

OPERAT WODNOPRAWNY

Nazwa i adres **Przebudowa obiektu mostowego w ciągu drogi powiatowej**
inwestycji: **nr 3527W Antoniówka – Groszowice – Piotrowice**
wraz z przebudową drogi

Adres obiektu: województwo mazowieckie
powiat radomski

Nazwa i adres **Powiatowy Zarząd Dróg Publicznych**
Inwestora: **26-600 Radom, ul. Graniczna 24**

Jednostka **RAWAY R.P.**
projektowania: ul. Słowicza 33, 02-170 Warszawa



Opracowujący: mgr inż. Rafał Piotrowski
Hydrolog: mgr inż. Bartłomiej Dobrzelewski

Jednostka ewidencyjna: 142506_2 Jedlnia-Letnisko
Obręb: 0021 - Wrzosów, 0014 Piotrowice,
Numery ewidencyjne działek: 1, 1394/1, 1394/2, , 1039/21, 1040, 78, 105, 1844, 1394/3,
1039/16, 1039/10, 1039/12, 18, 82/1

Spis zawartości projektu: strona 2

Opis techniczny: strona 3

SPIS ZAWARTOŚCI PROJEKTU:

1.	WSTĘP	3
1.1	MATERIAŁY WYJŚCIOWE DO OPRACOWANIA	3
1.2	ZAKRES OPRACOWANIA	4
1.3	LOKALIZACJA INWESTYCJI.....	5
1.4	OCENA STANU TECHNICZNEGO MOSTU NA RZECE PACYNCE.....	5
1.5	WARUNKI GEOTECHNICZNE	6
1.6	INWENTARYZACJA ZIELENI.....	6
1.7	PODSTAWOWE PARAMETRY CHARAKTERYZUJĄCE INWESTYCJĘ.....	7
1.7.1	Tabela danych podstawowych	7
1.7.2	Projektowane rozwiązania techniczne rozbudowy mostu przez rzekę Pacynkę	8
1.7.3	Położenie urządzeń wodnych opisane współrzędnymi geograficznymi.....	9
2.	OZNACZENIE ZAKŁADU UBIEGAJĄCEGO SIĘ O WYDANIE POZWOLENIA WODNOPRAWNEGO	9
3.	CEL I ZAKRES PLANOWANYCH DO WYKONANIA URZĄDZEŃ WODNYCH.....	10
4.	RODZAJ URZĄDZEŃ POMIAROWYCH ORAZ ZNAKÓW WODNYCH	10
5.	STAN PRAWNY NIERUCHOMOŚCI USYTUOWANYCH W ZASIĘGU ODDZIAŁYWANIA PLANOWANYCH DO WYKONANIA URZĄDZEŃ WODNYCH	10
6.	OBOWIAZKI UBIEGAJĄCEGO SIĘ O POZWOLENIE W STOSUNKU DO OSÓB TRZECICH....	11
7.	CHARAKTERYSTYKA WÓD OBJĘTYCH POZWOLENIEM WODNOPRAWNYM	11
7.1.	OBLICZENIA PRZEPŁYWÓW MIARODAJNYCH MAKSYMALNYCH	12
7.2.	OBLICZENIA PRZY WYKORZYSTANIU MODELU OPAD-ODPŁYW	12
7.3.	OBLICZENIA PRZY WYKORZYSTANIU OBSZAROWEGO RÓWNANIA REGRESJI	19
7.4.	OBLICZENIA METODĄ ODPŁYWU JEDNOSTKOWEGO	20
7.5.	Zestawienie wyników obliczeń przepływów maksymalnych	21
7.6.	PRZEPŁYWY CHARAKTERYSTYCZNE W RZECE PACYNCE	22
8.	ANALIZA HYDRAULICZNA PROJEKTOWANEGO MOSTU.....	24
8.1.	WPROWADZENIE	26
8.2.	ANALIZA HYDRAULICZNA.....	27
8.3.	WYZNACZENIE MINIMALNEGO ŚWIATŁA MOSTU.....	33
9.	OKREŚLENIE ILOŚCI WÓD OPADOWYCH GENEROWANYCH Z TERENU INWESTYCJI	34
9.1.	OPIS TECHNICZNYCH ROZWIĄZAŃ PROJEKTOWYCH	36
9.2.	ILOŚĆ ODPROWADZANYCH WÓD OPADOWYCH	36
9.3.	JAKOŚĆ WÓD OPADOWYCH	37
10.	USTALENIA WYNIKAJĄCE Z PLANU GOSPODAROWANIA WODAMI NA OBSZARZE DORZECZA I WARUNKÓW KORZYSTANIA Z WÓD REGIONU WODNEGO	38
11.	OKREŚLENIE WPŁYWU GOSPODARKI WODNEJ ZAKŁADU NA WODY POWIERZCHNIOWE ORAZ PODZIEMNE, W SZCZEGÓLNOŚCI NA STAN TYCH WÓD I REALIZACJĘ CELÓW ŚRODOWISKOWYCH DLA NICH OKREŚLONYCH.....	38
12.	SPOSÓB POSTĘPOWANIA W PRZYPADKU WYSTĄPIENIA AWARII.....	39
13.	INFORMACJA O FORMACH OCHRONY PRZYRODY.....	40
13.1.	OBSZARY CHRONIONEGO KRAJOBRAZU	40
14.	SPIS ZAŁĄCZNIKÓW.....	40

OPIS TECHNICZNY

1. WSTĘP

1.1 MATERIAŁY WYJŚCIOWE DO OPRACOWANIA

1. Ustawa z dnia 18 lipca 2001r. Prawo wodne (Dz. U. z 2012r., poz. 145 z późn. zm.).
2. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 kwietnia 2007r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle hydrotechniczne i ich usytuowanie wraz z późniejszymi zmianami.
3. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie wraz z późniejszymi zmianami.
4. Hydrologia stosowana. M. Ozga – Zielińska, J. Brzeziński, Warszawa 1997r
5. Hydrologia. A. Byczkowski, Warszawa 1996r.
6. Atlas hydrologiczny Polski, IMGW, Warszawa 1987.
7. Zasady obliczania maksymalnych rocznych przepływów o określonym prawdopodobieństwie pojawienia się dla rzek polskich. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Warszawa 1985r.
8. Typy reżimów rzecznych w Polsce. Dynowska, Prace Geograficzne z. 28 UJ, Kraków 1972r.
9. Modelowanie wezbrań opadowych i jakości odpływu z małych nieobserwowanych zlewni rolniczych. K. Banasik, D. Górski, S. Ignar. Wydawnictwo SGGW 2000r.
10. System obliczania maksymalnych opadów prawdopodobnych w Polsce, cz. I. Bogdanowicz E., Stachy J. Gospodarka Wodna 9: 274-279. 1997r.
11. Maksymalne opady deszczu w Polsce, charakterystyki projektowe. Bogdanowicz E., Stachy J. Materiały badawcze IMiGW 23, Seria: Hydrologia i Oceanologia 85. 1998r.
12. Eine Einheitsganglinie aus charakteristischen Systemwerten ohne Niederschlag-Abfluss-Messungen. Wackermann R. Wasserund Boden 1: 23-28. 1981r.

1.2 ZAKRES OPRACOWANIA

Przedmiotem niniejszego opracowania jest rozbudowa drogi powiatowej nr 3527W Antoniówka – Groszowice – Piotrowice wraz z mostem przez rzekę Pacynkę w km 4+052,06. Konieczność rozbudowy ww. drogi wraz z mostem wynika z faktu, iż istniejący most znajduje się w złym stanie technicznym i nie odpowiada już wymogom technicznym i eksploatacyjnym jakie są obecnie stawiane tego typu obiektom. Istniejący obiekt mostowy wymaga rozbiórki i budowy nowego mostu, spełniającego parametry wymagane dla dróg publicznych i obiektów mostowych, takich jak poszerzenie jezdni oraz wyposażenie w odpowiednie urządzenia techniczne. Rozbudowa drogi wraz z mostem ma na celu przede wszystkim dostosowanie projektowanego obiektu do aktualnych obciążeń użytkowych oraz poprawę bezpieczeństwa ruchu drogowego. Na czas budowy nowego obiektu mostowego, droga powiatowa nr 3527W zostanie zamknięta.

Zgodnie z art. 9 ust. 2 pkt. 1 pkt. b ustawy Prawo Wodne, przepisy ustawy dotyczące urządzeń wodnych stosuje się odpowiednio do prowadzonych przez wody powierzchniowe oraz wały przeciwpowodziowe obiektów mostowych. Natomiast stosownie do art. 9 ust. 2 pkt. 2 przepisy ustawy dotyczące wykonania urządzeń wodnych stosuje się odpowiednio do odbudowy, rozbudowy, przebudowy lub rozbiórki tych urządzeń, z wyłączeniem robót związanych z utrzymywaniem urządzeń wodnych w celu zachowania ich funkcji. Zgodnie z art. 122 ust. 1 pkt. 3 wymienionej ustawy, na wykonanie urządzeń wodnych wymagane jest pozwolenie wodnoprawne.

W ramach przedmiotowej inwestycji projektuje się również rozbudowę odcinka drogi powiatowej, w tym również wykonanie odwodnienia drogi. Odwodnienie drogi będzie odbywać się jak do tej pory- powierzchniowo do rowów drogowych.

Stosownie do art. 9 ust. 1 pkt. 19 w/w ustawy, ilekroć w ustawie jest mowa o urządzeniach wodnych, rozumie się przez to urządzenia służące kształtowaniu zasobów wodnych oraz korzystaniu z nich, a w szczególności wyloty urządzeń kanalizacyjnych służące do wprowadzania ścieków do wód lub urządzeń wodnych. Zgodnie z art. 122 ust. 1 pkt. 3 wymienionej ustawy, na wykonanie urządzeń wodnych wymagane jest pozwolenie wodnoprawne. Ponadto stosownie do art. 37

pkt. 2 przywołanej ustawy Prawo Wodne, szczególnym korzystaniem z wód jest korzystanie wykraczające poza korzystanie powszechne lub zwykłe, a w szczególności wprowadzanie ścieków do wód lub do ziemi. Zgodnie z art. 122 ust. 1 pkt. 1 ustawy, na szczególne korzystanie z wód wymagane jest pozwolenie wodnoprawne.

1.3 LOKALIZACJA INWESTYCJI

Planowana inwestycja znajduje się w ciągu drogi powiatowej nr 3527W Antoniówka – Groszowice – Piotrowice, powiat radomski. Przedmiotowy most zlokalizowany jest w km km 13+725 rzeki Pacynki, która stanowi prawostronny dopływ rzeki Mleczonej. Rzeka Pacynka zaczyna bieg w rejonie miejscowości Klonówek Piaszczysty i generalnie płynie z południa na północ zachód. Na terenie zlewni rzeki Pacynki brak jest jezior.

Większą część zlewni rzeki stanowią lasy i tereny użytkowane rolniczo. W obrębie obiektu mostowego rzeka Pacynka płynie dość wartkim nurtem i krętym korytem o szer. 6 - 7 m. Niskie brzegi rzeki porośnięte są roślinnością trawiastą, zaroślami i drzewami.

Lokalizacja terenu inwestycji pokazana została na zał. graficznym nr 1.

1.4 OCENA STANU TECHNICZNEGO MOSTU NA RZECE PACYNCE

Most zlokalizowany jest w km roboczym 4+052,06 (licząc od skrzyżowania z drogą wojewódzką nr 737) drogi powiatowej nr 3527W Antoniówka – Groszowice – Piotrowice. Istniejący most drogowy przez rzekę Pacynkę to most jednoprzęsłowy. Konstrukcję mostu stanowią stalowe dźwigary zespolone z drewnianą płytą pomostu. Układ statyczny mostu jest swobodnie podparty. Podpory stanowią żelbetowe przyczółki.

Obiekt posiada następujące parametry:

- długość - 13,00 m,
- szerokość użytkowa jezdni – 6,00m,
- brak chodników dla pieszych.

Nawierzchnia jezdni na obiekcie jest wykonana z drewnianych bali.

Istniejący most znajduje się w złym stanie technicznym i nie odpowiada już wymogom technicznym i eksploatacyjnym jakie są obecnie stawiane tego typu obiektom. Budowa nowego mostu i rozbiórka istniejącego mostu ma na celu przede wszystkim dostosowanie projektowanego obiektu do aktualnych obciążeń użytkowych oraz poprawę bezpieczeństwa ruchu drogowego.

1.5 WARUNKI GEOTECHNICZNE

Według fizyczno-geograficznej regionalizacji Polski, obszar zajmowany przez inwestycję położony jest w obrębie Równiny Radomskiej, stanowiącej mezoregion wzniesień Południowo-Mazowieckich. Jest to równina denudacyjna o zdegradowanej pokrywie utworów czwartorzędowych. Rzeźba terenu została ukształtowana w wyniku działania lodowca zlodowacenia środkowopolskiego, oraz erozji i akumulacji rzecznej. Jest to teren płaski rozcięty doliną rzeki Radomki i jej dopływów. Równinę pokrywają równomiernie osady z deglacji maksymalnych faz glaciostadiału Radomki, złożone głównie z glin zwałowych z nielicznymi i niewielkimi formami akumulacji piaszczysto – żwirowej. W obniżeniach dolinnych występują osady rzeczne

Powierzchnia terenu pod względem hipsometrycznym, ze względu na zasięg inwestycji jest dość zróżnicowana. W rejonie miejscowości Groszowice odnotowano lokalną kulminację terenu, natomiast ze wschodniej części terenu badań opada wyraźnie w kierunku doliny rzecznej

Podłoże gruntowe terenu badań w głębokości do 12,9 m p.p.t składa się z osadów. Szczegółowe informacje na temat podłoża znajdują się w Opinii Geotechnicznej.

1.6 INWENTARYZACJA ZIELENI

Szata roślinna w pobliżu planowanej inwestycji jest zróżnicowana w odniesieniu do odcinka drogi. Przed mostem (według pikietaża drogi) dominują tereny leśne, natomiast za mostem występują tereny o niskiej zabudowie aż do końca projektowanego odcinka drogi.

W terenie zalesionym dominuje sosna zwyczajna (*Pinus sylvestris*) z domieszką olszy czarnej (*Alnus glutinosa*). Są to drzewa wysokie (od ok. 9 m do 12 m wysokości) w wieku 30-40 lat.

1.7 PODSTAWOWE PARAMETRY CHARAKTERYZUJĄCE INWESTYCJĘ

1.7.1 Tabela danych podstawowych

Tabela1 Dane podstawowe

lp	Wyszczególnienie	Jednostka	Ilość jednostek
1	Powierzchnia zlewni rzeki Pacynki do przekroju obliczeniowego w km 13+725 rzeki	km ²	62.672
2	Przepływ miarodajny Q _{1%}	m ³ /s	21,58
	Przepływ Q _{3%}	m ³ /s	16,60
	Przepływ średni roczny SQ	m ³ /s	0,328
3	Wymiary projektowanego mostu: - lokalizacja na rzece - szerokość konstrukcji - rozpiętość podporowa (światło) - rzędna góry mostu (w osi rzeki) - rzędna spodu konstrukcji - szerokość jezdni - szerokość chodników	km m m m npm m npm m m	km rzeki 13+725 10,45m 14,00m 155,53 154,58 2,75m+3,75m=6,5m 1,0m+1,5m
4	Wymiary istniejącego mostu do rozbiórki: - lokalizacja na rzece - szerokość konstrukcji - rozpiętość podporowa (światło) - rzędna góry mostu (w osi rzeki) - rzędna spodu konstrukcji - szerokość jezdni - szerokość chodników	km m m m npm m npm m m	13+722÷13+728 6,00 13,00 154,50 152,45 1 x 4,0 brak
6	Projektowane umocnienie koryta rzeki materace siatkowo - kamienne - lokalizacja na rzece - długość umocnień - szerokość dna rzeki pod mostem - nachylenie skarp rzeki	km m m 1:n	km13+710,5 – 13+736 25,5m 6,0m 1:1,5

1.7.2 Projektowane rozwiązania techniczne rozbudowy mostu przez rzekę Pacynkę

Most stały zaprojektowano jako ustrój jednoprzęsłowej ramownicy. Ustrój niosący zaprojektowano z dźwigarów wykonanych z prefabrykowanych belek strunobetonowych o długości 15m, zespolonych z żelbetową płytą pomostu. Szerokość użytkową obiektu stanowić będą 2 pasy ruchu 2,75m + 3,75m, oraz chodniki o szerokości 1,0m i 1,5m. Ruch na obiekcie zabezpieczony będzie barieroporciami stalowymi.

Obiekt posiadać będzie następujące parametry:

- szerokość 10,45m,
- rozpiętość podporowa (światło) 14,00m,
- rzędna góry mostu (w osi rzeki) 155,53m npm,
- rzędna spodu konstrukcji 154,58m npm.

Budowa przedmiotowego obiektu z zastosowaniem belek strunobetonowych zespolonych z żelbetową płytą, charakteryzować się będzie łatwym montażem konstrukcji płyty pomostu usytuowanej nad rzeką. W wybranej do realizacji technologii nie ma konieczności stosowania rusztowań usytuowanych w korycie rzeki, ponadto czas realizacji inwestycji zostanie skrócony do minimum.

Posadowienie mostu zaprojektowano na oczepach palowych, natomiast korpusy i skrzydła przyczółków stanowią żelbetowe ściany oporowe.

Umocnienia stożków nasypów przyobiektowych projektuje się wykonać z kostki betonowej układanej na betonie C8/10.

W ramach przedmiotowej inwestycji rzekę Pacynkę projektuje się umocnić na odcinku w km 13+710,5÷13+736,0, tj. na odcinku 10m poniżej projektowanej konstrukcji mostu, pod konstrukcją projektowanego mostu, oraz 5m powyżej mostu. Łączna długość umocnień to 25,5 m. Nie projektuje się zmiany rzędnej dna rzeki, projektowane umocnienia wykonane zostaną w dostosowaniu do istniejącej niwelety dna. W obrębie projektowanego mostu projektuje się ukształtować koryto rzeki o szerokości w dnie 6,0m i nachyleniu skarp 1:1,5. Dno i skarpy rzeki projektuje się umocnić materacami siatkowo – kamiennymi.

Realizacja inwestycji nie spowoduje zmiany przebiegu rzeki Pacynki.

1.7.3 Położenie urządzeń wodnych opisane współrzędnymi geograficznymi

Tabela 2 Położenie urządzeń opisane współrzędnymi geograficznymi

Oznaczenie urządzenia	Opis punktu położenia urządzenia	Współrzedne geograficzne punktów położenia urządzenia (WSG 84)	
		Szerokość geograficzna - N	Długość geograficzna - E
Most stały	krawędź konstrukcji od strony wody górnej w osi rzeki	51 25 13.31	21 18 38.20
	krawędź konstrukcji od strony wody dolnej w osi rzeki	51 25 13.22	21 18 38.16
Most istniejący przeznaczony do rozbiórki	krawędź konstrukcji od strony wody górnej w osi rzeki	51 25 13.07	21 18 38.06
	krawędź konstrukcji od strony wody dolnej w osi rzeki	51 25 13,00	21 18 38.00

2. OZNACZENIE ZAKŁADU UBIEGAJĄCEGO SIĘ O WYDANIE POZWOLENIA WODNOPRAWNEGO

Zakładem ubiegającym się o wydanie pozwolenia wodnoprawnego jest Zarząd Dróg Powiatowych w Radomiu, 26-600 Radom, ul. Graniczna 24, działającym w imieniu powiatu radomskiego.

3. CEL I ZAKRES PLANOWANYCH DO WYKONANIA URZĄDZEŃ WODNYCH

Pozwolenie wodnoprawne dotyczy:

- wykonania urządzenia wodnego w postaci przebudowy mostu przez rzekę Pacynkę w km 13+725, w ciągu drogi powiatowej nr 3527W w km roboczym 4+052,06 , polegającego na budowie projektowanego mostu stałego i rozbiórce istniejącego mostu.
- odprowadzanie wód opadowych i roztopowych z powierzchni odcinka drogi powiatowej 3527 W i terenów przyległych za pomocą rowów do rzeki Pacynki - wylot rowów odpływowych w kilometrze rzeki, 13+713 (rów prawy) i 13+735 (rów lewy). Długość odcinka drogi powiatowej 3527 W z którego są i będą odprowadzane wody opadowe i roztopowe to ok. 1030 m

4. RODZAJ URZĄDZEŃ POMIAROWYCH ORAZ ZNAKÓW WODNYCH

Na projektowanych urządzeniach wodnych nie projektuje się do wykonania żadnych urządzeń pomiarowych ani znaków wodnych.

5. STAN PRAWNY NIERUCHOMOŚCI USYTUOWANYCH W ZASIĘGU

ODDZIAŁYWANIA PLANOWANYCH DO WYKONANIA URZĄDZEŃ WODNYCH

Projektowane urządzenia wodne, tj. budowa mostu na rzece Pacynce, rozbiórka istniejącego mostu, umocnienia koryta rzeki na odcinku 5m powyżej i 10m poniżej mostu, zlokalizowane zostaną na następujących działkach:

Działka nr 1 obręb Piotrowice – Właściciel: Skarb Państwa, w użytkowaniu Marszałka Województwa Mazowieckiego.

Działka nr 1039/21, obręb Wrzosów – Właściciel: Skarb Państwa, w użytkowaniu Marszałka Województwa Mazowieckiego.

Działka nr 1394/1, obręb Wrzosów – Właściciel: Skarb Państwa, w użytkowaniu Marszałka Województwa Mazowieckiego.

Działka nr 1394/2, obręb Wrzosów – Właściciel: Skarb Państwa, w użytkowaniu Marszałka Województwa Mazowieckiego.

Działka nr 1040, obręb Piotrowice - Właściciel: Skarb Państwa.

Działka nr 78, obręb Piotrowice - Właściciel: Skarb Państwa.

Działka nr 105 obręb Piotrowice – Właściciel: Skarb Państwa.

Część działek zajętych pod istniejący pas drogowy działki nr: 1844, 1394/3, 1039/16, 1039/10, 1039/12, 18, 82/1

Inwestor zobowiązany jest do uzyskania zgody właścicieli/władających poszczególnych działek nie należących do Inwestora na realizację inwestycji. Projektowana rozbudowa nie wpłynie na zmianę istniejącego użytkowania na działkach sąsiednich. Rozbudowa usprawni spływ wód ze zlewni, wpłynie pozytywnie na krajobraz i warunki komunikacji obszaru związanego z inwestycją. W wyniku przeprowadzonych prac nie wystąpią szkodliwe podtopienia i osuszenia przyległych terenów. Oddziaływanie inwestycji na działki sąsiednie nie wystąpi.

6. OBOWIĄZKI UBIEGAJĄCEGO SIĘ O POZWOLENIE W STOSUNKU DO OSÓB TRZECICH

Projektowana inwestycja zostanie zrealizowana na terenie, którego władającym jest Inwestor – Zarząd Dróg Powiatowych w Radomiu. Zgodnie z art. 29 ustawy z dnia 18 lipca 2001r. Prawo wodne, właściciel gruntu nie może zmieniać stanu wody na gruncie, a zwłaszcza kierunku odpływu znajdującej się na jego gruncie wody opadowej ani kierunku odpływu ze źródeł – ze szkodą dla gruntów sąsiednich, a także odprowadzać wód oraz ścieków na grunty sąsiednie. Na właścicielu gruntu ciąży obowiązek usunięcia przeszkód oraz zmian w odpływie wody, powstałych na jego gruncie wskutek przypadku lub działania osób trzecich, ze szkodą dla gruntów sąsiednich. Jeżeli spowodowane przez właściciela gruntu zmiany stanu wody na gruncie szkodliwie wpływają na grunty sąsiednie, wójt, burmistrz lub prezydent miasta może, w drodze decyzji, nakazać właścicielowi gruntu przywrócenie stanu poprzedniego lub wykonanie urządzeń zapobiegających szkodom.

7. CHARAKTERYSTYKA WÓD OBJĘTYCH POZWOLENIEM WODNOPRAWNYM

Rzeka Pacynka stanowi dopływ rzeki Mlecznej. Pacynka zaczyna bieg w rejonie miejscowości Klanówek Piaszczysty jako rzeka Pacyk Kuczkowska i generalnie płynie z południa na północny zachód. Na terenie zlewni rzeki Pacynki brak jest jezior.

Większą część zlewni rzeki stanowią lasy i tereny użytkowane rolniczo. Zabudowa zagrodowa i jednorodzinna rozłożona jest głównie wzdłuż dróg i ulic.

7.1. OBLICZENIA PRZEPŁYWÓW MIARODAJNYCH MAKSYMALNYCH

Obliczenia przeprowadzono dla rzeki Pacynki w przekroju obliczeniowym zlokalizowanym na moście objętym projektem budowy w Piotrowicach. Zgodnie z warunkami technicznymi wydanymi przez Wojewódzki Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Warszawie, Inspektorat w Zwoleniu, projektowany most zlokalizowany jest w km 13+725 rzeki.

W zlewni rzeki Pacynki nie prowadzi się stałych, wieloletnich obserwacji hydrologicznych; jest to zlewnia niekontrolowana. Z powodu braku danych o stanach i przepływach w przedmiotowej rzece, w celu ustalenia jej charakterystyki hydrologicznej dla potrzeb wykonania projektowanego mostu (droga klasy Z), posłużono się metodą pośrednią. Do obliczeń przepływów maksymalnych prawdopodobnych zastosowano metodę modelowania matematycznego – model koncepcyjny typu opad – odpływ, dającą stosunkowo dokładną analizę kształtowania się przepływów maksymalnych prawdopodobnych.

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie, § 18.3., mosty na drogach zbiorczych (Z) należy projektować na przepływ miarodajny o prawdopodobieństwie przekroczenia $p=0.5\%$. W związku z powyższym, obliczeniami hydrologicznymi objęto przepływ maksymalny o wyżej wymienionym prawdopodobieństwie przekroczenia, oraz dodatkowo wyznaczono przepływy o prawdopodobieństwie przekroczenia równym 0.3%, 1%, 2%, 3%, 5%, 10% i 50% dla istniejącego stanu zagospodarowania zlewni rowu.

7.2. OBLICZENIA PRZY WYKORZYSTANIU MODELU OPAD-ODPŁYW

Dla potrzeb niniejszego opracowania konieczne jest określenie wielkości przepływów maksymalnych o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia występujących w przekroju obliczeniowym na analizowanej rzece. Dla wyznaczania przepływów maksymalnych, fali wezbraniowej, jak również kształtu hydrogramu

wiezbrania, posłużono się modelem koncepcyjnym typu opad-odpływ, przedstawionym w postaci dwóch równoległych kaskad zbiorników (Wackermann 1981), określającego rzędne chwilowego hydrogramu jednostkowego. Podstawową wielkością, jako wejście do tego modelu, jest opad efektywny. Został on policzony metodą SCS. W metodzie tej opad efektywny uzależnia się od rodzaju gruntu, sposobu użytkowania terenu zlewni oraz od uwilgotnienia gruntu przed wystąpieniem badanego opadu. Wszystkie te czynniki ujmuje bezwymiarowy parametr CN.

Natężenie i wielkość deszczu obliczeniowego (to jest deszczu o przyjętym prawdopodobieństwie i czasie trwania takim, przy którym występuje największe wezbranie), wyznaczono posługując się zależnościami opracowanymi przez Bogdanowicz i Stachy (1997, 1998). Obliczenia przeprowadzono dla regionu południowego wyżynnego, przyjmując maksymalny opad o czasie trwania 12 - 72h. Przyjęto natężenie deszczu zmienne - wg DVWK.

Rzędne chwilowego hydrogramu jednostkowego modelu określają następujące parametry charakteryzujące zlewnię:

β - parametr rozdziału opadu efektywnego na obydwie kaskady (-),

k_j - współczynnik retencji kaskady $j(h)$.

Obliczenia przepływu i hydrogramu wezbrania przeprowadzono przy pomocy modelu Wackermanna dla zlewni rolniczych. Podstawowe wielkości charakteryzujące zlewnię rzeki Pacynki do przekroju obliczeniowego i wykorzystane w obliczeniach zamieszcza się poniżej:

Tabela 1 Dane podstawowe charakteryzujące zlewnię rzeki Pacynki do przekroju zlokalizowanego na moście w miejscowości Piotrowice

Nazwa ciek	A [km ²]	Rzędna terenu na przecięciu linii będącej przedłużeniem cieku głównego z wododziałem H_{\max} [m npm]	Rzędna terenu w przekroju zamykającym zlewnie H_{\min} [m npm]	Odległość pomiędzy H_{\max} i H_{\min} L [km]
Pacynka	62.672	179.0	152.1	10.1

8.

W celu określenia parametru CN obszar zlewni został podzielony na kompleksy, którym przyporządkowano określone wartości CN wyznaczone dla grupy glebowej A i B. W niniejszej analizie przyjęto, że lasy położone są na terenach należących do grupy glebowej A; pozostała część zlewni położona jest na terenach należących do grupy glebowej B. Poniżej zamieszczono tabelę z wartościami CN dla każdego kompleksu.

Tabela 2 Zestawienie poszczególnych kompleksów i odpowiadających im wartości CN

Nr kompleksu	Powierzchnia [km2]	użytkowanie	CN	Pow*CN
1	3.120	Ł1	58	180.97
2	2.962	Ł2	58	171.81
3	0.492	Ł3	58	28.54
4	0.498	Ł4	58	28.86
5	0.368	L5	25	9.20
6	0.040	L6	25	1.01
7	0.149	L7	25	3.72
8	0.959	L8	25	23.97
9	0.636	L9	25	15.90
10	0.038	L10	25	0.95
11	0.067	L11	25	1.68
12	0.037	L12	25	0.93
13	0.063	L13	25	1.58
14	0.035	L14	25	0.87
15	0.218	L15	25	5.46
16	0.041	L16	25	1.02
17	0.088	L17	25	2.20
18	0.102	L18	25	2.55
19	0.183	L19	25	4.58
20	0.607	L20	25	15.17
21	0.080	M21	68	5.42
22	0.086	M22	68	5.87

Przebudowę obiektu mostowego w ciągu drogi powiatowej nr 3527 W Antoniówka –
Groszowice - Piotrowice wraz z przebudową drogi

23	0.254	M23	68	17.27
24	0.096	M24	68	6.51
25	0.064	M25	68	4.38
26	0.076	M26	68	5.18
27	0.117	M27	68	7.99
28	0.117	M28	68	7.96
29	0.057	M29	68	3.85
30	0.120	M30	68	8.15
31	0.059	M31	68	4.04
32	0.388	M32	68	26.37
33	0.146	M33	68	9.92
34	0.092	M34	68	6.26
35	0.101	M35	68	6.84
36	0.158	M36	68	10.76
37	0.054	M37	68	3.64
38	0.146	S38	66	9.62
39	0.096	S39	66	6.35
40	49.662	R40	75	3724.68
Sumy	62.672			4382.01
			CN śr	69.92

W tabeli użyto następujących skrótów:

Ł – łąki i pastwiska,

L – lasy,

M - tereny zabudowane (zabudowa zagrodowa),

S - sady,

G – grunty orne.

Określone powierzchnie odpowiadają aktualnemu stanowi zagospodarowania zlewni Pacynki. Średnia wartość współczynnika CN przyjęta do dalszych obliczeń wynosi 69,92. Stosując koncepcyjny model opad – odpływ i wykorzystując charakterystyczne parametry zlewni uzyskano następujące wyniki przepływów maksymalnych o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia:

Przebudowę obiektu mostowego w ciągu drogi powiatowej nr 3527 W Antoniówka –
Groszowice - Piotrowice wraz z przebudową drogi

Symulacja odpływu powierzchniowego przy pomocy modelu Wackermanna

Opis zlewni

Nazwa cieku: **Pacynka** CN dla obszaru zlewni **69.92**
Przekrój: **13+725**

Powierzchnia zlewni	
F=	62.672 [km ²]
Długość cieku	
L=	10.1 [km]
Rzędna wododziału	
RzWod=	179 [m npm]
Rzędna w przekroju	
RzPrzek=	152.1 [m npm]

Współczynniki retencji kaskady	
k1=	2.97
k2=	6.60
Paramet rozdziału opadu efektywnego	
α =	0.12

Potencjalna retencja zlewni	
S=	109.27 [mm]

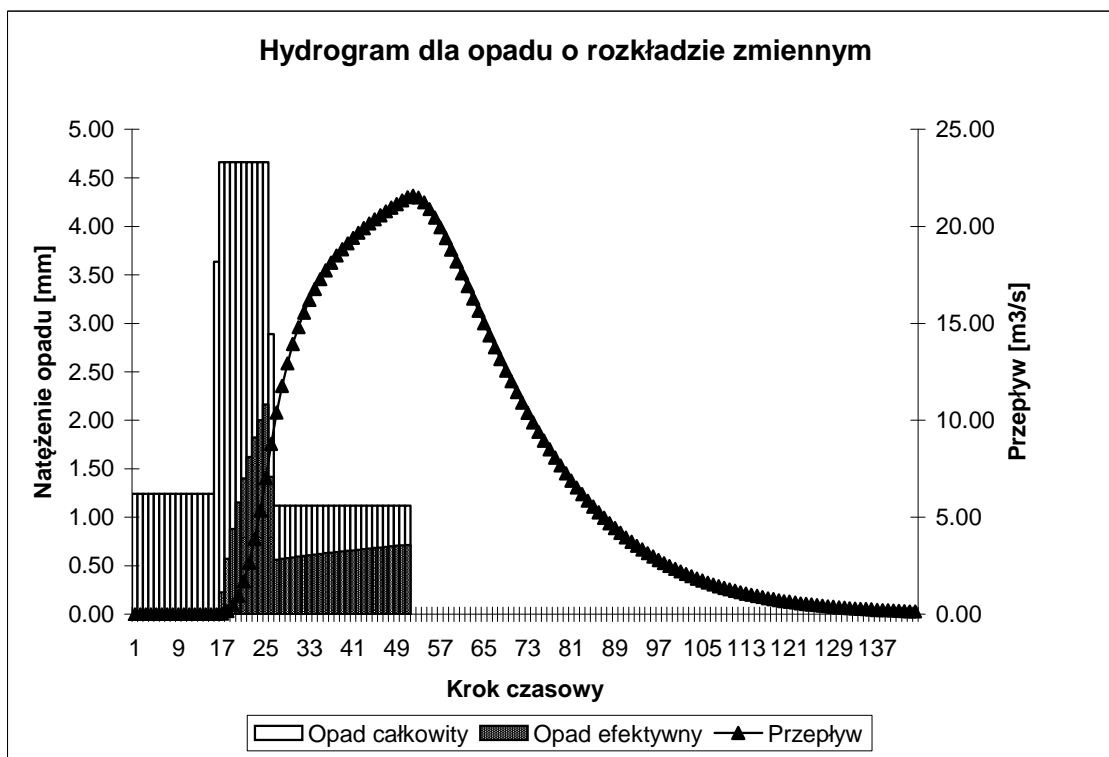
Opad:

Prawdopodobieństwo **1** %
Wysokość opadu **95.09** [mm]
Krok czasowy **0.5** [h]
Czas trwania deszczu **25.5** [h]

Wyniki:

Dla opadu o rozkładzie zmiennym:

Q max = **21.58** m³/s w czasie **26.00**
Objętość fali w [m³] = **1,836,749**



Symulacja odpływu powierzchniowego przy pomocy modelu Wackermanna

Opis zlewni

Nazwa cieku: **Pacynka** CN dla obszaru zlewni **69.92**
Przekrój: **13+725**

Powierzchnia zlewni	
F=	62.672 [km2]
Długość cieku	
L=	10.1 [km]
Rzędna wododziału	
RzWod=	179 [m npm]
Rzędna w przekroju	
RzPrzek=	152.1 [m npm]

Współczynniki retencji kaskady	
k1=	2.97
k2=	6.60
Paramet rozdziału opadu efektywnego	
α =	0.12

Potencjalna retencja zlewni	
S=	109.27 [mm]

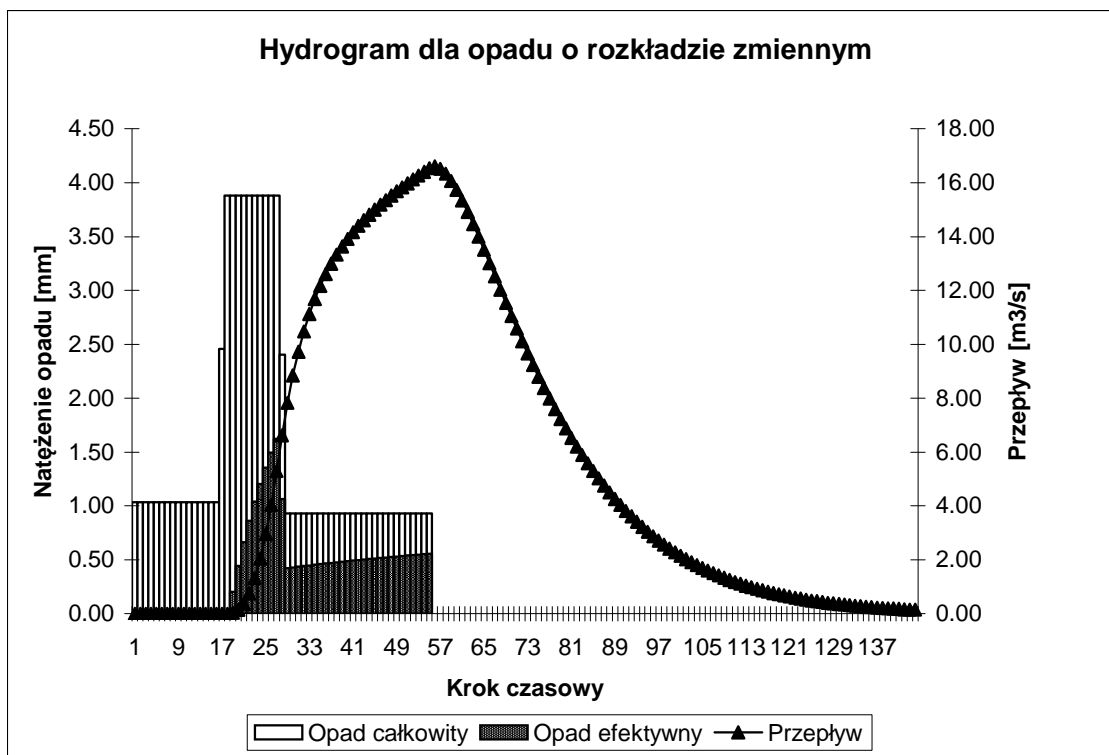
Opad:

Prawdopodobieństwo **3** %
Wysokość opadu **85.34** [mm]
Krok czasowy **0.5** [h]
Czas trwania deszczu **27.5** [h]

Wyniki:

Dla opadu o rozkładzie zmiennym:

Q max = **16.60** m³/s w czasie **28.00**
Objętość fali w [m3] = **1,457,358**



Symulacja odpływu powierzchniowego przy pomocy modelu Wackermanna

Opis zlewni

Nazwa cieku: **Pacynka** CN dla obszaru zlewni **69.92**
Przekrój: **13+725**

Powierzchnia zlewni	
F=	62.672 [km2]
Długość cieku	
L=	10.1 [km]
Rzędna wododziału	
RzWod=	179 [m npm]
Rzędna w przekroju	
RzPrzek=	152.1 [m npm]

Współczynniki retencji kaskady	
k1=	2.97
k2=	6.60
Paramet rozdziału opadu efektywnego	
α =	0.12

Potencjalna retencja zlewni	
S=	109.27 [mm]

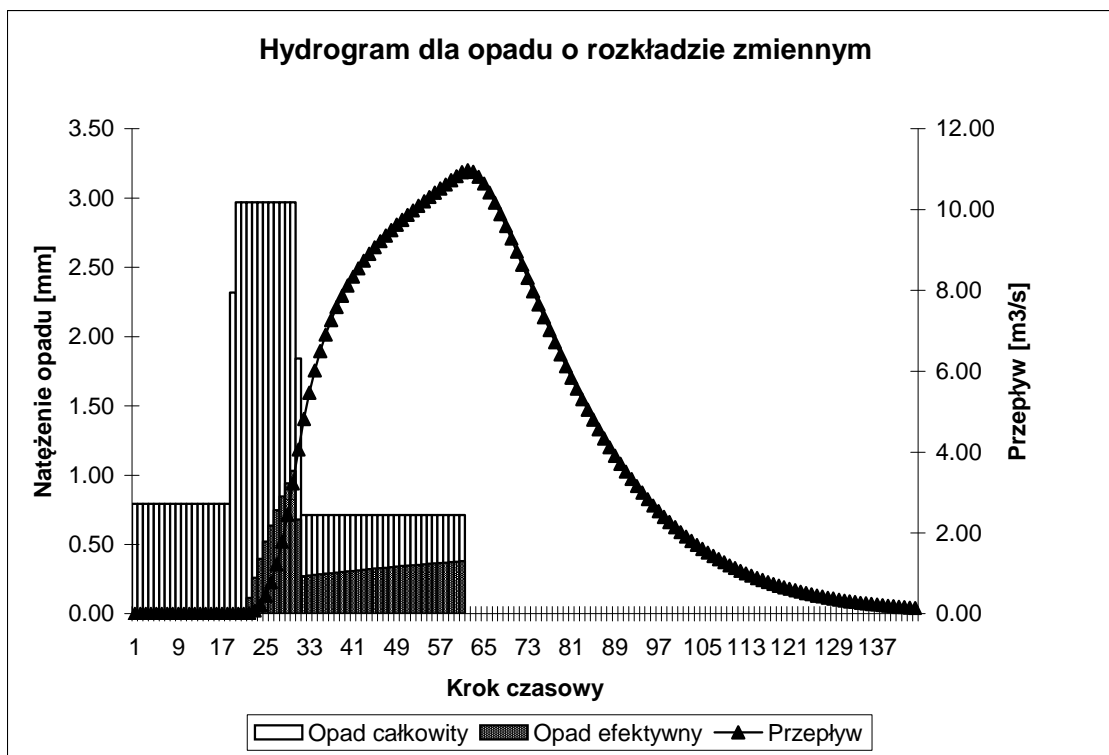
Opad:

Prawdopodobieństwo **10** %
Wysokość opadu **72.48** [mm]
Krok czasowy **0.5** [h]
Czas trwania deszczu **30.5** [h]

Wyniki:

Dla opadu o rozkładzie zmiennym:

Q max = **10.98** m³/s w czasie **31.00**
Objętość fali w [m3] = **1,000,131**



Poniżej zestawiono otrzymane wyniki obliczeń przepływów maksymalnych i objętości fal wezbraniowych otrzymanych z modelu opad – odpływ.

Tabela 3 Zestawienie wyników obliczeń przepływów maksymalnych w rzece Pacynce, wykonanych przy pomocy modelu koncepcyjnego opad-odpływ dla opadu o rozkładzie zmiennym

Przekrój obliczeniowy	Prawdopodobieństwo wystąpienia przepływu maksymalnego [%]	Czas trwania opadu [godz]	Opad całkowity [mm]	Przepływ maksymalny Q_{\max} [m ³ /s]	Objętość fali wezbraniowej [tys.m ³]
Km 13+725 rzeki Pacynki	1	25.5	95.09	21.58	1836.749
	3	27.5	85.34	16.60	1457.358
	10	30.5	72.48	10.98	1000.131

Dla porównania i sprawdzenia, obliczenia przepływów maksymalnych wykonano również przy wykorzystaniu obszarowego równania regresji oraz metodą odpływu jednostkowego.

7.3 OBLICZENIA PRZY WYKORZYSTANIU OBSZAROWEGO RÓWNAŃ REGRESJI

Obszarowe równania regresji do obliczania maksymalnych rocznych przepływów Q_{\max} o prawdopodobieństwie pojawiania się p stosuje się w odniesieniu do zlewni o powierzchni większej od 50 km² położonych w południowej części kraju, gdzie dominują wezbrania opadowe, bądź brak jest dominacji wezbrań roztopowych nad opadowymi. Obszarowe równania regresji opisane są wzorem:

$$Q_{\max,p} = \beta_1 \cdot A^{0,92} \cdot H_1^{1,11} \cdot \varphi^{1,07} \cdot I_r^{0,10} \cdot \psi^{0,35} \cdot (1+JEZ)^{-2,11} \cdot (1+B)^{-0,47} \cdot \lambda_p \text{ [m}^3/\text{s]}$$

gdzie:

β_1 [-] – wartość stała odczytywana z odpowiedniej tablicy,

A [km²] – powierzchnia zlewni;

H_1 [mm] – wysokość maksymalnego opadu dobowego o prawdopodobieństwie pojawiania się 1%, odczytywana z mapy,

φ [-] – współczynnik odpływu przepływów maksymalnych, odczytywany z mapy,

I_r [m/km] lub [‰] – spadek cieku;

ψ [m/km] lub [‰] – średnie nachylenie zlewni;

JEZ [-] – wskaźnik jeziorności; przyjęto 0,

B [-] – wskaźnik zabagnienia zlewni; przyjęto 0,

λ_p – kwantyl rozkładu zmiennej λ_p dla zadanego prawdopodobieństwa pojawienia się p odczytywany z odpowiedniej tablicy.

Wartość stała β_1 dla obszaru nizinno - pojeziernego wschodniego wynosi $3,075 \cdot 10^{-3}$.

Po podstawieniu do powyższego wzoru niezbędnych danych, otrzymano następujące wyniki przepływów maksymalnych, które zestawiono w poniższej tabeli.

Tabela 4 Wartości przepływów maksymalnych $Q_{\max,p}$ o określonym prawdopodobieństwie wystąpienia wyznaczone obszarowym równaniem regresji

p%	λ_p	$Q_{\max,p}$
0.1	1.430	23.48
0.2	1.300	21.34
0.5	1.130	18.55
1	1.000	16.42
2	0.865	14.20
3	0.790	12.97
5	0.679	11.15
10	0.558	9.16
20	0.421	6.91
30	0.340	5.58
50	0.233	3.83

W tym miejscu należy zaznaczyć, że średni błąd względny wartości $Q_{\max,p}$ obliczonych za pomocą równania regresji dla obszaru nizinno-pojeziernego wschodniego wynosi $\delta Q_{\max,p}=35\%$. Średni błąd względny $\delta Q_{\max,p}$ określa przedział

$$Q_{\max,p} - \delta Q_{\max,p}, Q_{\max,p} + \delta Q_{\max,p}$$

wewnątrz którego z prawdopodobieństwem 0,68 (68%) zawiera się rzeczywista wartość $Q_{\max,p}$.

7.4 OBLICZENIA METODĄ ODPIYU JEDNOSTKOWEGO

Na podstawie danych zawartych w atlasie hydrologicznym Polski, wyznaczono maksymalny odpływ jednostkowy o prawdopodobieństwie wystąpienia 1%, który dla zlewni rzeki Pacynki wynosi $q_{\max 1\%}=0.35$ [$\text{m}^3/\text{s km}^2$]. Ponieważ zlewnia rzeki Pacynki zamknięta przekrojem obliczeniowym wynosi 62.672 [km^2], stąd przepływ $Q_{\max 1\%}$ wyniesie: $Q_{\max 1\%} = 0.35 \cdot 62.672 = 21.94$ [m^3/s]. Jest to wynik zbliżony z przepływem maksymalnym $Q_{\max 1\%}$ otrzymanym z obliczeń modelem opad-odpływ dla opadu o rozkładzie zmiennym.

7.5 Zestawienie wyników obliczeń przepływów maksymalnych

Poniżej w tabeli zamieszcza się zbiorcze zestawienie otrzymanych wyników przepływów maksymalnych prawdopodobnych dla analizowanej zlewni w przekroju obliczeniowym.

Tabela 5 Zestawienie przepływów maksymalnych o określonym prawdopodobieństwie wystąpienia otrzymanych różnymi metodami obliczeniowymi

Prawdopodobieństwo wystąpienia przepływu maksymalnego p [%]	Przepływ maksymalny [m ³ /s]		
	model opad-odpływ dla opadu o rozkładzie zmiennym	obszarowe równanie regresji	spływ jednostkowy
1	21.58	16.42	21.94
3	16.60	12.97	-
10	10.98	9.16	

Otrzymane dla obszarowego równania regresji wyniki przepływów maksymalnych są rozbieżne w porównaniu z wynikami otrzymanymi przy wykorzystaniu modelu opad – odpływ. Należy podkreślić, że przy obliczeniach prowadzonych przy wykorzystaniu obszarowego równania regresji nie uwzględnia się rodzaju zagospodarowania terenu (kompleksów hydrologicznych) i jest to metoda mniej dokładna w porównaniu z modelem opad - odpływ. Przepływ maksymalny $Q_{\max 1\%}$ wyznaczony na podstawie spływu jednostkowego jest zbliżony z przepływem otrzymanym z obliczeń modelem opad-odpływ dla opadu o rozkładzie zmiennym.

Reasumując, jako bardziej poprawne i wiarygodne, a co za tym idzie miarodajne wielkości przepływów maksymalnych o określonym prawdopodobieństwie wystąpienia, do dalszych analiz należy przyjąć wyniki uzyskane przy wykorzystaniu modelu opad-odpływ dla opadu o rozkładzie zmiennym.

7.6 PRZEPŁYWY CHARAKTERYSTYCZNE W RZECIE PACYNCE

Metoda spływów jednostkowych

Obliczenia przeprowadzono za pomocą wzoru:

$$Q = q \cdot A \text{ [m}^3/\text{s]}, \text{ gdzie:}$$

Q – przepływ w przekroju obliczeniowym [m³/s]

q – spływ jednostkowy [m³/s·km²] – Atlas hydrologiczny

A – powierzchnia zlewni w przekroju obliczeniowym [km²]

Tabela 1 Przepływy charakterystyczne obliczone metodą spływów jednostkowych

Lokalizacja przekroju	Powierzchnia zlewni A [km ²]	Spływ jednostkowy		Przepływ	
		średni roczny q [l/s km ²]	średni niski q [l/s km ²]	średni roczny SQ [m ³ /s]	średni niski SNQ [m ³ /s]
Km 13+725 rzeki Pacynki	62.672	4.0	1.0	0.251	0.063

Metody empiryczne

PRZEPŁYW ŚREDNI ROCZNY SQ

Przepływ średni roczny SQ w zależności od współczynnika odpływu C:

$$SQ = 0,0000317 \cdot C \cdot P \cdot A \text{ [m}^3/\text{s]};$$

gdzie:

C [-] – współczynnik odpływu; przyjęto jak dla dopływów Pilicy, C=0,3

P [mm] – normalny opad roczny średni na obszarze zlewni; przyjęto 550

A [km²] – powierzchnia zlewni.

Wartość współczynnika C dla przedmiotowej zlewni odczytano z zestawienia regionalnych współczynników odpływu rzek polskich opracowanego przez Byczkowskiego. Po podstawieniu wartości parametrów zlewni do równania otrzymano:

$$SQ = 0.328 \text{ [m}^3/\text{s]}$$

PRZEPŁYW ŚREDNI NISKI SNQ

Do wyznaczenia **przepływu średniego niskiego dobowego – SNQ** zastosowano wzór Stachy (1990), który został opracowany dla obszaru całego kraju z wyjątkiem Karpat:

$$SNQ = 4,068 \cdot 10^{-4} \cdot A^{1,045} \cdot S S q_p^{0,96} \cdot I_r^{0,11} \cdot J_{ez}^{0,23} \text{ [m}^3/\text{s]};$$

gdzie:

A [km²] – powierzchnia zlewni,

SSq_p [l/s km²] – średni roczny z wielolecia odpływ jednostkowy pochodzenia podziemnego, odczytany z mapy zamieszczonej w “Atlasie Hydrologicznym...”,
 i_r [m/km] – średni spadek cieku,

Jez [-] – wskaźnik jeziorności obliczony jako iloraz sumy powierzchni zlewni jezior i całkowitej powierzchni zlewni.

Po podstawieniu do wzorów wartości parametrów wyznaczonych dla analizowanej zlewni otrzymano następujące wartości przepływów średnich niskich:

$$SNQ=0.075 \text{ [m}^3/\text{s]}$$

PRZEPŁYW NAJDŁUŻEJ TRWAJĄCY NTQ

Wartość przepływu najdłużej trwającego - NTQ obliczono stosując wzór empiryczny opracowany w Katedrze Budownictwa Wodnego SGGW (Byczkowski, Mandes 1986):

$$NT_q = 7,74 \cdot 10^{-11} \cdot J \cdot 1^{5,4} \cdot B \cdot 1^{0,23} \cdot P^{4,08} \cdot N^{-0,69} \text{ [l/s km}^2\text{]}$$
$$NTQ = A \cdot 7,74 \cdot 10^{-14} \cdot J \cdot 1^{5,4} \cdot B \cdot 1^{0,23} \cdot P^{4,08} \cdot N^{-0,69} \text{ [m}^3/\text{s]}$$

gdzie:

A [km²] – powierzchnia zlewni,

J [-] – wskaźnik jeziorności zlewni,

B [-] – wskaźnik zabagnienia,

P [mm] – normalny opad roczny średni na obszarze zlewni,

N [-] – wskaźnik nieprzepuszczalności podłoża zlewni.

Po podstawieniu do wzoru odpowiednich wartości zmiennych otrzymano:

$$NTQ=0.093 \text{ [m}^3/\text{s]}$$

Ze względu na to, że zależność empiryczna opracowana przez Byczkowskiego i Mandes jest ważna dla północno -wschodniego obszaru Polski, otrzymaną wartość NTQ należy traktować jako mało miarodajną. Równocześnie należy podkreślić, że w literaturze hydrologicznej brak jest wzorów empirycznych służących określaniu NTQ, które można zastosować dla obszaru całego kraju uzyskując wiarygodne wyniki.

Podsumowanie

Uzyskane wartości przepływów charakterystycznych obliczone różnymi metodami są zbieżne, co świadczy o poprawności wykonanych obliczeń. Jako przepływy obliczeniowe należy przyjąć przyjęte wartości z obliczeń wzorami empirycznymi. Poniżej zamieszcza się zbiorcze zestawienie otrzymanych wyników przepływów charakterystycznych w przekroju obliczeniowym.

Tabela 2 Zestawienie wyników przepływów charakterystycznych w rzece Pacynce w przekroju obliczeniowym zlokalizowanym w miejscu projektowanego mostu

Rodzaj przepływu charakterystycznego	Wartość przepływu [m³/s]	
	Metoda spływów jednostkowych	Metody empiryczne
Przepływ średni roczny SQ	0.251	0.328
Przepływ średni niski SNQ	0.063	0.075
Przepływ najdłużej trwający NTQ	-	0.093

8. ANALIZA HYDRAULICZNA PROJEKTOWANEGO MOSTU

Metoda spływów jednostkowych

Obliczenia przeprowadzono za pomocą wzoru:

$$Q = q \cdot A \text{ [m}^3/\text{s]}, \text{ gdzie:}$$

Q – przepływ w przekroju obliczeniowym [m³/s]

q – spływ jednostkowy [m³/s · km²] – Atlas hydrologiczny

A – powierzchnia zlewni w przekroju obliczeniowym [km²]

Tabela 3 Przepływy charakterystyczne obliczone metodą spływów jednostkowych

Lokalizacja przekroju	Powierzchnia zlewni A [km²]	Spływ jednostkowy		Przepływ	
		średni roczny q [l/s km²]	średni niski q [l/s km²]	średni roczny SQ [m³/s]	średni niski SNQ [m³/s]
Km 13+725 rzeki Pacynki	62.672	4.0	1.0	0.251	0.063

Metody empiryczne

PRZEPŁYW ŚREDNI ROCZNY SQ

Przepływ średni roczny SQ w zależności od współczynnika odpływu C:

$$SQ = 0,0000317 \cdot C \cdot P \cdot A \text{ [m}^3/\text{s]};$$

gdzie:

C [-] – współczynnik odpływu; przyjęto jak dla dopływów Pilicy, C=0,3

P [mm] – normalny opad roczny średni na obszarze zlewni; przyjęto 550

A [km²] – powierzchnia zlewni.

Wartość współczynnika C dla przedmiotowej zlewni odczytano z zestawienia regionalnych współczynników odpływu rzek polskich opracowanego przez

Byczkowskiego. Po podstawieniu wartości parametrów zlewni do równania otrzymano:

$$SQ = 0.328 \text{ [m}^3/\text{s]}$$

PRZEPŁYW ŚREDNI NISKI SNQ

Do wyznaczenia **przepływu średniego niskiego dobowego - SNQ** zastosowano wzór Stachy (1990), który został opracowany dla obszaru całego kraju z wyjątkiem Karpat:

$$SNQ = 4,068 \cdot 10^{-4} \cdot A^{1,045} \cdot SSq_p^{0,96} \cdot i_r^{0,11} \cdot Jez^{0,23} \text{ [m}^3/\text{s]};$$

gdzie:

A [km²] – powierzchnia zlewni,

SSq_p [l/s km²] – średni roczny z wielolecia odpływ jednostkowy pochodzenia podziemnego, odczytany z mapy zamieszczonej w "Atlasie Hydrologicznym...",

i_r [m/km] – średni spadek cieku,

Jez [-] – wskaźnik jeziorności obliczony jako iloraz sumy powierzchni zlewni jezior i całkowitej powierzchni zlewni.

Po podstawieniu do wzorów wartości parametrów wyznaczonych dla analizowanej zlewni otrzymano następujące wartości przepływów średnich niskich:

$$SNQ = 0.075 \text{ [m}^3/\text{s]}$$

PRZEPŁYW NAJDŁUŻEJ TRWAJĄCY NTQ

Wartość przepływu najdłużej trwającego - NTQ obliczono stosując wzór empiryczny opracowany w Katedrze Budownictwa Wodnego SGGW (Byczkowski, Mandes 1986):

$$NTQ = 7,74 \cdot 10^{-11} \cdot J^{5,4} \cdot B^{0,23} \cdot P^{4,08} \cdot N^{-0,69} \text{ [l/s km}^2\text{]}$$
$$NTQ = A \cdot 7,74 \cdot 10^{-14} \cdot J^{5,4} \cdot B^{0,23} \cdot P^{4,08} \cdot N^{-0,69} \text{ [m}^3/\text{s]}$$

gdzie:

A [km²] – powierzchnia zlewni,

J [-] – wskaźnik jeziorności zlewni,

B [-] – wskaźnik zabagnienia,

P [mm] – normalny opad roczny średni na obszarze zlewni,

N [-] – wskaźnik nieprzepuszczalności podłoża zlewni.

Po podstawieniu do wzoru odpowiednich wartości zmiennych otrzymano:

$$NTQ = 0.093 \text{ [m}^3/\text{s]}$$

Ze względu na to, że zależność empiryczna opracowana przez Byczkowskiego i Mandes jest ważna dla północno - wschodniego obszaru Polski, otrzymaną wartość NTQ należy traktować jako mało miarodajną. Równocześnie należy podkreślić, że w literaturze hydrologicznej brak jest wzorów empirycznych służących określaniu NTQ, które można zastosować dla obszaru całego kraju uzyskując wiarygodne wyniki.

Podsumowanie

Uzyskane wartości przepływów charakterystycznych obliczone różnymi metodami są zbieżne, co świadczy o poprawności wykonanych obliczeń. Jako

przepływy obliczeniowe należy przyjąć przyjęto wartości z obliczeń wzorami empirycznymi. Poniżej zamieszcza się zbiorcze zestawienie otrzymanych wyników przepływów charakterystycznych w przekroju obliczeniowym.

Tabela 4 Zestawienie wyników przepływów charakterystycznych w rzece Pacynce w przekroju obliczeniowym zlokalizowanym w miejscu projektowanego mostu

Rodzaj przepływu charakterystycznego	Wartość przepływu [m ³ /s]	
	Metoda spływów jednostkowych	Metody empiryczne
Przepływ średni roczny SQ	0.251	0.328
Przepływ średni niski SNQ	0.063	0.075
Przepływ najdłużej trwający NTQ	-	0.093

8.1. WPROWADZENIE

Zgodnie z § 18.1 Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie, długość mostu powinna wynikać z warunku minimalnego światła mostu, zapewniającego swobodę przepływu miarodajnego, bez spowodowania nadmiernego spiętrzenia wody w cieku – wywołującego dodatkowe zagrożenia i nieuzasadnione ekonomicznie szkody – oraz bez spowodowania nadmiernych rozmyć koryta cieku. Biorąc pod uwagę, że projektowana droga będzie mieć parametry drogi klasy L, zgodnie z § 18.3 wymienionego rozporządzenia obliczenia hydrauliczne przeprowadzono dla przepływu miarodajnego o prawdopodobieństwie 1%, wyznaczonego na podstawie obliczeń hydrologicznych: $Q_{1\%}=21,58$ [m³/s]. Dodatkowo obliczenia przeprowadzono również dla przepływów $Q_{3\%}$, $Q_{10\%}$ i SQ.

§ 22 cytowanego rozporządzenia stanowi, że światło mostu powinno być ustalone w projekcie architektoniczno-budowlanym zgodnie z zasadami określonymi w załączniku nr 1 do rozporządzenia „Obliczanie światła mostów i przepustów”, z zastrzeżeniem § 23 i 24. Ze względu na to, że wyznaczony na podstawie obliczeń hydrologicznych przepływ miarodajny jest pochodzenia opadowego, obliczenia hydrauliczne wykonano bez uwzględnienia spływu lodów. Ponadto należy zaznaczyć, że projektowany obiekt mostowy nie będzie stanowił części budowli piętrzącej i wobec tego jego wysokościowe usytuowanie nie wchodzi w zakres projektowania budowli piętrzącej.

W ramach wykonanych obliczeń hydraulicznych dokonano symulacji przepływu miarodajnego o prawdopodobieństwie 1% w dolinie rzeki Pacynki, w rejonie projektowanej przebudowy mostu. Symulacji przepływu dokonano przy

pomocy programu HEC-RAS wersja 4.0, który został opracowany przez U.S.Army Corps of Engineers. Program jest modelem matematycznym opartym na formule Manninga. Do modelu można wprowadzać m.in. budowle komunikacyjne (mosty, przepusty) oraz budowle hydrotechniczne. Warunki przepływu wód pod mostem i jego sąsiedztwie określone zostały w oparciu o równanie energetyczne Bernoulliego. Materiałem wyjściowym do obliczeń był numeryczny opis geometrii koryta i doliny rzeki Pacynki oraz istniejącego mostu dokonany na podstawie pomiarów geodezyjnych. Wartości współczynników szorstkości n wykorzystane w obliczeniach zaczerpnięto z: „Hydrauliczne podstawy obliczania przepustowości koryt rzecznych. Redakcja naukowa Janusz Kubrak i Elżbieta Nachlik. Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2003”. Dla koryta rzeki przyjęto $n=0.035$ [-], natomiast dla terenu zalewowego $n=0.045$ [-].

Przeprowadzona analiza hydrauliczna ma na celu sprawdzenie, czy projektowany most, pod względem hydrauliki, spełniać będzie wymagania obowiązujących przepisów.

8.2. ANALIZA HYDRAULICZNA

Projektowany obiekt mostowy posiadać będzie następujące parametry:

- szerokość 10,45m,
- rozpiętość podporowa (światło) 13,4m,
- rzędna góry mostu (w osi rzeki) 155,53m npm,
- rzędna spodu konstrukcji (w osi rzeki) 154,58m npm,
- oś mostu zlokalizowana zostanie w km 13+725 rzeki Pacynki.

W stanie istniejącym most na rzece Pacynce posiada następujące parametry:

- szerokość 7,26m,
- rozpiętość podporowa (światło) 12,02m,
- rzędna góry mostu (w osi rzeki) 154,60m npm,
- rzędna spodu konstrukcji (w osi rzeki) 153,65m npm,
- oś mostu zlokalizowana jest w km 13+725 rzeki Pacynki.

Z porównania projektowanej konstrukcji mostu z istniejącą wynika, że po wykonaniu przebudowy rozpiętość podporowa (światło mostu) zwiększy się o 1,38m, tj. z 12,02m na 13,4m. Ponadto spód projektowanej konstrukcji zostanie wykonany na rzędnej 154,58m npm, tj. o 0,93m wyżej niż w stanie istniejącym (w osi rzeki). Nie projektuje się zmiany rzędnej dna rzeki, projektowane umocnienia koryta rzeki wykonane zostaną w dostosowaniu do istniejącej niwelety dna. Reasumując, w wyniku realizacji inwestycji zwiększy się pole przepływu rzeki pod mostem.

W celu określenia wpływu przebudowy mostu na warunki przepływu, obliczenia wykonano również dla istniejącego stanu zabudowy i porównano z wynikami obliczeń dla projektowanej przebudowy. Poniżej zamieszcza się wyniki obliczeń. W

Przebudowę obiektu mostowego w ciągu drogi powiatowej nr 3527 W Antoniówka –
Groszowice - Piotrowice wraz z przebudową drogi

tabeli zamieszczono parametry hydrauliczne charakteryzujące warunki przepływu w poszczególnych przekrojach oznaczone:

Profile - prawdopodobieństwo wystąpienia przepływu,
Q Total – natężenie przepływu całkowite,
Min Ch El – rzędna dna w przekroju hydraulicznym,
W.S. Elev – rzędna zwierciadła wody w przekroju dla zadanego natężenia przepływu,
E.G. Elev – rzędna linii energii,
E.G.Slope – spadek linii energii,
Vel Chnl – prędkość wody korycie ,
Flow Area – powierzchnia przepływu,
Top Width – szerokość zwierciadła wody,
Froude#Chi – liczba Froude’a, określa charakter ruchu strumienia wody, dla $Fr < 1$ ruch nadkrytyczny, $Fr = 1$ ruch krytyczny, $Fr > 1$ ruch podkrytyczny.

Tabela 8 Charakterystyki hydrauliczne dla stanu istniejącego zabudowy

Km rzeki	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
13+740	Q1%	21.58	151.46	153.64	153.69	0.000802	1.02	24.9	21.5	0.27
13+740	Q3%	16.6	151.46	153.47	153.51	0.000758	0.91	21.24	21.5	0.26
13+740	Q10%	10.98	151.46	153.2	153.23	0.000814	0.81	15.45	21.5	0.26
13+740	SSQ	0.33	151.46	151.98	151.98	0.000627	0.29	1.15	4.42	0.18
13+732.5	Q1%	21.58	151.35	153.47	153.66	0.003592	2.07	13.17	15.24	0.55
13+732.5	Q3%	16.6	151.35	153.33	153.49	0.003311	1.85	11.01	14.58	0.52
13+732.5	Q10%	10.98	151.35	153.08	153.21	0.003468	1.65	7.52	12.59	0.51
13+732.5	SSQ	0.33	151.35	151.97	151.98	0.000924	0.37	0.88	2.82	0.21
13+728.2	Q1%	21.58	151.57	153.28	153.62	0.008238	2.73	9.69	14.37	0.81
13+728.2	Q3%	16.6	151.57	153.11	153.45	0.009564	2.64	7.26	13.25	0.85
13+728.2	Q10%	10.98	151.57	152.83	153.17	0.013896	2.56	4.41	7.46	0.97
13+728.2	SSQ	0.33	151.57	151.88	151.96	0.025151	1.25	0.26	1.69	1.01
13+728.1	Q1%	21.58	151.4	153.33	153.6	0.005822	2.44	10.91	14.6	0.68
13+728.1	Q3%	16.6	151.4	153.09	153.4	0.008128	2.51	7.52	12.83	0.78
13+728.1	Q10%	10.98	151.4	152.81	153.09	0.011038	2.38	4.72	7.06	0.86
13+728.1	SSQ	0.33	151.4	151.75	151.81	0.018781	1.15	0.28	1.64	0.88
13+725	Bridge									
13+716.5	Q1%	21.58	151.11	153.07	153.16	0.001369	1.38	17.74	16.12	0.36
13+716.5	Q3%	16.6	151.11	152.83	152.91	0.001546	1.31	13.96	14.44	0.37
13+716.5	Q10%	10.98	151.11	152.46	152.54	0.002214	1.25	9.15	11.96	0.42
13+716.5	SSQ	0.33	151.11	151.3	151.35	0.026534	1.03	0.32	3.02	1.01
13+711	Q1%	21.58	150.58	153.1	153.14	0.000435	0.95	26.93	17.39	0.81
13+711	Q3%	16.6	150.58	152.86	152.89	0.000409	0.85	22.75	16.4	0.71
13+711	Q10%	10.98	150.58	152.49	152.52	0.000397	0.73	17.07	14.94	0.19
13+711	SSQ	0.33	150.58	151.24	151.24	0.000047	0.11	2.98	6.78	0.05
13+703	Q1%	21.58	150.89	153.05	153.13	0.001312	1.46	20.7	20.7	0.39

Przebudowę obiektu mostowego w ciągu drogi powiatowej nr 3527 W Antoniówka –
Groszowice - Piotrowice wraz z przebudową drogi

13+703	Q3%	16.6	150.89	152.79	152.88	0.001675	1.48	15.24	19.45	0.39
13+703	Q10%	10.98	150.89	152.41	152.51	0.002386	1.45	9.25	13.68	0.44
13+703	SSQ	0.33	150.89	151.17	151.24	0.024954	1.17	0.28	2.02	1.01
13+697	Q1%	21.58	150.3	152.57	153.07	0.010567	3.28	7.68	8.57	0.86
13+697	Q3%	16.6	150.3	152.34	152.82	0.011835	3.12	5.9	7.25	0.88
13+697	Q10%	10.98	150.3	152.01	152.44	0.015632	2.92	3.83	5.07	0.96
13+697	SSQ	0.33	150.3	150.72	150.83	0.027005	1.42	0.23	1.09	0.99

Tabela 9 Charakterystyki hydrauliczne dla stanu docelowego po wykonaniu przebudowy mostu

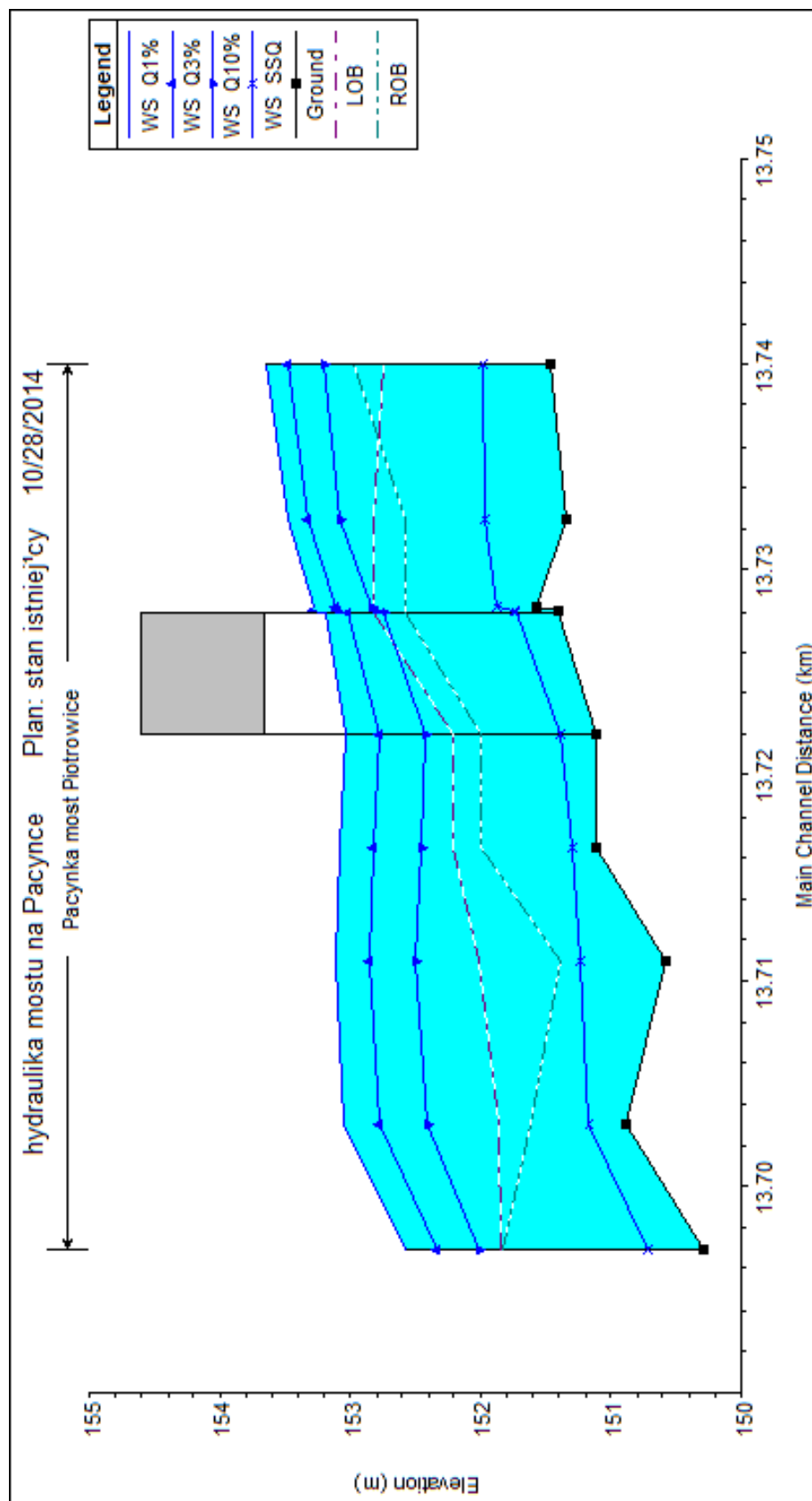
Km rzeki	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
13+740	Q1%	21.58	151.46	153.65	153.7	0.000436	1.06	25.15	21.5	0.28
13+740	Q3%	16.6	151.46	153.46	153.51	0.000426	0.96	21.11	21.5	0.27
13+740	Q10%	10.98	151.46	153.18	153.21	0.000477	0.85	14.92	21.5	0.27
13+740	SSQ	0.33	151.46	151.97	151.97	0.000358	0.3	1.1	4.32	0.19
13+732.5	Q1%	21.58	151.35	153.46	153.68	0.002078	2.19	13	15.19	0.58
13+732.5	Q3%	16.6	151.35	153.31	153.49	0.001956	1.97	10.65	14.47	0.55
13+732.5	Q10%	10.98	151.35	153.04	153.19	0.002046	1.73	7.1	11.88	0.54
13+732.5	SSQ	0.33	151.35	151.96	151.97	0.000508	0.39	0.85	2.78	0.22
13+730.4	Q1%	21.58	151.57	153.27	153.66	0.004781	2.89	9.45	14.3	0.86
13+730.4	Q3%	16.6	151.57	153.09	153.46	0.005398	2.75	7.04	12.89	0.89
13+730.4	Q10%	10.98	151.57	152.83	153.17	0.007253	2.58	4.39	7.38	0.98
13+730.4	SSQ	0.33	151.57	151.88	151.96	0.012832	1.25	0.26	1.69	1.01
13+730.3	Q1%	21.58	151.4	153.29	153.62	0.003635	2.64	10.31	14.41	0.75
13+730.3	Q3%	16.6	151.4	153.08	153.41	0.004469	2.58	7.35	12.56	0.81
13+730.3	Q10%	10.98	151.4	152.8	153.09	0.005733	2.39	4.7	7.04	0.87
13+730.3	SSQ	0.33	151.4	151.75	151.81	0.009778	1.16	0.28	1.63	0.89
13+725	Bridge									
13+716.5	Q1%	21.58	151.11	153.07	153.16	0.000741	1.42	17.65	16.08	0.37
13+716.5	Q3%	16.6	151.11	152.82	152.91	0.000821	1.33	13.91	14.41	0.37
13+716.5	Q10%	10.98	151.11	152.46	152.54	0.001148	1.26	9.13	11.94	0.42
13+716.5	SSQ	0.33	151.11	151.3	151.35	0.013538	1.03	0.32	3.02	1.01
13+711	Q1%	21.58	150.58	153.1	153.14	0.000435	0.95	26.93	17.39	0.21
13+711	Q3%	16.6	150.58	152.86	152.89	0.000409	0.85	22.75	16.4	0.2
13+711	Q10%	10.98	150.58	152.49	152.52	0.000397	0.73	17.07	14.94	0.19
13+711	SSQ	0.33	150.58	151.24	151.24	0.000046	0.11	2.98	6.78	0.05
13+703	Q1%	21.58	150.89	153.05	153.13	0.001312	1.46	20.7	20.7	0.35
13+703	Q3%	16.6	150.89	152.79	152.88	0.001675	1.48	15.24	19.45	0.39
13+703	Q10%	10.98	150.89	152.41	152.51	0.002386	1.45	9.25	13.68	0.44
13+703	SSQ	0.33	150.89	151.17	151.24	0.024999	1.18	0.28	2.02	1.01
13+697	Q1%	21.58	150.3	152.57	153.07	0.010567	3.28	7.68	8.57	0.86
13+697	Q3%	16.6	150.3	152.34	152.82	0.011835	3.12	5.9	7.25	0.88
13+697	Q10%	10.98	150.3	152.01	152.44	0.015632	2.92	3.83	5.07	0.96
13+697	SSQ	0.33	150.3	150.72	150.83	0.027005	1.42	0.23	1.09	0.99

Porównując wyniki obliczeń warunków przepływu wody miarodajnej Q_{1%} po wykonaniu przebudowy i dla stanu istniejącego stwierdza się, że po wykonaniu

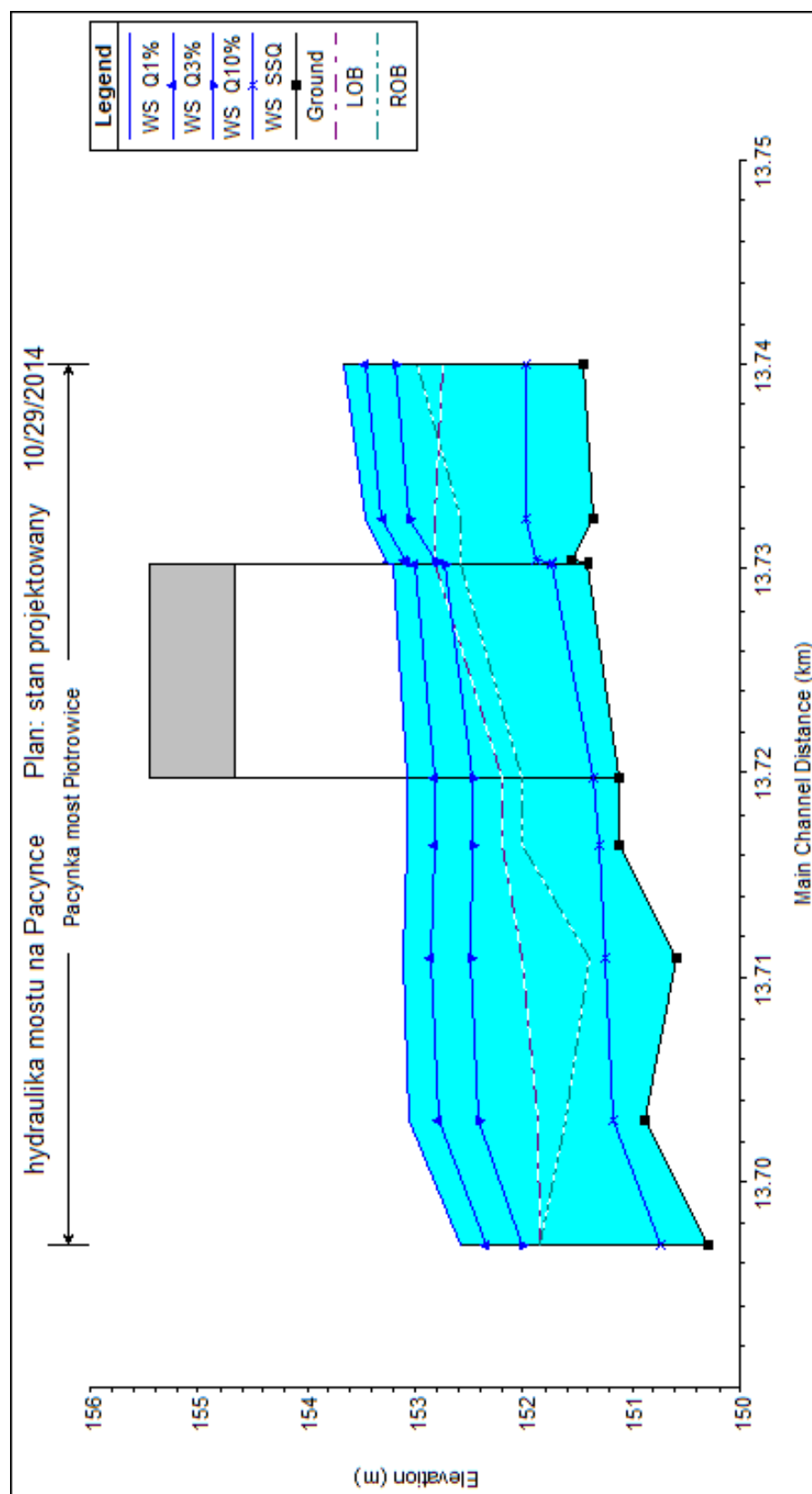
przebudowy mostu zwierciadło wody bezpośrednio powyżej projektowanego obiektu obniży się o 0,04cm. Dla przepływów $Q_{3\%}$ i $Q_{10\%}$ zwierciadło wody bezpośrednio powyżej projektowanego obiektu obniży się o 0,01cm. Dla przepływu SQ, po wykonaniu przebudowy mostu, poziom zwierciadła wody nie ulegnie zmianie w stosunku do stanu istniejącego. W wyniku realizacji inwestycji nie dojdzie więc do podniesienia się stanów wód w czasie przepływu wód wielkich i tym samym przebudowa mostu nie będzie powodować podtapiania terenów zlokalizowanych powyżej projektowanego mostu. Ponadto z przeprowadzonych obliczeń hydraulicznych wynika, że w wyniku realizacji inwestycji niewielkiemu zmniejszeniu ulegną prędkości wody przy przepływie miarodajnym.

Poziomy wód na stanowisku dolnym nie ulegną zmianie. Decydują o tym geometria i stan koryta na stanowisku dolnym, to jest poniżej projektowanego mostu na odcinku, gdzie nie będą prowadzone żadne prace związane z realizacją inwestycji. Mając powyższe na uwadze oraz wyniki przedstawione w powyższych tabelach stwierdza się, że projektowany most w km 13+725 rzeki Pacynki, pod względem hydraulicznym, spełniać będzie warunki obowiązujących przepisów. Poniżej na rysunkach pokazano profil rzeki Pacynki na odcinku km 13+697÷13+740 z naniesionymi poziomami zwierciadła wody przy przepływie miarodajnym $Q_{1\%}$, $Q_{3\%}$, $Q_{10\%}$ i SQ, dla stanu istniejącego i po wykonaniu przebudowy konstrukcji mostu.

Rys. nr 1. Profil rzeki Pacynki na odcinku km 13+697÷13+740 w stanie istniejącym



Rys. nr 2. Profil rzeki Pacynki na odcinku km 13+697÷13+740 w stanie projektowanym



8.3. WYZNACZENIE MINIMALNEGO ŚWIATŁA MOSTU

Zgodnie z punktem 2.2.5.1 Załącznika nr 1 do Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie, dno w przekroju mostowym nie ulegnie pogłębieniu, jeżeli średnia prędkość w tym przekroju będzie nie większa – dla naturalnego podłoża – od prędkości nie rozmywającej v_{nr} , natomiast dla podłoża umocnionego – od prędkości dopuszczalnych w_d (wielkości stabelaryzowane).

Zgodnie z punktem 2.2.5.2 wymienionego Załącznika, minimalne światło mostu należy określać ze wzoru:

$$L = \frac{Q_m}{\mu \cdot h \cdot v}$$

gdzie: h – średnia głębokość w przekroju mostowym,

v – założona średnia prędkość przepływu, nie większa niż:

- prędkość krytyczna $v_{kr} = \sqrt{g \cdot h}$,
- najmniejsza w przekroju prędkość nie rozmywająca v_{nr} lub dopuszczalna w_d ,

μ – współczynnik, który należy przyjmować z tabeli 8.5 Załącznika.

Z obliczeń przeprowadzonych przy wykorzystaniu programu HEC-RAS wynika, że średnia głębokość wody w przekroju mostowym, przy przepływie miarodajnym, wynosi $h=1,89\text{m}$. Przyjęto, że koryto Pacynki 5m powyżej, bezpośrednio pod projektowanym mostem oraz 10m poniżej, zostanie umocnione materacami siatkowo - kamiennymi. Dla umocnień z betonu prędkości dopuszczalne wynoszą $v_{dop}=6,0$ [m/s]. Do obliczeń przyjęto wartość $v_{nr}=2,39$ [m/s], wyznaczoną z obliczeń programem HEC-RAS. Ponieważ wyżej podane wartości dotyczą głębokości strumienia równej 1m, przy głębokościach różnych od 1m prędkości odczytane z tabeli należy pomnożyć przez $h^{1/5}$, gdzie h jest głębokością cieku podaną w metrach.

Po podstawieniu do wzoru na minimalne światło mostu wszystkich danych, otrzymano:

$$L=21,58/(0,91*1,89*2,39*1,14)=21,58/4,68=4,61 \text{ [m]}$$

Średnią prędkość przepływu dla założonego światła L, zgodnie z punktem 2.2.5.3 Załącznika, należy obliczać ze wzoru:

$$v = \frac{Q_m}{\mu \cdot L \cdot h}$$

Po podstawieniu danych do wzoru otrzymano: $v=2,72 \text{ [m/s]}$.

Autorzy projektu przebudowywanego obiektu mostowego na rzece Pacynce przyjęli konstrukcję 1-przęsłową o świetle $L=13,4\text{m}$. Zaprojektowane światło mostu jest większe od obliczonego powyżej minimalnego. Projektowana konstrukcja spełnia wymagania Rozporządzenia w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie, w stosunku do wielkości projektowanego światła mostu.

9. OKREŚLENIE ILOŚCI WÓD OPADOWYCH GENEROWANYCH Z TERENU INWESTYCJI

Zgodnie z punktem 2.2.5.1 Załącznika nr 1 do Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie, dno w przekroju mostowym nie ulegnie pogłębieniu, jeżeli średnia prędkość w tym przekroju będzie nie większa – dla naturalnego podłoża – od prędkości nie rozmywającej v_{nr} , natomiast dla podłoża umocnionego – od prędkości dopuszczalnych w_d (wielkości stabelaryzowane).

Zgodnie z punktem 2.2.5.2 wymienionego Załącznika, minimalne światło mostu należy określać ze wzoru:

$$L = \frac{Q_m}{\mu \cdot h \cdot v}$$

gdzie: h – średnia głębokość w przekroju mostowym,

v – założona średnia prędkość przepływu, nie większa niż:

1. prędkość krytyczna $v_{kr} = \sqrt{g \cdot h}$,

2. najmniejsza w przekroju prędkość nie rozmywająca v_{nr} lub dopuszczalna w_d ,

μ – współczynnik, który należy przyjmować z tabeli 3.5 Załącznika.

Z obliczeń przeprowadzonych przy wykorzystaniu programu HEC-RAS wynika, że średnia głębokość wody w przekroju mostowym, przy przepływie miarodajnym, wynosi $h=1,89\text{m}$. Przyjęto, że koryto Pacynki 5m powyżej, bezpośrednio pod projektowanym mostem oraz 10m poniżej, zostanie umocnione materacami siatkowo - kamiennymi. Dla umocnień z betonu prędkości dopuszczalne wynoszą $v_{dop}=6,0\text{ [m/s]}$. Do obliczeń przyjęto wartość $v_{nr}=2,39\text{ [m/s]}$, wyznaczoną z obliczeń programem HEC-RAS. Ponieważ wyżej podane wartości dotyczą głębokości strumienia równej 1m, przy głębokościach różnych od 1m prędkości odczytane z tabeli należy pomnożyć przez $h^{1/5}$, gdzie h jest głębokością cieku podaną w metrach.

Po podstawieniu do wzoru na minimalne światło mostu wszystkich danych, otrzymano:

$$L=21,58/(0,91*1,89*2,39*1,14)=21,58/4,68=4,61\text{ [m]}$$

Średnią prędkość przepływu dla założonego światła L , zgodnie z punktem 2.2.5.3 Załącznika, należy obliczać ze wzoru:

$$v = \frac{Q_m}{\mu \cdot L \cdot h}$$

Po podstawieniu danych do wzoru otrzymano: $v=2,72\text{ [m/s]}$.

Autorzy projektu przebudowywanego obiektu mostowego na rzece Pacynce przyjęli konstrukcję 1-przęsłową o świetle $L=13,4\text{m}$. Zaprojektowane światło mostu jest większe od obliczonego powyżej minimalnego. Projektowana konstrukcja spełnia wymagania Rozporządzenia w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie, w stosunku do wielkości projektowanego światła mostu.

9.1. OPIS TECHNICZNYCH ROZWIĄZAŃ PROJEKTOWYCH

Wody opadowe i roztopowe odprowadzane będą z jezdni, chodników i zieleńców zlokalizowanych w pasie drogowym. Odprowadzanie wód odbywać się będzie poprzez okoliczne rowy i skarpy oraz zachowania spadków poprzecznych i podłużnych na jezdni. Woda opadowa z jezdni będzie wprowadzana do rowu a następnie do rzeki Pacynki.

9.2. ILOŚĆ ODPROWADZANYCH WÓD OPADOWYCH

Obliczenia ilości wód opadowych generowanych z terenu przedmiotowej inwestycji dokonano na podstawie PN-S-02204 Odwodnienie dróg. Przyjęto następujące założenia do przeprowadzonych obliczeń:

1. Czas miarodajny deszczu t_m , przyjęto $t_m = 15 \text{ min} = 900 \text{ sekund}$
2. Natężenie miarodajne opadu deszczu $q = 69,81 \text{ [l/s ha]}$
3. Stała $A = 470$ wg Tablicy 2 w w/w normie dla $p = 100\%$ (Tablica 4 normy, kategoria drogi – powiatowa - klasa L)
4. Miarodajny przepływ obliczeniowy $Q = F \cdot s \cdot q$, gdzie:
F - powierzchnia zlewni drogi [ha]
s - współczynnik spływu [-]
5. $H = 513 \text{ mm/rok}$

Obliczenie ilości wód opadowych odprowadzanych poprzez rowy

Tabela 5 Zestawienie powierzchni

Projektowana powierzchnia w ramach niniejszego projektu	F [ha]	s [-]
1. Całkowita powierzchnia odwadniana -	0.0633	
2. Powierzchnia asfaltowa jezdni	0.0562	0.9
4. Powierzchnia terenów zielonych (zieleńców) –	0.0071	0.7

Obliczenia:

A. Natężenie miarodajne opadu deszczu o $p = 100\%$ i czasie trwania 15 minut $q =$
77,20 [l/s ha]

B. Miarodajny przepływ obliczeniowy Q dla zlewni proj. drogi
39,0 [l/s]

C. Objętość przepływu w czasie 15min
35,1 [m³]

Określenie maksymalnej godzinowej ilości odprowadzanych ścieków:
140,04 [m³]

Określenie średniej dobowej ilości odprowadzanych ścieków:

56,81 [m³]

Określenie maksymalnej rocznej ilości odprowadzanych ścieków:

Maksymalną roczną objętość ścieków opadowych z drogi oblicza się wg wzoru:

$$V = 8,1 \times H \times A \text{ [m}^3\text{]}$$

gdzie:

A - powierzchnia szczelna drogi [ha]

H - roczna wysokość opadów [mm/rok]

Przyjęto: 513 mm/rok

Maks. roczna ilość odprowadzanych ścieków – 2335,28 [m³]

Maks. dobową ilość odprowadzanych ścieków – 6,40 [m³]

9.3. JAKOŚĆ WÓD OPADOWYCH

Ze względu na natężenie ruchu oraz klasę drogi (klasa Z) w świetle obowiązujących przepisów prawnych ten rodzaj wód opadowych wymaga oczyszczenia przed wprowadzeniem do wód lub do ziemi. Zgodnie z *Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006r Dz.U.Nr 137 poz.984 W sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzeniu ścieków do wód lub do ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego* dopuszczalne stężenie zawiesin w odprowadzanych wodach opadowych wynosi nie więcej niż 100 g/m³, a węglowodorów ropopochodnych 15 g/m³.

O jakości ścieków opadowych decydują między innymi charakter i czystość zlewni oraz właściwa eksploatacja urządzeń oczyszczających.

Z nawierzchni utwardzonej betonem asfaltowym będą odprowadzane wody opadowe do rowów.

Odprowadzane ścieki będą posiadały parametry zanieczyszczeń nie wyższe niż: zawiesiny ogólne – 100 mg/l, węglowodory ropopochodne – 15 mg/l.

10. USTALENIA WYNIKAJĄCE Z PLANU GOSPODAROWANIA WODAMI NA OBSZARZE DORZECZA I WARUNKÓW KORZYSTANIA Z WÓD REGIONU WODNEGO

Zgodnie z informacją uzyskaną od kierownika Wydziału Planowania i Gospodarowania Wodami RZGW Warszawa, plany gospodarowania wodami na obszarze dorzecza są w trakcie opracowywania. W związku z tym RZGW, do chwili uchwalenia planów, nie wydaje ustaleń wynikających z planu gospodarowania wodami na obszarze dorzecza i warunków korzystania z wód regionu wodnego.

11. OKREŚLENIE WPŁYWU GOSPODARKI WODNEJ ZAKŁADU NA WODY POWIERZCHNIOWE ORAZ PODZIEMNE, W SZCZEGÓLNOŚCI NA STAN TYCH WÓD I REALIZACJĘ CELÓW ŚRODOWISKOWYCH DLA NICH OKREŚLONYCH

Projektowana inwestycja polegająca na:

- przebudowę drogi powiatowej
- budowie mostu przez rzekę Pacynkę w km 13+725,
- rozbiórce mostu istniejącego przez rzekę Pacynkę w km 13+725,

Z porównania projektowanej konstrukcji mostu z istniejącą wynika, że po wykonaniu przebudowy rozpiętość podporowa (światło mostu) zwiększy się o 1,0 m Ponadto spód projektowanej konstrukcji zwiększy się o 2,13 m (w osi rzeki). Nie projektuje się zmiany rzędnej dna rzeki, projektowane umocnienia koryta rzeki wykonane zostaną w dostosowaniu do istniejącej niwelety dna. Reasumując, w wyniku realizacji inwestycji zwiększy się pole przepływu rzeki pod mostem.

Zrzut podczyszczonych wód opadowych pochodzących z odwodnienia drogi powiatowej, poprzez skarpy i rowy w.u.23 o wielkości zrzutu nie wpłynie na pogorszenie stanu wód rzeki oraz jej stan techniczny w miejscu zrzutu. Dla zatrzymywania zanieczyszczeń. . Poniżej i powyżej wylotu, skarpy i dno rzeki zostaną umocnione. Ponadto nie zostaną pogorszone warunki przepływu wód w porównaniu ze stanem istniejącym. W wyniku realizacji inwestycji nie nastąpią szkodliwe podtopienia i podniesienie się poziomu wód gruntowych na terenach sąsiadujących z rzeką.

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdza się, że realizacja inwestycji nie pogorszy warunków przepływu wód wielkich w stosunku do stanu istniejącego, nie nastąpi również pogorszenie stanu wód w rzece Pacynki. Ponadto projektowana inwestycja nie będzie miała również wpływu na wody podziemne. Nie projektuje się zmiany rzędnej dna rzeki, projektowane umocnienia koryta rzeki wykonane zostaną w dostosowaniu do istniejącej niwelety dna. Realizacja inwestycji nie spowoduje obniżenia dna rzeki ani jej wypłycenia.

12. SPOSÓB POSTĘPOWANIA W PRZYPADKU WYSTĄPIENIA AWARII

Awaria może nastąpić w wyniku:

- mechanicznego uszkodzenia konstrukcji mostu, spowodowanego przekroczeniem dopuszczalnych obciążeń,
- ograniczenia światła mostu na skutek nagromadzenia się pod jego konstrukcją zanieczyszczeń, np. gałęzi drzew,
- obsunięcia się skarp rzeki przy moście,
- mechanicznego uszkodzenia konstrukcji wylotu.

W przypadku wystąpienia awarii Inwestor musi niezwłocznie podjąć działania zmierzające do naprawy uszkodzeń i zapewnić przepustowość rzeki, niepowodującą podtopienia terenów położonych powyżej mostu. W razie zaistnienia w/w okoliczności, inwestor ubiegający się o pozwolenie wodnoprawne będzie musiał pokryć wszystkie koszty z tytułu awarii.

Stan konstrukcji mostu i umocnień rzeki na odcinku inwestycji, a także wylotu wód opadowych, powinien być regularnie kontrolowany przez właściciela urządzenia oraz zarządcę obiektu. W przypadku stwierdzenia niekorzystnych zjawisk, szczególnie takich jak ograniczenie światła mostu zanieczyszczeniami (gałęziami), uszkodzenie umocnień koryta pod mostem, należy jak najszybciej usunąć nieprawidłowości. Nie usunięcie zanieczyszczeń może doprowadzić do wystąpienia podtopień terenów przyległych do rzeki powyżej mostu. W ramach konserwacji należy odtwarzać zniszczone umocnienia oraz czyścić z zanieczyszczeń wylot kanalizacji.

13. INFORMACJA O FORMACH OCHRONY PRZYRODY

13.1. OBSZARY CHRONIONEGO KRAJOBRAZU

Planowana inwestycja nie przebiega przez obszary podlegające ochronie na podstawie Ustawy z dnia 16.04.2004 r. o ochronie przyrody (Dz.U. z 2004r nr 92, poz.880 z późn .zm.).

W sąsiedztwie przedmiotowego przedsięwzięcia nie znajduje się żaden obszar chroniony.

14. SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

1. Mapa podziału zlewni rzeki Pacynki
2. Zasięg oddziaływania planowanych do wykonania urządzeń wodnych naniesiony na mapę sytuacyjno-wysokościową terenu, skala 1:500.
3. Rysunki ogólne projektowanego mostu przez rzekę Pacynkę, skala 1:50.
4. Inwentaryzacja mostu istniejącego przez rzekę Pacynkę, skala 1:50.
5. Rzut z góry projektu mostu, skala 1:100
6. Warunki techniczne dotyczące budowy mostu przez rzekę Pacynkę oraz odprowadzenia wody opadowej do przedmiotowej rzeki wydane przez Wojewódzki Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Warszawie, Inspektorat w Zwoleniu.