

# Centrum logistyczne na Bugu jako element drogi wodnej E40

**Krzysztof Wachowski**

Białystok University of Technology, Faculty of Engineering Management

e-mail: sk.wachowski@gmail.com

**Stanisław Walukiewicz** 

Białystok University of Technology, Faculty of Engineering Management

e-mail: s.walukiewicz@pb.edu.pl

## Streszczenie

W tym artykule przeglądowym omówiono możliwości transportowe międzynarodowej drogi wodnej E40 będącej częścią transeuropejskiej sieci transportowej TEN-T. Aby określić jej znaczenie, porównano śródlądowe drogi wodne Polski i Niemiec. Na podstawie tej analizy przedyskutowano problem lokalizacji centrum logistycznego na Bugu jako kluczowego elementu w modernizacji tej drogi wodnej. Pokazano, że proponowana modernizacja drogi wodnej E40 i lokalizacja centrum logistycznego na Bugu przyczyni się nie tylko do rozwoju transportu drogami wodnymi, tego najbardziej ekonomicznego i ekologicznego rodzaju transportu towarów masowych, ale da też wiele innych istotnych korzyści ekonomiczno-społecznych.

## Słowa kluczowe

międzynarodowa droga wodna E40, TEN-T, centrum logistyczne, stopień wodny

## Wstęp

Mimo znacznej długości dróg wodnych w Polsce, pod względem wielkości przewozów, jak i pracy przewozowej udział tej gałęzi transportu w obsłudze ładunków wynosił 0,3%, podczas gdy jeszcze w 1980 roku było to 1,2% [Rolbiecki, 2014, s. 59]. Zupełnie odmienna sytuacja jest w krajach o podobnych warunkach geogra-

ficznych, np. w Niemczech. W Polsce istnieje konieczność przeniesienia części strumienia towarów z transportu kołowego na transport wodny śródlądowy, zwłaszcza w miejscach, w których zlokalizowane są porty morskie. Działania te pozwoliłyby na rozwiązanie wielu problemów gospodarki wodnej, z jakimi boryka się Polska od wielu lat.

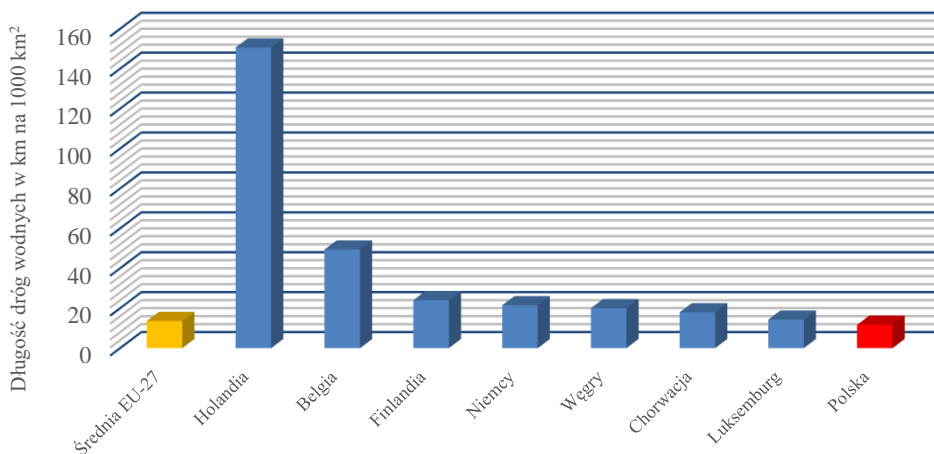
Rozwój śródlądowych dróg wodnych w Polsce to nie tylko sposób na przejęcie części ładunków przez bardziej ekologiczny i ekonomiczny rodzaj transportu, ale również gwarant odpowiedniej ochrony przeciwpowodziowej, a także odpowiedniego zabezpieczenia potrzeb gospodarki wodnej w okresach klęsk suszy. Z zasobami wodnymi na jednego mieszkańca, wynoszącymi mniej niż 1700m<sup>3</sup>/rok, Polska plasuje się wśród tych państw, którym grozi deficyt wodny, gdyż średnia ilość wody przypadająca na jednego mieszkańca Europy jest 2,7 razy większa i wynosi 4500m<sup>3</sup>/rok. Spośród krajów UE-27 mniejszymi zasobami w przeliczeniu na 1 mieszkańca charakteryzują się jedynie Cypr i Czechy, a w przeliczeniu na jednostkę powierzchni – tylko Cypr i Rumunia [Rolbiecki, 2014, s. 59-73].

Zatem Polsce grozi brak wody i w artykule stawia się tezę, że modernizacja drogi wodnej E40 przyczyniłaby się w istotny sposób do rozwiązania tego problemu na znacznej części naszego kraju. Prócz tego zmodernizowana droga wodna E40 umożliwiłaby śródlądowy transport wodny między portami Morza Północnego i Morza Czarnego. W ten sposób powstałaby transeuropejska sieć dróg wodnych światowej (międzynarodowej) klasy, co dałoby trudne do przecenienia efekty ekonomiczne (rozwój Polski wschodniej) i polityczno-społeczne (współpraca z Białorusią i Ukrainą). Oczywiście, modernizacja drogi wodnej E40, tak jak to przedstawiono w artykule, wymaga poważnych nakładów inwestycyjnych, ale po odpowiednim przedstawieniu tej idei na forum Unii Europejskiej, są pewne szanse, aby taki pomysł stał się projektem unijnym. Ponieważ najważniejszymi elementami tej transeuropejskiej sieci są Polska i Niemcy, to w następnym punkcie porównano żeglugę śródlądową w tych krajach.

## **1. Żegluga śródlądowa w Polsce i Niemczech**

Żegluga śródlądowa odgrywa niewielką rolę w polskim systemie transportowym, do czego przyczynił się brak inwestycji w ostatnich latach, jak też czynniki naturalne (obszary objęte programem ochronnym Natura 2000) oraz niedostateczne zagospodarowanie wszystkich dróg żeglugowych (kanały, rzeki skanalizowane i swobodnie płynące), jak i ich parametrów żeglugowych (głębokość i szerokość torów wodnych, wymiary śluz, wysokość mostów itp.).

Chociaż polska sieć rzeczna jest jedną z lepiej rozwiniętych w Europie, to rzeki żeglugowe w istotnym stopniu różnią się poziomem żeglowności od tego w państwach zachodnioeuropejskich. O korzystnych warunkach naturalnych dla rozwoju żeglugi śródlądowej w Polsce świadczy także stosunkowo wysoki wskaźnik gęstości sieci. W Polsce przypada 11,69 km dróg żeglugowych na 1000 km<sup>2</sup>, a średnio w UE-27 tylko 13,62 km/1000 km<sup>2</sup>, co klasyfikuje Polskę na ósmym miejscu zaraz za takimi państwami: jak Holandia, Belgia, Finlandia, Niemcy, Węgry, Chorwacja i Luksemburg (rys. 1).



**Rys. 1.** Gęstość sieci śródlądowych dróg wodnych w krajach UE

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Statistical Pocketbook 2019, Mobility and Transport: Infrastructure, European Commission [28.12.2019].

Według danych GUS 2019, w 2018 roku długość sieci śródlądowych dróg wodnych w Polsce wyniosła 3653,5 km, z czego 2425 km stanowiły uregulowane rzeki żeglowne, 635,3 km skanalizowane odcinki rzek, 334,6 km – kanały, a 258,6 km – jeziora żeglowne. Przez żeglugę eksploatowanych było 3336 km (91,21%) dróg żeglownych. Spośród wszystkich klas dróg śródlądowych w Polsce występuje najwięcej tych o znaczeniu regionalnym. Do tych dróg zaliczamy drogi klasy I, II oraz III, które umożliwiają sprawne poruszanie się, wyłącznie jednostek o niewielkich rozmiarach. Najmniej jest w Polsce dróg wodnych o znaczeniu międzynarodowym (drogi klasy IV, Va oraz Vb) umożliwiające poruszanie się nowoczesnym transportowcom [Deja, Kopec, Michałowski, 2017, s. 517] (rys. 2). Ta klasyfikacja wynika z wymogów Konwencji AGN (Umowa Europejska Głównych Drogach Wodnych

Międzynarodowego Znaczenia), której celem jest stworzenie europejskiej sieci śródlądowych dróg wodnych.



**Rys. 2.** Aktualny stan śródlądowych dróg wodnych w Polsce

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych udostępnionych na portalu [www.kongres-morski.pl](http://www.kongres-morski.pl) [27. 05.2020].

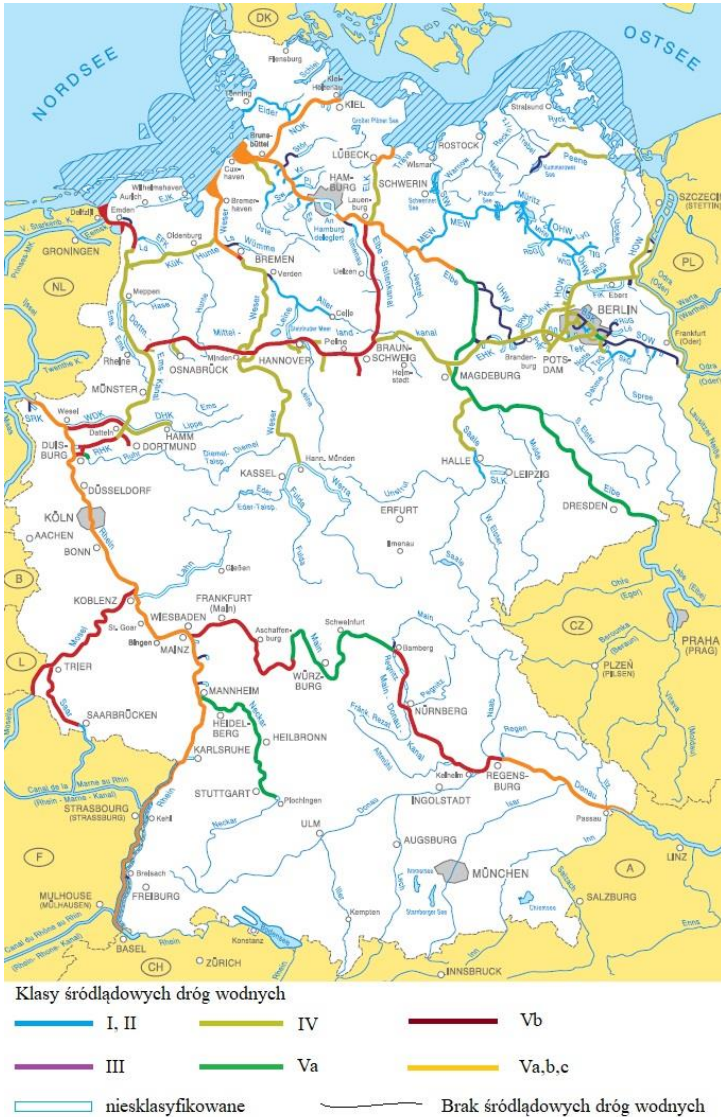
Wymagania stawiane drogom o znaczeniu międzynarodowym według klasyfikacji zatwierdzonej w 1992 roku przez Europejską Komisję Gospodarczą Organizacji Narodów Zjednoczonych (EKG ONZ) i European Conference of European Ministers of Transport (ECMT), to jest drogom klasy IV oraz V w 2018 roku spełniało w Polsce tylko 5,6% dróg wodnych, czyli 206 km [Świerczewska-Pietras, 2018, s. 42]. Pozostała sieć dróg wodnych tworzą drogi o znaczeniu regionalnym klasy I, II oraz III, których łączna długość w 2018 roku wyniosła 3447,6 km.

Eksploracja śródlądowych dróg wodnych przebiega na niewielkich odcinkach polskich rzek, mimo że przez Polskę przebiegają trzy śródlądowe szlaki wodne:

- E30 łączący Morze Bałtyckie z Dunajem w Bratysławie, obejmując po stronie polskiej Odrę, od Świnoujścia do granicy z Czechami;
- E40 – łączący Morze Bałtyckie w Gdańsku z Dnieprem w rejonie Czarnobyła, kolejno idąc przez Kijów, Nową Kachówkę i Chersoń z Morzem Czarnym i obejmujący na terenie Polski Wisłę od Gdańska do Warszawy, Narew oraz Bug do Brześcia;
- E70 – łączący Holandię z Rosją i Litwą, obejmujący na terenie Polski Odrę od ujścia kanału Odra–Hawela do ujścia Warty w Kostrzynie, drogę wodną Wisła–Odra oraz od Bydgoszczy dolną Wisłę i Szkarpawę lub Wisłę Gdańską.

Natomiast sieć śródlądowych dróg wodnych Federacji Niemieckiej ma długość 7300 km, z czego około 75% stanowią rzeki, a 25% kanały. Z tych 7300 km około 6550 km to śródlądowe drogi wodne, a pozostałe 690 km to drogi na wybrzeżu (bez zewnętrznych obszarów dostępu do morza) [ [www.binnenschiff.de](http://www.binnenschiff.de), 27.05.2020].

Państwowa administracja dróg wodnych i żeglugi jest odpowiedzialna za obsługę, rozbudowę i budowę federalnych dróg wodnych. Najważniejsze konstrukcje obejmują 450 systemów śluz, 307 systemów jazowych, dwa wyciągi łodzi, osiem barier, 40 mostów kanałowych, 1300 mostów drogowych i kolejowych (w tym 31 ruchowych), 354 przepustów, dwie tamy oraz 4 bariery przeciwsztormowe. Zgodnie z systemem europejskiej klasyfikacji śródlądowych dróg wodnych 70% niemieckich dróg wodnych ma znaczenie międzynarodowe. Pozostała część to 17% ma znaczenie krajowe a 13% nie jest klasyfikowanych lub nie obsługuje ogólnego ruchu (rys. 3) [ [www.binnenschiff.de](http://www.binnenschiff.de), 27.05.2020].



rys. 3. Aktualne klasy śródlądowych dróg wodnych Niemiec

Źródło: [www.binnenschiff.de](http://www.binnenschiff.de) [27. 05.2020].

Drogi o znaczeniu międzynarodowym, tak jak w Polsce, są częścią sieci TEN-T. W przeciwieństwie jednak do Polski, na terenie której przebiegają trzy szlaki międzynarodowe, przez Niemcy biegnie ich aż cztery, a mianowicie:

- E10 – Ren – Alpy,
- E20 – Ren – Dunaj,
- E70 – Morze Północne – Morze Bałtyckie,
- E80 – Morze Czarne – wschodnia część regionu Morza Śródziemnego.

W obrębie tych szlaków funkcjonuje ponad 100 nowoczesnych publicznych portów morskich i śródlądowych. Do najważniejszych niemieckich portów zaliczyć można: Ruhrort – największy port rzeczny na świecie, JadeWeserPort – jedyny w Niemczech głębokowodny terminal kontenerowy czy port w Hamburgu, którego wynik przeładunkowy za 2018 rok wyniósł 135,1 mln ton. Prawie wszystkie główne centra przemysłowe i handlowe, a także 56 z 74 regionów metropolitalnych w Niemczech, mają dostęp do dróg wodnych, dzięki czemu można wykonywać rejsy do głównych europejskich portów morskich takich jak Hamburg, Bremerhaven, Amsterdam, Rotterdam czy Antwerpia. Rocznie na federalnych drogach wodnych transportuje się do 240 milionów ton towarów – głównie surowców: rud, kamieni, węgla i ropy [<https://www.bmvi.de/SharedDocs/EN/Articles/WS/waterways-as-transport-routes.html>, 27.05.2020].

Na zakończenie tego porównania omówiona zostanie sytuacja Polski na tle innych krajów UE. Długość użytkowanej sieci dróg wodnych w UE wynosi 41 tys. km. Połowa z nich jest w stanie przyjąć statki śródlądowe o nośności powyżej 1000 t. Najdłuższą siecią dróg wodnych dysponują Niemcy (7,3 tys. km), Holandia (6,1 tys. km) i Francja (5,2 tys. km). Udział żeglugi śródlądowej w obsłudze potrzeb transportowych w poszczególnych krajach europejskich jest zróżnicowany i waha się od 0,3% w Polsce oraz w Czechach do 44,2% w Holandii, 28,3% w Rumunii, 26,1% w Bułgarii, 15,6% w Belgii i 9,6% w Niemczech (Gąsior, Kociuba, Skupień, 2017).

To porównanie wyraźnie pokazuje, że Polska, pomimo doskonałych warunków geograficznych, jest bardzo zapóźniona w rozwoju śródlądowego transportu wodnego. Projekt modernizacji międzynarodowej drogi wodnej E40, który omówiono w następnym punkcie, może być jednym z pierwszych kroków w nadrobieniu tych zaległości.

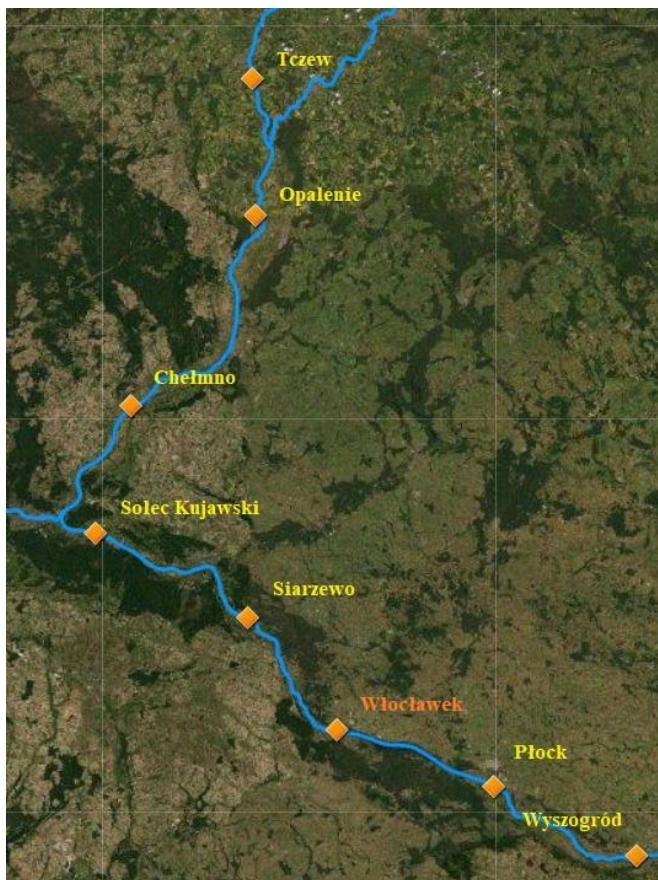
## **2. Projekt drogi wodnej E40**

Projekt odtworzenia szlaku wodnego E40 na odcinku Dniepr-Wisła to inicjatywa trzech regionów nadgranicznych zainteresowanych rewitalizacją międzynarodowej drogi wodnej E40: obwodu brzeskiego na Białorusi, województwa lubelskiego w Polsce i obwodu wołyńskiego na Ukrainie [Odbudowa drogi wodnej E40 na odcinku Dniepr-Wisła: od strategii do planów Final Feasibility Study Report, grudzień 2015]. Biegająca przez terytorium Polski, Białorusi i Ukrainy droga wodna E40 łączy porty Gdańska i Chersoniu. Składające się na tę drogę rzeki: Wisła, Bug, Muchawiec, Pina, Prypeć i Dniepr tworzą połączenie od Bałtyku aż po Morze Czarne, które po przystosowaniu do warunków międzynarodowych, mogłoby stać się istotnym impulsem dla rozwoju tego regionu. Budowa nowych portów rzecznych, będących również centrami przemysłowymi, zlokalizowanymi w obszarze szlaku wodnego, byłoby korzystnym ekonomicznie rozwiązaniem transportowym w logistycznym łańcuchu dostaw.

Realizacja idei odtworzenia drogi wodnej łączącej Bałtyk z Morzem Czarnym poprzez Wisłę i Dniepr wymaga przeprowadzenia poważnych prac rewitalizacyjnych i modernizacyjnych, głównie na polskim odcinku drogi wodnej E40 pomiędzy Wisłą a Dnieprem, ale także zbudowania i zmodernizowania obiektów hydrotechnicznych na Wiśle dla zagwarantowania ciągłego i płynnego ruchu transportu towarowego na tej rzece. Wisła odgrywa kluczową rolę także w innych połączeniach transportu wodnego, przechodzących po terytorium Polski [Odbudowa drogi wodnej E40 na odcinku Dniepr-Wisła: od strategii do planów Final Feasibility Study Report, grudzień 2015]. Odcinek E40 po polskiej stronie można podzielić na trzy główne fragmenty: Dolna Wisła, Środkowa Wisła i połączenie Wisła – Brześć.

Pierwszy projekt zagospodarowania Dolnej Wisły stopniami wodnymi powstał na zlecenie ówczesnego ODGW (Okręgowa Dyrekcja Gospodarki Wodnej) w Warszawie. Opracowanie zostało przedstawione przez firmę Hydroprojekt Warszawa w 1999 roku. Podstawowym założeniem pomysłu było stworzenie podstaw do podjęcia decyzji o sposobie przyszłego zagospodarowania Wisły, a jednocześnie rozwiązania narastających problemów związanych z utrzymaniem stopnia wodnego Włocławek. Koncepcja przewidywała uzupełnienie kaskady o siedem stopni. Zarówno pierwsza koncepcja, jak i kolejne zaprezentowane w tym artykule, skupiają się w dużej mierze na wykorzystaniu energetycznego potencjału Wisły, jak również na jej funkcjach transportowych (rys. 4).





**Rys. 4.** Lokalizacja stopni Dolnej Wisły na podstawie koncepcji Hydroprojektu

Źródło: Opracowanie własne na podstawie K. Woś , B. Wiśnicki, K. Jędrzychowski, H. Jędrzychowski, Analiza uwarunkowań inwestycyjnych Dolnej Wisły, Warszawa 2014.

Zgodnie z koncepcją Hydroprojektu Kaskada Dolnej Wisły (KDW) miała składać się z 8 stopni piętrzących, w tym istniejącego już stopnia Włocławek. Były to stopnie tworzące kaskadę zwartą ze zbiornikami przepływowymi. Podstawową funkcją KDW miała być produkcja energii elektrycznej, którą szacowano w średnim roku hydrologicznym na około 4200 GWh [Majewski, sierpień 2011, s. 22]. Przykładowo, zapotrzebowanie roczne polskich gospodarstwach domowych wyniosło w 2018 roku 22693 GWh. Zatem produkcja energii elektrycznej wytwarzanej przez

elektrownie rzeczne na samej Dolnej Wiśle, pokryłoby to zapotrzebowanie w 18% (obliczenia własne na podstawie danych GUS za rok 2018).

Z powodu dużej degradacji dennej rzeki poniżej stopnia wodnego Włocławek, zaczęto jednak rozważać inne rozwiązania, czego konsekwencją było zaprzestanie prac nad koncepcją budowy 8-stopniowej sieci stopni wodnych pokazanej na rysunku 4. W 2014 roku, po 15 latach od zaprezentowania projektu przez firmę Hydroprojekt, przedstawiony został nowy projekt umożliwiający tym razem rozwiązanie problem niszczonego stopnia we Włocławku. Zakładał on 10-stopniową kaskadę, dając możliwość uzyskania drogi wodnej klasy Va na całej długości pomiędzy Warszawą a Gdańskiem. Autorem projektu jest Katedra Hydrotechniki Politechniki Gdańskiej, która wykonała hydrodynamiczny model KDW.

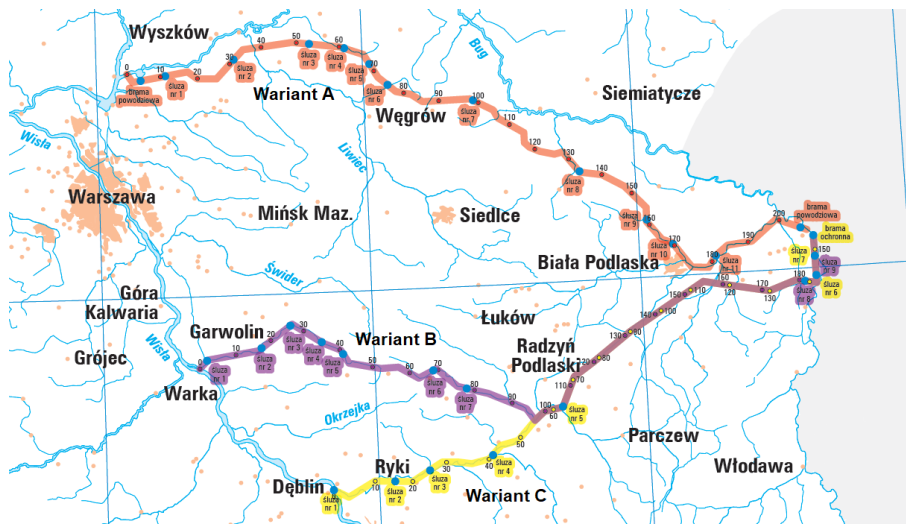
W nowej koncepcji Kaskada Włocławek została zaprojektowana w taki sposób, aby zachować ciągłość głębokości tranzytowych na poszczególnych stopniach. Każdy stopień piętrzy wodę do poziomu gwarantującego głębokość na wyjściu z poprzedniego stopnia, zapewniając jego podparcie hydrauliczne. Koncepcja ta oparta na budowie kompletnych stopni z uwzględnieniem śluz spełniających parametry zarówno dróg wodnych klasy Va, jak też elektrowni wodnych, przepraw mostowych oraz przepławek dla ryb. Bardzo ważną częścią przedsięwzięcia jest budowa stopnia wodnego w Siarzewie wraz z obiektami powiązаныmi technologicznie oraz zbiornikiem przepływowym o długości od 25 do 33 km, tj. od stopnia wodnego Włocławek do nowo projektowanego stopnia. W zakres inwestycji wchodzi także niewielka przebudowa przepławki stopnia wodnego Włocławek oraz likwidacja tymczasowego progu stabilizującego.

Na projektowany stopień składać się będzie wiele obiektów hydrotechnicznych, których celem jest zapewnienie trwałego bezpieczeństwa stopnia wodnego Włocławek poprzez podniesienie poziomu wody na dolnym stanowisku stopnia. Podniesienie zwierciadła będzie wynikiem spiętrzenia wody (do rzędnej 46,0 m nad poziom morza w Układzie Kr86) przez nowo budowany stopień wodny, zlokalizowany poniżej istniejącego stopnia wodnego Włocławek. Spiętrzenie wody w nowym zbiorniku spowoduje zmniejszenie różnicy poziomów między wodą górną stopnia Włocławek (poziomem wody w Zbiorniku Włocławskim) i dolną (poziom poniżej istniejącego stopnia) i w ten sposób nastąpi przywrócenie warunków, na jakie był projektowany istniejący stopień Włocławek [*Ekspertyza w zakresie rozwoju śródlądowych dróg wodnych w Polsce na lata 2016-2020 z perspektywą do roku 2030, 2016*].

Połączenie Warszawa – Terespol jest najbardziej oddalonym na wschód odcinkiem drogi wodnej E40. Jako że przez te tereny nie płynie żadna z głównych polskich rzek, a w miejscu, w którym Bug łączy się z Białorusią, rozpościera się szcze-

gólna strefa ochrona programu Natura 2000, to budowa infrastruktury hydrotechnicznej jest najtrudniejszym wyzwaniem, przed którym stoją projektanci. Z racji już wspomnianej nienaruszalności obszarów chronionych, stworzono osiem potencjalnych tras przebiegu drogi E-40. W dalszej części pracy nie rozpatrywano wariantu najbardziej oczywistego, czyli poprowadzenie drogi w dolinie Bugu z uwagi na ochronę środowiska, chociaż takie rozwiązanie wymagałoby najmniejszej liczby stopni wodnych oraz powodowałoby najmniej problemów związanych z przerzutami wody. Ostatecznie spośród ośmiu wariantów wybrano trzy najbardziej realistyczne i bliskie spełnienia wszystkich wymogów stawianych drodze wodnej o znaczeniu międzynarodowym, które są pokazane na rysunku 5:

- Trasa północna o długości 207,8 km: Zbiornik Dębe (Jezioro Zegrzyńskie) – Dolina Dolnego Bugu – Równina Wołomińska – Wysoczyzna Siedlecka – Równina Łukowska – Zakłęsłość Łomaska – Równina Kodeńska – Polesie Brzeskie – Bug w okolicach Terespoła – ujście rzeki Muchawiec.
- Trasa środkowa o długości 195,9 km: ujście Wilgi do Wisły – Dolina Środkowej Wisły – Równina Garwolińska – Wysoczyzna Żelechowska – Równina Łukowska – Pradolina Wieprza – Bystrzyca – Równina Parczewska – Kanał Wieprz-Krzna – Zakłęsłość Łomaska – Równina Kodeńska – Polesie Brzeskie – Bug w okolicach Terespoła – ujście rzeki Muchawiec.
- Trasa południowa o długości 159,6 km: ujście Wieprza do Wisły – Dolina Środkowej Wisły – Pradolina Wieprza – Równina Parczewska – Zakłęsłość Łomaska – Równina Kodeńska – Bug w okolicach Terespoła – ujście rzeki Muchawiec.



Rys. 5 . Lokalizacja śluz dla poszczególnych wariantów trasy wodnej E-40

Źródło: Ekspertyza w zakresie rozwoju dróg wodnych w Polsce na lata 2016-2020 z perspektywą do roku 2030, Ministerstwo Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej, Warszawa 2016.

Aby projektowana droga wodna była kompatybilna z siecią dróg kołowych i kolejowych, w planie inwestycji należy uwzględnić projekty odpowiednich mostów i przejść. Największą liczbę mostów należałoby wybudować w przypadku wyboru Wariantu A. Trasa Wariantu A przecina się z sześcioma drogami krajowymi, (2, 8, 19, 50, 62 oraz 63), a z dwoma z nich (2 oraz 62) dwukrotnie. Z zaprezentowanych wcześniej danych wynika, że koszty Wariantu A pod tym względem będą prawie trzykrotnie większe niż w przypadku Wariantu B oraz C. Trasa Wariantu B przecina się jedynie z trzema drogami krajowymi (17, 19 oraz 63). Tak samo jest w przypadku Wariantu C, który również będzie wymagał budowy trzech obiektów mostowych w miejscach przecięcia z drogami krajowymi o numerach 17,19 oraz 63. Wariant A charakteryzuje się także największą liczbą mostów kolejowych. Jego trasa przecina się z czterema liniami kolejowymi, z liniami o numerach 6, 29, 31 oraz 55. Trasa Wariantu B przecina się z trzema liniami kolejowymi (7, 26 oraz 30), natomiast trasa Wariantu C będzie wymagała budowy zaledwie jednego mostu kolejowego dla linii numer 30. Europejskie doświadczenia budowy kanałów wskazują, że średnio, na co kilometr przypada jeden obiekt hydrotechniczny, taki jak: kładka dla pieszych, przejście dla zwierząt, przepust lub most [Odbudowa drogi wodnej E40 na

odcinku Dniepr-Wisła: od strategii do planów. Final Feasibility Study Report, grudzień 2015].

Analiza ekonomiczna kosztów i korzyści proponowanych trzech wariantów wskazuje jednoznacznie na wariant C. Również warunki hydrotechniczne i nawigacyjne dowodzą, iż wariant C ma największy potencjał. Podstawową zaletą tego wariantu jest użegłownienie Wisły i jej kaskadyzacja aż do Dębina. Budowa kanału jest jak najbardziej możliwa, a korzyści z jego budowy będą widoczne w każdej dziedzinie gospodarki. Jak każda tego typu inwestycja, droga wodna E40 może mieć również wieloraki negatywny wpływ na środowisko, ale stosując odpowiednie technologie i rozwiązania techniczne oraz działania kompensacyjne, można zminimalizować negatywne skutki tej inwestycji. Jest rzeczą oczywistą, że rewitalizacja szlaku E40 byłaby istotnym czynnikiem rozwoju społeczno-ekonomicznego regionów położonych wzdłuż całej jego długości.

Połączenie Wisły z Muchawcem, zgodnie z wybranym wariantem podstawowym oraz rewitalizacja całej międzynarodowej drogi wodnej E40 po stronie polskiej może przynieść wymierne korzyści ekonomiczne, a także inne korzyści gospodarcze i społeczne. Projekt powinien być traktowany jako inwestycja w infrastrukturę kraju i sfinansowany ze środków publicznych, w tym pochodzących z Unii Europejskiej. Rozwój żegluga stwarza szansę na zatrudnienie ludności z obszarów wiejskich. Poza zatrudnieniem przy budowie infrastruktury, mieszkańcy mogliby znaleźć zatrudnienie przy obsłudze rejsów wycieczkowych i turystyki wodnej. Obecnie ten rodzaj działalności w regionie jest słabo rozwinięty, a obiekty turystyczne zlokalizowane są głównie w ośrodkach administracyjnych, daleko od szlaków wodnych [*Odbudowa drogi wodnej E40 na odcinku Dniepr-Wisła: od strategii do planów. Final Feasibility Study Report, grudzień 2015*]. Rewitalizacja drogi wodnej E40 umożliwiłaby uzyskanie bezpośrednich korzyści wynikających nie tylko z rozwoju transportu wodnego pomiędzy Bałtykiem a Morzem Czarnym, ale też powinna sprzyjać powstawaniu wielu pozytywnych efektów zewnętrznych z reguły nie dających się ująć w liczbach. Są to korzyści wielostronne, generujące pozytywne efekty społeczne szczególnie w sferze warunków i poziomu życia ludności oraz zwiększenia dochodów dla budżetów lokalnych samorządów.

### **3. Lokalizacja centrum logistycznego na Bugu**

Zarówno modernizacja międzynarodowej drogi wodnej E40 i lokalizacja centrum logistycznego z uwagi na ich koszty wymagają dogłębnych studiów i prac pro-

gnostycznych. W artykule skoncentrowano się na założeniach jakie w tych prognozach należy przyjąć. Pierwsza grupa założeń dotyczy zagadnień technicznych, a druga – polityczno-gospodarczych.

Przeprowadzone przez Instytut Morski w Gdańsku badania w ramach realizacji projektu INWAP0 wskazują, że największy potencjał rozwojowy do przeniesienia na drogi wodne śródlądowe mają przede wszystkim towary masowe, w tym węgiel kamienny oraz piasek i żwir, a ponadto materiały budowlane, surowce energetyczne, odpady komunalne oraz elementy ciężkie i wielkogabarytowe [*Odbudowa drogi wodnej E40 na odcinku Dniepr-Wisła: od strategii do planów. Final Feasibility Study Report*, grudzień 2015]. Porównując z pozostałymi rodzajami transportu (kolejowy i drogowy), transport wodny śródlądowy wykorzystuje tabor o wyjątkowo wysokiej nośności i ma możliwości formowania dużych zestawów barek. Duża kubatura i pojemność barek sprawia, że doskonale sprawdzają się one w przewozach dużych partii ładunkowych lub gabarytów, pojedynczych sztuk ładunków o nietypowych wymiarach. Charakterystyka transportu śródlądowego decyduje zasadniczo o jego przeznaczeniu do przewozu przede wszystkim dużych partii ładunków masowych między punktami nadania i odbioru, położonymi w bezpośredniej bliskości drogi wodnej, w tym do obsługi portów morskich i większych zakładów przemysłowych, ładunków w relacjach utrudniających wykorzystanie innych gałęzi transportu oraz ładunków wielkogabarytowych, ciężkich i wrażliwych na wstrząsy, a także ładunków płynnych i wysoko przetworzonych.

Co więcej, prognozy Instytutu Morskiego w Gdańsku przewidują znaczący wzrost przewozów ładunków skonteneryzowanych. Standaryzacja i masowość transportu kontenerów powoduje, że obrót nimi możemy dokonywać praktycznie wszystkimi środkami transportu w ramach nowoczesnych rozwiązań logistyczno-transportowych w przewozach multimodalnych. Pod tym względem, transport kontenerowy w Polsce odbiega znacząco od przewozów w krajach starej UE [*Odbudowa drogi wodnej E40 na odcinku Dniepr-Wisła: od strategii do planów. Final Feasibility Study Report*, grudzień 2015].

W świetle przewidywanego wzrostu przewozów towarowych i rozwoju multimodalnych łańcuchów logistyczno-transportowych, rzeki wchodzące w obszar międzynarodowej drogi wodnej E40 mogą stać się ważnymi szlakami komunikacyjnymi, łączącymi kraje basenu Morza Bałtyckiego w Europie Zachodniej, z krajami Europy Południowo-Wschodniej oraz Zakaukaziem i Azją Środkową. Połączenie to ma olbrzymi potencjał rozwojowy i może znacznie usprawnić transport towarów z północy na południe przez Białoruś i Ukrainę aż do portów rosyjskich nad Morzem Czarnym, z Gruzją i Turcją oraz ze wschodu na zachód. Szansą na sprawną obsługę obrotów kontenerowych na E40 jest odpowiednia polityka transportowa sprzyjająca

rozwojowi lądowo-morskich łańcuchów transportowych, żeglugi bliskiego zasięgu oraz autostrad morskich i transportu multimodalnego.

Opracowując prognozy, należy brać pod uwagę bieżącą niepewną sytuację polityczną zwłaszcza we wschodniej części przebiegu drogi E40, jak również niestabilizowaną koniunkturę gospodarczą na świecie. W przedstawionych prognozach przyjęto następujące założenia:

1. Wschodni odcinek drogi E40, tj. polska, białoruska i ukraińska część będą miały parametry międzynarodowej drogi wodnej na całym odcinku,
2. Sytuacja gospodarczo-polityczna w Europie Wschodniej będzie się stopniowo normalizować
3. Gospodarki Ukrainy i zwłaszcza Białorusi zostaną zreformowane i po okresie spadku lub recesji będą rozwijały się w tempie zbliżonym do gospodarki polskiej, tj. 3 – 3,5% wzrost PKB rocznie,
4. Wolumen wymiany handlowej Białorusi i Ukrainy z Polską oraz z Europą Zachodnią będzie wzrastał.

Chociaż te założenia i analiza jednoznacznie wskazują lokalizację centrum logistycznego na Bugu, to w końcowej części artykułu omówimy analityczne metody wyznaczania optymalnej lokalizacji centrum takiego typu. W ogólnym przypadku problem ten można sformułować jako wielokryterialne zagadnienie lokalizacyjno-transportowe, w którym minimalizujemy wszystkie koszty transportu i magazynowania liczone np. w skali roku i wszystkie koszty szeroko rozumianej lokalizacji. Model powinien brać pod uwagę również informacje o obecnej i przyszłej infrastrukturze drogowej, dostępności wolnych przestrzeni pod przyszłą zabudowę, czy też możliwości zatrudnienia wykwalifikowanej kadry.

By przedstawić istotę metod analitycznych, należy rozważyć bardzo uproszczony przypadek, gdy minimalizowane są tylko koszty transportu. Tak może być, gdy na pewnym obszarze geograficznym warunki inwestowania są do siebie zbliżone. Wtedy decydujący może okazać się fakt, że o wyborze lokalizacji centrum logistycznego może przesądzać odległość planowanego centrum od dostawców i odbiorców. Często lokalizacja dostawcy jest tożsama z lokalizacją odbiorcy. W takich przypadkach ciekawym rozwiązaniem będzie model lokalizacji, w którym nie ma żadnych ograniczeń na wybór lokalizacji centrum logistycznego, a jedynym kryterium optymalizacyjnym są koszty transportu i jego wielkość, np. liczona w tonach [Kuczyńska, Ziółkowski, 2012, s. 340]. Z tą metodą można zapoznać się w pracach: *Lokalizacja własnych punktów dystrybucji metoda środka ciężkości na przykładzie wybranego producenta produktów drewnopochodnych*, autorstwa Moniki Odlanieckiej-Poczobutt oraz *Wyznaczanie lokalizacji obiektu logistycznego z zastosowaniem*

metody wyważonego środka ciężkości — studium przypadku, autorstwa Emilii Kuczyńskiej oraz Jarosława Ziółkowskiego.

Jednym z takich modeli jest metoda (ważonego) środka ciężkości. Metoda środka ciężkości ma na celu zminimalizowanie całkowitych kosztów transportu, tj. kosztów poniesionych na wysyłkę ładunków z centrum dystrybucji do różnych punktów obioru tych ładunków, jak też kosztów transportu z tych punktów do centrum dystrybucji.

Istota metody środka ciężkości przedstawiona zostanie na bardzo uproszczonym przykładzie, w którym jest  $m$  dostawców  $M_i$  oraz  $n$  odbiorców  $M_j$  – dostawca może być tożsamy z odbiorcą. Dodatkowo zakłada się, że należy dostarczyć średnio rocznie  $a_i$  ton towarów z punktu  $M_i$  do centrum dystrybucji  $M_0$  o współrzędnych  $(x_0, y_0)$  oraz dostarczyć średnio rocznie  $b_j$  ton z centrum dystrybucji do odbiorcy  $M_j$ .

Gdyby ilości wysyłkowe dla wszystkich punktów docelowych były równe, to lokalizację, dla w której koszty transportu będą minimalne, można określić, przyjmując średnie arytmetyczne współrzędnych  $x_0$  oraz  $y_0$  miejsca docelowego. Jeśli jednak ilości wysyłkowe są nierówne, to lokalizację można znaleźć, stosując metodę średniej ważonej, w której wysyłane ilości, są traktowane jako ciężary. Położenie punktu  $M_0$  wyrażono współrzędnymi  $(x_0, y_0)$ , oznaczającymi pozycję punktu na mapie. Metoda wyważonego środka ciężkości polega na obliczeniu tych współrzędnych według następujących zależności:

$$x_0 = \frac{\sum_{i=1}^m a_i \cdot k_i^A \cdot x_i^A + \sum_{j=1}^n b_j \cdot k_j^B \cdot x_j^B}{\sum_{i=1}^m a_i \cdot k_i^A + \sum_{j=1}^n b_j \cdot k_j^B},$$

$$y_0 = \frac{\sum_{i=1}^m a_i \cdot k_i^A \cdot y_i^A + \sum_{j=1}^n b_j \cdot k_j^B \cdot y_j^B}{\sum_{i=1}^m a_i \cdot k_i^A + \sum_{j=1}^n b_j \cdot k_j^B},$$



gdzie:

$x_0, y_0$  — współrzędne położenia centrum dystrybucji  $M_0$ ;

$a_i, b_j$  — wielkość przewozu od dostawców  $M_i$  do  $M_0$  oraz z  $M_0$  do odbiorców  $M_j$ ;

$k_i^A, k_j^B$  — koszt jednostkowy tych przewozów;

$x_i^A, y_i^A$  — współrzędne położenia dostawców; |

$x_j^B, y_j^B$  — współrzędne położenia odbiorców

Na podstawie informacji dotyczącej przebiegu trasy wodnej E40 można dopasować miasta znajdujące się w zasięgu drogi wodnej i oszacować ich potrzeby transportowe zarówno jako dostawców, jak i odbiorców. Dla obszaru Białorusi i Ukrainy danymi wejściowymi byłyby ilość przewożonych towarów pomiędzy Polską a Białorusią i Ukrainą.

## Podsumowanie

Modernizacja, a w istocie budowa międzynarodowej drogi wodnej E40 stwarza unikalną możliwość rozwiązania wielu problemów ekologicznych i ekonomicznych nękających Polskę od kilku dekad. Są wśród nich narastający problem braku wody i powtarzające się powodzie. Kaskadyzacja Wisły od Dębłina do Gdańska pozwoliłaby po raz pierwszy w historii Polski wykorzystać ogromne możliwości transportowe tej rzeki. W ten sposób transport stałby się bardziej ekonomiczny i zdrowszy dla środowiska. Energia elektryczna uzyskana po uregulowaniu Wisły zmniejszy spalanie węgla w elektrowniach i wynikające stąd zanieczyszczenie środowiska. Zdaniem autorów te fakty przemawiają za wnikliwym rozważeniem problemu modernizacji międzynarodowej drogi wodnej E40 najpierw w skali kraj, a później na forum Unii Europejskiej.

## ORCID iD

Stanisław Walukiewicz: <https://orcid.org/0000-0003-2421-5957>

## Literatura

1. Deja A, Kopeć A, Michałowski P. (2017), *Analiza stanu żeglugi śródlądowej w Polsce*, Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe, 12, s. 516-521
2. *Ekspertyza w zakresie rozwoju śródlądowych dróg wodnych w Polsce na lata 2016-2020 z perspektywą do roku 2030 (2016)*, Ministerstwo Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej, Warszawa
3. Gąsior A, Kociuba E, Skupień E. (2017), *Perspektywy rozwoju żeglugi śródlądowej w Polsce w latach 2016–2030*, Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Gdyni, Tom 97, s. 111-120
4. <https://www.binnenschiff.de/system-wasserstrasse/wasserstrasse/> [27. 05.2020]
5. <https://www.bmvi.de/SharedDocs/EN/Articles/WS/waterways-as-transport-routes.html> [27.05.2020]
6. <https://www.kongres-morski.pl> [27. 05.2020]
7. Jędrzychowski H, Jędrzychowski K, Wiśnicki B, Woś K. (2014), *Analiza uwarunkowań inwestycyjnych Dolnej Wisły*, na zlecenie Agencji Rozwoju Mazowsza w ramach projektu INWAPO Rozwój Żeglugi Śródlądowej i Portów Morskich, Warszawa
8. Kuczyńska E, Ziółkowski J. (2012), *Wyznaczanie lokalizacji obiektu logistycznego z zastosowaniem metody wyważonego środka ciężkości — studium przypadku*, Biuletyn WAT, Vol. 61, nr 3, s. 339-351
9. Majewski W. (2011), *Wykorzystanie dolnej Wisły do celów energetycznych i żeglugowych*, na zlecenie firmy ENERGA SA, Gdańsk, s. 22
10. *Odbudowa drogi wodnej E40 na odcinku Dniepr-Wisła: od strategii do planów. Final Feasibility Study Report (2015)*, Instytut Morski w Gdańsku, Gdańsk
11. *Odlanicka – Poczobutt M. (2015), Lokalizacja własnych punktów dystrybucji metodą środka ciężkości na przykładzie wybranego producenta produktów drewnopochodnych*, Zeszyty Naukowe. Organizacja i Zarządzanie / Politechnika Śląska, Tom 78, s. 335-351
12. Rolbiecki R. (2014), *Czy w Polsce jest potrzebny transport wodny śródlądowy?*, Współczesna Gospodarka, Tom 5, s. 59-73
13. Statistical pocketbook 2019. Mobility and transport: Infrastructure. European Commission. [https://ec.europa.eu/transport/facts-fundings/statistics/pocketbook-2019\\_en](https://ec.europa.eu/transport/facts-fundings/statistics/pocketbook-2019_en) [28.12.2019]
14. Świerczewska-Pietras K. (2018), *Stan i ekonomiczne perspektywy rozwoju transportu śródlądowego w układach przestrzennych ze szczególnym uwzględnieniem rewitalizacji drogi wodnej E40*, Prace Komisji Geografii Przemysłu Polskiego Towarzystwa Geograficznego, Volume 32 Issue 1, s. 38-53

# **Logistics Centre on the Bug River as the Key Element of the E40 Waterway**

## **Summary**

The paper discusses a transport role of the E40 international waterway, as a part of the TEN-T (Trans-European Transport Networks), linking ports on the North Sea with ones on the Black Sea. Since Germany and Poland are the main part of this linking, inland waterways in these countries are compared. Based on this comparison, we consider the location problem of the logistics centre on the Bug River as a major component in modernization of that waterway. The proposed location is a conclusion of analysis of socio-economic conditions.

## **Keywords**

International waterway E40, TEN-T, logistics centre, barrage