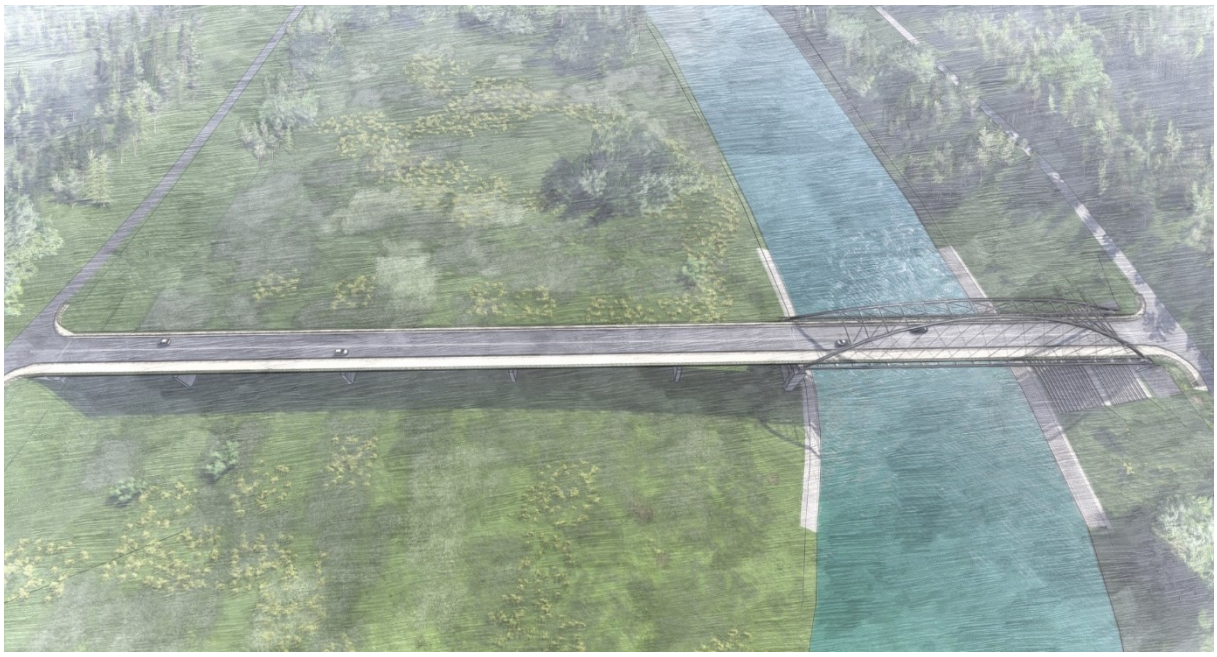
TII.Z3 DOKUMENTACJA HYDROLOGICZNO – HYDRAULICZNA

KONCEPCJA PROGRAMOWO PRZESTRZENNA

OPRACOWANIE KONCEPCJI PROGRAMOWO – PRZESTRZENNEJ WRAZ Z UZYSKANIEM DECYZJI O ŚRODOWISKOWYCH UWARUNKOWANIACH ZGODY NA REALIZACJĘ PRZEDSIĘWZIĘCIA PN.: „BUDOWA MOSTU W CIĄGU DROGI POWIATOWEJ WRAZ Z DROGAMI DOJAZDOWYMI ŁĄCZĄCYMI NIEWISTKĘ Z JABŁONICĄ RUSKĄ”



INWESTOR:
ZARZĄD POWIATU W BRZOZOWIE
ul. Armii Krajowej 1
36-200 Brzozów

AUTORZY OPRACOWANIA

Imię i nazwisko *Nr uprawnień*	*Podpis*
mgr inż. Damian KALETA PDK/0155/POOM/07	

Rzeszów, marzec 2021 r.

SPIS TREŚCI

1 Wstęp 3
1.1 Podstawa opracowania 3
1.2 Przedmiot opracowania 3
1.3 Cel i zakres opracowania 4
2 Opis stanu istniejącego 4
3 Model Hydrologiczny 5
4 Sprawdzenie charakteru cieku wg Rozporządzenia [3] 7
5 Model hydrauliczny 7
5.1 Założenia przyjęte do modelu hydraulicznego 7
5.2 Przekrój niezabudowany 8
5.2.1 Sprawdzenie ruchu rumowiska w przekroju niezabudowanym 13
5.3 Przekrój zabudowany – stan projektowany 14
6 Podsumowanie 16

1 Wstęp

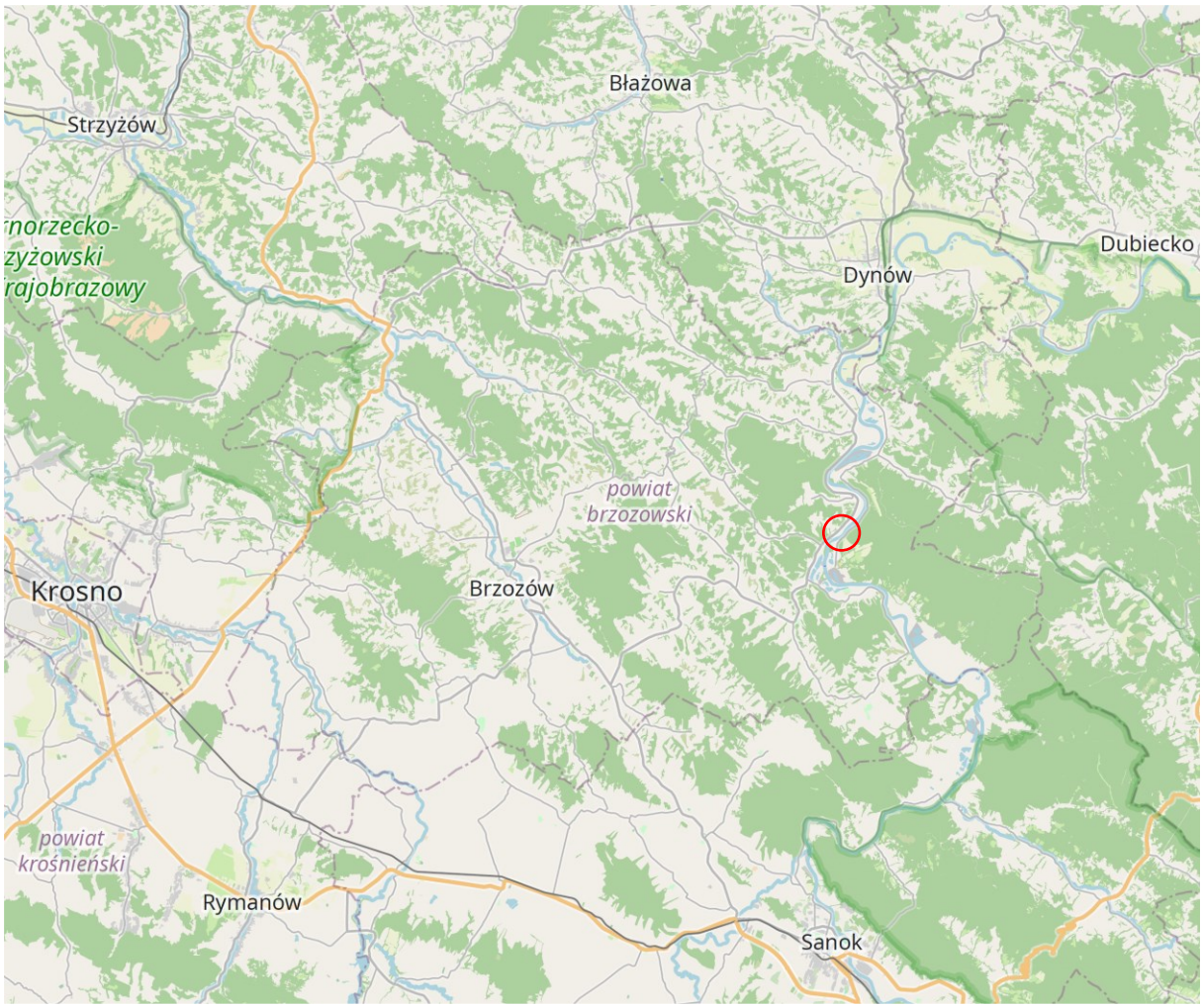
1.1 Podstawa opracowania

Podstawą formalną opracowanie jest umowa zawarta pomiędzy Powiatem Brzozowskim, a biurem Inżynierskim „MostRES" Damian Kaleta.
Przy wykonaniu niniejszego opracowania korzystano z następujących pozycji piśmiennictwa, oraz norm:

[1]. Ustawa z dnia 7 lipca 1994r. Prawo budowlane (Dz.U. 2019 poz. 1186 tekst jednolity).
[2]. Ustawa z dnia 20 lipca 2017r. Prawo wodne (Dz.U. 2020 poz. 310 tekst jednolity).
[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 (Dz. U.2000 nr 63 poz. 735 z późn. zm.).
[4]. Rozporządzenie nr 4/2014 Dyrektora Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Krakowie z dnia 16 stycznia 2014r. w sprawie warunków korzystania z wód regionu wodnego Górnej Wisły.
[5]. Aktualizacja metodyki obliczania przepływów i opadów maksymalnych o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia dla zlewni kontrolowanych i niekontrolowanych oraz identyfikacji modeli transformacji opadu w odpływ. KZGW, STOWARZYSZENIE HYDROLOGÓW POLSKICH, Warszawa 2017r.
[6]. Konferencja naukowo techniczna Powódź `97 koleje-drogi-mosty. Wisła 1998r.
[7]. HEC-RAS (River Analysis System) User`s manual.
[8]. Numeryczny model terenu.
[9]. Dane przestrzenne GIS.
[10]. Dane obserwacyjno – pomiarowe (publiczne) IMGW.

1.2 Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest most przez rzekę San w miejscowości Niewistka pomiędzy drogą wojewódzką nr 835 a drogą powiatową nr 2040R.



Rysunek 1 Lokalizacja mostu.

1.3 Cel i zakres opracowania

Celem opracowania są obliczenia hydrologiczno-hydrauliczne mostu przez rz. San w miejscowości Niewistka, obejmująca swoim zakresem:

- Inwentaryzację terenu,
- Obliczenia hydrologiczne,
- Analizy hydrauliczne.

2 Opis stanu istniejącego

Zakres inwestycji obejmuje budowę drogi powiatowej pomiędzy istniejącą drogą wojewódzką nr 835, a drogą powiatową nr 2040R.
Teren wokół przedmiotowego odcinka drogi stanowią tereny rolnicze oraz lasy.
Projektowany most w całości przebiega przez tereny zalewowe rzeki San.

Fot. 1 Widok z terenu zalewowego na dw 835

Fot. 2 Widok z terenu zalewowego na rz. San i drogę powiatową nr 2040R.

Fot. 3 Widok na koryto rz. San

Fot. 4 Widok na koryto rzeki San i drogę DP2040R.

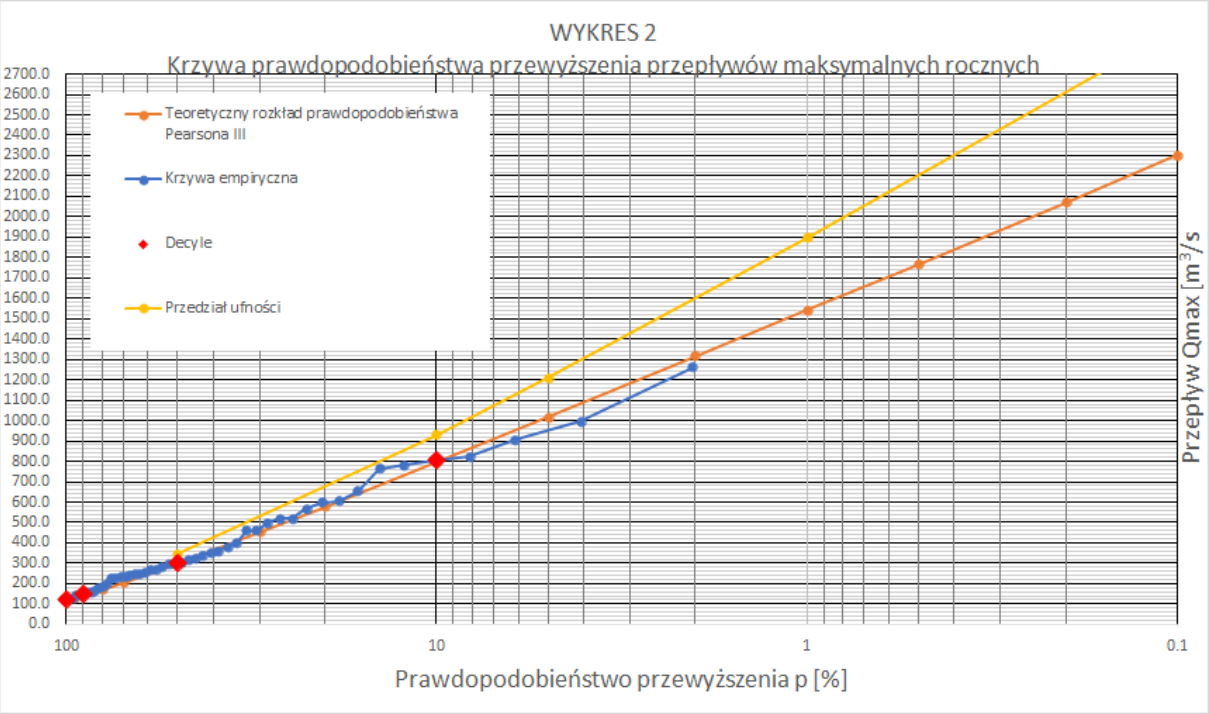
3 Model Hydrologiczny

Rzeka San jest prawobrzeżnym dopływem Wisły. Całkowita długość rzeki wynosi ok. 457 km, a powierzchnia zlewni przy ujściu zamyka się w obszarze o powierzchni 16 861 km^2. Zlewnia Sanu jest zlewnią kontrolowaną. Projektowana Inwestycja zlokalizowana jest w kilometrażu: ok. 263,0 biegu rzeki pomiędzy wodowskazami Dynów (nr 149220040) w km ok. 248,0, a wodowskazem Olchowce (nr 149220030) w km ok. 296,0.

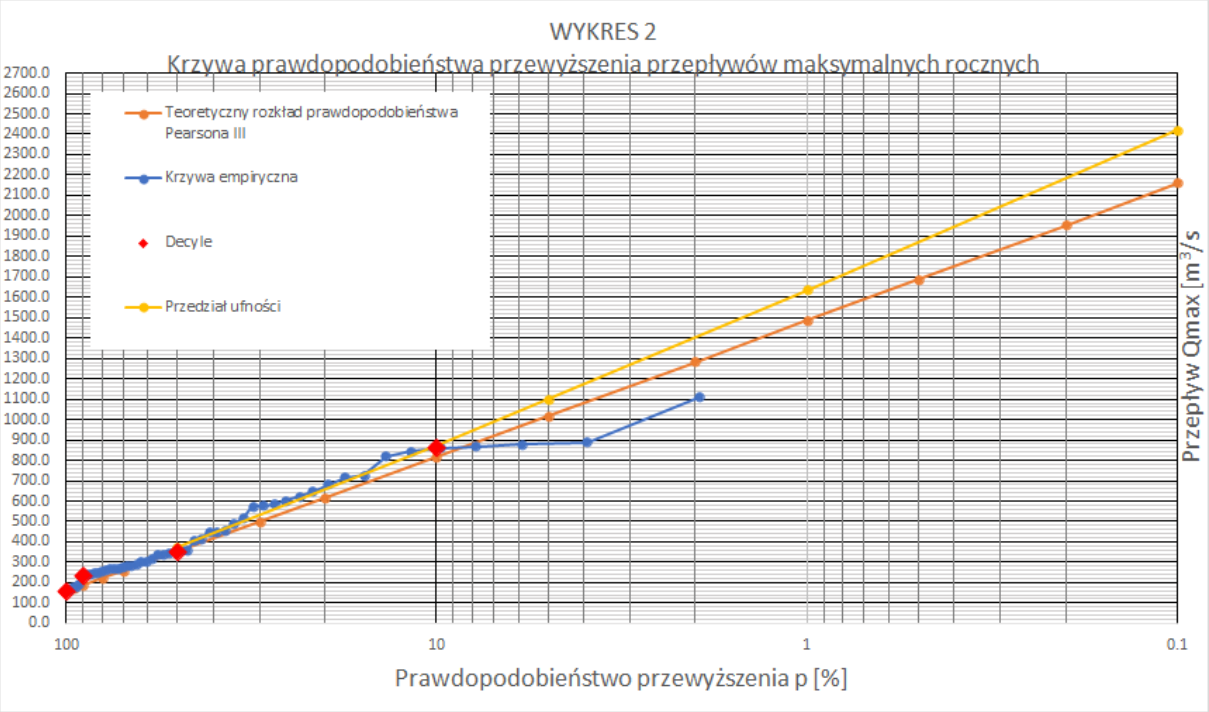
Biorąc pod uwagę położenie przekrojów obliczeniowych pomiędzy wodowskazami Dynów i Olchowce, wartości przepływów określono metodą interpolacji.

Prawdopodobieństwa przepływów rzeki San w przekrojach wodowskazowych określono wg [5] na podstawie ciągu obserwacyjnego przepływów rocznych z wielolecia 1969-2018* [10] stosując metodę decyli dla rozkład Pearsona typ III.

* Przyjęto okres od daty uruchomienia zapory w Solinie



Rysunek 2 Krzywa prawdopodobieństwa przewyższenia przepływów maksymalnych rocznych dla wodowskazu Olchowce.



Rysunek 3 Krzywa prawdopodobieństwa przewyższenia przepływów maksymalnych rocznych dla wodowskazu Dynów.

Tabela 1 Zestawienie przepływów o maksymalnym przewyższenia w profilu wodowskazowym Olchowiec

Prawdopodob. przewyższenia	Przepływ maksymalny	Przedział ufności
p [%]	$Q_{max,p}$ [m^3/s]	$Q^{84\%}_{max,p}$ [m3/s]
50	300.5	346.5
5	1017.5	1210.9
1	1540.3	1895.7
0.5	**1766.0**	**2235.54**
0.2	2068.9	2626.89

Przepływ średni roczny z wielolecia 1969-2018 wynosi **38,13m³/s**.

Tabela 2 Zestawienie przepływów o maksymalnym przewyższenia w profilu wodowskazowym Dynów

Prawdopodob. przewyższenia	Przepływ maksymalny	Przedział ufności
p [%]	$Q_{max,p}$ [m^3/s]	$Q^{68\%}_{max,p}$ [m3/s]
50	353.5	373.8
5	1016.2	1097.9
1	1484.7	1635.0
0.5	**1686.2**	**2101.5**
0.2	1952.7	2452.1

Przepływ średni roczny z wielolecia 1969-2018 wynosi **45,92m³/s**.

Stosując metodę interpolacji pomiędzy stacjami wodowskazowymi obliczono następujące wielkości przepływów w przekroju obliczeniowym:

- Przepływ **Qm0.5% = 2008,63m³/s**,
- Przepływ **QSSq = 43,76m³/s**.

Szczegółowe obliczenia przepływów w profilu wodowskazowym Olchowiec i Dynów oraz ich interpolację do przekroju obliczeniowego zamieszczono w załączniku.

4 Sprawdzenie charakteru cieku wg Rozporządzenia [3]

Zgodnie z Rozporządzeniem [3] sprawdzono charakter cieku, który posiada następujące parametry:

$$A = 2748km^2 > 180km^2$$

$$\frac{Q_{m1\%}}{Q_{SSQ}} = 36{,}7 > 50$$ **warunek niespełniony**

$$I = 0{,}1\% \geq 0{,}05\%$$

Rzeka San na badanym odcinku nie wykazuje charakteru rzeki podgórskiej.

5 Model hydrauliczny

5.1 Założenia przyjęte do modelu hydraulicznego

Obliczenia przepływu wód miarodajnych w korycie naturalnym rzeki zostały wykonane przy pomocy programu HESC-RAS, którego tok przeprowadzanych obliczeń jest zgodny z Rozporządzeniem [3]. Obliczenia oparte są na równaniach Chezy z uwzględnieniem

współczynników Manninga. Odwzorowanie przepływu wód o zadanym prawdopodobieństwie przewyższenia wykonano z wykorzystaniem modelu 3D. Obliczenia napełnienia oraz warunków przepływu wód w naturalnym korycie cieku, program przeanalizował przy zadanej geometrii koryta. Kształt przekroju koryta oraz spadek podłużny odzwierciedlono przy wykorzystaniu numerycznego modelu terenu (NMT)[8]. Obliczenia przeprowadzono dla przepływu Qm0.5%, Qm1%, Qm50% oraz QSSq. Wyniki obliczeń zobrazowano na mapach, pokazując zasięg, głębokość oraz prędkość wód powodziowych

5.2 Przekrój niezabudowany

Koryto rzeki na analizowanym odcinku Rysunek 4 posiada przekrój złożony (wielodzielny) o średniej szerokości dna wynoszącej (na poziomie wody średniej rocznej) ok. 70÷75m i skarpach o pochyleniu ok. 1:1÷1:1,5. Koryto rzeki jest nieumocnione. Dno rzeki jest regularne – płaskie z lokalnie mogącymi występować zagłębieniami. Skarpy porośnięte są wysokimi trawami oraz dużymi drzewami i gęstymi krzewami. Tereny zalewowe tworzą powierzchnie uprawne oraz trawiaste. Wg typologii wód płynących San na analizowanym odcinku to średnia rzeka Wyżynna.
Współczynniki szorstkości koryta głównego oraz terenów zalewowych dobrano wg [6] po dokonaniu wizji lokalnej.

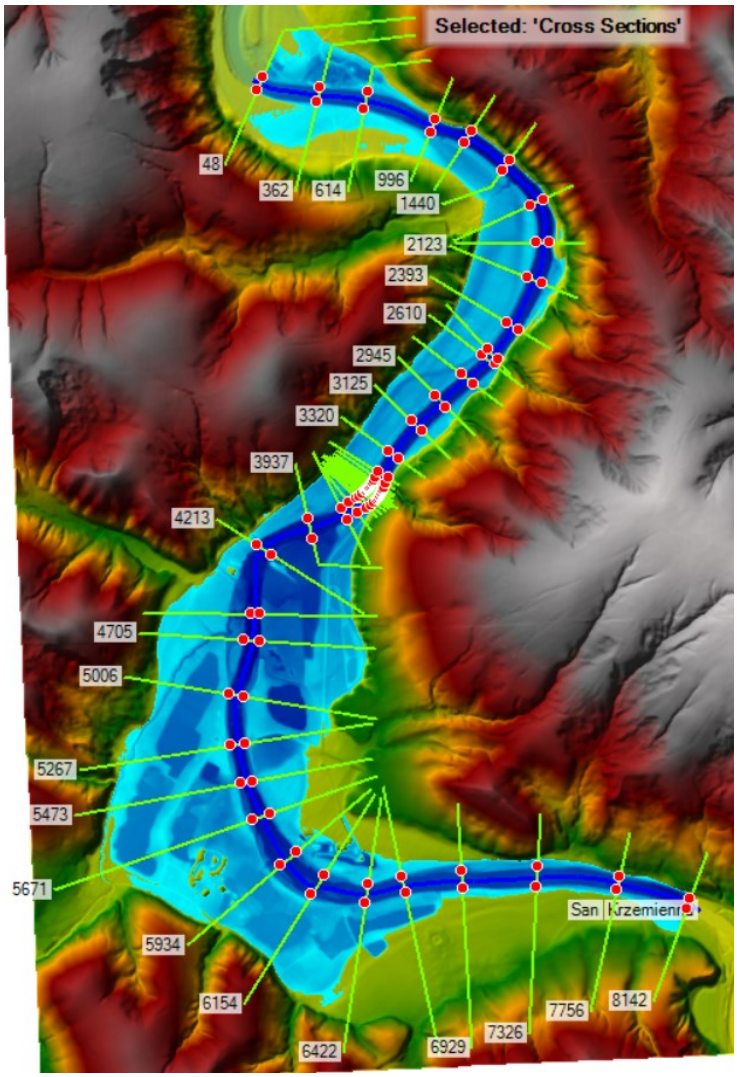
Przyjęto następujące współczynniki szorstkości:

L.p.	Odcinek cieku	Zalew lewy	Koryto główne	Zalew prawy
1	San Niewistka	0,04	0,035 – dno	0,04

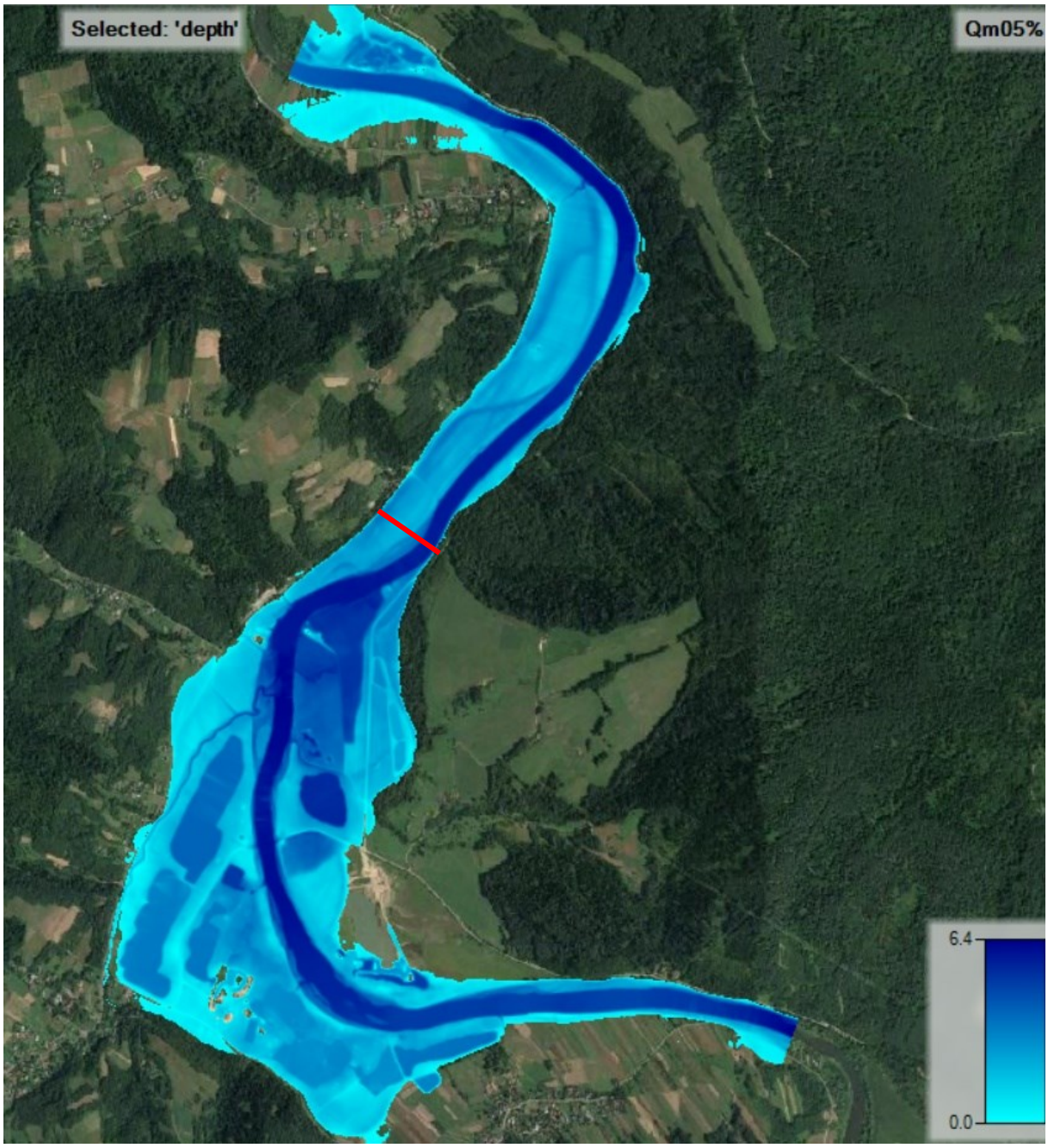
Odwzorowanie przepływu wód o zadanym prawdopodobieństwie przewyższenia wykonano z wykorzystaniem modułu RAS Mapper. Obliczenia napełnienia oraz warunków przepływu wód w naturalnym korycie cieku, program przeanalizował przy zadanej geometrii koryta. Kształt przekroju koryta oraz spadek podłużny odzwierciedlono przy wykorzystaniu numerycznego modelu terenu (NMT) [8]. Przekroje zostały poddane ocenie pod kątem poprawności odwzorowania terenu oraz możliwości występowania błędów geometrii.
Obliczenia przeprowadzono dla przepływu $Q_{m0.5\%}$, $Q_{m1\%}$, $Q_{m50\%}$ oraz Q_{SSq}.

Rysunek 4 Widok koryta rzeki poniżej projektowanego mostu.

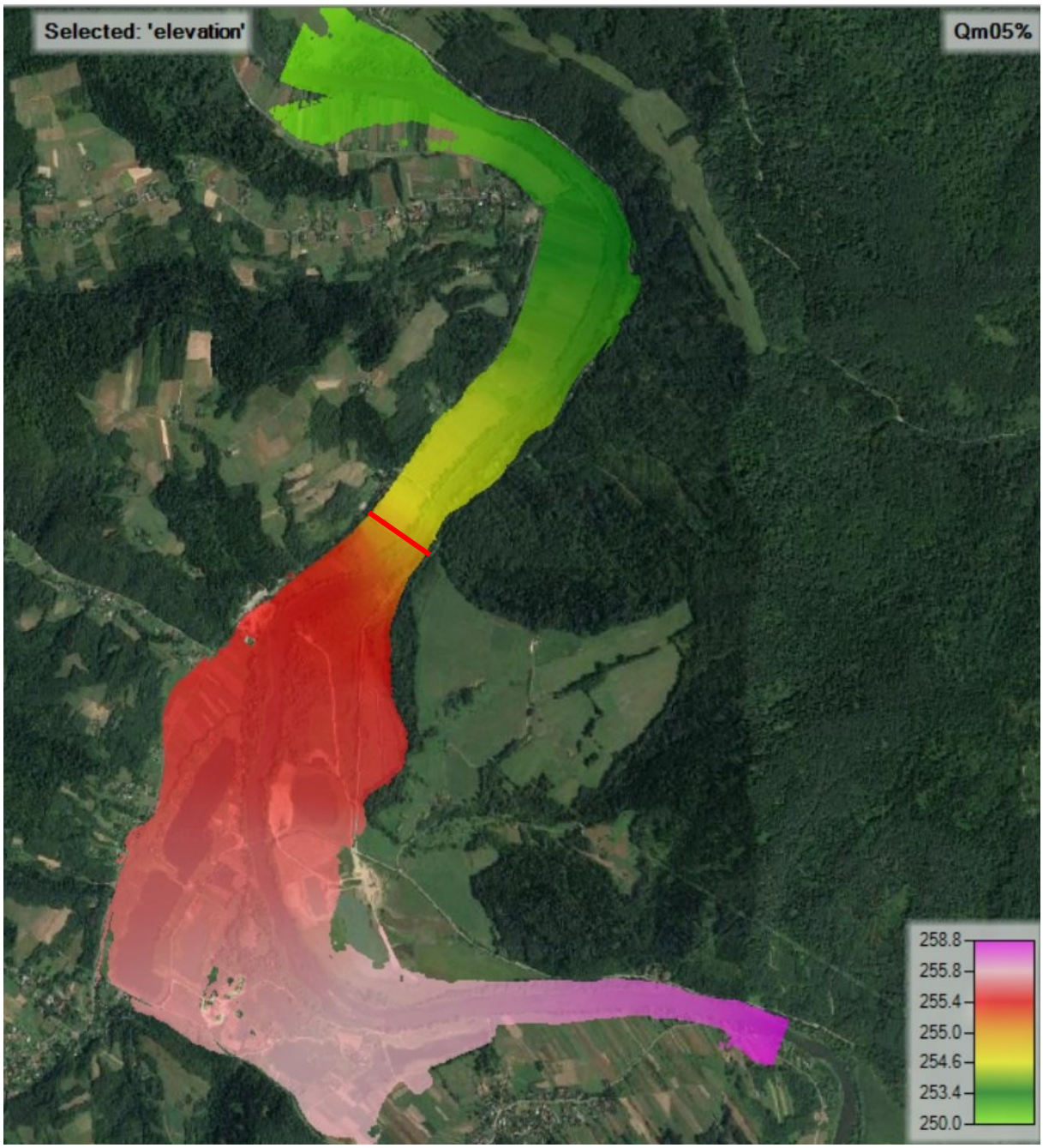
Rysunek 5 Widok koryta rzeki powyżej projektowanego mostu.



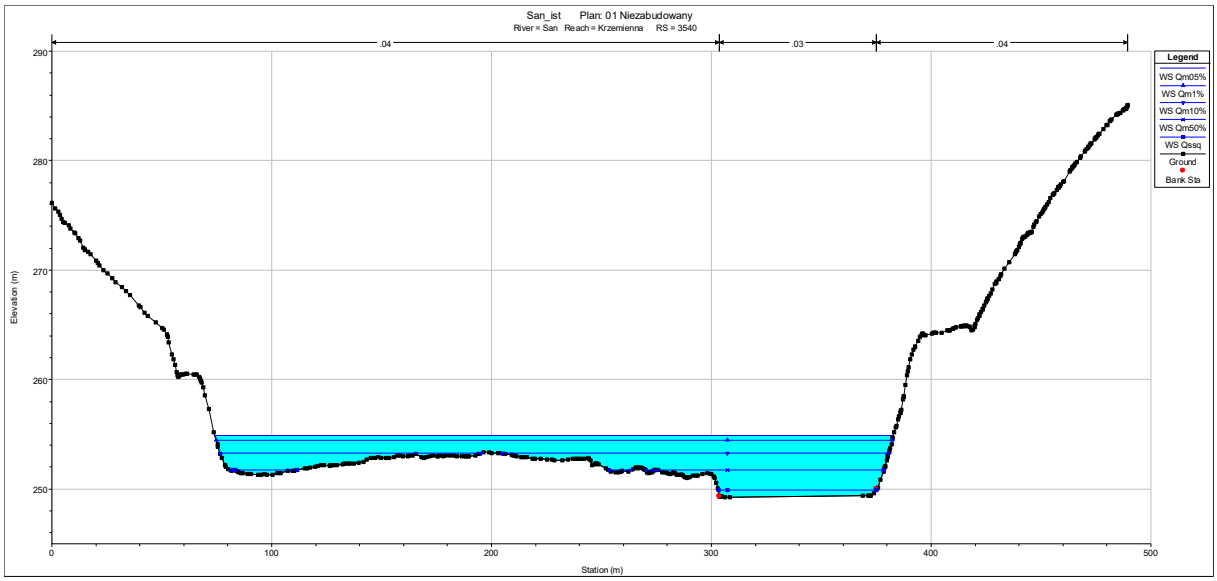
Rysunek 6 Numeryczny Model Terenu (NMT) z zaznaczonymi przekrojami analizowanego odcinka rzeki San – model RAS Mapper.



Rysunek 7 Zakres zalewu dla przepływu $Q_{m0.5\%}$ wraz z głębokością lustra wody [m].



Rysunek 8 Zakres zalewu dla przepływu $Q_{m0.5\%}$ wraz z poziomem lustra wody [m n.p.m.].



Rysunek 9 Przekrój poprzeczny w miejscu lokalizacji mostu wraz z poziomem lustra wody dla przepływu $Q_{m0.5\%}$, $Q_{SSq.}$.

Tabela 3 Warunki przepływu wody $Q_{m0.5\%}$ dla przekroju w miejscu lokalizacji mostu

Cross Section Output

File Type Options Help

River: San Profile: Qm05%

Reach Krzemienna RS: 3540 Plan: 01 Niezabudowany

Plan: 01 Niezabudowany San Krzemienna RS: 3540 Profile: Qm05%

E.G. Elev (m)	255.22	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.30	Wt. n-Val.	0.040	0.030	0.040
W.S. Elev (m)	254.92	Reach Len. (m)	16.90	8.40	20.70
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	605.35	397.26	20.65
E.G. Slope (m/m)	0.000797	Area (m2)	605.35	397.26	20.65
Q Total (m3/s)	2008.60	Flow (m3/s)	810.63	1173.01	24.95
Top Width (m)	308.76	Top Width (m)	229.64	71.40	7.72
Vel Total (m/s)	1.96	Avg. Vel. (m/s)	1.34	2.95	1.21
Max Chl Dpth (m)	5.65	Hydr. Depth (m)	2.64	5.56	2.68
Conv. Total (m3/s)	71147.3	Conv. (m3/s)	28713.7	41549.7	883.9
Length Wtd. (m)	12.00	Wetted Per. (m)	231.63	71.47	9.22
Min Ch El (m)	249.27	Shear (N/m2)	20.43	43.44	17.51
Alpha	1.51	Stream Power (N/m s)	27.35	128.28	21.15
Frctn Loss (m)	0.01	Cum Volume (1000 m3)	1433.06	1430.87	482.89
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	742.37	268.89	238.79

5.2.1 Sprawdzenie ruchu rumowiska w przekroju niezabudowanym

Dla maksymalnych prędkości przepływu sprawdzono możliwość rozmycia poszczególnych części przekroju.

Przyjęto następujące prędkości nierozmywające:

Tabela 4 Zestawienie prędkości nierozmywających w przekroju obliczeniowym

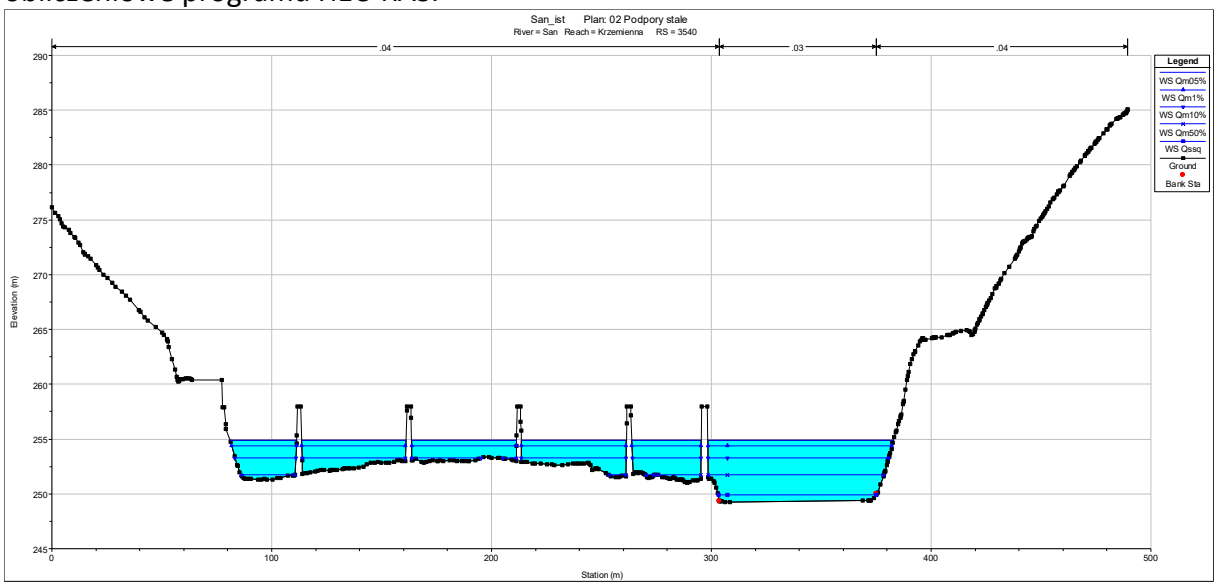
L.p.	Część przekroju	Rodzaj gruntu podłoża	Prędkość **v** nierozmywająca [m/s]	Rzeczywista prędkość **v_r*** nierozmywająca [m/s]
1	Zalew Lewy	Darnina	1,2	$1{,}2*2{,}64^{1/5}=1{,}45$
2	Koryto Główne	Otoczaki średnie/kamienie	2,2	$2{,}2*5{,}56^{1/5}=3{,}10$
3	Zalew Prawy	Darnina	1,2	1,38

*- Rzeczywista prędkość nierozmywająca dla głębokości wody >1m zgodnie ze wzorem $v_r = v \cdot h^{\frac{1}{5}}$, gdzie h - głębokość wody.

Jak wykazano w tabeli powyżej dla powierzchni naturalnych nie zostały przekroczone prędkości nierozmywające.

5.3 Przekrój zabudowany – stan projektowany

Dla koryta naturalnego i terenów zalewowych zamodelowano zabudowę mostem. Przyjęto przekroczenie całej przeszkody mostem oraz estakadą bez budowy nasypów drogowych ograniczających światło doliny rzeki.
W modelu odzwierciedlono światło projektowanego obiektu wraz z podporami.
Obliczenia światła przepustu wykonano zgodnie z Rozporządzeniem [3] w oparciu o procedury obliczeniowe programu HEC-RAS.



Rysunek 10 Przekrój zabudowany w osi projektowanego mostu wraz z poziomami wód miarodajnych.

Tabela 5 Warunki przepływu wody $Q_{m0.5\%}$ pod mostem – stanowisko górne

Cross Section Output

File Type Options Help

River: San Profile: Qm05%

Reach Krzemienna RS: 3562 Plan: 01 Niezabudowany

Plan: 01 Niezabudowany San Krzemienna RS: 3562 Profile: Qm05%

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	255.23				
Vel Head (m)	0.30	Wt. n-Val.	0.040	0.030	0.040
W.S. Elev (m)	254.94	Reach Len. (m)	13.80	8.40	12.90
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	598.66	407.35	27.67
E.G. Slope (m/m)	0.000767	Area (m2)	598.66	407.35	27.67
Q Total (m3/s)	2008.60	Flow (m3/s)	779.79	1195.43	33.38
Top Width (m)	312.76	Top Width (m)	230.13	71.80	10.83
Vel Total (m/s)	1.94	Avg. Vel. (m/s)	1.30	2.93	1.21
Max Chl Dpth (m)	5.72	Hydr. Depth (m)	2.60	5.67	2.55
Conv. Total (m3/s)	72526.2	Conv. (m3/s)	28156.6	43164.3	1205.3
Length Wtd. (m)	10.62	Wetted Per. (m)	232.00	71.87	12.03
Min Ch El (m)	249.22	Shear (N/m2)	19.41	42.63	17.30
Alpha	1.54	Stream Power (N/m s)	25.28	125.11	20.87
Frctn Loss (m)	0.01	Cum Volume (1000 m3)	1444.51	1436.22	483.31
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	746.70	269.84	238.96

Tabela 6 Warunki przepływu wody $Q_{m0.5\%}$ pod mostem – stanowisko dolne

Cross Section Output

File Type Options Help

River: San Profile: Qm05%

Reach Krzemienna RS: 3532 Plan: 01 Niezabudowany

Plan: 01 Niezabudowany San Krzemienna RS: 3532 Profile: Qm05%

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	255.21				
Vel Head (m)	0.30	Wt. n-Val.	0.040	0.030	0.040
W.S. Elev (m)	254.90	Reach Len. (m)	11.00	10.70	11.00
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	604.73	390.68	22.72
E.G. Slope (m/m)	0.000809	Area (m2)	604.73	390.68	22.72
Q Total (m3/s)	2008.60	Flow (m3/s)	814.77	1164.75	29.07
Top Width (m)	307.53	Top Width (m)	229.99	69.90	7.64
Vel Total (m/s)	1.97	Avg. Vel. (m/s)	1.35	2.98	1.28
Max Chl Dpth (m)	5.65	Hydr. Depth (m)	2.63	5.59	2.97
Conv. Total (m3/s)	70633.4	Conv. (m3/s)	28651.9	40959.1	1022.3
Length Wtd. (m)	10.83	Wetted Per. (m)	231.78	70.04	9.40
Min Ch El (m)	249.25	Shear (N/m2)	20.69	44.23	19.15
Alpha	1.52	Stream Power (N/m s)	27.88	131.88	24.51
Frctn Loss (m)	0.01	Cum Volume (1000 m3)	1422.84	1427.57	482.44
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	738.49	268.30	238.63

Analizując powyższe wyniki (Tabela 5÷Tabela 6) można stwierdzić, że budowa mostu nie zmieni dynamiki przepływu wód rzeki San. W miejscu lokalizacji mostu rzędna wody miarodajnej Qm0,5% wynosi 254,92m n.p.m. a prędkość przepływu wody w nurcie głównym wynosi 2,95m/s. Zabudowa mostu piętrzy wodę o 2 cm do wartości 254,94m n.p.m. a prędkość bezpośrednio za mostem wzrasta do wartości 2,98m/s.

Zatem zabudowa przekroju rzeki San planowanym mostem nie ma znaczącego wpływu na dynamikę przepływu wód i na zmianę parametrów fizyko-chemicznych wody.

Zgodnie z Rozporządzeniem [3] *„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”,* oraz *„Wzniesienie dolnej krawędzi konstrukcji mostu ponad najwyższy poziom spiętrzonej wody przepływu miarodajnego oraz ponad najwyższy poziom wody żeglownej określają odrębne przepisy”*. Zgodnie z przyjętymi zasadami wyniesienie spodu konstrukcji dla rzeki San powinno wynosić **min. 1,0m**.

6 Podsumowanie

W wyniku przeprowadzonych obliczeń można stwierdzić, że:

- Zgodnie z Rozporządzeniem [3] dla drogi klasy „G” należy zaprojektować światło mostu dla prawdopodobieństwa przewyższenia p = 0.5%,
- Przepływ miarodajny w przekroju obliczeniowym wynosi $Q_{m0.5\%}$ = 2008m^3/s,
- W wyniku przeprowadzonych obliczeń wykazano, że poziom wody miarodajnej w przekroju obliczeniowym niezabudowanym wynosi 254,92m n.p.m., natomiast prędkość wody (2,95 m/s) nie powoduje rozmycia dna rzeki (3,10 m/s).
- Przyjęte światło projektowanego mostu nie wpływa na warunki przepływu wód powodziowych oraz tereny zalewowe rzeki San. Zabudowa koryta rzeki mostem piętrzy wody o ok. 2cm do poziomu 254,94m n.p.m. Należy przyjąć minimalną rzędną spodu konstrukcji mostu równą 255,94m n.p.m.

Rzeszów, marzec 2021r.