

**Jan KULCZYK<sup>1</sup>, Tadeusz LISIEWICZ, Tomasz NOWAKOWSKI<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Politechnika Wrocławska  
Instytut Konstrukcji i Eksploatacji Maszyn  
ul Łukaszczyka 7/9, 50-371 Wrocław  
e-mail: jan.kulczyk@pwr.wroc.pl

## **NOWA GENERACJA FLOTY W SYSTEMIE TRANSPORTU ŁAMANEGO NA ODRZAŃSKIEJ DRODZE WODNEJ**

### **Streszczenie:**

Przedstawiono koncepcję nowej generacji floty dostosowanej do obecnych i przewidywanych w przyszłości warunków nawigacyjnych na ODW. Podane zostały wymiary główne barek pchanych, motorowych i pchacza trasowego. W przypadku pchacza określono podstawowe parametry układu napędowego. Nowa flota może współistnieć z obecnie eksploatowaną. Podane zostały koszty transportu z wykorzystaniem nowej floty. Koszty te porównano z kosztami floty obecnie eksploatowanej. Analiza została przeprowadzona dla relacji porty Gliwice / Kędzierzyn-Koźle - elektrownia Opole i elektrociepłownia Wrocław.

Słowa kluczowe: flota śródlądowa, koszty transportu, Odra

### **WPROWADZENIE**

W transporcie śródlądowym w Polsce dominuje system pchany. Liczba obecnie eksploatowanych pchaczy, barek pchanych znacznie przewyższa liczbę barek z własnym napędem. W roku 2009, w systemie pchanym przewieziono ok. 72% ładunków w tonach, w jednostkach pracy przewozowej już tylko 49%. Zestawy pchane eksploatowane są na krótkich relacjach krajowych. Średnia odległość przewozów wynosiła 127 km. Średnia odległość przewozu barkami z własnym napędem wynosiła 325 km [7]. Barki te eksploatowane są przede wszystkim w relacjach międzynarodowych. Jeśli analizować śródlądową flotę towarową, to są to jednostki projektowane i przystosowane do eksploatacji na ODW. Podstawowa flota śródlądowa obecnie eksploatowana była projektowana w latach 50 i 60 ubiegłego wieku. Z ogólnej liczby 104 obecnie eksploatowanych barek motorowych, 100 to jednostki zbudowane przed rokiem 1970. Są to w zasadzie barki typu BM500. W przypadku floty pchanej, sytuacja jest korzystniejsza. Dominuje pchacz typu BIZON, budowany w latach 70 i 80. Z ogólnej liczby 507 eksploatowanych barek pchanych, prawie 55% została zbudowana po roku 1980. Na ogólną liczbę 203 pchaczy, 52 pchacze zostały oddane do użytku po roku 1980. Do roku 1990 były prowadzone prace projektowe nad nową generacją floty towarowej przystosowanej do eksploatacji na polskich i europejskich drogach wodnych. Zbudowano kilka pojedynczych jednostek. Przemiany po roku 1990 spowodowały, że programy wymiany floty zostały zaniechane.

### **1. BARKI PCHANE**

Podstawowe parametry projektowanych i zbudowanych w Polsce barek pchanych przystosowanych do eksploatacji na Odrze przedstawiono w tab. 1.

Tabela. 1. Podstawowe dane eksploatacyjne barek pchanych.

Typ barki	Wymiary główne [m]			Zanurzenie [m]/ ładowność [t]				
	L <sub>c</sub>	B <sub>c</sub>	H	1,2	1,4	1,6	1,7	2,0
Czarnowąsy	70,05	9,00	2,30	493	616	737	798	983
OBP-500	45,13	8,98	1,70	322	399	475	-	-
BP-500	45,00	8,98	1,70	336	412	488	-	-
BPC-500	45,20	9,00	1,80	332	409	486	-	-
BPP-500	47,00	8,70	1,70	367	444	502*	-	-
INBAT	48,75	9,00	2,20	412	498	587,5	634	-
BPN	52,00	9,00	1,80	389	480	571	617	-
BPPN	52,00	9,00	1,80	404	495	586	632	-

\*ładowność przy zanurzeniu T=1,55m

Źródło: Opracowanie własne

Barka pchana CZARNOWĄSY projektowana była w latach 70 z przeznaczeniem do transportu węgla z Gliwic do elektrowni Opole. Barka typu INBAT opracowana została w latach 2001-2004 w trakcie realizacji V Programu Ramowego UE pod tytułem: **INNOVATIVE BARGE TRAINS FOR EFFECTIVE TRANSPORT ON SHALLOW WATERS (INBAT)** [3]. Barki typu BPP-500 i BPPN to jednostki typu pełnopokładowego. Przeznaczone są do transportu ładunków masowych w tym węgla. Obecnie w transporcie węgla na Odrze wykorzystywane są barki pchane pokładowe typu BPP-500 lub pozostałe serii BP-500. W tabeli zamieszczono wymiary główne nowej generacji barek pchanych (BPN, BPPN) przystosowanych do transportu ładunków masowych na Odrze.

## 2. PCHACZE

Podstawowym pchaczem eksploatowanym na Odrze i przez największego armatora ODRATRANS, jest pchacz BIZON III. Jego koncepcja została opracowana w latach 60 ubiegłego wieku. Stał się wzorcem dla nowych projektów (KOZIOROŻEC, MUFLON, KARIBU), które jednak z uwagi na kryzys i postępującą degradację ODW, nie znalazły szerszego zastosowania. W tabl. 1 podano wykaz pchaczy projektowanych, zbudowanych i eksploatowanych na polskich drogach wodnych.

Tabl. 2. Dane pchaczy projektowanych i zbudowanych w Polsce [2]

Lp	Typ	Wymiary główne L <sub>c</sub> x B <sub>c</sub> x H x T [m]	Napęd		Przeznaczenie, rejon pływania wg PRS
			Moc [kW]	Pędnik, typ, średnica [m]	
1	BIZON III	20,9x8,28x2,7x1,1	2x155	Ka4-55 w dyszy 19A, 1,26	Trasowy, Odra 3
2	BIZON III ZMODYFIKOWANY	20,9x8,28x2,7x1,1	2x221	Ka4-55 w dyszy 19A, 1,26	Trasowy, Odra 3
3	KOZIOROŻEC	20,5x8,65x1,6x0,8	2x141	Ka4-55 w dyszy 19A, 0,9	Trasowy, Odra
4	MUFLON	23x8,98x2x1,15	2x283	Ka4-55 w dyszy 19A, 1,3	Trasowy, Odra
5	KARIBU	25x8,2x1,9x1	2x143	Ka4-55 w dyszy 19A, 1,14	Trasowy, Odra
6	INBAT	20,5x9x1,4x0,6	2x123 1x166	D=0,7m D=1,2m	Odra, Łaba
7	PNG	14x9x2x1,2	2x221	Ka4-70 w dyszy 19A, 1,3	Trasowy, Odra

Źródło: Opracowanie własne.

Pchacz INBAT opracowany w trakcie realizacji projektu w ramach V Programu Ramowego, przystosowany jest do eksploatacji na wodach bardzo płytkich. Zastosowano niekonwencjonalny układ napędowy: 2 boczne silniki o mocy 123 kW każdy, napędzające pędniki śrubowe w dyszy o średnicy D=0,7m, oraz 1 silnik centralny o mocy 166 kW napędzający śrubę w dyszy o średnicy D=1,2m. Pędnik ten w przypadku eksploatacji na

wodach płytkich jest chowany w kadłubie pchacza. W zależności od warunków hydrotechnicznych, mogą pracować tylko dwa boczne silniki, jeden środkowy lub wszystkie trzy. Umożliwia to eksploatację zestawu przy bardzo zróżnicowanych warunkach nawigacyjnych. Pchacz BIZON III zmodyfikowany, to pchacz, w którym dotychczasowe silniki napędu głównego typu WOLA, wymieniono na silniki nowej generacji typu VOLVO. **UWARUNKOWANIA HYDROTECHNICZNE I PRAWNE WYMIAROWANIA FLOTY ŚRÓDLĄDOWEJ**

Podstawowym aktem prawnym mającym wpływ na standard wyposażenia jest Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 12 grudnia 2006r. ustanawiająca wymagania techniczne dla statków żeglugi śródlądowej i uchylająca dyrektywę Rady 82/714/EWG. Formalnie obowiązuje od 1 stycznia 2007r. Oprócz nielicznych szczegółowych wymagań większość ma charakter ogólny, lub odsyła do bardziej szczegółowych przepisów innych instytucji (np. przepisów Komisji Reńskiej, Dunajskiej, instytucji klasyfikacyjnych). Dyrektywa UE podaje ogólne zasady wymiarowania i standardów wyposażenia. Szczegółowe przepisy określone są przez organa administracji krajowej.

W Polsce wymiary floty śródlądowej określone są przez Regionalne Zarządy Dróg Wodnych, Inspektoraty Żeglugi Śródlądowej. Przepisy określają maksymalne dopuszczalne wymiary floty na administrowanych odcinakach dróg wodnych. Szczegółowe rozwiązania techniczne, standardy wyposażenia regulowane są przez instytucje klasyfikacyjne. W Polsce rolę tę spełnia Polski Rejestr Statków. Obecnie obowiązują przepisy z roku 2004. Jest to już 5 edycja przepisów od roku 1945. Każda nowa edycja przepisów wpływa na stosowane rozwiązania techniczne. Z zasady rozwiązania te wpływają pozytywnie na wzrost bezpieczeństwa i warunków pracy załogi. Wiąże się to jednak często z niekorzystnym wpływem na koszty budowy i eksploatacji. Zasadnicze zmiany to:

- preferencja rozwiązań kadłuba o konstrukcji dna i burt podwójnych,
- większa liczba grodzi wymagana przepisami o niezatapialności,
- konieczność rozdzielania zbiorników o różnym przeznaczeniu,
- zaostżenia wymagań co do właściwości manewrowych,
- wymóg stosowania sterów dziobowych dla statków o długości powyżej 80m,
- nowe zaostżone przepisy związane i ochroną ppoż, i stosowaniem instalacji gazowych do celów bytowych,
- konieczność stosowania radarów i szereg innych elementów wyposażenia nawigacyjnego.

Wymóg podwójnego dna powoduje wzrost ciężaru konstrukcji, a tym samym spadek ładowności. Wymagania odnośnie zaostżenia właściwości manewrowych, stosowanie sterów dziobowych powoduje wzrost mocy silników, co prowadzi do wzrostu kosztów paliwa. Nie zawsze jest to zrekompensowane stosowaniem bardziej sprawnych silników spalinowych nowej generacji.

W projektowaniu i budowie nowych jednostek dąży się do budowy statków o wymiarach maksymalnie wykorzystujących warunki hydrotechniczne na drodze wodnej. Warunek ten jest trudny do spełnienia w warunkach Odrzańskiej Drogi Wodnej. ODW jest drogą wodną niejednorodną o zmiennych właściwościach hydrologicznych i zróżnicowanych parametrach budowli hydrotechnicznych.

Wymiary poziome floty ograniczone są wymiarami śluz na Kanale Gliwickim i odcinku Odry skanalizowanej. Dopuszczalna długość statku w przypadku Kanału Gliwickiego nie może przekraczać 70m. Szerokość determinowana jest szerokością śluz na Odrze. Przy

szerokości 9,6 m większości z 23 śluz na Odrze, dopuszczalna szerokość statku wynosi ok. 9m. Długość zestawu pchanego przy określonej szerokości ograniczona jest szerokością szlaku na Odrze swobodnie płynącej i wielkością promieni zakoli. Dopuszczalna długość wynosi 118m. Zanurzenie statku uwarunkowane jest warunkami hydrologicznymi na drodze wodnej. Dla Odry skanalizowanej dopuszczalne zanurzenie wynosi 1,7m. Na kanale Gliwickim teoretycznie możliwa jest eksploatacja floty o zanurzeniu 2,5m. Wieloletnie zaniedbania w utrzymaniu odpowiedniej głębokości kanału sprawiły, że obecnie nie przekracza się zanurzenia 1,7m. Zanurzenia te gwarantowane są w zasadzie przez cały obowiązujący okres nawigacyjny. Ustawowo trwa on od 15 marca do 15 grudnia.

Na Odrze swobodnie płynącej eksploatacja przy zanurzeniu 1,7m była możliwa przy wysokiej i średniej wodzie żeglownej. Przy niskiej wodzie żeglownej zanurzenie nie przekraczało 1,4 m. Przeciętne średnie zanurzenie na odcinku Odry swobodnie płynącej, w okresie lat 1980-2000 wynosiło ok. 1,5m.

Od kilku lat na Odrze swobodnie płynącej transport śródlądowy realizowany jest sporadycznie. Powodem tego jest erozja dna poniżej stopnia wodnego Brzeg Dolny. Regularna żegluga będzie możliwa po ukończeniu budowanego od roku 1997 stopnia wodnego w Malczycach.

Uwzględniając wszystkie powyższe ograniczenia zakładając, że:

- stopień wodny w Malczycach zostanie ukończony,
- transport realizowany będzie na całej ODW,
- sprawna będzie flota obecnie eksploatowana,
- wymiary główne (LxBxHxT) nowej generacji floty wynosić będą:
  - pchacz PNG 14x9x2x1,2 m
  - barka pchana BPN, BPPN 52x9x1,8x1,8 m
  - barka motorowa BMN 70x9x1,8x1,7 m
  - zestaw pchany PNG+2BP 118x9 m
  - zestaw kombi (BMN+BP) 122x9 m.

Zestawy kombi są powszechnie eksploatowane na drogach wodnych Europy. Wykorzystują one jeszcze barki holowane. W Polsce z uwagi na niską moc układów napędowych barek motorowych (BM-500), system ten nie znalazł szerszego zastosowania. W przedstawionej propozycji zakłada się, że nowa generacja barek motorowych będzie wyposażona w silniki napędu głównego o mocy wystarczającej do eksploatacji tych barek w systemie kombi. Nowa generacja barek motorowych w układzie z barkami pchanymi obecnie eksploatowanymi nie przekroczy obecnie obowiązującej maksymalnej długości zestawu (118 m). Zakłada się, że wyposażenie nowej barki pchanej w ster dziobowy, wprowadzenie łamanych zestawów pchanych pozwoli na eksploatację zestawu na Odrze o długościach większych od obecnie obowiązujących.

Ładowność nowej generacji barek pchanych w zależności od zanurzenia podane zostały w tabeli 1. Barka pchana typu BPPN to barka pokładowa przystosowana do przewozu ładunków masowych. Barka typu BPN to barka samotrymowna, o podwójnych burtach, jednej ładowni o wymiarach przystosowanych do transportu kontenerów. Możliwy jest przy określonych warunkach nawigacyjnych transport dwu warstw kontenerów [ 4].

Proponowane wymiary pchacza trasowego zasadniczo różnią się od obecnie eksploatowanych. Zwiększenie szerokości i zanurzenia konstrukcyjnego zapewnia odpowiednią wyporność. Obecnie eksploatowane pchacze mają wyporność rzędu 100-110 ton. Nowo proponowany posiada wyporność tego samego rzędu, co pozwala na spełnienie wszystkich wymogów związanych z wymaganymi standardami wyposażenia.

#### 4. UKŁAD NAPĘDOWY FLOTY NOWEJ GENERACJI

Zużycie paliwa to istotny czynnik wpływający na koszty transportu w tym na środowisko naturalne. Szczegółowa analiza oporowa napędowa wykonana w ramach projektu INBAT [3], wykazała, że optymalna moc napędu floty eksploatowanej na ODW wynosi ok. 400 kW. Wartość ta odnosi się do przypadku eksploatacji floty przy maksymalnym dopuszczalnym zanurzeniu. Moc ta zapewnia również spełnienie wymagań jakie wynikają z przepisów reńskich. Oznacza to, że nowa generacja floty może być eksploatowana na drogach wodnych Europy. Z uwagi jednak na małe projektowane zanurzenie koszty eksploatacji mogą przekraczać wpływy z usług transportowych. Na drogach wodnych UE zakłada się, że minimalne zanurzenie, przy którym armator nie ponosi strat to 2m [1].

Szczegółowa analiza doboru układu napędowego została przeprowadzona dla nowego pchacza. Przy zanurzeniu  $T=1,2$  m, maksymalna średnica pędnika śrubowego nie może przekraczać 1,4 m. W oparciu o charakterystyki hydrodynamiczne serii śrub Ka w dyszy nr 19a. przeprowadzono analizę dla zakresu średnic  $D=1,2$  do 1,35m. przy nominalnej mocy jednego silnika  $P_B=221$  kW i obrotach  $n=30$   $\text{sek}^{-1}$ . Przyjęto ten sam silnik (VOLVO D9-300), jaki zastosowano w zmodyfikowanych pchaczach BIZON III. Uwzględniając takie elementy jak:

- zużycie paliwa,
- napór na uwięzi,
- przeciążenie układu momentem w warunkach pracy na uwięzi,
- stosunek średnicy pędnika do zanurzenia,
- wielkość wzniosu tunelu śrubowego,

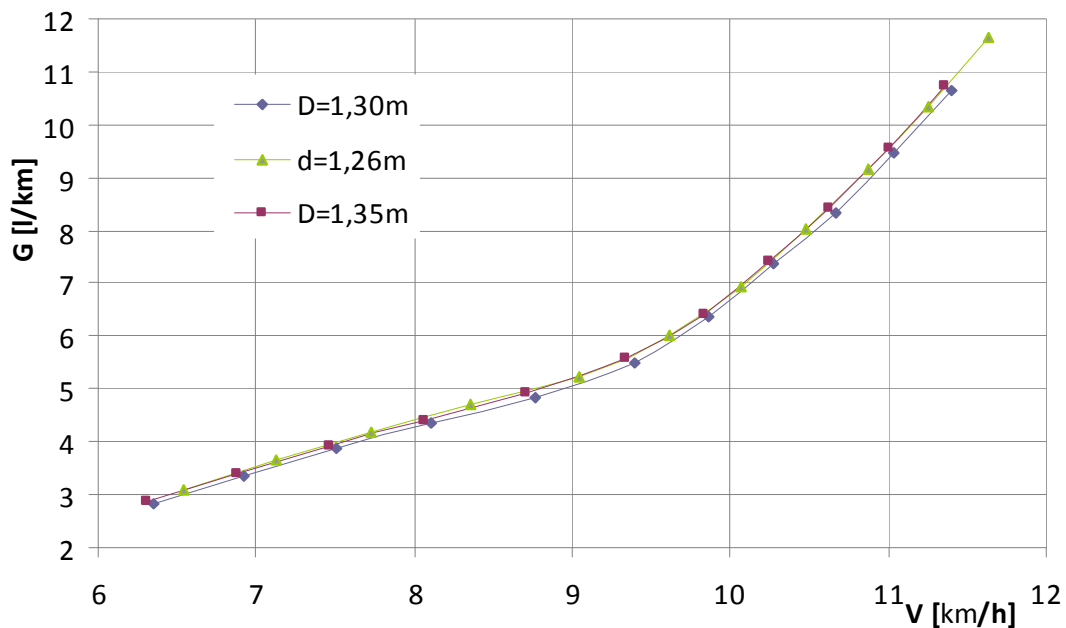
za najkorzystniejsze rozwiązanie uznany został pędnik o parametrach:

- typ pędnika - Ka4-70 w dyszy 19a,
- średnica -  $D=1,3$ m,
- współczynnik skoku –  $P/D=1,119$
- obroty nominalne pędnika -  $5,555$   $\text{sek}^{-1}$ , (przełożenie przekładni  $i=5,4$ ),
- nominalny punkt pracy przy prędkości -  $V=3,6$  m/s
- napór w punkcie projektowym –  $T=2 \times 30,28$  kN
- napór na uwięzi ( $V=0$ )  $T_{V=0}= 2 \times 45,15$  kN
- przeciążenie silnika momentem w warunkach pracy na uwięzi – 1,033.

Wielkość zużycia paliwa dla określonych warunków nawigacyjnych dla wybranych średnic pędnika przedstawiono na rys. 1. Obliczenia wykonano w oparciu o własny system obliczeniowy zużycia paliwa dla różnych warunków nawigacyjnych [5]. W całym zakresie możliwych prędkości pływania wybrany pędnik zapewnia najmniejsze zużycie paliwa. Przeciążenia silnika momentem nie stanowi zagrożenia dla trwałości i niezawodności układu napędowego.

Zakłada się, że nowa generacja barek motorowych będzie wyposażona w główne silniki napędowe o mocy identycznej z mocą nowej generacji pchacza. Taka moc umożliwia eksploatację barek motorowych w systemie kombi. Stosowanie tego samego typu głównych silników napędowych może prowadzić do obniżenia kosztów budowy i eksploatacji floty.

## Jednostkowe zużycie paliwa



Rys. 1. Jednostkowe zużycie paliwa w zależności od typu pędnika

## 5. KOSZTY EKSPLOATACJI NOWEJ GENERACJI FLOTY

Koszty zostaną podane w oparciu o dane ODRATRANS [6]. Z uwagi na obecnie stosowane technologie koszty zostaną określone dla scalonego i klasycznego systemu pchanego. System scalony to system w którym pchacz jest na stałe związany z barkami pchanymi. Pchacz oczekuje na załadunek i rozładunek barek. Jest to zaprzeczenie systemu pchanego. W systemie klasycznym pchacz nie oczekuje na załadunek i rozładunek barek. Szczegółowe zasady określenia kosztów przedstawione zostaną dla relacji Gliwice – Elektrownia Opole (Dobrzeń) – Gliwice. W określeniu kosztów uwzględnia się parametry hydrotechniczne na drodze wodnej. Obliczenia wykonane zostały dla:

- zestawu pchanego BIZON +2xBP500,
- zestawu nowej generacji PNG+2xBPN,
- system kombi BMN+ BP500.

W ocenie kosztów uwzględniono:

- średni czas eksploatacji w sezonie nawigacyjnym - 250 dni (4000 godz),
- czas obsługi technologicznej floty w roku – 120 h,
- czasy rejsu okrężnego, ilość niezbędnej floty, liczbę rejsów w roku,
- liczbę pchaczy manewrowych,
- koszty amortyzacji floty, remontów bieżących i okresowych ,
- koszty usług obcych,
- koszty pozostałe (ogólne, opłaty kanałowe, ubezpieczenia).

Koszty usług obcych to koszty opłat dla dzierżawców. Wynikają one z zasad eksploatacji floty obowiązującej w ODRATRANS. Wynikają one z zasad eksploatacji floty obowiązującej w ODRATRANS. Jako właściciel floty ODRATRANS wydierżawia ją załodze. Załoga realizuje zadania transportowe. Odratrans zabezpiecza podaż ładunków, pobiera opłaty za wykonaną pracę transportową (fracht), odprowadzając część zysków dla

dzierżawców. Koszty remontu dla zestawu obecnie eksploatowanego oparte zostały na podstawie faktur za wykonane prace remontowe. W tabl. 3 przedstawiono zapotrzebowanie floty jednostkowe koszty transportu w zależności od typu floty i wielkości przewozów.

Tabl. 3. Koszty jednostkowe transportu węgla do elektrowni Opole

Flota		1 mln		2 mln		3 mln	
		Scalony	Klasycz.	Scalony	Klasycz.	Scalony	Klasycz.
BIZON+ 2xBP500	Liczba pchaczy	13,6	11,24	27,2	22,5	40,8	33,7
	Liczba barek	27,2	26,48	54,4	53	81,6	78,6
	Pchacze manewrowe	-	2	-	2	-	2
	Koszty jednostk zł/t	12,656	13,005	12,217	12,292	11,886	11,850
	Koszty pracy zł/tkm	0,1205	0,1239	0,1164	0,1171	0,1132	0,1129
PNG+ 2xBPN	Liczba pchaczy	10,51	8,62	21,02	17,24	31,53	25,86
	Liczba barek	21,02	21,24	42,04	42,84	63,03	63,72
	Pchacze manewrowe	-	2	-	2	-	2
	Koszty jednostk zł/t	11,899	12,225	11,679	11,746	11,513	11,474
	Koszty pracy zł/tkm	0,1133	0,1163	0,1112	0,1119	0,1096	0,1093
System KOMBI BMN+ BP500	Barki motorowe	9,81		19,02		28,53	
	Liczba barek	7,72		15,44		23,16	
	Pchacze manewrowe	2		2		2	
	Koszty jednostk zł/t	10,272		9,888		9,667	
	Koszty pracy zł/tkm	0,0960		0,0924		0,0903	

Źródło: Opracowanie własne.

Koszty zostały określone przy założeniu, że w drodze powrotnej barki płyną bez ładunku. W klasycznym systemie pchanym dodatkowo niezbędne są dwa pchacze manewrowe. Operują one w portach za i rozładunku. Korzyści z eksploatacji nowej generacji floty wynikają z jej większej ładowności. Korzystnych relacji dla systemu KOMBI należało się spodziewać. Jest to system powszechnie eksploatowany na drogach Europy Zachodniej. W Polsce nie był rozpowszechniony z uwagi na niewystarczającą moc głównych silników napędowych stosowanych na barkach BM-500. Jednostkowe koszty pracy transportowej zależą od długości trasy. W relacji Gliwice - Wrocław są niższe o 5-6% w stosunku do kosztów w relacji Gliwice –elektrownia Opole. Dla relacji Gliwice –Szczecin, przy założeniu transportu ładunku tylko w jednym kierunku, koszty są ponad 50% niższe od kosztów transportu do elektrowni Opole.

## WNIOSKI KOŃCOWE

Flota nowej generacji z uwagi na większą ładowność wykazują wyższą efektywność w stosunku do floty obecnie eksploatowanej. Wzrost ładowności jest wynikiem zmniejszenia wymiarów pchacza, co przy maksymalnej dopuszczalnej długości zestawu umożliwia wzrost długości barek pchanych. Jeśli jednak uwzględnić koszty inwestycji nowej generacji floty, to budowa nowej floty z przeznaczeniem tylko transportu węgla do elektrowni Opole nie ma ekonomicznego uzasadnienia. Wynika to z dynamicznej metody oceny efektywności inwestycji [7]. Stąd proponowana nowa generacja floty przystosowana jest nie tylko do transportu węgla w relacji Gliwice - elektrownia Opole, ale na całej długości ODW, łącznie z możliwością eksploatacji na drogach wodnych UE. Przy takim założeniu budowa nowej floty ma uzasadnienie ekonomiczne. Celowość inwestycji w nową flotę wzrasta znacząco, jeśli założyć transport ładunku w obu kierunkach.

**Adknowledge:** Praca powstała w ramach realizacji programu badawczego rozwojowego Nr 10-0003-04 finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.

### BIBLIOGRAFIA

- [1] Bialonski W.; Renner V.; Technische und wirtschaftliche Konzepte für flussangepasste Binnenschiffe, Europäisches Entwicklungszentrum für Binnen- und Küstenschifffahrt, Versuchsanstalt für Binnenschiffbau e.V., Duisburg, Bericht 1701, Juli 2004,
- [2] Dokumentacja projektowa BPiSTR i NAVICENTRUM, Wrocław 1960-2000.
- [3] INBAT - Innovative Barge Trains for Effective Transport on Shallow Waters, V Program Ramowy UE, Politechnika Wrocławska, Instytut Konstrukcji i Eksploatacji Maszyn, Odratrans, Navicentrum, Dokumentacja Robocza 2000-2004..
- [4] Kulczyk J.; Skupień E.; Uwarunkowania transportu kontenerów na Odrze, Logistyka, Nr 4/2010
- [5] Kulczyk Jan, Sradomski Waldemar, Tabaczek Tomasz.: Optimization of inland vessel multipropeller propulsion system operating parameters. W: Computer systems aided science, industry and transport. TRANSCOMP 2006. 10th International conference, Zakopane, 4-7 December 2006 / [Ed. by Z. Łukasik, Z. Strzyżakowski]. Radom: Institute for Sustainable Technologies, [2006]. s. 447-454 6 rys., bibliogr. 4 poz.
- [6] Kulczyk J. Lisiewicz T.; Zaktualizowane koszty wg stanu na rok 2010, Instytut Konstrukcji i Eksploatacji Maszyn, Dokumentacja Robocza, listopad, 2010.
- [7] Lisiewicz T. Flota nowej generacji. Ocena efektywności inwestycji. Instytut Konstrukcji i Eksploatacji Maszyn, Dokumentacja Robocza, grudzień, 2010.
- [8] Transport – wyniki działalności w 2009 r. GUS, Warszawa 2010, [www.stat.gov.pl](http://www.stat.gov.pl),

### NEW GENERATION OF FLEET IN COMBINED TRANSPORT SYSTEM ON THE ODW

#### Abstract:

In the paper, there is presented conception of a new generation of fleet adapted to the actual and predicted in future conditions for navigation on the ODW. There are given main dimensions of pushed barges, motor barges and pusher-tug. For the pusher-tug case the basic parameters of the propulsion system were specified. The new fleet can coexist with the one which is currently operated. Transport costs with using the new fleet are given. These costs were compared with the costs of the fleet currently operated. The analysis was performed for the shipping route ports Gliwice / Kędzierzyn-Koźle - a power plant in Opole and combined heat and power plant in Wrocław.

Key words: inland fleet, transportation costs, Odra.