniejących do dzisiaj budynków: dworca kolejowego, kościoła ewangelickiego oraz poczty [Urbański, 2015]. Do czasu modernizacji w 2012 r. przetrwał również most na rzece Głomi, którego budowę datuje się na lata dwudzieste XX wieku.



**Tabela 1.** Przepływy charakterystyczne II stopnia km 11+132 rzeki Głomia [Mikołajczak 2015]

NNQ	SNQ	SNQ <sub>w</sub>	SSQ	SWQ <sub>w</sub>	SWQ	WWQ
[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]
0,13	0,83	1,89	2,57	3,54	7,65	13,55

Budowlą pierzącą stopnia wodnego Skórka jest jaz ruchomy o konstrukcji żelbetowej. Stan techniczny starego jazu nie pozwalał piętrzenie wód rzeki i dalszą eksploatację stopnia. Widok tego jazu od strony wody górnej i dolnej przedstawiono na rysunku 1.

Po modernizacji piętrzenia w 2012 roku na Głomi powstał stopień wodny w skład którego wchodzi: jaz ruchomy, przepławka dla ryb, elektrownia wodna oraz przystań kajakowa.

Jaz wybudowany 2012 r. zaliczany jest do IV klasy budowli hydrotechnicznych [Rozporządzenie... 2007]. Jest to jaz żelbetowy o konstrukcji dokowej, trzyprzęsłowej. Całkowite światło jazu wynosi 9,0 m przy rozpiętości pojedynczego przęsła 3,0 m (rys. 2). Wysokość przelewu o kształcie praktycznym wynosi 2,30 m (rzędna progu 78,30 m npm, rzędna dna niecki 76,00 m npm). Jako zamknięcia przyjęto jednodzielne zasuwy stalowe o wymiarach tablic 1,20×3,0 m z ręcznym mechanizmem wyciągowym. Wysokość piętrzenia przy NPP = 79,38 m npm wynosi 2,29 m. W dolnym stanowisku utworzono nieckę wypadową o głębokości 0,50 m i płytą denną grubości 0,80 m. Na przyczółkach i filarach jazu oparto płytę mostową o szerokości 8,0 m i nośności 400 kN z jezdnią o szerokości 5,0 m i obustronnymi chodnikami o szerokości 1,0 m. Górne stanowisko jazu oraz dno i brzegi rzeki poniżej wypadu na długości 5,0 m ubezpieczono płytami betonowymi o grubości 0,20 m. Dolne stanowisko (rys. 2), na długości 7,0

m poniżej umocnienia sztywnego, ubezpieczono materacami siatkowo-kamiennymi (gabiony) grubości 0,30 m. Umocnienia elastyczne zakończono palisadą z kołków drewnianych o długości 1,2 m [Hydroprojekt Poznań Sp. z o.o., 2009]. Na lewym brzegu w górnym i dolnym stanowisku jazu wykonano betonowe stopnie ułatwiające kajakarzom pokonanie przeszkody.

Przepławkę dla ryb wykonano na prawym brzegu i oddzielono od wypadu jazu murem z gabionów. W górnym stanowisku woda do przepławki napływa otworem o wymiarach 0,50×1,50 m, zamykanym zasuwą stalową podnoszoną ręcznie. Wylot z przepławki znajduje się na około 35 m poniżej jazu. Seminaturalna przepławka o przekroju trapezowym, wybudowana w formie bystrotoku o długości 39,0 m, został podzielona na 11 komór o rozstawie 3,50 m ze szczelinami szerokości 0,30 m (rys. 3). Dla prawidłowej pracy przepławki potrzebne jest natężenie przepływu równe 0,30 m<sup>3</sup>/s.

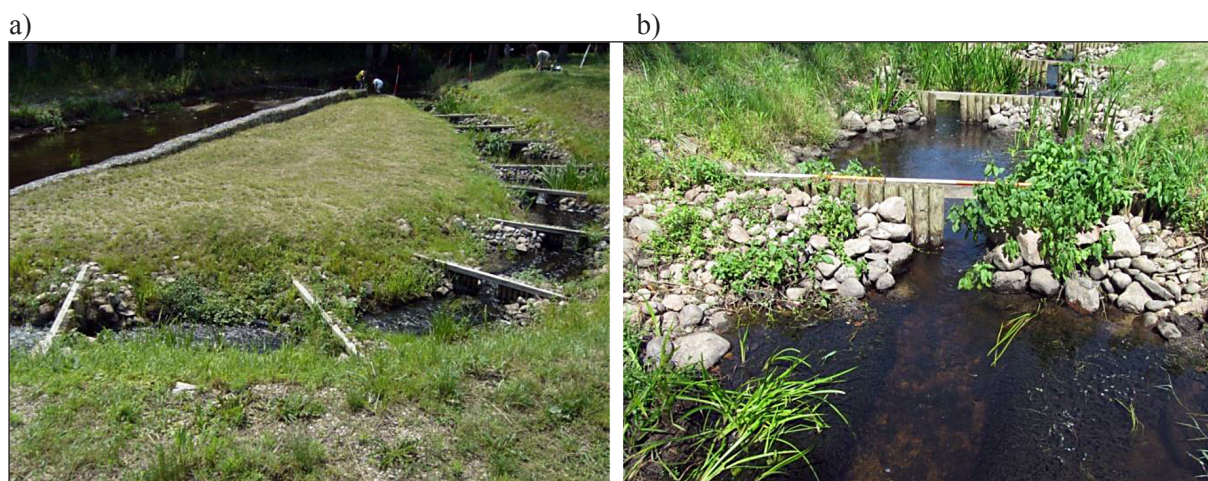
W odległości ok. 45 m metrów od rzeki na prawym brzegu płożona jest przepływowa, derywacyjna elektrownia wodna. Turbina elektrowni znajduje się w odrestaurowanym budynku młyna – obecnie jest tam pensjonat „Stary Młyn” (rys. 4). Właścicielem obiektu jest „Firma Sławomir Łagun” a wytworzona energia elektryczna wykorzystana jest przez pensjonat. W komorze otwartej elektrowni zainstalowana jest turbina Kaplan o średnicy 750 mm i przepłyku 1,0 m<sup>3</sup>/s przy spadzie 1,50 m. Moc elektrowni waha się w zakresie od

**Rys. 1.** Widok starego jazu w Skórcie: a) od górnej wody, b) dolnej wody [Biuletyn Krajeński, 2012]**Fig. 1.** View of old the Skóra weir: a) upstream, b) downstream





**Rys. 2.** Widok nowego jazu w Skórcie od strony dolnej wody  
**Fig. 2.** Downstream view of new the Skórka weir



**Rys. 3.** Widok przepławki seminaturalnej: a) od górnej, b) dolnej wody  
**Fig. 3.** View of seminatural fish pass: a) upstream, b) downstream



**Rys. 4.** Elektrownia wodna i wlot do komory turbin  
**Fig. 4.** Hydropower station and turbine intake structure



3,0 do 12,0 kW a maksymalna roczna produkcja energii elektrycznej 72 MWh. Woda do komory turbiny doprowadzana jest kanałem ziemnym o długości 50,0 m i odprowadzana 700 m kanałem (Młynówka), łączącym się z rzeką Głomią w km 10 + 550. Komora turbin umożliwia zainstalowanie dwóch turbin o łącznym wydatku 2,5 m<sup>3</sup>/s. Pozwolenie wodno-prawne ustala pobór wody z rzeki w ilości 1,08 do 2,5 m<sup>3</sup>/s z pozostawieniem przepływu nienaruszalnego w ilości 0,30 m<sup>3</sup>/s [Urbański 2015].

Instrukcja gospodarowania wodą na stopniu wodnym przewiduje: przepuszczanie przepływu nienaruszalnego 0,30 m<sup>3</sup>/s przez przepławkę, następnie przy wzroście dopływu wykorzystanie jazu poprzez stopniowe podnoszenie zasuw a przy przepływach > 1,0 m<sup>3</sup>/s praca elektrowni wodnej. Krytycznym momentem wydają się być przepływy bliskie natężeniu 1,0 m<sup>3</sup>/s może rozpocząć prace elektrowni a równocześnie zachodzi konieczność zasilania przepławki wymagany przepływem nienaruszalnym.

Badania terenowo wykonano dwukrotnie w dniach 14 lipca 2013 i 9 lipca 2014 roku. Ich celem było wykonanie dokumentacji fotograficznej stopnia, określenie geometrii koryta na dolnym stanowisku rzeki, niwelacji zwierciadeł wody w poszczególnych przekrojach, pomiary prędkości przepływu wody w rzece, młynówce oraz komorach przepławki dla ryb. Przekroje pomiarowe lokalizowano na odcinku od wypady jazu do połączenia rzeki i młynówki. Pomiary wysokościowe wykonywano przy użyciu niwelatora Topcon AT - G6, natomiast pomiary prędkości młynkiem hydrometrycznym HEGA – 2 przy wykorzystaniu wirnika o średnicy 80 mm oraz sondę elektromagnetyczną Valeport 801. Wyniki pomiarów analizowane były głównie pod kątem oceny skuteczności działania przepławki dla ryb.

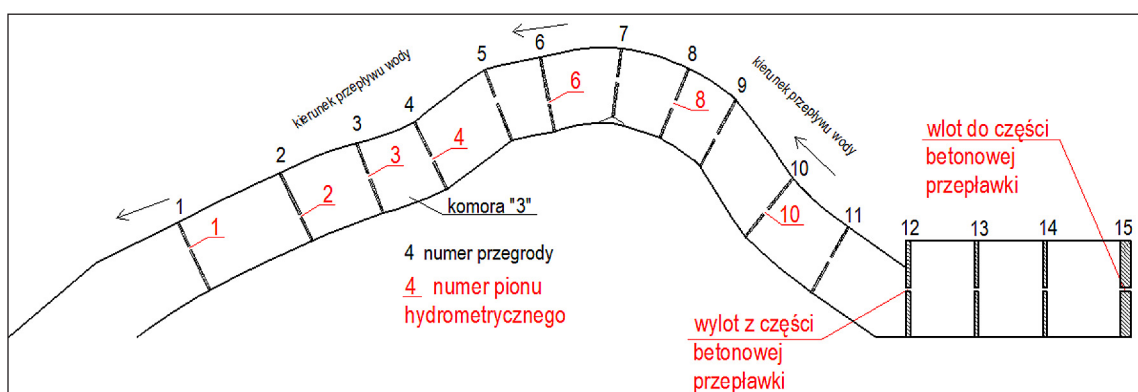
## WYNIKI

W wyniku budowy jazu i przepławki powstał ciekawy i nowoczesny obiekt hydrotechniczny, jednak migrację ryb w rzece Głomi jest nadal znacznie utrudniona. Występuje konflikt pomiędzy poborem wody potrzebnym do pracy elektrowni a przepływem wody potrzebnym do napełnienia przepławki oraz wytworzenia strumienia wabiącego poniżej jazu. W czasie pomiarów terenowych w 2014 r. zasuwa na wlocie do przepławki uniesiona była na ok. 3 cm, a prędkości przepływu wody w pierwszych komorach była większa niż 2,0 m/s. Równocześnie w rzece głębokości wody pozwalały jedynie na swobodny przepływ narybku. Na rysunku 5 przedstawiono schemat przepławki wraz z naniesionymi pionami w których mierzono prędkości przepływu wody.

Analiza przepływu wody przez stopień wykazała, że w istniejących warunkach, ryby mogą migrować tylko przy niskich przepływach (do 0,80 m<sup>3</sup>/s) i zatrzymanej elektrowni. Po uruchomieniu elektrowni migracja ryb jest możliwa dopiero od momentu zrównania się prędkości wody płynącej młynówką z prędkością wody płynącej korytem rzeki ale wyłącznie do chwili kiedy prędkość wody płynącej od jazu nie będzie większa niż prędkości wody wypływającej z przepławki.

Szczegółowa analiza pokazuje, że migracja ryb jest możliwa jedynie:

- przy przepływach mniejszych niż 0,80 m<sup>3</sup>/s, gdy wyłączona jest elektrownia;
- przy przepływach powyżej 1,60 m<sup>3</sup>/s, pod warunkiem zdławienia przepływu przez elektrownię;
- przy przepływach powyżej 2,20 m<sup>3</sup>/s, gdy elektrownia pracuje na maksymalnej mocy a przepływ wody przez przepławkę i jaz wytwarza dostatecznie silny strumień wabiący.



Rys. 5. Schemat przepławki wraz z umiejscowieniem pionów hydrometrycznych  
Fig. 5. Diagram of fish pass with the placement of vertical hydrometrics



Aby temu zaradzić konieczna byłaby budowa drugiej przepławki w kanale derywacyjnym. Skuteczność pracy istniejącej przepławki można by podnieść poprzez modernizację elektrowni wodnej. Różnica poziomów wody w kanale młynówki i głównym korycie w dniu 9.07.2014 r. wynosiła ponad 50 cm. Ten dodatkowy spad można wykorzystać łącząc krótkim kanałem wylot turbiny z korytem głównym, blisko końca przepławki. Rozwiązanie takie pozwoliłoby na podniesienie mocy elektrowni o 25% (z 12 do 16 kW) przy równoczesnym wzmocnieniu strumienia wabiącego poniżej przepławki i jazu. Inną możliwością jest instalacja drugiej turbiny o przełyku ok. 0,50 m<sup>3</sup>/s pozwoliłoby na bardziej elastyczną pracę elektrowni i gospodarkę wodną na stopniu. To drugie rozwiązanie w okresie przepływu wód większych niż 3,50 m<sup>3</sup>/s pozwoliłoby na wykorzystanie mocy elektrowni zwiększoną od 50% (18 kW).

## PODSUMOWANIE

Modernizacja stopnia wodnego Skórka na rzece Głomii pozwoliła ponownie wykorzystywać w pełni piętrzenie. Stopień wodny składa się z elektrowni wodnej na kanale derywacyjnym, jazu oraz przepławki. Jaz stanowi żelbetowa trzyprzęsłowa konstrukcja o całkowitym świetle 9 m. Seminaturalna przepławka wybudowana została w formie bystrotoku o długości 39,0 m. Wybudowana w dolnym stanowisku przepławka i stopnie ułatwiają rybam oraz kajakarzom przeprawę przez stopień. Jednak podczas pomiarów terenowych stwierdzono małe otwarcie zasuwy na wlocie do przepławki co powodowało bardzo duże prędkości przepływającej wody większe niż 2,0 m/s, co bardzo ograniczyło możliwości przepływu rybem. Kolejnym problemem jest zapewnienie prądu wabiącego ryby, w kierunku przepławki, a nie elektrowni wodnej na kanale derywacyjnym. Wyniki badań terenowych wskazują, że w dniu pomiaru ryby były kierowane przez prąd wabiący na elektrownię, a nie przepławkę. Dlatego warto w przypadku elektrowni wodnej na kanale derywacyjnym zastanowić się nad budową drugiej przepławki zlokalizowanej obok elektrowni co pozwoli na pełne wykorzystanie możliwości produkcji energii elektrycznej i umożliwi rybam migrację.

## BIBLIOGRAFIA

1. Biuletyn Krajeński 2012. Odbudowany jaz w Skórcie. Urząd Gminy i Miasta Krajenka, <http://www.krajenka.pl/hostingasp.pl/Odbudowany-jaz-w-Skórcie-1671ar.aspx>
2. Gołaski J. 1993. Atlas rozmieszczenia młynów wodnych w dorzeczu Warty, Brdy i części Barczycy w okresie 1790-1960, cz. 3 – dolna Noteć, Drawa i Gwda. Wyd. Akademii Rolniczej w Poznaniu, Poznań, ss. 81.
3. GUS 2007. Ochrona Środowiska. Główny Urząd Statystyczny.
4. Operat wodnoprawny 2009. Odbudowa jazu Skórka, gm. Krajenka, pow. Złotowski. Hydroprojekt Poznań Sp. z o.o.
5. Kuraszewicz A. 2014. Warunki migracji ryb przez stopień wodny Skórka z MEW derywacyjną na rzece Głomi. Praca dyplomowa, Katedra Inżynierii Wodnej i Sanitarnej.
6. Mikołajczak D. 2015. Warunki pracy węzła Skórka na rzece Głomi w aspekcie migracji ryb i kształtowania prądu wabiącego. Praca dyplomowa, maszynopis, Katedra Inżynierii Wodnej i Sanitarnej.
7. Przybyła Cz., Mrozik K. 2008. Realizacja inwestycji małej retencji w województwie wielkopolskim w latach 1998–2005. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 528, 449–456.
8. Rogoziński A., Cholewińska M. 2013. Potencjał hydroenergetyczny rzek północnej Wielkopolski. Materiały Konferencji podsumowującej konsultacje społeczne. Strategia wzrostu efektywności energetycznej i rozwoju OZE dla Wielkopolski na lata 2012–2020 wraz z Prognozą oddziaływania na środowisko.
9. Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska z dnia 20 kwietnia 2007 r. w sprawie warunków technicznych, jakimi powinny odpowiadać budowle hydrotechniczne i ich usytuowanie. Dz.U. 07, 86, 579.
10. Siniński C. 2012. Realizacja małej retencji wodnej w województwie wielkopolskim w latach 2000–2011. Sesja naukowo-techniczna „Przepływy wody i zanieczyszczeń w ośrodkach porowatych i w korytach otwartych”. Poznań, 30 marzec 2012 r.
11. Szlęzak R., Puchowski K. 2011. Potencjał hydrologiczny Polski, ekonomiczne, techniczne i środowiskowe możliwości jego wykorzystania. Poznań.
12. Tymczuk Z., Przybyła Cz., Sosiński M. 2005. Priorytetowe kierunki działań w realizacji programu małej retencji w latach 2005–2015 w województwie wielkopolskim. Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu, CCCLXV, Melior. Inż. Środ. 26, 461–467.
13. Urbański Ł. 2015. Koncepcja elektrowni wodnej stopnia Skórka na rzece Głomia. Praca dyplomowa, Katedra Inżynierii Wodnej i Sanitarnej.