

Regulacja rzek i inżynieria brzegowa

ćwiczenia

dr inż. Ireneusz Dyka – pok. 3.34 [ul. Heweliusza 4]
<http://pracownicy.uwm.edu.pl/i.dyka>
e-mail: i.dyka@uwm.edu.pl

Katedra Geotechniki i Budownictwa Drogowego

WYDZIAŁ NAUK TECHNICZNYCH
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski

Regulacja rzeki

– 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.*

Konserwacja rzeki

– 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.*

Środki ochrony przed powodzią

Środki techniczne

Środki ochrony czynnej

- Zmniejszają wysokość fali wezbraniowej i redukują wielkość przepływów:
- Poldery
 - Suche zbiorniki
 - Wielozadaniowe zbiorniki retencyjne
 - Obiekty małej retencji
 - Retencyjne przysposobienie zlewni

Środki ochrony biernej

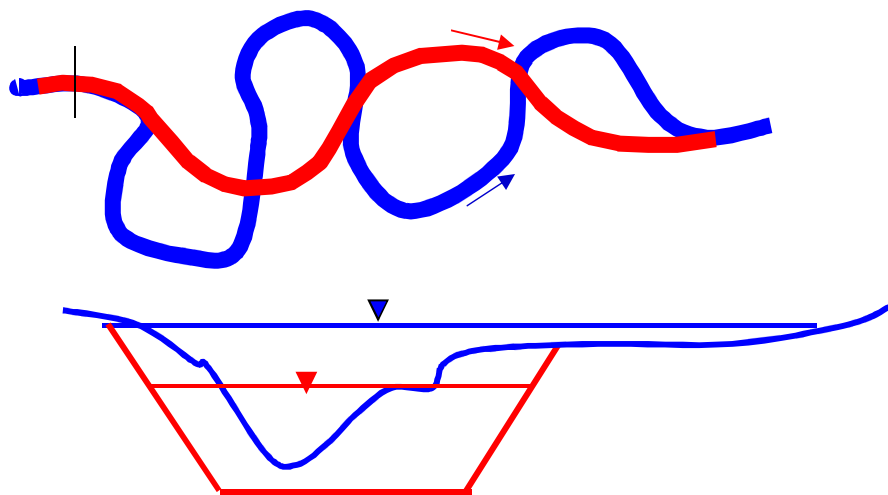
- Wpływają na bezpieczne odprowadzenie wód wielkich:
- Wały przeciwpowodziowe
 - Regulacja rzek
 - Kanały ulgi

Środki techniczne ochrony biernej

Regulacja rzek

Zwiększenie przepustowości koryta rzeki

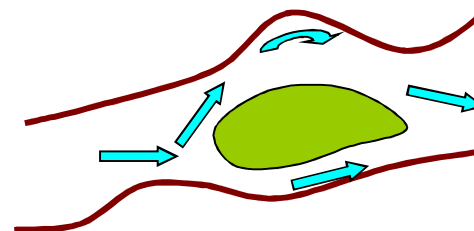
Widok w planie koryta rzeki meandrującej



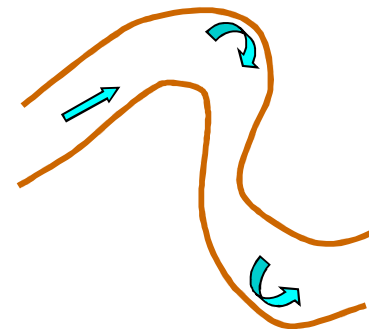
Przekrój poprzeczny koryta

Likwidacja miejsc zatorogennych

Koryto rzeki roztokowej



Koryto rzeki meandrującej

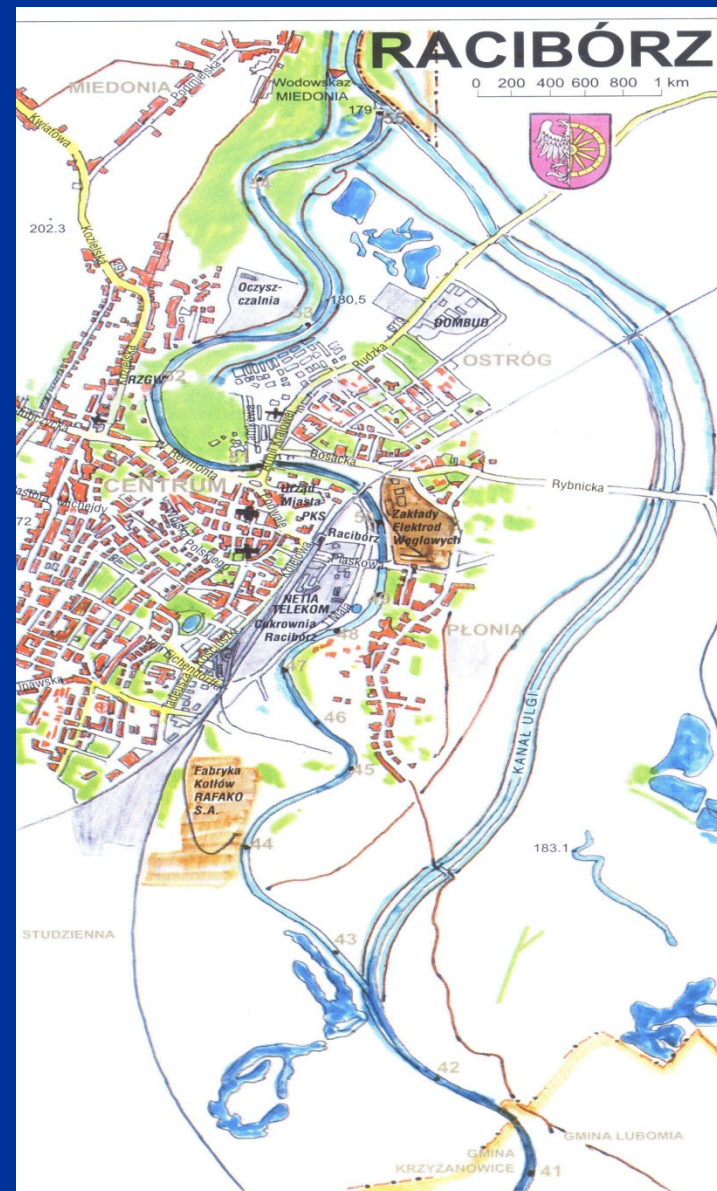


Środki techniczne ochrony biernej

Kanały ulgi

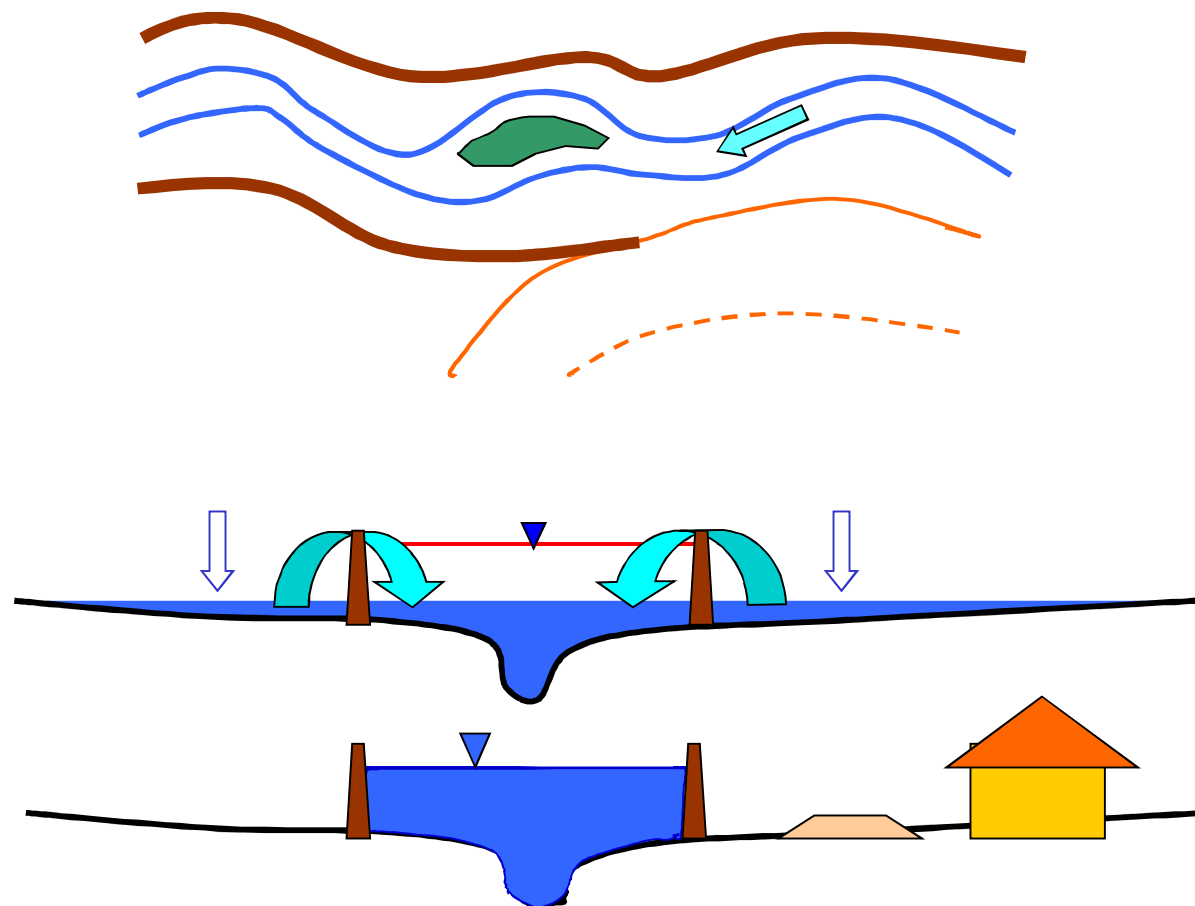


Kanał ulgi w Opolu



Środki techniczne ochrony biernej

Wały przeciwpowodziowe - budowle ziemne, które ograniczają zasięg zalania terenów nadrzecznych płaskich o dużej powierzchni, gdy poziom wezbrania jest znacznie wyższy od brzegów głównego koryta rzeki



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)

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”**

Ciek

– liniowy obiekt hydrograficzny, powierzchniowe wody płynące w formie skoncentrowanej pod wpływem siły ciężkości korytem naturalnym (cieki naturalne) lub sztucznym (cieki sztuczne)

Cieki naturalne:

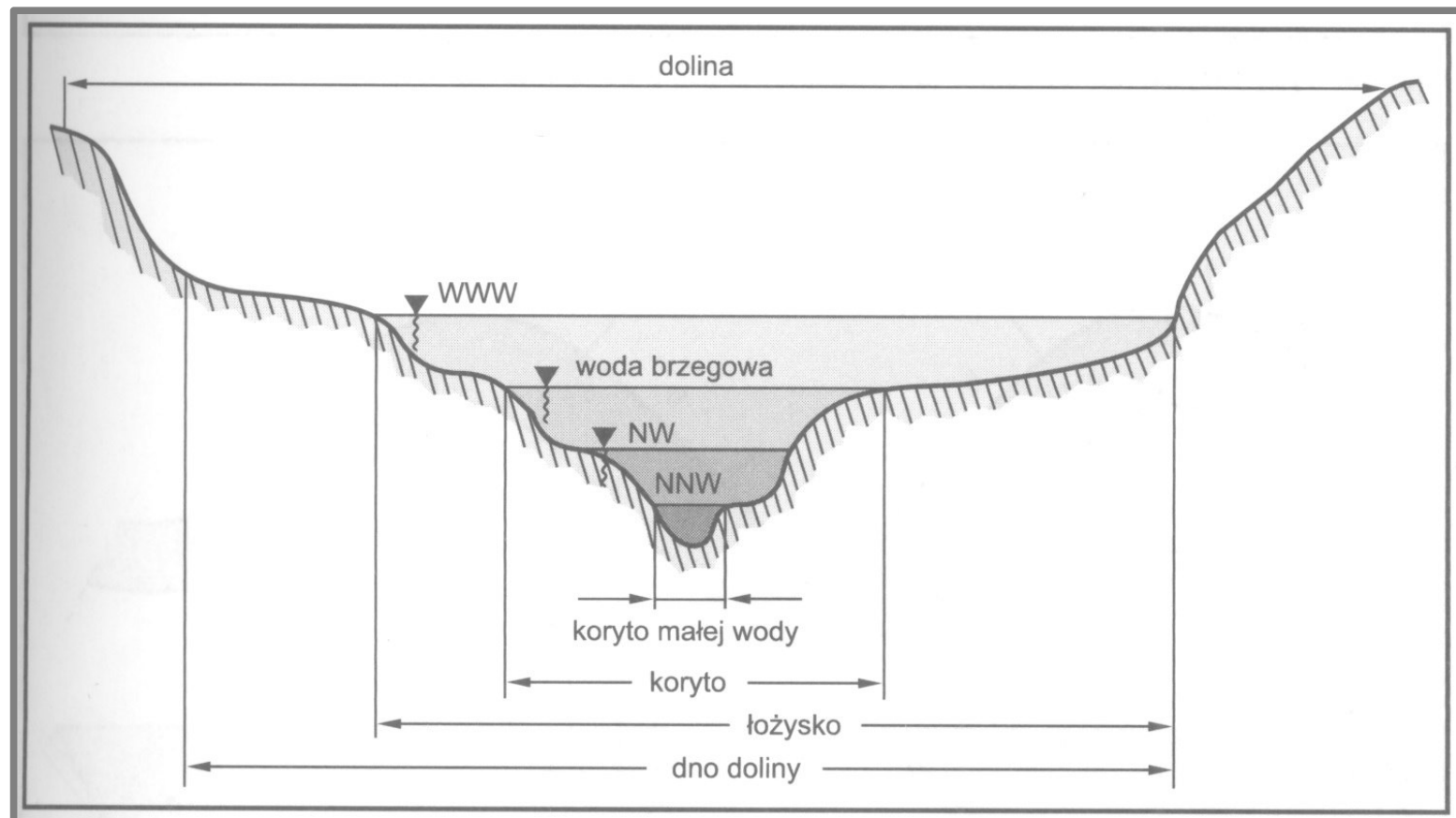
- ***strugi,***
- ***strumyki,***
- ***strumienie,***
- ***potoki***
- ***rzeki***

Cieki sztuczne:

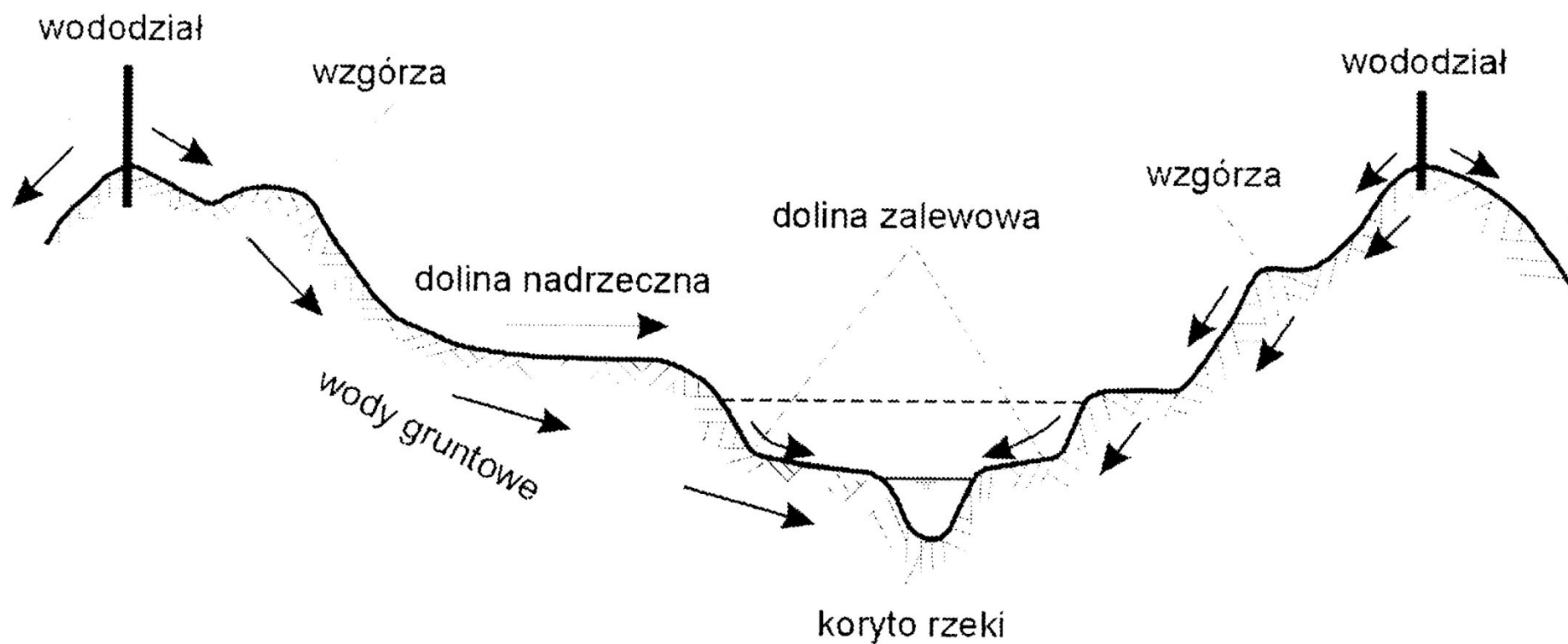
- ***rowy,***
- ***kanały wodne***

Rzeka

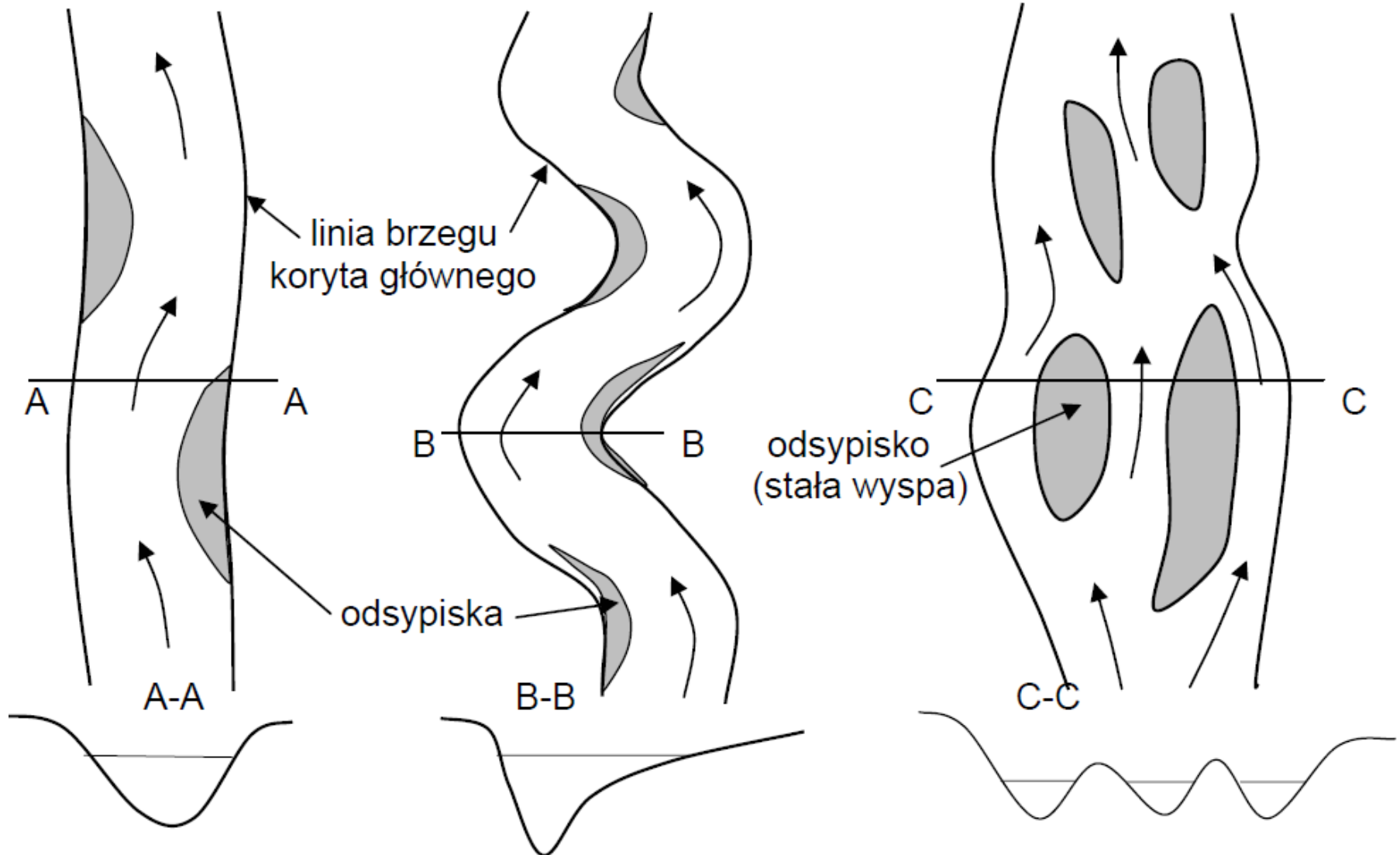
- **ciek naturalny powstały z połączenia potoków (strumień) lub wypływający z czoła lodowca, jeziora, źródła, zasilany powierzchniowo i podziemnie wodą z opadów spadłych w jej dorzeczu, mający ukształtowane koryto i płynący pod działaniem siły grawitacyjnej w łóżysku i dolinie, wyżłobionych w wyniku jego działania jego siły erozyjnej**



***Koryto – najniższa część dna doliny wyłobiona przez rzekę,
którą płynie woda przez większą część roku***



Klasyfikacja koryt

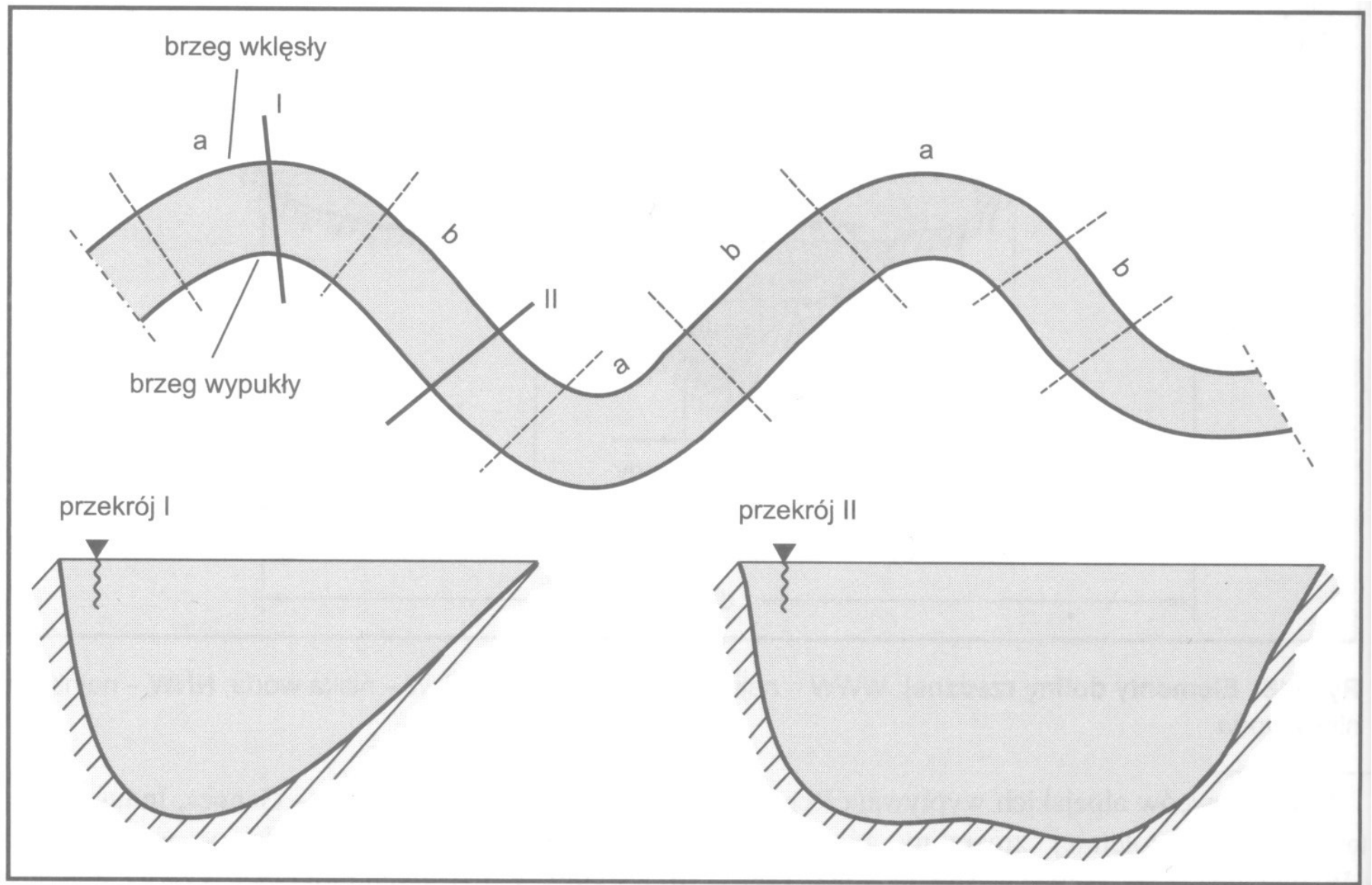


prostoliniowe

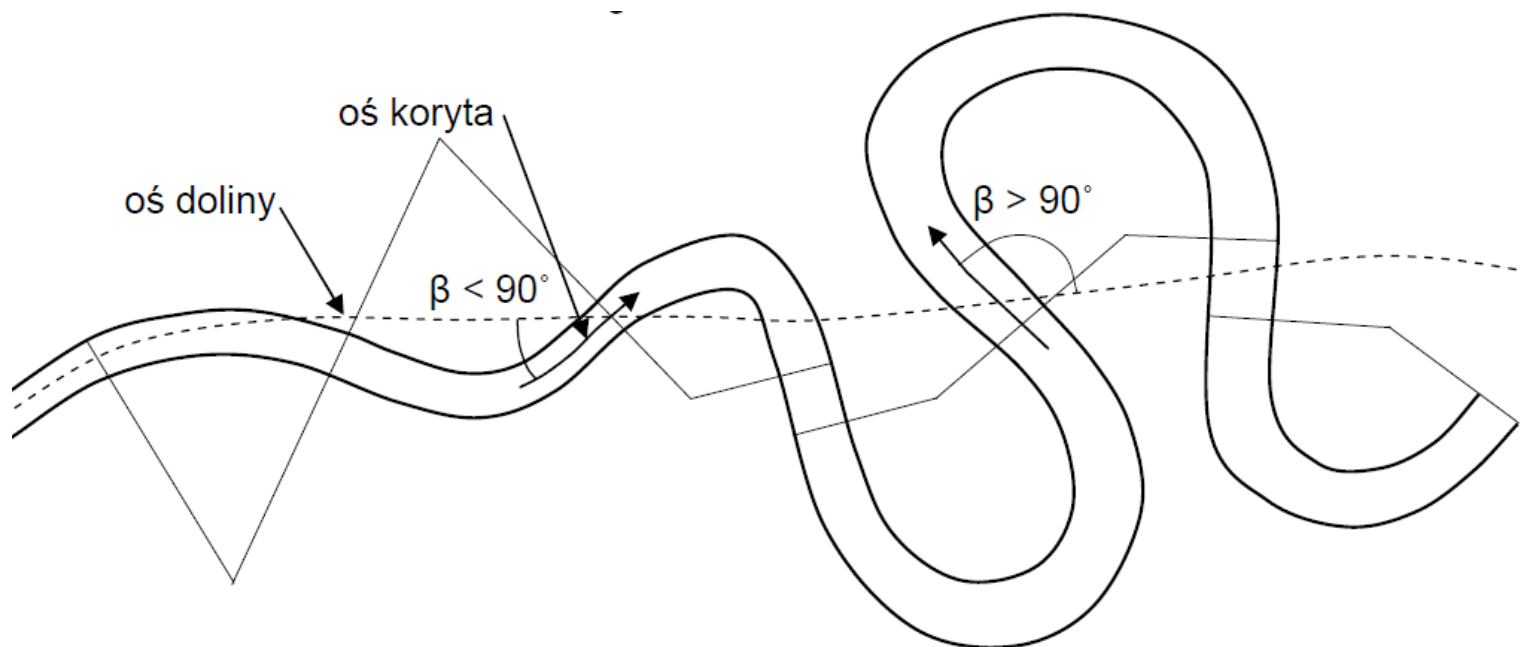
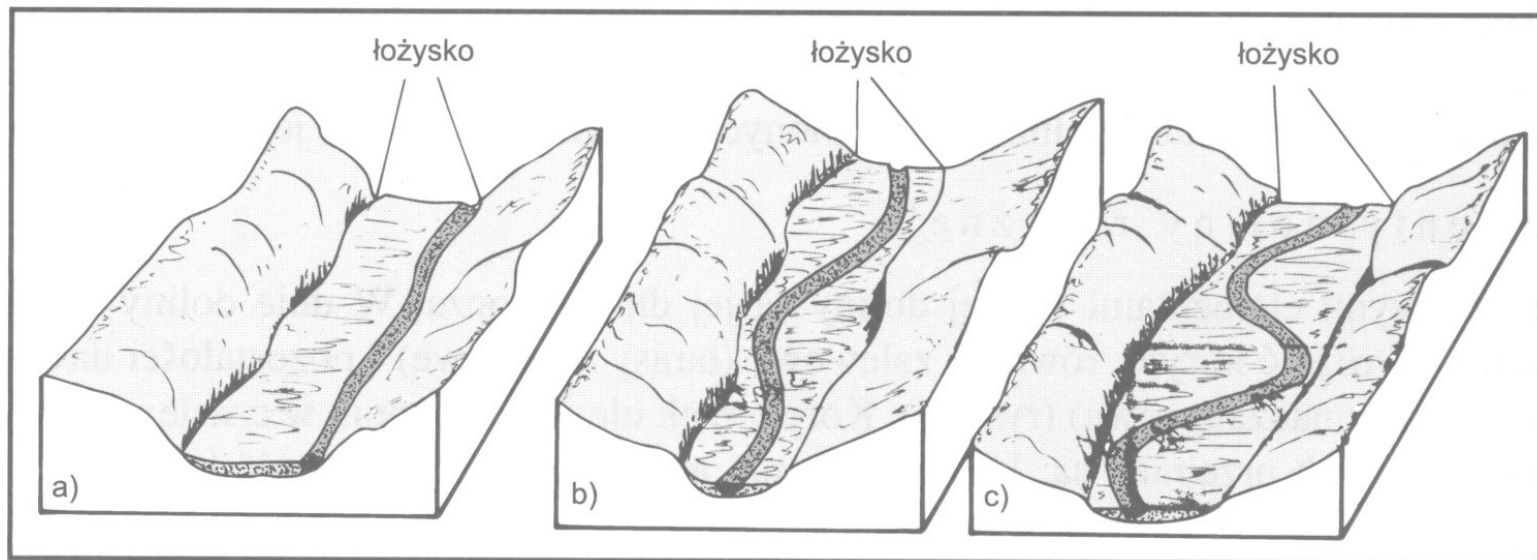
meandrujące

roztokowe (warkoczowate)

Łuki i przejścia w korycie cieku



Łuki i przejścia w korycie cieku



Elementy koryta rzecznego

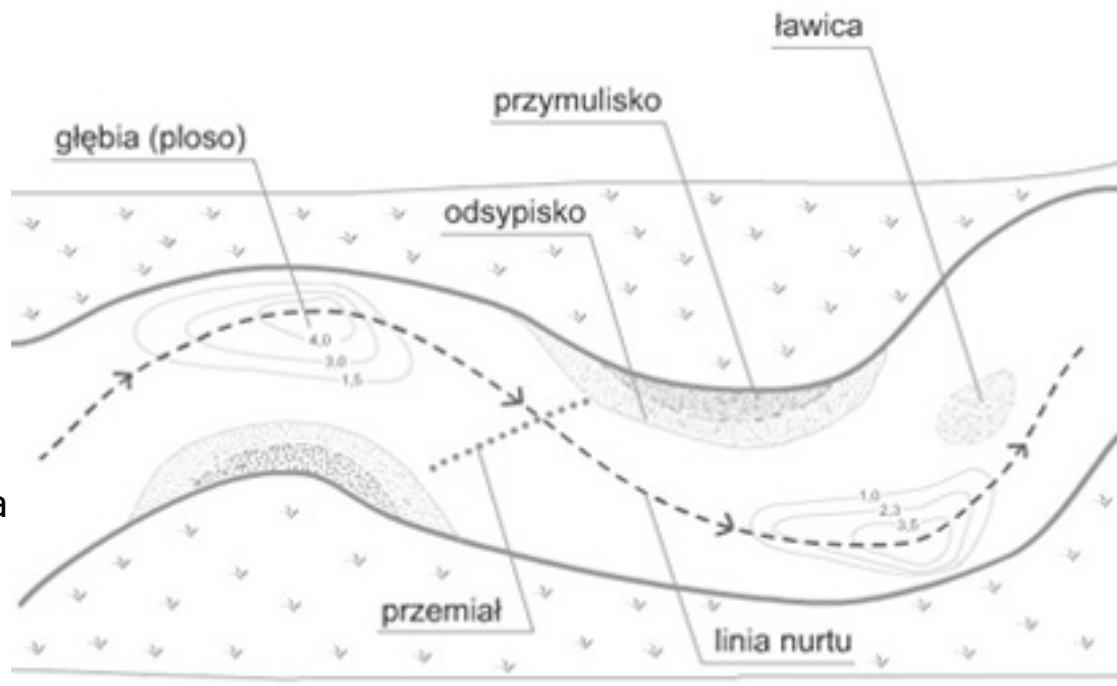
linia nurtu - linia ciągła łącząca miejsca o największej prędkości przepływu (największej głębokości w korycie rzeki). Zwykle z powodu nierówności dna, linia nurtu nie znajduje się na środku rzeki, ale przemieszcza się od brzegu do brzegu, prowadząc do powstawania serpentyn i meandrów;

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.

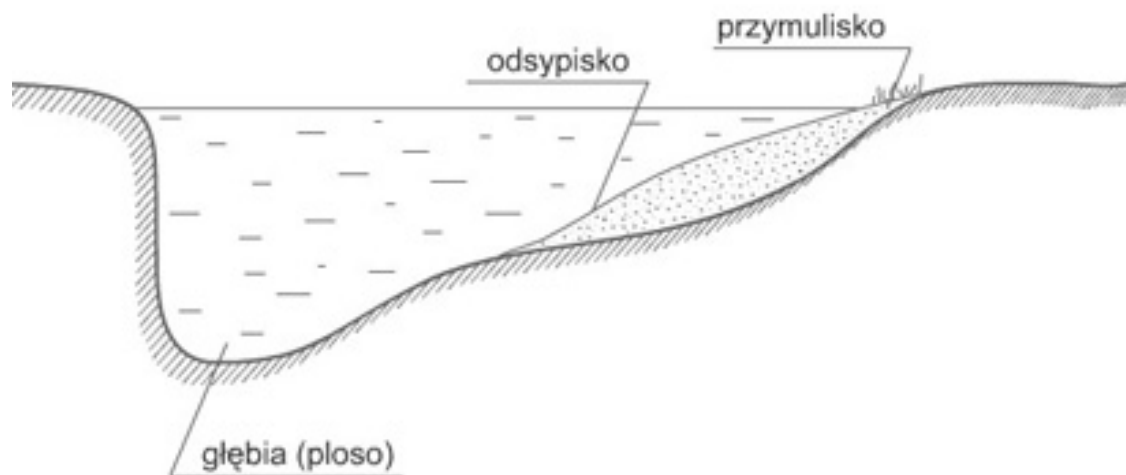
odsypisko - miejsce osadzania się osadu niesionego przez rzekę (żwir, piasek, muł);

przemiał - to formacja denna 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.

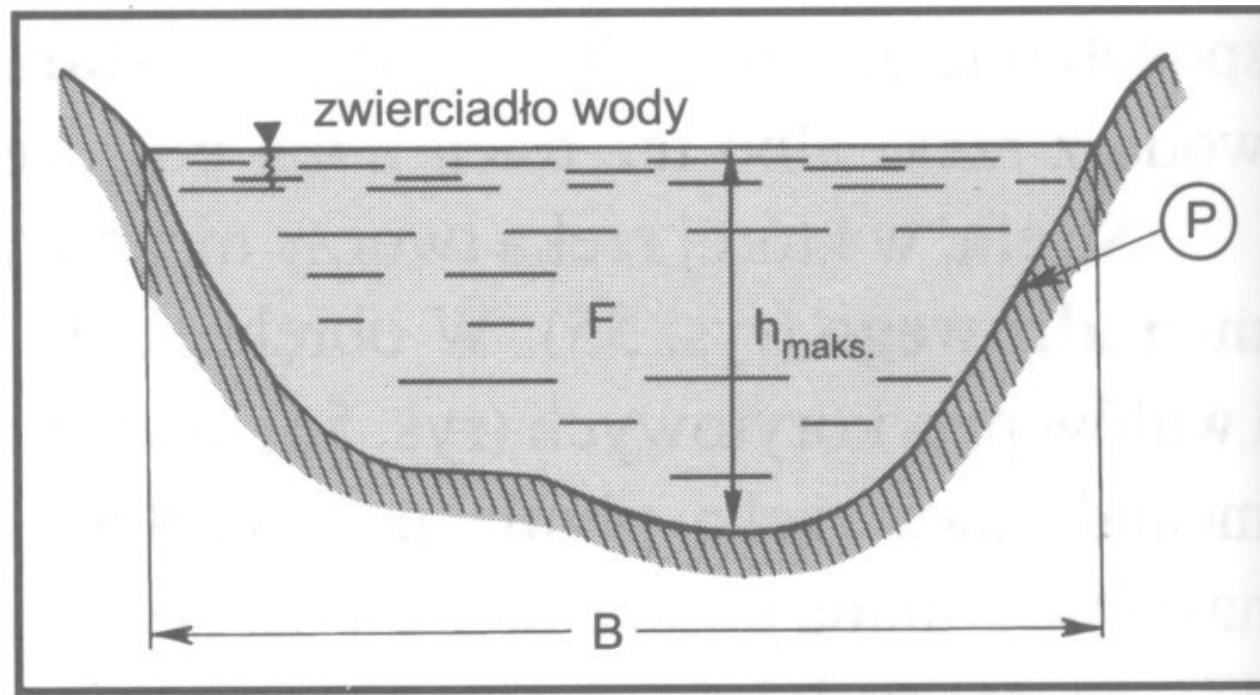


Rys. charakterystyczne elementy koryta rzecznego



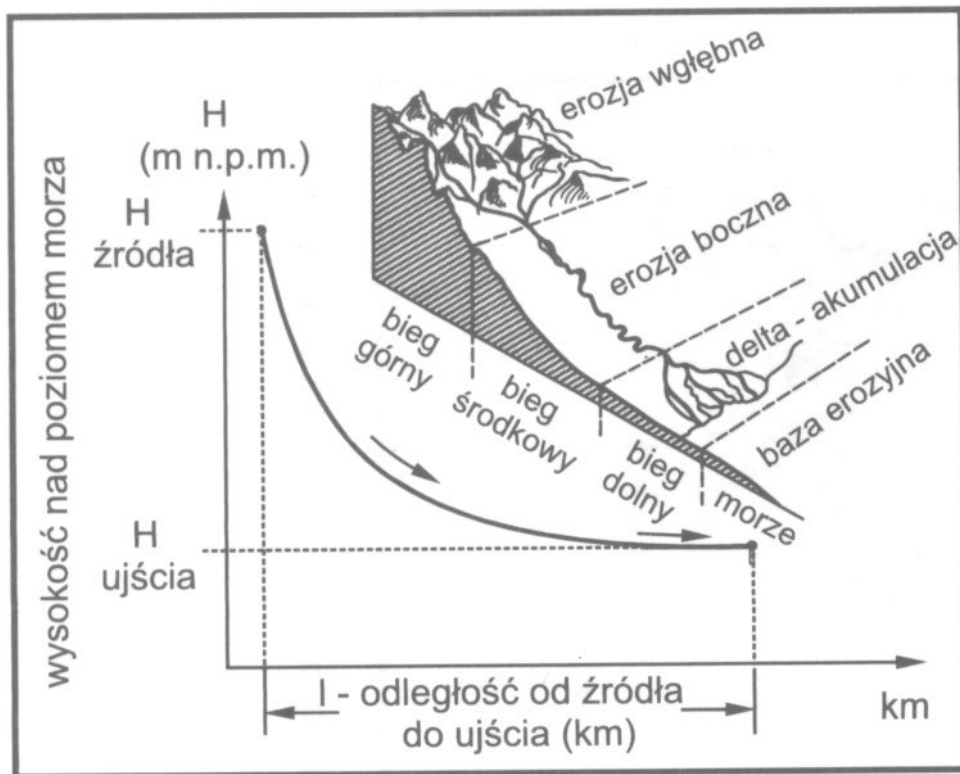
Rys. przekrój poprzeczny zakola rzeki

Koryto naturalne → parametry przekroju poprzecznego



- B – szerokość zwierciadła wody,
- F – powierzchnia przekroju poprzecznego,
- $h_{\max}$ – głębokość maksymalna koryta przy danym napełnieniu,
- P – obwód zwilżony.

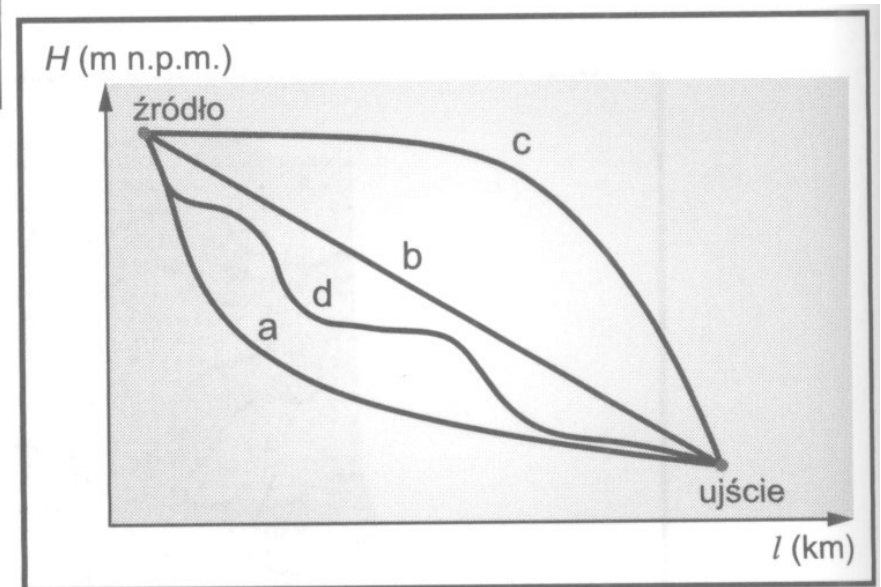
Profil podłużny i spadek rzeki



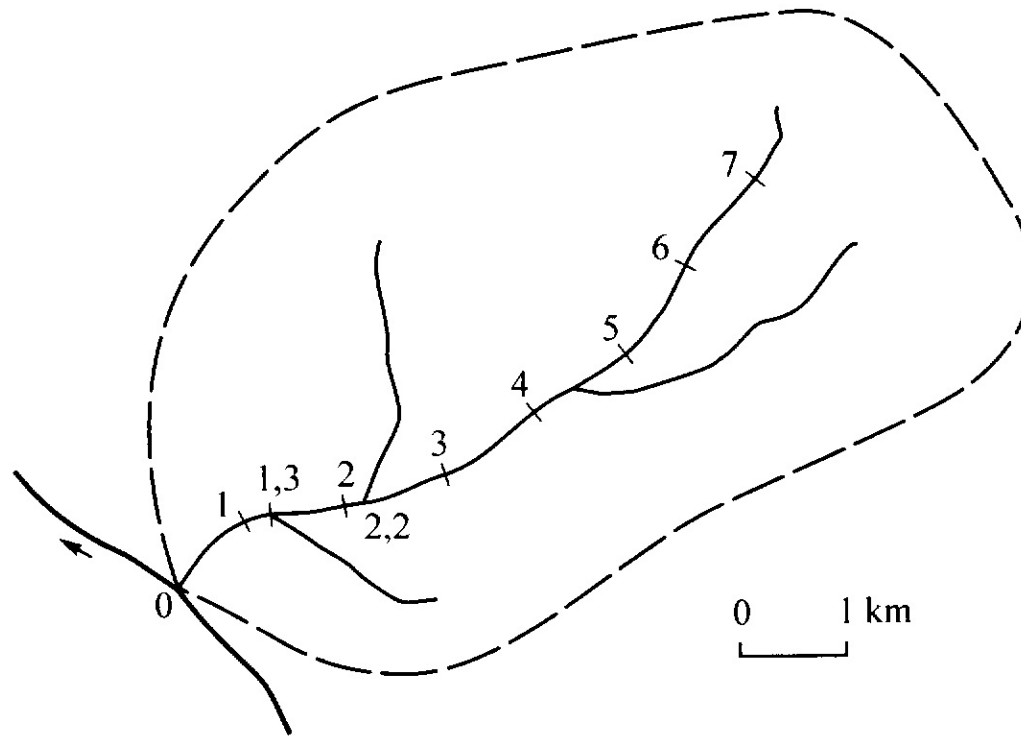
$$J = \frac{\Delta h}{l}$$

$$J_{\text{śr}} = \frac{H_{\text{max}} - H_{\text{min}}}{l_d}$$

- a – profil wklęsły,
- b – profil prostoliniowy,
- c – profil wypukły,
- d – profil schodkowy.



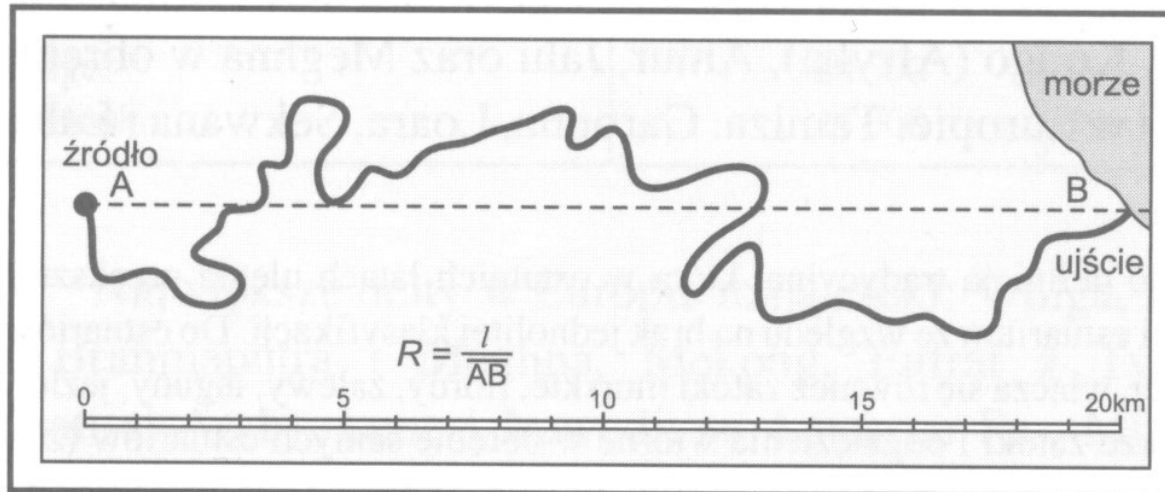
Kilometraż rzeki



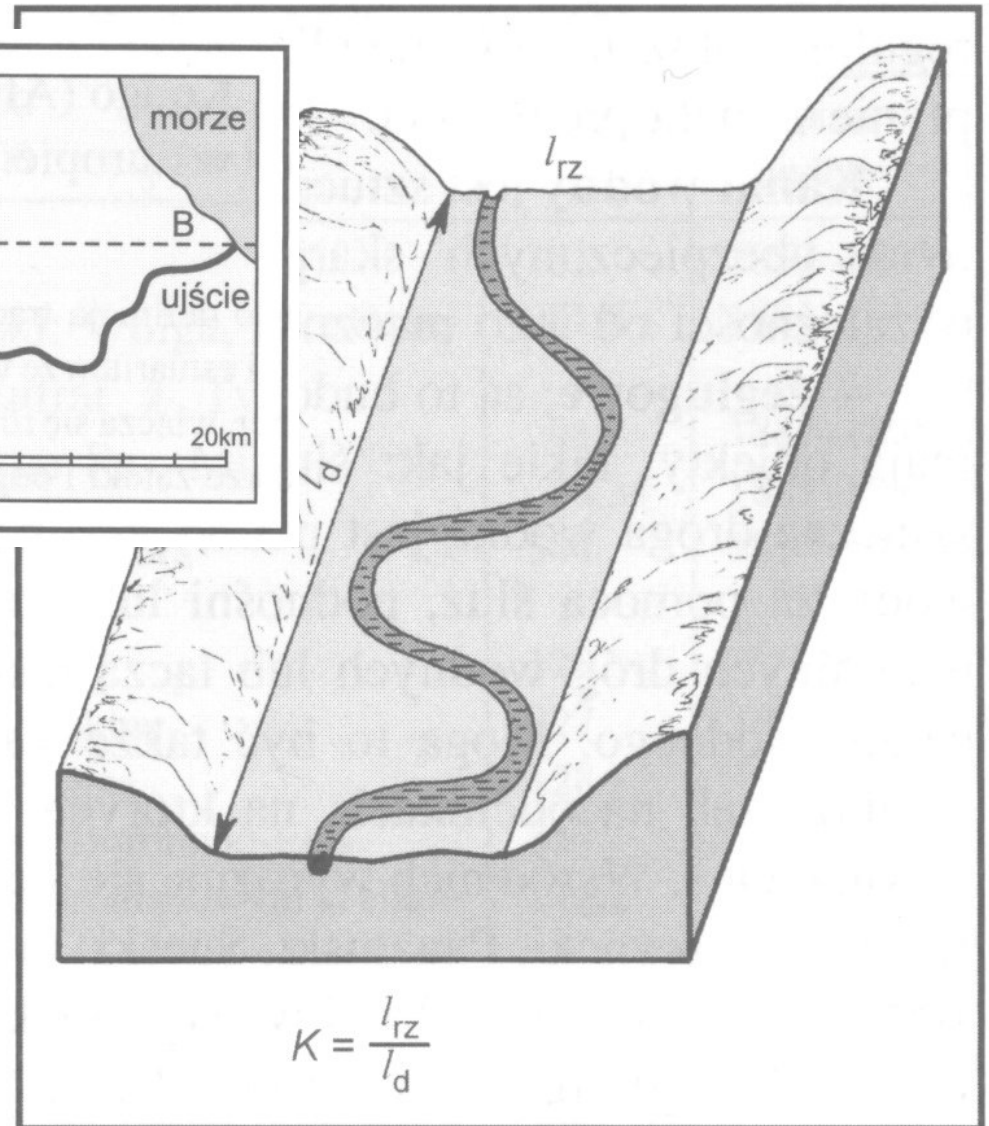
- określa długość biegu rzeki i wydzielonych jej odcinków, stanowi podstawę do sporządzania profilu podłużnego rzeki oraz umożliwia dokładne określenie położenia ujść dopływów, profilów pomiarowych, obiektów wodnych, mostów itp.

Rozwinięcie i krętość rzeki

Rozwinięcie rzeki – stosunek długości rzeki do linii prostej łączącej źródło z ujściem.

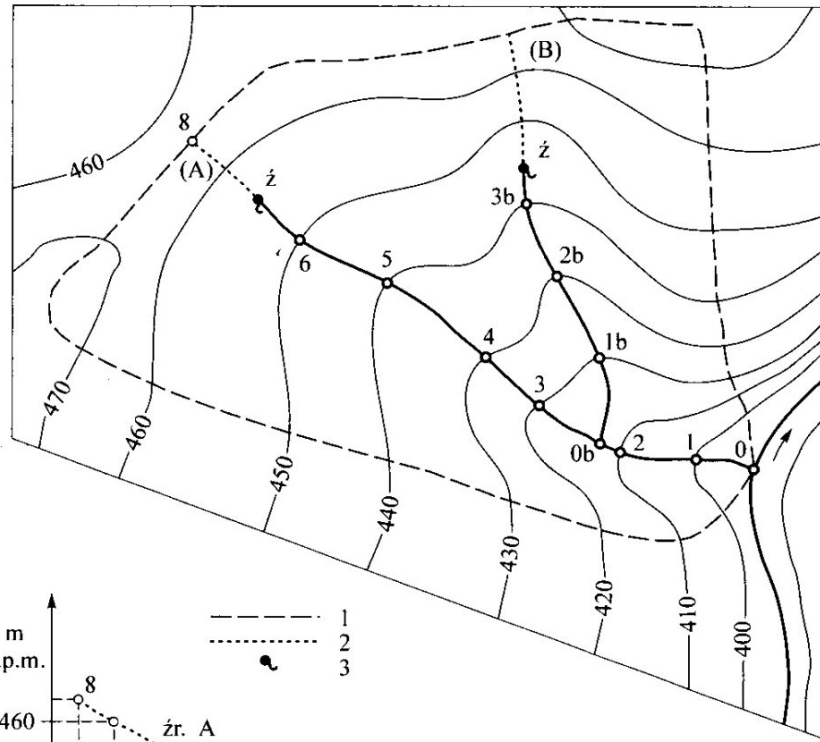


Krętość rzeki – stosunek długości rzeki do długości jej doliny.

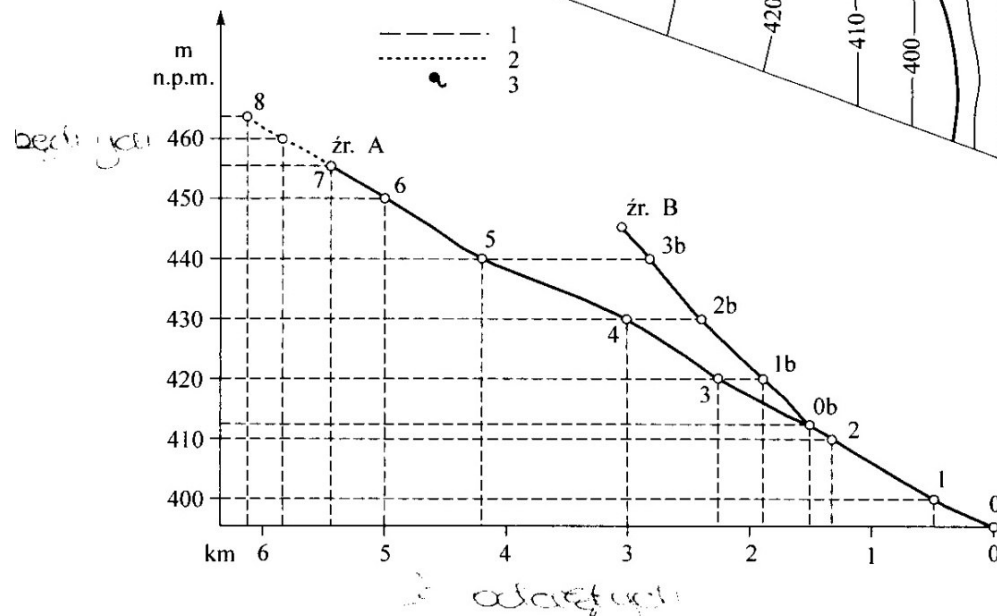


Ćwiczenie: długość, kilometraż, profil podłużny, rozwinięcie i krętość rzeki

A



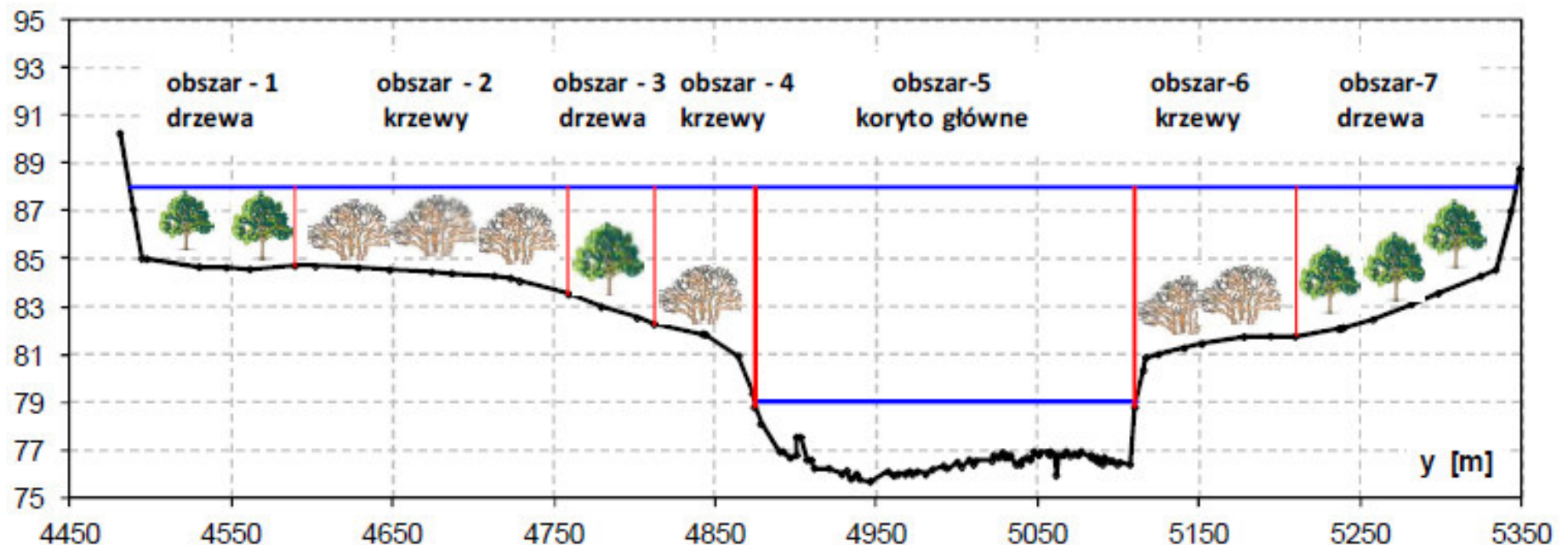
B



Parametry przepływu w korycie otwartym

$$Q = \int v_i dA$$

$\Rightarrow h(Q_m) \Rightarrow$ rzędna zwierciadła wody



Koryto wielodzielne – traktuje się jako koryto złożone z kilku odrębnych części, dla których wyznaczamy niezależnie prędkość i przepływ.

Uwaga: przy obliczaniu obwodu zwilżonego uwzględniamy jedynie rzeczywistą długość zetknięcia się z korytem (nie uwzględniamy umownych linii podziału).

Przepływ ustalony, jednostajny → prędkość średnia w korycie

Wzór Chezy: $v = c \sqrt{RI}$

Wzór Manning'a: $v = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2}$ $c = \frac{1}{n} R^{1/6}$

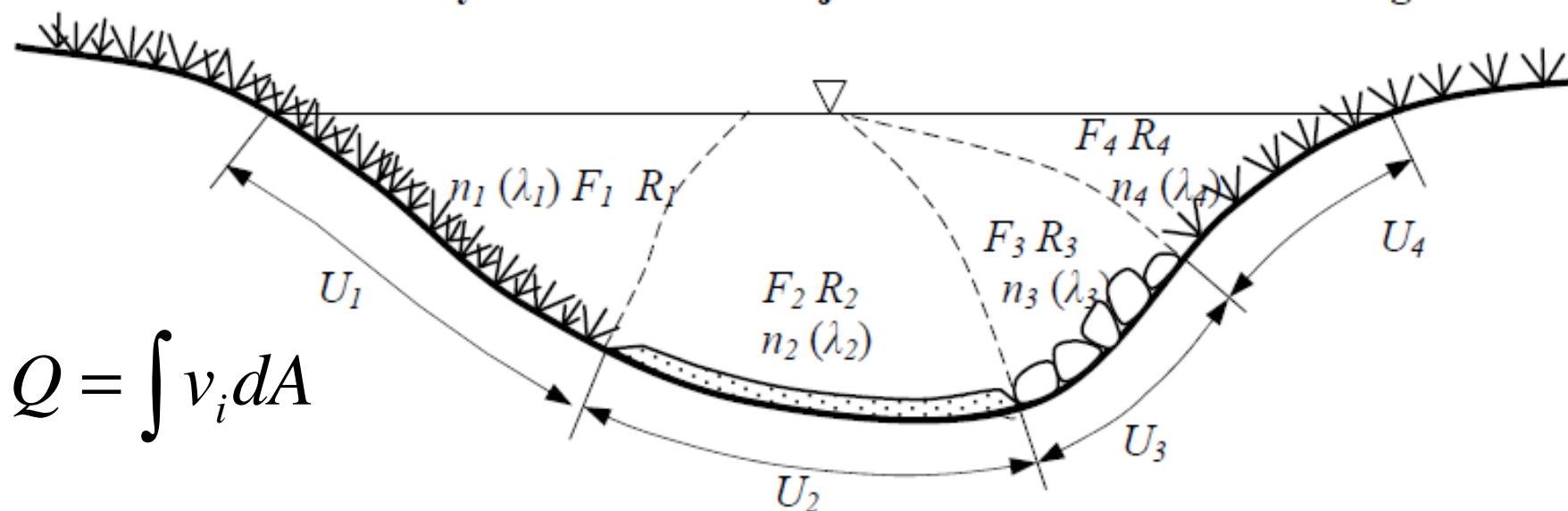
Wzór Strickler'a: $v = k_{st} R^{2/3} I^{1/2}$ $c = k_{st} R^{1/6}$

Wzór Darcy-Weisbach'a:

$$v = \sqrt{\frac{8gRI}{\lambda}} \quad c = \sqrt{\frac{8g}{\lambda}}$$

Parametry przepływu w korycie otwartym

Schemat koryta o zróżnicowanej szorstkości obwodu zwilżonego



$$Q = \int v_i dA$$

– Hortona:

$$n_z = \left(\frac{\sum_{i=1}^N U_i \cdot n_i^{\frac{3}{2}}}{U} \right)^{\frac{2}{3}}$$

– lub Lottera:

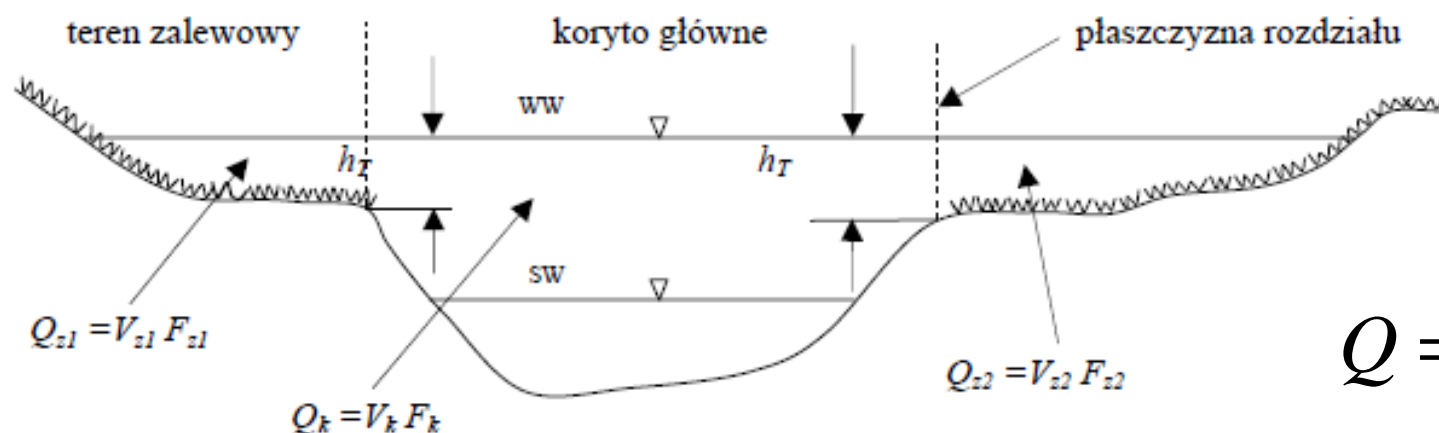
$$n_z = \frac{U \cdot R^{\frac{5}{3}}}{\sum_{i=1}^N \left(\frac{U_i \cdot R_i^{\frac{5}{3}}}{n_i} \right)}$$

Parametry przepływu w korycie otwartym

Przepustowość koryta dwudzielnego

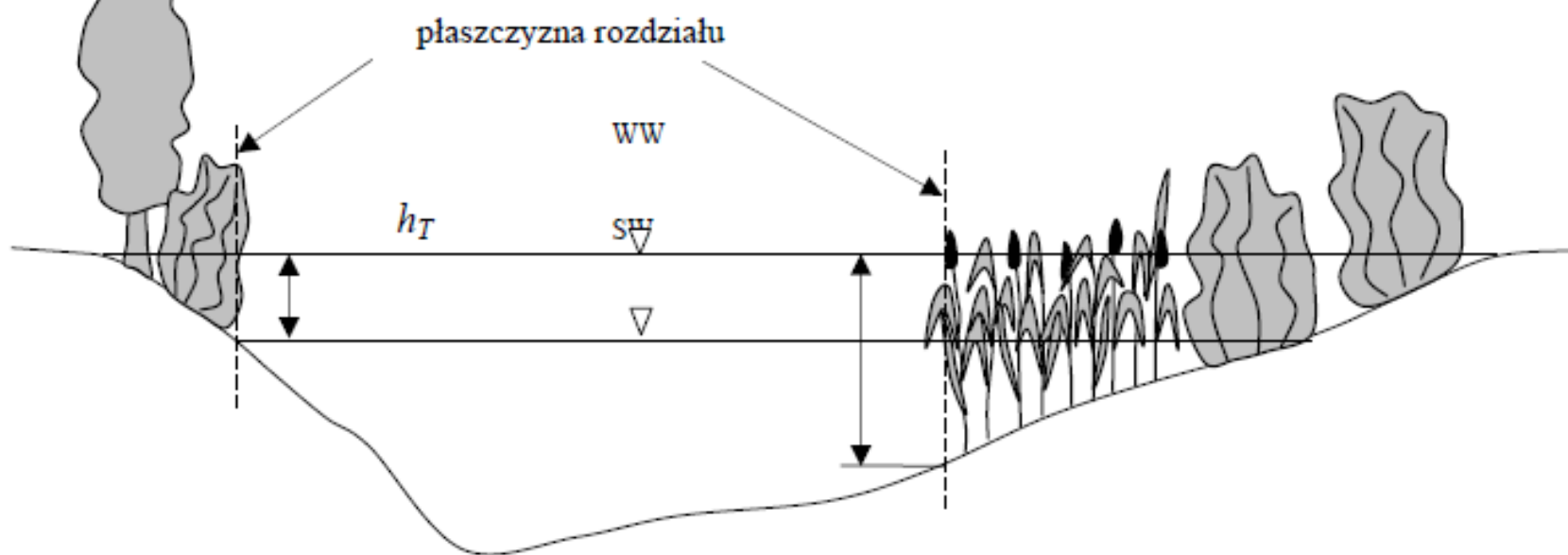
koryto wód wielkich = koryto główne + tereny zalewowe

$$Q = Q_k + Q_{z1} + Q_{z2}$$



$$Q = \int v_i dA$$

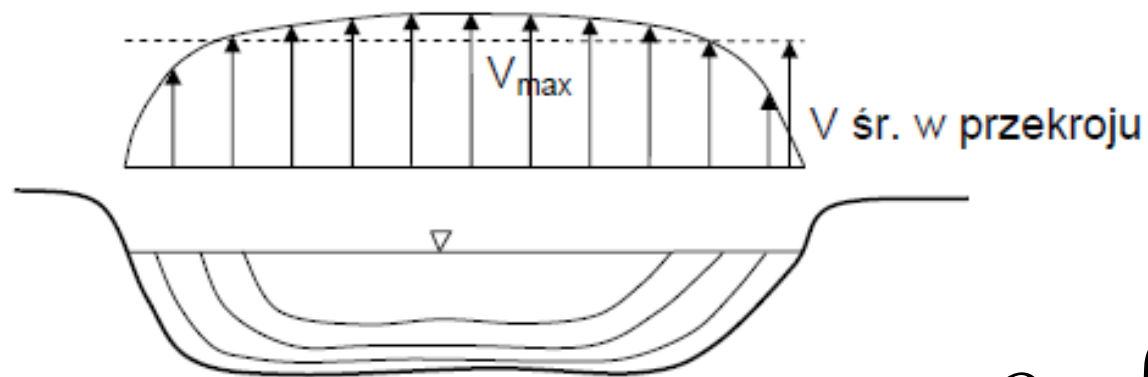
Koryto główne porośnięte roślinnością wysoką



Parametry przepływu w korycie otwartym

Rozkład średnich prędkości w pionach

- Na odcinku prostym, bystrzu, przejściu nurtowym



$$Q = \int v_i dA$$

- Na łuku

