

Zespół Geotechniki w Instytucie Budownictwa

WYDZIAŁ GEODEZJI, INŻYNIERII PRZESTRZENNEJ I BUDOWNICTWA

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Budowle hydrotechniczne

Wykład 13

***Budowle hydrotechniczne
w regulacji rzek
i inżynierii brzegowej***

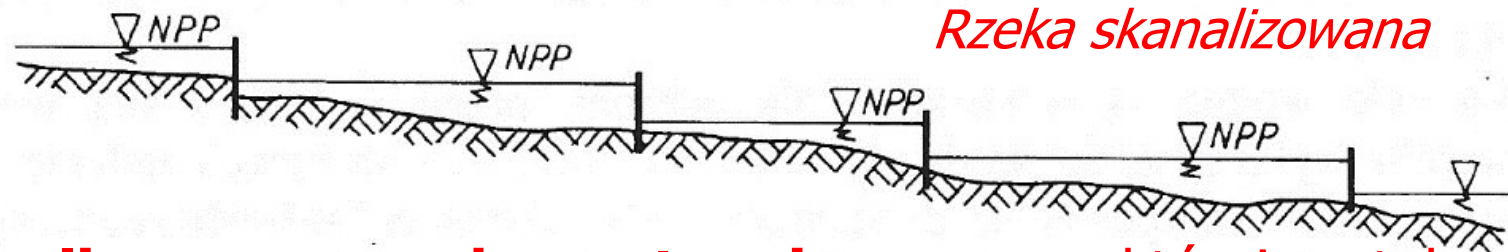
Zadania Gospodarki Wodnej w zgodzie z zasadami zrównoważonego rozwoju:

- **ochrona ekosystemów wodnych** (obejmuje także florę i faunę oraz geomorfologię korytarza strumienia, czyli łóżyska w dolinie rzeki wraz ze strukturą jego podziemnego i powierzchniowego zasilania w wodę),
- **wykorzystanie wód w rozwoju społeczno-gospodarczym** (zaopatrzenie w wodę pitną, dla przemysłu i rolnictwa, energetyka wodna, żegluga, rybactwo, rekreacja),
- **przeciwdziałanie skutkom naturalnych zagrożeń** (ograniczenie ryzyka powodziowego i ryzyka wystąpienia suszy, a także ograniczenia skutków powodzi i suszy)

Regulacja rzek – polega na uformowaniu i utrwaleniu odpowiedniego kształtu koryta, aby rzeka spełniała określone wymagania związane z celem regulacji

– **zabiegi techniczne, których celem jest:**

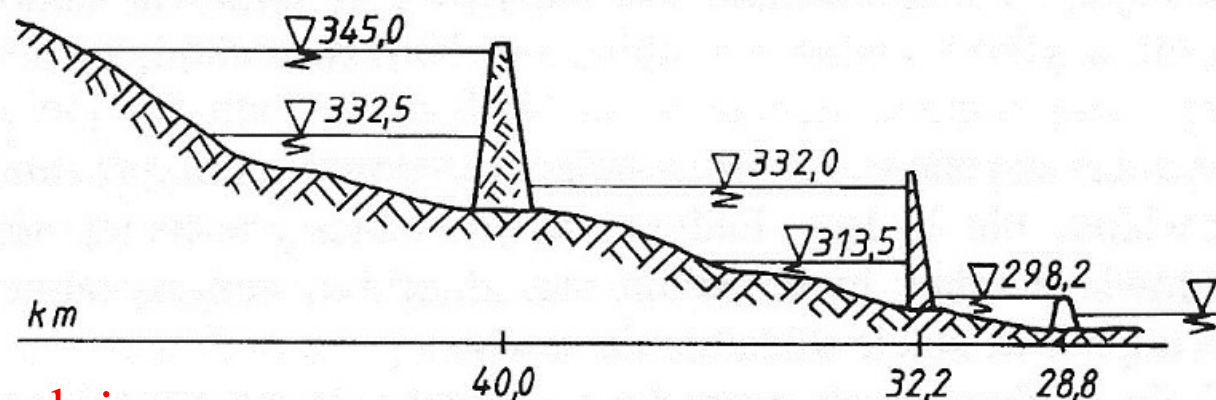
- *dostosowanie rzeki do określonych potrzeb gospodarczych,*
- ***stabilizacja koryta – zabezpieczenie koryta przed erozją lub akumulacją rumowiska,***
- *zapewnienie odpowiedniej przepustowości koryta głównego i terenu zalewowego (lub międzywala) dla potrzeb ochrony przed powodzią terenów dolin intensywnie zagospodarowanych.*



Rzeka skanalizowana - rzeka zestopniowana, na której zostały stworzone warunki do uprawiania żeglugi, takie jak na kanale żeglownym (Odra, Koźle-Brzeg Dolny; Wisła, Dwory-Przewóz; Noteć)



Rzeka zestopniowana – rzeka zabudowana stopniami wodnymi



Zestopniowanych rzek nie należy nazywać rzekami skanalizowanymi, jeśli ich stopnie nie mają śluz.

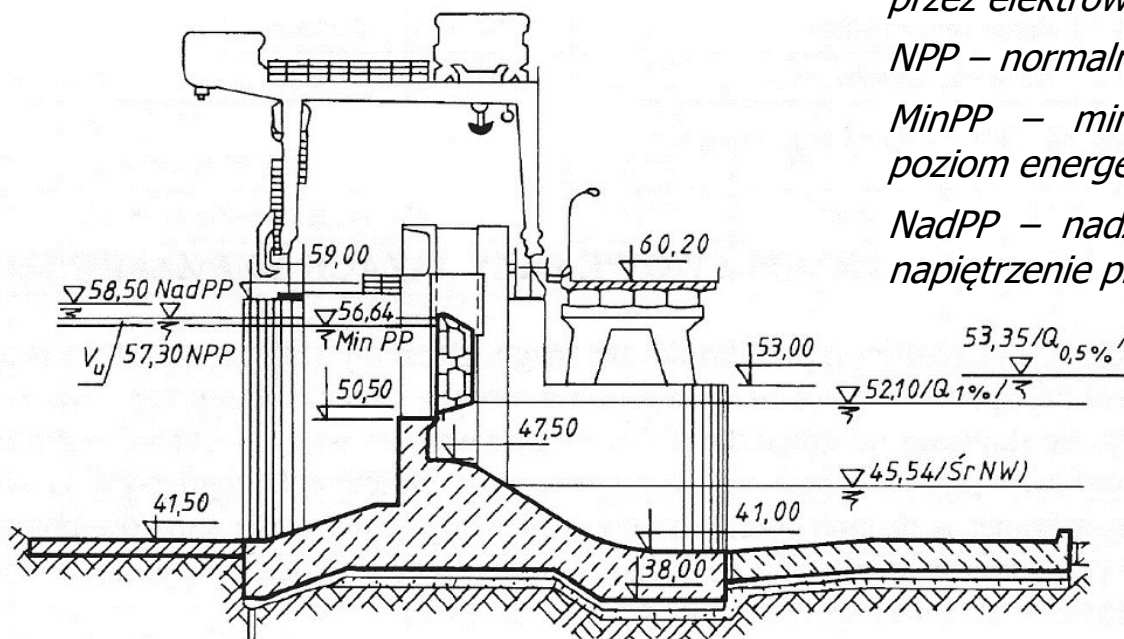
Włocławek na Wiśle:

V_u – objętość wyrównania dobowego, wykorzystywanego przez elektrownię wodną;

NPP – normalny poziom piętrzenia,

MinPP – minimalny poziom piętrzenia lub minimalny poziom energetyczny,

NadPP – nadzwyczajny poziom piętrzenia (dopuszczalne napięcie przy przejściu fali powodziowej).



Konserwacja rzek (kanałów)

– zabiegi techniczne, których celem jest utrzymanie w dotychczasowym stanie:

- *warunków przepływu (tj. przepustowości i poziomów wód) w korycie głównym rzek naturalnych i uregulowanych, a także przepływu wód wielkich po terenie doliny lub w międzywalu (np. okresowe wykaszanie i wycinanie nadmiernej roślinności, usuwanie przewróconych drzew i innych przeszkód),*
- *stabilności koryta - usuwanie lokalnych skutków erozji i akumulacji rumowiska (np. umacnianie brzegów, bagrowanie – tj. prace pogłębiarskie w celu usuwania nagromadzonego rumowiska),*
- *istniejących umocnień brzegowych, budowli regulacyjnych, wałów przeciwpowodziowych itp. obiektów.*

Cel regulacji wyniku

- z wymagań gospodarczych i ochrony przed powodzią,
- ze złego stanu środowiska przyrodniczego rzeki i doliny –

Dyrektywa Wodna nakłada obowiązek uzyskania do roku 2015 przez rzeki europejskie „***dobrego statusu ekologicznego***”, tj. poprawy:

- jakości wód
- warunków życia biologicznego
- ciągłości korytarzy ekologicznych w korytach i dolinach rzecznych.

Główne zadania regulacji rzek

- ✓ uzyskanie wymaganych warunków korzystania z wody.
- ✓ umożliwienie swobodnego spływu wód tam gdzie to jest potrzebne z zachowaniem bezpieczeństwa i warunków przyjaznych dla środowiska.
- ✓ stworzenie wymaganych warunków do życia i rozwoju ryb i ich wędrówki.
- ✓ stworzenie warunków przyjaznych do rekreacji i sportów wodnych.
- ✓ zagospodarowanie starorzeczy (np. kanały ulgi na czas powodzi).

Cele regulacji rzek

- ❑ Ochrona przed powodzią – gdy występują tereny zurbanizowane, intensywnie użytkowane rolniczo, ważne obiekty przemysłowe, obiekty infrastruktury (np. oczyszczalnie ścieków)
- ❑ Stabilizacja rzeki - ograniczenie erozji brzegów i/lub dna, zmniejszenie akumulacji rumowiska,
- ❑ Potrzeby gospodarcze:
 - rolnictwo – regulacja poziomu wody gruntowej w dolinie, nawodnienia, stawy rybne
 - żegluga – zapewnienie odpowiednich głębokości i trasy rzeki
 - obiekty infrastruktury – ujęcia wody, oczyszczalnie ścieków, mosty, przejścia rurociągów i kabli pod dnem, przeprawy wojskowe itp. – zapewnienie bezpiecznego funkcjonowania tych obiektów,
 - budowle wodne (w tym dla potrzeb energetyki wodnej)

Przyczyny podejmowania robót regulacyjnych:

- brak stabilności koryta w układzie poziomym lub pionowym,
- brak wymaganej przepustowości koryta dla wód wielkich (ochrona przed powodzią),
- braku wymaganego poziomu wód (rolnictwo) lub głębokości wody i trasy rzeki (żegluga).
- konieczności poprawy stanu środowiska rzeki i doliny:
 - renaturyzacja rzeki – przebudowa rzeki dawniej uregulowanej,
 - rewitalizacja rzeki – poprawa warunków ekologicznych w zdegradowanych rzekach naturalnych oraz uregulowanych nie wymagających przebudowy koryta.

Prace koncepcyjne:

- czy cel regulacji może być osiągnięty jedynie przez prace porządkowe i zabezpieczające w ramach robót konserwacyjnych,
- czy wystarczające byłyby tylko lokalne roboty regulacyjne, polegające na korekcie trasy rzeki, umocnieniu brzegów, usunięciu przeszkód, przewężeń, odsypisk itp.,
- czy przeprowadzenie systematycznej regulacji jest bezwzględnie konieczne na całym rozpatrywanym odcinku rzeki.

Cechy regulacji rzek

Pozytywne:

Zaspokojone potrzeby gospodarcze

Negatywne:

***Utrata walorów rzeki naturalnej
i drastyczna ingerencja w
środowisko***



Środowiskowe skutki regulacji technicznej

- *prostowanie koryt i zwiększanie ich spadku,*
- *nadawanie przekrojom poprzecznym ujednoliconych kształtów i wymiarów,*
- *likwidacja nieregularności brzegów i dna,*
- *likwidacja wysp, bocznych koryt, wypłyceń,*
- *budowa stopni, jazów, zapór, które:*
 - *wpływają na zmiany w transporcie rumowiska (zamulenie górnych stanowisk, erozja w dolnych)*
 - *uniemożliwienie wędrówek ryb i innych organizmów wzdłuż cieków*
- *usuwanie drzew i krzewów oraz wprowadzanie gatunków obcych w strefie brzegowej*

Środowiskowe skutki regulacji technicznej

- duża monotonność krajobrazu;
- zanik naturalnych biotopów (mokradła, roślinność brzegowa oczka wodne itp.);
- zanik lub zmiana populacji ryb i innych zwierząt wodnych, a także ptaków i ssaków związanych z wodami i doliną rzeki;
- wzrost zanieczyszczeń rzeki w wyniku braku naturalnych biofiltrów (mokradła, roślinność brzegowa), w których intensywnie przebiegają procesy samooczyszczania wód.

**Problematyka regulacji rzek wymaga nowego spojrzenia zarówno od strony technicznej jak i ekologicznej →
„regulacja naturalna”**

„Regulacja naturalna”

Stosuje się zasady zrównoważonego rozwoju, biorąc pod uwagę w równym stopniu

- potrzeby gospodarcze,
- wymagania ochrony środowiska.

Cechy:

- potrzeby gospodarcze zwykle nie są zaspokojone w 100 %,
- dąży się do zachowania w maksymalnym stopniu walorów naturalnych rzeki i doliny, a także wprowadza się tzw. kompensacje – tworzy się zastępcze biotopy i mikrosiedliska
- dąży się do zachowania możliwie dużych naturalnych zdolności retencyjnych rzeki i doliny – zmniejszenie zagrożenia powodziowego dla terenów dolinowych leżących w dole rzeki

„Regulacja naturalna”

- ✓ trasa koryta w jak największym stopniu pokrywająca się z istniejącą,
- ✓ układ poziomy zbliżony do naturalnego – koryto meandrujące lub roztokowe,
- ✓ zmienny profil podłużny – zróżnicowane głębokości wody,
- ✓ zróżnicowany kształt i wymiary przekrojów poprzecznych,
- ✓ zachowanie lub tworzenie nowych struktur korytowych – zatok, bocznych odnóg, wysp itp.,
- ✓ zastosowanie biologicznych i biotechnicznych umocnień brzegowych i budowli regulacyjnych,
- ✓ stosowanie naturalnych materiałów konstrukcyjnych (drewno, faszyna, kamień) oraz materiałów sztucznych jeżeli umożliwiają zachowanie naturalnego wyglądu umocnienia, budowli regulacyjnej lub budowli wodnej.

Porównanie regulacji technicznej i naturalnej

	Regulacja techniczna	Regulacja naturalna
Zakres robót	Przekształcenie koryta na całym odcinku objętym projektem – regulacja systematyczna	Przekształcenie koryta tylko w tych miejscach, gdzie jest to konieczne – regulacja niesystematyczna
Wymagania ochrony środowiska	Nie uwzględniane lub w niewielkim zakresie – duże zmiany i straty w środowisku naturalnym rzeki i doliny	Projekty muszą zapewniać zachowanie stanu środowiska w możliwie maksymalnym stopniu; straty należy rekompensować przez tworzenie tzw. biotopów zastępczych
Układ poziomy trasy regulacyjnej	Koryto nadmiernie wyprostowane, luki kołowe o dużych promieniach, liczne przekopy, likwidacja lub odcinanie akwenów leżących poza nową trasą	Nowa trasa w maksymalnym stopniu prowadzona w obrębie istniejącego koryta, luki o zmiennej krzywiźnie, odcięte fragmenty koryta połączone z korytem głównym
Układ pionowy	Profil podłużny ujednolicony – jednakowe spadki dna i zwierciadła wody	Profil podłużny zmienny, zgodny z sekwencyjnym występowaniem plos i bystrzy

Rodzaje budowli regulacyjnych:

1. utrwalenie (umocnienie) brzegu przed niszczącym działaniem:
 - płynącej wody i jej zmiennych poziomów,
 - naporu kry lodowej,
 - falowania (wiatr, ruch statków)
 - spływu wód opadowych i roztopowych po skarpierodzaj budowli – **ubezpieczenie brzegowe, opaska brzegowa**

2. wytworzenie i utrwalenie nowej linii brzegowej
rodzaj budowli – **tama podłużna, tama poprzeczna (ostroga), przetamowanie**

3. sterowanie strumieniem wody i rumowiska
rodzaj budowli – **kierownice, tarcze kierujące, trawersy**

4. przyspieszenie zamulenia (załadowania) akwenów leżących poza nową trasą rzeki
rodzaj budowli – **zamułniki**

Rodzaje budowli regulacyjnych

Wybór budowli regulacyjnych zależy od:

1. celu regulacji
2. położenia projektowanej linii brzegowej w stosunku do istniejącej
3. położenia koryta w planie (brzeg wypukły, brzeg wklęsły, odcinek prosty)

Każdy z rodzajów budowli może:

- mieć zróżnicowaną konstrukcję,
- być wykonany z różnych materiałów

Konstrukcja budowli i rodzaj materiału zależy od:

- charakteru i wielkości rzeki (potok – górski, nizinny, rzeka – górską, nizinna..),
- reżimu przepływu
- materiału korytowego
- charakteru ruchu rumowiska
- występowania zjawisk lodowych
- parametrów hydraulicznych: prędkości przepływu (naprężenia styczne), głębokości wody

Elementy koryta rzecznego

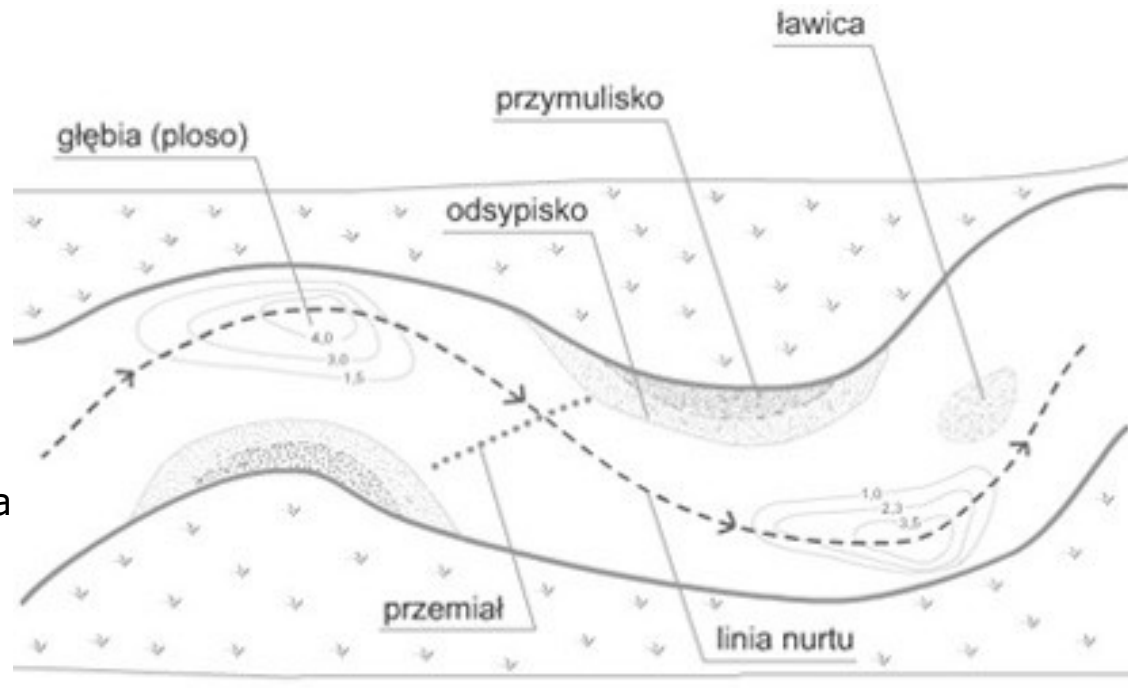
linia nurtu - linia ciągła łącząca miejsca o największej prędkości przepływu (największej głębokości w korycie rzeki). Zwykle z powodu nierówności dna, linia nurtu nie znajduje się na środku rzeki, ale przemieszcza się od brzegu do brzegu, prowadząc do powstawania serpentyn i meandrów;

ławica - to wał piasku i innych osadów dennych, usypany przez rzekę w jej korycie lub przez wody morskie na szelfie. Wyróżnia się następujące rodzaje ławic: ławicę rzeczną, ławicę śródrzeczną, ławicę przybrzeżną, ławicę śródmorską.

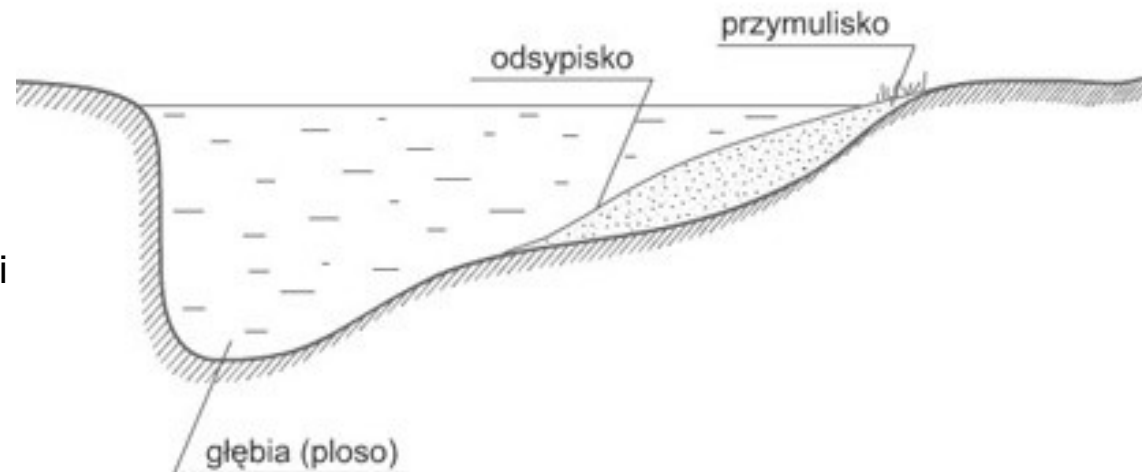
odsypisko - miejsce osadzania się osadu niesionego przez rzekę (żwir, piasek, muł);

przemiał - to formacja denną na swobodnie płynącej rzece, mająca postać wędrującej ławicy, długi (mielizna) oraz krótki (próg). Przemiały tworzą się zazwyczaj w poszerzeniu nurtu rzeki w przejściach pomiędzy głębiami znajdującymi się w zatokach o stromych urwanych brzegach;

przymulisko - trwale utrzymujące się odsypisko, często porośnięte roślinnością.



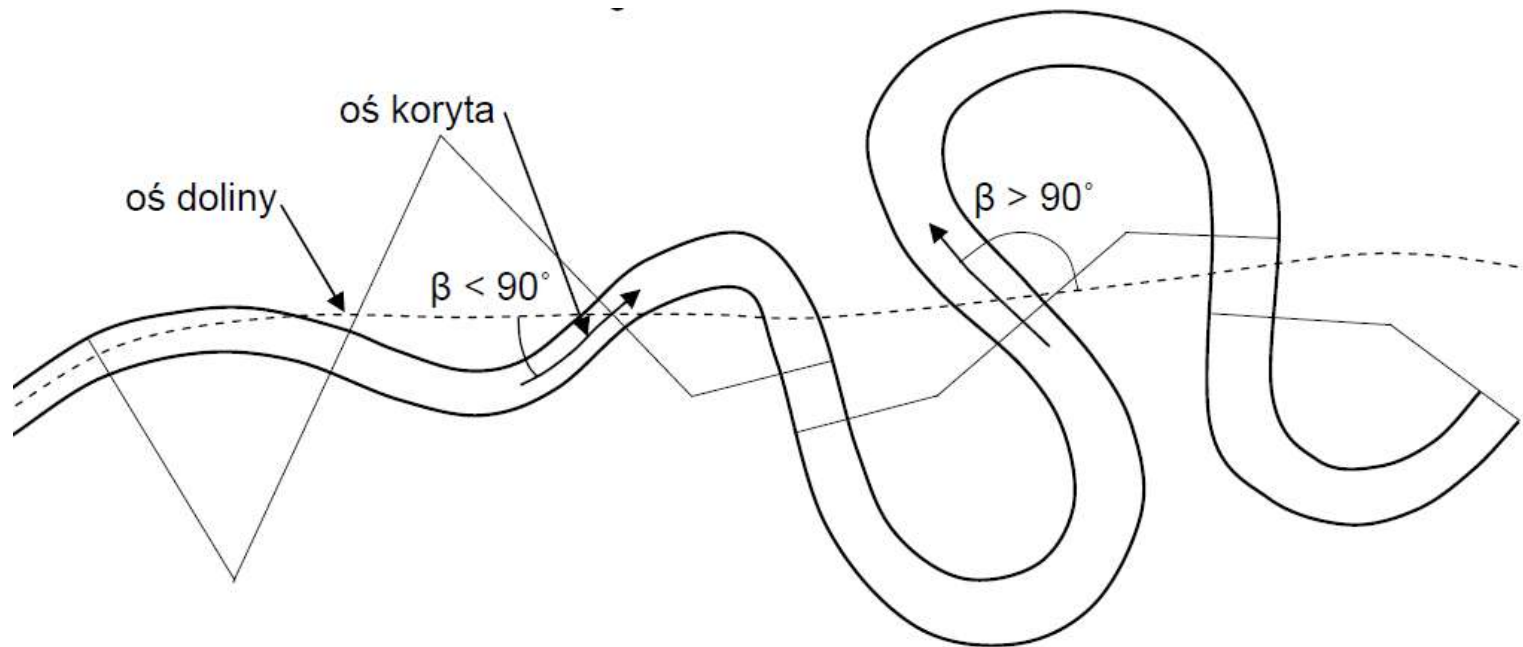
Rys. charakterystyczne elementy koryta rzecznego



Rys. przekrój poprzeczny zakola rzeki

Regulacja rzek

przy projekcie regulacyjnym należy uwzględnić naturalny stan koryta rzecznego, czyli dostosować szerokość i głębokość do krzywizn oraz spadku podłużnego, a także pamiętać o zmieniających się regularnie łukach w korycie.



Regulacja rzek dla celów żeglugowych

Trasa rzeki:

- długie odcinki proste
- łuki o dużych promieniach

Przekrój poprzeczny:

- odpowiednia głębokość
- odpowiednia szerokość

Infrastruktura:

- wymiary dostosowane do klasy drogi wodnej:
 - szerokość światła mostów
 - prześwit pod konstrukcją
 - prześwit pod liniami energetycznymi
 - śluzy
- nabrzeża, porty

Drogi wodne dla celów turystycznych i rekreacyjnych - minimalna głębokość wody 0,3 ÷ 0,5 m

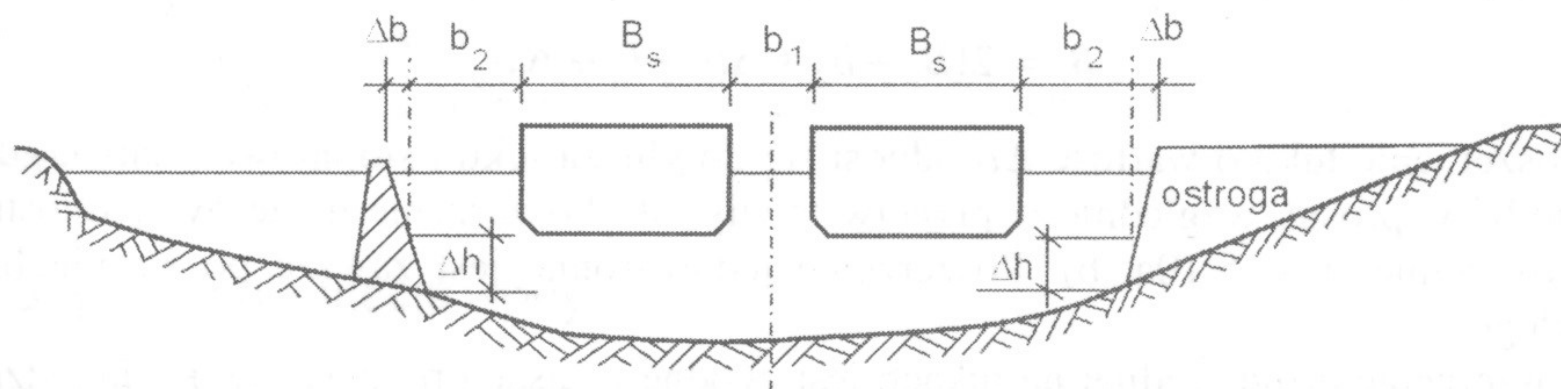
Regulacja rzek dla celów żeglugowych powinna być dopasowana do klasy drogi wodnej.

Klasa wodna odnosi się do maksymalnych wymiarów taboru takiego jak statek czy też barka.

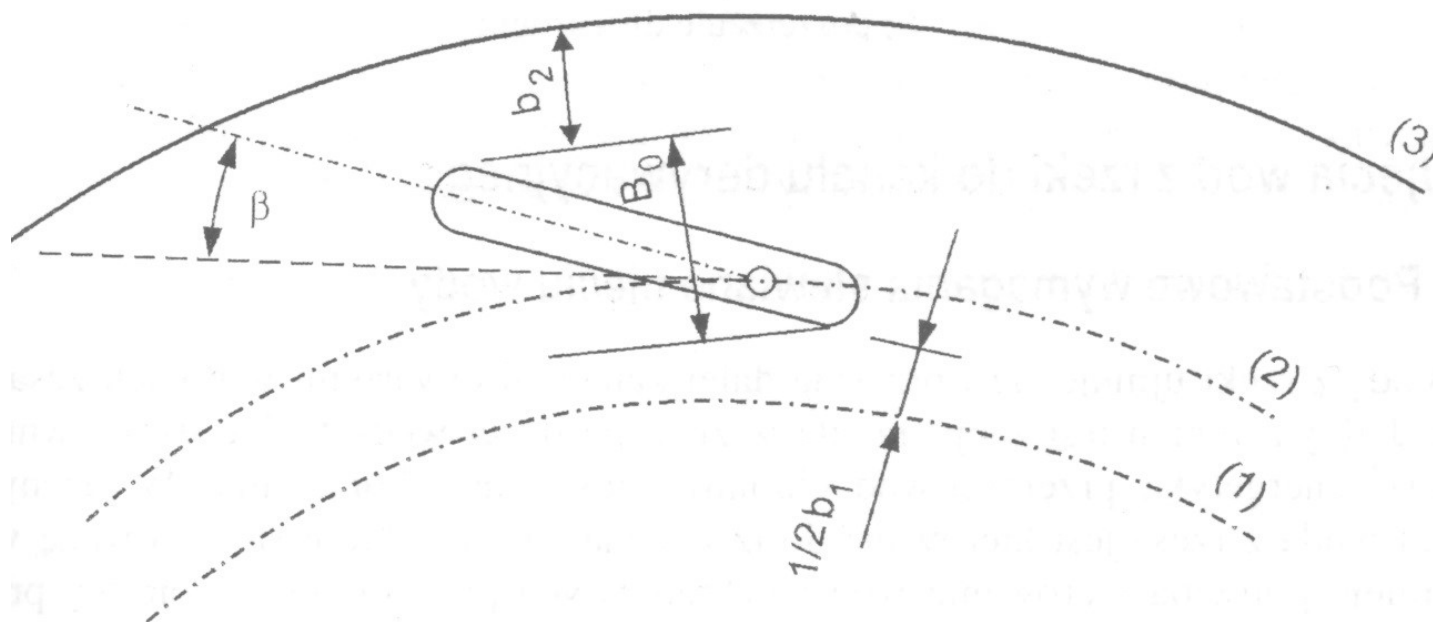
Wskazuje też na uzyskanie odpowiedniej szerokości i głębokości dla konkretnej wielkości taboru.

Lp.	Parametr eksploatacyjny	Wymiary (m) dla klasy						
		Ia	Ib	II	III	IV	Va	Vb
1.	Szerokość szlaku żeglugowego na poziomie statku przy pełnym zanurzeniu	15	20	30	40	40	50	50
2.	Głębokość tranzytowa (najmniejsza głębokość, jaką posiada szlak żeglowny)	1,20	1,60	1,80	1,80	2,80	2,80	2,90
3.	Promień łuku w osi szlaku żeglownego	100	200	300	500	650	650	800

Regulacja rzek dla celów żeglugowych powinna być dopasowana do klasy drogi wodnej.



$$B = 2 \cdot (B_s + b_2 + \Delta b) + b_1$$



**ROZPORZĄDZENIE RADY MINISTRÓW z dnia 7 maja 2002 r.
w sprawie klasyfikacji śródlądowych dróg wodnych**

Na podstawie art. 42 ust. 4 ustawy z dnia 21 grudnia 2000 r. o żegludze śródlądowej (Dz. U. z 2001 r. Nr 5, poz. 43 i Nr 100, poz. 1085) zarządza się, co następuje:

§ 1. Przepisy rozporządzenia określają:

- 1) szczegółowy sposób klasyfikacji śródlądowych dróg wodnych,
- 2) podział śródlądowych dróg wodnych na klasy,
- 3) śródlądowe drogi wodne o znaczeniu regionalnym i międzynarodowym,
- 4) warunki eksploatacyjne i projektowe dla poszczególnych klas śródlądowych dróg wodnych.

Regulacja rzek dla celów żeglugowych

Załącznik nr 3

PARAMETRY EKSPLOATACYJNE ŚRÓDLĄDOWYCH DRÓG WODNYCH

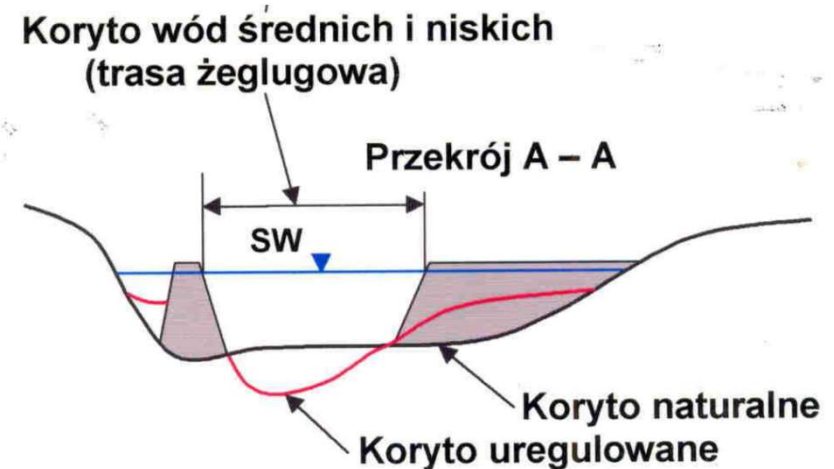
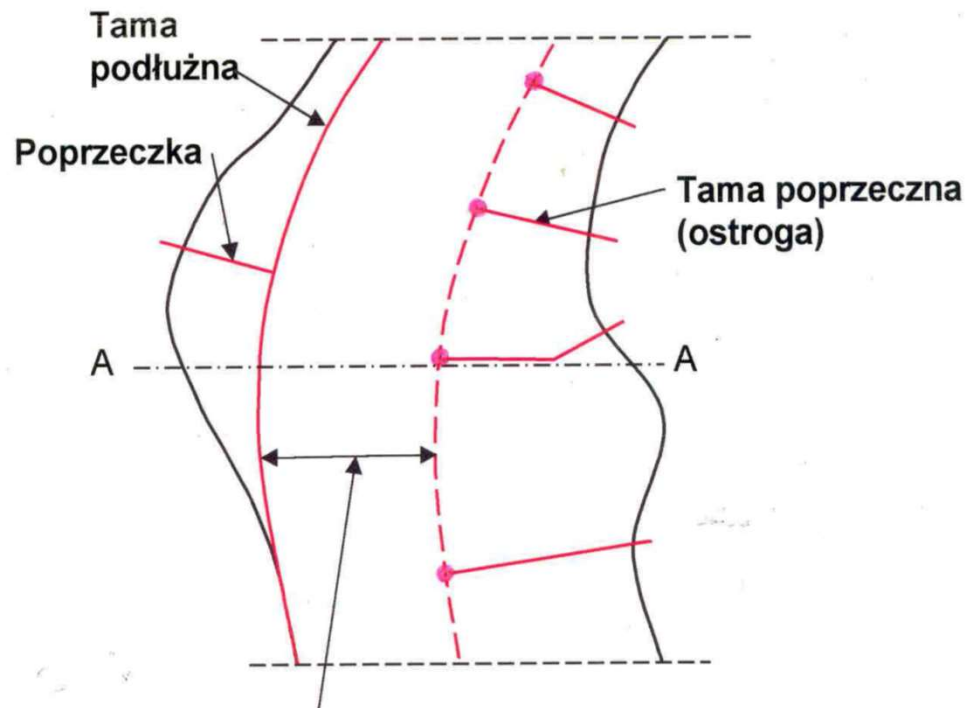
Lp.	Parametry eksploatacyjne		Wielkości parametrów:						
			klasy:	Ia	Ib	II	III	IV	Va
1.	Minimalne wymiary szlaku żeglownego w rzece	jedn. miary							
1.1	szerokość szlaku żeglownego ¹⁾	m	15	20	30	40	40	50	50
1.2	głębokość tranzytowa ²⁾	m	1,2	1,6	1,8	1,8	2,8	2,8	2,8
1.3	promień łuku osi szlaku żeglownego ³⁾	m	100	200	300	500	650	650	800
2.	Minimalne wymiary kanału								
2.1	szerokość szlaku żeglownego ¹⁾	m	12	18	25	35	40	45	45
2.2	najmniejsza głębokość wody w kanale ²⁾	m	1,5	2,0	2,2	2,5	3,5	3,5	3,5
2.3	promień łuku osi szlaku żeglownego ³⁾	m	150	250	400	600	650	650	800
3.	Minimalne wymiary śluz żeglugowych								
3.1	szerokość śluzy	m	3,3	5,0	9,6	9,6	12,0	12,0	12,0
3.2	długość śluzy	m	25	42	65 ⁴⁾	72	120 ⁴⁾	120	187
3.3	głębokość na progu dolnym ²⁾	m	1,5	2,0	2,2	2,5	3,5	4,0	4,0
4.	Odległość pionowa przewodów linii elektroenerg. przy zwisie normalnym ponad poziom WWŻ ⁵⁾								
4.1	nieuziemionych o napięciu do 1kV oraz uziemionych (bez względu na napięcie linii) i przewodów telekomunikacyjnych	m	8	8	8	10	12	15	15
4.2	nieuziemionych o napięciu wyższym niż 1kV, w zależności od napięcia znamionowego linii (U)	m	$10 + \frac{U}{150}$		$12 + \frac{U}{150}$		$14 + \frac{U}{150}$	$17 + \frac{U}{150}$	

Regulacja rzek dla celów żeglugowych

Dawniej stosowana była technika regulacji, która charakteryzowała się całkowitym zabudowaniem koryta rzeki, co niewątpliwie wiązało się z negatywnymi skutkami dla przyrody oraz dla dynamiki rzeki ze względu na wyprostowanie koryta.

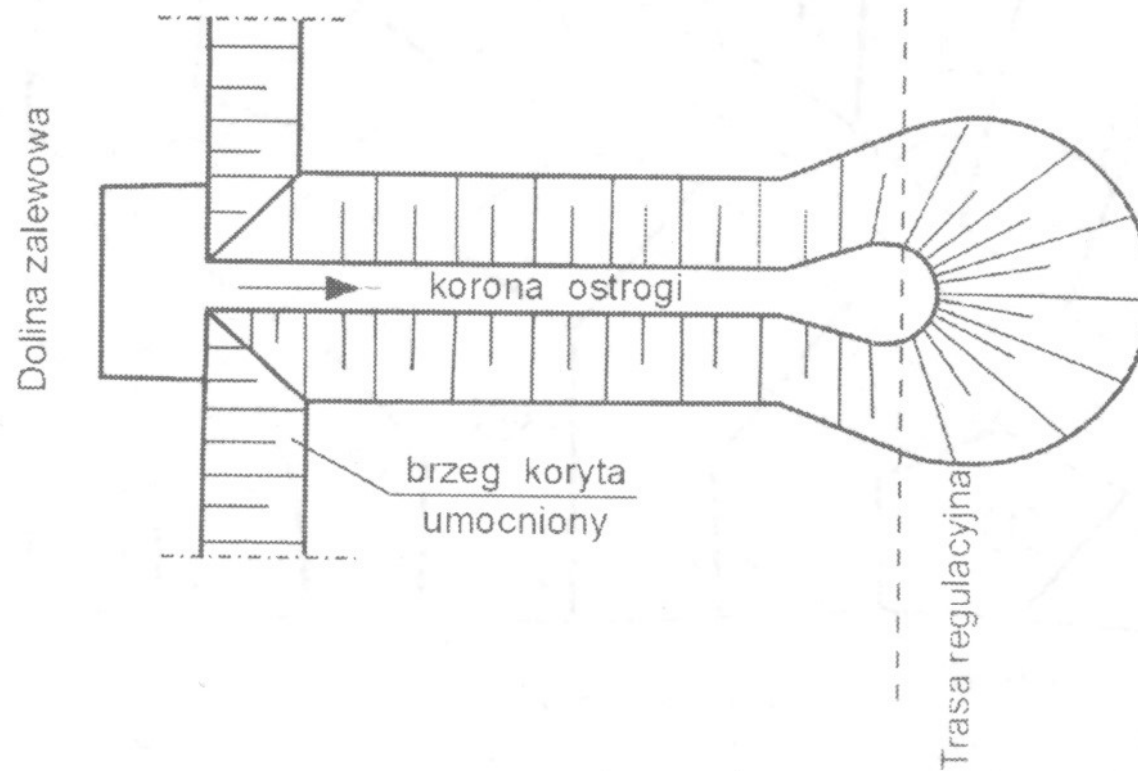
Obecnie:

system tam poprzecznych i tam podłużnych oraz opasek brzegowych

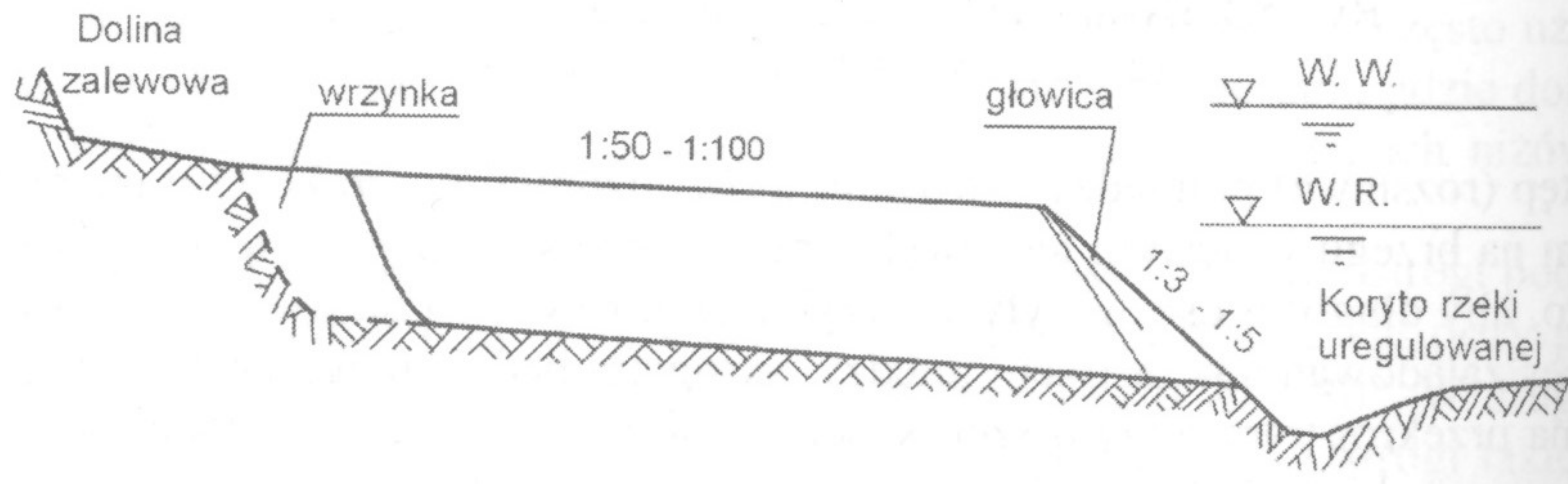


Regulacja rzek – ostrogi

a)



b)

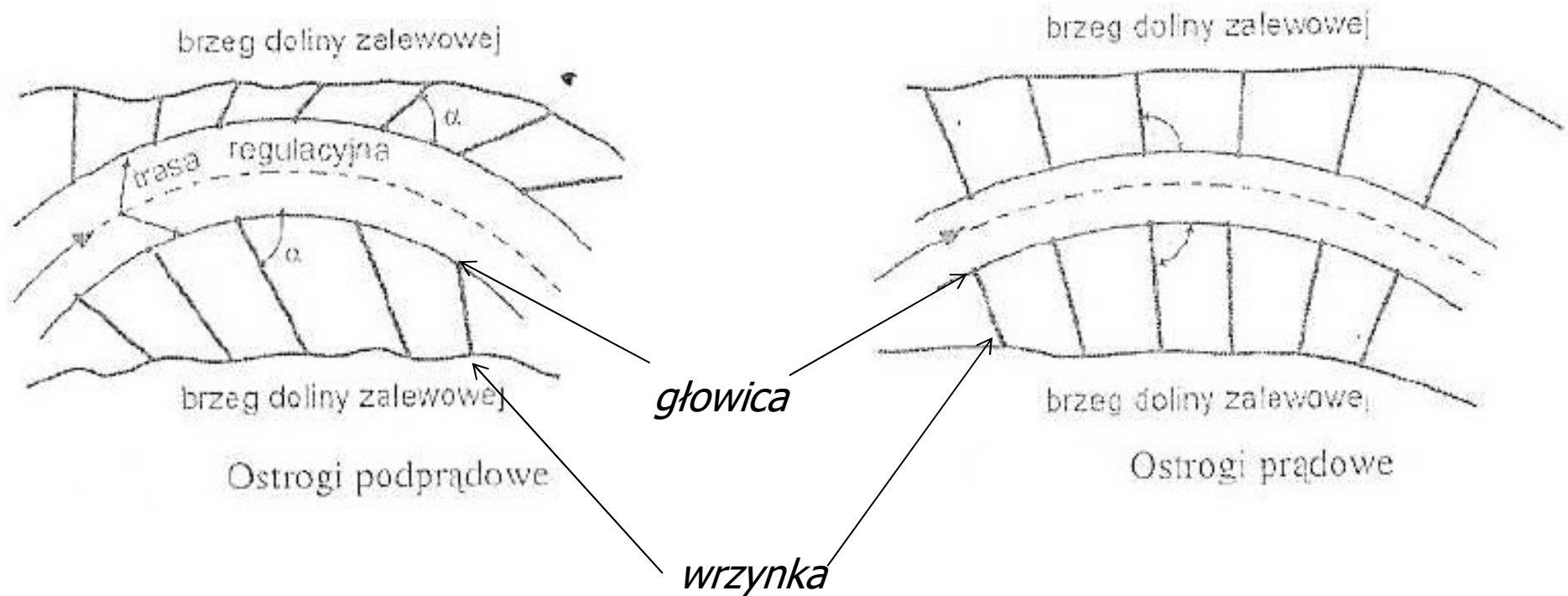


Regulacja rzek – ostrogi

Działanie ostróg polega na tym, że odgradzając przestrzeń wodną pomiędzy brzegiem a trasą regulacyjną zatrzymują przepływ podczas niskich stanów wody oraz zmniejszają prędkość przy wysokich stanach.

Wolny obszar między ostrogami zamula się i powoli staje się lądem.

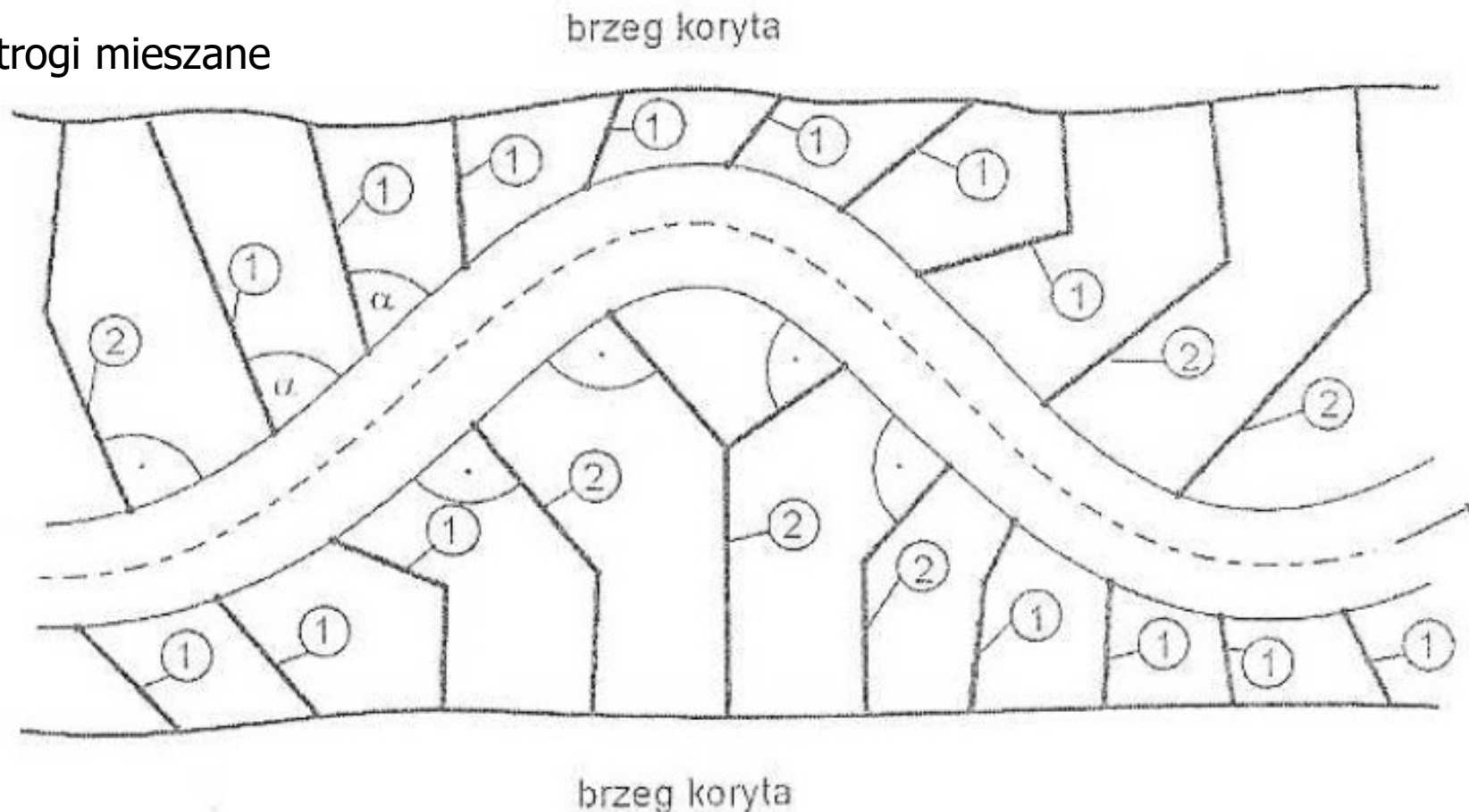
ostrogi poprzeczne



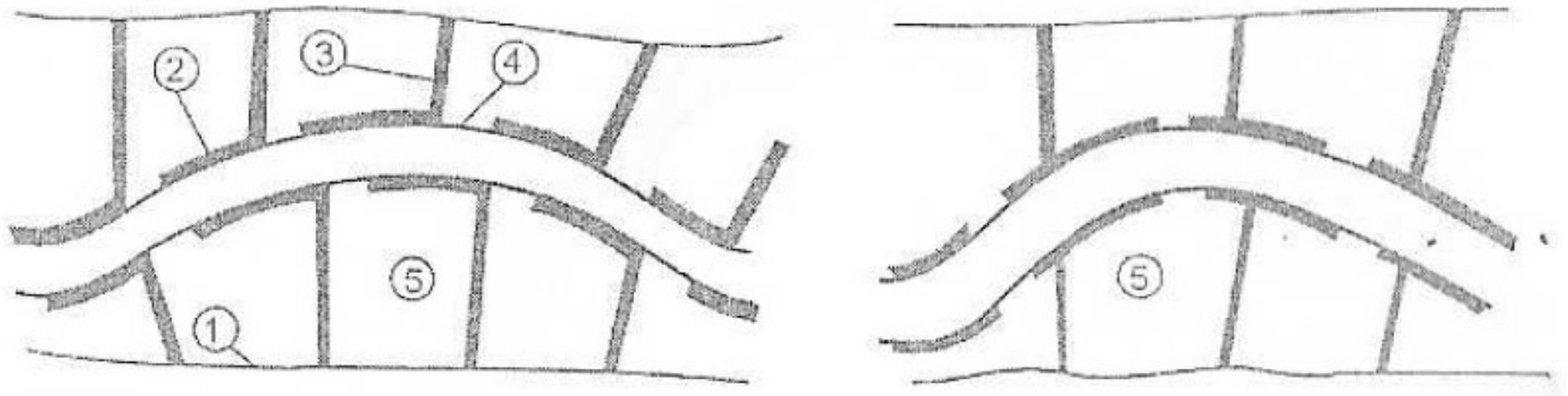
Regulacja rzek – ostrogi mieszane

- Mieszany typ ostróg umożliwia ich skrócenie i zmniejszenie kosztów regulacji.
- Na brzegu wklęsłym buduje się ostrogi podprądowe, a na wypukłym prądowe.

Ostrogi mieszane



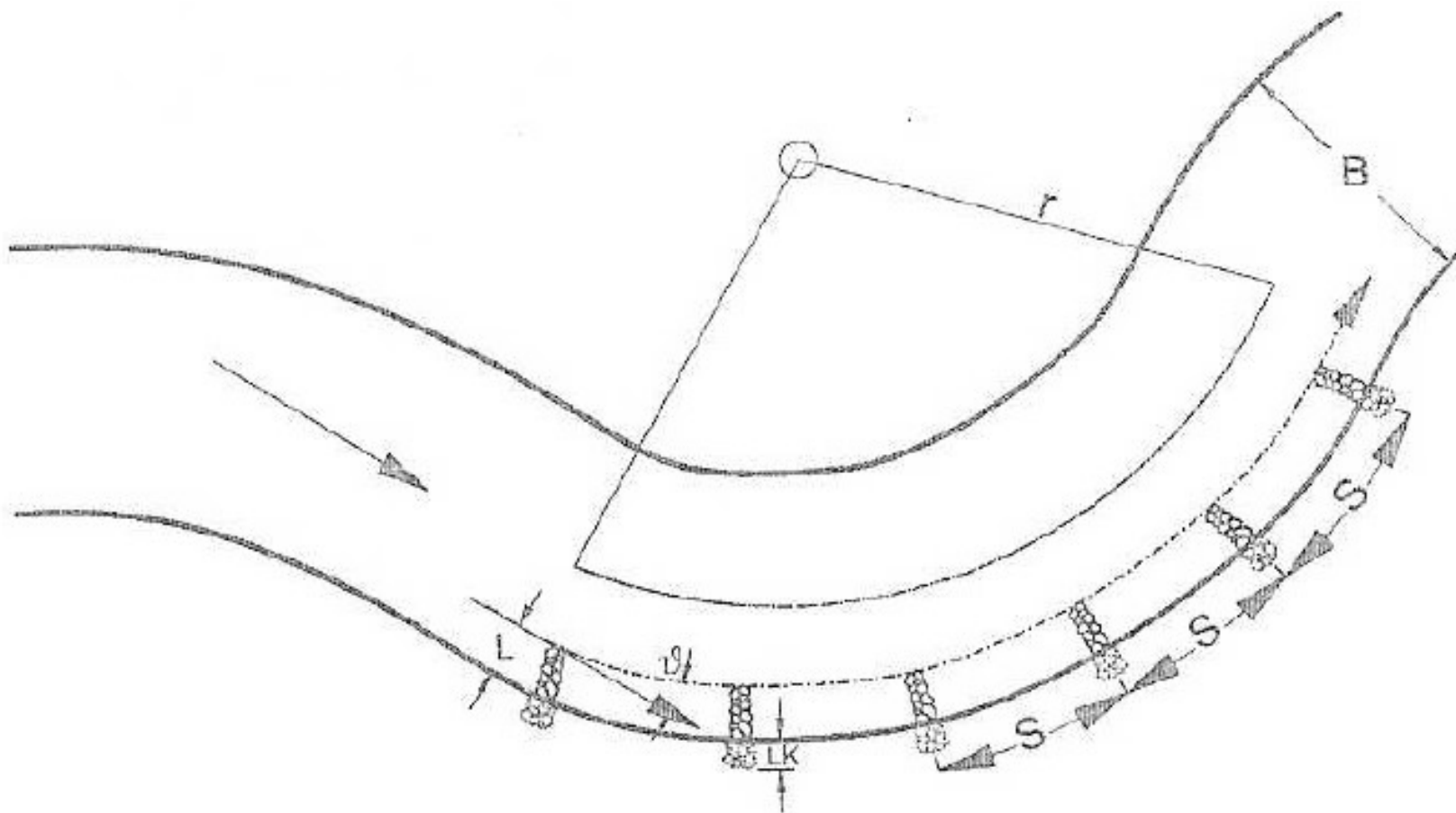
Regulacja rzek – ostrogi podłużne



1- stary brzeg, 2- tama podłużna, 3-tama poprzeczna, 4-otwór,
5- elementy starego koryta służące do załadownienia.

- ✓ Podłużny typ regulacji stosuje się zwykle w rzekach, gdzie dolina zalewowa charakteryzuje się znaczną szerokością i konieczna jest wyrazista regulacja koryta.
- ✓ Tamy równoległe tworzą nowe koryto rzeki, a tereny poza tamami będą służyły do załadownienia.
- ✓ Ostrogi podłużne, podobnie jak w przypadku tam poprzecznych, są wzniesione ponad poziom wody, a podczas wezbrań zalewane.

Regulacja rzek – ostrogi chroniące brzeg wklęsły



Kierują one nurt rzeki bardziej do środka koryta, co zapobiega erozji brzegu wklęsłego.

Ostrogi budowane są w szerokich ciekach o małej głębokości.

Pomiędzy ostrogami osadza się rumowisko, które może być schronieniem dla fauny rzecznej.

Regulacja rzek – opaski brzegowe z ostrogami

Opaska brzegowa to konstrukcje przymocowana do naturalnego brzegu i ma za zadanie chronić go przed erozją.

Stosowanie opasek brzegowych w połączeniu z ostrogami jest zalecane w tych samych miejscach, co można zastosować same opaski.

Niezbędna jest tutaj duża szerokość koryta ze względu na towarzyszące opaskom ostrogi, które wcinane są w poprzek biegu rzeki.

Progi piętrzące buduje się w celu niwelacji erozji brzegowej poprzez oddalenie nurtu rzeki od brzegu koryta.

Charakteryzują się długością ok. $\frac{1}{3}$ do $\frac{1}{2}$ szerokości koryta i są budowlami zanurzonymi.

Regulacja rzek dla potrzeb rolnictwa

- Zapewnienie optymalnego uwilgotnienia gruntów w dolinie (bezpośrednio lub poprzez systemy melioracyjne)
- Zapewnienie odpowiedniej przepustowości koryta głównego (ze względu na ochronę przeciwpowodziową doliny)

Zalecane parametry koryta o szerokości dna $B_d = 4 \div 20$ m

Rodzaj gleb w dolinie	Parametry koryta (m)		
	głębokość t	napelnienie h	odległość z
mineralne średnio zwięzłe, głębokie torfy	1,7 ÷ 2,3	0,5 ÷ 1,0	1,2 ÷ 1,3
mineralne lekkie, płytkie torfy	1,5 ÷ 2,0	0,5 ÷ 0,75	1,0 ÷ 1,25



Regulacja rzek

dla potrzeb rolnictwa, energetyki, przemysłu wodochłonnego i gospodarki komunalnej – ***ujęcia wód do kanału derywacyjnego***

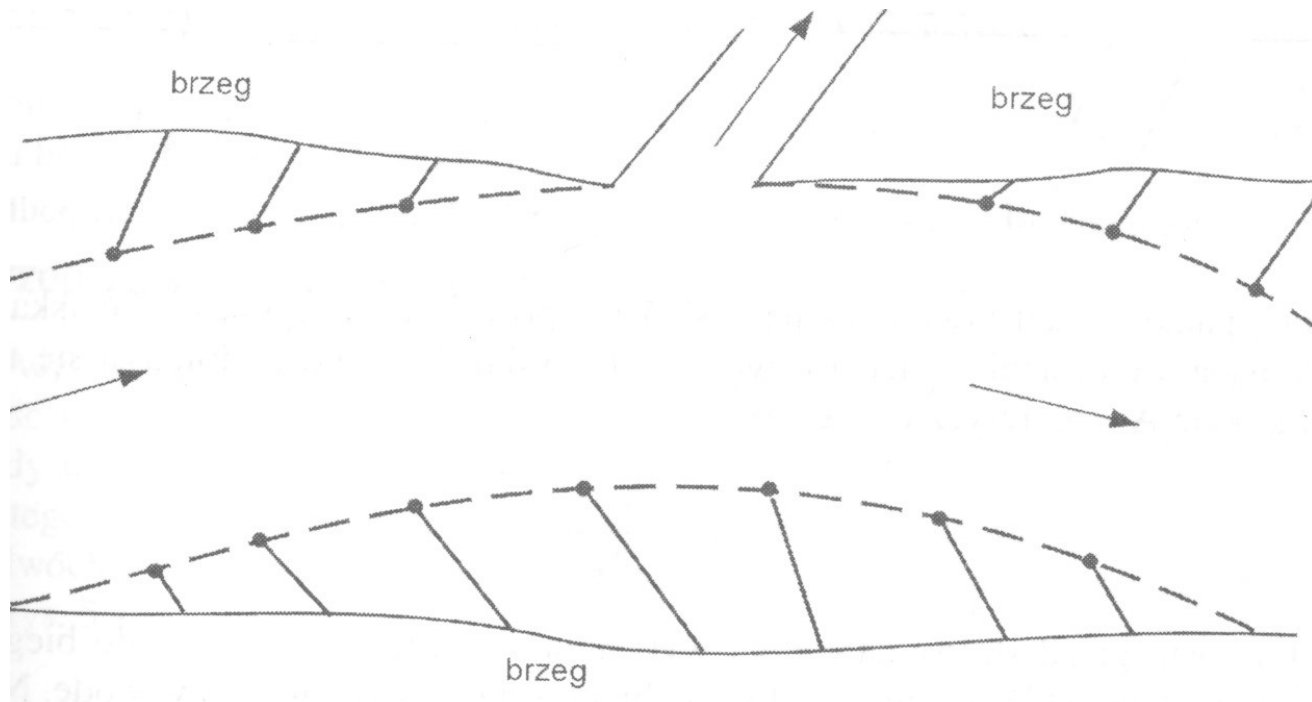
1. Kanał derywacyjny powinien być chroniony przed zanoszeniem przez rumowisko wleczone, gdyż w przeciwnym wypadku trzeba go będzie czyścić.
2. Do kanału nie powinny przenikać i dalej rozprzestrzeniać się ciała pływające, takie jak lód, gałęzie, krzaki i bierwiona drzew, a także inne zanieczyszczenia powodowane przez ludzi.
3. Straty hydrauliczne na wlocie powinny być możliwie jak najmniejsze.
4. Woda na wlocie nie powinna się piętrzyć, gdyż w przeciwnym razie może powstać wybój, o ile nie ma specjalnego umocnienia dna i skarp.
5. Strugi wody powinny układać się równolegle do brzegów kanału już na samym ujęciu.
6. Nie można dopuścić do powstania wirów, gdyż wiry wpływają bardziej niekorzystnie na stabilność skarp, brzegów i dna kanału.
7. W miarę możliwości należy skonstruować ujęcie w taki sposób, aby nie wymagało obsługi

Regulacja rzek

dla potrzeb rolnictwa, energetyki, przemysłu wodochłonnego i gospodarki komunalnej – ***ujęcia wód do kanału derywacyjnego***

Jeżeli ujęcie zlokalizowane jest na odcinku prostym koryta rzeki, wówczas istnieje niebezpieczeństwo zanoszenia go przez rumowisko.

Należy regulację poprowadzić tak, aby wytworzyć sztuczny brzeg wklęsły i zmusić wodę do wytworzenia ruchu krzywoliniowego.



Regulacja rzek

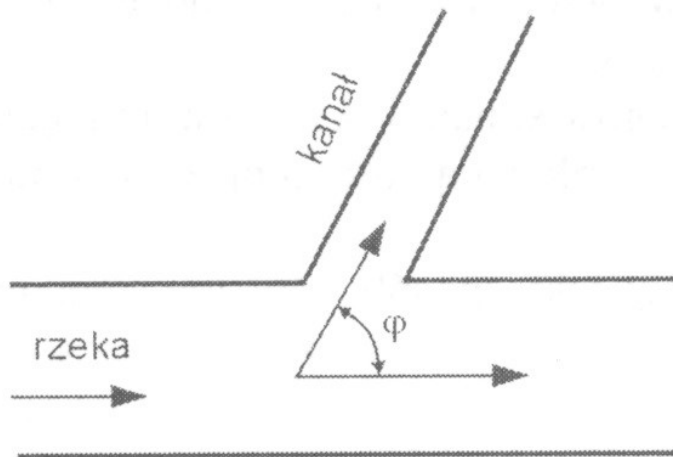
dla potrzeb rolnictwa, energetyki, przemysłu wodochłonnego i gospodarki komunalnej – ***ujęcia wód do kanału derywacyjnego***

Rozróżnia się dwa rodzaje ujęć:

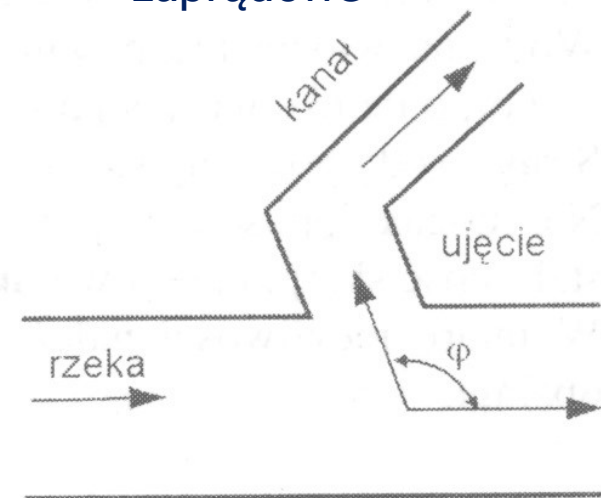
- A. brzegowe,
- B. zatokowe.

Zależnie od kierunku wprowadzania wody do kanału:

podprądowe,



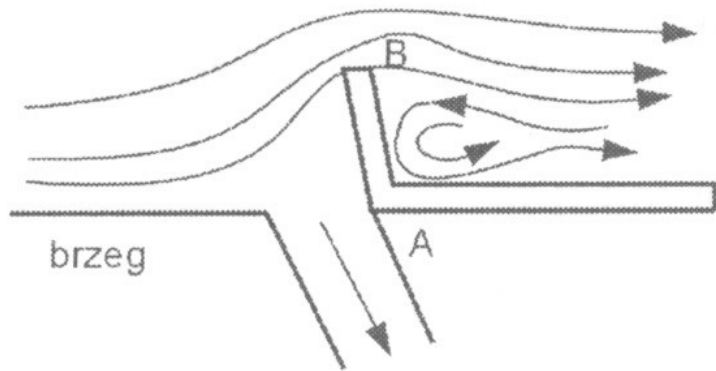
zaprądowe



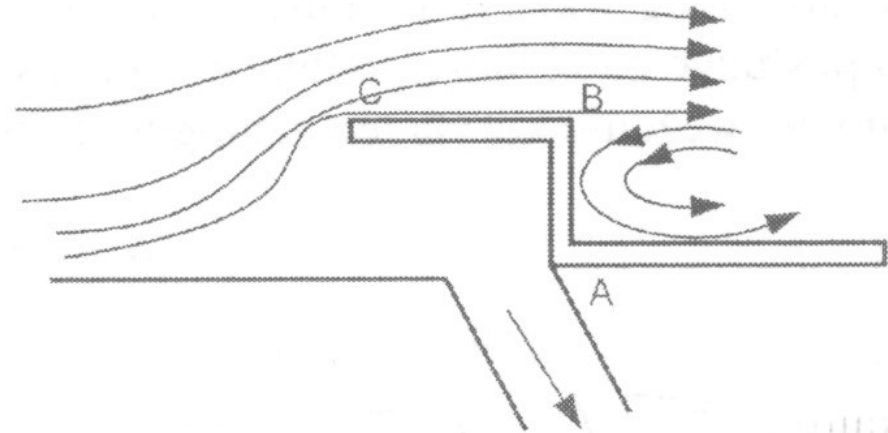
Regulacja rzek

dla potrzeb rolnictwa, energetyki, przemysłu wodochłonnego i gospodarki komunalnej – ***ujęcia wód do kanału derywacyjnego***

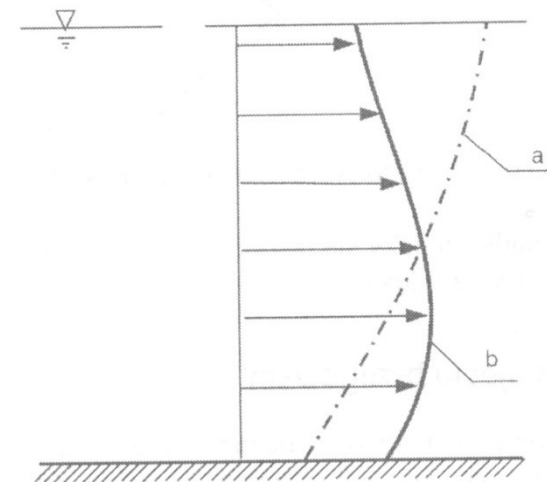
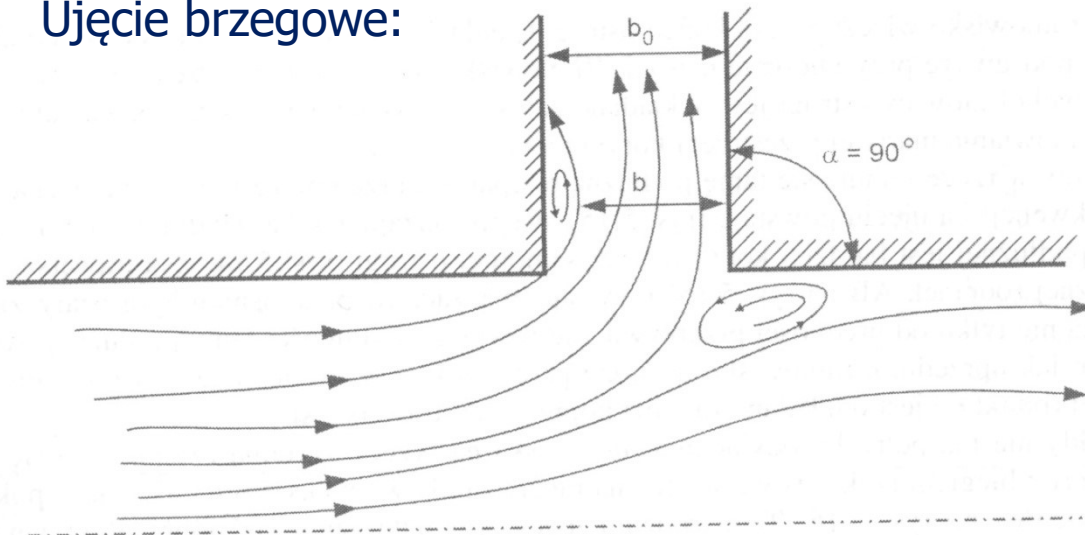
Ujęcie pod osłoną ostrogi:



Ujęcie pod osłoną tamy podłużnej:



Ujęcie brzegowe:



Regulacja rzek dla potrzeb ochrony doliny przed powodzią

- zapewnienie odpowiedniej przepustowości koryta głównego – wymagania jak dla potrzeb rolnictwa
- likwidacja miejsc sprzyjających powstawaniu zatorów lodowych (wyspy, odsypiska, odcinki meandrujące)

Środki techniczne związane z regulacją rzeki:

- obwałowania,
- kanały ulgi (środek w miarę przyjazny dla środowiska)
- poldery (środek przyjazny dla środowiska)

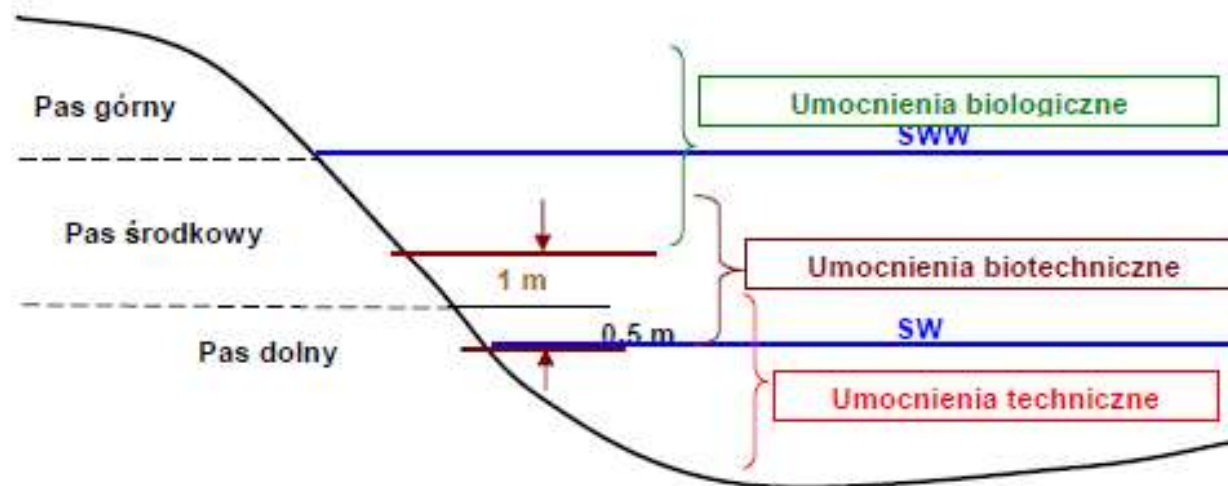
Uzasadnieniem regulacji rzek dla potrzeb ochrony przeciwpowodziowej jest występowanie w dolinach:

- terenów zurbanizowanych,***
- terenów o wysokiej produktywności rolniczej,***
- ważnych obiektów przemysłowych oraz infrastruktury: drogi, linie kolejowe, ujęcia wody, oczyszczalnie ścieków itp.***

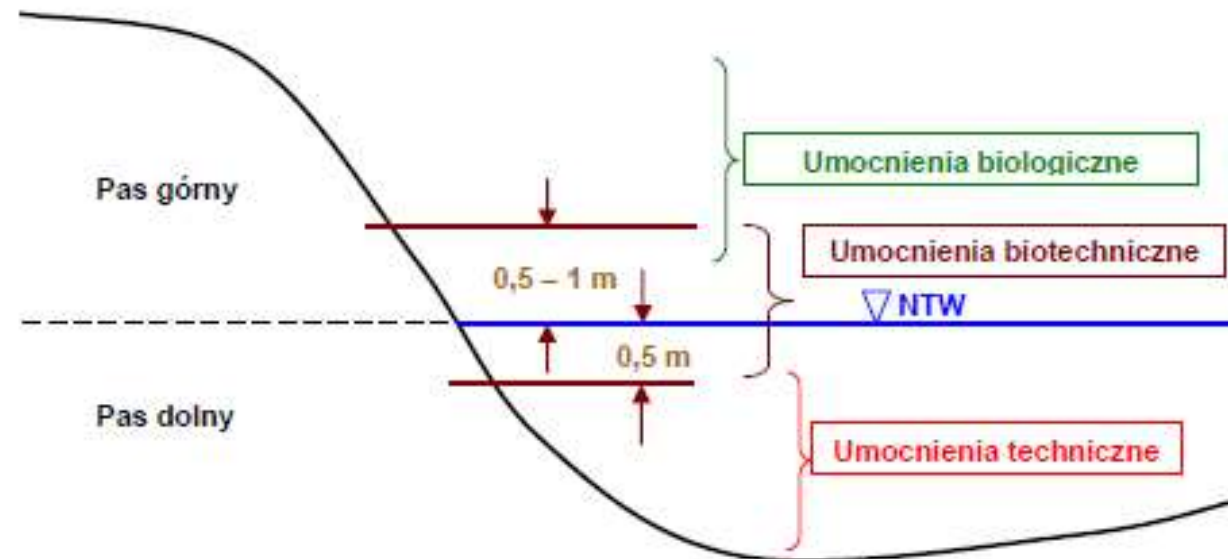
Techniki ochrony brzegów

Umocnienia brzegów chronią skarpe oraz bezpośrednio do niej przylegającą część dna rzeki przed:

- niszczącym działaniem płynącej wody i zmiennych jej poziomów,
- falowaniem wody wywołanym wiatrem i ruchem barek i statków,
- naporem płynącego lodu,
- spływającą po skarpie wodą z opadów i roztopów.



Podział skarpy na pasy umocnień w przypadku większych rzek

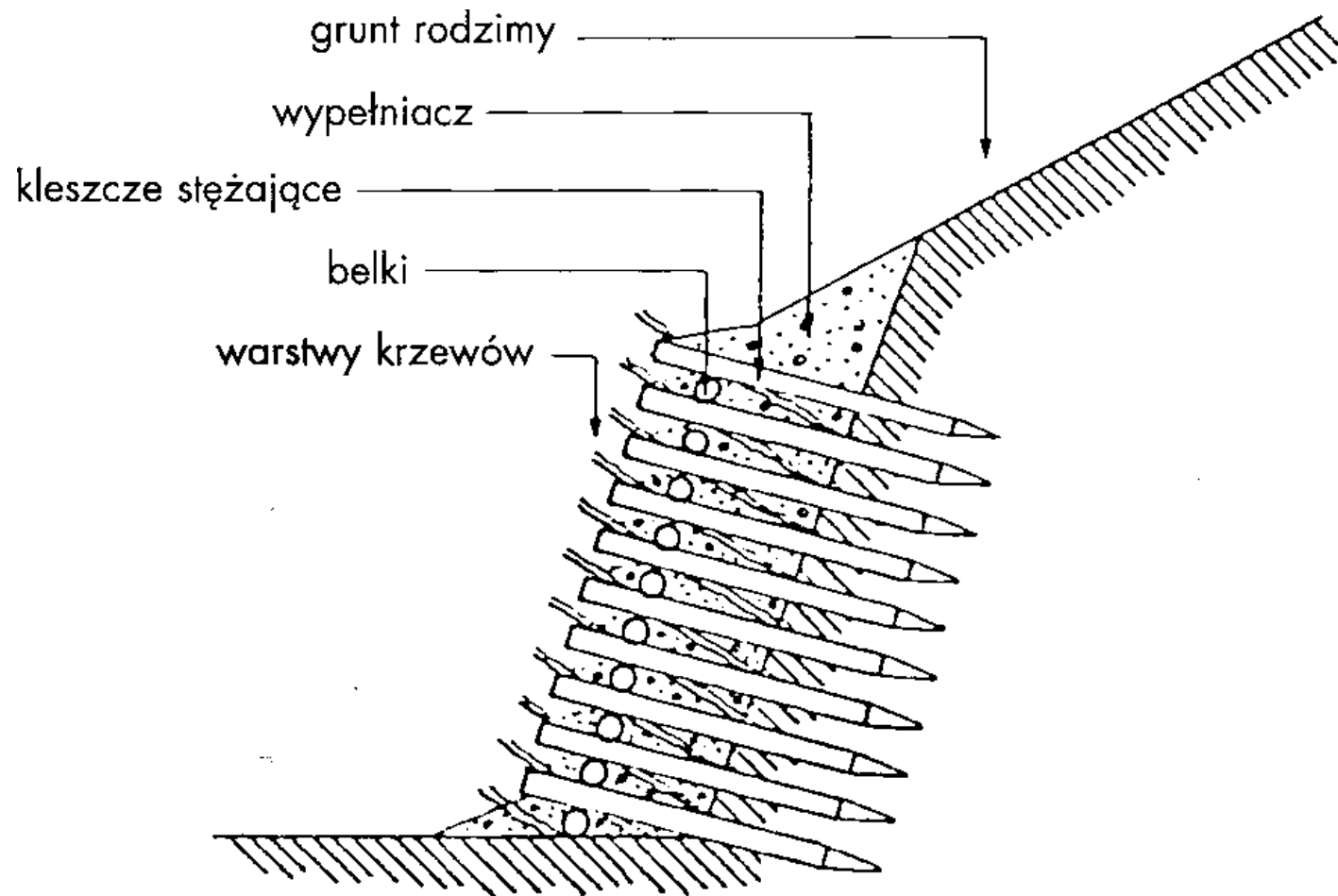


Podział skarpy na pasy umocnień w przypadku mniejszych rzek

Elementy konstrukcyjne budowli:

1. faszynowe:
 - kiszki
 - płotki
 - walce
 - materace
2. z włókna kokosowego, lnianego, itp.:
 - włókniny
 - materace
 - siatki
3. betonowe:
 - płyty ażurowe i pełne
 - elementy przestrzenne
 - brusy
4. stalowe:
 - kosze
 - walce
 - ścianki szczelne
5. z tworzyw sztucznych:
 - włókniny
 - kiszki
 - walce
 - elementy przestrzenne

Żywe kaszyce



Przekrój poprzeczny kaszycy (Źródło:W. Begemann. H. M. Schiechl „Inżynieria Ekologiczne w budownictwie wodnym i ziemnym”)

Funkcje umocnień biologicznych

1. Utrwalenie brzegów:

- wzmocnienie gruntu przez system korzeniowy
- zmniejszenie prędkości przepływu przez pędy i gałęzie
- osłona przed naporem kry lodowej

2. Zatrzymywanie produktów erozji i zmywu powierzchniowego (zmniejszanie ilości rumowiska – głównie unoszonego, a także materii organicznej):

- skarp → umocnienia brzegowe,
- terenu doliny → roślinne pasy brzegowe;

3. Usuwanie zanieczyszczeń:

- biogenicznych zawartych w wodach rzecznych (głównie roślinność szuwarowa i wodna), a także zanieczyszczeń pływających,
- biogenicznych zawartych w wodach gruntowych, zasilających rzekę (głównie roślinność wysoka w pasach brzegowych);

4. Ocienianie rzeki:

- zmniejszenie temperatury wody → wzrost zawartości tlenu → poprawa warunków życia dla ryb i innych organizmów tlenowych,
- wzrost zawartości tlenu → wzrost intensywności rozkładu związków organicznych w procesach biochemicznych,
- mniejsze zarastanie koryta roślinnością wodną,
- wzrost wilgotności terenu przyległego do rzeki;

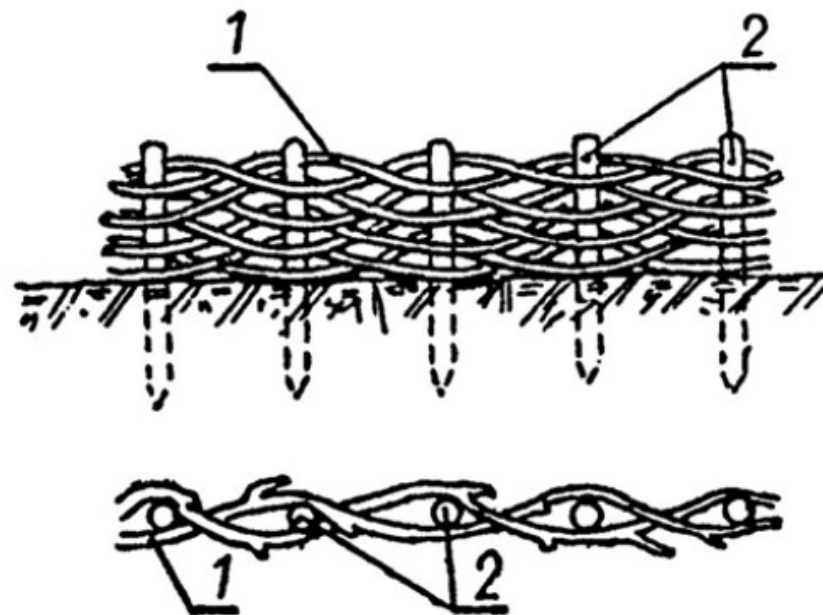
5. Łagodzenie skutków działania wiatru:

- zmniejszenie erozji brzegu w wyniku falowania wody,
- zmniejszenie strat wody na parowanie;

6. Tworzenie siedlisk (biotopów) typu „skraj lasu” → zwiększenie bogactwa flory i fauny

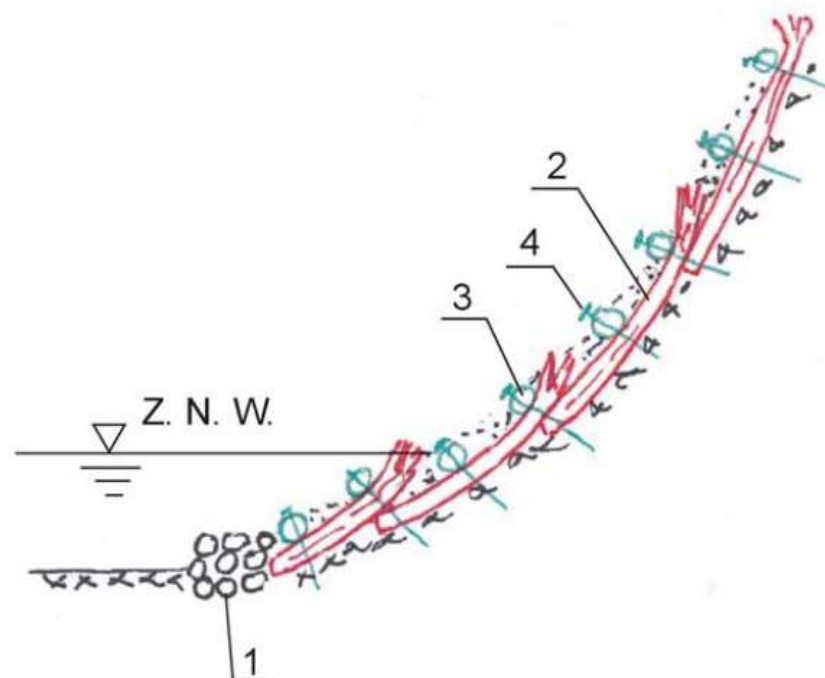
7. Podnoszenie walorów krajobrazowych i rekreacyjnych rzeki i doliny.

Umacnianie skarp - płotki wiklinowe

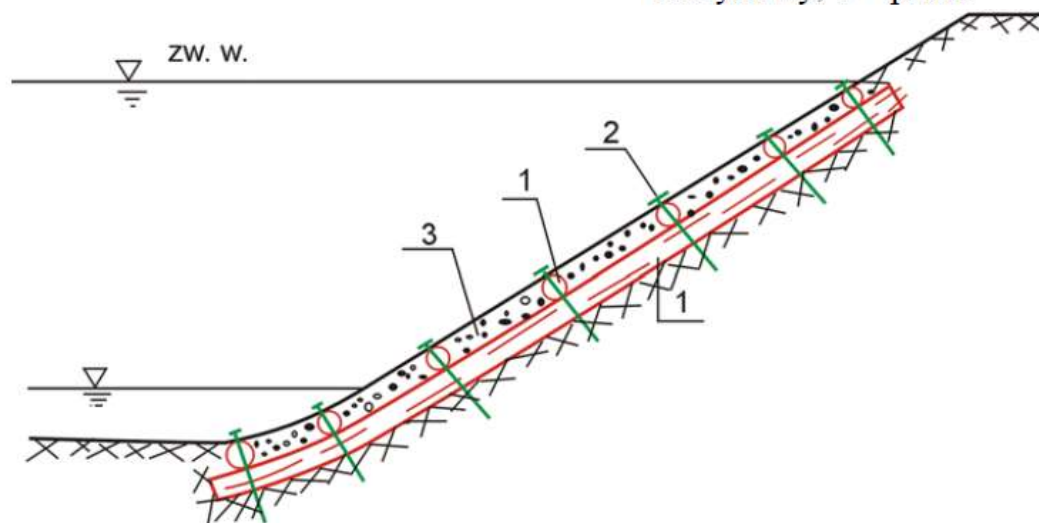


- 👉 płotki z wikliny powinny być stosowane do umocnienia skarp, nasypów i wykopów z gruntów łatwo wietrzejących, jak również w celu zatrzymania gruntów podatnych do staczania się ze skarp,
- 👉 dla wykonania płotków należy wbijać w skarpe grubymi końcami kołki drewniane o średnicy 5 cm i długości ok. 1,0 m w odstępach co 1,0-1,5 m, tak aby końce ich wystawały nad powierzchnie skarpy ok. 20 cm. wystające końce kołków powinny być oplecione świeżą wikliną w taki sposób, aby jej grubsze końce były wciśnięte w grunt.
- 👉 przestrzeń między płotkami może być wypełniona ziemią urodzajną lub narzutem kamienistym lub brukiem, jeżeli skarpy są lub mogą być narażone na działanie prądu wody o prędkości ponad 2 m/s.

Faszyna

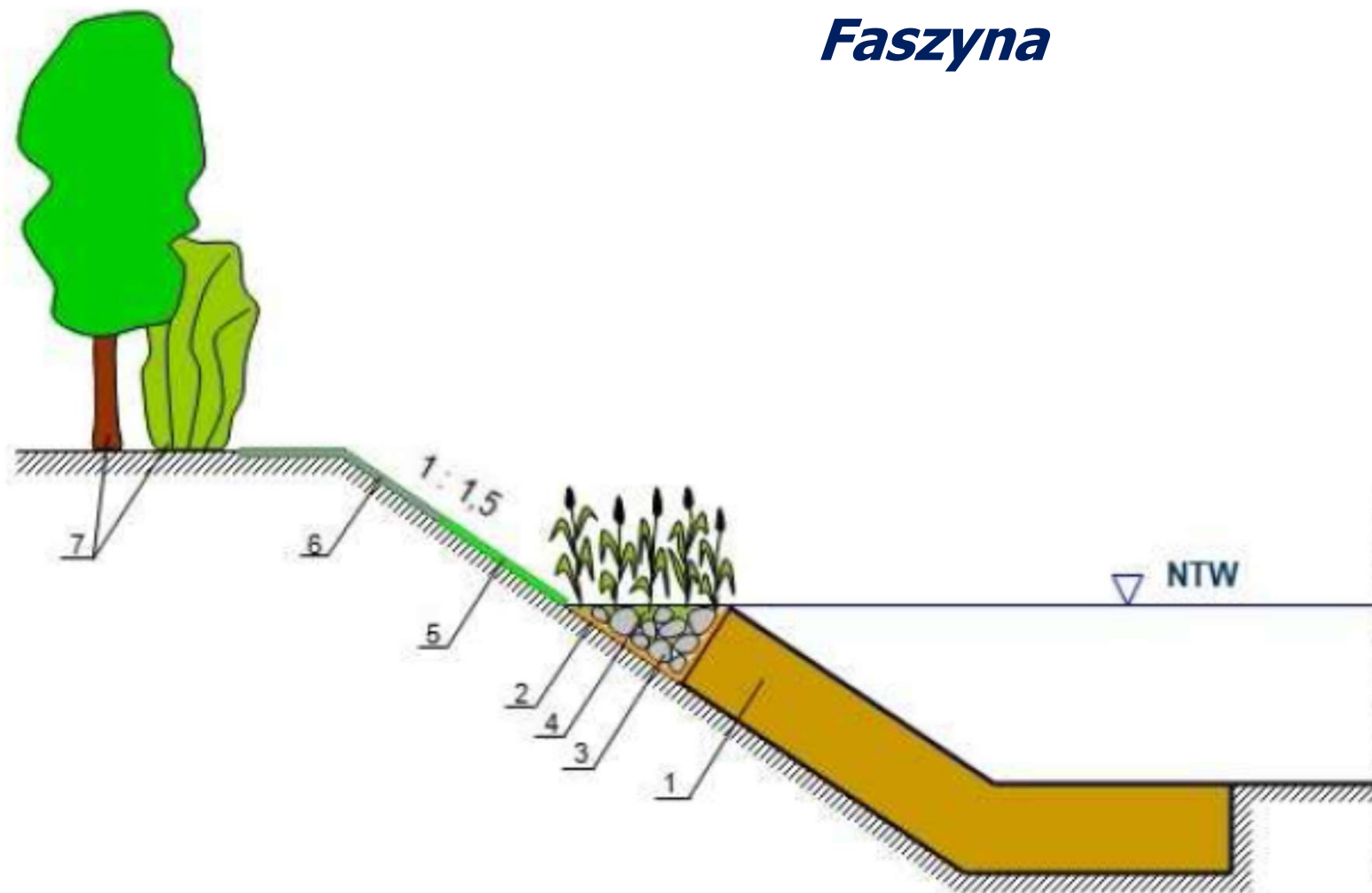


Brzegosłn faszynowy. 1 – pryzma oporowa kamienna, 2 – faszyna, 3 – wałek faszynowy, 4 – palik.



Brzegosłn wykonany z kszek faszynowych. 1- kieszka faszynowa, 2 – palik, 3 - ziemia

Faszyna



Umocnienie brzegu matercem faszynowym

Oznaczenia: 1 – materac faszynowy gr. 0,3 m, 2 – geowłóknina, 3 – narzut kamienny, 4 – kłacza roślin szuwarowych, 5 – mata wegetacyjna szer. 0,5 m – obsadzona mozgą trzcinową, 6 – obsiew mieszaną traw na warstwie humusu gr. 5 cm, 7 – roślinny pas brzegowy - drzewa i krzewy.

OZNACZENIA STANÓW GŁÓWNYCH

W opracowaniach hydrologicznych stosujemy następujące skróty literowe na oznaczenie stanów głównych **pierwszego stopnia**

- **WW** **stan najwyższy**
- **SW** **stan średni**
- **ZW** **stan zwyczajny**
- **NW** **stan najniższy**

Stany główne drugiego stopnia

- **WWW** stan najwyższy spośród najwyższych stanów wody
(wysoka wielka woda)
- **SWW** stan średni spośród najwyższych stanów wody
(średnia wielka woda)
- **ZWW** stan zwyczajny spośród najwyższych stanów wody
(zwyczajna wielka woda)
- **NWW** stan najniższy spośród najwyższych stanów wody
(najniższa wielka woda)

Charakterystyczne Stany Umowne

Stan wody brzegowej tzw. woda brzegowa jest to stan wody wypełniającej koryto główne rzeki. Powyżej tego stanu woda wylewa się z koryta, a więc jest to już stan od którego rozpoczynają się stany powodziowe.

Stan brzegotwórczy jest to stan najbardziej aktywny w procesie kształtowania łóżyska rzeki, a więc najbardziej wpływający na formowanie się profilu poprzecznego rzeki i jej układu poziomego.

Normalny stan regulacji jest to stan wody od którego wznosi się korony budowli regulujących, tamy podłużne itp.

Najwyższy stan żeglowny jest to najwyższy stan przy którym żegluga już nie powinna się odbywać . Przy wyższych stanach nie wolno uprawiać żeglugi.

Najwyższy stan żeglowny ustalany jest przez władzę wodną dla każdej rzeki, a nawet dla poszczególnych jej odcinków