

eland  
echtenstein  
orway grants



**Seminarium**  
**29.11.2023, Pcim**

**„Aktywna ochrona zagrożonych gatunków i siedlisk  
w obszarze Natura 2000 Raba z Mszanką  
PLH120093 i dopływach Raby”**

**Projekt realizowany w ramach Funduszy Norweskich, EOG  
oraz współfinansowany przez  
Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska  
i Gospodarki Wodnej w Krakowie**

**WŁAŚCIWE UTRZYMANIE DROGĄ DO REWITALIZACJI RZEK GÓRSKICH I ICH DOPŁYWÓW  
SEMINARIUM FWIE, Pcim 2023-11-29**

**2005 – oparcie podejścia do utrzymania rzek górskich o geomorfologię fluwialną i obserwacje o przyspieszonym wcinaniu się rzek górskich w Polsce. *Rzeki górskie, mające wystarczającą moc strumienia mogą same przekształcać się w kierunku rzek naturalnych*; wprowadzenie koncepcji korytarza swobodnej migracji koryta oraz praktyk w utrzymaniu uregulowanych rzek poprzez stosowanie narzutów w rejonach bystrzy i erodowanych brzegów wklęsłych. W oparciu o tą publikację wiele rzek nieregulowanych udało się przed regulacją obronić. Zabrakło jednak algorytmu, który pozwalałby inżynierom dobrać parametry koryta pożądanego ze względu na oczekiwane cele środowiskowe.**



W rezultacie trzykrotnych szkoleń i wdrożeń w Projekcie SPPW Tarliska Górnej Raby publikacja wytycznych w roku 2012, wersja ostateczna do druku 2016 (*w trakcie , a do końca okresu trwałości – 77 przypadków*). *Zasadnicza linia wytycznych: nie interweniować kiedy nie potrzeba, zamiast tego chronić to co podobne do naturalnego.*

**Podstawowy problem:  
deficyt żwiru i skrzepowane  
(wcięte) przekroje rzek**

[http://tarliskagornejraby.pl/e107\\_files/downloads/mozliwe\\_techiczne\\_i\\_biologiczne\\_intervencje.pdf](http://tarliskagornejraby.pl/e107_files/downloads/mozliwe_techiczne_i_biologiczne_intervencje.pdf)

<https://www.youtube.com/watch?v=FvrvRK7ug5Q>

Józef Jeleński, Bartłomiej Wyżga

## Możliwe techniczne i biologiczne interwencje w utrzymaniu rzek górskich



**Realizacja priorytetu środowiskowego Rosgena –  
przenieść wciętą rzekę na jej terasę zalewową celem  
radikalnego podniesienia poziomu wód płynących i  
gruntowych w dolinie na historyczny poziom**

**LUBIEŃ**

**Kwiecień 2012**





Kwiecień 2012

Realizacja priorytetu środowiskowego Rosgena –  
przenieść wciętą rzekę na jej terasę zalewową celem  
radikalnego podniesienia poziomu wód płynących i  
gruntowych w dolinie na historyczny poziom

<https://www.youtube.com/watch?v=9ZIHpZTsKfk>

**Czerwiec 2014, LUBIEŃ:  
Efekt: główne koryto Raby oddaliło się od lewego skraju doliny i drogi**



**Potok Krzczonówka poniżej zapory 2010 – deficyt żwiru**



**Zapora będzie obniżana o 2,00 m (2014)**





**A powyżej zapory - nagromadzony żwir i  
otoczaki potrzebne poniżej zapory**



## **Jak należy rozumieć utrzymanie żwirodennego koryta w sekwencji „bystrze-płoso”?**

1 krok: diagnoza przebiegu istniejącego koryta i przewidywanie lub założenie rozwoju jego ewolucji, (warunek: szerokie tereny zalewowe, ze żwirem w podłożu i pokryte drobnoziarnistymi osadami, z nadbrzeżną zabudową biologiczną).

2 krok: analiza kształtu przekrojów zlokalizowanych w istniejących lub przewidywanych lokalizacjach koron bystrzy dla określenia czy są one, lub czy mogą być „w równowadze”,

3 krok: używając parametrów określających koryto „w równowadze” w porównaniu z danymi określającymi rzeczywiste przekroje określić utrzymaniowe interwencje ukierunkowane na:

- zmianę spadku koryta przez zwiększenie jego krętości i/lub
- skorygowanie głębokości koryta na koronach bystrzy dla ograniczenia jednostkowej mocy strumienia i/lub
- zmiana uziarnienia żwiru/kamieni/głazów w bystrzach  
(*powyższe wymaga technicznej interwencji*) oraz

4 krok: monitorowanie wyniku i ewentualnie powtarzanie interwencji  
(*tylko wtedy i tam gdzie potrzebne*).

Uziarnienie jak w przekroju górnym										
Dane					Wyniki obliczeń dla 1 do 5% zarośli					Moc strumienia
Q <sub>50</sub>	Q <sub>67</sub>	Q <sub>s</sub>	D <sub>50</sub>	D <sub>84</sub>	W	d	d <sub>m</sub>	z	S	ω
44	33	14	0,046	0,083	19,1	1,13	1,65	121	0,00411	70
	33	10	0,046	0,083	19,1	1,13	1,65	121	0,00397	67
	33	5	0,046	0,083	19,1	1,13	1,65	121	0,00371	63
	33	1	0,046	0,083	19,1	1,13	1,65	121	0,00315	53
	33	0,1	0,046	0,083	19,1	1,13	1,65	121	0,00251	42
Uziarnienie jak w przekroju dolnym										
Dane					Wyniki obliczeń dla 1 do 5% zarośli					Moc strumienia
Q <sub>50</sub>	Q <sub>67</sub>	Q <sub>s</sub>	D <sub>50</sub>	D <sub>84</sub>	W	d	d <sub>m</sub>	z	S	ω
44	33	14	0,054	0,130	19,1	1,11	1,77	121	0,00590	100
	33	10	0,054	0,130	19,1	1,11	1,77	121	0,00571	97
	33	5	0,054	0,130	19,1	1,11	1,77	121	0,00532	90
	33	1	0,054	0,130	19,1	1,11	1,77	121	0,00453	77
	33	0,1	0,054	0,130	19,1	1,11	1,77	121	0,00360	61
Pożądane uziarnienie dla zachowania spadku koryta w równowadze										
Dane					Wyniki obliczeń dla 1 do 5% zarośli					Moc strumienia
Q <sub>50</sub>	Q <sub>67</sub>	Q <sub>s</sub>	D <sub>50</sub>	D <sub>84</sub>	W	d	d <sub>m</sub>	z	S	ω
44	33	14	0,054	0,181	19,1	1,11	1,98	121	0,00777	132
	33	10	0,054	0,188	19,1	1,11	2,01	121	0,00777	131
	33	5	0,054	0,204	19,1	1,11	2,07	121	0,00777	132
	33	1	0,054	0,247	19,1	1,11	2,21	121	0,00777	132
	33	0,1	0,054	0,325	19,1	1,11	2,44	121	0,00777	132
Możliwe spadki dla uziarnienia takiego, jak materiał odstrzelony w kamieniołomie										
Dane					Wyniki obliczeń dla 1 do 5% zarośli					Moc strumienia
Q <sub>50</sub>	Q <sub>67</sub>	Q <sub>s</sub>	D <sub>50</sub>	D <sub>84</sub>	W	d	d <sub>m</sub>	z	S	ω
44	33	14	0,130	0,380	19,1	1,00	1,57	121	0,01343	227
	33	10	0,130	0,380	19,1	1,00	1,57	121	0,01298	220
	33	5	0,130	0,380	19,1	1,00	1,57	121	0,01211	205
	33	1	0,130	0,380	19,1	1,00	1,57	121	0,01031	175
	33	0,1	0,130	0,380	19,1	1,00	1,57	121	0,00819	139

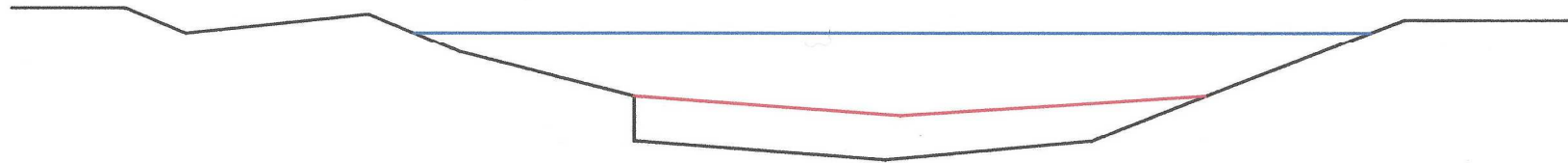
Istniejący przebieg (plan i profil) koryta potoku był analizowany za pomocą równań równowagi Hey'a Thorne'a. Uziarnienie rumowiska zarówno powyżej jak i poniżej zapory nie było odpowiednie dla koryta w równowadze dla przepływu brzegowego  $Q_b = 33 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  ( $S=0,00777$ )

*Każdy wiersz w tabeli pokazuje dane i wyniki pojedynczego obliczenia zestawu równań równowagi, uporządkowanych w taki sposób, że każda zmiana danych lub założeń wylicza wynikowy spadek koryta w równowadze.*

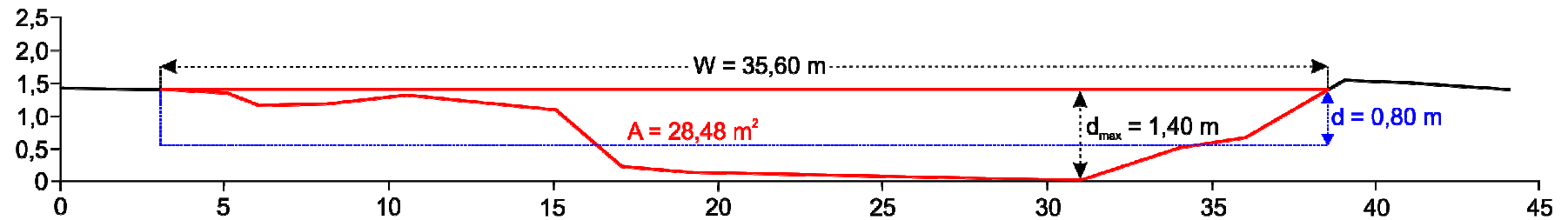
Tylko materiał taki jak odstrzelony w pobliskim kamieniołomie piaskowca był odpowiednio uziarniony dla uformowania koryta strumienia dla całego zakresu stosowności równań względem ilości wlezonego rumowiska, to jest od najmniejszych ilości (przed usunięciem zapory) do największych ilości rumowiska wlezonego (po usunięciu zapory).

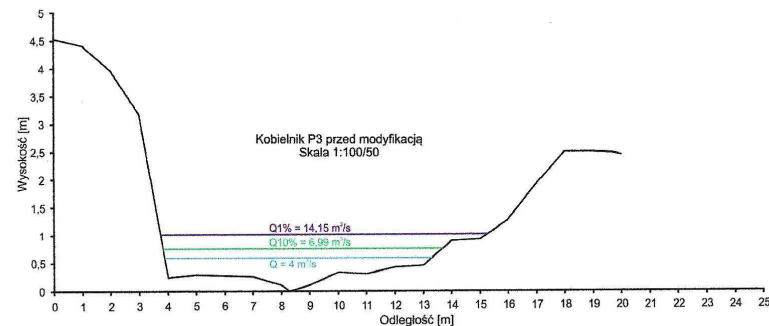
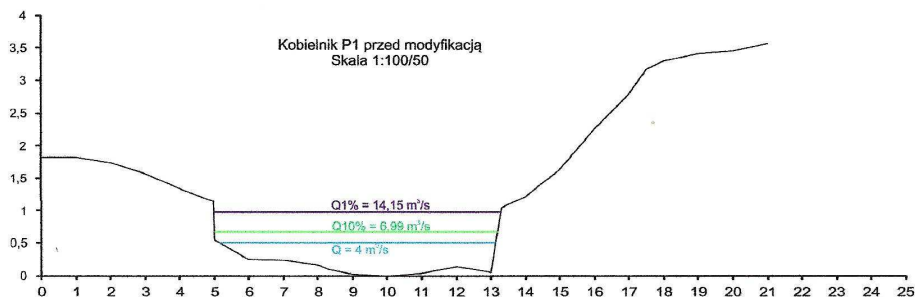
## Korona bystrza Nr 15 w 2013r. i jej ewolucja do 2016r.

$W = 25,20\text{m}$   
 $d_{\text{max}} = 2,00\text{m} / 1,30\text{m}$   
 $d = 1,35\text{m} / 0,93\text{m}$



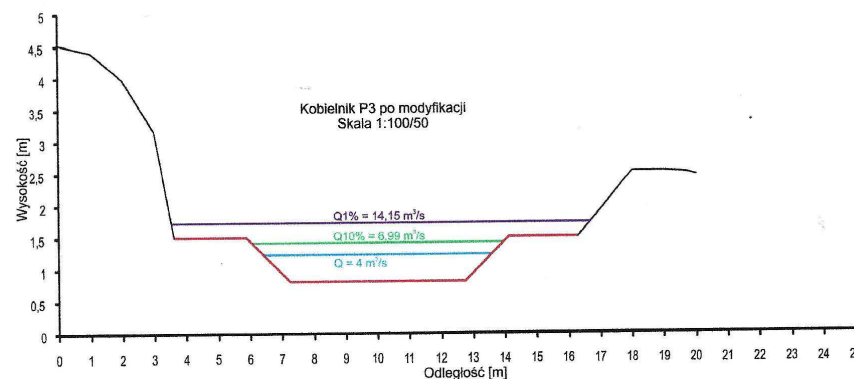
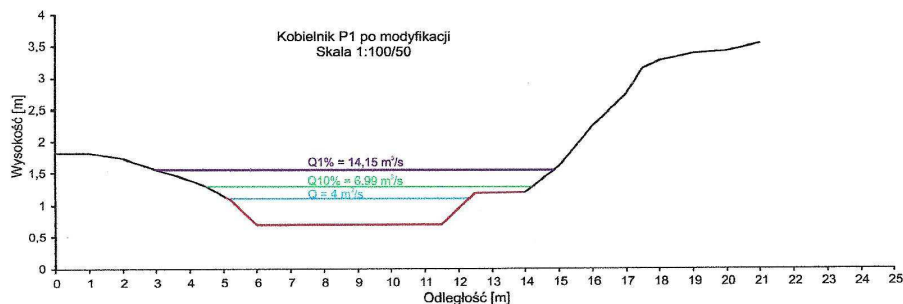
### Korona bystrza Nr 15





Przeptyw	s	w	F	Oz	n	d <sub>max</sub>	R	V	Qb	ω
Q = 4m <sup>3</sup>	0,0212	8,00	2,92	8,95	0,05	0,5	0,33	1,38	4,03	105
Q10%	0,0212	8,15	4,21	9,8	0,05	0,67	0,43	1,66	6,98	178
Q1%	0,0212	8,28	6,9	11,2	0,05	0,98	0,62	2,11	14,55	365

Przeptyw	s	w	F	Oz	n	d <sub>max</sub>	R	V	Qb	ω
Q = 4m <sup>3</sup>	0,0212	9,52	3,09	10,30	0,05	0,59	0,30	1,30	4,03	88
Q10%	0,0212	9,86	4,42	11,00	0,05	0,76	0,40	1,59	7,01	148
Q1%	0,0212	11,42	7,15	12,70	0,05	1,02	0,56	1,99	14,19	258



Przeptyw	s	w	F	Oz	n	d <sub>max</sub>	R	V	Qb	ω
Q = 4m <sup>3</sup>	0,0212	7,2	2,67	7,1	0,05	0,42	0,38	1,51	4,04	117
Q10%	0,0212	9,7	4,26	10,1	0,05	0,6	0,42	1,64	6,97	150
Q1%	0,0212	11,9	7,17	12,4	0,05	0,82	0,58	2,02	14,49	254

Przeptyw	s	w	F	Oz	n	d <sub>max</sub>	R	V	Qb	ω
Q = 4m <sup>3</sup>	0,0212	7,20	2,67	7,10	0,05	0,42	0,38	1,52	4,05	117
Q10%	0,0212	7,92	4,07	9,00	0,05	0,60	0,45	1,72	6,98	183
Q1%	0,0212	13,20	7,71	15,30	0,05	0,91	0,50	1,84	14,21	224

**Tabela 11. Prędkości wody i moce strumienia decydujące o kształtowaniu zmodyfikowanego koryta skrępowanego, dla Q10% i Q1% dla rozwiązań proponowanych i dla przekrojów pomierzonych powykonawczo.**

Nr przekroju	Rozwiązanie proponowane				Rozwiązanie zrealizowane			
	Q10% = 6,99 m <sup>3</sup> /s		Q1% = 14,15 m <sup>3</sup> /s		Q10% = 6,99 m <sup>3</sup> /s		Q1% = 14,15 m <sup>3</sup> /s	
	V [m/s]	ω [W/m <sup>2</sup> ]	V [m/s]	ω [W/m <sup>2</sup> ]	V [m/s]	ω [W/m <sup>2</sup> ]	V [m/s]	ω [W/m <sup>2</sup> ]
KO1	1,64	150	2,02	254	1,92	219	2,56	449
KO2	1,72	183	2,09	324	1,88	208	2,32	351
KO3	1,72	183	1,84	224	1,88	207	2,30	345
KO4	1,70	178	2,19	333	2,00	242	2,53	434

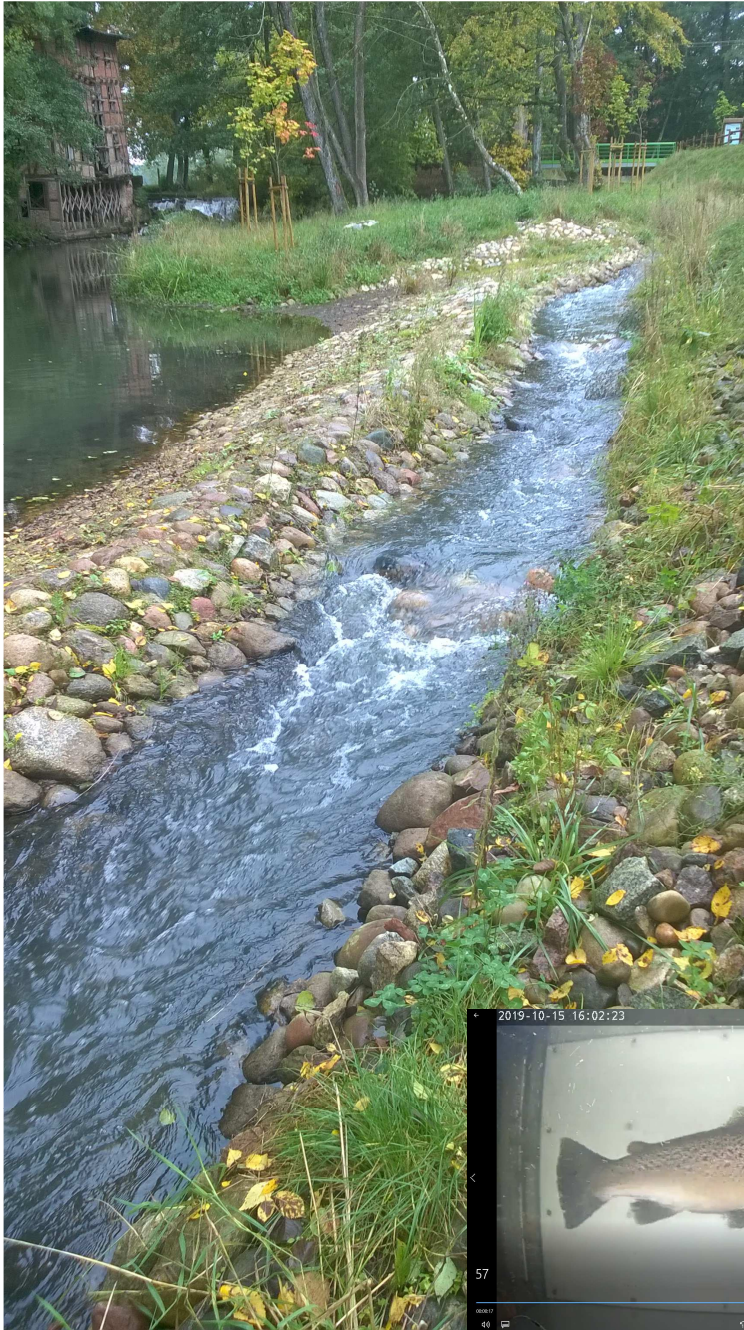
**Tabela 3. Charakterystyka cieków naturalnych o określonej jednostkowej mocy strumienia\***

Jednostkowa moc strumienia przy przepływie pełnokorytowym:	Charakter cieku naturalnego:
$\leq 10 \text{ W m}^{-2}$	Ciek piaszczysty o małej mocy strumienia
$10 \div 35 \text{ W m}^{-2}$	Ciek żwirodenny, niskoenergetyczny, stabilny. Wykazuje tendencję do formowania koryta o małym zróżnicowaniu morfologii oraz siedlisk organizmów
$35 \div 100 \text{ W m}^{-2}$	Ciek żwirodenny o dużej energii strumienia, zachowujący równowagę w przypadku ograniczonej dostawy rumowiska i adekwatnym uziarnieniu bystrzy i plos
$100 \div 300 \text{ W m}^{-2}$	Ciek żwirodenny lub kamienisty o bardzo dużej energii strumienia i korycie stabilnym tylko w przypadku niezaburzonej dostawy rumowiska z brzegów lub dopływów
$\geq 300 \text{ W m}^{-2}$	Ciek kamienisty, przy zewnętrznych ograniczeniach koryta i doliny niestabilny i wykazujący tendencję do transformacji w koryto skalne

\* - wg. Możliwe techniczna i biologiczne interwencje w utrzymaniu rzek górskich

## Objawy dobrego stanu wód;

- dobry stan ichtiofauny wynikający z możliwości dwukierunkowej swobodnej migracji wzdłuż rzek (dostępu do właściwych siedlisk)



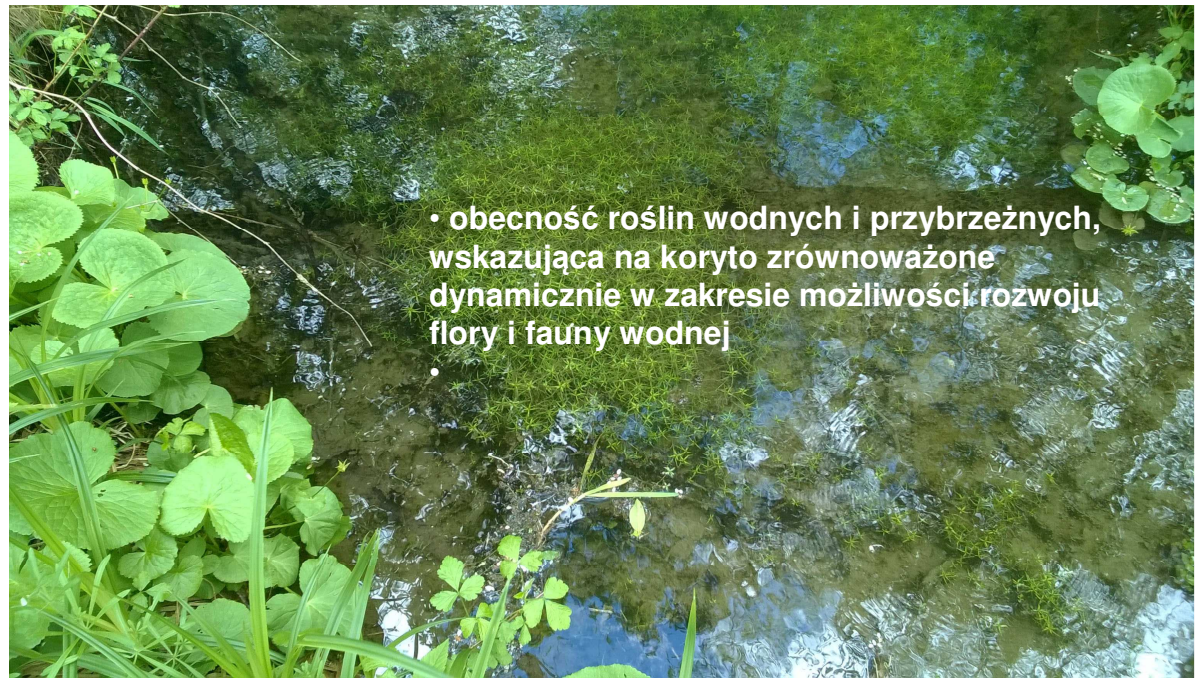
## Objawy dobrego stanu wód;



- obecność gruboziarnistego żwiru w korycie wynikająca ze zróżnicowanej mocy strumienia



## Objawy dobrego stanu wód;



- obecność roślin wodnych i przybrzeżnych, wskazująca na koryto zrównoważone dynamicznie w zakresie możliwości rozwoju flory i fauny wodnej

# STRATEGIA SPONTANICZNEJ REWITALIZACJI RZEK – korytarz swobodnej migracji



## STRATEGIA SPONTANICZNEJ REWITALIZACJI RZEK – korytarz swobodnej migracji

Pomiędzy nasypem pod powierzchnią terenu a skarpą nasypu drogowego wykonano półkę z gruntu urodzajnego dla posadzenia pasa leśnego oddzielającego drogę od terenu rzeki, 2012



## STRATEGIA SPONTANICZNEJ REWITALIZACJI RZEK – korytarz swobodnej migracji

Pomiędzy nasypem pod powierzchnią terenu a skarpą nasypu drogowego wykonano półkę z gruntu urodzajnego dla posadzenia pasa leśnego oddzielającego drogę od terenu rzeki, 2012



**REZULTAT:** retencja korytowa,  
sedymentacja pozakorytowa,  
łączność wód płynących z  
gruntowymi, interwencja inżynierska  
prowadzona z dala od koryta rzeki, w  
pobliżu infrastruktury (*brak  
konieczności regulacji rzeki*)



## STRATEGIA SPONTANICZNEJ REWITALIZACJI RZEK – korytarz swobodnej migracji

Q5%

**REZULTAT:** retencja korytowa (ok. 500 000 m<sup>3</sup> przy przepływie Q1%),  
sedymentacja pozakorytowa, zmniejszenie prędkości odpływu,

efekt podobny do znacznie większych działań:

**odsunięcia obwałowań Odry,**

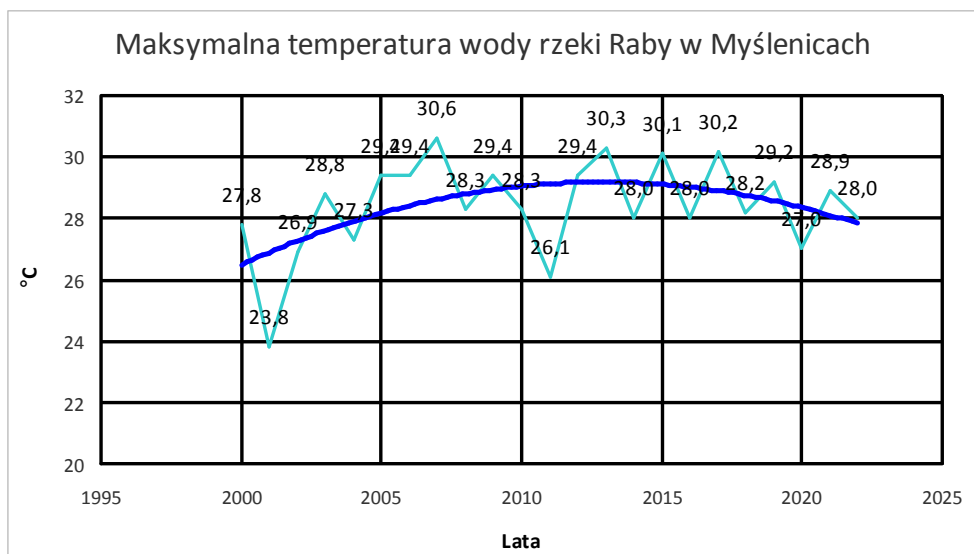
projekt WWF Domaszków – Tarchalice

[https://ratujmyrzeki.bagna.pl/images/Domaszkow\\_WWF.pdf](https://ratujmyrzeki.bagna.pl/images/Domaszkow_WWF.pdf),

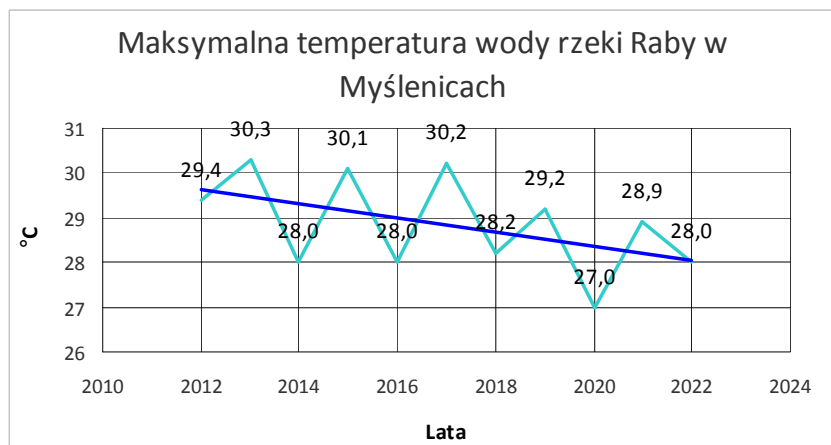
czy propozycji w projekcie TNZ: **poldery poza obwałowaniami Wisły**  
powyżej Krakowa

[http://www.tnz.most.org.pl/wisliska/images/pliki/Zalacznik\\_2%20ok.pdf](http://www.tnz.most.org.pl/wisliska/images/pliki/Zalacznik_2%20ok.pdf).

# STRATEGIA SPONTANICZNEJ REWITALIZACJI RZEK – korytarz swobodnej migracji: obniżenie temperatury wody w lecie



W okresie od 2000 do czerwca 2022



W okresie realizacji i trwałości Projektu 2012 do czerwca 2022

W

<b>2000</b>	<b>27,8</b>
<b>2001</b>	<b>23,8</b>
<b>2002</b>	<b>26,9</b>
<b>2003</b>	<b>28,8</b>
<b>2004</b>	<b>27,3</b>
<b>2005</b>	<b>29,4</b>
<b>2006</b>	<b>29,4</b>
<b>2007</b>	<b>30,6</b>
<b>2008</b>	<b>28,3</b>
<b>2009</b>	<b>29,4</b>
<b>2010</b>	<b>28,3</b>
<b>2011</b>	<b>26,1</b>
<b>2012</b>	<b>29,4</b>
<b>2013</b>	<b>30,3</b>
<b>2014</b>	<b>28,0</b>
<b>2015</b>	<b>30,1</b>
<b>2016</b>	<b>28,0</b>
<b>2017</b>	<b>30,2</b>
<b>2018</b>	<b>28,2</b>
<b>2019</b>	<b>29,2</b>
<b>2020</b>	<b>27,0</b>
<b>2021</b>	<b>28,9</b>
<b>2022*</b>	<b>28,0</b>

Z wykresu obok zdaje się być widoczny wyraźny trend wzrostowy maksymalnej temperatury wody w rzece Raby w latach 2001 do 2007, kiedy zanotowano absolutne maksimum (30,6°C) w całym okresie prowadzenia pomiarów i dwa wydarzenia masowego śnięcia ryb: w roku 2005 i 2007. Okres 2001 do 2007 ściśle odpowiada zmasowanym regulacjom rzeki Raby od Myślenic do Pcimia i później od Mszany do Lubnia, wraz z regulacjami potoku Krzczonówka (2004-2007) oraz potoku Mszanka (2003-2007). W następstwie zakończenia robót regulacyjnych i po wielkiej powodzi z roku 2010, w latach 2008 do 2011 temperatury były poniżej 29,5°C i rokowały dalszy spadek.

W okresie realizacji Projektu SPPW KIK/37 Tariiska Górnej Raby (2012 do 2022) temperatury maksymalne jakby wzrosły, powtórzyły się także trzykrotnie temperatury przewyższające nieznacznie graniczne 30°C. Nie wiązało się to jednak z obserwowaniem jakichkolwiek śnięć ryb. Po nakreśleniu trendu maksymalnych rocznych temperatur w okresie dwudziestolecia (od 2000 do czerwca 2022) okazało się, że dla zebranych danych krzywa trendu osiągnęła maksimum po wielkiej powodzi w 2012 roku na wysokości około 29,2°C, a następnie powoli opada do poniżej 28,0°C.

\* - do 14 czerwca 2022



## Uzupełnianie rumowiska w rzekach celem wytworzenia właściwej morfologii koryta i zwiększenia retencji korytowej

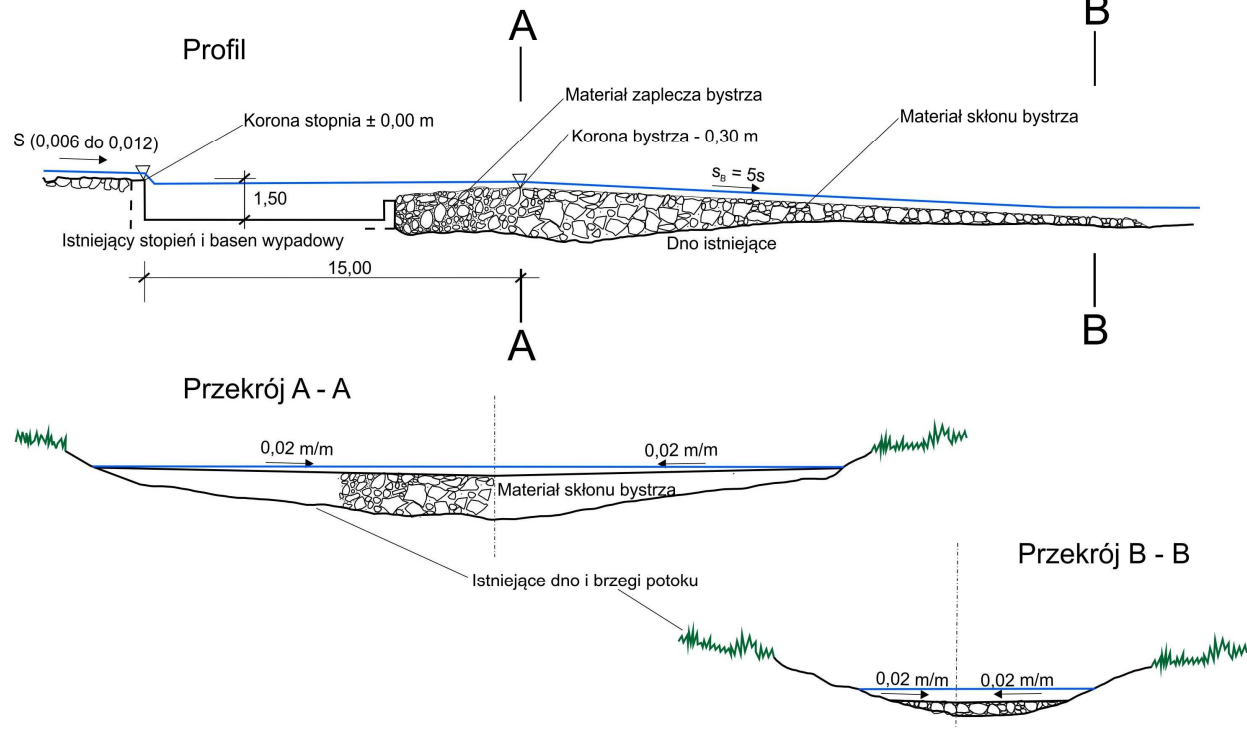
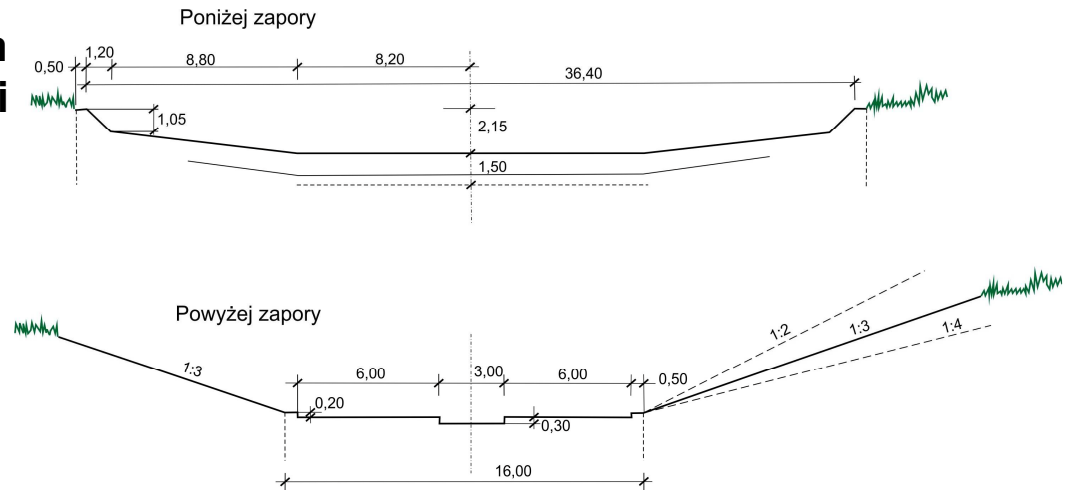
Zaplecze, korona i skłon bystrza poniżej mostu drogowego na górnej **Tanwi**: można rozpoznać różnicę pomiędzy wąszym, głębszym i spokojniejszym plosem – powyżej mostu – a płytszym, szerszym i szybszym bystrzem poniżej korony bystrza. Zwraca uwagę drobniejsze żwirowe rumowisko zaplecza (8/64 mm) w porównaniu z grubszym uziarnieniem skłonu bystrza (30/200 mm).  
*(Prace wykonane w ramach utrzymania wód)*



# Uzupełnianie rumowiska w rzekach celem wytworzenia właściwej morfologii koryta i zwiększenia retencji korytowej

Interfejs pomiędzy **korytem uregulowanym i  
zabudowanym a naturalnymi fragmentami  
koryta** przez wprowadzenie pojedynczych bystrzy  
w ramach **utrzymania rzek, potok Muszynka**

## Przelewy stopni istniejących:



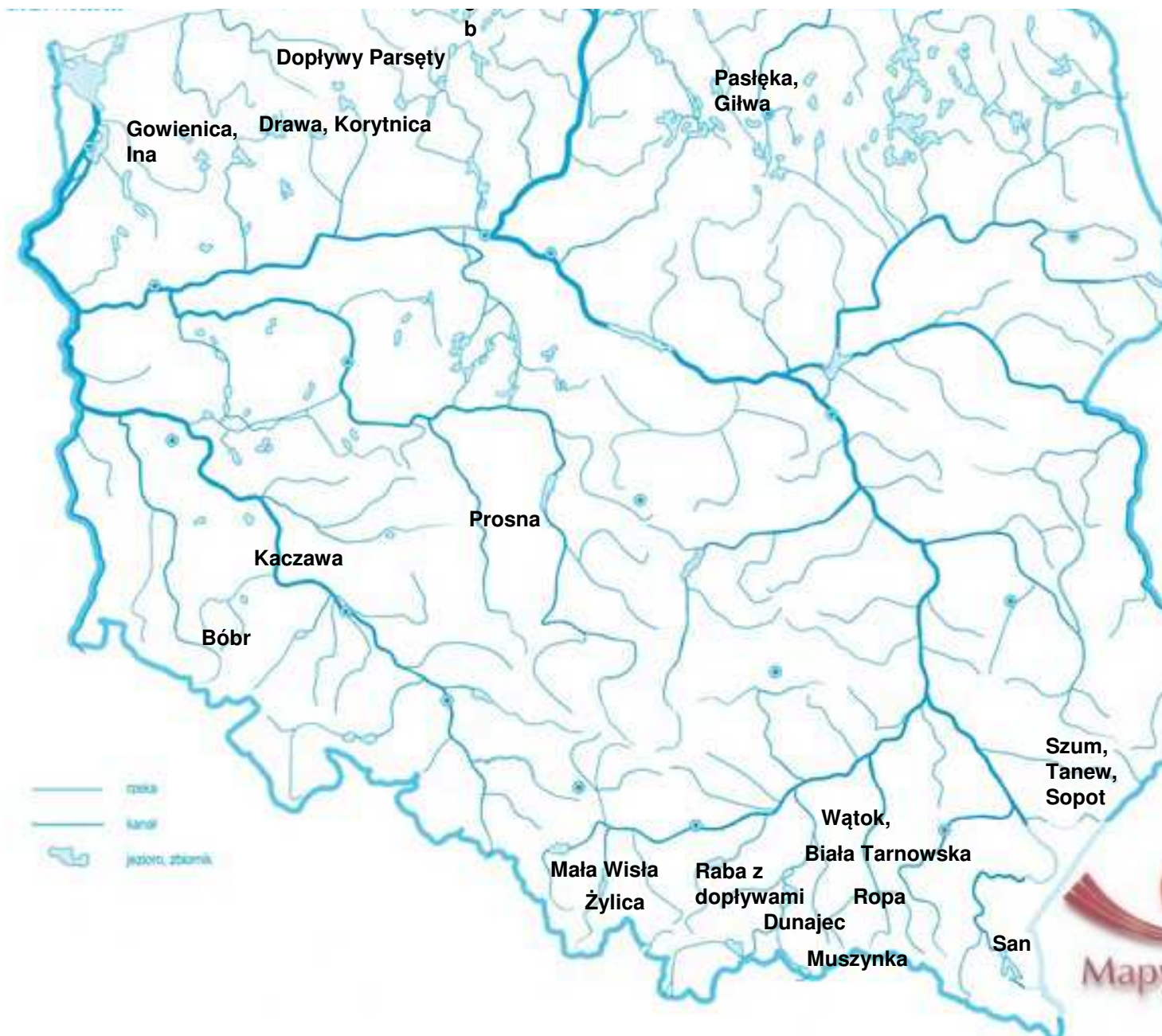


**Uzupełnianie rumowiska w  
rzekach celem wytworzenia  
właściwej morfologii koryta i  
zwiększenia retencji korytowej  
oraz umożliwienia migracji ryb**

**Korona bystrza znacznie  
poniżej przelewu gurtu  
denne go niecki wypadowej  
stopnia, gdzie uformował się  
głęboki wybój, potok  
Krzczonówka (*utrzymanie wód  
przez ZZ Raby, przykład trafił  
do podręcznika KDP  
Utrzymanie Wód*). Korona  
interwencyjnego  
bystrza znacznie szersza niż  
lustro wody brzegowej  
uregulowanego koryta. (2013)**

## REZULTATY

Wdrożenia  
2010-2022  
koncepcje,  
ekspertyzy,  
nadzory  
(plus publikacje i  
międzynarodowa  
konferencja  
w Krakowie 2016



# RAPORT KOŃCOWY PROJEKTU "TARLISKA GÓRNEJ RABY"

Czyli: Historia rewitalizacji doliny Raby od Lubnia do Myślenic  
w latach 1999 do 2022



KRAKÓW 2022

LINKI DO MATERIAŁÓW TGR I JOT- Doradztwo Inwestycyjno-Budowlane  
2023-04-11

(domena publiczna: możliwość korzystania pod warunkiem podania źródła)

OPIS:	Link:
<b>Aktualności</b> (29 stron z linkami do filmów i innych referencji)	<a href="http://www.tarliskagornejraby.pl/news.php">http://www.tarliskagornejraby.pl/news.php</a>
<b>1. Wytyczne:</b> Możliwe techniczne i biologiczne interwencje w utrzymaniu rzek górskich	<a href="http://tarliskagornejraby.pl/download.php?view.94">http://tarliskagornejraby.pl/download.php?view.94</a>
<b>2. RAPORT KOŃCOWY PROJEKTU "TARLISKA GÓRNEJ RABY"</b> Czyli: Historia rewitalizacji doliny Raby od Lubnia do Myślenic w latach 1999 do 2022. (spis publikacji i lista wdrożeń do 2022)	<a href="http://tarliskagornejraby.pl/download.php?view.142">http://tarliskagornejraby.pl/download.php?view.142</a>
<b>3. Rezultaty Projektu,</b> w tym: Pakiet wstępnych raportów z inwentaryzacji przyrodniczych, Pakiet końcowych raportów z inwentaryzacji przyrodniczych, Materiały konferencyjne "Ku najlepszym praktykom rewitalizacji i utrzymania rzek, Kraków 2016", film z realizacji projektu ang. i pl.	<a href="http://www.tarliskagornejraby.pl/page.php?18">http://www.tarliskagornejraby.pl/page.php?18</a>
<b>4. Firma JOT Doradztwo Inwestycyjno-Budowlane, podejście, podstawy, poglądy, działalność.</b>	<a href="http://jot.tarliskagornejraby.pl/index.php">http://jot.tarliskagornejraby.pl/index.php</a>
<b>5. Lista publikacji 1985-2013 firmy JOT</b>	<a href="http://jot.tarliskagornejraby.pl/index.php/lista-publicacji-1985-2022">http://jot.tarliskagornejraby.pl/index.php/lista-publicacji-1985-2022</a>
<b>Ramowa Dyrektywa Wodna</b>	<a href="https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/ALL/?uri=CELEX:32000L0060">https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/ALL/?uri=CELEX:32000L0060</a>
<b>Niemieckie opisy rzek</b>	<a href="https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/strategien-zur-optimierung-von-flie遝gewaesser">https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/strategien-zur-optimierung-von-flie遝gewaesser</a>