



Józef Jeleński, Paweł Mikuś

**Ekspertyza dotycząca możliwości i celowości rewitalizacji
wybranego (przykładowego) fragmentu rzeki Sopot
(dopływ rzeki Tanwi) przy progu w miejscowości Nowiny
przez wykonanie serii bystrzy i plos poniżej tego progu
celem pokonania różnicy poziomów wody**

	ZAMAWIAJĄCY: Stowarzyszenie Ekologiczne EKO – UNIA z siedzibą we Wrocławiu przy ul. Białoskórniczej 26	
Nr		Strona
	STRESZCZENIE	2
1.	<i>Rzeka Sopot w Planie Gospodarowania Wodami</i>	3
2.	<i>Rzeka Sopot - mapy zagrożenia powodzią</i>	4
3.	<i>Obszary chronione w rejonie interwencji, warunki realizacyjne</i>	5
4.	<i>Jakość wody według monitoringu wód GIOŚ i WIOŚ</i>	6
5.	<i>Użytkowanie rybne w rejonie interwencji</i>	6
6.	<i>Interesariusze korzystający z wód rzeki Sopot w rejonie zamierzenia</i>	7
7.	<i>Analiza hydrologiczno-morfologiczna koryta rzeki (pomiar przekrojów poprzecznych i profilu dna koryta, określenie przepływów charakterystycznych)</i>	7
8.	<i>Wstępne określenie gatunków roślin wodnych w wybranym fragmencie rzeki Sopot</i>	11
9.	<i>Wybór źródła materiału na rumowisko pozostające w równowadze dynamicznej z warunkami HYMO panującymi w wybranym fragmencie rzeki</i>	12
10.	<i>Propozycja wykonania interwencji inżynierskich w ramach utrzymania wód, polegających na wypełnieniu wyrw i wybojów w korycie w sposób kształtujący sekwencje bytrza/plosa - specyfikacja.</i>	17
11.	<i>Rysunki wykonawcze interwencji inżynierskich i obliczenie ilości i rodzaju koniecznego materiału żwirowego.</i>	18
	<i>Załącznik (przeławka w miejscowości Majdan Sopocki)</i>	24



STRESZCZENIE

Niniejszy dokument służyć ma określeniu miejsca i sposobu wykonania przykładowej interwencji inżynierskiej polegającej na wykonaniu odpowiednio ukształtowanego nasypu kamienno-żwirowego w rzece Sopot, przez **Towarzystwo Przyjaciół Rzeki Tanew¹**, realizowane w bezpośrednim kontakcie i współpracy z Przedsiębiorstwem **Wody Polskie** (Zarząd Zlewni Dolnego Sanu w Stalowej Woli i Nadzór Wodny w Biłgoraju).

Sopot – rzeka, prawy dopływ Tanwi o długości 24,35 km, jest w przeważającej części rzeką piaszczystą. W swoich przełomowych odcinkach (Rezerwat Czarłowe Pole) płynie po uławiconych słabych skałach gdzie tworzy malownicze progi skalne w wapieniach, zlepieńcach, piaskowcach trzeciorzędowych, a także – na niewielkim odcinku – wśród skał kredowych. Produkty zwietrzenia tych skał zawierają zazwyczaj niekształtny rumosz i tylko zlepieńce stanowią źródło pospółek i żwirów poniżej przełomów, gdzie różnicując rumowisko denne i morfologię koryta stanowią przy tym wartościowy substrat dla odbycia tarła przez ryby reofilne i minogi, oraz dla ukorzenia się wartościowych, zimozielonych roślin wodnych.

Podczas wspólnej wizyty w miejscach wskazanych przez Towarzystwo na rzece Sopot powyżej przełomowego odcinka wybrano dogodne miejsca interwencji, które równocześnie mają wzbogacić zróżnicowanie morfologii koryta rzeki i zapewnić żwirowy substrat tarłowy o właściwym uziarnieniu. Lokalizacje te znajdują się w sąsiedztwie terenów chronionych (Park Krajobrazowy Puszczy Solińskiej).

Dokonano rozeznania dokumentów planistycznych i dotyczących stanu wód w interesującym rejonie, które zawierają rozdziały 1 do 6 opracowania. W następnych rozdziałach (7 i 8) skoncentrowano się na przedstawieniu stanu rzeki Sopot, w aspekcie własności HYMO (hydrologiczno-morfologicznych) oraz określeniu gatunków naczyniowych roślin wodnych. Przekroje poprzeczne oraz pomiar spadku lustra wody i linii nurtu wykonano z wykorzystaniem niwelatora optycznego Topcon AT-B4. Współrzędne wysokościowe zmierzono za pomocą GPS Trimble R4 w technologii RTK, uzyskując średnią poziomą dokładność pomiaru 0,009 m oraz pionową 0,015 m. Kilometraż rzeki wyznaczono na podkładzie najnowszego zdjęcia satelitarne z mapy Google, licząc od jej ujścia do rzeki Tanew.

Przedstawiono parametry rumoszu skalnego i żwiru potrzebnego do interwencji, zarówno jako substratu tarłowego pstrągów, jak i trwałości proponowanych form korytowych. Określono miejsce produkcji i sposób dostawy mieszanki materiału żwirowego. Przedstawiono propozycję realizacyjną wykonania zamierzenia. **Wszystkie elementy wystarczające do wykonania tego pojedynczego zamierzenia w ramach utrzymania wód** są zawarte w niniejszym opracowaniu. Doświadczenia z realizacji tego zamierzenia będą mogły stanowić przykład metodyki postępowania przy realizacji następnych tego typu zadań w innych okolicznych i podobnych rzekach, gdzie jest potrzebne zróżnicowanie morfologii koryta w celu osiągnięcia lepszego stanu ekologicznego rzeki.

Źródła danych i metodyki podawane są w przypisach dolnych w tekście.

¹ - Inicjatywa podjęcia tematu wyszła od Towarzystwa Przyjaciół Rzeki Tanew, 23-412 Chmielek 77



1. Rzeka Sopot w Planie Gospodarowania Wodami

Rzeka Sopot znajduje się w Planie Gospodarowania Wodami², opublikowanym w Dzienniku Ustaw 2016, poz. 1999 (Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 października 2016 r. w sprawie Planu Gospodarowania Wodami na Obszarze Dorzecza Wisły). Rzeka Sopot (Region wodny Górnej Wisły, ekoregion Równiny Wschodnie) jest wymieniona w wielu miejscach tego planu. Praktycznie całe dorzecze i przebieg rzeki pokrywa się z jakimś rodzajem obszaru chronionego lub jego sąsiedztwa związanego z Puszcą Solską. Rzeka Sopot znajduje się w arkuszu 9 Mapy przedstawiającej podział regionu wodnego Górnej Wisły na jednolite części wód³.

Strona:	Lp.	Kod JCWP	Nazwa JCWP	Typologia JCW
41	927	PLRW200017228389	Sopot	17 - potok nizinny piaszczysty

Strona Rozporządzenia	Kod JCWP	Status JCW wstępny	Status JCW ostateczny	Zmiany hydromorfologiczne uzasadniające wyznaczenie
174	PLRW200017228389	naturalna	naturalna	Nie dotyczy

Ocena ryzyka nieosiągnięcia celów środowiskowych dla JCWP rzecznych wskazuje, że w interesujących JCWP naturalnych tylko górna część rzeki Sopot, której aktualny stan JCW jest zły, jest zagrożona nie osiągnięciem stanu dobrego. Dolna część rzeki Sopot jest w stanie dobrym, a ryzyko nie osiągnięcia celów środowiskowych jest niezagrażone. Prawdopodobnym powodem złego stanu górnej części rzeki Sopot jest zapewne brak ciągłości koryta rzeki spowodowany brakiem przeplawki w stopniu zbiornika zaporowego w miejscowości Majdan.

strona	Lp.	Kod JCWP	Czy JCW jest monitorowana?	Status JCW	Aktualny stan lub potencjał JCW	Ocena ryzyka nieosiągnięcia celów środowiskowych
216	552	PLRW200017228389	niemonitorowana	naturalna	zły	zagrożona

² dostępny ze strony Sejmu: <http://prawo.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20160001911> (dostęp 2018-09-26), Ponadto fragmenty tego rozporządzenia zawarte są na stronie RZGW w Krakowie: http://www.krakow.rzgw.gov.pl/wodypolskie_old/index.php?option=com_content&view=article&id=1185:obo-wizujce-warunki-korzystania-z-wod&catid=110&Itemid=216&lang=pl

³ http://www.krakow.rzgw.gov.pl/wodypolskie_old/download/warunki_rozp/Gorna_Wisla/Zalacznik_2_Gorna_Wisla/GornaWisla_JCWP_Arkusz_9.jpg



Poniżej przedstawiono **cele środowiskowe** dla JCWP będących przedmiotem zainteresowania:

strona	Lp.	Kod JCWP	Potencjał lub stan ekologiczny	Stan chemiczny
615	927	PLRW200017228389	dobry stan ekologiczny	dobry stan chemiczny

W Planie Gospodarowania Wodami odnaleziono jedną pozycję dotyczącą rozpatrywanego obszaru, w której zostało dokonane wystąpienie o derogację osiągnięcia dobrego stanu wód z roku 2015 na rok 2021:

Str.	Lp.	Odstępstwo	Kod JCWP, typ odstępstwa, termin:	Uzasadnienie odstępstwa
760	552	tak	PLRW200017228389, Typ odstępstwa: przedłużenie terminu osiągnięcia celu: - brak możliwości technicznych Termin osiągnięcia dobrego stanu: 2021	Brak możliwości technicznych. W zlewni JCWP nie zidentyfikowano presji mogącej być przyczyną występujących przekroczeń wskaźników jakości. Konieczne jest dokonanie szczegółowego rozpoznania przyczyn w celu prawidłowego zaplanowania działań naprawczych. Rozpoznanie przyczyn nieosiągnięcia dobrego stanu zapewni realizację działań na poziomie krajowym: utworzenie krajowej bazy danych o zmianach hydromorfologicznych, przeprowadzenie pogłębionej analizy presji pod kątem zmian hydromorfologicznych, opracowanie dobrych praktyk w zakresie robót hydrotechnicznych i prac utrzymaniowych wraz z ustaleniem zasad ich wdrażania oraz opracowanie krajowego programu renaturalizacji wód powierzchniowych

Jest prawdopodobne, że to ogólnie sformułowane uzasadnienie oznacza odstępstwo od dobrego stanu hydromorfologicznego, a więc braku przepławek i obecność innych sztucznych przegród wzdłuż rzeki Sopot. W tym względzie interwencja polegająca na ułatwieniu przekraczania przegrody poprzecznej w miejscowości Nowiny jest częściową realizacją dochodzenia do stanu dobrego PLRW200017228389. Jest także prawdopodobne, że należy dokonać szerszej analizy jakości ekologicznej rzeki Sopot (poprzez objęcie jej monitoringiem wód), żeby ewentualnie wykazać niekorzystny wpływ odprowadzania oczyszczonych ścieków do tej rzeki, które daje się zaobserwować organoleptycznie wizytując poszczególne miejsca w terenie.

W załączniku nr 3 do warunków gospodarowania w Regionie⁴ (Wykaz celów środowiskowych /.../) celem do osiągnięcia dla rzeki Sopot jest stan dobry.

Lp.	Numer na mapie zał. 2	Europejski kod JCWP	Nazwa JCWP	Scalona część wód powierzchniowych SCWP	Typ JCWP	Status	Cel środowiskowy
742	664	PLRW200017228389	Sopot	GW0838	(17) Potok nizinny piaszczysty	naturalna część wód	dobry stan wód

⁴http://www.krakow.rzgw.gov.pl/wodypolskie_old/download/warunki_rozp/Gorna_Wisla/Zalacznik_3_Gorna_Wisla_wykaz_celow_srodowiskowych.pdf



2. Rzeka Sopot – mapy zagrożenia powodzią

Mapy zagrożenia i ryzyka powodziowego rzeki Tanew znajdują się w Informatycznym Systemie Osłony Kraju ISOK⁵ i mają zasięg od Sanu do ujścia rzeki Sopot (km 68+500 rzeki Tanew). Należy sądzić, że w terenach pozamiejskich powyżej tego punktu ryzyko powodzi jest znikome, ze względu na otoczenie rzeki Tanew i Sopot, które składa się z łąk, torfowisk i lasów, gdzie okresowe wylewy nie powodują szkód powodziowych. Ponadto, obecność sporego (ok. 5 ha) zbiornika retencyjnego w miejscowości Majdan Sopocki powoduje, że zapewne spora część wód płynących zasila wody gruntowe i zmniejsza szczytowe natężenie przepływów poniżej piętrzenia.

3. Obszary chronione w rejonie interwencji, warunki realizacyjne

Przedstawione w Planie Zagospodarowania wód zestawienie obszarów przeznaczonych do ochrony siedlisk lub gatunków wraz z ich kodami JCWP, dla których utrzymanie lub poprawa stanu wód jest ważnym czynnikiem w ich ochronie na obszarze dorzecza Wisły, ukazano w poniższej tabeli. Można z nich wywnioskować istotne dla ochrony tych obszarów warunki realizacyjne:

Str.	Typ obszaru	Kod obszaru	Nazwa obszaru chronionego	Kod JCWP	Pow. [ha]	Przedmioty obszaru chronionego zależne od wód
353	Rezerwat przyrody	REZ 117	Czartowe Pole	PLRW200017228389	80,1	Rzeka, naturalna dolina
360	Park krajobrazowy	PK4902	Park Krajobrazowy Puszczy Solskiej (Podkarpacki)	PLRW200017228389	7705	Różnorodność biologiczna, kompleks ekosystemów, siedliska gatunków, w szczególności: cieki, jeziora, torfowisko wysokie, łągi, flora i fauna ekosystemów wodno-błotnych
372	OZW (obszar zainteresowania Wspólnoty)	PLH 060034	Uroczyska Puszczy Solskiej	PLRW200017228389	3472	siedlisko 3150, siedlisko 3160, siedlisko 3260, siedlisko 6410, siedlisko 6430, siedlisko 7110, siedlisko 7120, siedlisko 7140, siedlisko 7150, siedlisko 1D0, siedlisko 91E0*,
* - 3150 - Starorzecza i naturalne eutroficzne zbiorniki wodne ze zbiorowiskami <i>Nypheion</i>, <i>Potamion</i>, 3160 - Naturalne dystroficzne zbiorniki wodne, 3260 - Nizinne i podgórskie rzeki ze zbiorowiskami włosieniczników, 6410 - Zmiennowilgotne łąki trzęślicowe, 6430 - Ziołorośla nadrzeczne, 7110 - Torfowisko wysokie z roślinnością torfotwórczą, 7120 - Torfowiska wysokie zdegradowane, zdolne do naturalnej i stymulowanej regeneracji, 7140 - Torfowiska przejściowe i trzęsawiska, 7150 - Obniżenia o podłożu torfowym z roślinnością ze związku <i>Rhynchosporion</i>, 1D0 - bory i lasy bagienne, 91E0 - Łągi wierzbowe, topolowe, olszowe i jesionowe CHARAKTERYSTYCZNE GATUNKI CHRONIONE W OBSZARZE: sierpowiec błyszczący (mech), bóbr, wydra, żółw błotny, kumak nizinny, koza pospolita (ryba), głowacz białopletwy, minóg strumieniowy, piskorz, zalotka większa (ważka), czerwonończyk nieparek (motyl), trzepla zielona (ważka).						

⁵ <http://www.isok.gov.pl/pl/mapy-zagrozenia-powodziowego-i-mapy-ryzyka-powodziowego> dostęp 2018-09-27)



Zestawione przedmioty ochrony wód wskazują na istotne znaczenie utrzymania naturalności wód w rozpatrywanym rejonie, co wskazuje także na konieczność ograniczenia wielkości rewitalizacyjnych interwencji inżynierskich do niezbędnych zamierzeń, służących utrzymaniu lub wzmocnieniu naturalnych procesów przyrodniczych. Biorąc pod uwagę, że Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 października 2016 ustanawia priorytet realizacyjny dochodzenia do dobrego stanu wód dla obszarów chronionych, poprawa stanu ekologicznego rzeki Sopot jest niewielkim krokiem przyczyniającym się do zrealizowania priorytetu tego rozporządzenia.

4. Jakość wody według monitoringu wód GIOŚ (<http://www.gios.gov.pl/pl/stan-srodowiska/monitoring-wod>) i WIOŚ

Według danych zawartych na stronie GIOŚ stan wód rzeki Tanew (raport za okres 2010-2015) oceniony w roku 2013 (punkty monitoringowy w Rebizantach i w Pisklakach (poniżej ujścia Szumu) był "słaby", natomiast rzeki Sopot (punkt monitoringowy w Osuchach, przy ujściu do Tanwi) był "umiarkowany". W niniejszej ekspertyzie zastosowano podejście opierające się na założeniu, że zamierzone interwencje nie będą pogarszały stanu wody w rzece w miejscu interwencji. Wręcz przeciwnie, będą polepszały stan pod względem cech morfologicznych (ciągłość cieku, głębokość cieku i zmienność szerokości, struktura i skład podłoża koryta cieku) i tym samym stwarzały możliwość poprawy stanu w aspekcie stanu określanego poprzez stan roślin wodnych (makrofitów) i ryb (ichtiofauna), nie wpływając istotnie na pozostałe elementy biologiczne.

5. Użytkowanie rybactwa w rejonie interwencji

Według Rozporządzenia nr 2/2006 Dyrektora Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Krakowie z dnia 31 maja 2006 roku zmieniającego rozporządzenie w sprawie ustanowienia obwodów rybackich obszar zainteresowania należy do obwodu rybackiego rzeki Tanew - nr 1. *"Obwód rybacki obejmuje wody rzeki Tanew na odcinku od jej źródeł do linii prostej będącej przedłużeniem lewego brzegu uchodzącego do niej potoku Złota Nitka w miejscowości Książpol oraz wody dopływów na tym odcinku wraz z wodami zbiorników zaporowych: w rejonie miejscowości Górecko Kościelne oraz w miejscowości Sigła na rzece Szum, w miejscowości Józefów na rzece Niepryszczka, w miejscowości Majdan Sopocki na rzece Sopot, w miejscowości Susiec na rzece Jeleń i wodami naturalnych zbiorników wodnych o ciągłym dopływie lub odpływie do wód tego odcinka, z wyłączeniem wód rzeki Wirowa oraz wód znajdujących się w granicach Roztoczańskiego Parku Narodowego"*⁶. W wodach zbiorników zaporowych obowiązują przepisy jak w wodach nizinnych.

⁶ http://www.pzw.org.pl/pliki/prezentacje/56/wiadomosci/161037/pliki/zasady_2018.pdf (dostęp 2018-09-27)



6. Interesariusze korzystający z wód rzeki Sopot w rejonie zamierzenia

Dojazd do stopnia i koryta poniżej niego w miejscowości Nowiny jest zlokalizowany na terenie leśnym, na drodze do Osady Młyńskiej, w gminie Susiec, w województwie Lubelskim. Dojazd do mostu włącza się do głównej ulicy miejscowości Nowiny przy remizie Straży Pożarnej (skrzyżowanie w kierunku północno zachodnim drogą gruntową na Hamernia - Józefów). Rzeka Sopot nie ma wydzielonej działki z terenów leśnych. Przed przystąpieniem do robót należy uzyskać pisemne zezwolenie na korzystanie z tej działki w uzgodnionym zakresie.

Rzeka Sopot jest w zainteresowaniu wędkarzy, natomiast nie jest użytkowana do spływów kajakowych. Most i stopień są zlokalizowane około 1,2 km powyżej granicy Parku Krajobrazowego Puszczy Solskiej. Na wykonywanie robót w korycie rzeki Sopot należy uzyskać zgodę władz gminnych i Zarządu Zlewni, a zakres i sposób wykonania robót należy ponadto zgłosić do Regionalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska w Lublinie zgodnie z art. 118 ustawy o ochronie przyrody.

7. Analiza hydrologiczno-morfologiczna koryta rzeki (pomiar przekrojów poprzecznych i profilu dna koryta, określenie przepływów charakterystycznych)

Próg na rzece Sopot w miejscowości Nowiny (N 50°26'59,3"; E 23°07'54,3"), a właściwie fundament zlikwidowanego stopnia piętrzącego wodę, jest około 0,50 m powyżej wody dolnej, ze względu na wybój powstały w wyniku erozji dennej. To utrudnia migrację ryb w górę rzeki, a dodatkowa przeszkoda zlokalizowana na progu (kierująca nurt na koło wodne mające charakter historyczno-ozdobny) uniemożliwia rybom wyskakującym ze stanowiska dolnego pokonanie przeszkody powyżej, gdyż płaski przelew na progu, bez basenu, uniemożliwia drugi wyskok wędrującym rybom.

Rozwiązaniem może być wypełnienie wyboju poniżej progu właściwym substratem, najlepiej żwirowym, umożliwiającym uformowanie zaplecza pomiędzy koroną bystrza a progiem, oraz uformowanie korony i skłonu bystrza z właściwie uziarnionego rumoszu skalnego, odpornego na erozję przy przepływie miarodajnym. Takie jedno lub kilka bystrzy mogłyby służyć jako miejsce tarła ryb reofilnych oraz substrat dla prądolubnych roślin wodnych. Interwencja jest łatwa do realizacji, ze względu na możliwość dojazdu po lewym brzegu. Spadek koryta rzeki odczytany z mapy wynosi 0,007 m/m powyżej i poniżej miejscowości Nowiny, spadek dna koryta i lustra wody poniżej stopnia wynikający z pomiarów terenowych jest dużo mniejszy (0,0024 m/m) co wskazuje, na zaawansowaną erozję dna poniżej stopnia. Stwarza to możliwość realizacji zamierzenia przez wypełnienie wyboju bez przekroczenia przeciętnego spadku rzeki Sopot (patrz zdjęcie poniżej).



Pomiary przekrojów poprzecznych wykonano w dniu 26 września 2018 i uszczegółowiono w dniach 10 i 11 grudnia 2018 w pięciu przekrojach, a ich parametry posłużyły do sporządzenia rysunków przekrojów poprzecznych i profilu podłużnego stanu istniejącego rzeki Sopot:

- km 18+ 905 punkt przegięcia nurtu poniżej stopnia, przekrój nr 5 (powyżej boiska), planowane położenie korony bystrza,
- km 18+ 938 środek planowego płosa poniżej stopnia, przekrój nr 4,
- km 18+ 959 planowana korona bystrza poniżej stopnia, przekrój nr 3,
- km 18+ 963 przelew stopnia pod mostem drogowym, przekrój nr 2,
- km 18+ 967 pomiar w świetle mostu drogowego, przekrój nr 1

Przepływy charakterystyczne w przekroju mostu w Nowinach obliczono na podstawie wzorów i parametrów zawartych w Rozporządzeniu w sprawie warunków korzystania z wód regionu wodnego Górnej Wisły⁷, Załącznik nr 2, Obliczenia hydrologiczne⁸.

Przepływ średni niski **QSN = 0,092 m³/s**

Przepływ średni roczny **SSQ = 0,147 m³/s**

Przepływ wysoki (woda brzegotwórcza) **Q50% = 19,94 m³/s**

Przepływ wysoki (woda stuletnia) **Q1% = 112 m³/s**

⁷http://www.krakow.rzgw.gov.pl/wodypolskie_old/download/warunki/wkw_gorna_wisla/rozporzadzenie_WKW_Gorna_Wisla.pdf

⁸ http://www.krakow.rzgw.gov.pl/wodypolskie_old/download/warunki/wkw_gorna_wisla/Zalacznik_2.pdf



Natężenie przepływu chwilowego w rzece Sopot w dniu 26 września 2018 określono za pomocą wzoru Manninga⁹, na podstawie pomierzonych parametrów przekrojów, oraz policzono jednostkową moc strumienia ω ¹⁰ jak następuje:

Sopot-Nowiny, przepływ w dniu 26 września 2018												
		s	w	F	d	dmax	Oz	n	R	V	Q	ω
km 18+ 963	2	0,0024	6,00	1,13	0,19	0,33	6,60	0,045	0,17	0,34	0,379	1
km 18+ 959	3	0,0024	6,00	1,15	0,19	0,33	6,60	0,045	0,17	0,34	0,390	2
km 18+ 938	4	0,0024	5,50	0,64	0,12	0,32	6,15	0,020	0,10	0,54	0,347	1
km 18+ 905	5	0,0024	6,40	0,78	0,12	0,29	7,95	0,020	0,10	0,52	0,406	1

gdzie: s - spadek lustra wody,

w - szerokość lustra wody, m

F - powierzchnia przekroju wypełniona wodą, m²

d - głębokość wody w przekroju (= F/w), m

d max - głębokość linii nurtu w przekroju, różnica pomiędzy poziomem lustra wody a rzędną linii nurtu, m

Oz - obwód zwilżony w przekroju, m

n - współczynnik szorstkości do wzoru Manninga m^{-1/3} s

R - promień hydrauliczny (= F/Oz), m

V - prędkość średnia w przekroju, m/s

Q - przepływ, m³/s

ω - jednostkowa moc strumienia, W/m² = $\sim (9810 \cdot Q \cdot s) / w$.

Oszacowano natężenie przepływu na około 0,380 m³/s, a więc powyżej obliczonego przepływu średniego rocznego, zapewne ze względu na oddziaływanie zbiornika zaporowego Majdan Sopocki. Przepływ wypełniający koryto w powyższych przekrojach określono przyjmując współczynniki szorstkości jak dla przewidywanego materiału interwencji inżynierskiej (żwir z rumoszem skalnym) następująco:

Sopot, przepływ brzegowy												
		s	w	F	d	dmax	Oz	n	R	V	Q	ω
km 18+ 959	3	0,0024	11,70	14,18	1,21	1,35	13,40	0,030	1,06	1,70	24,046	48
km 18+ 938	4	0,0024	9,85	12,31	1,25	1,45	12,10	0,030	1,02	1,65	20,334	49
km 18+ 905	5	0,0024	13,25	12,15	0,92	1,09	15,05	0,030	0,81	1,42	17,201	31

Oszacowane pojemności przekrojów 3, 4 i 5 odpowiadają przepływowi Q50%, co wskazuje na koryto rzeki właściwie położone w dolinie. W dalszej kolejności założono rzędne koron bystrzy w przekrojach 3, 4 i 5 o spadku wysokości pomiędzy nimi 0,006 m/m i obliczono napełnienie przekrojów dla przepływu brzegotwórczego Q50% = 20 m³/s:

⁹ Żelazo J., Popek Zb.: Podstawy renaturyzacji rzek. SGGW Warszawa 2014

¹⁰ Jeleński J., Wyżga B.: Możliwe techniczne i biologiczne interwencje w utrzymaniu rzek górskich. Stowarzyszenie Ab Ovo, Kraków 2016



Sopot, przepływ miarodajny po skorygowanych koronach bystrzy												
		s	w	F	d	d _{max}	Oz	n	R	V	Q	ω
km 18+ 963	2	0,0070	6,00	7,91	1,32	1,46	9,16	0,030	0,86	2,53	20,00	229
km 18+ 959	3	0,0069	8,00	8,57	1,07	0,89	8,80	0,035	0,97	2,33	20,000	169
km 18+ 938	4	0,0069	8,20	8,66	1,06	1,38	9,02	0,035	0,96	2,31	20,000	165
km 18+ 905	5	0,0069	12,90	10,38	0,80	1,00	14,19	0,035	0,73	1,93	20,000	105

Celowe umieszczenie koron bystrzy w spadku powoduje, że prędkość średnia rzeki wzrasta, a w związku z tym przepływ brzegowy mieści się z niewielkim zapasem w korycie (dla przepływu brzegowego $Q_{50\%} = 20 \text{ m}^3/\text{s}$). Efektem tego jest wzrost mocy strumienia w zmodyfikowanym korycie (dwu i trzykrotnie) co wskazuje na konieczność użycia do korekty materiału bardziej odpornego na erozję niż istniejący materiał dna (piasek z pojedynczymi kamieniami). Poniżej przeanalizowano dwukrotnie koryto rzeki Sopot w koronach bystrzy jak dla rzeki żwirowej za pomocą równań Hey'a - Thorne'a (patrz literatura wymieniona w przypisie 10), celem sprawdzenia parametrów równowagi dla przepływu brzegowego oraz spadków 0,006 m/m i 0,007 m/m. Wprowadzone dane i wyniki symulacji zawiera poniższa tabela.

Hipoteza równowagi przekrojów rzeki Sopot na koronach bystrzy															Jednostkowa moc strumienia
Dane:				Wyniki obliczeń dla 50% zarośli											
Q	Qs	D50	D84	W	W _b	W _p	d	d _{bystrza}	d _{płosa}	d _{max}	d _{max b}	d _{max pl}	z	S	ω
20	2,000	0,025	0,120	10,5	10,8	10,1	1,00	0,95	1,05	2,21	2,01	2,40	66	0,00604	113
20	2,000	0,025	0,143	10,5	10,8	10,1	1,00	0,95	1,05	2,35	2,14	2,56	66	0,00700	131

gdzie:

Q - przepływ miarodajny (równowagi) m^3/s
Q_s - wielkość transportu rumowiska wlezonego przy przepływie brzegowym, $\text{kg}/\text{m}/\text{s}$,
D50 - mediana średnic rumowiska na koronie i skłonie bystrza, m
D84 - 84-ty percentyl rozkładu średnic uziarnienia rumowiska, m
W - średnia szerokość lustra wody brzegowej na bystrzu, m

W_b, W_p - szerokość lustra wody brzegowej na bystrzu i w płosie, m
d - średnia głębokość wody na odcinku fali meandra, m
d_{bystrza}, d_{płosa} - średnia głębokość wody w odpowiednio w rejonie bystrza i płosa, m
d_{max}, d_{max b}, d_{max pl} - średnia i maksymalne głębokości wody w odpowiednio w rejonie bystrza i płosa, m
z - odległość pomiędzy koronami bystrzy (połowa długości fali meandra) m
S - spadek lustra wody wyliczony z wielkości danych wejściowych, m/m

Z przeprowadzonej symulacji wynika, że dla uziarnienia rumowiska skłonów i koron bystrzy o parametrach średnic rumowiska **D50 = 0,025 m i D84 = 0,120 do 0,143 m** przekroje równowagi mają następujące parametry monitoringu do zastosowania w przyszłości:

szerokość pełnokorytowa na bystrzu **W_b = minimum 10,8 m**
głębokość średnia na koronie bystrza **d_{bystrza}** (mierzona od lustra wody brzegowej)
= maksimum 0,95 m
głębokość maksymalna na koronie bystrza **d_{max b}** (mierzona od lustra wody brzegowej) =
maksimum 2,01 m dla D84 = 0,120 m
i maksimum 2,14 m dla D84 = 0,143 m.
Głębokości płosa mogą być znacznie większe (do 2,56 m).



Zaproponowana interwencja inżynierska wprowadzająca odpowiednio ukształtowane nasypy z rumowiska żwirowo kamiennego do wyboju poniżej stopnia daje w wyniku:

- pojedynczą serię bystrze - płoś - bystrze w miejsce wodospadu i płaskiego, lekko wciętego koryta rzeki poniżej stopnia,
- wprowadzenie zróżnicowania substratu dennego, poprzez wprowadzenie do koryta z wychodnia skalną (w przekroju 4) i o dnie piaszczystym rumoszu skalnego i zróżnicowanego materiału żwirowego.
- zwiększenie zróżnicowania głębokości i prędkości wody w korycie na długości około 60 m przy przepływach niskich i niewielki wpływ na przebieg wody miarodajnej o natężeniu 20 m³/s.

Całość interwencji można zakwalifikować do robót utrzymaniowych (wypełnienie wyboju w korycie rzeki), a nasypy wykonane w korycie do rampy narzutowej kamienno-żwirowej o łagodnym spadku, podobnej do rampy - pochylni z Tabeli 2 (Parametry oraz zakres zastosowania urządzeń służących migracji organizmów wodnych) z załącznika 6 Warunków Korzystania z wód Regionu (RZGW - Kraków) lub załącznika 4 w opublikowanym rozporządzeniu w dzienniku urzędowym województwa podkarpackiego¹¹.

Rysunki przekrojów poprzecznych oraz profilu podłużnego koryta wraz z obliczeniem ilości i rodzaju koniecznego materiału żwirowego znajdują się w rozdziale 11.

8. Wstępne określenie gatunków roślin wodnych w wybranym fragmencie rzeki Sopot

Rzeka Sopot ma stosunkowo bogatą szatę roślinną w wodzie i na brzegach. Poniżej stopnia, na odcinku interwencji znaleziono jednak tylko niewielką część występujących powyżej stopnia roślin, a to zapewne ze względu na skutki erozji dennego i powstania wyboju aż do poziomu wychodni skalnej w km 18+938. Najlepszym okresem inwentaryzacji roślin wodnych jest okres letni, ale z konieczności ograniczono się do roślin możliwych do oznaczenia w okresie wczesnej zimy (2018-12-10). Poniżej wymieniono napotkane gatunki¹²:

- Moczarka kanadyjska (*Elodea canadensis* L.)
- Mozga trzcinowata (*Phalaris arundinacea* L.)
- Manna mielec (*Glyceria maxima* (Hartman) Holmb.)
- Jeżogłówka gałęzista (*Sparganium erectum* L.)
- Potocznik wąskolistny (*Berula erecta* (Huds.) Coville)
- Przetacznik bobowniczek (*Veronica beccabunga* L.)
- Przetacznik bobownik (*Veronica anagallis-aquatica* L.).

Jest charakterystyczne, że w rozpatrywanym odcinku rzeki nie znaleziono – oprócz potocznika wąskolistnego – dwóch innych gatunków obecnych powyżej stopnia,

¹¹ http://edziennik.rzeszow.uw.gov.pl/WDU_R/2017/3369/akt.pdf (strona 87).

¹² Krzysztof Szoszkiewicz, Szymon Jusik, Tomasz Zgoła. Klucz do oznaczania makrofitów dla potrzeb oceny stanu ekologicznego wód powierzchniowych. Inspekcja Ochrony Środowiska, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 2010



charakterystycznych dla siedliska 2360 - (Nizinne i podgórskie rzeki ze zbiorowiskami włosieniczników), a mianowicie:

- Jaskier skąpopręcikowy (*Ranunculus trichophyllus* Chaix)
- Zdrojek pospolity (*Fontinalis antipyretica* Hedw.).

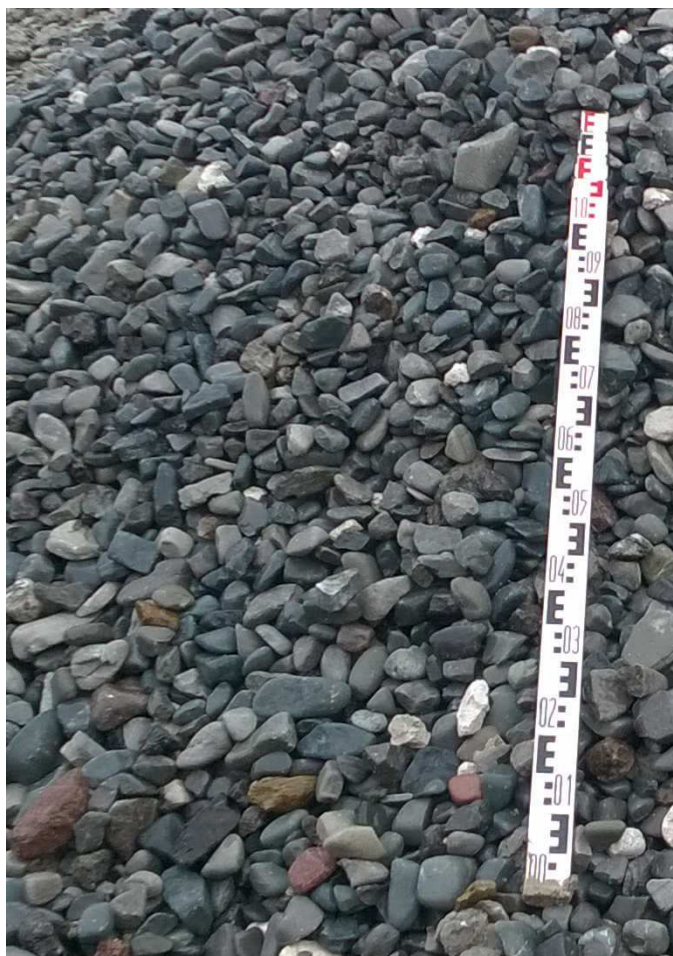
Brak tych cennych roślin zimozielonych w korycie wskazuje także na nadmierną erozję związaną z postępującym rozwojem wyboju poniżej stopnia. W tym względzie zróżnicowanie prędkości wody poniżej stopnia zapewne umożliwi znalezienie właściwych warunków także i dla tych cennych roślin, czyli:

- właściwego uziarnienia rumowiska dennego dla jaskra skąpopręcikowego oraz
- długotrwałe unieruchomionego podłoża skalnego lub z martwego drewna dla zdrojka pospolitego.

9. Wybór źródła materiału na rumowisko pozostające w równowadze dynamicznej z warunkami HYMO panującymi w wybranym fragmencie rzeki

Najbliższa żwirownia dysponująca naturalnym kruszywem żwirowym to **Radymno**, jeden z zakładów KRUSZGEO (Rzeszów), tel. **16 628 33 92**, około 80 km od miejsca wbudowania, **zkradymno@kruszgeo.com.pl**, N 49°57'28,9" E 22°49'37,1". Jest to przesiany naturalny materiał żwirowy ze złoża, nie przekruszony (prawie nie zawierający łamanych ziaren). Część dokumentów jakościowych (deklaracje własności użytkowych) jest dostępna na stronie internetowej przedsiębiorstwa, pełne badania uziarnienia uzyskano z działu kontroli jakości z Rzeszowa. Poniżej uziarnienie materiałów przydatnych jako składniki mieszanek żwirowo - kamiennych na skłony i zaplecza bystrzy. *Kruszywo naturalne 0-32 mm* zawiera zbyt dużo piasku (do 2 mm średnicy) i dlatego jego przydatność do zamierzonych celów jest niewielka.

Radymno - kruszywa naturalne (żwiry), mieszanki					
Przechodzi przez sito w %:					
Sito # mm:	<i>Kruszywo naturalne 0-32 mm</i>	2-8 mm	8-16 mm	16-32 mm	Kruszywo grube niesortowane 16-120 mm
120	100	100	100	100	100
90	100	100	100	100	96
63	100	100	100	100	89
45	100	100	100	100	82
32	98	100	100	100	70
22	90	100	100	61	42
16	78	100	95	10	16
8	75	97	17	0	1
4	69	23	1	0	1
2	31	1	1	0	0



Kruszywo grube niesortowane 16-120 mm,
Radymno



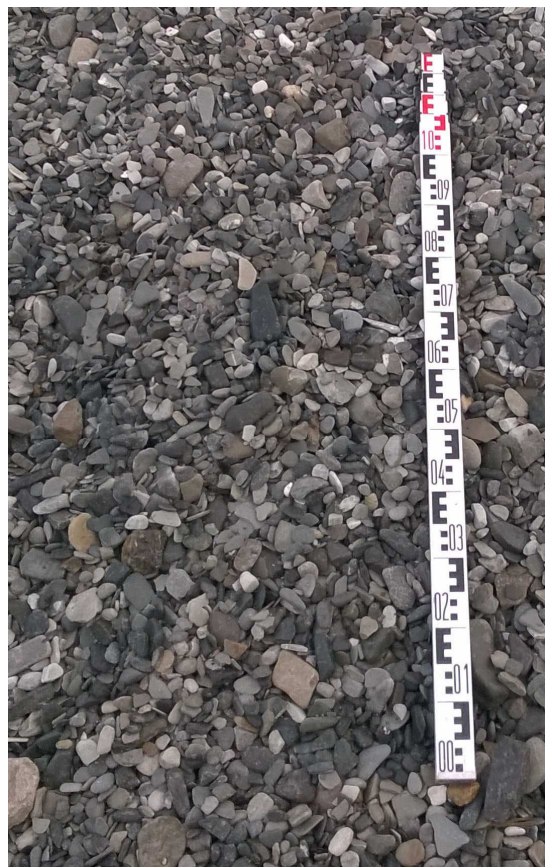
Kruszywo grube 16-32 mm, Radymno

Materiał żwirowy i kamienisty w Radymnie oferowany we frakcjach 2-8, 8-16, 16-32, i 16-120 mm jest przydatny do wykonania robót w Nowinach. Konieczne jednak jest przy formowaniu skłónów bystry stosowanie dodatkowo frakcji kamienistej powyżej 120 mm średnicy. Stąd wyniknęła konieczność poszukiwania dalszych źródeł materiałów.

Okolo 30 km dalej od miejsca wbudowanie znajduje się następny inny zakład KRUSZGEO, 37-731 Hureczko, tel. **16 678 00 17**, zekhureczko@kruszgeo.com.pl, **N 49°47'16,4" E 22°51'33,4"**. W tym zakładzie kształt ziaren jest wyraźnie gorszy niż w Radymnie (wiele bardzo płaskich ziaren) więc skupiono się na ocenie nadziarna o dostatecznie grubym uziarnieniu. Poniżej możliwe do zakupu "Nadziarno" (za cenę katalogową kruszywa 0-32 mm), oraz materiału grubego 16-64 mm. Ten ostatni oprócz dużej zawartości płaskich ziaren zawiera niewiele frakcji 32 - 64 mm. Uznano, że może jednak będzie trzeba używać materiał "Nadziarno", ze względu na uziarnienie w zakresie 80-150 mm, grubsze od niesortowanego grubego kruszywa z Radymna.



"Nadziarno" w ZEK Hureczko



Kruszywo grube 16-64 Hureczko

Rumosz skalny jest dostępny w firmie Wald-Bud, 23-460 Józefów, ul. Nowa 57, z kamieniołomu Babia Dolina (tel. 84 687 80 29), N 50°28'8,2" E 23°03'29,7". Kamieniołom eksploatuje pokłady wapienia, o różnorodnej strukturze, w większości uławiczone pokłady kalkarenitu (rodzaj wapienia, mający strukturę piaskowca, najczęściej porowatego, o ziarnach z wapienia i o lepiszczu wapiennym). Ławice oddzielone są bardzo cienkimi warstwami ilastymi, choć nieraz do kilku milimetrów grubości, co sprzyja produkcji kamienia do budowy ścian.





Fundusze Europejskie
Wiedza Edukacja Rozwój

Unia Europejska
Europejski Fundusz Społeczny



Oprócz tego, produkowane są materiały drogowe, w tym materiał podbudowy 0-32 mm, tłuczeń oraz grubsze frakcje do przeróżnych zastosowań.



Tłuczeń 32-64 mm



Kamień 64-120 mm

**Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach
Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój 2014-2020
Nr projektu: POWR.02.16.00-00-0070/17-00**



Kamień ręcznie wybierany 80 do 250 mm

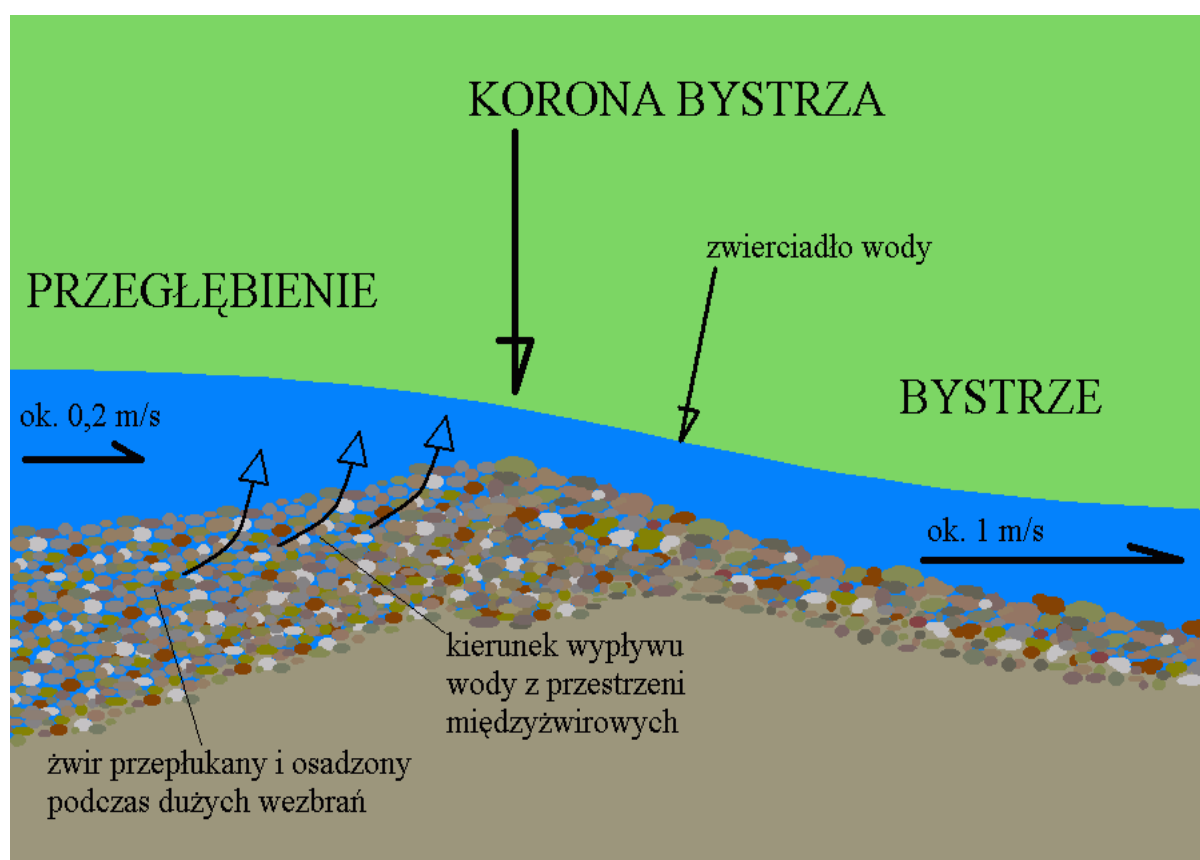
Kamień ten jest widoczny w ogrodzeniach i ścianach wielu domów, gdzie w miejscach osłoniętych od deszczu nie widać na jego powierzchni żadnych oznak wietrzenia. Luźne fragmenty skalne wyeksponowane na warunki zewnętrzne z czasem ciemnieją i czernieją, co jest objawem wietrzenia spowodowanego przez dwutlenek węgla w obecności wody lub wilgoci. Fragmenty skalne ulegają destrukcji spowodowanej przez wietrzenie mrozowe w zmiennych warunkach wilgotności (suszenie i nawilżanie) w różnym stopniu. Dotyczy to zazwyczaj tylko ich powierzchni i powoduje zaokrąglenie poszczególnych fragmentów.

Materiał ten ma wielką zaletę - jest materiałem identycznym z materiałem skalnym znajdującym się w korycie rzeki Sopot. Jeśli będzie zanurzony w wodzie, nie będzie ulegał dezintegracji przez długi czas, oprócz widocznego ściemnienia powierzchni. Jest praktycznie jedynym możliwym do zastosowania ze względu na możliwość zakupu dowolnego uziarnienia, a pod względem pochodzenia wyłącznie możliwym materiałem, który powinien być użyty w skłonach bystrzy. Jednak ze względów trwałości i naturalności w środowisku rzeczonym jest pożądane, żeby nawierzchniową warstwę rumowiska dennego "wzmocnić" bardziej trwałym i zaokrąglonym materiałem, np. żwirowo-kamienistym z Radymna.



10. Propozycja wykonania interwencji inżynierskich w ramach utrzymania wód, polegających na wypełnieniu wyryw i wybojów w korycie w sposób kształtujący sekwencje bystrza/płosa - specyfikacja.

Poniższy rysunek¹³ schematycznie przedstawia profil podłużny przez bystrze w rzece górskiej, w okolicy którego ryby reofilne wybierają miejsca na tarliska. Ryby łososiowate preferują lokalizację powyżej korony bystrza, na jego zapleczu, natomiast minogi i karpowate w okolicy skłonu bystrza, stosownie do dogodnej dla siebie prędkości strugi wody. Jednocześnie, zróżnicowanie głębokości i prędkości wody w okolicy bystrza jest sprzyjające dla zakorzenienia się i wegetacji wielu roślin wodnych, w tym wskaźnikowych dla siedliska 3260 (Rzeki podgórskie i nizinne z włosienicznikami).

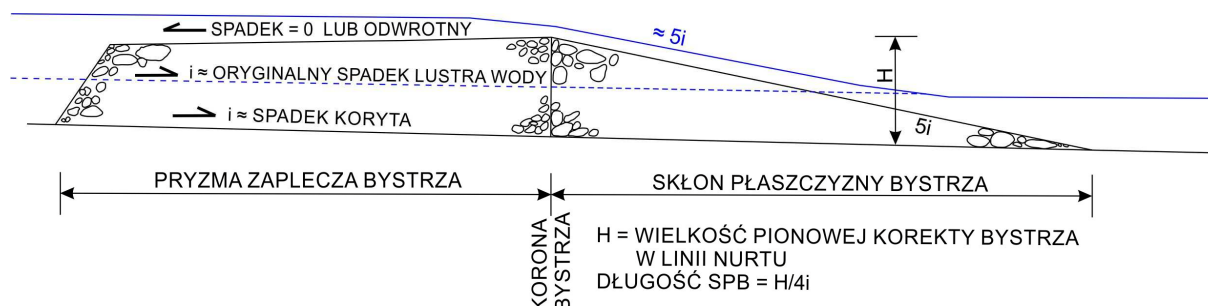


Na następnym rysunku schematycznie pokazano możliwość naśladowania bystrza wraz z jego własnością zapewnienia łączności wody hyporeicznej z płynącą przez odpowiednie usypanie skłonu bystrza z rumoszu o uziarnieniu będącego w równowadze z dynamiką przepływów w korycie, szczególnie podczas przepływów pełnokorytowych. Skłón bystrza wykonuje się w spadku 5 do 10 razy większym od spadku koryta (lustra wody brzegowej), a wysokość skłonu w koronie bystrza H zależy od wyliczonego miarodajnego

¹³ rysunek ten z lutego 2005 roku, autorstwa Pawła Jeleńskiego, był wykorzystany wielokrotnie w wielu prezentacjach i publikacjach.



przepływu powyżej korony lub stosownie do założonego przepływu pełnokorytowego. Uziarnienie właściwe dla rumowiska do skłonu bystrza w Nowinach podano w rozdziale 7 ($D_{50} = 0,025$ m i $D_{84} = 0,120$ do $0,143$ m), natomiast uziarnienie zaplecza bystrza można dobierać dowolnie, np. stosownie do preferencji obecnych w rzece ryb łososiowatych. Spadek zaplecza bystrza powinien być odwrotny do spadku koryta lub zerowy.



Powołując się na literaturę¹⁴, oraz zakładając zakres długości przeciętnych tarlaków odwiedzających koryto dopływu rzeki Sopot na 30 do 40 cm, można określić dominującą głębokość zakopania ikry na pomiędzy 10 do 13 cm. W takim przypadku **minimalna grubość warstwy żwiru** - jeśli ma być przydatna jako substrat tarłowy - powinna wynosić więcej niż 13 cm, **przyjęto 15 cm**.

Przeciętna mediana rozkładu uziarnienia (próbki objętościowej) może być określona wzorem:

$$D_{50} = 0,4 L; \quad D_{50_{\max}} = L$$

gdzie L - długość ikrzycy w cm,

D_{50} - średnia średnica ziarna żwiru w mm,

$D_{50_{\max}}$ - maksymalna średnia średnica ziarna żwiru w mm.

Wynika z tego, że dla założonej długości tarlaków **średnia średnica uziarnienia żwiru** powinna wynosić pomiędzy **12 do 16 mm**, ale **nie więcej niż 30 do 40 mm**. Minimalna średnica ziarna materiału dostarczonego na zaplecze powinna być około 2mm, a maksymalna średnica ziarna do około 64 mm. Następująca tabela zawiera mieszankę żwiru z Radymna możliwą do łatwego zastosowania w zapleczach bystrzy. Charakteryzuje się ona łatwością mieszania ładowarką w zakładzie wytwórczym: najpierw jedna część 2-8 mm z dwoma częściami 8/16 mm, a następnie po wyprodukowaniu tego materiału, jedna porcja tej drobnej mieszanki 2-16 mm z porcją frakcji 16-32 mm i porcją 16-120 mm. W ten sposób uzyska się proporcje (1+2)+3+3, jak określono w tabeli, oraz przeciętną cenę netto za tonę żwiru 41,00 PLN loco żwirownia.

¹⁴ Crisp D.T.: Trout and Salmon: Ecology, Conservation and Rehabilitation. Fishing news Books, Blackwell Science, Oxford 2000



Proporcje mieszania poszczególnych frakcji - Radymno					
	Przechodzi przez sito w % dla frakcji:				
Sito #, mm:	2-8 mm	8-16 mm	16-32 mm	16-120 mm	2-120 mm
	1 część	2 części	3 części	3 części	Razem, 9 części
120	100	100	100	100	100
90	100	100	100	96	99
63	100	100	100	89	96
45	100	100	100	82	94
32	100	100	100	70	90
22	100	100	61	42	68
16	100	95	10	16	41
8	97	17	0	1	15
4	23	1	0	1	3
2	1	1	0	0	0
Cena PLN netto za tonę bez transportu:	52	52	44	30	41

Charakterystyczne średnice tej mieszanki to: D50 = ~ 20 mm; D84 = ~ 30 mm; D99 = ~ 90 mm; co odpowiada uprzednio poczynionym założeniom.

Dla skłonu bystrza należy zastosować najtańszy miejscowy materiał o odpowiednim, ciągłym uziarnieniu, spełniającym wymagania wynikające z równań równowagi koryta Hey'a - Thorne'a. Poniżej propozycja mieszanki frakcji zapewniające trwałość skłonu bystrza.

Proporcje i uziarnienie mieszanki na skłony bystrzy						
Sito #, mm:	Żwir	Kamień łamany				Mieszanka 0-200
	Radymno 16-120	Józefów 0-32	Józefów 32-64	Józefów 64-120	Józefów 150-200	
200	100	100	100	100	100	100
150	100	100	100	100	10	85
120	100	100	100	100	0	83
64	89	100	100	0	0	65
32	70	100	0	0	0	45
22	42	60	0	0	0	27
2	0	25	0	0	0	8
Ilość części:	1	2	1	1	1	6

Proporcja materiału żwirowego z Radymna, wagowo: 17%
Mieszanka powinna zawierać:

- 1 część kruszywa grubego niesortowanego 16-120 mm z Radymna,
- 2 części kruszywa na podbudowę 0-32 z Józefowa,
- 1 część tłucznia 32-64 mm z Józefowa,
- 1 część kamienia łamanego 64-120 mm z Józefowa,
- 1 część kamienia łamanego, ręcznie wybieranego, 150-200 mm z Józefowa.

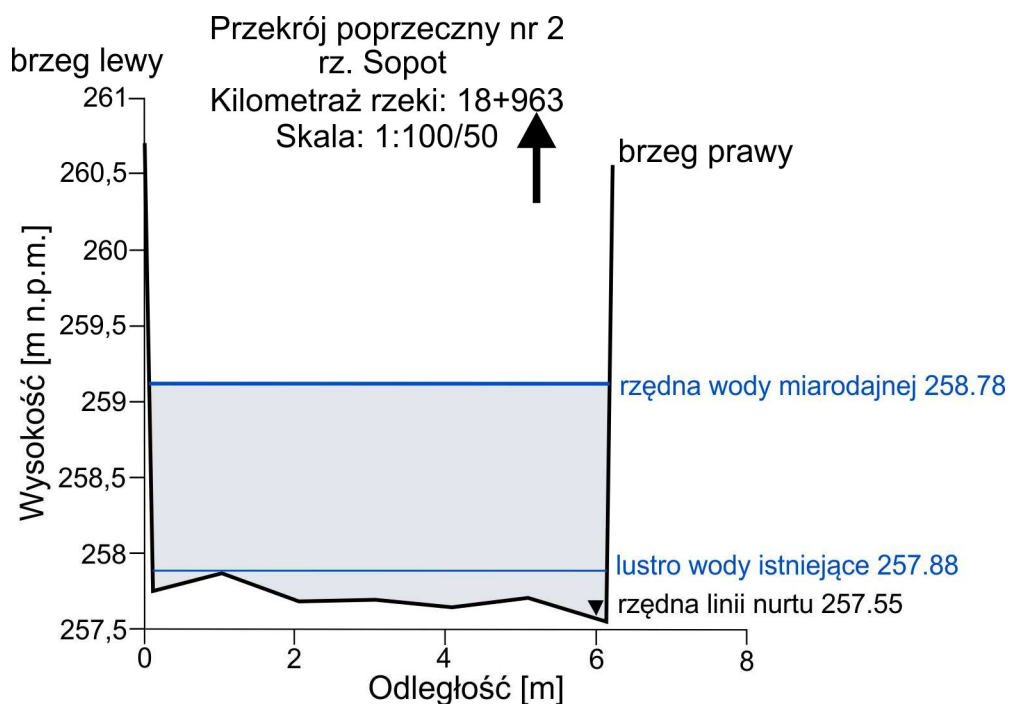
Wynikowa mieszanka ma parametry: D50 = ~ 34 mm; D84 = ~ 150 mm;

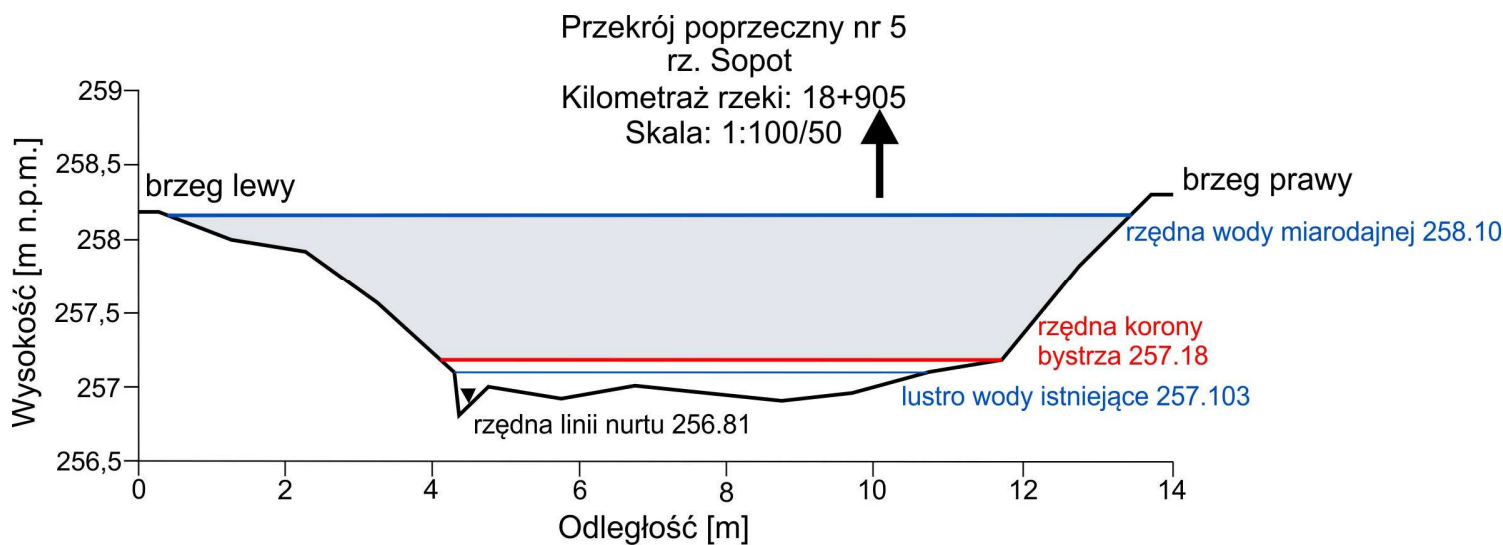
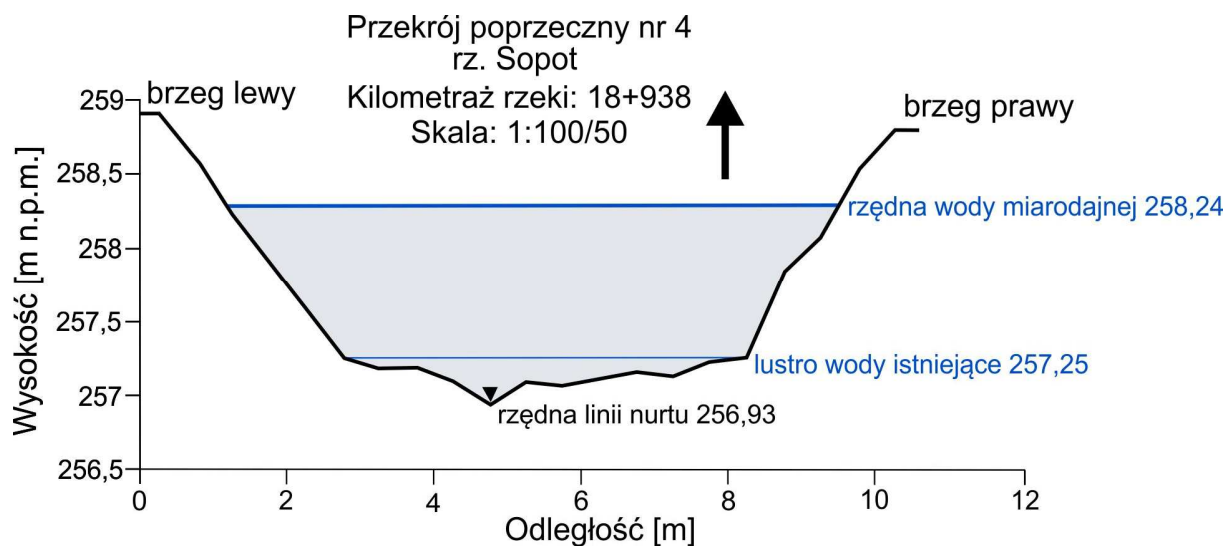
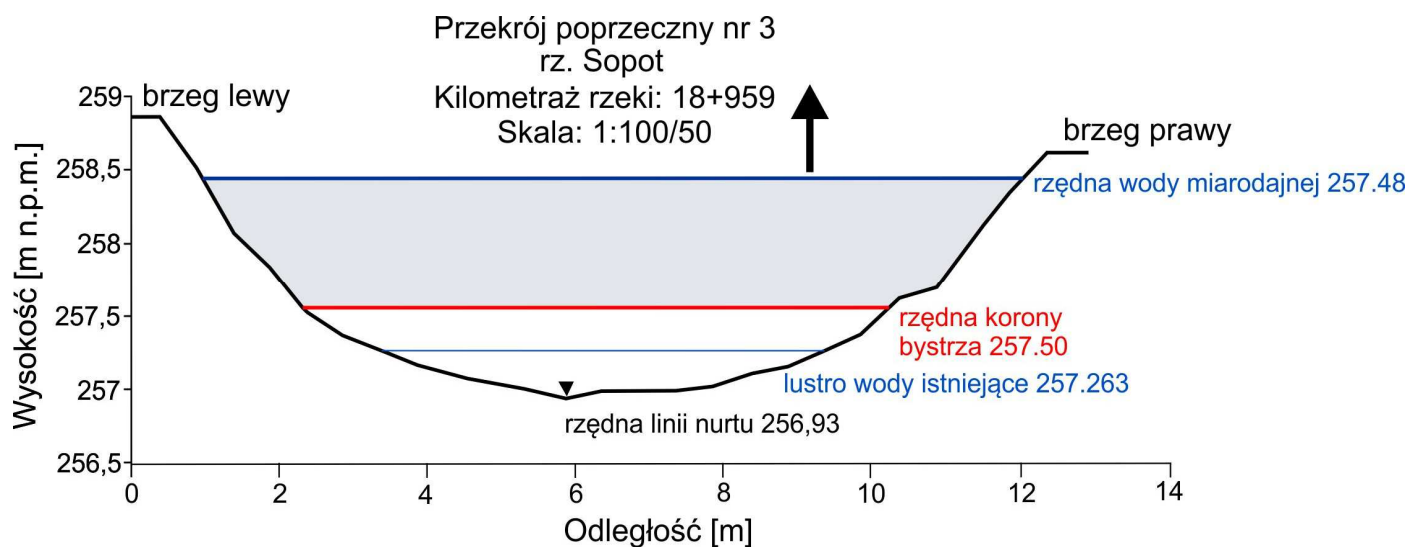


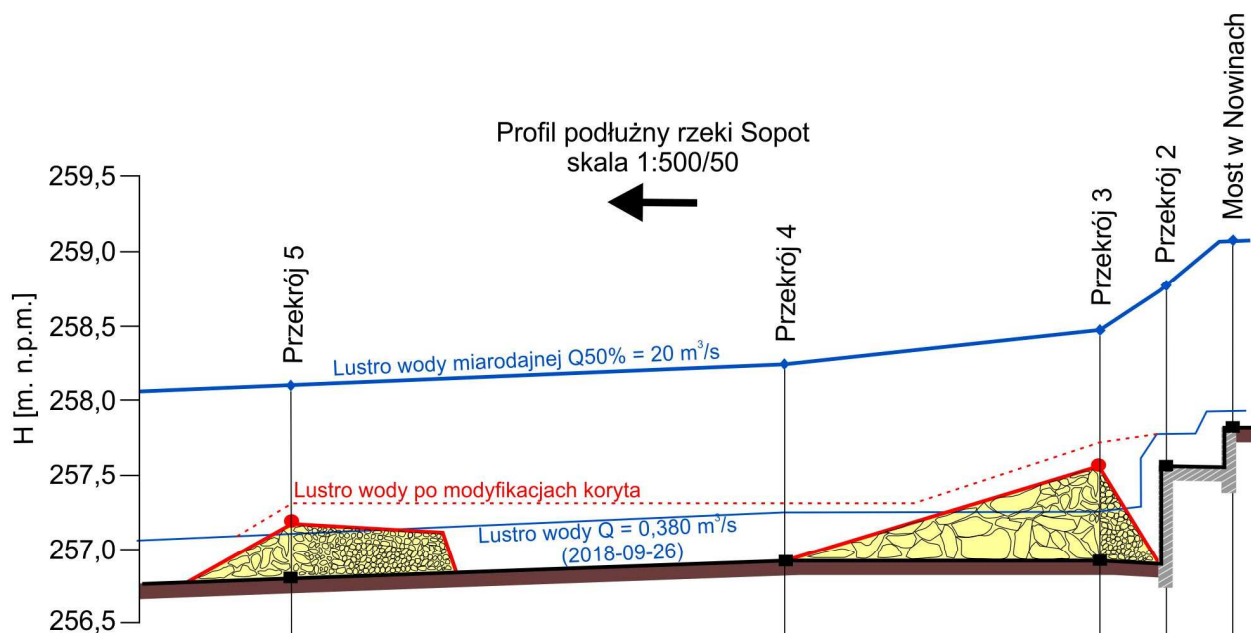
Najodpowiedniejszym miejscem przygotowania mieszanki byłby plac w kamieniołomie firmy Wald-Bud, gdzie oprócz miejsca i możliwości ustalenia proporcji objętościowych mieszanki łyżką ładowarki jest waga samochodowa, umożliwiającą dozowanie wagowe.

11. Rysunki wykonawcze interwencji inżynierskich i obliczenie ilości i rodzaju koniecznego materiału zwirowego.

Poniżej przedstawiono rysunki przekrojów i profilu odcinka rzeki Sopot w miejscu planowanej interwencji, w kolejności od pomiarów wewnątrz mostu drogowego (2), przez planowaną koronę bystrza (3), środek płosa (4) i drugie bystrze, na końcu odcinka planowanej interwencji.







Kilometraż rzeki	18+905	18+938	18+959	18+963	18+967
Rzędna linii nurtu [m. n.p.m.]	256.81	256.93	256.93	257.55	257.82
Rzędna korony bystrza [m. n.p.m.]	257.18		257.50		
Rzędna wody miarodajnej [m. n.p.m.]	258.10	258.24	258.47	258.78	259.08

Wykonane przekroje i profil pokazują, że przebieg nurtu wody będzie łagodny, z przelewem ze światła mostu oraz strugą wody bez odrywania się od umocnionego dna. Pokazują także lokalizację i kształt profilu interwencji inżynierskich, które pozwalają na obliczenie ilości koniecznych materiałów, co w połączeniu z proporcjami materiałów składowych pozwoli na wycenę kosztów materiałowych wykonawcy zamierzenia.



Obliczenie objętości materiału na skłony i zaplecza bystrzy						
Km	Odległości, m	Powierzchnie, m ²	Średnie powierzchnie, m ²	Objętości, m ³	Objętość mieszanki skłonu m ³	Objętość mieszanki zaplecza m ³
18+895		0				
	10		0,71	7,1	7,1	
18+905		1,42				
	10		1,32			13,2
18+915		1,22				
	23		0			
18+938		0				
	21		1,02	21,3	21,3	
18+959		2,03				
	4		1,02			4,06
18+963		0				
Łącznie, mieszanki					28,4	17,26

Dla **mieszanki skłonu bystrza** potrzebne są następujące ilości materiałów w stanie zagęszczonym (2,0 tony/m³):

- 4,75 m³ kruszywa grubego niesortowanego 16-120 mm z Radymna, **9,5 tony**,
- 9,47 m³ kruszywa na podbudowę 0/32 z Józefowa, **19 ton**,
- 4,75 m³ tłucznia 32-64 mm z Józefowa, **9,5 tony**,
- 4,75 m³ kamienia łamanego 64-120 mm z Józefowa, **9,5 tony**
- 4,75 m³ kamienia łamanego, ręcznie wybieranego, 150-200 mm z Józefowa, **9,5 tony**.

Dla **mieszanki zaplecza bystrza** potrzebne są następujące ilości materiałów w stanie zagęszczonym (2,0 tony/m³):

- 5,75 m³ kruszywa grubego niesortowanego 16-120 mm z Radymna, **11,5 tony**,
- 5,75 m³ kruszywa 16-32 z Radymna, **11,5 tony**,
- 3,85 m³ kruszywa 8-16 z Radymna, **7,7 tony**,
- 2,00 m³ kruszywa 2-8 z Radymna, **4,0 tony**.

Jeśli dla mieszanki skłonu bystrza lepszą lokalizacją mieszania jest plac w kamieniołomie w Józefowie (lub inny w pobliżu robót) to zdecydowanie warto przywieźć mieszankę na zaplecze bystrza przygotowane na placu żwirowni w Radymnie, gdyż cała ilość mieszanki żwirowej wynosi około 35 ton i będzie ona mogła być dowieziona i składowana w bezpośrednim sąsiedztwie miejsca wbudowania.



Załącznik (przeławka w miejscowości Majdan Sopocki)

W miejscowości Majdan Sopocki znajduje się zaporę o różnicy poziomów wody górnej i dolnej około 5 m. Jest ona niewątpliwie przeszkodą migracyjną, uniemożliwiającą uzyskanie dobrej oceny stanu ekologicznego wód - chyba że znajdzie się uzasadnienie dla trwałej derogacji od wymogu RDW ciągłości naturalnej JCWP dla migracji ryb.



Dla rozważenia możliwości realizacji przeławki wyliczono z algorytmu Instytutu Rybactwa Śródlądowego przeławkę szczelinową o szerokości szczeliny 0,17 m, wystarczającej dla obecnych poniżej i powyżej zapory ryb (trzykrotna szerokość ciała ryby).

Poniżej przedstawiono parametry ewentualnej przeławki szczelinowej w zaporze w Majdanie Sopockim:

- | | |
|---|-------------------------|
| • poziom górnej wody | 269,0 m npm |
| • poziom dolnej wody | 264,0 m npm |
| • różnica poziomów wody | 5 m |
| • szczelina | 0,17 m |
| • głębokość minimalna | 0,50 m |
| • grubość przegrody | 0,15 m |
| • prędkość faktyczna wody w szczelinie: | 1,7 m/s |
| • długość komory: | 1,40 m |
| • szerokość komory: | 1,10 m |
| • przepływ Q | 0,137 m ³ /s |
| • rozproszenie energii | 135 W/m ³ |
| • liczba komór | 33 |



Fundusze Europejskie
Wiedza Edukacja Rozwój

Unia Europejska
Europejski Fundusz Społeczny



- | | |
|-----------------------------------|-----------|
| • wydłużenie | 2 m |
| • długość przepławki | 52 m |
| • spadek | 0,095 m/m |
| • faktyczny spadek na przegrodzie | 0,147 m |
| • głębokość w dole komory | 0,647 m |
| • głębokość średnia | 0,574 m |
| • $h_{\min}/h_o$ | 0,77 |

Przedstawione parametry pozwalają na oszacowanie kosztu budowy przepławki do celów planistycznych (około 100 m³ żelbetu, kilkaset m³ wykopu, grodze tymczasowe, wyposażenie itp). Wszelkie dalsze konsultacje powinny być dokonane z Zakładem Ryb Wędrownych Instytutu Rybactwa Śródlądowego w Rutkach.