

Michał Habel, Roman Dysarz, Ocena warunków hydrologicznych cieków stanowiących przeszkodę terenową w linii projektowanej budowl drogowej - obwodnicy miasta Mrocza. Hydrological assessment for structures constituting an obstacle to the construction of the proposed line of the road - bypass of Mrocza. Journal of Health Sciences. 2013;3(14), 124-132. ISSN 1429-9623 / 2300-665X.

The journal has had 5 points in Ministry of Science and Higher Education of Poland parametric evaluation. Part B item 1107. (17.12.2013).

© The Author (s) 2013;

This article is published with open access at License Open Journal Systems of Radom University in Radom, Poland

Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author(s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.

This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.

Conflict of interest: None declared. Received: 16.10.2013. Revised: 14.11.2013. Accepted: 20.12.2013.

## OCENA WARUNKÓW HYDROLOGICZNYCH CIEKÓW STANOWIĄCYCH PRZESZKODĘ TERENOWĄ W LINII PROJEKTOWANEJ BUDOWLI DROGOWEJ - OBWODNICY MIASTA MROCZA

Hydrological assessment for structures constituting an obstacle to the construction of the proposed line of the road - bypass of Mrocza

Michał Habel, Roman Dysarz

Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy

### Wstęp

Koncepcja budowy 4,2 kilometrowego odcinka obwodnicy miasta Mrocza (woj. kujawsko-pomorskie) zakłada, że przebiegać ona będzie od północnych krańców miasta, w kierunku wschodnim od drogi wojewódzkiej nr 241, gdzie okrążając miasto przetnie drogę wojewódzką nr 243. Dalej na południe dojdzie do drogi nr 241 w południowej części Mroczy. Projektowana droga o szerokości około 10 metrów napotka w trzech miejscach przeszkody hydrograficzne w postaci dwóch rowów melioracyjnych i koryta rzeki Rokitki. Stwarza to konieczność zbudowania obiektów hydrotechnicznych zachowujących ciągłość cieków i umożliwiających swobodny odpływ wód wielkich.

Celem niniejszego opracowania jest wskazanie warunków technicznych, jakie powinny spełniać drogowe obiekty inżynierskie dla w/w koncepcji budowy drogi samochodowej. W pracy odniesiono się do:

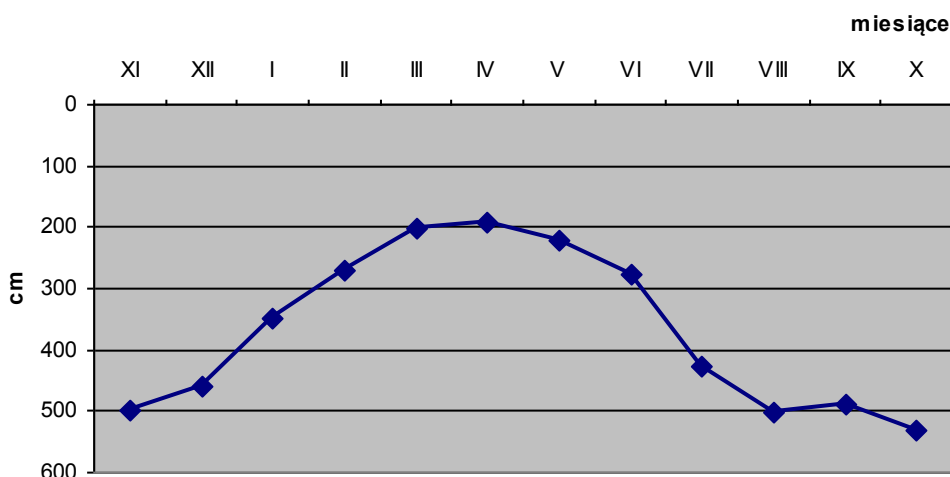
- własnych wyników pomiarów hydrometrycznych wykonanych w terenie,
- archiwalnych danych hydro-meteorologicznych,
- warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie, oraz ich usytuowanie - *Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie* (Dz. U. Nr 63, poz. 735).

### Charakterystyka hydrologiczna zlewni rzeki Rokitki

Rzeka Rokitka jest ciekami zaliczanym do urządzeń melioracji podstawowych. Odwadnia południową część Pojezierza Krajeńskiego (Kondracki, 1998). Rzeka jest prawobrzeżnym dopływem Noteci. Długość całkowita jej wynosi 49,6 km. Powierzchnia zlewni stanowi 218,3 km<sup>2</sup>. Jej źródła znajdują się na południe od Jeziora Więcborskiego w rejonie miejscowości Zabartowo na rzędnej 107,0 m n.p.m. Uchodzi do Noteci w rejonie miejscowości Samostrzel na wysokości 50,0 m n.p.m. (Sas, 1987). Rzeka charakteryzuje się dość znacznym średnim podłużnym spadkiem lustra wody – 0,114 % (1,14 m/km).

Zlewnia Rokitki jest obszarem typowo rolniczym, intensywnie zmeliorowanym. W budowie geologicznej dominują gliny zwałowe, sporadycznie występują piaski i żwiry. Odływ wody ze zlewni pochodzenia podziemnego kształtuje się na poziomie 45 - 60 %. Z hydrogramu średnich miesięcznych stanów wód podziemnych wynika, iż najpłycej zalegają wody w miesiącach marcu i kwietniu, co związane jest z zasilaniem pochodzenia roztopowego (ryc. 1). Ze względu na słabo przepuszczalny charakter podłoża geologicznego w zlewni, zasianie wód podziemnych przez wody opadowe jest utrudnione. W tabeli 1 przedstawiono wybrane wskaźniki hydrologiczne omawianego obszaru.

W rejonie miejscowości Mrocza rzeka Rokitka płynie doliną o charakterze erozyjnym (Sas, 1987), przecinając liczne obniżenia terenu wypełnione osadami organiczno-mineralnymi (torfy niskie, namuły organiczno-mineralne) oraz płytkie zbiorniki wodne o genezie wytopiskowej. Projektowana obwodnica miejscowości Mrocza położona jest w zlewni cząstkowej zlewni rzeki Rokitki o powierzchni 43, 5 km<sup>2</sup>, ograniczonej w górnej części profilem rzeki uchodzącej do Jeziora Wieleckiego (w około 40,5 km biegu), a w dolnej części w profilu na wypływie rzeki z Jeziora Ostrowskiego (około 32,7 km biegu). Obniżenia terenu (użytki zielone i podmokłe nieużytki z trzciną, pojedynczymi krzewami), zajmują około 13 % powierzchni zlewni cząstkowej. Tereny te położone są głównie w bezpośrednim sąsiedztwie koryta rzecznej Rokitki.



Ryc. 1. Przebieg średnich miesięcznych stanów wód podziemnych w 1983 r. – Pojezierze Krajeńskie, posterunek Liszkowa (106 m n.p.m., - wg Rocznika Hydrologicznego Wód Podziemnych, IMGW).

Tabela 1. Wybrane wskaźniki hydrologiczne dla obszaru zlewni rzeki Rokitki (Atlas Hydrologiczny Polski, 1987).

Rodzaj wskaźnika	Wartość	Jednostka
Średni roczny opad atmosferyczny	594	mm
Maksymalne sumy dobowe opadów atmosferycznych o prawdopodobieństwie wystąpienia: 1%,	80 - 100	mm
- 10 %,	50-60	mm

- 50 %.	30	mm
Maksymalne sumy opadów ulewnych o prawdopodobieństwie wystąpienia 1%	120	minuty
	40	mm
Średni odpływ jednostkowy	3-4	l/s/km <sup>2</sup>
Maksymalny odpływ jednostkowy o prawdopodobieństwie wystąpienia: 1%	50-100	l/s/km <sup>2</sup>
- 50%	25	l/s/km <sup>2</sup>
Warstwa odpływu średniego	125	mm

Gospodarowanie wodą w omawianej zlewni cząstkowej odbywa się poprzez regulowanie odpływu rzeczno systemem zastawek i progów piętrzących wodę w Jeziorze Wieleckim (pow. 52,9 ha, max. gł. 1,1 m), Jeziorze Mroteckim (pow. 11 ha) i Jeziorze Ostrowskim (pow. 18,5 ha). Pomiędzy Jeziorze Wieleckim a miejscowością Mrocza następuje rozrząd wód rzeki Rokitki. Część z nich jest kierowana do sąsiedniej zlewni rzeki Orla poprzez Kanał Orle.

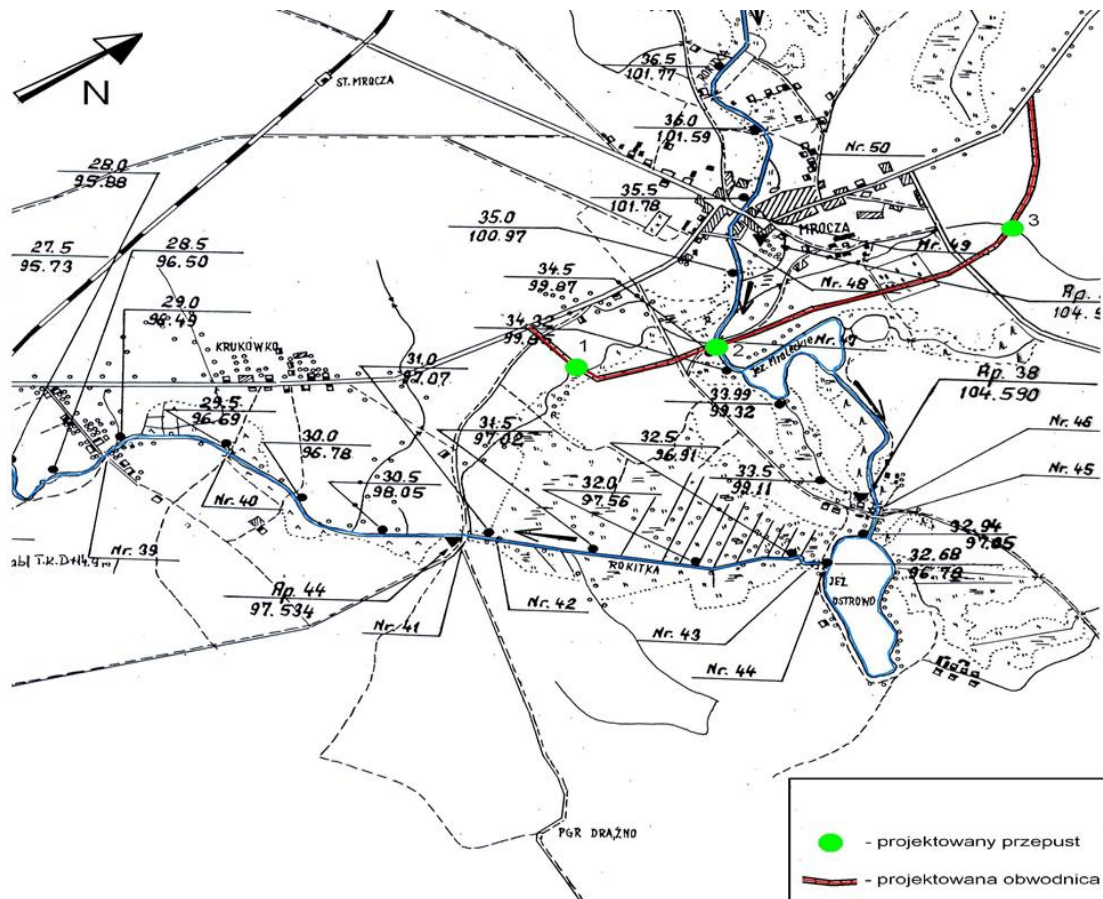
Od grudnia 1996 roku wody Rokitki dodatkowo są zasilane odpływem wód pościekowych z gminnej oczyszczalni w Mroczy. Aktualnie do oczyszczalni dopływa średnio 390 m<sup>3</sup>/d ścieków. Na rok 2012 planowana jest rozbudowa gminnego systemu kanalizacji. Zamierzony dopływ ścieków to 1620 m<sup>3</sup>/dobę. Oczyszczone ścieki odprowadzane są do rzeki Rokitki w jej 34,55 km biegu.

### **Lokalizacja i warunki hydrologiczne cieków stanowiących przeszkodę dla budowy drogi samochodowej – obwodnicy m. Mrocza.**

Projektowana droga napotka w trzech miejscach przeszkody hydrograficzne w postaci dwóch rowów melioracyjnych i koryta rzeki Rokitki (ryc. 2).

Przeszkoda terenowa nr 1 - rów melioracyjny przebiegający w okolicy Gminnego Składowiska Odpadów w Mroczy i Oczyszczalni Ścieków w Mroczy. Koryto o szerokości około 80 cm i bardzo małym spadku podłużnym lustra wody (brak przepływu wody w czasie obserwacji terenowych – listopad 2008), odwadnia południową część strefy podmiejskiej (ryc. 2). Rów przebiega w otoczeniu obniżen terenu wypełnionych osadami organiczno-mineralnymi o miąższości ok. 1 – 1,5 m. Obniżenia te stanowią naturalne „zbiorniki” retencjonujące wodę, co wpływa na wyrównanie przebiegu odpływu w cieku. Woda w rowie pojawia się najczęściej późną jesienią (prawdopodobnie wskutek dopływu wody z zatorfionych obniżen) i na wiosnę (wody roztopowe), wraz ze wzrostem wysokości zalegania pierwszego zwierciadła wód podziemnych. Rów jest silnie zarośnięty roślinnością trzcinowo-oczertową, a sąsiedztwo także krzewami wierzby i drzewami (olsza czarna). Jeden z końców rowu łączy się z rzeką Rokitką na wysokości Oczyszczalni Ścieków w Mroczy (ryc. 2).

Przeszkoda terenowa nr 2 – koryto rzeki Rokitki w 34,5 km jej biegu, na wysokości Oczyszczalni Ścieków w Mroczy, przy ulicy Akacjowej (ryc. 2, fot. 1). Przez rzekę przechodzi tu droga gruntowa z małym mostem o wymiarach światła 3,5x 2,5 m. Koryto jest wcięte w dno doliny na głębokość około 3,0 – 3,5 m. Powyżej mostku strefę pozakorytową stanowi rozległe obniżenie terenu z osadami organiczno-mineralnymi o miąższości dochodzącej do około 1,5 metra (n.p. lustra wody w rzece) odwadniane systemem rowów. Około 1,0 – 1,5 m wyżej znajduje się terasa zbudowana z osadów mineralnych. Powyżej mostu znajduje się również wylot kolektora z oczyszczalni ścieków. Rzeka charakteryzuje się w tym odcinku dość dużym spadkiem podłużnym lustra wody - około 0,22 – 0.18 % (2,2 - 1,8 m/km - zależnie od wartości natężenia przepływu).

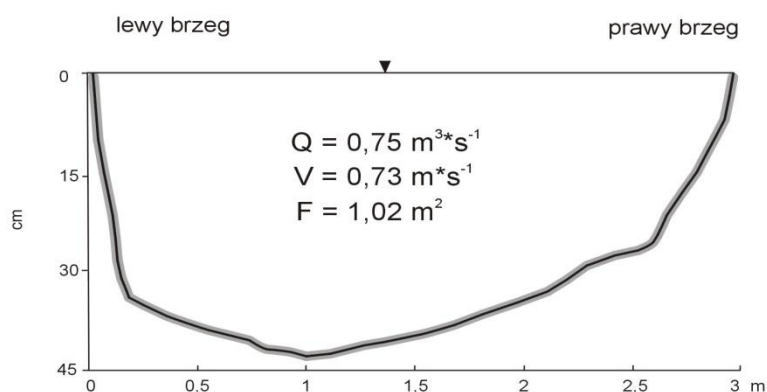


Ryc. 2. Szkic poglądowy rejonu projektowanej obwodnicy miasta Mroczka (BPWM w Bydgoszczy, 1980).

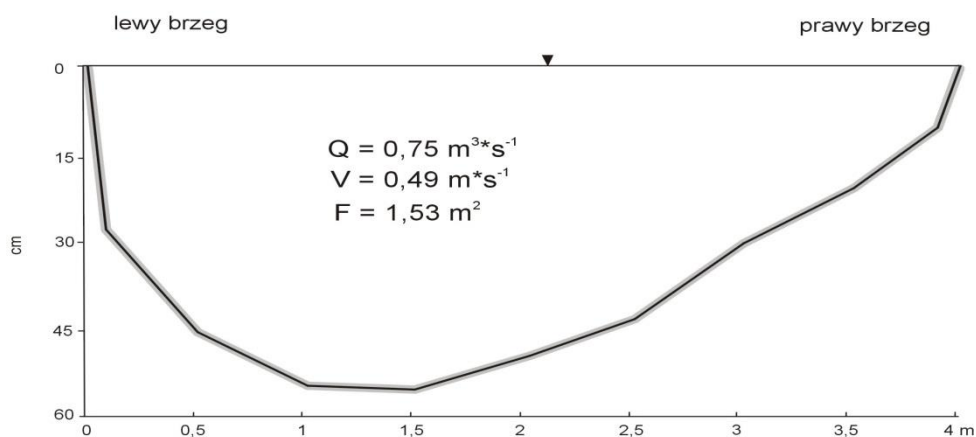


Fot. 1. Lokalizacja projektowanej nowej budowli hydrotechnicznej przez rzekę Rokitka w około 34,5 km biegu, okolice ul. Akacjowej w Mroczy.

W dniu 28 listopada 2008 roku dokonano pomiarów hydrometrycznych koryta, w tym natężenia przepływu wody, które obliczono na:  $0,75 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Koryto powyżej mostu ma szerokość około 3 metrów (ryc. 3) i średnią prędkość przepływu  $0,73 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , poniżej mostu koryto na krótkim odcinku poszerza i pogłębia się – następstwo oddziaływania budowli hydrotechnicznej (ryc. 4).



Ryc. 3. Profil poprzeczny koryta rzeki Rokitki - około 34,5 km biegu rzeki, 4 metry powyżej mostku i miejsca projektowanej budowli hydrotechnicznej nr 2. Pomiar wykonano 28 listopada 2008 roku. Przepływ pomierzono młynkiem hydrometrycznym. Obliczenia przepływu wykonano metodą rachunkową.



Ryc. 4. Profil poprzeczny koryta rzeki Rokitki - około 34,45 km biegu rzeki, 4 metry poniżej mostku i miejsca projektowanej budowli hydrotechnicznej nr 2. Pomiar wykonano 28 listopada 2008 roku. Przepływ pomierzono młynkiem hydrometrycznym. Obliczenia przepływu wykonano metodą rachunkową.

W „Instrukcji gospodarowania wodą w zlewni rzeki Orli i Rokitki” (1992) zawarto wyniki przepływów charakterystycznych dla przekroju obliczeniowego zastawki zlokalizowanej około 2 kilometry poniżej omawianego odcinka rzeki (od miejsca projektowanego przejścia drogowego – około 3000 m obwodnicy nad korytem Rokitki):

- a) Przepływy średnie:
- roczne  $0,281 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
  - półrocze zimowe XI – IV  $0,403 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
  - półrocze letnie V – X  $0,159 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

b) Przepływy maksymalne roczne o prawdopodobieństwie występowania:

- p = 0,5%	$12,39 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
<b>- p = 1,0%</b>	<b><math>11,47 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}</math></b>
- p = 2,0%	$9,92 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
- p = 3,0%	$9,25 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
- p = 5,0%	$7,88 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
- p = 10,0%	$6,37 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
- p = 20,0%	$4,79 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
- p = 30,0%	$3,84 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
- p = 50,0%	$2,58 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Ze względu na brak archiwalnych danych hydrometrycznych i informacji o przepływach w profilach porównawczych, obliczono przepływy wielkiej wody (natężenie przepływu kulminacyjnego wywołanego sływem powierzchniowym i śródpokrywowym, który nastąpi w wyniku opadu nawalnego) w profilu Mrocza. Posłużono się w tym celu formułą racjonalną podaną przez W.Chełmickiego i J. Pociask-Karteczkę (2006). Formuła ta ma zastosowanie obliczeniowe dla małych zlewni, przy braku danych hydrometrycznych archiwalnych i porównawczych.

$$Q_{\max} = 0,278 \cdot C \cdot I_o \cdot A$$

gdzie:

- $Q_{\max}$  - natężenie przepływu maksymalnego [ $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ],
- C - współczynnik odpływu wielkiej wody, wg Maidmenta (1992)
- A - powierzchnia zlewni [ $\text{km}^2$ ],
- $I_o$  - natężenie opadu [ $\text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$ ], obliczony wg wzoru:

$$I_o = P \cdot t^{-1}$$

gdzie:

- P - wydajność opadu [mm],
- t - czas trwania opadu [h].

A [ $\text{km}^2$ ]	$I_o$ [ $\text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$ ]	C	$Q_{\max}$ [ $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ]
68,5	3,75	0,17	<b><u>12,13</u></b>

Uwagi:

Przyjęto wartość 0,17 współczynnika odpływu [C] wg Maidmenta (1992), co odpowiada obszarom pokrytym roślinnością trawiastą na podłożu gleb ciężkich i nachyleniu od 2% do 7%. Natężenie opadu obliczono na podstawie danych z tabeli 1 – uwzględniono maksymalną sumę dobową opadów atmosferycznych o prawdopodobieństwie wystąpienia 1% (Atlas Hydrologiczny Polski, 1987).

Przeszkoda terenowa nr 3 – rów biegnący w północnych krańcach Mroczy (ryc. 2), wzdłuż ulicy Leśnej. Szerokość koryta około 80 cm. Koryto górnego odcinka cieku przebiega rozległym, płaskim obniżeniem terenu wypełnionym osadami organiczno-mineralnymi. Obniżenie to pełni funkcję retencyjną, jak opisano to wyżej. Podobnie istotną funkcję retencyjną spełniają obszary zalesione w części lewobrzeżnej zlewni omawianego rowu wyrównując poziomy wody w cieku. Koryto środkowego i dolnego odcinka rowu ma wyraźny podłużny spadek. W górnym odcinku rów jest silnie zarośnięty. W odcinku środkowym i dolnym jest prawidłowo utrzymywany. Woda z rowu dopływa do koryta Rokitki w centrum Mroczy.

### **Warunki techniczne jakim powinny odpowiadać projektowane obiekty hydrotechniczne przechodzące pod budowlami drogowymi**

Warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie, oraz ich usytuowanie reguluje: Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 63, poz. 735).

Artykuł 40 ust. 2 niniejszego rozporządzenie określa zależność klasy drogi i rodzaju zastosowania obiektu w oparciu o wartości prawdopodobieństwa określone w tabeli poniżej.

Rodzaj obiektu	Wartość prawdopodobieństwa p		
	klasa drogi		
	A, S, GP (%)	G, Z (%)	L, D (%)
Przepust	1	1	2

Klasy dróg i ich symbole, tj.:

- a) autostrady - symbol A,
- b) ekspresowe - symbol S,
- c) główne ruchu przyspieszonego - symbol GP,
- d) główne - symbol G,
- e) zbiorcze - symbol Z,
- f) lokalne - symbol L,
- g) dojazdowe - symbol D,

Artykuł 43, ust. 1 niniejszego rozporządzenia określa warunki zastosowania szerokości minimalnej przewodów przepustów o przekrojach prostokątnych, owalnych i kołowych zależnie od klasy dróg:

- 1) dla dróg klas A i S - nie mniejszą niż 1 m,
- 2) dla dróg klas GP, G i Z - nie mniejszą niż 0,8 m,
- 3) dla pozostałych dróg, gdy długość przewodu przepustu:
  - a) jest nie większa niż 10 m - nie mniejszą niż 0,6 m,
  - b) jest równa lub większa niż 10 m - nie mniejszą niż 0,8 m.

## **Wyniki**

W świetle przeprowadzonych analiz i terenowych pomiarów hydrometrycznych zaleca się zaprojektowanie i wykonanie następujących parametrów przepustów, których zastosowanie i prawidłowe posadowienie nie będzie nadmiernie spiętrzało wody przed tymi obiektami, ułatwi odpływ wielkich wód oraz będzie zgodne z Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie:

- dla przeszkody terenowej nr 1 - rowu melioracyjnego przebiegający w okolicy Gminnego Składowiska Odpadów w Mroczy i Oczyszczalni Ścieków w Mroczy: przepustu kołowego o świetle przewodu minimum 0,8 m, o niezatapionym wlocie i wylocie,
- dla przeszkody terenowej nr 2 – koryta rzeki Rokitki w 34,5 km jej biegu, na wysokości Oczyszczalni Ścieków w Mroczy, przy ulicy Akacyjowej, w przekroju obecnego małego mostu: przepustu podwójnego lub małego mostu o powierzchni minimalnej światła 8,75 m<sup>2</sup>, najlepiej szerokości światła nie mniejsza niż 3 m (podobnie jak współczesna szerokość koryta i szerokość światła funkcjonującego małego mostu),
- dla przeszkody terenowej nr 3 – rowu biegnącego w północnych krańcach miasta Mroczy (ryc. 2), wzdłuż ulicy Leśnej: przepustu kołowego o świetle przewodu minimum 0,8 m, o niezatapionym wlocie i wylocie.

## **Podsumowanie**

Zastosowanie przepustów o wylocie niezatapionym ograniczy możliwość zablokowania odpływu przez kłody drzew lub inne przedmioty (występują drzew, krzewy, itp.). Zastosowane wzory empiryczne na przepływ wielkich wód nie uwzględniają warunków możliwości retencji wód w obniżeniach wypełnionych osadami organiczno-mineralnymi (13 % powierzchni zlewni cząstkowej, miąższość osadów 1,0 – 1,5 m), co w rzeczywistości może ograniczyć wielkość przepływów maksymalnych; można szacować, że zdolności retencyjne obniżeń nie są jednak większe niż ok.10% wielkości przepływu; ponadto przy intensywnych opadach tempo retencjonowania może być zbyt wolne aby w istotny sposób wpływać na przepływy chwilowe,

- zastosowanie zbyt małego światła przepustu na przeprawie przez rzekę Rokitka, może przyczynić się do zalania terenów położonych powyżej budowli oraz zaburzyć funkcjonowanie kolektora ściekowego oczyszczalni,
- ze względów sanitarnych wylot ścieków z oczyszczalni powinien być zlokalizowany na dolnym stanowisko projektowanej przepustu,
- przeprawa przez rzekę Rokitkę jest projektowana nie na prostym odcinku koryta, co wymaga wykonania dodatkowych umocnień przeciwerozrywnych brzegów powyżej i poniżej przepustu na odcinku ok. 0,3 km. powyżej i ok. 0,5 km. poniżej przepustu.

## **Literatura**

Atlas Hydrologiczny Polski, 1987. IMGW Warszawa.  
BPWM w Bydgoszczy (Biuro Projektów Wodnych Melioracyjnych w Bydgoszczy), 1980.  
Szkic poglądowy – Rokitka.  
Chełmicki W., Pociask-Karteczka J., 2006. Zlewnia, właściwości i procesy, Wyd. UJ.  
Instrukcja gospodarowania wodą w zlewni rzeki Orli i Rokitki, 1992.  
Kondracki J., 1998. Podział fizyczno-geograficzny Polski, PWN.  
Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich



usytuowanie (Dz. U. Nr 63, poz. 735).

Roczniki Hydrologiczne Wód Podziemnych, 1966-1973. PIHM/IMGW Warszawa.

Sas S., 1987. Morfologiczna charakterystyka doliny rzeki Rokitki, UMK Toruń (maszynopis).

### **Abstract**

This article concerns the legal aspects and hydrological design, construction and maintenance of culverts in the communication infrastructure. The article discusses the conditions that must be met for culverts constructed a new road in the town Mroczka.

**Key words:** road culvert, road hydrotechnical structures, flood management.