

*Zespół Geotechniki w Instytucie Budownictwa*

WYDZIAŁ GEODEZJI, INŻYNIERII PRZESTRZENNEJ I BUDOWNICTWA

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

*BUDOWLE HYDROTECHNICZNE*

## **Wykład 9**

# **Budownictwo hydrotechniczne w ochronie przeciwpowodziowej**

*dr inż. Ireneusz Dyka – pok. 3.32 [ul. Heweliusza 4]*

<http://pracownicy.uwm.edu.pl/i.dyka>

*e-mail: i.dyka@uwm.edu.pl*

# Powódź

Zgodnie z definicją podaną w Dyrektywie Unii Europejskiej [Dyrektywa 2007/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2007 w sprawie oceny ryzyka powodziowego i zarządzania nim]:

**„powódź”** - czasowe pokrycie wodą terenu, który normalnie nie jest pokryty wodą, powstałe na skutek wezbrania wody w ciekach naturalnych, zbiornikach wodnych, kanałach oraz od strony morza, **powodujące zagrożenie dla życia i zdrowia ludzi, środowiska, dziedzictwa kulturowego oraz działalności gospodarczej.**

*Definicja ta obejmuje powodzie wywołane przez rzeki, potoki górskie, okresowe ciek wodne oraz powodzie sztormowe na obszarach wybrzeża, natomiast może nie uwzględniać powodzi wywołanych przez systemy kanalizacyjne, lokalne utrzymywanie się wód deszczowych na powierzchni terenu itp.*

# Wezbranie a powódź

**Wezbranie** – każdy znaczny wzrost stanów wody w ciekach i jeziorach wywołany:

- zwiększonym zasilaniem naturalnym (opady deszczu, tajanie śniegu)
- zahamowaniem odpływu (zatory lodowe lub śryżowe, silny wiatr)

**Powódź** – na tyle duże wezbranie, że woda występując z koryta głównego rzeki, zalewa tereny nadbrzeżne (doliny rzek) powoduje straty gospodarcze, społeczne i moralne.

- 1. Wezbranie jest zjawiskiem przyrodniczym**
- 2. Powódź jest zarówno zjawiskiem przyrodniczym jak i gospodarczym**
- 3. Każda powódź jest wezbraniem, ale nie każde wezbranie jest powodzią**

# Klasyfikacja powodzi

**Ze względu na genezę wezbrania i powodzie dzielimy na:**

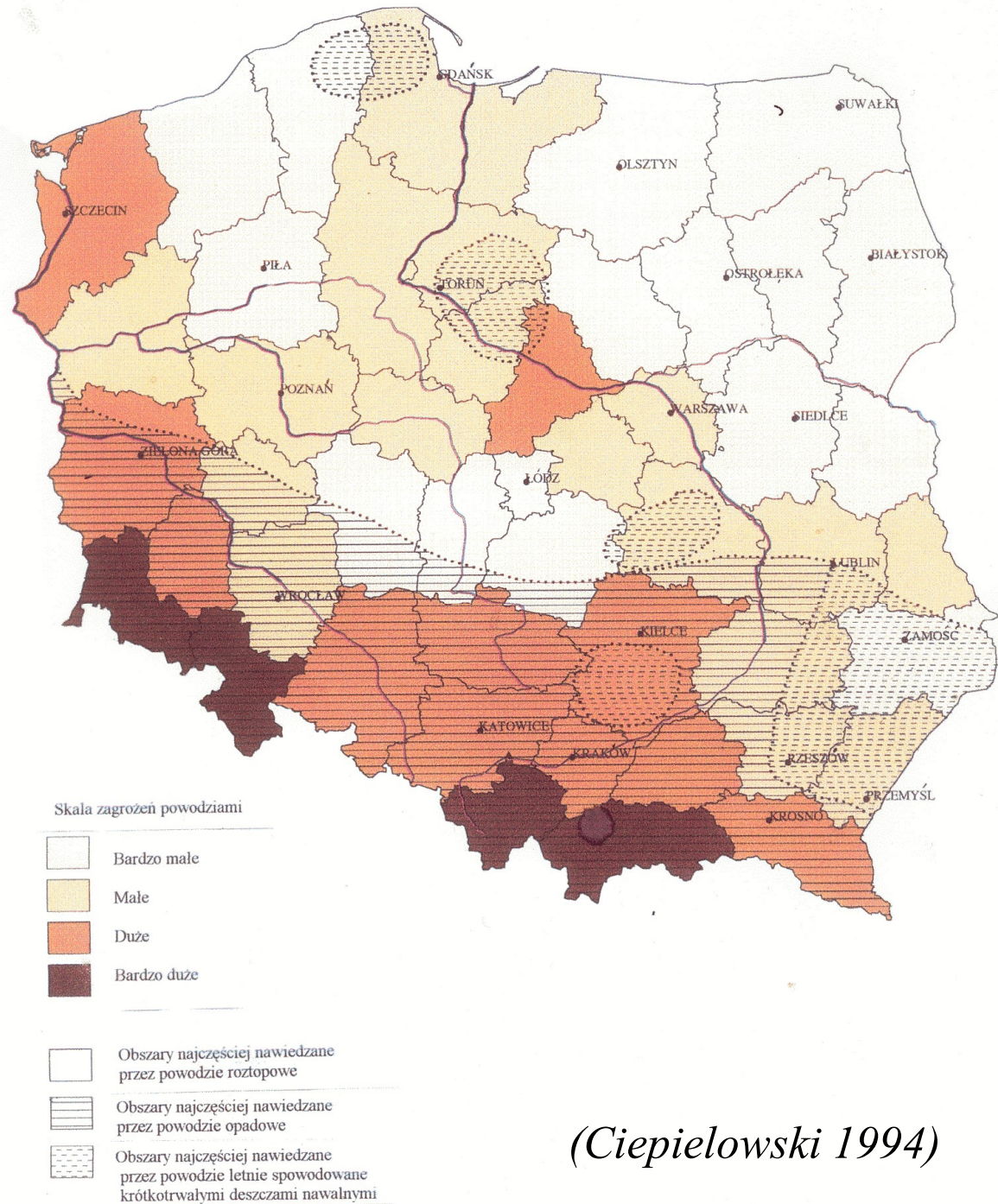
1. Spowodowane czynnikami naturalnymi:

- opadowe - wywołane deszczami (nawalnymi lub frontalnymi)
- zatorowe (zimowe) – śryżowe i lodowe
- roztopowe – wywołane gwałtownym tajaniem śniegu
- sztormowe – wywołane wiatrem wiejący od morza i powodującym podniesienie się poziomu wody w ujściowych odcinkach rzek

2. Spowodowane uszkodzeniem lub całkowitym zniszczeniem ochronnych budowli hydrotechnicznych (zapór, wałów i in. obiektów).

# Charakterystyka przestrzenna powodzi w Polsce

*Całkowita powierzchnia dolin rzecznych zagrożonych powodziami stanowi ok. 7 % powierzchni Polski*



*(Ciepielowski 1994)*

# Charakterystyka przestrzenna powodzi w Polsce

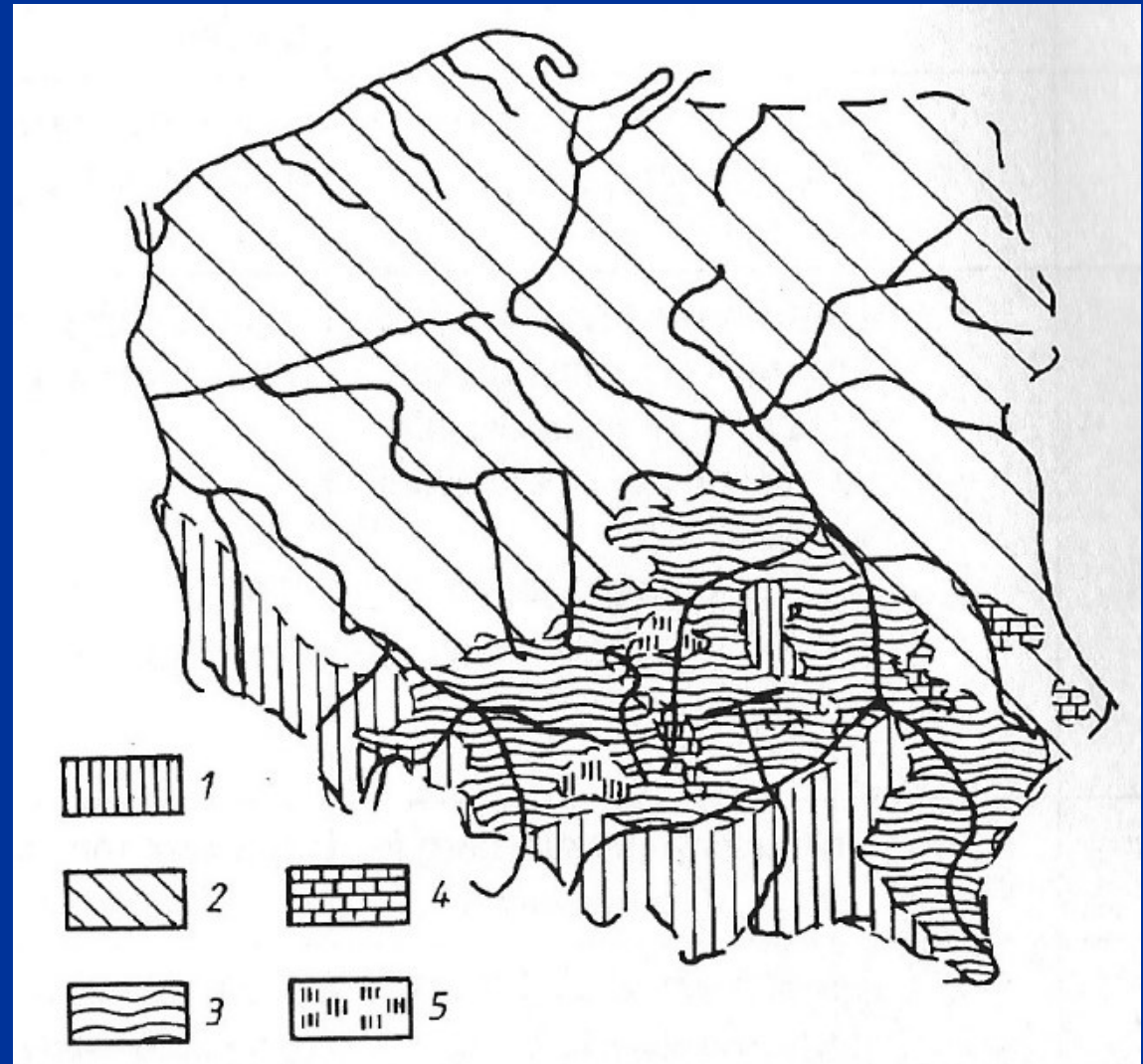
*1 – wezbrania opadowe;*

*2- wezbrania roztopowe;*

*3 – mieszane;*

*4 – zjawiska krasowe;*

*5 – tereny z wyraźnym wpływem działalności człowieka na odpływ wody*



*(Depczyński, Szamowski,  
Budowle i zbiorniki wodne)*

## **Ochrona przeciwpowodziowa**

*wg Dyrektywy 2007/60/WE Parlamentu Europejskiego  
i Rady z dnia 23 października 2007 w sprawie oceny  
ryzyka powodziowego i zarządzania nim*

***Osiągnięcie pełnego bezpieczeństwa  
powodziowego nie jest możliwe!***

„Powodzie należą do naturalnych zjawisk, którym nie sposób zapobiec.

Niemniej jednak niektóre działania człowieka (takie jak przyrost zabudowy mieszkaniowej i wzrost wartości majątku na obszarach zalewowych, a także obniżenie naturalnego potencjału retencyjnego gleby (zlewni) wskutek użytkowania gruntów) i zmiany klimatyczne przyczyniają się do zwiększenia prawdopodobieństwa występowania powodzi i zaostrzenia ich negatywnych skutków”.

# Ochrona przeciwpowodziowa

Zasadniczym celem ochrony przed powodzią jest ograniczenie ryzyka wystąpienia negatywnych skutków związanych z powodzią, zwłaszcza dla:

- zdrowia i życia człowieka,
- środowiska,
- dziedzictwa kulturowego,
- działalności gospodarczej,
- infrastruktury



# Straty powodziowe wyrażone w mld dolarów w poszczególnych dekadach na świecie:

	Dekada 1950-59	Dekada 1960-69	Dekada 1970-79	Dekada 1980-89	ostatnie 10 1989- 98
<b>Ilość wielkich powodzi</b>	7	7	9	20	34
<b>Straty ekonomiczne</b>	27.9	20.2	19.2	25.5	199.6
<b>Straty ubezpieczone</b>	---	0.2	0.4	1.4	7.4

# Straty powodziowe w Polsce

rok 1960 – 1205 mln zł,

rok 1970 – 1515 mln zł,

rok 1977 – 2503 mln zł,

rok 1979 – 1995 mln zł,

rok 1997 – 12000 mln zł,

rok 2001 – 1300 mln zł,

rok 2010 – 13000 mln zł..

# Raport Komisji Europejskiej

Według raportu :

- koszty związane z powodziami mogą wzrosnąć do 2050 r. pięciokrotnie
- największy wpływ na koszty powodzi ma czynnik społeczno - gospodarczy (wzrost zainwestowania na terenach zagrożonych powodzią)

Dyrektywa Powodziowa wprowadza nowy sposób postępowania w zapobieganiu powodziom:

nie

**„ochrona przed powodzią”**

tylko

**„ograniczenie szkód powodziowych”**

nie

**„reagowanie na zagrożenie”**

tylko

**„zarządzanie ryzykiem powodziowym”**

# Metody ochrony przed powodzią:

**Strategia A. Trzymać powódź z daleka od ludzi**

**Strategia B. Trzymać ludzi z daleka od powodzi**

**Strategia C. Nauczyć się żyć z powodzią.**

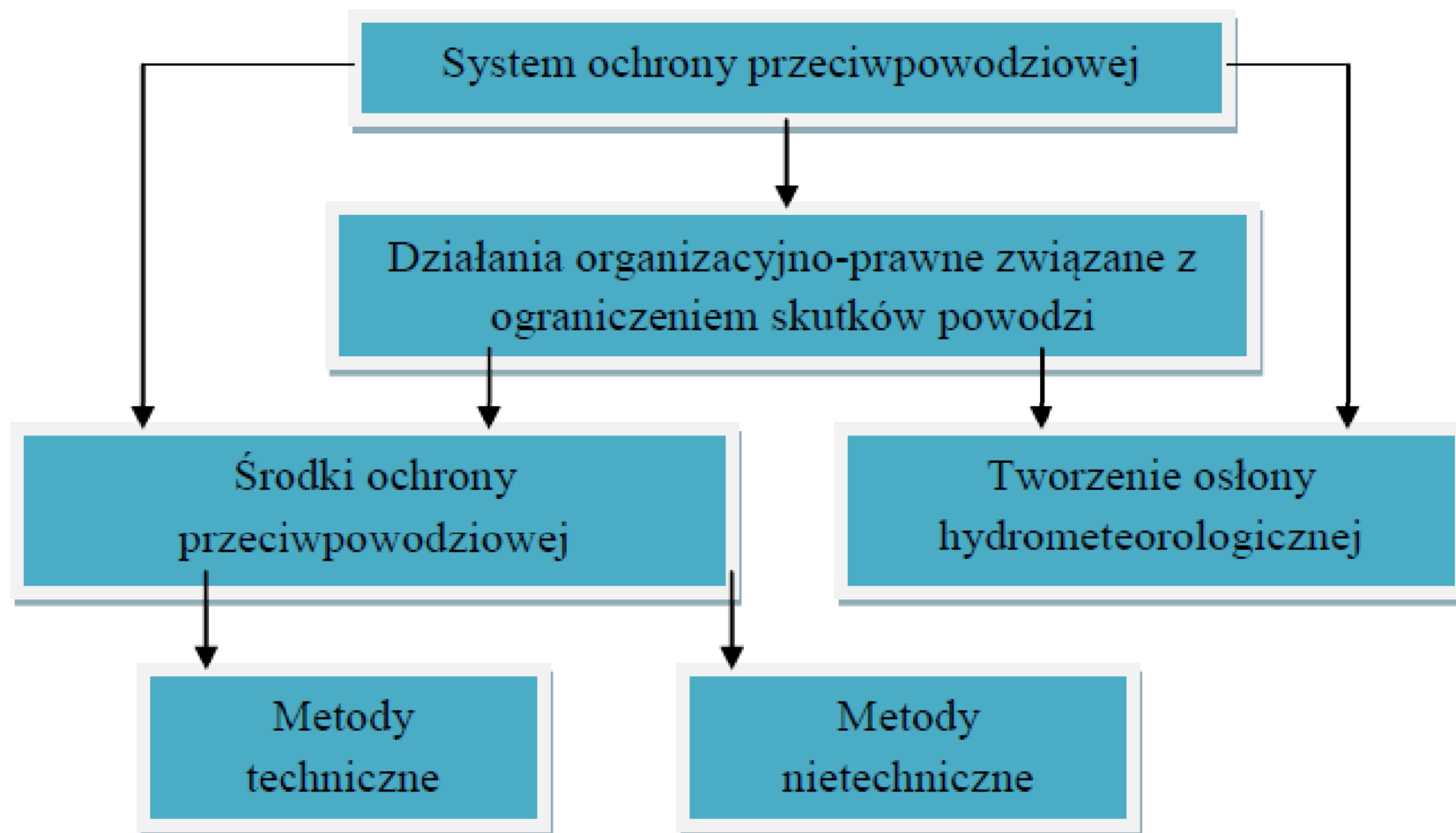
A – Przystosowanie naturalnych procesów do wymogów ludzkiej działalności	B – Przystosowanie działalności gospodarczej do powodzi	C – Minimalizacja strat
Regulacja rzek Kanały ulgi Obwałowania Stacje pomp Zbiorniki retencyjne Poldery Suche zbiorniki Wrota przeciwsztormowe	Zarządzanie w dolinie, wyznaczenie stref zagrożenia powodziowego Regulacje prawne: prawo budowlane, projektowanie urządzeń Systemy ostrzegania i informacji Zarządzanie i odpowiednie użytkowanie terenu w dorzeczu Zwiększenie pojemności retencyjnej zlewni (mała retencja)	Ubezpieczenia od powodzi Rządowa pomoc finansowa dla ofiar powodzi Edukacja

***Tereny zagrożone obecnie intensywnie zagospodarowane wymagają coraz skuteczniejszej ochrony***

*Programy rozwoju gospodarczego i użytkowania terenu powinny być dostosowane do potencjalnego zagrożenia powodziowego:*

- wyznaczanie stref zagrożenia*
- planowanie i gospodarka w przestrzenna musi uwzględniać ograniczenia w użytkowaniu i zabudowie terenów zalewowych*

# Metody zapobiegania powodziom



# Środki ochrony przed powodzią

## Środki organizacyjno-administracyjne:

- działania Komitetów Przeciwpowodziowych, Centrum Antykryzysowego
- System Monitoringu i Osłony Kraju
- przepisy prawne (Prawo Wodne, Miejscowe Plany Zagospodarowania Terenu itp.)
- edukacja ludności terenów zagrożonych

## Środki ekonomiczne:

- ubezpieczenia
- ulgi podatkowe, dopłaty bezpośrednie dla rolników
- kary pieniężne za nieprzestrzeganie przepisów

## Środki techniczne



# Aktualne problemy ochrony przed powodzią



- Zmiany w środowisku naturalnym mają istotny wpływ na ryzyko i podatność na powodzie.
- istotnym czynnikiem zmian jest wzrost liczby ludności, zmiany klimatyczne, powodujący migracje, rozwój osadnictwa i gospodarki oraz zmiany użytkowania terenu zlewni.
- Tereny zagrożone, obecnie intensywnie zagospodarowane wymagają coraz skuteczniejszej ochrony.
- Programy rozwoju gospodarczego i użytkowania terenu powinny być dostosowane do potencjalnego zagrożenia powodziowego:
  - konieczne jest wyznaczanie granic obszarów zagrożenia w dolinach rzecznych,
  - w planach zagospodarowania przestrzennego należy uwzględniać ograniczenia w użytkowaniu i zabudowie terenów zalewowych.
- Ochrona przed powodzią wymaga kompleksowych rozwiązań i powinna obejmować zespół różnorodnych i wzajemnie powiązanych działań technicznych, ekonomicznych i administracyjnych, z uwzględnieniem wymagań ochrony środowiska i rozwoju zrównoważonego.
- Jako priorytetowe należy uznać działania wpływające na wzrost retencji w zlewni:
  - **renaturyzacja rzek i dolin,**
  - **budowa polderów, suchych zbiorników oraz obiektów małej retencji,**
  - **retencyjne przysposobienie zlewni.**
- Istniejące obiekty wymagają racjonalnej modernizacji w celu poprawy ich funkcjonowania

*Jako priorytetowe rozwiązania ochrony przed powodzią uznaje się obecnie działania wpływające na wzrost retencji w zlewni:*

- *renaturyzacja rzek i dolin,*
- *dbałość o dobry stan odwodnień/melioracji,*
- *budowa polderów, suchych zbiorników oraz obiektów małej retencji*
- *retencyjne przysposobienie zlewni*

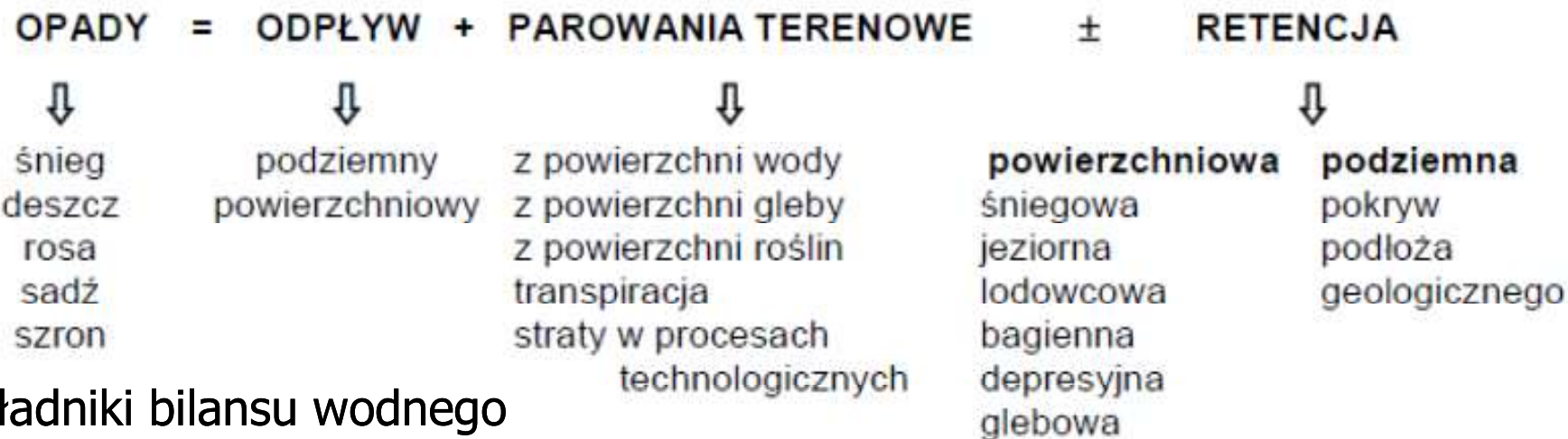
***Istniejące obiekty wymagają racjonalnej modernizacji w celu poprawy ich funkcjonowania***

## Środki techniczne, rodzaje działalności i główne ich cele

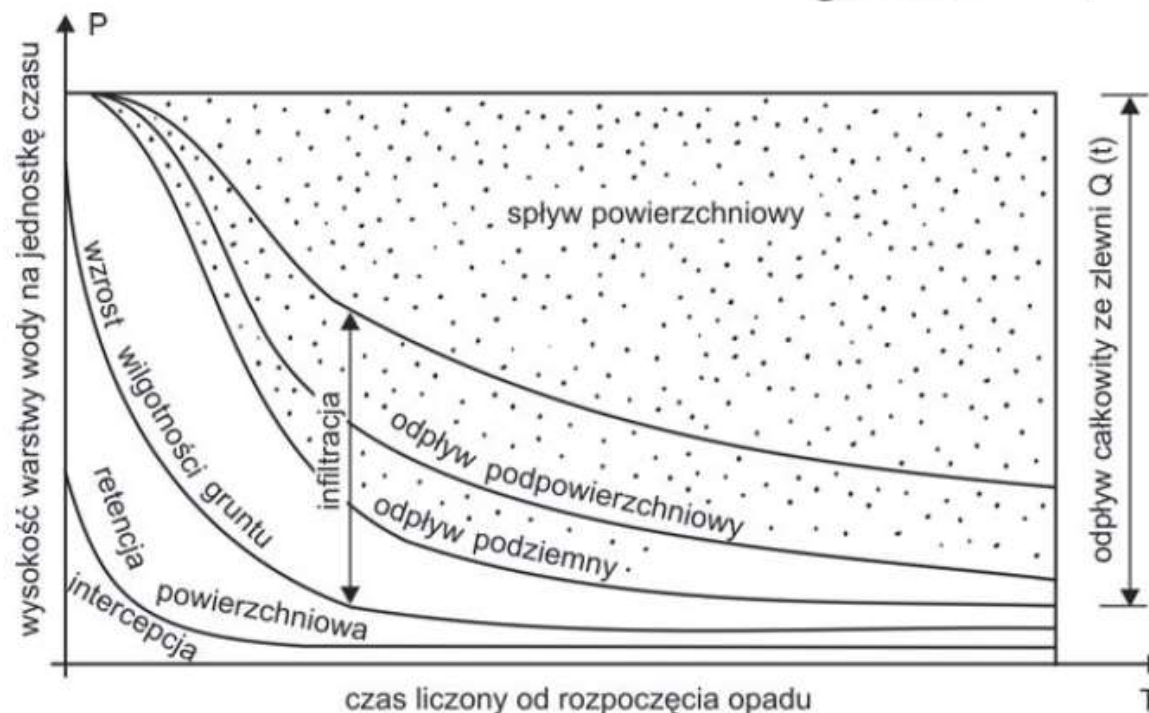


- ✓ zwiększanie retencji terenowej - zatrzymywanie wód opadowych w terenie poprzez racjonalną gospodarkę rolną i leśną,
- ✓ tworzenie sztucznych zbiorników retencyjnych - magazynowanie płynących wód (dodatkowe wymierne korzyści),
- ✓ ochrona terenów zalewowych o znaczącej wartości gospodarczej (tereny zurbanizowane i o wysokiej kulturze rolnej) przed zalaniem lub podtopieniem przez wody powodziowe,
- ✓ ochrona koryta rzeki, obiektów komunikacyjnych i budowli inżynierskich przed szkodliwym działaniem wód wezbrania powodziowego.

# Retencyjne przysposobienie zlewni



Składniki bilansu wodnego



# Retencja

Własności retencyjne zlewni mają decydujące znaczenie na wielkość wezbrania.

Pod pojęciem retencji lub zdolności retencyjnej rozumie się zdolność gromadzenia wody i przetrzymywania jej przez określony czas w środowisku.

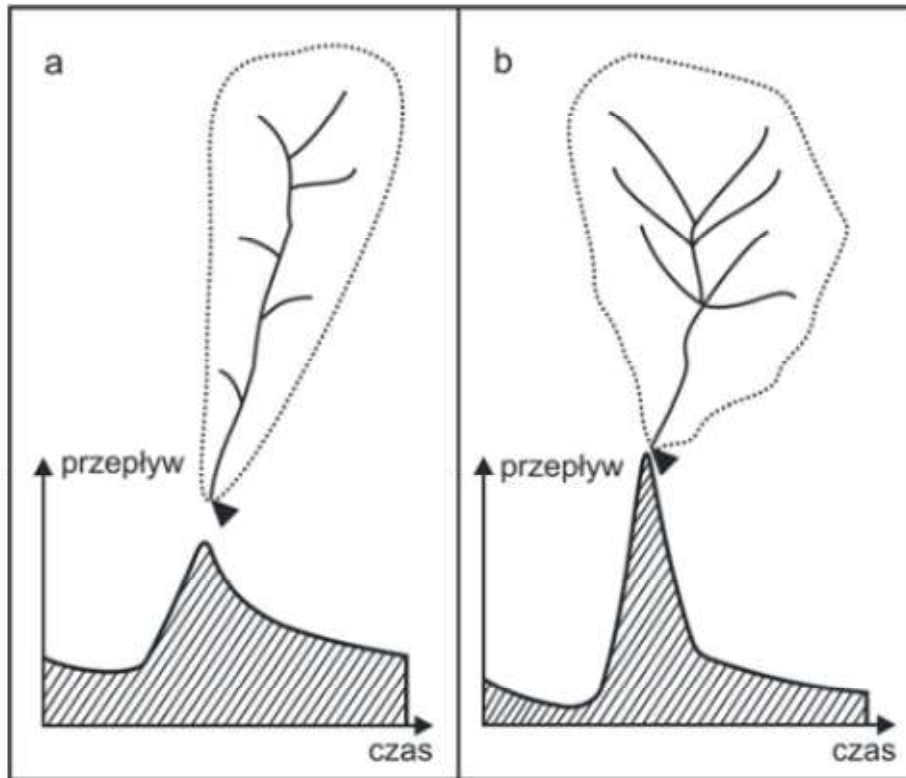
Z punktu widzenia sposobu uzyskiwania retencji w zlewni wyróżnia się retencję:

- naturalną;
- sztuczną (sterowana i niesterowana).

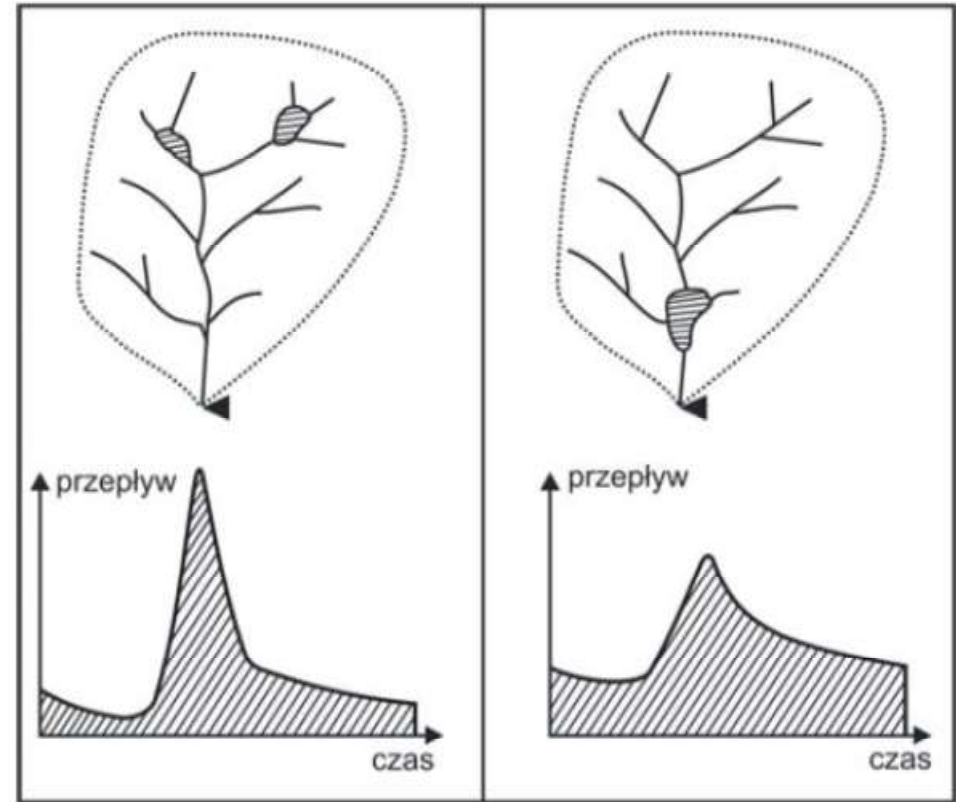
**Retencja naturalna** występuje w wielu formach (Mioduszewski, 1997):

- retencja krajobrazowa (siedliskową), do której zalicza się lasy, torfowiska i mokradła,
- retencja glebowa,
- retencja wód gruntowych i podziemnych,
- retencja wód powierzchniowych (koryt i dolin rzecznych),
- retencja śnieżną i lodowcową.

# Wpływ retencji zlewni na kształtowanie się fali powodziowej



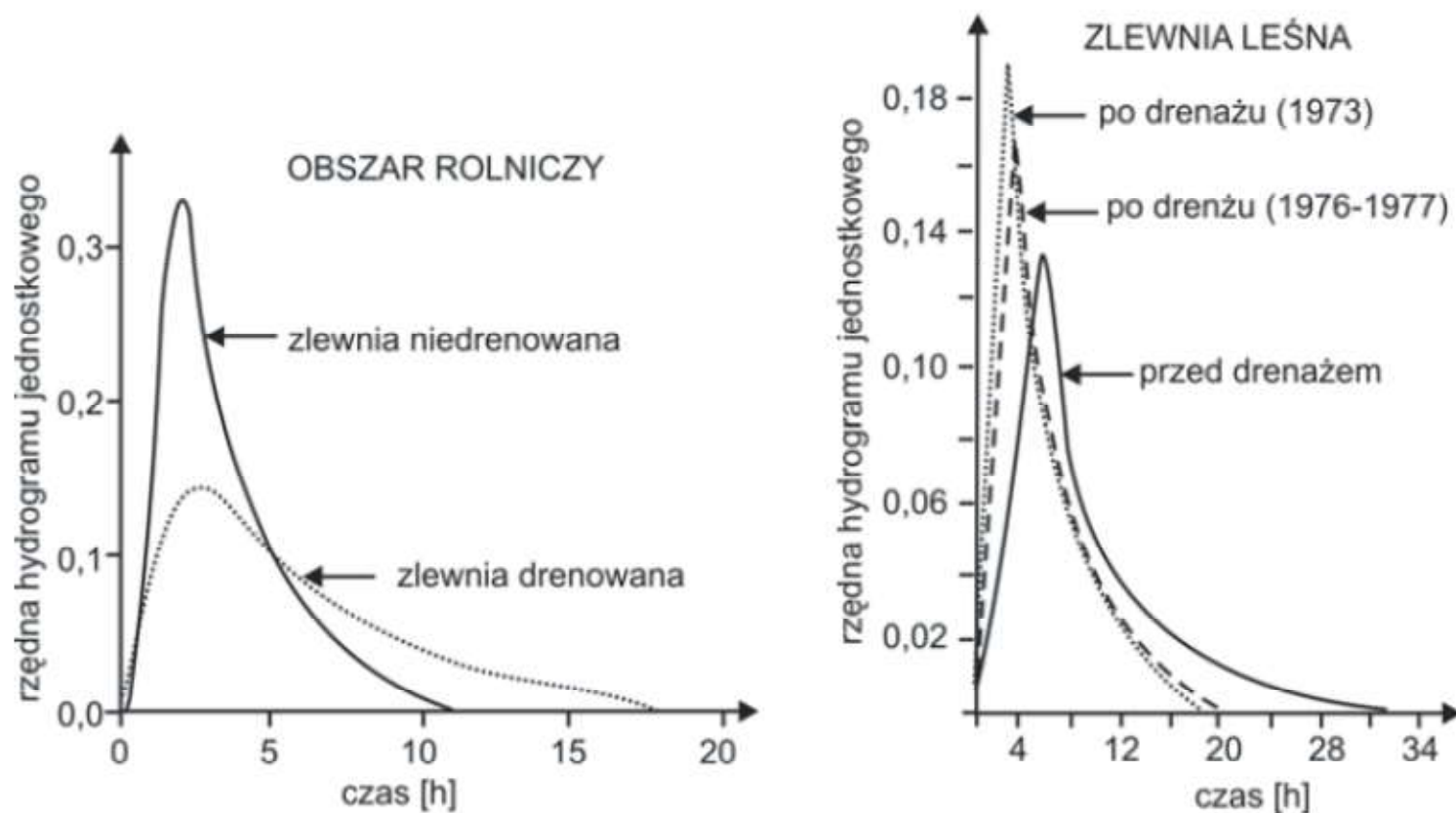
Kształt zlewni



Położenie zbiorników wodnych

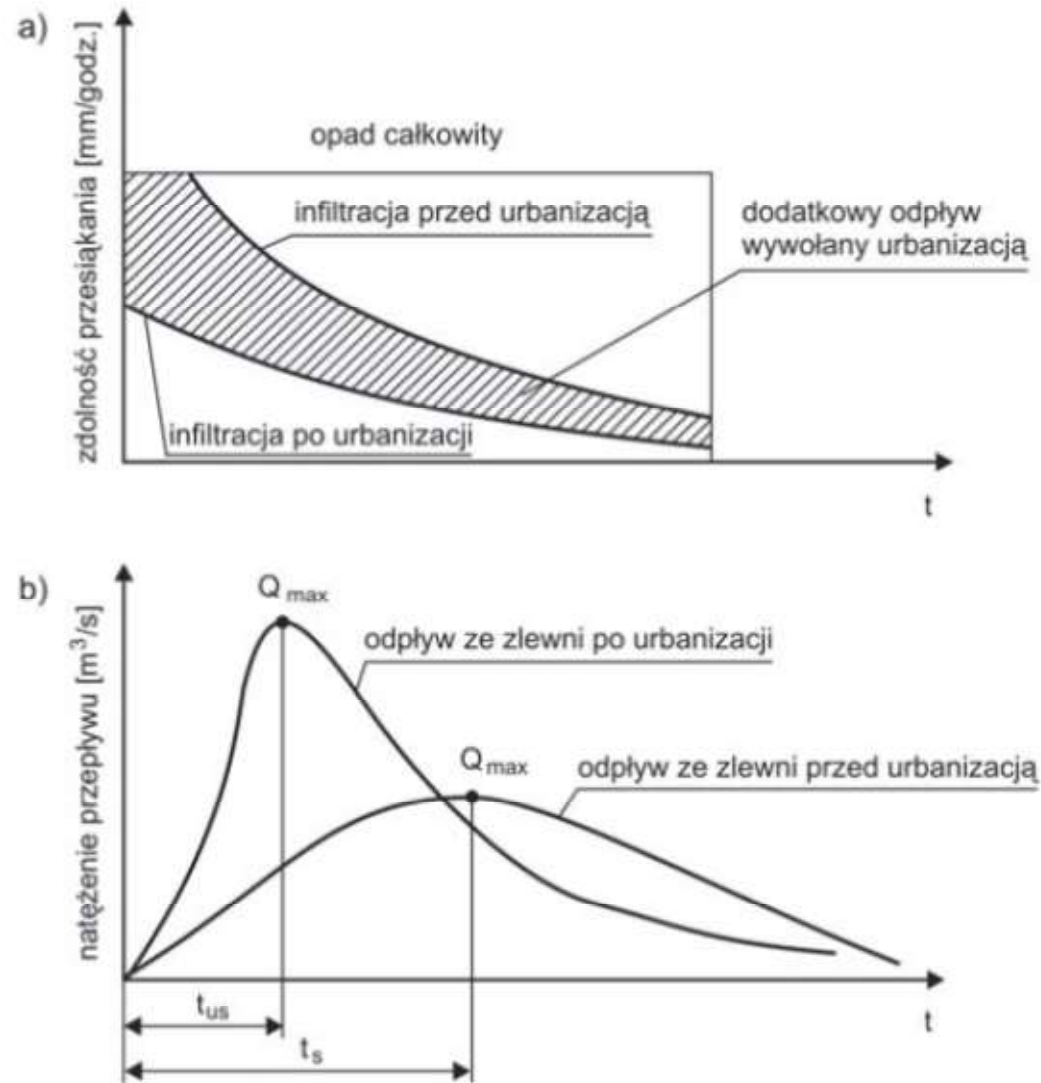
## Retencyjne przysposobienie zlewni

Melioracje wodne mają na celu regulację stosunków wodnych na obszarach upraw rolniczych, w celu poprawy zdolności produkcyjnej gleby i ułatwienia uprawy oraz ochronę użytków rolnych przed powodziami.



Wpływ melioracji

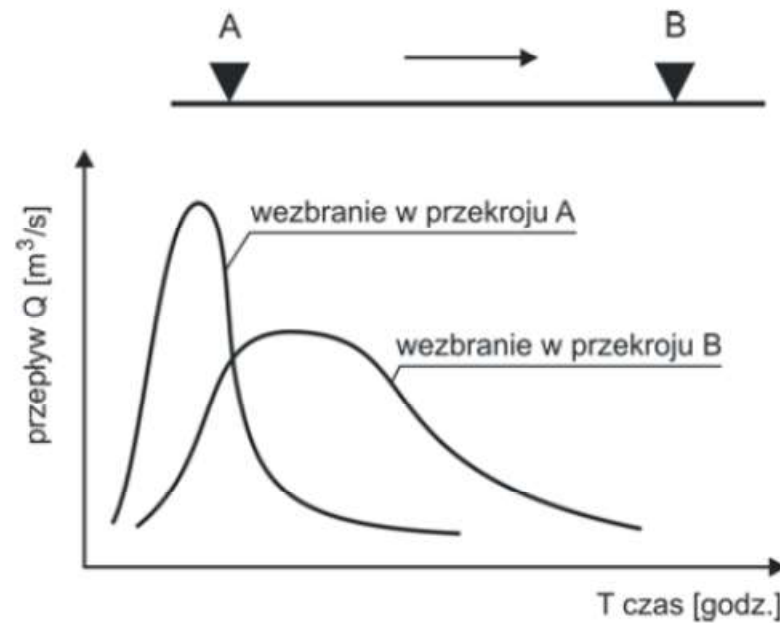
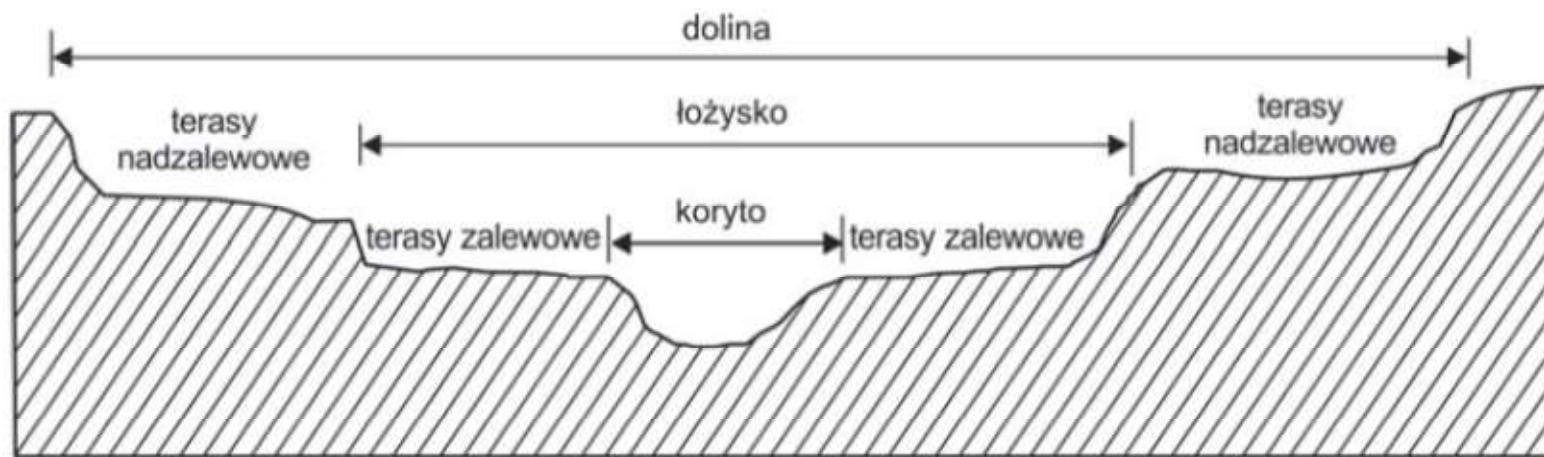
# Retencyjne przysposobienie zlewni



Wpływ zabudowy miejskiej na kształt fali powodziowej



# Retencyjne przysposobienie zlewni



Wpływ szerokości doliny rzecznej

# Środki ochrony przed powodzią

## Środki techniczne

### Środki ochrony czynnej

Zmniejszają wysokość fali wezbraniowej i redukują wielkość przepływów:

- Poldery z zamknięciami
- Suche zbiorniki z zamknięciami
- Kanały ulgi z zamknięciami
- Wielozadaniowe zbiorniki retencyjne
- Jeziora przepływowe z wyrównaniem dobowym
- Obiekty małej retencji
- Retencyjne przysposobienie zlewni

### Środki ochrony biernej

Wpływają na bezpieczne odprowadzenie wód wielkich:

- Wały przeciwpowodziowe
- Regulacja rzek
- Kanały ulgi
- Poldery i suche zbiorniki bez zamknięć

# Środki techniczne ochrony czynnej

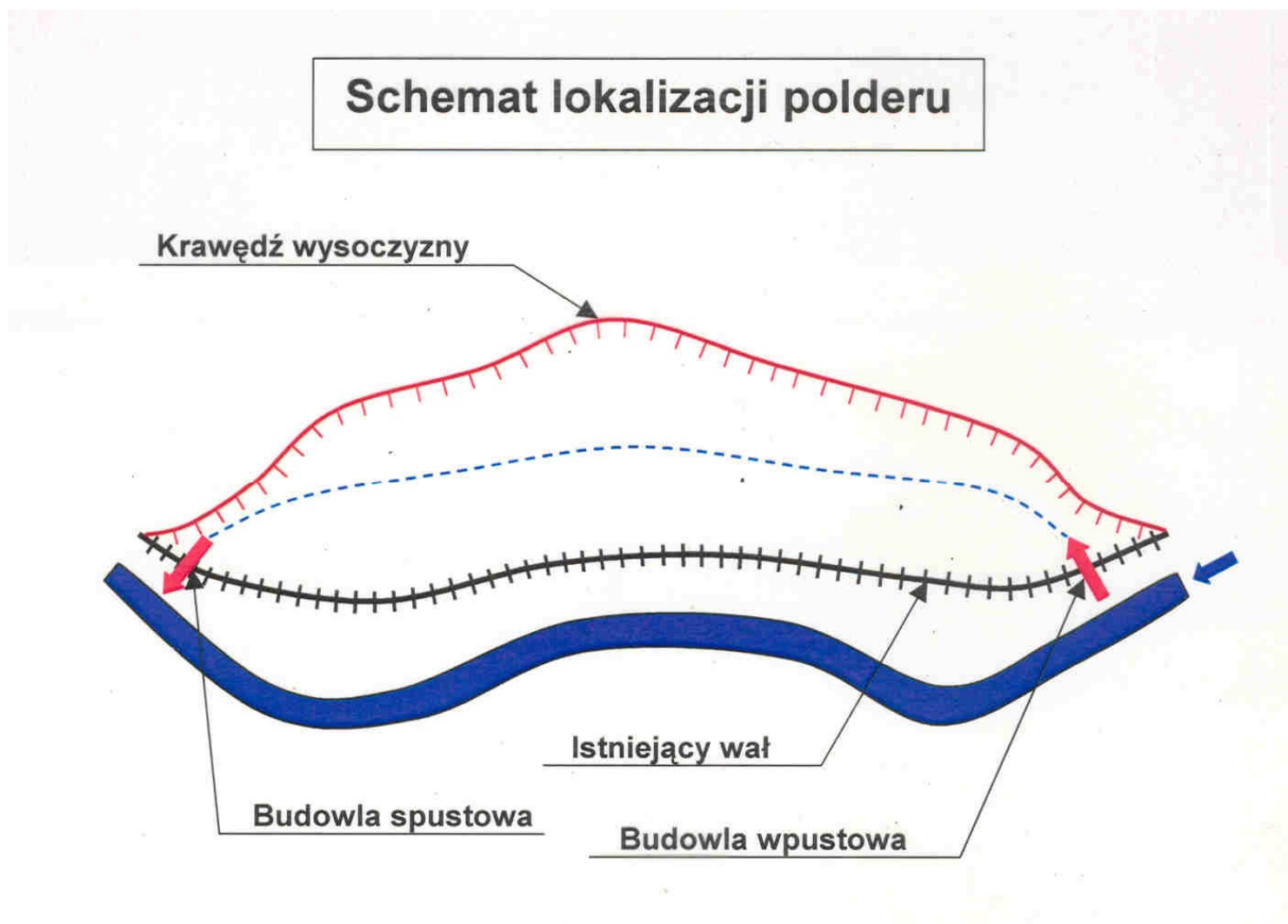
## Zbiorniki zalewowe - poldery



**Poldery sterowane -**  
zalewane w przypadku niebezpieczeństwa przerwania wałów

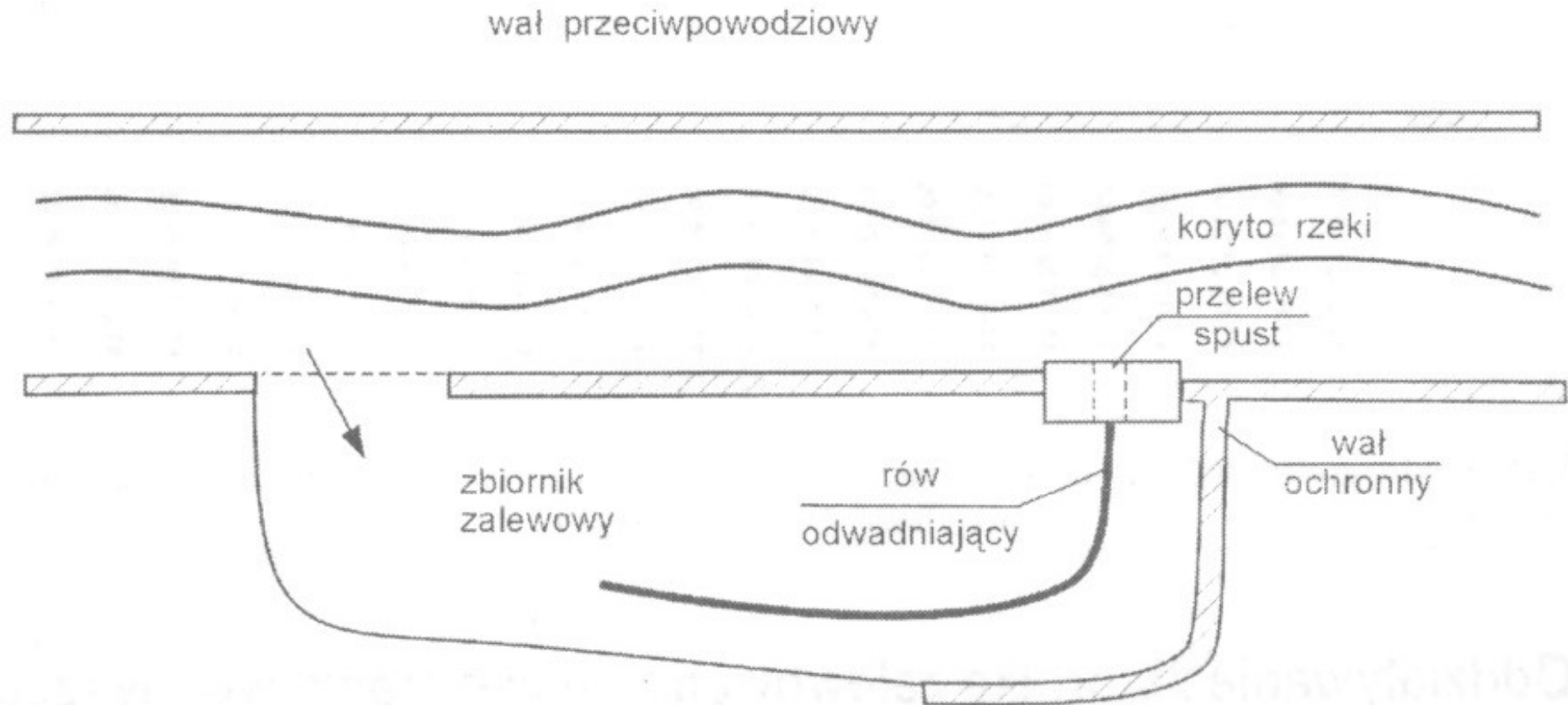
**Poldery przepływowe -**  
zalewane w czasie każdego wezbrania

# Środki techniczne ochrony czynnej



**Poldery przepływowe -  
zalewane w czasie każdego wezbrania**

# Środki techniczne ochrony czynnej



**Poldery sterowane -**  
zalewane w przypadku niebezpieczeństwa  
przerwania wałów

# Środki techniczne ochrony czynnej

## Poldery



Fot. 2.67. Odra w m. Widuchowa 24.07.1997. Na zdjęciu Odra i zalane poldery po stronie niemieckiej (A. Kwapiszewski)

Poldery w dolinie Odry po stronie niemieckiej – w lipcu 1997 roku



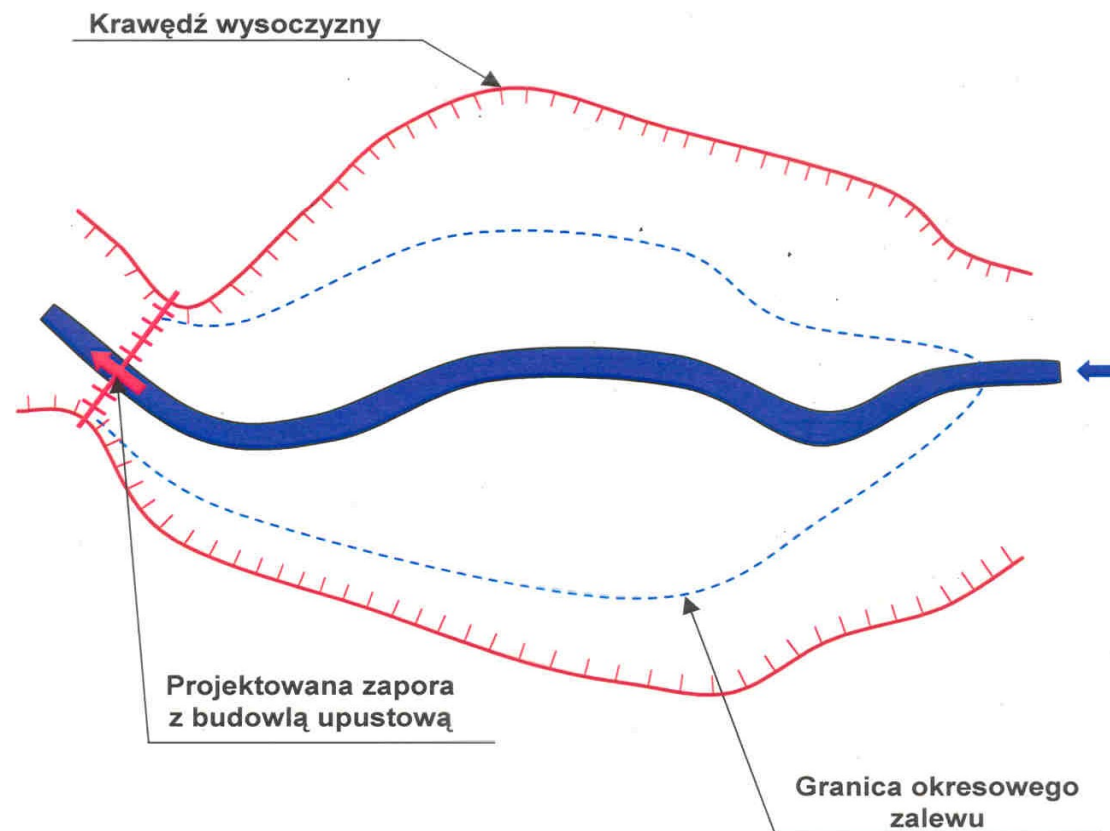
Fot. 2.56. Wrocław , osiedle Kozanów, 13.07.1997 r. stan z godziny 6.00 (T. Zawiślak)

Polder we Wrocławiu w lipcu 1997 roku

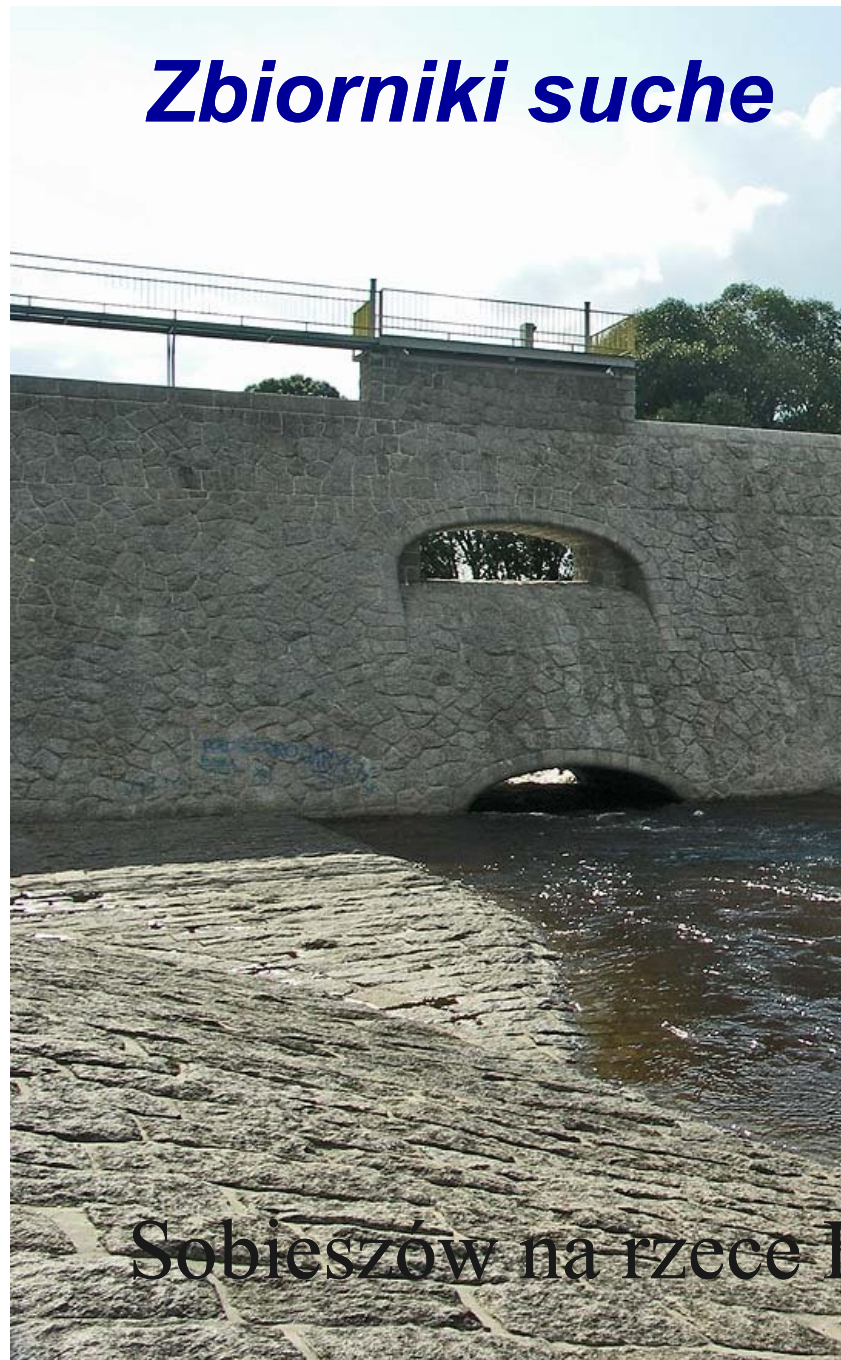
# Środki techniczne ochrony czynnej

## Suche zbiorniki

Schemat lokalizacji suchego zbiornika



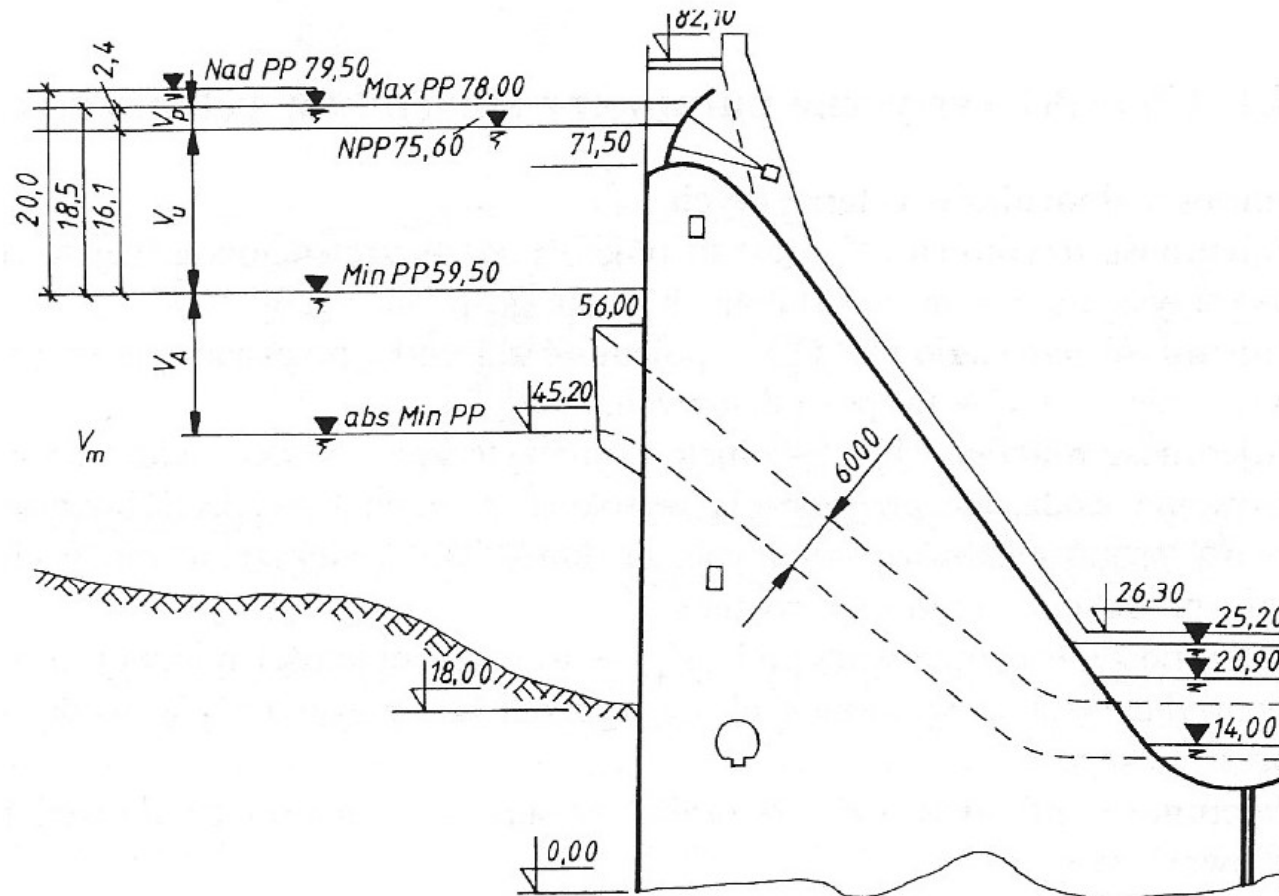
# Zbiorniki suche



Sobieszów na rzece Kamiennej



# Wielozadaniowe zbiorniki retencyjne



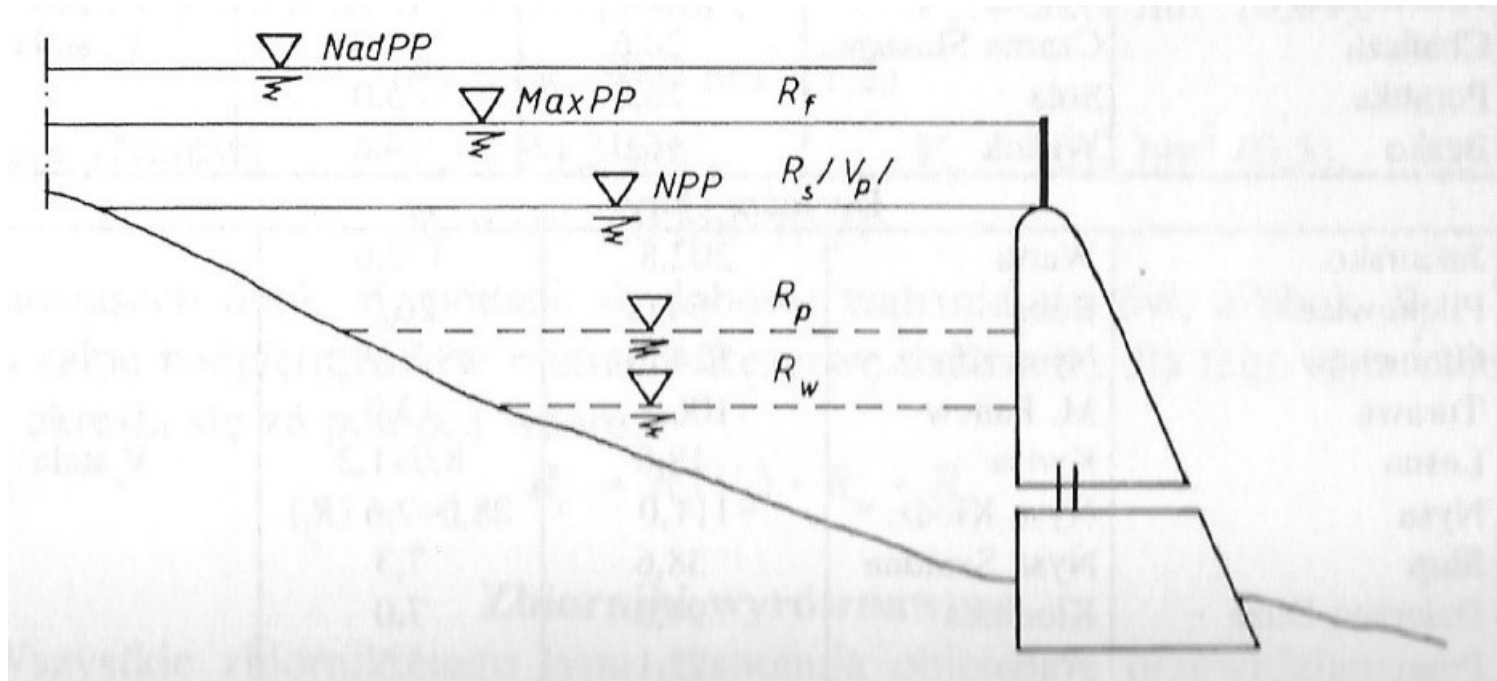
*Solina na Sanie:*

$V_u$  – pojemność użytkowa;  $V_p$  – pojemność powodziowa, rezerwa stała;  $V_f$  – pojemność forsowana;  $V_A$  – pojemność rezerwy awaryjnej;  $V_m$  – pojemność martwa.

*NPP* – normalny poziom piętrzenia, *MaxPP* – maksymalny poziom piętrzenia, *MinPP* – minimalny poziom piętrzenia, *abs MinPP* – absolutnie minimalny poziom piętrzenia,

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

# Wielozadaniowe zbiorniki retencyjne



Rezerwy powodziowe:

$R_s$  – rezerwa stała (ustalona objętość powodziowa);  $V_p$  – pojemność powodziowa, rezerwa stała;

$R_p$  – rezerwa przypadkowa (powstaje wskutek częściowego wykorzystania objętości użytkowej w okresie przed nadejściem fali);

$R_w$  – rezerwa wymuszona (utworzona przez obsługę zbiornika poprzez zwiększenie odpływu po otrzymaniu prognozy o nadchodzącej fali powodziowej);

$R_f$  – rezerwa forsowana (uzyskana przez nadpiętrzenie wody w zbiorniku ponad MaxPP do NPP).

NPP – normalny poziom piętrzenia, MaxPP – maksymalny poziom piętrzenia,

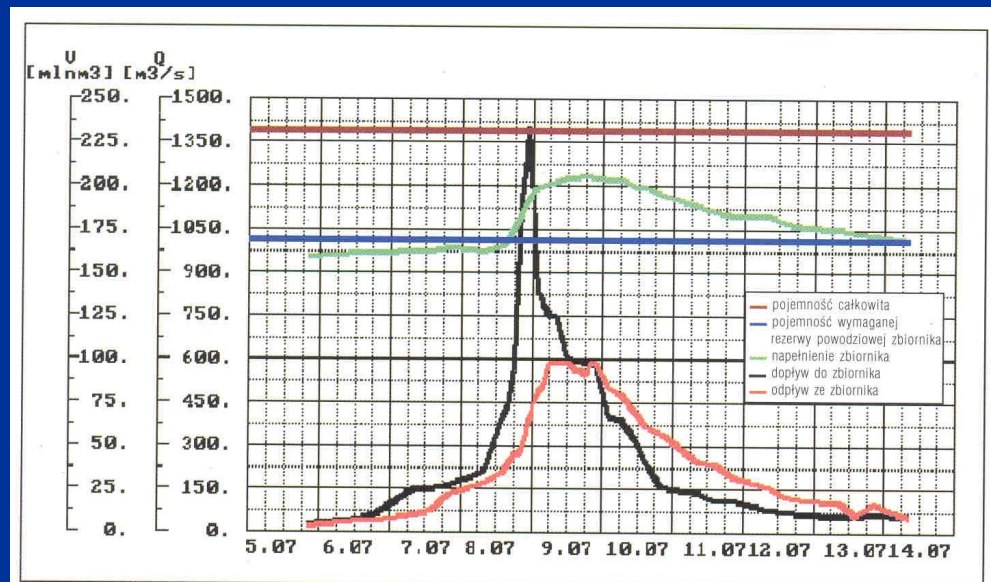
NadPP – nadzwyczajny poziom piętrzenia (dopuszczalne napiętrzenie przy przejściu fali powodziowej).

# Środki techniczne ochrony czynnej

## Wielozadaniowe zbiorniki retencyjne



Widok zbiornika wodnego  
w Czorsztynie



Rys. 3.7. Gospodarka powodziowa na zbiorniku Czorsztyn

Redukcja fali wezbraniowej  
w lipcu 1997 roku

# Środki techniczne ochrony czynnej

## Retencyjne przysposobienie zlewni

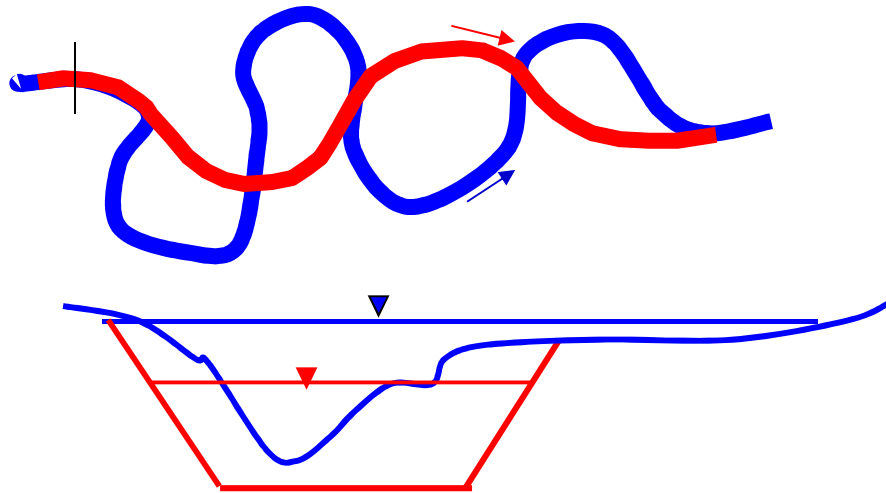
- zalesienia, zmiana struktury i rozmieszczenia lasów
- poprawa struktury upraw
- orka wzdłuż warstwic
- poprawa struktury gleb
- odtwarzanie mokradeł
- budowa zbiorników dla wód opadowych na terenach zurbanizowanych, odprowadzanie wód opadowych do gruntu, tworzenie tzw. „zielonych dachów”

# Środki techniczne ochrony biernej

## Regulacja rzek

### Zwiększenie przepustowości koryta rzeki

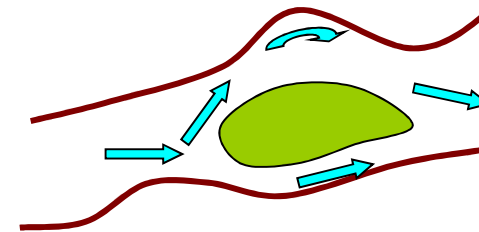
Widok w planie koryta rzeki meandrującej



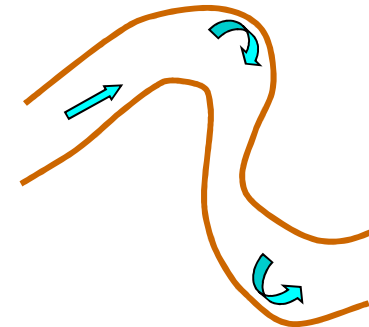
Przekrój poprzeczny koryta

### Likwidacja miejsc zatorogennych

Koryto rzeki roztokowej



Koryto rzeki meandrującej

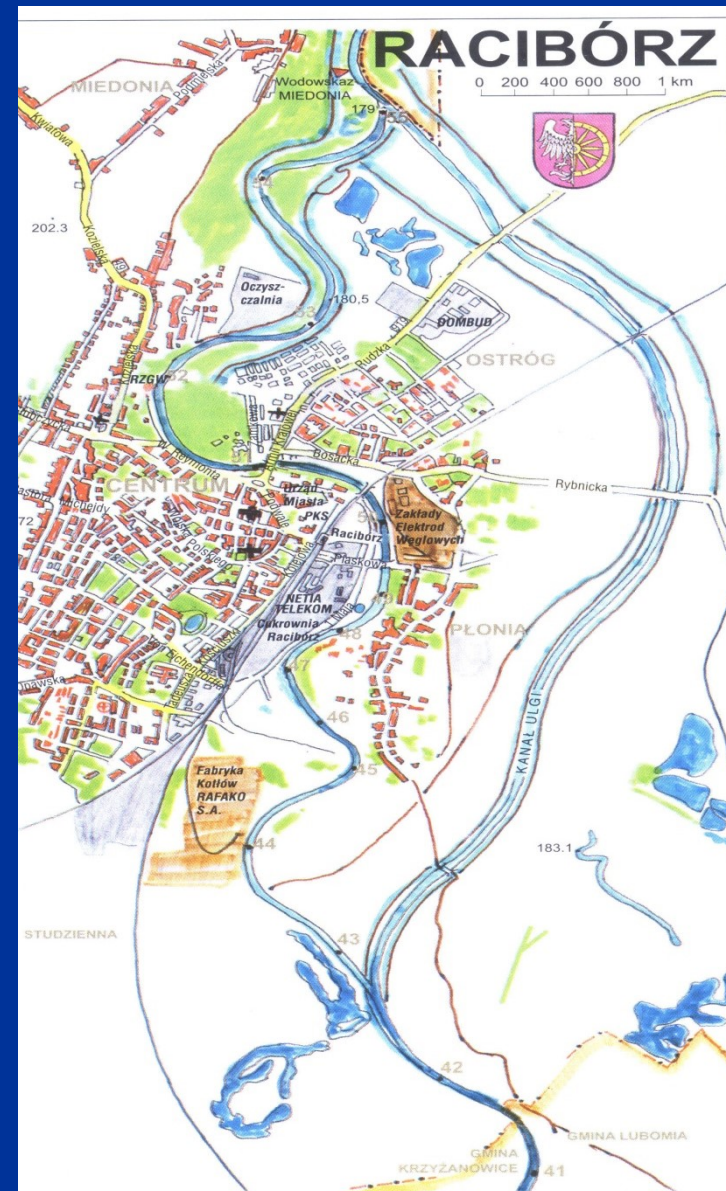


# Środki techniczne ochrony biernej

## Kanały ulgi

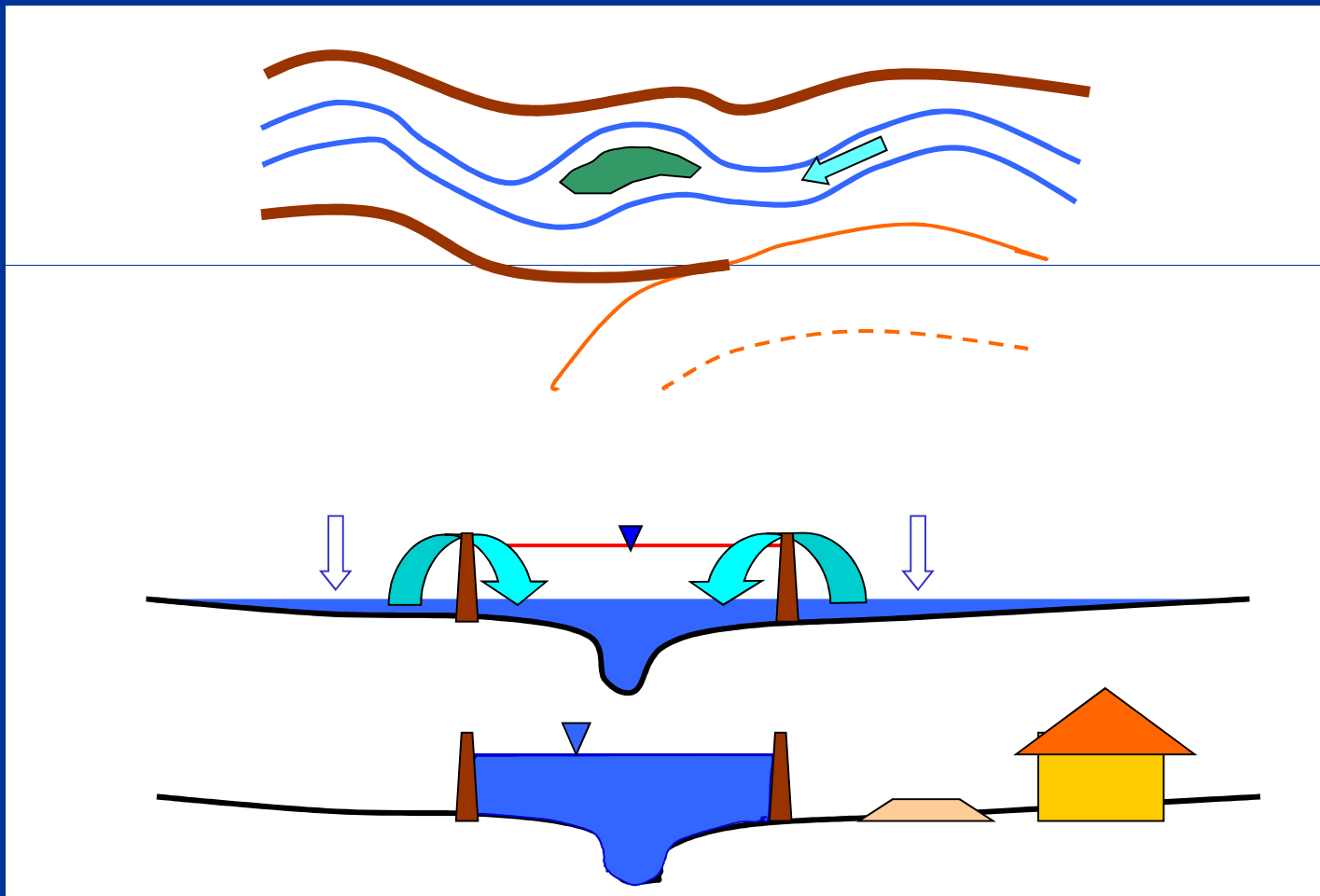


*Kanał ulgi w Opolu*



# 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



## Wały przeciwpowodziowe

- chroniące np. nisko położone osiedla w dolinie rzecznej, gdzie wybudowane wały ochraniają znajdujące się blisko zakola rzeki nizinnej osiedle przed okresowo powtarzającymi się zalewami

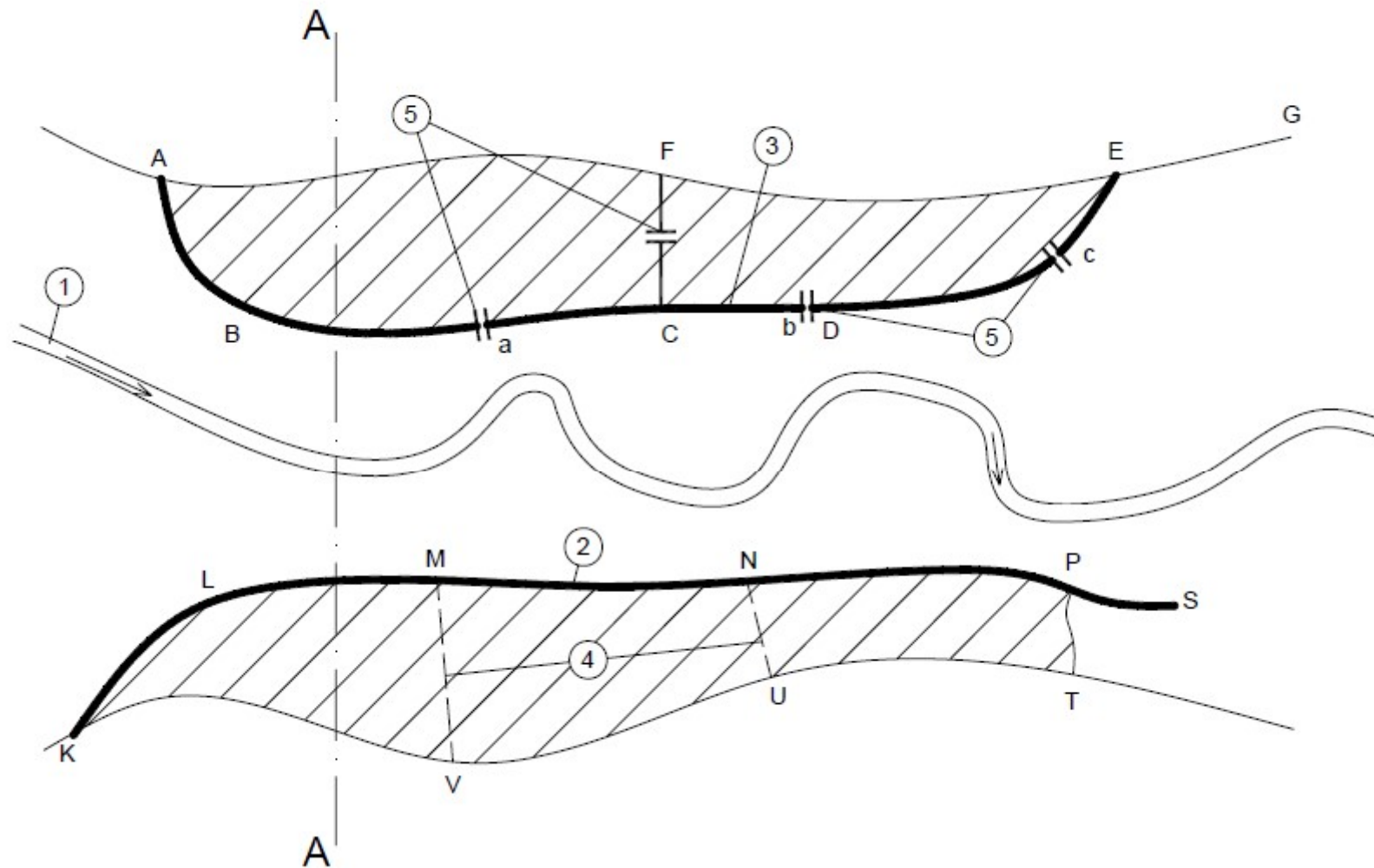


Obwałowanie lokalne na zakolu rzeki:

1-rzeka, 2-wały przeciwpowodziowe, 3-zabudowania, 4-drogi



# Wały przeciwpowodziowe

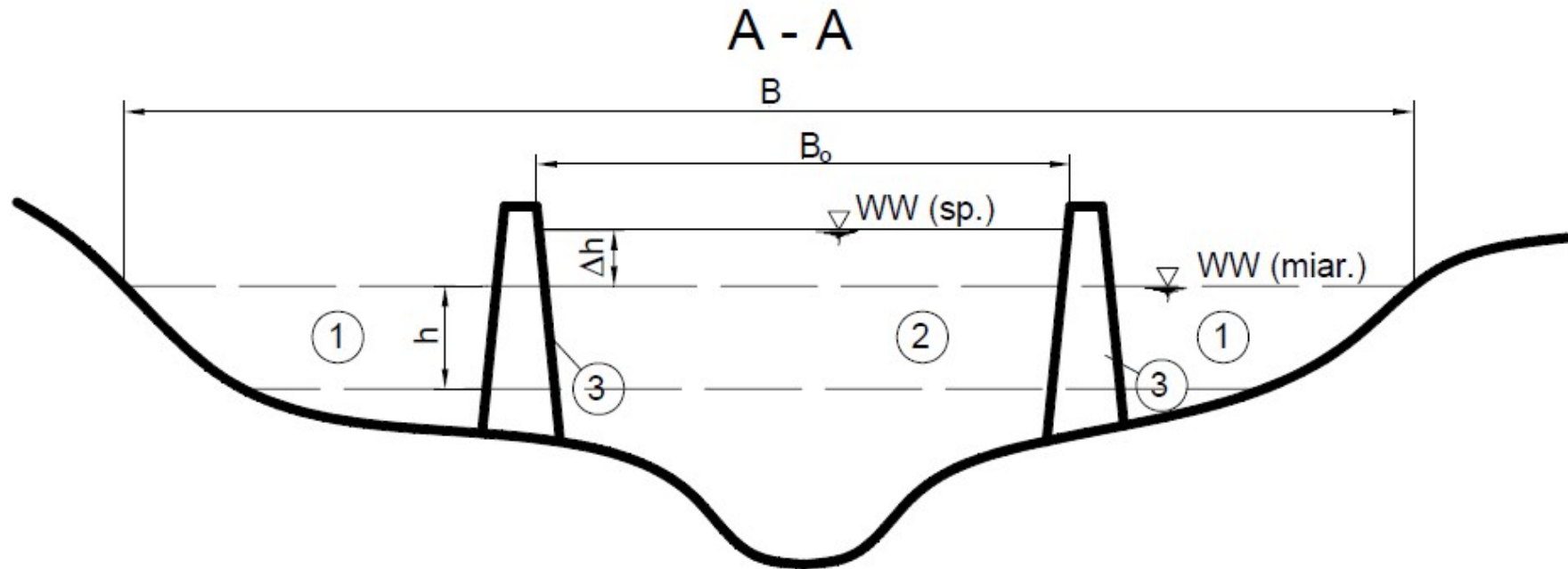


Schemat obwałowań doliny rzecznej:

1-rzeka, 2-wał otwarty, 3-wał zamknięty,

4-wały poprzeczne (działowe), 5-przepusty

# Wały przeciwpowodziowe



Spiętrzenie wody w międzywale:  
1 - zawale, 2 - międzywale, 3-wały