

III. PROJEKT ARCHITEKTONICZNO-BUDOWLANY

OPIS TECHNICZNY DO PROJEKTU ARCHITEKTONICZNO-BUDOWLANEGO

1. Przeznaczenie obiektu budowlanego

Przedmiotem inwestycji drogowej jest przedsięwzięcie dotyczące realizacji rozbudowy drogi gminnej nr 350604W na odcinku od km 0+919,40 do km 1+069,40 w m. Dąbrówka Zabłotnia (Załawie) w ramach przebudowy mostu na przepust przez rz. Oronkę w km drogi 0+991,00. Przedmiotowa droga jest drogą publiczną, kategorii gminnej. Inwestorem przedsięwzięcia jest Wójt Gminy Kowala, Kowala 105, 26-624 Kowala. Celem przedsięwzięcia jest wymiana mostu o złym stanie technicznym na przepust zlokalizowany na rzece Oronce w ciągu drogi gminnej wraz z poszerzeniem i regulacją pasa drogi w sąsiedztwie obiektu. Realizacja inwestycji przyczyni się do podwyższenia parametrów technicznych i eksploatacyjnych drogi, a w szczególności przeprawy przez rzekę Oronkę, co podniesie bezpieczeństwo ruchu kołowego i pieszego oraz korzystnie wpłynie na poprawę estetyki samej drogi i otaczającego terenu.

Planowana rozbudowa polegać będzie na:

- Rozbiórce istniejącego mostu płytowego
- Rozbiórce istniejącej nawierzchni na dojazdach do obiektu
- Wykonaniu przepustu z blach stalowych falistych w miejscu rozebranego mostu
- Poszerzeniu istniejącej drogi gminnej nad przepustem i w jego sąsiedztwie
- Regulację profilu podłużnego w strefie nowego przepustu
- Ułożenie nowej konstrukcji nawierzchni nad przepustem i na dojazdach do niego
- Urządzeniu nawierzchni zjazdów do pól
- Poprawie odwodnienia poprzez uzupełnienie rowów drogowych
- Regulacji szerokości poboczy oraz pochyleń skarp rowów i nasypu drogi gminnej
- Ustawieniu skrajnych barier ochronnych stalowych
- Wprowadzeniu nowej organizacji ruchu poprzez wykonanie oznakowania pionowego i poziomego

Przy wykonywaniu niniejszego opracowania wykorzystano:

- Umowa na wykonanie prac projektowych spisana z Wójtem Gminy Kowala, Inwestorem przedsięwzięcia
- Warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie. – *Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 2 marca 1999r* („Dz. U. nr 43. Poz.430 – z póź. zm.)
- Warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie. – *Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 30 maja 2000r* („Dz. U. nr 33. Poz.735 – z póź. zm.)
- Zarządzenie nr 31 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 16 czerwca 2014r w sprawie Katalogu Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych.
- Obowiązujące przepisy prawne dotyczące postępowania poprzedzającego rozpoczęcie robót budowlanych oraz dotyczące zakresu i formy dokumentacji projektowej
- Aktualna mapa do celów projektowych sporządzona przez uprawnionego geodetę
- Inwentaryzacja wysokościowa pasa drogowego wykonana przez uprawnionego geodetę
- Badania geotechniczne rozpoznania istniejącej nawierzchni drogi i podłoża gruntowego sporządzone przez EKO – *Pracownie Ochrony Środowiska Tomasz Spętany z Radomia.*
- Wizja lokalna w terenie

2. Zajętość terenu i zestawienie powierzchni

Objęty przedsięwzięciem inwestycyjnym przepust i droga gminna położona jest w województwie mazowieckim, powiecie radomskim, w granicach administracyjnych gminy Kowala w m. Dąbrówka Zabłotnia i usytuowane są w granicach istniejącego pasa drogowego (działka nr 979 obręb 0004-Dąbrówka Zabłotnia, ark.1, działka nr 1975, obręb 0012-Kowala, ark. 1), a tam gdzie zachodzi konieczność jego poszerzenia (zmiana granic), dodatkowy teren pozyskiwany będzie w drodze podziału nieruchomości sąsiednich (działki nr 509/6, 510/2 i 959/2 obręb 0004-Dąbrówka Zabłotnia, ark. 1 oraz działki nr 1965, 1966 i 1976 obręb 0012-Kowala, ark.1). Prace związane z przebudową istniejącego mostu na przepust wymagają również zajęcia części nieruchomości stanowiącej rzekę Oronkę (działka nr 1963/3 i 1963/2, obręb 0012-Kowala, ark. 1).

Zestawienie powierzchni projektowanych elementów stanowi:

- jezdnia drogi	750 m ²
- pobocza ulepszone kruszywem łamanym	479 m ²
- przepust	93 m ²
- umocnienie wlotu i wylotu przepustu oraz dna i skarp rzeki brukiem	257 m ²

3. Ukształtowanie trasy drogowej

Trasa rozbudowywanego odcinka drogi gminnej o długości 150,00m pokrywa się z jej istniejącym przebiegiem. Lokalizacja przebudowywanego mostu na przepust nie ulega zmianie.

W planie sytuacyjnym droga przebiega po prostej, a w części w łuku poziomym o promieniu R=150 poprzedzonym prostą przejściową.

Projektowany przepust w poprzek drogi tworzy z jej osią kąt o wartości 88,14°.

W profilu podłużnym niweleta drogi wyniesiona jest ponad istniejący teren, a wynika to z warunku zachowania wymaganego naziomu nad projektowanym przepustem. Wyniesienie niwelety nie wpływa w sposób istotny na otaczające zagospodarowanie.

4. Charakterystyczne parametry techniczne obiektu budowlanego

Geometryczne i techniczne parametry odcinka drogi gminnej:

- klasa techniczna drogi D
- prędkość projektowa 40km/h,
- droga jedno jezdniowa, dwupasowa, dwukierunkowa
- szerokość pasa ruchu 2,5m,
- pobocza gruntowe ulepszone szerokości 0,75m i 2,0m w przypadku zastosowania bariery ochronnej skrajnej w strefie oddziaływania przepustu
- długość załamania krawędzi jezdni na włączeniu do istniejącej szerokości jezdni 20,0m
- promień łuku poziomego 150m, prosta przejściowa o długości 20,0m
- pochylenie poprzeczne na prostej daszkowe 2,0%, na łuku kołowym jednostronne 2,0%
- pochylenie podłużne jezdni od 0,31% do 0,76%,
- rowy drogowe trapezowe o głębokości minimum 0,3m, szerokości dna 0,4m, pochyleniu skarpy i przeciwskarpy 1:1,5

Geometryczne i techniczne parametry projektowanego przepustu:

- przekrój przepustu łukowo kołowy 2,61x3,67m ,
- konstrukcja przepustu podatna z blachy falistej gr. 3,5mm zabezpieczona powłoką cynkową i warstwą polimeru TrenchCout
- pochylenie podłużne 0,5%
- długość przepustu 18,7m

5. Rozwiązania w planie sytuacyjnym

Trasa rozbudowywanego odcinka drogi gminnej o długości 150,00m pokrywa się z jej istniejącym przebiegiem. Lokalizacja przebudowywanego mostu na przepust nie ulega zmianie.

W planie sytuacyjnym droga przebiega po prostej, a w części w łuku poziomym o promieniu R=150 poprzedzonym prostą przejściową.

Projektowany przepust w poprzek drogi długości 18,7m tworzy z jej osią kąt o wartości 88,14°. Wlot i wylot przepustu oraz dno koryta i skarpy rzeki powyżej i poniżej przepustu umocniono brukiem kamiennym.

W strefie oddziaływania przepustu zastosowano na drodze gminnej skrajną barierę ochronną stalową N2,W3.

Opisane rozwiązania projektowe w planie sytuacyjnym z elementami pokazano w części rysunkowej niniejszego Projektu Architektoniczno-Budowlanego na rysunku nr 2 Plan sytuacyjny.

6. Rozwiązania w przekroju poprzecznym

Na przedmiotowym odcinku drogi gminnej zaprojektowano następujący przekrój poprzeczny:

przekrój podstawowy

- jezdnia dwupasowa szerokości pasa ruchu 2,50 m o przekroju daszkowym, pochyleniu poprzecznym 2%, na łuku poziomym pochylenie jednostronne 2%
- pobocza obustronne gruntowe ulepszone kruszywem szerokości 0,75m a w przypadku zastosowania bariery ochronnej skrajnej 2,0m o pochyleniu poprzecznym 6%
- obustronne rowy drogowe o pochyleniu skarp i przeciwskarp 1:1,5 głębokości minimum 0,3m i szerokości dna 0,4m,

Szczegółowe rozwiązania drogi przekroju poprzecznym, pochylenia i podstawowe wymiary pokazano w części rysunkowej niniejszego Projektu Architektoniczno-Budowlanego na rysunku nr 3 *Przekroje charakterystyczne konstrukcyjne*.

7. Konstrukcja nawierzchni

Konstrukcje nawierzchni zaprojektowano uwzględniając planowane zagospodarowanie, kategorię obciążenia ruchem KR2, warunki gruntowo wodne podłoża oraz stosowne zapisy Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie. Nawierzchnie zaprojektowano dla pojazdów o obciążeniu osi 10,0t.

Konstrukcja nawierzchni drogi gminnej

- Warstwa ścieralna gr. 4,0 cm
beton asfaltowy AC 11 S 50/70
- Warstwa wiążąca gr. 8,0 cm
beton asfaltowy AC 16 W 50/70
- Podbudowa zasadnicza gr. 20,0cm
mieszanka niezwiązana z kruszywa łamanego 0/31,5 kat. 90/3
- Warstwa mrozoochronna (odsączająca) gr. 15,0cm
mieszanka gruntu niewysadzinowego naturalnego CBR \geq 30, wsp. filtracji k>8m/dobę
- Warstwa separacyjna
geowłóknina polipropylenowa
- Warstwa ulepszanego podłoża gr. 35,0cm
mieszanka niezwiązana kruszywa łamanego 0/31,5 stabilizowana georusztem
georuszt trójosiowy
geotkanina polipropylenowa
- Podłoże gruntu rodzimego

Nawierzchnię zjazdów do pól projektuje się dwuwarstwowo z mieszanki niezwiązanej kruszywa łamanego 0/63 o ciągłym uziarnieniu gr. 17,0cm i 0/31,5mm o ciągłym uziarnieniu gr. 12,0cm.

Nawierzchnię poboczy gruntowych ulepszonych projektuje się z mieszanki niezwiązanej kruszywa łamanego 0/31,5mm o ciągłym uziarnieniu gr. 12,0cm.

Skarpy rowów drogowych umocnione będą poprzez humusowanie na gr. 10,0cm wraz obsianiem nasionami traw.

Rozwiązania konstrukcji nawierzchni wraz ze szczegółami pokazano w części rysunkowej niniejszego Projektu Architektoniczno-Budowlanego na rysunku nr 3 *Przekroje charakterystyczne konstrukcyjne*.

8. Ukształtowanie wysokościowe

Niweletę nawierzchni drogi zaprojektowano z uwzględnieniem wymaganego minimalnego naziomu nad przepustem oraz konieczności koordynacji z wysokościami istniejącego zagospodarowania w szczególności na początkowym i końcowym odcinku drogi. Projektowana niweleta (w osi jezdni) drogi podniesiona została generalnie w stosunku do istniejącej jezdni od 0,0cm do 43,0cm. Pochylenia podłużne niwelety kształtują się

w granicach od 0,31% do 0,76%. Wartości pochyleń załamań niwelety nie wymagają zastosowania wyokrągłych łukami pionowymi.

Przebieg niwelety drogi i projektowanych rowów oraz posadowienia przepustu pokazano w części rysunkowej niniejszego Projektu Architektoniczno-Budowlanego na rysunku *nr 4 Profil podłużny*.

9. Odwodnienie

Odwodnienie pasa drogi odbywać się będzie powierzchniowo do systemu przydrożnych rowów otwartych. N Ciągłość rowu pod zjazdami zapewniona jest poprzez projektowany przepust rurowy z rur PEHD o średnicy 400mm. Przepusty ułożone będą na ławie z mieszanki kruszywa naturalnego 0/20 a skarpy rowów w obrębie wlotów i wylotów umocnione będą brukiem kamiennym 16-20cm.

Lokalizacje rowów drogowych oraz przepustów pokazano w części rysunkowej niniejszego Projektu Architektoniczno-Budowlanego na rysunku *nr 2 Plan sytuacyjny*. Ukształtowanie wysokościowe rowów drogowych pokazano w części rysunkowej niniejszego Projektu Architektoniczno-Budowlanego na rysunku *nr 4 Profil podłużny*.

10. Drogowe obiekty inżynierskie

W ramach rozbudowy odcinka drogi przewiduje się przebudowę istniejącego obiektu mostowego polegającą na zastąpieniu istniejącej w bardzo złym stanie technicznym konstrukcji płytowej przepustem o konstrukcji podatnej z blachy falistej.

Istniejący obiekt mostowy z betonu zbrojonego płytowy swobodnie podparty o rozpiętości przęsła 4,0m, długości całkowitej 5,0m i szerokości 8,5m o zostanie rozebrany, a w jego miejsce zostanie ułożony przepust podatny z blachy falistej.

Przy wyborze światła nowoprojektowanego przepustu kierowano się obliczeniami hydrologicznymi oraz hydraulicznymi załączonymi w dalszej części opracowania. Przyjęto przepust o przekroju łukowo – kołowym o długości 18,7m oraz rozpiętości 3,67m i wysokości 2,61m.

Obliczenia hydrauliki przepustu, wskazują na spełnienie warunku napełnienia rury w 75% wysokości przekroju, lecz nie mniej niż 25 cm od zwierciadła wody do zwornika rury (§ 45 Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej nr. 735 z dnia 30 maja 2000 – Dz.U. Nr. 63 z 03-08-2000r poz. 735).

Warunki wytrzymałościowe określają minimalną wielkość naziomu nad przepustem oraz minimalną grubość blachy. Według definicji naziomu dla obiektów drogowych, jest to odległość pomiędzy kluczem rury a niweletą drogi, obejmującą również warstwy konstrukcyjne nawierzchni drogi. Wyznaczona w części obliczeniowej minimalna wysokość naziomu nad rurą wynosząca $H \geq 0,66m$ pozwala na przeniesienie obciążenia drogowego klasy A wg. PN-85/S-10030 „Konstrukcje mostowe. Obciążenia”. Wartość naziomu dla projektowanego przepustu w najniekorzystniejszym miejscu wynosi $H=0,77m$, zatem warunek zachowania minimalnego naziomu jest spełniony. Wykonywanie obliczeń statyczno-wytrzymałościowych jest, zatem zbędne.

Jako fundament przepustu zastosowano mieszankę z kruszywa naturalnego 0/31,5 o grubości 30,0cm. Warstwę bezpośrednio leżącą pod konstrukcją z blachy falistej stanowić będzie podsypka piaskowa gr. 5,0cm. Fundament ze względu na zaleganie w podłożu gruntów słabonośnych, zaprojektowano na ulepszonym podłożu gr. 35,0cm z mieszanki niezwiązanej kruszywa łamanego 0/31,5, stabilizowanej georusztem trójosiowym. Nad przepustem zastosowano ekran z geomembramy polietylenowej.

Jako zasypkę przepustu zastosowano mieszankę kruszywa naturalnego 0/20mm. Umocnienie skarp nasypu w obrębie wlotu i wylotu przepustu oraz samego koryta rzeki poniżej i powyżej przepustu stanowić będzie bruk kamienny na podsypce cementowo piaskowej z wypełnieniem spoin zaprawą cementowo-piaskową. Umocnione dno rzeki brukiem zabezpieczono dodatkowo palikami dębowymi zaimpregnowanymi o średnicy 10,0cm

Rozwiązania konstrukcyjne przepustu pokazano w części rysunkowej niniejszego Projektu Architektoniczno-Budowlanego na rysunku *nr 5 Szczegół przepustu z blach falistych*, a obiekt istniejący na rysunku *nr 6 Inwentaryzacja obiektu istniejącego*

11. Obliczenia hydrologiczne oraz hydrauliczne dla przepustu.

Obliczenia hydrologiczne dla przekroju charakterystycznego

Dla zlewni niezurbanizowanych o powierzchni mniejszej od $A \leq 50 \text{ km}^2$ zgodnie z [5], do obliczenia przepływów maksymalnych stosuje się formułę opadową:

$$Q_p = f \cdot F_1 \cdot \phi \cdot H_1 \cdot A \cdot \lambda_p \cdot \delta_j \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

- f – bezwymiarowy współczynnik kształtu fali równy 0,6,
- F_1 – maksymalny moduł odpływu jednostkowego,
- ϕ – współczynnik odpływu,
- H_1 – maksymalny opad dobowy o prawdopodobieństwie pojawienia się 1% [mm],
- A – powierzchnia zlewni [km^2],
- λ_p – kwantyl rozkładu zmiennej dla zadanego prawdopodobieństwa p,
- δ_j – współczynnik redukcji jeziornej.

Powierzchnia rozpatrywanej zlewni wynosi $37,17 \text{ km}^2$, która została obliczona na podstawie Mapy Podziału Hydrograficznego Polski wykonanej przez Zakład Hydrografii i Morfologii Koryt Rzecznych IMGW. Zgodnie z załącznikami opracowania [4,5] dla rozpatrywanego obszaru współczynnik odpływu wynosi 0,35 (piaski gliniaste), a maksymalny opad dobowy wynosi 95 mm. Kwantyl rozkładu zmiennej dla prawdopodobieństwa 2% (drogi klasy L i D) wynosi dla nizin 0,867. W celu określenia maksymalnego modułu odpływu jednostkowego należy określić czas spływu po stokach ts oraz oszacować hydromorfologiczną charakterystykę cieku ϕ_r do przekroju obliczeniowego:

$$\phi_r = \frac{1000 \cdot (L + l)}{m \cdot I_{r1}^{1/3} \cdot A^{1/4} \cdot (\phi \cdot H_1)^{1/4}}$$

- L+l - długość cieku wraz z suchą doliną do działu wodnego w km,
- m - współczynnik szorstkości koryta cieku równy 11,
- I_{r1} - uśredniony spadek cieku wynoszący 1,68‰.

$$\phi_r = \frac{1000 \cdot (11,2)}{11 \cdot 1,68^{1/3} \cdot 37,17^{1/4} \cdot (0,35 \cdot 95)^{1/4}} = 145,64 \approx 150$$

Czas spływu po stokach dla zlewni większej niż 10 m^2 dla makroregionu nizinnego dla warunków przeciętnych przyjęto równym 60 min.

Dla powyższych wartości moduł odpływu jednostkowego wynosi 0,0155.

$$Q_m = Q_p = 0,6 \cdot 0,0155 \cdot 0,35 \cdot 95 \cdot 37,17 \cdot 0,867 \cdot 1 = 9,97 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

Przepływ miarodajny (maksymalny) dla rozpatrywanego przypadku wynosi 9,97 m^3/s .

Dane wyjściowe do obliczeń hydraulicznych przepustu

Charakterystyka drogi:

- rzędna korony drogi na skrzyżowaniu z ciekim wodnym 185,83 m n.p.p.,
- szerokość korony nasypu drogowego $B_n=9,00m$,
- nachylenie skarp nasypu drogowego $1:m_a=1:1,5$.

Charakterystyki cieku:

- przekrój poprzeczny cieku zbliżony do trapezu o szerokości dna $b_d=1,0m$., głębokości $l_d= 2,15m$ i nachyleniu skarp $1:m_d=1:1,5$,
- współczynnik szorstkości koryta $n_d=0,024m^{-1/3}s$,
- spadek podłużny cieku $i_d=1,68‰$,
- przepływ miarodajny $Q_m=9,97m^3/s$,
- rzędna dna cieku przed wlotem przepustu 182,50 m n.p.p.

Głębokość wody w korycie cieku przy przepływie miarodajnym

Głębokość h_m określono metodą założeń napełnienia koryta i sprawdzenia odpowiadającego mu przepływu, aż do uzyskania miarodajnego natężenia przepływu.

Dla przepływu $9,97m^3/s$ głębokość napełnienia w korycie wynosi $h=1,77m$.

- szerokość zwierciadła wody:

$$B = b_d + 2m_d h = 1,0 + 2 \cdot 1,5 \cdot 1,77 = 6,31 m$$

- powierzchnia przekroju strumienia:

$$F = h(b_d + m_d \cdot h) = 1,77 \cdot (1,0 + 1,5 \cdot 1,77) = 6,45 m^2$$

- obwód zwilżony:

$$O_z = b_d + 2h\sqrt{(1 + m_d^2)} = 1,0 + 2 \cdot 1,77 \cdot \sqrt{3,25} = 7,38 m$$

- promień hydrauliczny

$$R_h = \frac{F}{O_z} = \frac{6,45}{7,38} = 0,87m$$

- średnia prędkość przepływu obliczona według wzoru:

$$v = \frac{1}{n_d} R_h^{2/3} i_d^{1/2} = \frac{1}{0,024} \cdot 0,87^{2/3} \cdot 0,00168^{1/2} = 1,55m/s$$

- natężenie przepływu obliczone według wzoru:

$$Q = F \cdot v = 6,45 \cdot 1,55 = 9,97 m^3/s$$

Dopuszczalny poziom wody przed przepustem przyjęto dla rzędnej 184,80 m n.p.p.

Wzniesienie linii energii przed wlotem przepustu

Głębokość wody spiętrzonej przed wlotem przepustu wynosi $H = 184,80 - 182,50 = 2,30 m$, a odpowiadająca jej powierzchnia strumienia wynosi $10,31 m^2$.

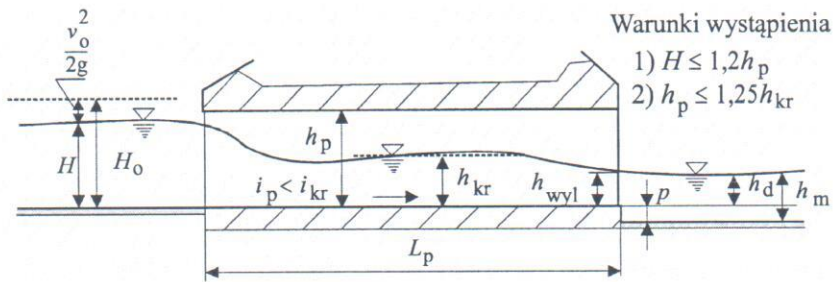
Prędkość v_o dopływającej wody jest równa:

$$v_o = \frac{Q_m}{F_o} = \frac{9,97}{10,31} = 0,97 m/s$$

Wzniesienie linii energii przed przepustem H_o :

$$H_o = H + \frac{\alpha_o v_o^2}{2g} = 2,30 + \frac{1,1 \cdot 0,97^2}{2 \cdot 9,81} = 2,30 + 0,05 = 2,35 m$$

Dobór kształtu wlotu i wymiarów przewodu.



Przyjmuje się schemat hydrauliczny jak na rys. powyżej (wlot i wylot przepustu niezatopiony).

Przewód przepustu zostanie wykonany z rur o przekroju łukowym, a wlot będzie rodzaju kolnierzowego. Wartość współczynnika wydatku m określono przy założeniu pełnego dławienia bocznego (tzn. $Bo > 6b$) dla przyjętego typu wlotu wynosi 0,31.

Przybliżoną szerokość zastępczą w ruchu krytycznym obliczono z przekształconego wzoru:

$$b_{kr} = \frac{Q_m}{m \sqrt{2gH_o^{3/2}}} = \frac{9,97}{0,310 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 2,35^{3/2}}} = 2,02m$$

Przyjęto przewód typu łukowo-kołowego o wymiarach rozpiętość/wysokość 3,67/2,61 o spadku 0,5%.

Wybrany przewód spełnia warunki:

- zagwarantowania niezatopienia wlotu,
 $D' \geq \frac{H}{1,2}$; $D' \geq \frac{2,35}{1,2}$; $D' \geq 1,95m$ $D'=2,61m$
- zachowania minimalnych wymiarów wysokości i szerokości przewodów przepustów wg Dz. Ustaw Nr 63, z 3 sierpnia 2000 r., Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dn30 maja 2000 r.
- zachowania minimalnego spadku dna przewodu,
- nie przekroczenia dopuszczalnego poziomu spiętrzenia wody przed przepustem,
- nie przekroczenia dopuszczalnego wzniesienia stropu przewodu nad zwierciadłem wody w przewodzie.

Rzeczywiste wzniesienie linii energii przed przepustem H_o .

Potrzeba długość przewodu przepustu według wymiarów nasypu drogowego $L_p = 18,70m$.

$L_p < 20D'$ wobec tego głębokość wody przed wlotem należy obliczać tak jak dla przewodu krótkiego.

Obliczenia prowadzono metodą kolejnych założeń głębokości h dla których określano natężenie przepływu, aż osiągnie ono wartość Q_m .

Parametry ruchu krytycznego w założonym przepuscie obliczono z równania krytycznego w sposób iterecyjny:

$$\frac{\alpha Q^2}{g} = \frac{F^3}{T}$$

Q - natężenie przepływu [m³/s],

g - przyspieszenie ziemskie 9,81[m/s²],

α - współczynnik Saint-Venanta wynoszący 1,10

F - powierzchnia strumienia (wyznaczona graficznie dla założonej wielkości napełnienia przepustu h)

T - szerokość przekroju w zwierciadle (wyznaczona graficznie dla założonej wielkości napełnienia przepustu h).

Ostatecznie dla przepływu 9,97 m³/s otrzymano:

$$h_{kr} = 1,15 \text{ m}$$

$$F_{kr} = 3,43 \text{ m}^2$$

$$b_{kr} = 3,43/1,15 = 2,98 \text{ m}$$

$$\frac{\alpha Q^2}{g} = \frac{1,1 \cdot 9,97^2}{9,81} = 11,15$$
$$\frac{F^3}{T} = \frac{3,43^3}{3,62} = 11,15$$

Pole przekroju przewodu przepustu F_p' przy rzędnej spiętrzonego zwierciadła wody wyznaczono graficznie i wynosi 4,85 m². Szerokość napływu wody jest mniejsza od $6D''$, wobec czego występuje niepełne dławienie boczne.

- rzeczywistą wartość współczynnika wydatku obliczono ze wzoru:

$$m = m_1 + \frac{0,385 - m}{3F_o - 2F_p'} F_p' = 0,310 + \frac{0,385 - 0,310}{3 \cdot 6,92 - 2 \cdot 5,36} \cdot 5,36 = 0,35$$

- prędkość dopływowa $v_o = 9,97/5,97 = 1,67 \text{ m/s}$

- wzniesienie linii energii $H_o = 1,67 \text{ m}$

- obliczone według wzoru natężenie przepływu

$$Q = m b_{kr} \sqrt{2g} H_o^{3/2} = 0,35 \cdot 2,98 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81} \cdot 1,67^{3/2} \equiv 9,97 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Ostatecznie otrzymano:

- głębokość wody na wlocie $H = 1,52 \text{ m}$, głębokość ta spełnia warunek niezatopienia wlotu przepustu
- powierzchnię przekroju strumienia wody przed wlotem przepustu $F_o = 5,97 \text{ m}^2$
- Woda przed wlotem przepustu spiętrzy się do rzędnej 183,97 m n.p.p., czyli niższej niż dopuszczalnej 184,80 m n.p.p.

Warunki zatopienia wylotu przepustu.

Dla warunków obliczeniowych i przyjętej korekty wylotu koryta rzeki za przepustem otrzymuje się:

- wzniesienie zwierciadła wody dolnej nad dnem wylotu $h_d = h_m = 1,42 \text{ m}$ ($p=0$),
- z warunku:

$$h_d \leq 1,25 h_{kr}; 1,42 \text{ m} < 1,25 \cdot 1,15 = 1,44 \text{ m}$$

Strumień na wlocie przewodu jest niezatopiony.

Prędkość przepływu i napętnienie przewodu przy przepływie miarodajnym.

Zaprojektowany przepust prowadzi wodę niepełnym przekrojem przewodu, przy niezatopionym wlocie. Prędkość przepływu w przewodzie przepustu określono dla pola przekroju strumienia głębokości krytycznej ($F_p = F_{kr}$), a więc:

$$v_p = \frac{Q_m}{F_p} = \frac{9,97}{3,43} = 2,91 \text{ m/s}$$

Obliczona prędkość w przewodzie jest mniejsza od dopuszczalnej 3,0 m/s.

Głębokość wody w przewodzie równa w tym schemacie hydraulicznym głębokości krytycznej $h_{kr} = 1,15 \text{ m}$, gwarantuje wymagane wzniesienie stropu przewodu nad zwierciadłem wody przy przepływie miarodajnym,

gdyż spełniony jest warunek $h_{kr} < 0,75D'$, a uzyskany zapas od swobodnego zwierciadła wody do stropu przewodu jest większy od minimalnego 0,25 m.

Parametry strumienia w przekroju wylotowym.

Spadek krytyczny w przewodzie obliczony wg wzoru, wynosi:

$$i_{kr} = \frac{g \cdot O_z \cdot n^2}{\alpha \cdot B \cdot R_h^{1/3}} = \frac{9,81 \cdot 4,85 \cdot 0,0196^2}{1,1 \cdot 3,65 \cdot 0,71^{1/3}} = 0,00514$$

Współczynnik szorstkości przewodu $n = 0,0196$ obliczono wg zaleceń [3]. Spadek przewodu przepustu $i_p = 0,005$ jest nieco mniejszy od spadku krytycznego $i_{kr} = 0,00514$.

Według tab. 3.3 [1, 3] za głębokość wylotową przyjęto $h_{wyl} = 0,8$, $h_{kr} = 0,92$ m.

Obliczone parametry strumienia w przekroju wylotowym zestawiono w tabeli poniżej.

h_{wyl} [m]	F_{wyl} [m ²]	v_{wyl} [m/s]	b_{wyl} [m]
0,92	2,60	3,83	2,83

gdzie:

F_{wyl} – pole przekroju strumienia na wylocie odpowiadające głębokości h_{wyl}

v_{wyl} – prędkość wody w przekroju wylotowym przewodu obliczona wg. wzoru: $9,97/2,60 = 3,83$ [m/s]

Szerokość strumienia b_{wyl} obliczono ze wzoru:

$$b_{wyl} = \frac{F_{wyl}}{h_{wyl}} = \frac{2,60}{0,92} = 2,83$$

Dobór kształtów i wymiarów wypadu.

W celu określenia warunków powstawania odskoku na wylocie przepustu oraz długości wypadu obliczono dla koryta odpływowego głębokość h_{krodp} , metodą kolejnej iteracji, i tak prawa strona równości:

$$\frac{\alpha Q^2}{g} = \frac{1,1 \cdot 9,97^2}{9,81} = 11,15$$

Zakładając kolejne głębokości, ostatecznie dla $h_{krodp} = 0,98$ m, lewa strona równości przyjmuje wartość:

$$\frac{F^3}{T} = \frac{3,93^3}{5,44} = 11,15$$

Określona głębokość krytyczna jest mniejsza od głębokości w korycie $h_d = h_m$ co oznacza, że w korycie odpływowym panuje ruch spokojny (nadkrytyczny).

Kąt rozplywania się strumienia w ruchu spokojnym w korycie odpływowym według wykresu ,dla wartości liczb Froude'a:

- w przekroju wylotowym

$$Fr_{wyl} = \frac{v_{wyl}^2}{gh_{wyl}} = \frac{3,83^2}{9,81 \cdot 0,92} = 1,62$$

- w przekroju koryta odpływowego

$$Fr_m = \frac{v_m^2}{gh_m} = \frac{1,55^2}{9,81 \cdot 1,42} = 0,17$$

Kąt rozplywania β wynosi 50° .

- długość wypadu L_w . Podstawiając za B_w szerokość równą $3D'=7,83$ m

$$L_w = \frac{B_w - b_{wyl}}{2tg\beta} = \frac{7,83 - 2,83}{2tg(50^\circ)} = 2,09m$$

Długość na której rozszerza się strumień przyjęto jako 2,10m.

Warunki hydrauliczne poniżej przepustu.

Z porównania głębokości $h_{wyl} = 0,92$ m z $h_{kr} = 1,15$ m wynika, że głębokość w przekroju wylotowym jest mniejsza od głębokości krytycznej w przewodzie. Na wylocie przewodu lub poniżej niego powstanie odskok hydrauliczny mogący zatopić strumień wypływający z przewodu przepustu. W celu określenia miejsca powstania odskoku obliczamy drugą głębokość sprzężoną z głębokością wylotową $h_1 = h_{wyl} = 0,92$ m. Głębokość h_{2wyl} wynosi:

$$h_{2wyl} = \frac{h_{wyl}}{2} \left(\sqrt{1 + 8 \frac{Q^2}{gb_{wyl}^2 h_{wyl}^3}} - 1 \right) = \frac{0,92}{2} \left(\sqrt{1 + 8 \frac{9,97^2}{9,81 \cdot 2,83^2 \cdot 0,92^3}} - 1 \right) = 1,39 m$$

Przejście z ruchu rwącego w przewodzie w ruch spokojny w korycie odbywa się w formie odskoku zatapiającego strumień w przekroju wylotowym budowli, gdyż występuje przypadek:

$$h_{2wyl} < h_d \\ 1,39m < 1,42m$$

Umocnienia poniżej przepustu.

Dla dna cieku utworzonego w piaskach pylastych przyjęto prędkość nierozmywającą $v_{nr} = 0,30$ m/s. Prędkość wylotowa $v_{wyl} = 3,83$ m/s jest więc znacznie większa od przyjętej. Koryto cieku poniżej przepustu należy więc umocnić na długości L_u .

Przyjmuje się wykonanie umocnień o długości równej 2+3 rozpiętości przewodu przepustu, a więc:

$L_u = 2,5 \cdot 3,61 = 9,02$ m. Przyjęto umocnienie na długości 9m.

Typ umocnienia należy dobrać kierując się wartością prędkości obliczeniowej równej $1,5v_{wyl}$ czyli $v_{obl} \equiv 5,75$ m/s.

Jako umocnienie zastosowano bruk kamienny na podsypce z wypełnieniem spoin zaprawą cementowo-piaskową.

Rozmycie dolnego stanowiska przepustu.

Dla przypadku, gdy odskok zatapia wylot budowli głębokość rozmycia oblicza się wg wzoru:

$$\Delta h_r = h_d = 1,42 m$$

Wprowadzając współczynnik redukcyjny $k = 0,7$ rzeczywista wartość maksymalnej głębokości rozmycia obliczona wynosi:

$$\Delta h_{\max} = k\Delta h_r = 0,7 \cdot 1,42 = 0,99 \text{ m} \approx 1,00 \text{ m}$$

Głębokość elementu ochronnego na końcu zaprojektowanej płyty wypadowej wynosi $h_u = 1,3 \cdot 1,42 = 1,84 \text{ m}$

Określenie minimalnej wysokości naziomu

Dla obciążeń drogowych minimalną wysokość naziomu należy obliczyć wg wzorów:

$$H = B/6 \text{ [m]}, \quad H = B/8 + 0,2 \text{ [m]}, \quad H \geq 0,6 \text{ m}$$

gdzie:

H – wysokość naziomu [m]

B – średnica lub rozpiętość rury [m]

$$H = 3,67/6 \text{ [m]}, \quad H = 3,67/8 + 0,2 \text{ [m]}, \quad H \geq 0,6 \text{ m}$$

$$H = 0,61 \text{ [m]}, \quad \underline{H = 0,66 \text{ [m]}}, \quad H \geq 0,6 \text{ m}$$

Z powyższych wyników jako minimalną wysokość naziomu dla obciążeń drogowych należy wybrać wartość największą.

Literatura

- [1] 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. Dziennik Ustaw Nr 63 poz. 735 z dnia 3.08.2000 r.
- [2] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie. Dziennik Ustaw Nr 43 poz. 430 z dnia 2.03.1999 r.
- [3] Bajkowski S., Dąbrowski L. S., Jaworowska B., Szuster A., Utrysko B.: *Światła Mostów i Przepustów. Zasady obliczeń z komentarzem i przykładami*. GDDKiA-IBDiM. Żmigrod 2000
- [4] Beniamin Więzik, *Obliczanie przepływów maksymalnych rocznych w zlewniach niekontrolowanych o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia, za pomocą formuły opadowej (opracowano na podstawie materiałów IMGW)*, Politechnika Krakowska IliGW, Kraków 1993
- [5] STOWARZYSZENIE HYDROLOGÓW POLSKICH, *Metodyka obliczania przepływów i opadów maksymalnych o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia dla zlewni kontrolowanych i niekontrolowanych oraz identyfikacji modeli transformacji opadu w odpływ*, zlecenie Krajowego Zarządu Gospodarki Wodnej z roku 2009, Warszawa
- [6] Mapy Podziału Hydrograficznego Polski wykonanej przez Zakład Hydrografii i Morfologii Koryt Rzecznych IMGW, udostępnienie KZGW 2007
- [7] Katalogi i materiały informacyjne producentów przepustów stalowych.
- [8] Opracowania branżowe

Opracował:

Mariusz Siuda

CZĘŚĆ RYSUNKOWA

- PLAN SYTUACYJNY Rys. 2
- PRZEKROJE CHARAKTERYSTYCZNE - KONSTRUKCYJNE Rys. 3
- PROFIL PODŁUŻNY DROGI GMINNEJ Rys. 4
- SZCZEGÓŁ PRZEPUSTU Z BLACH FALISTYCH Rys. 5
- INWENTARYZACJA ISTNIEJĄCEGO OBIEKTU MOSTOWEGO Rys. 6