

Wpłynęło 21.03.2014 r.
Zrecenzowano 25.11.2014 r.
Zaakceptowano 26.11.2014 r.
A – koncepcja
B – zestawienie danych
C – analizy statystyczne
D – interpretacja wyników
E – przygotowanie maszynopisu
F – przegląd literatury

PROPOZYCJE STOSOWANIA TARANÓW WODNYCH

Dariusz GRYGO ^{ABDEF}, **Wojciech SOBIESKI** ^{ABDEF}

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Katedra Mechaniki i Podstaw Konstrukcji Maszyn

Streszczenie

Artykuł zawiera rozważania dotyczące obecnych możliwości wykorzystywania taranów wodnych. W pracy przedstawiono kilka przykładów potencjalnego wykorzystania tego typu urządzeń. Przykłady te podzielono na kilka grup, aby wyeksponować charakterystyczne cechy różnych rodzajów odbiorców, jednak jest to podział umowny i przykłady przedstawione w jednej grupie równie dobrze mogą być wykorzystane w innej. Oprócz tego omówiono charakterystykę ujęć oraz specyfikę źródeł wody przydatnych do zasilania taranów wodnych. W artykule zebrano podstawowe informacje o urządzeniu, opisano zasady jego funkcjonowania i przedstawiono rys historyczny. Motywacja do zajęcia się tematyką taranów wodnych wynika z obserwacji i analizy działania dwóch historycznych systemów zaopatrzenia w wodę, znajdujących się obecnie w województwie warmińsko-mazurskim, z których jeden działa nieprzerwanie od 1897 r.

Słowa kluczowe: gromadzenie wody, energia odnawialna, oszczędność energii, taran wodny

WSTĘP

Ograniczanie bieżącego zużycia wszelkich form energii oraz poszukiwanie alternatywnych źródeł jej pozyskiwania jest obecnie zagadnieniem priorytetowym na wszystkich stopniach planowania, począwszy od Unii Europejskiej, poprzez Polskę i jej województwa, a skończywszy na indywidualnych użytkownikach końcowych. Świadczą o tym np. dokumenty takie jak:

- Komunikat Komisji Wspólnot Europejskich „Plan działania na rzecz racjonalizacji zużycia energii: sposoby wykorzystania potencjału” [KWE 2006], w któ-

rym stwierdza się, że istnieje konieczność „zwiększania efektywności końcowego wykorzystania energii we wszystkich sektorach”;

- Polityka energetyczna Polski do 2030 roku [MG 2009], w której wskazuje się, że podstawowe kierunki polityki energetycznej kraju obejmują „poprawę efektywności energetycznej” oraz „rozwój wykorzystania odnawialnych źródeł energii”;
- Społeczny raport o energetyce przyjaznej środowisku w województwie warmińsko-mazurskim [Fundacja Instytut na rzecz Ekorozwoju 2012], zawierający sformułowanie, że „promowanie wykorzystania odnawialnych zasobów energii” jest jednym z podstawowych planów rozwoju województwa.

Takie ustalenie priorytetów wynika z sytuacji panującej w obszarze klasycznych źródeł energii, jakimi są obecnie węgiel, ropa naftowa, gaz ziemny, a także pierwiastki promieniotwórcze [CZAPLICKI 1994; GUZENDA 2004; KOŁODZIEJ, MATYKA 2012; KRUK 2012; LEWANDOWSKI 2006; ŁUSZCZ 2007; MOLENDĄ 1996; SZAFRAN, SIKORA 2011; WIATKOWSKI, ROSIK-DULEWSKA 2012]. Wiadomo, że zasoby tych kopalin są ograniczone i ich wyczerpanie jest tylko kwestią czasu [BILLEWICZ 2008]. Niewiele zmieni tu zwiększanie sprawności systemów energetycznych czy też poszukiwanie nowych złóż. Czasowym rozwiązaniem, do którego ludzkość zostanie prawdopodobnie zmuszona, będzie wydobywanie gazu łupkowego (które mocno zdegraduje zawierające go warstwy geologiczne) [ZARĘBSKA, BARAN 2010] lub też hydratów metanu (które z kolei są mocno niestabilne, a ich wydobywanie niebezpieczne – nie ma zresztą jeszcze odpowiednio dobrych technologii pozyskania tego rodzaju złóż) [JABŁOŃSKA 2010]. Na szczęście paliwa kopalne nie są jedynym możliwym źródłem energii. Jako alternatywę można tu wymienić energię wody, wiatru i słońca [JABŁOŃSKI, WNUK 2009], które nie ulegają wyczerpaniu, a ich zasoby mogą co najwyżej podlegać pewnym wahaniom, głównie ze względu na fluktuacje pogody lub też, w szerszym kontekście, zmiany klimatu. Stopień zaawansowania technologii opartych na tych źródłach energii jest znaczny, choć niektóre rozwiązania są jeszcze zbyt drogie, aby mogły być powszechnie stosowane.

Przedstawiony przegląd możliwości pozyskiwania energii uwidacznia pewien podział, istotny w kontekście niniejszej pracy. Otóż można przyjąć, że ogólnie pojęta energetyka (przy czym nie chodzi tu zasadniczo o energię elektryczną, ale o zasoby energetyczne w ogóle) może być podzielona ze względu na skalę wielkości i rozmachu jej pozyskiwania i dystrybucji. Można zatem wyróżnić: skalę makro, w której działania odbywają się na poziomie wspólnot narodów, dużych krajów czy też dużych regionów geograficznych lub administracyjnych; skalę mezo, w której działania odbywają się na poziomie lokalnych społeczności, takich jak niewielkie regiony geograficzne czy administracyjne, np. województwa czy gminy, i skalę mikro, w której działania odbywają się na poziomie niewielkich skupisk ludzkich, takich jak zakłady pracy, gospodarstwa rolne czy też gospodarstwa domowe. Przedstawiony podział nie jest oczywiście precyzyjny i czasem może za-

chodzić wątpliwość, do jakiej grupy należy zaliczyć określone działanie – nie jest to jednak kluczowe dla niniejszego artykułu.

Kierunki priorytetowe, wymieniane w różnych dokumentach strategicznych, wskazują na dużą potrzebę poszukiwania wszelkich technik i metod wspomagających poprawę wyników bilansów energetycznych, w tym u użytkowników końcowych działających w skali mikro. Wykorzystanie taranów wodnych, opisanych szerzej w dalszej części pracy, działających lokalnie i na niewielką skalę, idealnie pasuje do tego trendu, w szczególności do koncepcji wykorzystywania energii odnawialnej oraz zwiększania efektywności końcowego wykorzystania energii we wszystkich sektorach [SOŁOWIEJ 2006; KOSTUŚ 2008]. Należy dodać, że choć tarany wodne nie służą zasadniczo do produkcji energii elektrycznej (choć i to jest technicznie możliwe), to mogą się przyczynić do ograniczenia jej zużycia przez użytkowników końcowych oraz zapewnienia im zwiększonego bezpieczeństwa w zakresie dostaw wody. Efekty te, w połączeniu z niskimi kosztami instalacji opartych na taranach wodnych, są na tyle interesujące, że podjęcie odpowiednich badań w tym zakresie jest jak najbardziej zasadne.

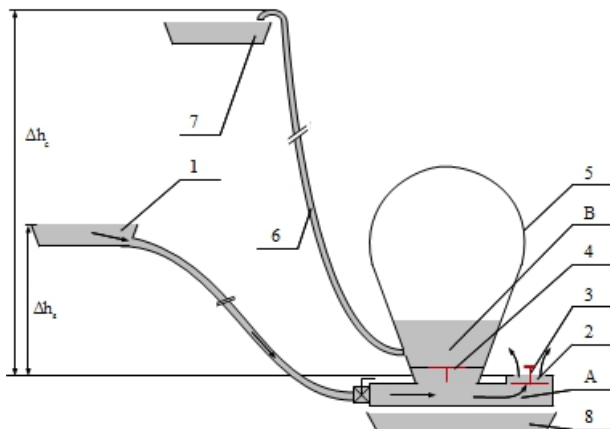
Celem głównym niniejszego artykułu jest zapoznanie czytelnika z propozycjami wykorzystania taranów wodnych w skali mikro. Cele cząstkowe obejmują określenie cech użytkowników końcowych (zdefiniowanie grupy docelowej), mogących potencjalnie być zainteresowanych stosowaniem taranów wodnych, przedstawienie zasady działania tych urządzeń, a także wskazanie możliwości ich konkretnych zastosowań.

Motywacją do podjęcia tematyki związanej z taranami wodnymi była obserwacja i analiza dwóch systemów dystrybucji wody, powstałych przed drugą wojną światową na terenach obecnego województwa warmińsko-mazurskiego, we wsiach Kajny oraz Stopki. Jeden z tych systemów, w Kajnach (prawdopodobnie jako jedyny w kraju) pracuje bez przerwy od 117 lat, budząc zadziwienie i narzucając od razu oczywiste pytanie: dlaczego systemy takie nie są w Polsce wykorzystywane obecnie? Drugim bodźcem do rozpoczęcia takich właśnie badań było spostrzeżenie, że tarany wodne są w Polsce zupełnie zapomniane, podczas gdy w innych krajach świata nadal odgrywają pewną niewielką, lecz zauważalną rolę.

TARAN WODNY

Taran wodny (ang. hydraulic ram, hydam; niem. Hydraulischer Widder, Stoßheber, Druckstoß-Pumpe, Wasserstößer) jest to rodzaj urządzenia do podnoszenia wody, napędzanego energią jej przepływu (rys. 1). Urządzenie może być zasilane z dowolnego źródła: jeziora, stawu czy górnego brzegu rzeki lub strumienia. Ważne jest jedynie, aby różnica poziomów wody (Δh_s) pomiędzy źródłem zasilania (1) a kluczowym dla działania tarana zaworem impulsowym (2) zapewniła uzyskanie odpowiedniej energii przepływu wody, umożliwiającej prawidłową pra-

cę tarana [MOHAMED 2007]. Warunek ten wynika z konieczności pokonania sił tarcia (wynikających z lepkości wody) oraz uzyskania natężenia przepływu, umożliwiające wystąpienie w układzie sił o odpowiednio dużej wartości.



Rys. 1. Schemat typowego, historycznego tarana wodnego: *A* – strefa dolna, *B* – strefa górna, *1* – źródło wody (rzeka, strumień, itp.), *2* – zawór impulsowy, *3* – głowica zaworu impulsowego, *4* – zawór ciśnieniowy, *5* – zbiornik powietrzny, *6* – przewód odprowadzający, *7* – zbiornik wody, *8* – kanał wodny; źródło: opracowanie własne

Fig. 1. A scheme of typical, historical hydraulic water: *A* – lower zone, *B* – upper zone, *1* – water source (river, stream), *2* – waste valve, *3* – head of the waste valve, *4* – check valve, *5* – pressure vessel, *6* – delivery pipe, *7* – water reservoir, *8* – water canal; source: own elaboration

Na początku cyklu pracy tarana wodnego w strefie *A* urządzenia odbywa się swobodny przepływ wody. Głowica (3) zaworu impulsowego (2) znajduje się w położeniu dolnym (jak na rys. 1). Woda przepływa przez otwarty zawór (3) i wypływa na zewnątrz tarana do kanału odprowadzającego (8) lub bezpośrednio do strumienia. Masy wody przyspieszające w strefie *A*, wskutek działania grawitacji ziemskiej, powodują wystąpienie na dolnej powierzchni głowicy zaworu impulsowego siły naporu hydrodynamicznego o wartości rosnącej w czasie. Po osiągnięciu odpowiedniej prędkości wody, siła ta unosi głowicę zaworu impulsowego, powodując jego zamknięcie [Agriculture and Agri-Food Canada 2014; Appropedia 2013; Derkor 2014; Meribah Ram Pump 2014; SHEIKH i in. 2013; SolarLogic 2014]. Gwałtowne zahamowanie ruchu wody powoduje pojawienie się wewnątrz tarana dodatkiego uderzenia hydraulicznego [BERGANT i in. 2006; CHOON i in. 2012; GHIDAOU I i in. 2005]. Maksymalna wartość ciśnienia podczas uderzenia hydraulicznego jest kilka lub kilkanaście razy większa od ciśnienia w fazie poprzedzającej [CHOON i in. 2012; GHIDAOU I i in. 2005; LANDAU, LIFSZYC 2009]. Wzrost wartości ciśnienia zależy głównie od sztywności materiału, z którego jest wykonany taran oraz przewody doprowadzające wodę, a także od zawartości po-

wietrza w wodzie [GRYBOŚ 1998; NAŁĘCZ, PIETKIEWICZ 2000a, b]. Powstała fala uderzeniowa dochodzi do zaworu zwrotnego (4), który otwiera się na chwilę i przepuszcza do strefy B pewną porcję wody. Istotne jest, że ciśnienie w strefie B wzrasta i po pewnym czasie od rozruchu ustala się na poziomie znacznie wyższym niż średnie ciśnienie w strefie A. Strefa B ma postać zbiornika (5) z pewnym obszarem niezalanym wodą. W fazie otwarcia zaworu (4) poduszka powietrzna jest ściśkana i wzrasta w niej ciśnienie. Po zamknięciu zaworu zwrotnego ciśnienie to jest wykorzystywane do tłoczenia niewielkiej porcji wody przewodem (6) do dowolnego odbiornika (7), np. wieży ciśnień. Drugą funkcją poduszki powietrznej jest tłumienie pulsacji w przewodzie odprowadzającym (6).

W opisanym tu procesie istotne jest to, że ciśnienie występujące w strefie B umożliwia tłoczenie wody na wysokości (Δh_c), znacznie większą niż wysokość zbiornika zasilającego (1). W literaturze podaje się, że wysokość podnoszenia wody przekracza 125 metrów [CALHOUN 2003; CLARKE 1900; CLEMSON 2007; JENNINGS 1996; SILVER 1977; WATT 1975]. Po przejściu fali uderzeniowej i częściowym rozprężeniu się poduszki powietrznej w zbiorniku, wewnątrz tarana następuje spadek ciśnienia. To powoduje zamknięcie zaworu zwrotnego (4) oraz otwarcie (opadnięcie głowicy) zaworu impulsowego (3). Woda znów zaczyna wypływać na zewnątrz, a cykl pracy tarana zaczyna się od nowa.

Ilość wody transportowanej do układu odbiorczego zależy od wielu czynników: rozmiaru tarana, zastosowanych rozwiązań konstrukcyjnych (głównie zaworu impulsowego), wysokości źródła zasilania, wysokości odbiornika oraz oporów przepływu w układach zasilania i odbioru. W literaturze wspomina się, że zazwyczaj jedynie kilka lub kilkanaście procent wody zasilającej trafia do odbiornika [CALHOUN 2003; SILVER 1977; WATT 1975] – reszta powraca do otoczenia przez zawór impulsowy. Z tego względu tarany najczęściej nie służą do bezpośredniego zasilania w wodę, a jedynie do napełniania różnego rodzaju zbiorników i kolektorów, które stanowią zasadniczy rezerwuuar wody. Należy pamiętać o zamontowaniu przelewu i dodatkowego układu odprowadzania wody z odbiornika (7), na wypadek gdyby taran pracował, a woda z kolektora nie była odbierana.

Do zasilania taranów wodnych najkorzystniejsze są ciekły usytuowane w miejscach, w których istnieje odpowiednia różnica poziomów (lub łatwa możliwość jej stworzenia), a jakość wody jest odpowiednia do potrzeb [SMOROŃ, KOWALCZYK 2008]. W przypadku źródeł rozproszonych lub też źródeł o nieregularnej wydajności można rozważyć budowę zbiorników wodnych stanowiących punkt zasilania taranów (takie rozwiązania były często stosowane w przeszłości, np. w obu wspomnianych wcześniej historycznych systemach dystrybucji wody). Inną istotną cechą systemów wykorzystujących tarany wodne jest to, że nie mogą być one usytuowane zbyt daleko od punktu odbioru. We wspomnianych instalacjach historycznych odległość – w linii prostej – między taranem wodnym a kolektorem wynosiła około 100 m w Kajnach oraz około 320 m we wsi Stopki.

Taran wodny został wynaleziony w 1772 r. przez Johna Whitehursta z Cheshire w Wielkiej Brytanii. Jego urządzenie było bardzo prymitywne i nie pracowało samoczynnie. Dopiero w 1796 r. Joseph Michael Montgolfier zmodernizował je, dodając zawór uderzeniowy, co spowodowało, że dostawa wody mogła odbywać się w sposób ciągły, bez ingerencji człowieka. W latach 1803–1804 Eytelwein (w Niemczech) przeprowadził ponad 1000 eksperymentów dotyczących działania taranów wodnych (obecnie brak jest dostępu do tych danych) [MARUCHIN, KUTIENKOW 2014; WATT 1975]. W 1809 r. podobne urządzenie zostało opatentowane przez J. Cerneaya i S. Halleta w Ameryce. W 1834 r. amerykański przedsiębiorca H. Strawbirge rozpoczął masową produkcję tego typu urządzeń. Pierwsze artykuły o taranach wodnych opublikowano w magazynach takich jak the Farmer's Cabinet i American Farmer w 1842 r. w Stanach Zjednoczonych [CLARKE 1900; LANSFORD, DUGAN 1941; WATT 1975]. W 1879 r. wynalazek został opublikowany w People's Cyclopedia w Nowym Jorku, jako jeden z pięćdziesięciu pięciu najlepszych wynalazków w historii ludzkości [SHEIKH i in. 2013]. Zjawisko uderzenia hydraulicznego zostało naukowo opisane przez rosyjskiego uczonego Nikołaja Żukowskiego w 1898 r. Teoria uderzenia hydraulicznego była po raz pierwszy opublikowana w Biuletynie Towarzystwa Politechnicznego w 1898 r. we Lwowie [KOWALSKI 2014].

Tarany wodne były dość powszechnie eksploatowane do okresu II wojny światowej. W czasach późniejszych znaczenie tych urządzeń zaczęło maleć. Można wyróżnić dwie główne przyczyny takiego stanu. Pierwsza z nich to upowszechnienie się energii elektrycznej, co umożliwiło szerokie zastosowanie wygodniejszych w użyciu pomp elektrycznych. Drugą przyczyną było pogorszenie się jakości wód powierzchniowych, przez co woda dostarczana przez tarany wodne nie mogła już w wielu przypadkach stanowić źródła wody pitnej. Obecnie tarany wodne są w Polsce urządzeniami prawie całkowicie zapomnianymi i niewykorzystywanymi w praktyce. Co ciekawe, na świecie nadal istnieje niewielki rynek tego typu urządzeń, głównie na potrzeby krajów słabiej rozwiniętych gospodarczo. Świadczyć o tym mogą oferty takich firm jak Green&Carter Ltd. [2014] z Wielkiej Brytanii czy Bamfords [2014] z Australii.

Prawdopodobnie jedyny działający obecnie w Polsce system dystrybucji wody wykorzystujący taran znajduje się we wsi Kajny koło Olsztyna (fot. 1). Taran zasilany strumieniem wodnym podnosi wodę do stojącej na wzgórzu wieży ciśnienia, skąd jest ona prowadzana siedmioma rurami do okolicznych zabudowań (najdłuższa z nich ma około 200 m). Urządzenie jest regularnie konserwowane i działa z niewielkimi przerwami od 1897 r.

Historyczne układy dystrybucji wody bazujące na taranach wodnych były układami całorocznymi. Obecnie, ze względu na szeroką dostępność różnorodnych części i materiałów, można rozważać również budowanie instalacji sezonowych. W przypadku instalacji całorocznych konstrukcja jest droższa, wymaga budowy zbiornika zasilającego oraz wykonania odpowiednio odpornej na warunki zimowe



Fot. 1. System dystrybucji wody we wsi Kajny: a) taran wodny, b) wieża ciśnieniowa (fot. D. Grygo)

Photo 1. Water distribution system in the village Kajny: a) hydraulic ram, b) water tower (photo D. Grygo)

instalacji. W rozwiązaniach stosowanych w Kajnach oraz Stopkach zastosowano niewielkie baseny betonowe oraz zamontowane na stałe rurowanie stalowe. W Stopkach betonowy basen zlokalizowano tylko w punkcie zasilania, w Kajnach zaś również w miejscu zamontowania tarana (fot. 1a) – było to konieczne ze względu na znaczne nachylenie zbocza i możliwość osuwania się ziemi. Wykonanie instalacji sezonowych może być tańsze i szybsze. Można zastosować nieposiadające dennic zbiorniki, beczki lub fragmenty rur, np. z tworzywa sztucznego. Ciągi transportu wody mogą być wykonane z nowoczesnych i odpornych na korozję materiałów, np. rur PE. Zbiornik zasilający i kolektor mogą mieć mniejsze pojemności i być przystosowane do częstych przenosin, zaś transport wody może odbywać się za pośrednictwem zwykłych węży ogrodowych. Dodatkową zaletą lekkich i przenośnych systemów jest to, że po ich usunięciu środowisko wraca całkowicie do stanu pierwotnego. O tym, jaka instalacja będzie korzystniejsza u danego odbiorcy decyduje przede wszystkim jej przeznaczenie.

Jak prawie każde urządzenie, tak i tarany wodne mają szereg zalet oraz wad. Do zalet można zaliczyć niezależność od zewnętrznych źródeł zasilania (szczególnie od energii elektrycznej), brak konieczności stosowania systemów sterowania, niezawodność, trwałość, prostotę konstrukcji, niskie koszty wykonania i konserwacji (mowa tu o wersji nowoczesnej, niewymagającej wykonywania odlewów) oraz dużą odporność na warunki zewnętrzne i klimatyczne (ze względu na dynamikę zjawisk, tarany działają nawet w warunkach silnych mrozów – czasami jedynie zachodzi konieczność skucia lodu gromadzącego się wokół odpływu). Zasadniczą wadą taranów jest konieczność występowania odpowiednich warunków wodnych, co znacznie zawęży obszary ich stosowania. Inną wadą taranów wodnych jest ograniczona wydajność, która jednak jest rekompensowana przez ich całodobowy

czas pracy. Wspomniany taran z okolic wsi Stopki, niewiele większy od tarana z wsi Kajny, zasilał w wodę gospodarstwo składające się z budynku mieszkalnego (z bieżącą wodą w kuchni i łazience), budynków gospodarczych oraz stajni na kilkadziesiąt koni. Inną możliwością zwiększania wydajności systemów budowlanych z zastosowaniem taranów wodnych jest połączenie kilku takich urządzeń równolegle.

Instalacje wykorzystujące tarany wodne nie zajmują dużej powierzchni, a ich wykonanie nie wymaga prowadzenia dużych prac ziemnych (w wersjach sezonowych takich prac nie ma wcale), wycinki drzew czy budowy dróg dojazdowych. Tarany nie są źródłem zanieczyszczeń i nie są niebezpieczne dla ludzi i zwierząt (na wlotach zasilających stosuje się specjalne kosze, zapobiegające dostawaniu się do rury zasilającej nawet niewielkich obiektów). Jediną cechą oddziałującą w pewnym stopniu na środowisko jest generowanie niewielkiego hałasu. Należy dodać, że ewentualne oddziaływanie instalacji na środowisko jest bardzo krótkotrwałe: w województwie warmińsko-mazurskim istnieje wiele miejsc, w których tarany były stosowane, obecnie jednak nie ma po nich najmniejszego śladu.

OBSZARY POTENCJALNEGO WYKORZYSTANIA TARANÓW WODNYCH

Badania możliwości stosowania taranów wodnych zostały ograniczone do tzw. skali mikro. Z powodu stosunkowo niewielkich wydajności taranów wodnych oraz ograniczeń co do ich rozmiarów i maksymalnego zasięgu systemu transportu wody, rozważanie ich roli w większych skalach energetycznych wydaje się całkowicie bezzasadne i nie będzie dalej brane pod uwagę. Główne grupy odbiorców końcowych, określone na podstawie dokonanej analizy, przedstawiono poniżej. W każdej z tych grup przynajmniej część zapotrzebowania na wodę może być zaspokojona za pomocą taranów wodnych.

Gospodarstwa rolne. Podstawową funkcją gospodarstwa rolnego jest wytwarzanie produktów rolnych, głównie surowców przeznaczonych do dalszego przetwarzania. W zakres aktywności gospodarstw rolnych może wchodzić także działalność usługowa, handlowa lub inna produkcyjna, niekoniecznie związana bezpośrednio z działalnością rolniczą [MICHNIA 2005; NIEDŹWIECKA-FILIPIAK, BORCZ 1998]. W kontekście zastosowania taranów wodnych istotne jest to, że na obszarach wchodzących w skład gospodarstw rolnych (według danych z 2013 r. średnia powierzchnia gospodarstw rolnych w Polsce wynosi 10,42 ha [ARiMR 2013]) mogą występować różnorodne cieki, a także, że funkcjonowanie typowego gospodarstwa rolnego wymaga regularnych dostaw wody o różnej jakości oraz ilości w różnych jego punktach.

Gospodarstwa agroturystyczne. Gospodarstwo agroturystyczne jest to najczęściej obecne lub byłe gospodarstwo rolne, w którym – oprócz działalności rol-

niczej – świadczone są dodatkowe usługi turystyczno-rekreacyjne (noclegi, wyżywienie, możliwość obserwacji życia wiejskiego i udziału w nim, organizacja imprez, wycieczek itp. [ROSŁOŃ 2012]). W gospodarstwach agroturystycznych nie wyklucza się prowadzenia innych działalności, wymagających zapotrzebowania na wodę. Wymienić tu można np. uprawy szklarniowe, hodowlę zwierząt czy też różne formy rzemiosła (np. stolarstwo, kowalstwo czy garncarstwo). Tarany wodne mogą wspierać co najmniej część z tych form działalności. Warto zwrócić uwagę, że atrakcyjność obiektów agroturystycznych wzrasta, jeżeli są one usytuowane nad brzegami rzek czy jezior i posiadają w swoim otoczeniu zróżnicowane, możliwe naturalne tereny. Oznacza to, że na obszarze lub też w bezpośrednim pobliżu takich gospodarstw mogą znaleźć się ciekłe nadające się do zainstalowania na nich taranów wodnych. Ze względu na nietypowe działanie oraz znikomą świadomość istnienia tego typu urządzeń w społeczeństwie one same mogą stanowić ciekawą atrakcję turystyczną (tak, jak we wsi Kajny koło Olsztyna [SOBIESKI 2008]).

Gospodarstwa domowe. Przez gospodarstwo domowe rozumie się tu dowolną zabudowę jednorodziną lub wielorodziną, mającą do dyspozycji pewną przestrzeń ogrodową i/lub rekreacyjną oraz – opcjonalnie – niewielką powierzchnię gruntów rolnych lub obszarów leśnych. Mogą to być zarówno posiadłości wiejskie, jak i miejskie. W gospodarstwach domowych, podobnie jak rolnych (choć najczęściej w mniejszej skali), może być potrzebny system dystrybucji wody, np. na potrzeby nawadniania ogrodu czy sadu. Cechą gospodarstw domowych, istotną ze względu na możliwość stosowania taranów wodnych, jest niewielka powierzchnia (zazwyczaj od 5 arów do 1 ha [Urząd Statystyczny w Zielonej Górze 2012; Urząd Statystyczny w Poznaniu 2012]). Z tego powodu w tej grupie odbiorców końcowych odpowiednich warunków do instalacji taranów wodnych należy poszukiwać raczej w pobliżu gospodarstwa, a nie na jego terenie.

Działki rekreacyjne. Przez działkę rekreacyjną należy rozumieć grunty przeznaczone pod wypoczynek, turystykę, uprawianie sportów, hobbistyczne uprawy i hodowle itp. Działki rekreacyjne w większości przypadków są lokowane na atrakcyjnych terenach naturalnych (np. podgórskich), często w pobliżu zbiorników wodnych lub cieków, co jest ważne ze względu na możliwości stosowania taranów wodnych. Na obszarach tego typu działek zwykle występuje znaczne zapotrzebowanie na wodę, np. do nawadniania ogrodu, sadu czy szklarni. Działki rekreacyjne często są położone z dala od osiedli ludzkich i nie zawsze jest do nich doprowadzona energia elektryczna lub bieżąca woda. Ogranicza to możliwości stosowania pomp elektrycznych i zwiększa atrakcyjność stosowania rozwiązań alternatywnych.

Działki uprawne. Przez działki uprawne rozumie się tu popularne w Polsce niewielkie obszary, najczęściej położone na terenie miast lub w ich pobliżu, wykorzystywane głównie na cele ogrodnicze. Na działkach tego typu najczęściej są prowadzone różne uprawy o charakterze użytkowym (ogródki warzywne, sady i szklarnie) lub ozdobnym (ogródki kwiatowe), które zwykle wymagają intensyw-

nego nawadniania. W tym celu wykorzystuje się zazwyczaj wodę bieżącą (o ile jest doprowadzona) lub też gromadzoną z opadów atmosferycznych (to źródło jest dość zawodne). Alternatywą, o ile tylko pozwalają na to lokalne warunki, są tu tarany hydrauliczne.

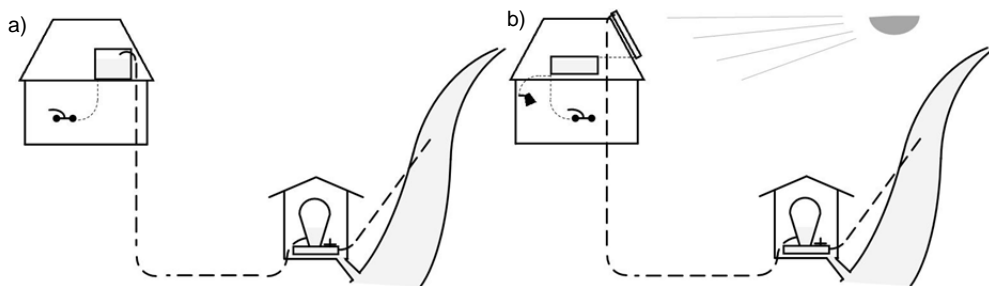
Zakłady pracy. Przez zakłady pracy należy rozumieć obiekty, w których odbywa się różnego rodzaju aktywność produkcyjna lub usługowa. W obrębie działalności tego typu struktur zawsze istnieje potrzeba korzystania z zasobów wodnych (choćby do celów technologicznych lub sanitarnych). Jeżeli zapotrzebowanie na wodę nie jest zbyt duże, to może być ono zaspokojone, w całości lub częściowo, dzięki zastosowaniu taranów wodnych.

Na podstawie przeprowadzonej analizy można określić pewne jednakowe elementy odbiorców końcowych, a także najczęściej występujące elementy charakterystyczne, na które jest przenoszona woda.

Zabudowania. Do tej grupy zalicza się domy jednorodzinne i wielorodzinne oraz zabudowania gospodarcze: stodoły, stajnie, obory, chlewnie, kurniki, garaże, warsztaty i inne. Użytkowanie wody w tej grupie jest możliwe poprzez doprowadzenie stałych gałęzi instalacji hydraulicznej, wiodącej do niektórych punktów w wybranych pomieszczeniach, np. łazienkach, kuchniach, łaźniach, sanitariatach, poidłach itp. Jest to rozwiązanie stosowane powszechnie w gospodarstwach i zabudowach stałych. Istotne jest to, że jakość wody może być różna w zależności od jej przeznaczenia. Najlepszą jakość powinna mieć woda pitna dla ludzi oraz dla zwierząt, a najgorszą (ale niezawierającą substancji szkodliwych) – woda przeznaczona na inne cele, np. gospodarcze [PIEKAREK 2006]. W przypadku doprowadzania wody do zabudowań instalacje wykorzystujące tarany wodne powinny być budowane w wersjach całorocznych. Oznacza to, że przewody zasilające i odprowadzające muszą być umieszczone na odpowiedniej głębokości w gruncie, a zbiorniki magazynujące wodę ulokowane wewnątrz budynków (rys. 2a). Takie rozwiązanie zastosowano w Stopkach, gdzie główny zbiornik na wodę znajdował się na poddaszu jednego z budynków gospodarczych. Oczywiście można również zastosować wolnostojącą wieżę ciśnień, ale wówczas należy zadbać o odpowiednią jakość izolacji termicznej. W systemie dystrybucji w Kajnach, odbywającej się właśnie z takiej wieży, dochodzi czasem do zamarzania wody w rurach znajdujących się bezpośrednio pod zbiornikiem. Mieszkańcy rozpalają wówczas wewnątrz wieży ciśnień ogień i udrażniają w ten sposób instalację, co nie jest ani wygodne, ani też bezpieczne.

Cenną zaletą, rozszerzającą obszar stosowania taranów wodnych, jest możliwość skojarzenia ich z innymi urządzeniami, np. panelami słonecznymi (rys. 2b), dzięki czemu ilość dodatkowej energii potrzebnej do uzyskania odpowiedniej temperatury wody będzie mniejsza.

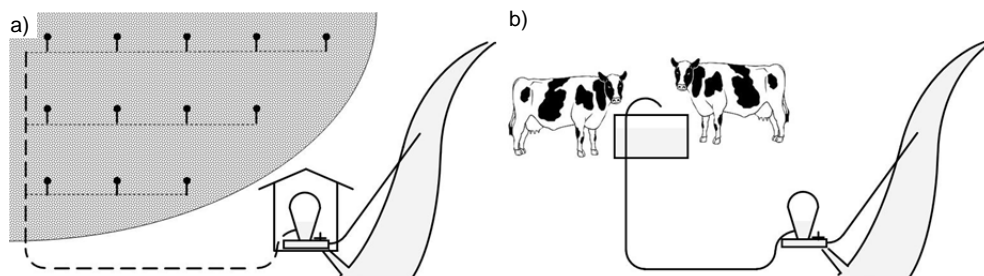
Użytki rolne. Obejmują one pola uprawne, łąki, pastwiska, ogrody, sady, szkółki drzewne, tereny leśne itp. Według dostępnych danych [Urząd Statystyczny w Zielonej Górze 2012] nawadnianie pól odbywa się w Polsce stosunkowo rzadko,



Rys. 2. Przykłady zastosowania taranów do zaopatrzenia w wodę budynków: a) transport wody użytkowej do zabudowań, b) transport wody skojarzony z jej ogrzewaniem za pomocą panelu słonecznego; źródło: opracowanie własne

Fig. 2. Examples of the use of hydraulic rams to supply buildings with water: a) transport of water to buildings, b) transport of water associated with its heating by solar panels; source: own elaboration

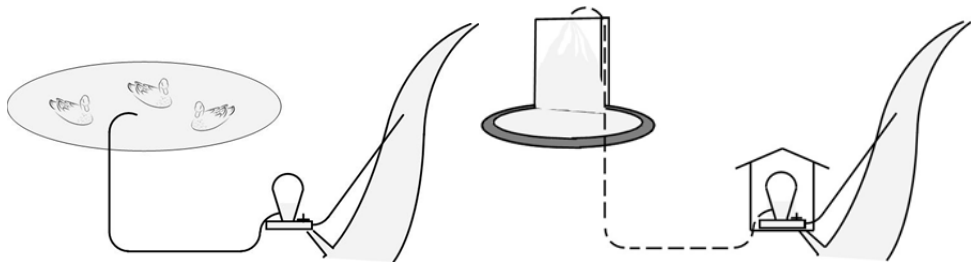
w bardzo niewielkim zakresie (na ok. 0,01% gruntów rolnych). Wodę doprowadza się w takich sytuacjach za pomocą instalacji stałych (rzadko) lub też specjalistycznych pojazdów i maszyn: cystern i opryskiwaczy. Przykład instalacji nawadniającej pole uprawne, w której zastosowano taran wodny, pokazano na rysunku 3a. Istotne jest to, że przy odpowiednio zaprojektowanym systemie przewodów odprowadzających istnienie dodatkowej wieży ciśnienia nie jest konieczne. Szczególnie miejsce w grupie użytków zielonych zajmują pastwiska, które – o ile nie posiadają bezpośrednich źródeł wody – muszą być dodatkowo zaopatrywane w wodę pitną dla zwierząt. W takich sytuacjach można rozważyć zastosowanie tarana wodnego, o ile w pobliżu pastwiska, w odległości do kilkuset metrów, znajdują się warunki dogodne do instalacji tego typu urządzeń (rys. 3b). Tu również nie ma potrzeby stosowania dodatkowych kolektorów, ponieważ woda może być gromadzona bezpośrednio w poidle dla zwierząt. W przypadku tego rodzaju zastosowania instalacje powinny mieć charakter sezonowy i przenośny.



Rys. 3. Przykłady zastosowania taranów do zaopatrzenia w wodę użytków rolnych: a) nawadnianie pola uprawnego za pośrednictwem systemu przewodów, b) transport wody pitnej dla zwierząt hodowlanych; źródło: opracowanie własne

Fig. 3. Examples of the use of hydraulic rams to supply croplands: a) cropland irrigation through a system of pipes, b) transport of drinking water for livestock; source: own elaboration

Obszary rekreacyjno-wypoczynkowe. W skład tej grupy wchodzi parki, deptaki, place zabaw, ścieżki rekreacyjne i edukacyjne itp. Są to tereny przyobiektywne, mające znaczenie dla obiektu, zwykle pielęgnowane. Nawadnianie odbywa się najczęściej za pośrednictwem systemów automatycznych (stałych lub przenośnych) lub za pomocą cystern i zbiorników oraz opryskiwaczy stacjonarnych lub jezdnych. Możliwości wykorzystania taranów wodnych w tej grupie odbiorców są znaczne – zwłaszcza, gdy przez te tereny przepływają cieki (rys. 4). Oprócz roli wspomagającej pielęgnowanie zieleni, tarany wodne mogą pełnić tu funkcję technicznych atrakcji. W zależności od lokalnych uwarunkowań można stosować instalacje całoroczne lub sezonowe.



Rys. 4. Przykłady zastosowania taranów do zaopatrzenia w wodę obszarów rekreacyjno-wypoczynkowych: a) zasilanie oczka wodnego, b) zasilanie kaskady, skalniaków, fontanny; źródło: opracowanie własne

Fig. 4. Examples of the use of hydraulic rams to supply recreational areas in water: a) supply of the pond, b) supply of the fountains, cascades; source: own elaboration

PODSUMOWANIE

1. Rozważania dotyczące możliwości stosowania taranów wodnych wpisują się w panujące obecnie nurty związane z ograniczaniem zużycia energii, wykorzystywaniem jej odnawialnych zasobów oraz ochroną środowiska.

2. Tarany wodne mogą być z powodzeniem stosowane w tzw. skali mikro, tj. lokalnie (do kilkuset metrów od źródła) i na potrzeby niewielkich skupisk ludzkich.

3. W pracy przedstawiono historyczny system dystrybucji wody wykorzystujący taran wodny. Ten przykład może uzmysłowić czytelnikom podstawowe możliwości tego typu systemów i zachęcić do poszukiwania współczesnych obszarów ich zastosowań.

4. Instalacje wykorzystujące tarany wodne mogą być całoroczne (stałe) lub też sezonowe (przenośne). Koncepcja stosowania przenośnych systemów dystrybucji wody z taranami wodnymi jest pewną nowością (co wynika zapewne z tego, że dawne rozwiązania konstrukcyjne były bardzo masywne, a przez to trudne w transporcie i montażu).

5. W pracy zdefiniowano pewne jednakowe elementy różnych odbiorców końcowych, a także określono charakterystyczne, najczęściej występujące zastosowania systemów dystrybucji wody. W kontekście przeprowadzonego podziału zaprezentowano, w postaci rysunków, sześć koncepcji zastosowania taranów wodnych. Taka liczba przykładów powinna wystarczyć do wyrobienia sobie zdania na temat potencjału taranów wodnych, szczególnie że w opisach wzmiankuje się nieraz o możliwych wariantach tych koncepcji.

6. Pewną nowość stanowi koncepcja połączenia układu dystrybucji wody z układem jej nagrzewania za pomocą kolektora słonecznego – w literaturze nie znaleziono przykładu instalacji tego typu.

7. Można wyróżnić dwa główne ograniczenia możliwości stosowania taranów wodnych. Pierwsze dotyczy konieczności wystąpienia odpowiednich warunków wodnych, drugie zaś – odpowiedniej do potrzeb jakości wody. Większe znaczenie ma ograniczenie pierwsze, ponieważ jakość wody nie zawsze jest decydująca, a ponadto można ją poprawić, np. poprzez stosowanie różnego rodzaju filtrów i urządzeń uzdatniających.

8. Potrzeba dalszych badań związanych z zastosowaniem taranów wodnych wydaje się w pełni uzasadniona.

LITERATURA

- Agriculture and Agri-Food Canada 2014. Water-powered water pumping systems for livestock watering [online]. [Dostęp 01.02.2014]. Dostępny w Internecie: [http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/ba3468a2a8681f69872569d60073fde1/42131e74693dcd01872572df00629626/\\$FILE/wpower.pdf](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/ba3468a2a8681f69872569d60073fde1/42131e74693dcd01872572df00629626/$FILE/wpower.pdf)
- Appropedia 2013. Hydraulic ram pumps [online]. [Dostęp 1.02.2014]. Dostępny w Internecie: http://www.appropedia.org/Hydraulic_ram_pumps
- ARiMR 2013. Ogłoszenie prezesa agencji restrukturyzacji i modernizacji rolnictwa z dnia 20 września 2013 r. w sprawie wielkości średniej powierzchni gruntów rolnych w gospodarstwie rolnym w poszczególnych województwach oraz średniej powierzchni gruntów rolnych w gospodarstwie rolnym w kraju w 2013 roku [online]. [Dostęp 14.01.2014]. Dostępny w Internecie: <http://www.arimr.gov.pl/dla-beneficjenta/srednia-powierzchnia-gospodarstwa.html>
- Bamfords 2014. The Bamford Hi-Ram Pump [online]. [Dostęp 18.01.2014]. Dostępny w Internecie: <http://bamford.com.au/rampump/index.html>
- BERGANT A., SIMPSON A.R., TUSSELING A.S. 2006. Water hammer with column separation: A historical review. *Journal of Fluids and Structures*. Vol. 22 s. 135–171.
- BILLEWICZ K. 2008. Przyczyny i możliwe skutki wzrostu cen energii elektrycznej [online]. [Dostęp 18.01.2014]. Dostępny w Internecie: http://www.cire.pl/pliki/2/przyczyny_i_mozliwe_skutki.pdf
- CALHOUN J. 2003. HydRam Pump [online]. [Dostęp 14.01.2014]. Dostępny w Internecie: <http://www.inthefieldministries.org/jscalthou/Home%20Built%20Hydraulic%20Ram%20Pumps.pdf>
- CHOON T.W., AIK L.K., AIK L.E., HIN T.T. 2012. Investigation of Water Hammer Effect Through Pipeline System. *International Journal of Advanced Science and Technology*. Vol. 2. No. 3 s. 48–53.
- CLARKE J. W. 1900. Hydraulic rams their principle and construction, London [online]. [Dostęp 18.01.2014]. Dostępny w Internecie: <https://archive.org/details/hydraulicramsth03clargoog>

- Clemson 2007. Home-made hydraulic ram pump [online]. [Dostęp 1.02.2014]. Dostępny w Internecie: <http://www.clemson.edu/irrig/equip/ram.htm#Links>
- CZAPLIŃSKI A. 1994. Węgiel kamienny. Kraków. Wydaw. AGH. ISBN 978-83-89495-96-9 ss. 210.
- Derkor 2014. How does hydraulic ram work [online]. [Dostęp 27.03.2014]. Dostępny w Internecie: <http://www.rampumps.net/face/20120410150106.html>
- Fundacja Instytut na rzecz Ekorozwoju 2012. Społeczny raport o energetyce przyjaznej środowisku w województwie warmińsko-mazurskim [online]. Olsztyn. [Dostęp 14.01.2014] Dostępny w Internecie: http://powiat-plock.pl/files/sites/259/wiadomosci/53493/files/raporty_warmińsko_mazurskie_wielkopolskie_zachodniopomorskie.pdf
- GHIDAoui M.S., ZHAO M., McINNIS D.A., AXWORTHY D.H. 2005. A review of water hammer theory and practice. Applied Mechanics Reviews. Vol. 58 s. 49–76.
- Green & Carter Ltd. 2014. Products [online]. [Dostęp 18.01.2014]. Dostępny w Internecie: <http://www.greenandcarter.com/>
- GRYBOŚ R. 1998. Podstawy mechaniki płynów. Warszawa. PWN. ISBN 83-01-12553-5 ss. 314.
- GUZENDA M. 2004. Niekonwencjonalne źródła energii [online]. Departament Przedsiębiorstw Energetycznych URE. [Dostęp 18.01.2014]. Dostępny w Internecie: <http://cire.pl/pliki/2/nzrzure.pdf>
- JABŁOŃSKA M. 2010. Hydraty metanu źródłem zanieczyszczenia [online]. IPIEO. [Dostęp 18.01.2014]. Dostępny w Internecie: <http://www.inig.pl/inst/nafta-gaz/nafta-gaz/nafta-gaz-2010-03-06.pdf>
- JABŁOŃSKI W., WNUK J. 2009. Zarządzanie odnawialnymi źródłami energii. Aspekty ekonomiczno-techniczne. Wyd. 2. Sosnowiec. Ofic. Wydaw. „Humanitas”. ISBN 978-83-89275-40-0 ss. 546.
- JENNINGS G. 1996. Hydraulic ram pumps [online]. [Dostęp 3.04.2014]. Dostępny w Internecie: http://www.pssurvival.com/ps/ram_pumps/toms_hydraulic_ram_pump_and_many_more_2005.pdf
- KOŁODZIEJ B., MATYKA M. (red.) 2012. Odnawialne źródła energii. Rolnicze surowce energetyczne. Poznań. PWRiL. ISBN 978-83-09-01139-2 ss. 594.
- KOSTUŚ T. 2008. Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii w gminach województwa opolskiego. Inżynieria Rolnicza. Nr 69(104) s. 21–27.
- KOWALSKI P. 2007. Analiza zdolności tłumienia uderzenia hydraulicznego w rurociągu stalowym z boczniakiem z tworzywa sztucznego. Pr. dokt. Maszynopis. Gdańsk. PG. WILiŚ. Katedra Hydrotechniki ss. 142.
- KRUK H. 2012. Wykorzystanie źródeł energii a bezpieczeństwo energetyczne i ekologiczne Polski [online]. Gdynia. AM. [Dostęp 18.01.2014]. Dostępny w Internecie: http://zeszyty.am.gdynia.pl/artukul/Wykorzystanie%20zrodela%20energii%20a%20bezpieczenstwo%20energetyczne%20i%20ekologiczne%20Polski_133.pdf
- KWE 2006. Komunikat Komisji z dnia 19 października 2006 r. „Plan działania na rzecz racjonalizacji zużycia energii: sposoby wykorzystania potencjału” [online]. Kom. (2006) 545 wersja ostateczna. Dz.U. C 78 z 11.4.2007. [Dostęp 18.01.2014]. Dostępny w Internecie: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2006:0545:FIN:PL:PDF>
- LANDAU L.D., LIFSZYC J.M. 2009. Hydrodynamika. Warszawa. PWN. ISBN 978-83-01-15818-7 ss. 668.
- LANSFORD W. M., DUGAN W. G. 2006. An analytical and experimental study of the hydraulic ram. Bulletin of the University of Illinois (United States). Vol. 38. No. 22 ss. 70.
- LEWANDOWSKI W. 2006. Proekologiczne odnawialne źródła energii. Warszawa. WNT. ISBN 978-83-204-3660-0 ss. 432.
- ŁUSZCZ M. 2007. Rozpoznawanie złóż ropy naftowej i gazu ziemnego [online]. Radom. ITE – PIB. [Dostęp 18.01.2014]. Dostępny w Internecie: http://naftowka.pl/zsp4/media/pomoce/miner/zloza_ropy_i_gazu.pdf

- MARUCHIN W., KUTIENKOW W. 2014. Taran hydrauliczny – solidnie zapomniana stara myśl [online]. [Dostęp 18.01.2014]. Dostępny w Internecie: http://www.pinopa.republika.pl/Tarpend_pl.html
- Meribah Ram Pump 2014. Sequences of operation [online]. [Dostęp 27.03.2014]. Dostępny w Internecie: <http://www.meribah-ram-pump.com/index.php?id=32>
- MG 2009. Polityka energetyczna Polski do 2030 roku [online]. Warszawa. [Dostęp 18.01.2014]. Dostępny w Internecie: <http://www.mg.gov.pl/files/upload/8134/Polityka%20energetyczna%20ost>
- MICHNA W. 2005. Zróżnicowanie funkcji gospodarstw rolnych w ujęciu przestrzennym. Warszawa. IERiGŻ – PIB. ISBN 83-89666-22-7 ss. 71.
- MOHAMED S.N. 2007. Design and construction of a hydraulic ram pump [online]. Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies. Iss. 11 s. 59–70. [Dostęp 18.01. 2014]. Dostępny w Internecie: http://lejpt.academicdirect.org/A11/059_070.pdf
- MOLENDĄ J. 1996. Gaz ziemny. Paliwo i surowiec. Warszawa. WNT. ISBN 83-204-1515-2 ss. 586.
- NAŁĘCZ T.J., PIETKIEWICZ P. 2000a. Wpływ powietrza jako drugiej fazy na prędkość rozchodzenia się fali uderzeniowej w przewodzie wielowarstwowym. Materiały na konferencję CYLINDER 2000 „Badanie, Konstrukcja, Wytwarzanie i Eksploatacja Układów Hydraulicznych”. Szczyrk, września 2000. Gliwice. CMG KOMAG ss. 5.
- NAŁĘCZ T.J., PIETKIEWICZ P. 2000b. Wyznaczanie prędkości propagacji ciśnieniowej fali uderzeniowej w hydraulicznych przewodach zamkniętych z uwzględnieniem powietrza, jako drugiej fazy. XII Krajowa Konferencja Pneuma 2000. Kielce. Wydaw. PŚK s. 255–262.
- NIEDŹWIECKA-FILIPIAK I., BORCZ Z. 1998. Zastosowanie niekonwencjonalnych źródeł energii w infrastrukturze wsi. Inżynieria Rolnicza. Nr 1(2) s. 55–62.
- PIEKAREK M. 2006. Instalacja urządzeń lokalnych ujęć wody [online]. Poradnik dla ucznia. Radom. ITE – PIB. [Dostęp 18.01.2014]. Dostępny w Internecie: [http://www.zsb.gliwice.pl/pdf/monter_instalacji_i_urz_san/Monter_instalacji_i_ur-san_713\[02\]_Z1.07_u.pdf](http://www.zsb.gliwice.pl/pdf/monter_instalacji_i_urz_san/Monter_instalacji_i_ur-san_713[02]_Z1.07_u.pdf)
- ROSLON J. 2012. Muzeum Budownictwa Ludowego – Park Etnograficzny w Olsztynku jako produkt turystyczny [online]. W: Podaż turystyczna jako determinanta kształtowania popytu turystycznego. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Nr 701. Ekonomiczne Problemy Usług. Nr 86. Szczecin. Uniwersytet Szczeciński s. 187–198. [Dostęp 18.01.2014]. Dostępny w Internecie: http://www.wzieu.pl/zn/701/ZN_701.pdf
- SHEIKH S., HANDA C., NINAWA A. 2013. Design methodology for hydraulic ram pump (hydam) [online]. [Dostęp 18.01.2014]. Dostępny w Internecie: http://ijmerr.com/ijmerradmin/upload/ijmerr_524d02574aef3.pdf
- SILVER M. 1977. Use of hydraulic rams in Nepal [online]. [Dostęp 20.06.2014]. Dostępny w Internecie: <http://www.slideshare.net/Fifi62z/ram-pump66>
- SMOROŃ S., KOWALCZYK A. 2008. Jakość wód powierzchniowych w turystyce obszarowych Karpat Zachodnich. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 8. Z. 2b (24) s. 153–161.
- SOBIESKI W. 2008. Moje miejsca. Kanjy [online]. [Dostęp 18.01.2014]. Dostępny w Internecie: http://pracownicy.uwm.edu.pl/wojsob/miejsca/powiat_olsztynski/kanjy_taran.html
- SolarLogic 2014. How a ram pump works [online]. [Dostęp 28.03.2014]. Dostępny w Internecie: <http://www.homepower.com/how-ram-pump-works>
- SOŁOWIEJ P. 2006. Możliwości zastosowania odnawialnych źródeł energii w wybranym indywidualnym gospodarstwie rolnym. Inżynieria Rolnicza. Nr 11 s. 447–454.
- SZAFRAN M., SIKORA S. 2011. Niekonwencjonalne źródła energii w Polsce – szanse odkrycia i problemy [online]. VI Krakowska Konferencja Młodych Uczonych. Kraków, 2011. [Dostęp 18.01.2014]. Dostępny w Internecie: <http://www.oddzialywaniagazulupkowego.pl/upload/file/40.pdf>
- Urząd Statystyczny w Poznaniu 2012. Charakterystyka gospodarstw rolnych w województwie wielkopolskim [online]. W: Powszechny spis rolny 2010. Poznań. [Dostęp 18.01.2014]. Dostępny w Internecie: http://www.stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/poznan/ASSETS_charakterystyka_ksiega.pdf

- Urząd Statystyczny w Zielonej Górze 2012. Charakterystyka gospodarstw rolnych w województwie lubuskim. W: Powszechny spis rolny 2010. Zielona Góra ss. 102.
- WATT S.B. 1975. A manual on the hydraulic ram for pumping water [online]. [Dostęp 04.08.2014]. Dostępny w Internecie: [http://www.watersanitationhygiene.org/References/EH_KEY_REFERENCES/WATER/Water%20Pumping/Ram%20Pumps/Hydraulic%20Ram%20Pump%20Manual%20\(ITDG\).pdf](http://www.watersanitationhygiene.org/References/EH_KEY_REFERENCES/WATER/Water%20Pumping/Ram%20Pumps/Hydraulic%20Ram%20Pump%20Manual%20(ITDG).pdf)
- WIATKOWSKI M., ROSIK-DULEWSKA C. 2012. Stan obecny i możliwości rozwoju energetyki wodnej w województwie opolskim. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 12. Z. 2(38) s. 313–327.
- ZARĘBSKA K., BARAN P. 2010. Gaz łupkowy – niekonwencjonalne źródło energii [online]. [Dostęp 18.01.2014]. Dostępny w Internecie: http://www.profuturo.agh.edu.pl/pliki/Referaty_V_KKMU/NTIT/r175-180_Zarebska.pdf

Dariusz GRYGO, Wojciech SOBIESKI

PROPOSALS TO USE HYDRAULIC RAMS

Key words: *energy saving, hydraulic ram, renewable energy, water accumulation*

S u m m a r y

The paper contains considerations about current possibilities of the use of hydraulic rams. Several examples of potential use of this type of equipment are presented. The examples are divided into several groups to expose characteristic features of different types of customers but the division is conventional and examples presented in one group may be used also in another group. Moreover, characteristics of water sources to supply hydraulic rams are presented. The paper presents basic information about the device, principles of its work and the history of its use. The study was motivated by observations and analyses of two historical water supply systems in the region of Warmia and Mazury in Poland, one of them working continuously since 1897.

Adres do korespondencji: mgr inż. D. Grygo, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Katedra Mechaniki i Podstaw Konstrukcji Maszyn, ul. M. Oczapowskiego 11, 10-719 Olsztyn; e-mail: Dariusz.Grygo@gmail.com