Analiza hydrologiczno-hydrauliczna
- obiekt mostowy na potoku Sośnicowickim

HYDRO-PLAN Paweł Szpytma
Nr upr. MAP/0080/PBH/16

Gliwice 2018 r.

SPIS TREŚCI

1.Przedmiot opracowania 3

1.1.Obliczenia hydrologiczne przepływów charakterystyczny. 4

1.1.1.Formuła opadowa. 4

1.2.Obliczenia hydrauliczne 5

2.Dane źródłowe 8

Indeks tabel

Tab. 1: Określenie szorstkości koryta. 4
Tab. 2: Określenie szorstkości stoków w zlewni 5
Tab. 3: Prawdopodobieństwa przepływów miarodajnych Qm..... 6

1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest analiza hydrologiczna i hydrauliczna w związku z obiektu mostowego na potoku Sośnicowickim w ramach w ramach zadania „Budowa drogi (ul. Szkolna) w Sośnicowicach i Łanach Wielkich”.

1.1. Obliczenia hydrologiczne przepływów charakterystyczny.

1.1.1. Formuła opadowa.

Wykonano obliczenia maksymalnych miarodajnych ilości wód w przekroju projektowanego obiektu inżynierskiego. W przypadku zlewni z wykształconymi ciekami prowadzącymi stale wodę obliczenia dokonano na podstawie formuły opadowej. Zlewnia rowów cieków jest wówczas mniejsza od 50 km^2.

$$Q_P = f \times F_1 \times \varphi \times H_1 \times A \times \lambda_p \times \delta_J \qquad \Phi_r = \frac{1000 \times (L_{rz} + l_{sd})}{m \times I_{r1}^{1/3} \times A^{1/4} \times (\varphi \times H_1)^{1/4}} \qquad \Phi_S = \frac{(1000 \times l_s)^{1/2}}{m_s \times I_s^{1/4} \times (\varphi \times H_1)^{1/2}}$$

$$JEZ = \frac{\Sigma A_j}{A} \qquad I_r = \frac{W_g - W_d}{L_{rz} + l_{sd}} \qquad I_{r1} = 0{,}6 \times I_r \qquad ls = \frac{1}{1{,}8 \times \sigma} \qquad \sigma = \frac{\Sigma(L + l)}{A} \qquad I_s = \frac{\Delta h \times \Sigma k}{A}$$

gdzie:

A - powierzchnia zlewni [km^2]
f - współczynnik kształtu fali [-] - dla pojezierza f = 0,45, pozostała część kraju f = 0,60
F1- maksymalny moduł odpływu jednostkowego
φ - współczynnik odpływu
H1 - maksymalny opad dobowy o prawdopodobieństwie p = 1 % [mm]
λ_p - kwantyl rozkładu zmiennej dla prawdopodobieństwa p %
δ_J - współczynnik redukcji jeziornej
Wg - wzniesienie działu wodnego w punkcie przecięcia się z osią suchej doliny [m npm]
Wd- wzniesienie przekroju obliczeniowego [m npm]
σ- gęstość sieci rzecznej [km^{-1}]
Φ_r - hydromorfologiczna charakterystyka koryta rzeki
ts - czas spływu po stokach [min]
Lrz - długość najdłuższego cieku [km]
lsd - długość suchej doliny najdłuższego cieku [km]
lcr - długość pozostałych cieków, rowów i suchych dolin [km]
ΣAj - suma powierzchni zlewni jezior [km^2]
m - współczynnik szorstkości koryta [-]

Tab. 4: Określenie szorstkości koryta.

Kategoria koryta rzeki	Charakterystyka koryta i tarasu zalewowego w ujęciu średnim na całej długości rzeki od źródeł do zamykającego wodowskazu	Współcz. m
1	Koryta stałych i okresowych rzek nizinnych o stosunkowo wyrównanym dnie	11
2	Koryta stałych i okresowych rzek wyżynnych meandrujących o częściowo nierównym dnie	9
3	Koryta stałych i okresowych rzek górskich o bardzo nierównym otoczakowo-kamiennym dnie	7

ms -współczynnik szorstkości stoków [-]

Σ(Lrz+lsd+lcr) - suma długości wszystkich cieków z suchymi dolinami [km]

k - suma długości wybranych warstwic [km]

h∇- skok wybranych warstwic [m]

ls - średnia długość stoków [km]

Ir - spadek cieku [‰ lub [m/km]

Ir1 - spadek uśredniony cieku [‰] lub [m/km]

Is - spadek średni stoków [‰] lub [m/km]

Φs - hydromorfologiczna charakterystyka stoków

JEZ - wskaźnik jeziorności [-]

Szorstkość stoków ustalono na podstawie charakterystyki zagospodarowania określonej z ortofotomapy.

Tab. 5: Określenie szorstkości stoków w zlewni

Wyszczególnienie	ms
Powierzchnie gładkie (asfalt, beton)	0,5
Powierzchnia gruntowa ubita splantowana	0,3
Pow. dobrze zaorana i zbronowana, pow. wybruk. w osiedlach zabudow. w 20%	0,25
Pow. nierówne (kępkowe, pastw., łąki oraz w osiedlach o zabud. ponad 20%)	0,15
Pow. leśne	0,10
Obliczona miara szorstkości	0,150

Na podstawie powyższych parametrów obliczono zgodnie z podaną formułą przepływy maksymalne o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia.

1.2. Obliczenia hydrauliczne

Obliczenia wykonano zgodnie z ***Rozporzgdzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 63 poz. 735)*** *oraz* opracowaniem "Światła mostów i przepustów" - zasady obliczeń z komentarzami wydane na zlecenie Generalnej Dyrekcji Dróg Publicznych – Warszawa 2000 r.

Obliczenia hydrauliczne mostów obejmują:

Obliczenia hydrauliczne przeprowadzenia wód pod projektowanymi obiektami wykonano w szczególności dla przepływu miarodajnego Qm. Przepływ miarodajny równy jest maksymalnemu przepływowi rocznemu o prawdopodobieństwie przekroczenia równym p.

Przepływ o określonym prawdopodobieństwie wystąpienia stanowi miarę bezpieczeństwa konstrukcji. Wartość prawdopodobieństwa jest ustalona w obowiązującym Rozporządzeniu w zależności od klasy drogi i rodzaju budowli, co przedstawiono w poniższej tabeli.

Tab. 6: Prawdopodobieństwa przepływów miarodajnych Qm

Rodzaj budowli	Klasa drogi		
	A, S, GP	G,Z	L,D
Mosty trwałe	0,3	0,5	1
Mosty tymczasowe	2	3	3

Obliczenia hydrauliczne przeprowadzono uwzględniając obowiązujące zalecenia i wytyczne. Do obliczeń hydraulicznych wykorzystano specjalistyczne oprogramowanie HEC-RAS.

Model odwzorowania przepływu w korytach przy pomocy programu HEC-RAS. Obliczenia przeprowadzono przy założeniu warunków ruchu niejednostajnego ustalonego "od przekroju do przekroju". Program umożliwia opis pełnej geometrii koryta i doliny rzecznej wraz z zabudową techniczną oraz obliczenie rzędnych zwierciadła wody bazując na równaniu energii mechanicznej Bernoulliego:

Program ten bazuje na wzorze Chezy:

$$v = C \times R_h^{1/2} \times S_f^{1/2}$$

$$R_h = \frac{A}{U}$$

gdzie:

C -współczynnik prędkości
Rh -promień hydrauliczny
A -powierzchnia przepływu
U -obwód zwilżony
Sf -spadek tarcia

który po wyrażeniu współczynnika prędkości wzorem Manninga:

$$C = \frac{1}{n} \times R_h^{1/6}$$

otrzymuje postać znaną jako wzór Chezy - Manninga:

$$v = \frac{1}{n} \times R_h^{2/3} \times S_f^{1/2}$$

gdzie:

v średnia prędkość wody
Rh promień hydrauliczny

Sf spadek tarcia

n współczynnik szorstkości Manninga, na który składa się współczynnik szorstkości materiału i poprawki wynikające z założonego charakteru przekroju i topografii koryta oraz roślinności.

Równanie energii mechanicznej dla dwóch kolejnych poprzecznych przekrojów przepływu przybiera postać:

$$Zd_1 + h_1 + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = Zd_2 + h_2 + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + h_e$$

w którym:

$$h_e = \bar{S}_f \times L + C\left[\frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} - \frac{\alpha_2 v_{21}^2}{2g}\right]$$

gdzie:

L reprezentuje średnią ważoną odległość między przekrojami

Sf reprezentuje spadek tarcia pomiędzy dwoma przekrojami

C jest współczynnikiem kontrakcji lub dyfuzji w zależności od kształtu strumienia w planie

Średnia odległość pomiędzy przekrojami obliczona jest ze wzoru:

$$L = \frac{LL_{1-2} \times \bar{Q}_L + LG_{1-2} \times \bar{Q}_G + LP_{1-2} \times \bar{Q}_P}{\bar{Q}_L + \bar{Q}_G + \bar{Q}_P}$$

gdzie:

LL_{1-2} -są to odległości pomiędzy przekrojami 1 i 2 liczone wzdłuż lewej terasy

LP_{1-2} -są to odległości pomiędzy przekrojami 1 i 2 liczone wzdłuż prawej terasy

LG_{1-2} -są to odległości pomiędzy przekrojami 1 i 2 liczone wzdłuż koryta głównego

Q_L -są to uśrednione dla przekrojów 1 i 2 wartości objętości przepływów dla lewej terasy

Q_p -są to uśrednione dla przekrojów 1 i 2 wartości objętości przepływów dla prawej terasy

Q_G -są to uśrednione dla przekrojów 1 i 2 wartości objętości przepływów dla koryta głównego

Obliczenie objętości przepływu przypadającej na daną część poprzecznego przekroju przepływu odbywa się poprzez moduł przepływu K. I tak:

$$Q_L = K_L \times S_f$$
$$Q_G = K_G \times S_f$$
$$Q_P = K_P \times S_f$$

Obliczanie wartości współczynnika (α) odbywa się według zasady:

$$\frac{\alpha \bar{v}^2}{2g} = \frac{Q_1\left[\frac{v_1^2}{2g}\right] + Q_2\left[\frac{v_2^2}{2g}\right]}{Q_1 + Q_2}$$

stąd:

$$\alpha = \frac{\left(Q_1 \times v_1^2 + Q_2 \times v_2^2 + K + Q_N \times v_N^2\right)}{Q \times \bar{v}^2}$$

gdzie:

N -jest liczbą części koryta zgodną z przyjętą koncepcją podziału poprzecznego

Jeżeli znane są wartości (nawet przybliżone) współczynnika (α) w poszczególnych częściach przekroju zwilżonego, to wzór otrzymuje postać:

$$\alpha = \frac{\left(\alpha_1 \times Q_1 \times v_1^2 + \alpha_2 \times Q_2 \times v_2^2 + K + \alpha_N \times Q_N \times v_N^2\right)}{Q \times \bar{v}^2}$$

Dla określenia średniej pomiędzy przekrojami wartości spadku tarcia stosowane są cztery typy uśrednień:

średnia arytmetyczna modułowa

$$\bar{S}_f = \frac{Q_1 + Q_2}{K_1 + K_2}$$

średnia arytmetyczna spadków tarcia

$$\bar{S}_f = \frac{2 \times S_{f1} + S_{f2}}{S_{f1} + S_{f2}}$$

Średnia harmoniczna spadków tarcia

Lokalne wartości modułu przepływu, dla danego obszaru przepływu w przekroju poprzecznym obliczone są według wzoru Manninga:

$$K = \frac{1}{n} \times A \times R^{2/3}$$

2. Dane źródłowe

1. Obowiązujące akty prawne i rozporządzenia.
2. Podział Hydrograficzny Polski; IMGW Warszawa

3. Celińska B., Galewski M. i inni; Atlas Hydrologiczny Polski; Wydawnictwo Geologiczne 1984r.
4. Pietruszka W. i inni; Mapa Hydrogeologiczna Polski Arkusz 748 Bełżyce; PIG Warszawa 2002r.
5. Michalczyk Z.; i inni; Hydrogeomorfologiczne skutki intensywnych opadów na międzyrzeczu Bystrzycy i Giełczwi (Wyżyna Lubelska); Przegląd Naukowy Inżynieria i Kształtowanie Środowiska XVII, 4 (42), 2008.
6. Michalczyk Z., Sobolewski W.; Zmienność przepływów rzek międzyrzecza Wisły i Bugu oraz prawdopodobieństwo pojawienia się wartości skrajnych; Przeobrażenia stosunków wodnych w warunkach zmieniającego się środowiska; Sosnowiec 2009r.
7. Rodzik J. i inni; Deszcze nawalne na Wyżynie Lubelskiej i ich wpływ na rzeźbę obszarów lessowych; Dok. Geograficzny 11.1998r.
8. Utrysko B i inni; Światła mostów i przepustów; Zasady obliczeń z komentarzem i przykładami; IBDiM; Wrocław - Żmigród 2000r.

1.Obliczenia hydrologiczne

ZLEWNIA POTOKU SOŚNICOWICKIEGO/ RZEKA ŁĘKAWA

Makroregion: **Wyżyny**

Region: **3c**

Powierzchnia zlewni (na podstawie mapy topograficznej 1:10 000)	*A=*	6.15	km^2
Długość cieku głównego	*L=*	3.60	km
Sucha dolina do działu wodnego	*l=*	0.39	km
Wzniesienie suchej doliny	*Wg=*	268.50	m n,p,m,
Wzniesienie w przekroju obliczeniowym	*Wd=*	230.30	m n,p,m,
Miara szorstkości koryta cieku	*m=*	9	
Maksymalny opad dobowy z mapy	H_1=	100	mm
Współczynnik odpływu z mapy	*f=*	0.50	-
Spadek cieku	I_r=	9.59	promile
Uśredniony spadek cieku	I_{rl}=	5.75	promile
Hydromorfologiczna charakterystyka koryta rzeki	F_r=	59	-

Gęstość sieci rzecznej	*r=*	1.66	km^{-1}
Średnia długość stoków	l_s=	0.3350	km
Różnica poziomów dwóch sąsiednich warstwic	*Dh=*	5.00	m
Suma długości warstwic w zlewni	*Sk=*	36.60	km
Średni spadek stoków	I_s=	29.77	promile
Miara szorstkości stoków (średnia ważona)	*ms=*	0.23	-
Hydromorfologiczna charakterystyka stoków	*Fs=*	4.8	-

Czas spływu po stokach z tablicy	*ts=*	29.0	min
Maksymalny moduł odpływu jednostkowego z tablicy	F_1=	0.0438	-
Współczynnik redukcji jeziornej ze wzoru	s_J=	0.95	-

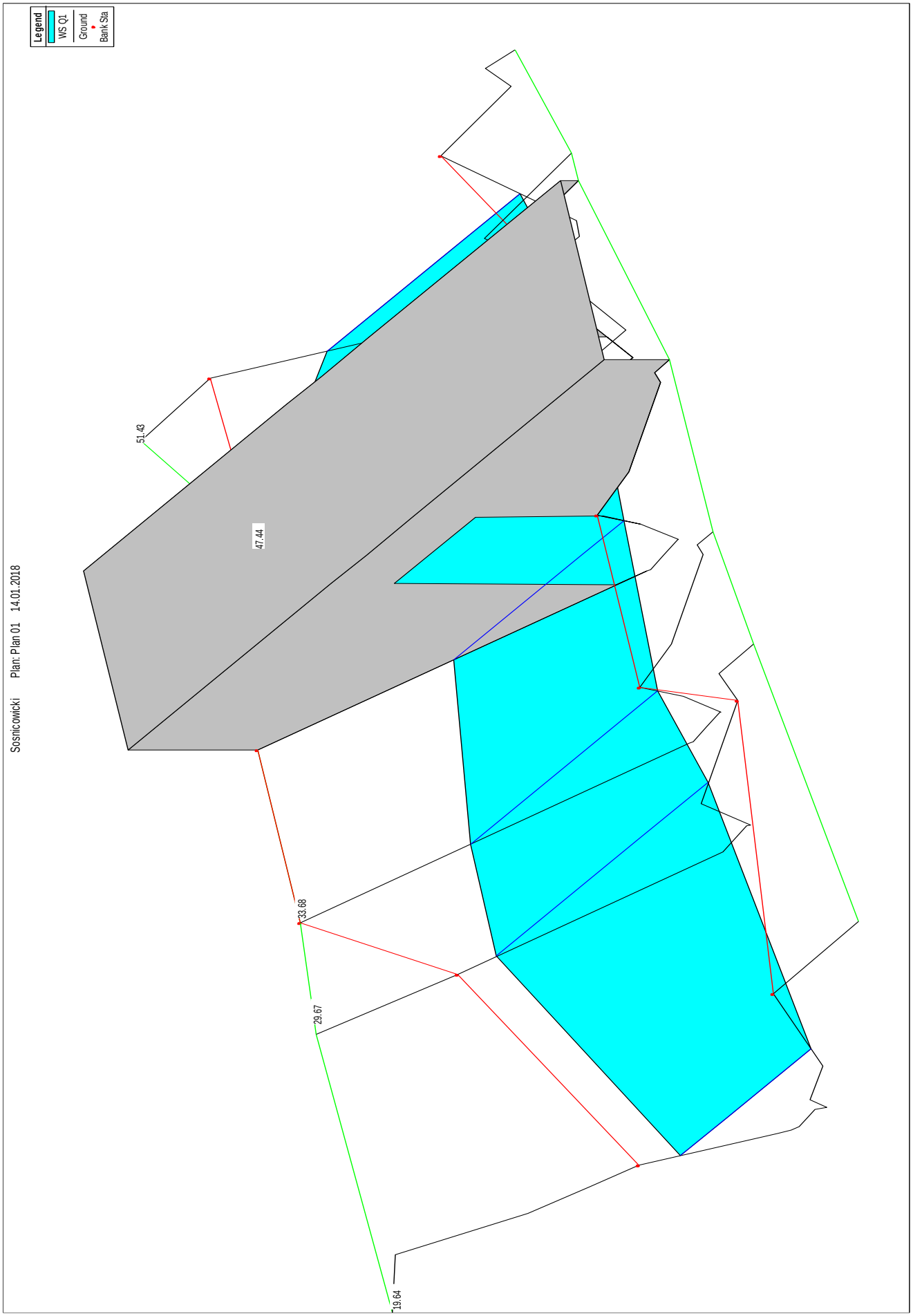
Przepływy maksymalne o określonym p-e pojawiania się

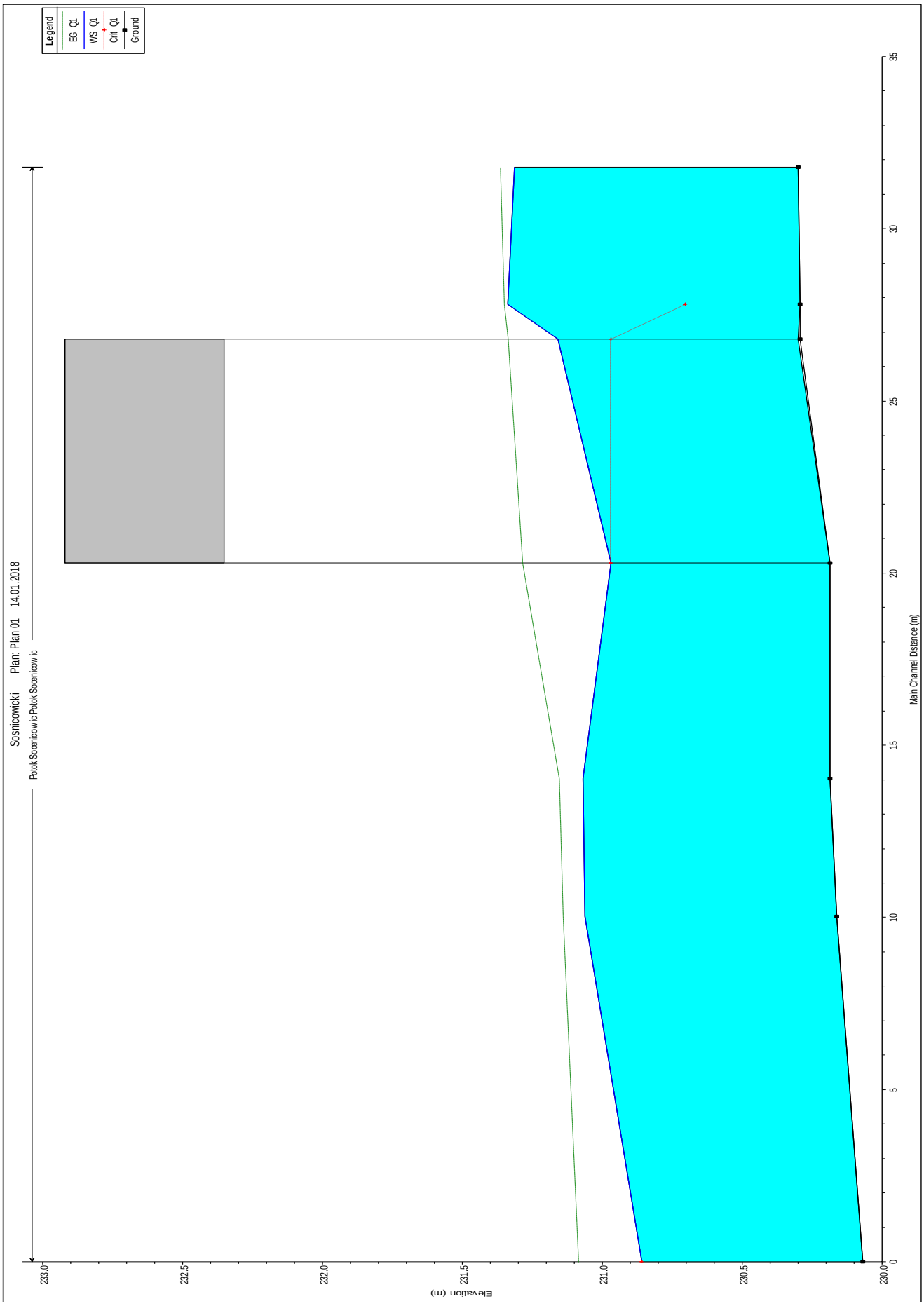
p[%]	*lp[-]*	*Q [m^3/s]*
0.1	1.350	10.4
0.2	1.240	9.5
0.5	1.100	8.4
1	1.000	7.7
2	0.894	6.9
3	0.829	6.4
5	0.747	5.7
10	0.631	4.8
20	0.515	4.0
30	0.441	3.4
50	0.341	2.6

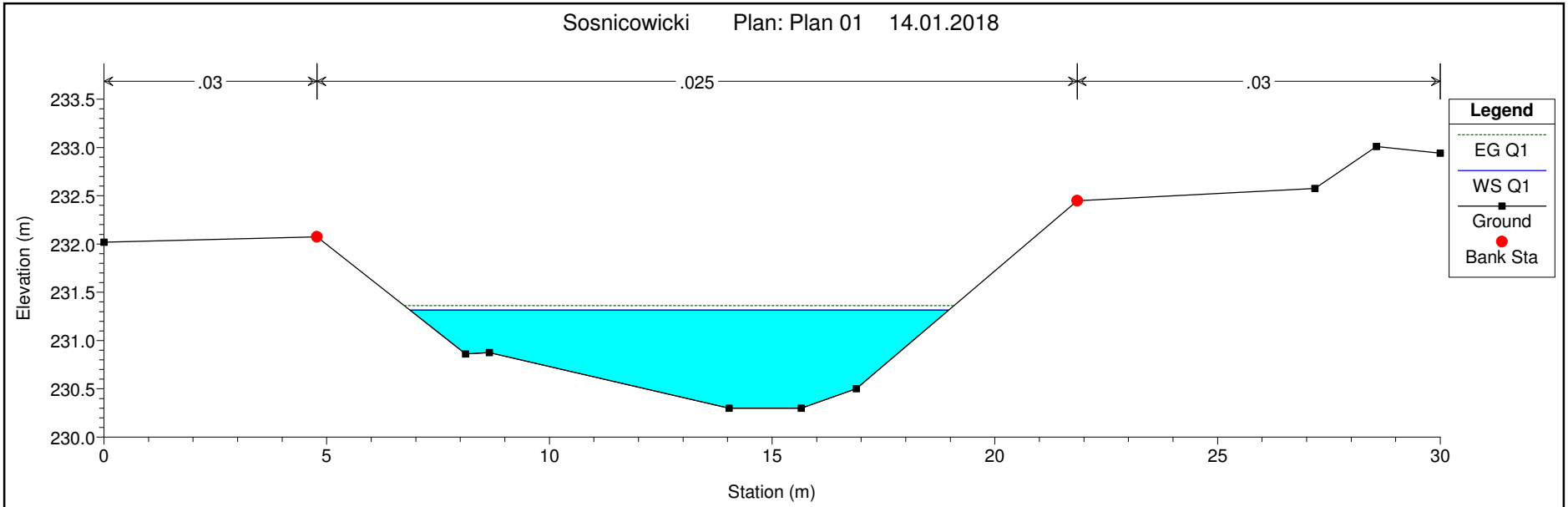
c=	0.2	-
P=	1	m
A=	6.15	km^2
SQ=	0.039	**m3/s**

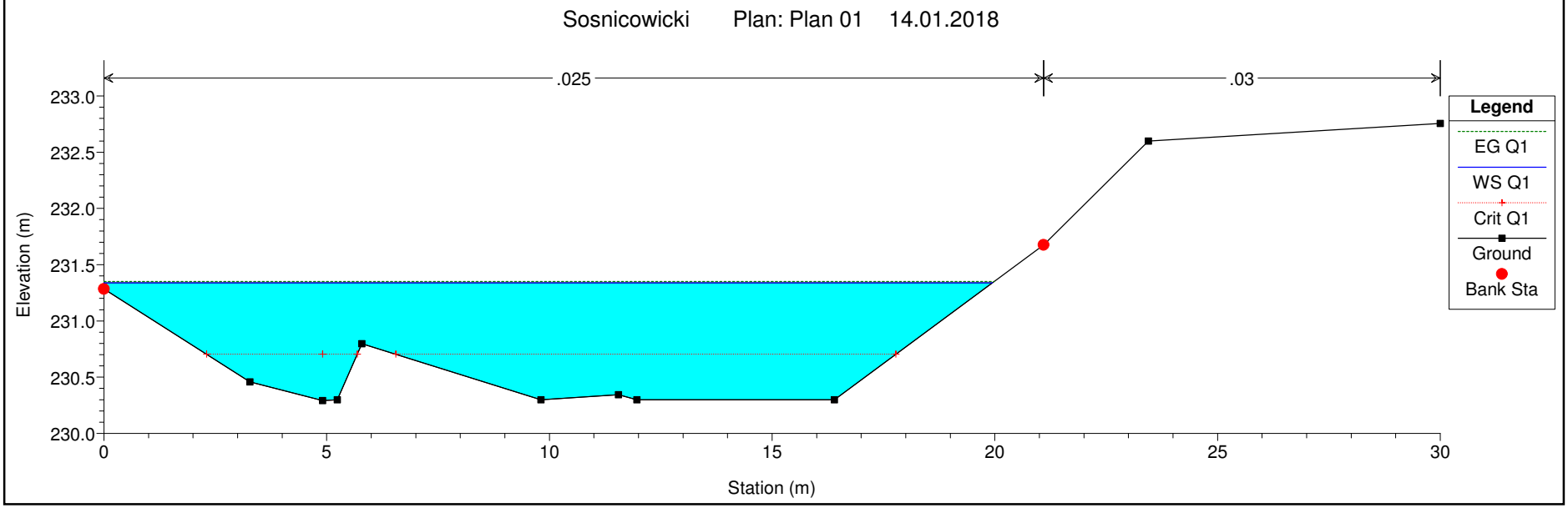
2.Obliczenia hydrauliczne

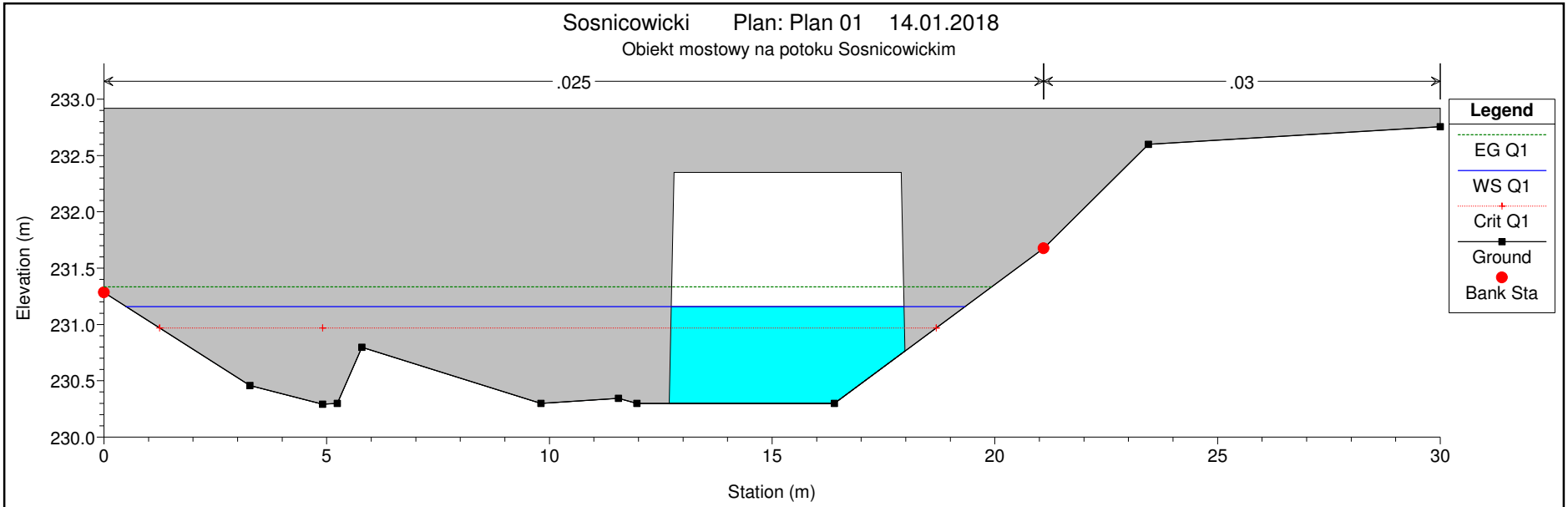
Parametr	Wartość	Parametr pod mostem	Od wody górnej	Od wody dolnej
Rzędna linii energii [m n.p.m.]	231.33			
Rzędna zw. wody spiętrzonej [m n.p.m.]	231.16	Rzędna linii energii [m n.p.m.]	231.16	230.97
Przepływ miarodajny [m3/s]	7.7	Rzędna zw. wody [m n.p.m.]	230.97	230.97
Rzędna korony drogi [m n.p.m.]	232.95	Rzędna zw. wody w ruchu kryt. [m n.p.m.]	230.97	230.97
Rzędna spodu kontr. mostu [m n.p.m.]	232.35			

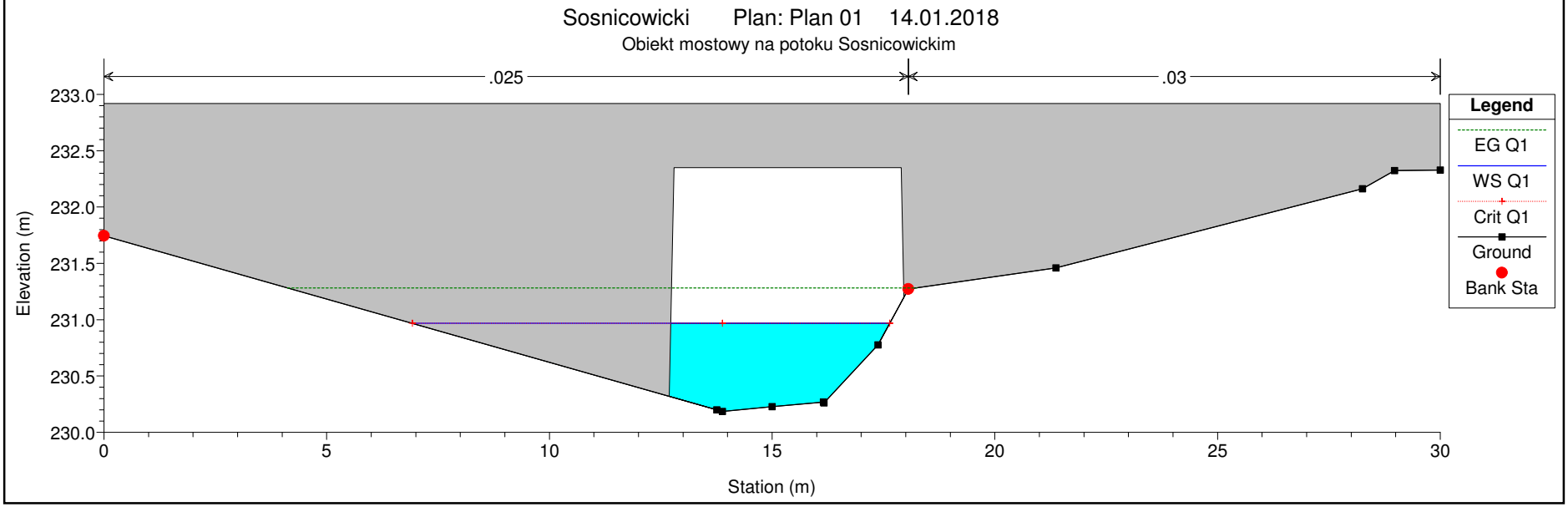

Legend
WS Q1
Ground
Bank Sta
Sosnicowicki Plan: Plan 01 14.01.2018
51.43
47.44
33.68
29.67
19.64

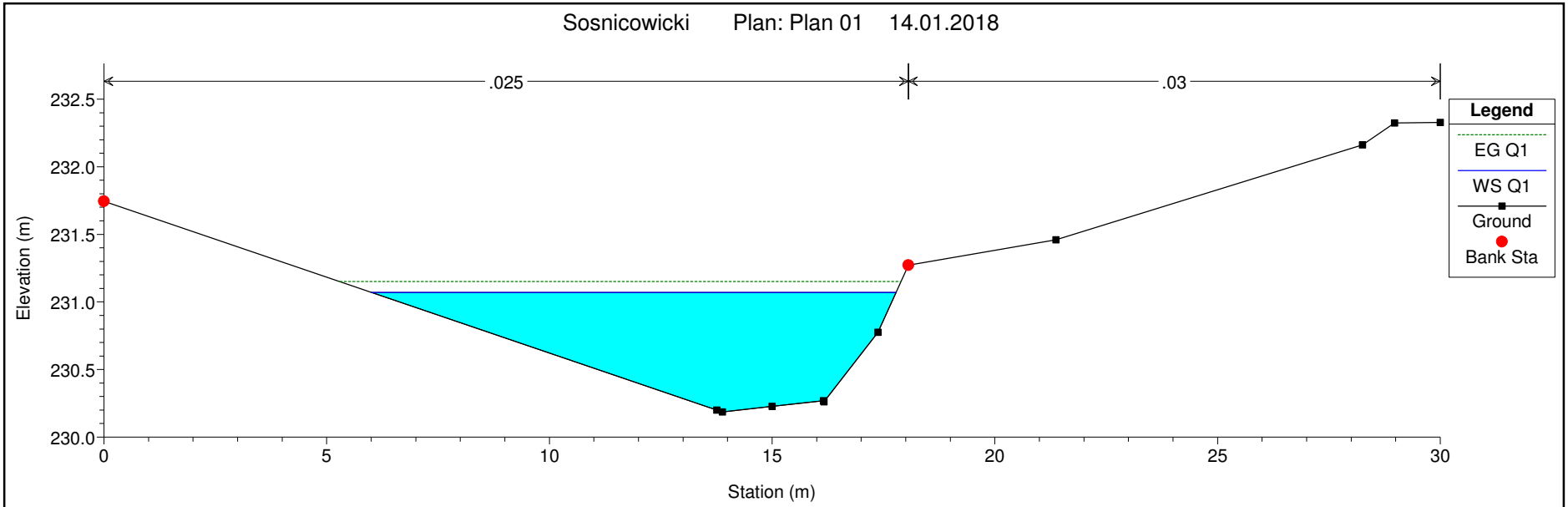

Sosnicowicki Plan: Plan 01 14.01.2018
Potok Sosnicow ic Potok Sosnicow ic
Legend
EG Q1
WS Q1
Crit Q1
Ground
Elevation (m)
233.0
232.5
232.0
231.5
231.0
230.5
230.0
Main Channel Distance (m)
0
5
10
15
20
25
30
35

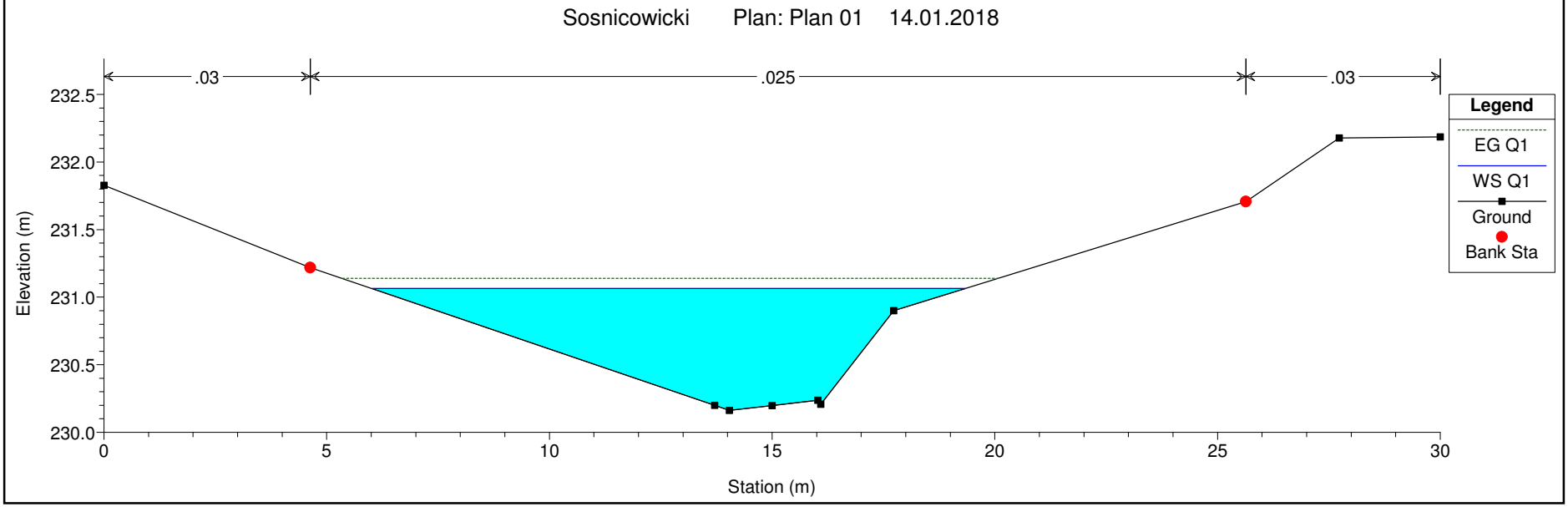
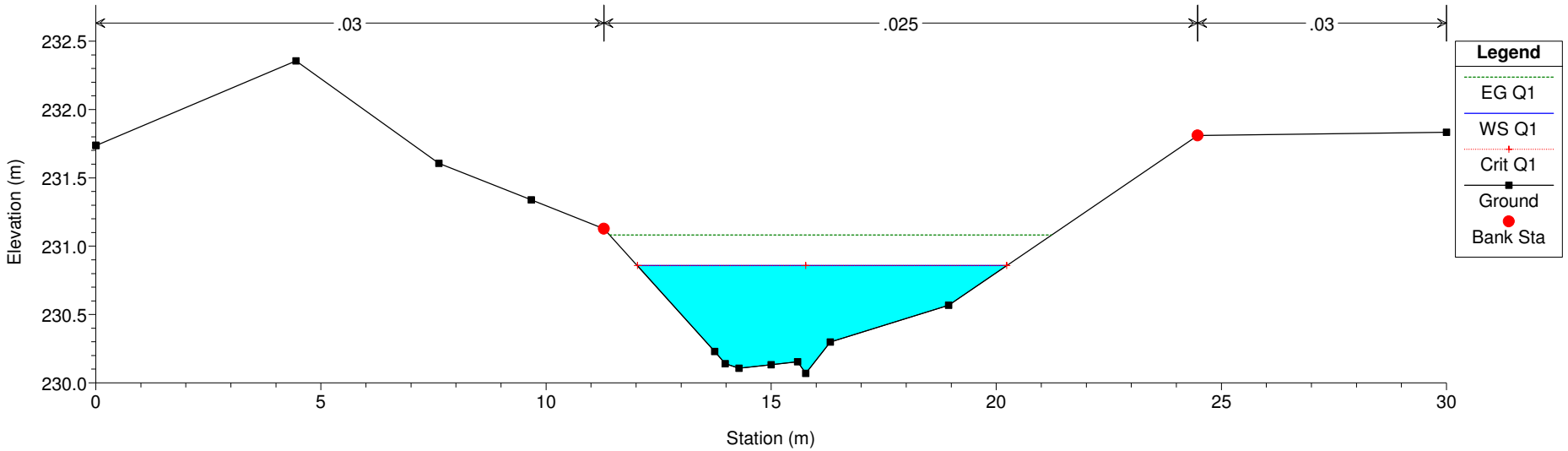

Sosnicowicki Plan: Plan 01 14.01.2018
.03
.025
.03
Elevation (m)
233.5
233.0
232.5
232.0
231.5
231.0
230.5
230.0
0
5
10
15
20
25
30
Station (m)
Legend
EG Q1
WS Q1
Ground
Bank Sta


Sosnicowicki Plan: Plan 01 14.01.2018
.025
.03
Elevation (m)
233.0
232.5
232.0
231.5
231.0
230.5
230.0
0
5
10
15
20
25
30
Station (m)
Legend
EG Q1
WS Q1
Crit Q1
Ground
Bank Sta


Sosnicowicki Plan: Plan 01 14.01.2018
Obiekt mostowy na potoku Sosnicowickim
.025
.03
Elevation (m)
233.0
232.5
232.0
231.5
231.0
230.5
230.0
0
5
10
15
20
25
30
Station (m)
Legend
EG Q1
WS Q1
Crit Q1
Ground
Bank Sta


Sosnicowicki Plan: Plan 01 14.01.2018
Obiekt mostowy na potoku Sosnicowickim
.025
.03
Elevation (m)
233.0
232.5
232.0
231.5
231.0
230.5
230.0
0
5
10
15
20
25
30
Station (m)
Legend
EG Q1
WS Q1
Crit Q1
Ground
Bank Sta


Sosnicowicki Plan: Plan 01 14.01.2018
.025
.03
Legend
EG Q1
WS Q1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
232.5
232.0
231.5
231.0
230.5
230.0
0
5
10
15
20
25
30
Station (m)


Sosnicowicki Plan: Plan 01 14.01.2018
.03
.025
.03
Legend
EG Q1
WS Q1
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
232.5
232.0
231.5
231.0
230.5
230.0
0
5
10
15
20
25
30
Station (m)

Sosnicowicki Plan: Plan 01 14.01.2018