

Zespół Geotechniki w Instytucie Budownictwa

WYDZIAŁ GEODEZJI, INŻYNIERII PRZESTRZENNEJ I BUDOWNICTWA

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Budowle hydrotechniczne

Wykład 7

⇒ Zbiorniki zaporowe

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

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

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

Zbiorniki wodne:

- naturalne (jeziora, stawy)
- sztuczne (jeziora zaporowe)



Kopalnia Bełchatów

- *ma powstać zbiornik o głębokości 200 m,*
- *akwen ma zostać otwarty w 2050 roku, złoża w tym miejscu wyczerpią się w 2018 roku,*
- *pierwsze próby zalania wodą nowego zbiornika planowane są najwcześniej w 2025 roku,*
- *kopalnia ma zamiar wybudować infrastrukturę wypoczynkową: plaża, port jachtowy, sztuczna wyspa, atrakcje dla nurków.*

Zbiornik zaporowy

- zbiornik antropogeniczny, utworzony przez spiętrzenie wód rzecznych zaporą, wybudowaną zazwyczaj w miejscu zwężenia doliny rzeki.



Zbiorniki sztuczne

... rzadziej zdarza się, aby zbiornik powstał bez budowy obiektu piętrzącego wody rzeki (Al – Habbanijjah, Ar-Razzaza i As-Sarsar w Iraku oraz Karun w Egipcie), powstałe przez zatopienie obniżenia terenu wodą doprowadzoną kanałem.



Jeziora nadpiętrzone

... na jeziorze naturalnym poprzez popiętrzenie wód jeziornych przy odpływie za pomocą zapory.



Rys historyczny

- ✓ *Egipt, Babilonia - najstarszy zbiornik zaopatrujący w wodę powstał w Memfis*
- ✓ *Najstarszy funkcjonujący zbiornik-znajduje się w Syrii na rzece Orontes - powstał w 1310 p.n.e. (Buhajrat Kattina - بحيرة قطينة, Buḥayrat Qaṭṭīnah)*
- ✓ *do 1949 r. na świecie wybudowano około 5000 wielkich zapór, a pod koniec XX w. było ich już ponad 45 tys. w 140 państwach.*
- ✓ *Polska-XX w. - powstaje kilka zbiorników zaporowych na rzece Kamiennej i in. z inicjatywy Stanisława Staszica dla potrzeb Staropolskiego Okręgu Przemysłowego.*
- ✓ *Większość sztucznych jezior Polski znajduje się na rzekach sudeckich, karpackich i rzekach pojezierzy. Najstarsze z nich zostały wybudowane na przełomie XIX i XX w. (np. Myłof na Brdzie w 1897 roku, Pilchowice na Bobrze w 1912 roku). Po II wojnie światowej uruchomiono już tylko 20 dużych zbiorników retencyjnych.*

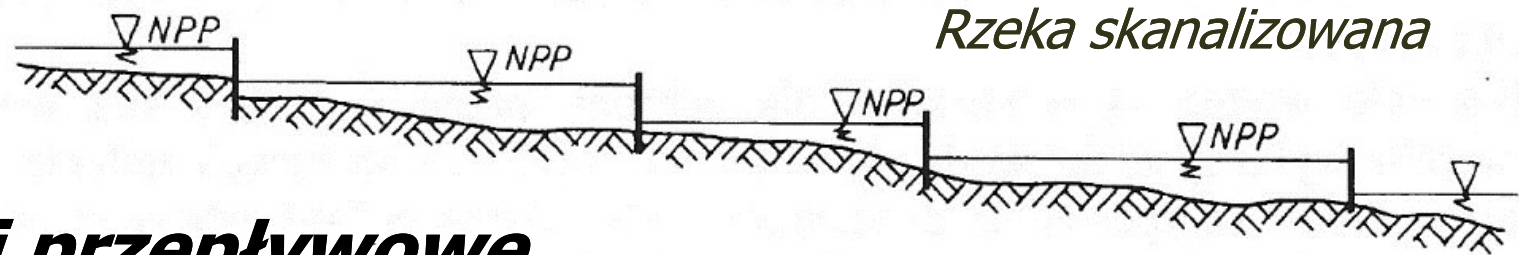
Klasyfikacja zbiorników sztucznych:

- ***zbiorniki retencyjne (zbiorniki zaporowe)***,
charakteryzowane przez:
 - ✓ pojemność całkowitą
 - ✓ pojemność użytkową
 - ✓ pojemność powodziową (nie zawsze)
- ***zbiorniki wyrównawcze***,
- ***zbiorniki przepływowe*** - powstają w wyniku przegrodzenia rzek jazami, których zadaniem jest utrzymanie w zasadzie stałego poziomu piętrzenia. Typowe zbiorniki przepływowe nie mają zdolności retencyjnych, a więc i objętości użytkowych,
- ***zbiorniki suche*** - jednozadaniowe zbiorniki przeciwpowodziowe, zadaniem jest okresowe magazynowanie wody podczas przechodzenia fal powodziowych.

Zbiorniki suche



Sobieszów na rzece Kamiennej



zbiorniki przepływowe

- przy jazach bez zamknięć,
- przy jazach z zamknięciami,
- **z wyrównaniem dobowym**

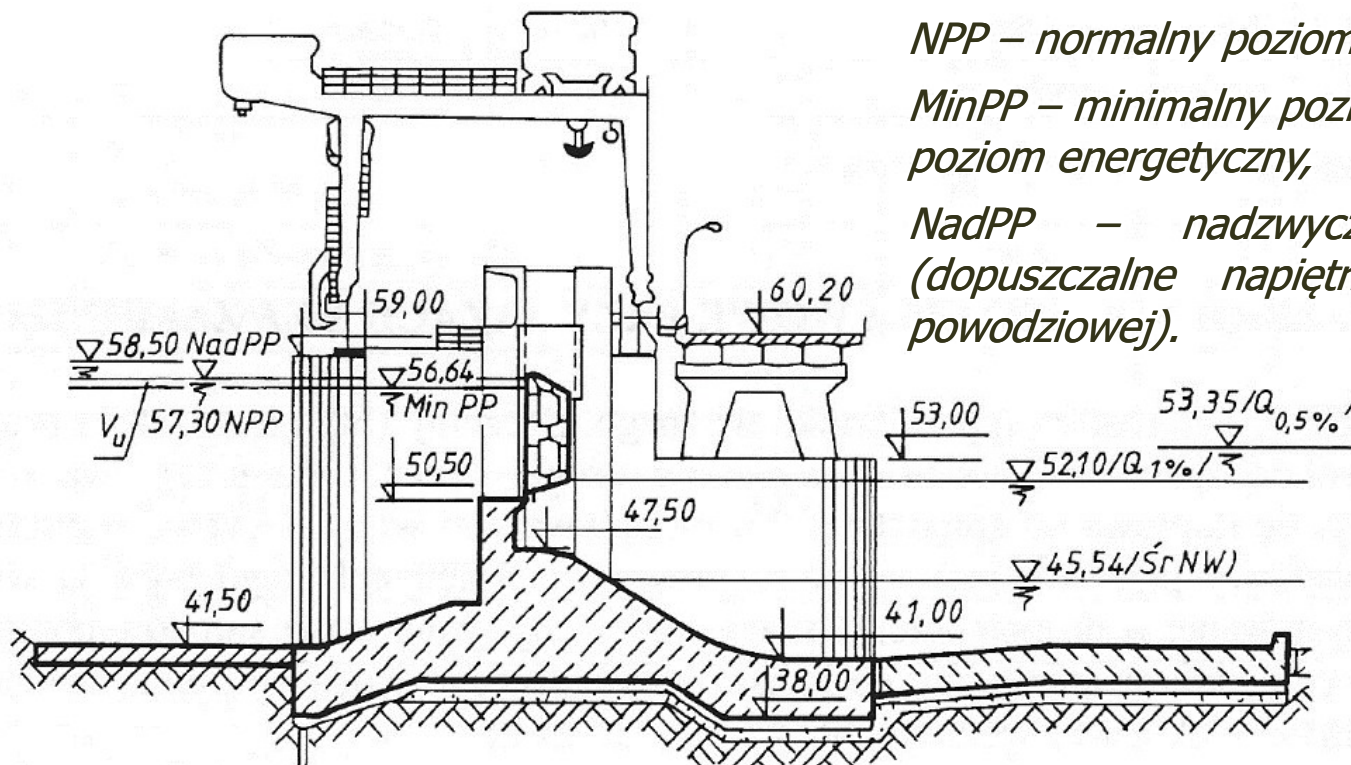
Włocławek na Wiśle:

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).



Zbiorniki wyrównawcze:

Solina - Myczkowce,

Rożnów - Czchów,

Tresna i Porąbka - Czaniec,

Czorsztyn - Sromowce Wyżne



Zbiorniki wyrównawcze:

Solina - Myczkowce,

Rożnów - Czchów,

Czorsztyn - Sromowce Wyżne

Tresna i Porąbka - Czaniec,



Charakterystyka zbiornika retencyjnego

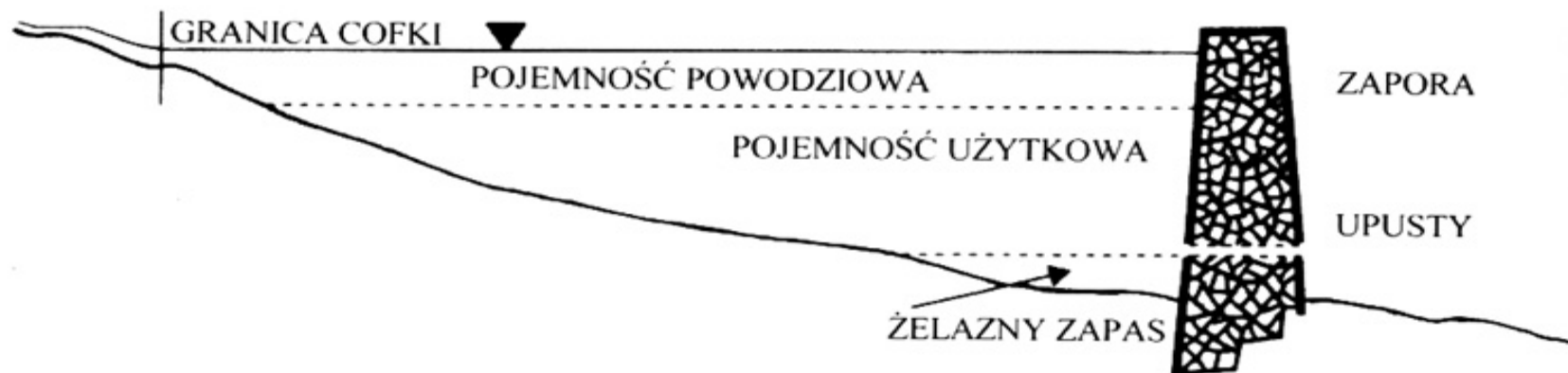
Parametry charakteryzujące zbiorniki zaporowe:

- ✓ pojemność (całkowita, użytkowa, a w niej wyrównawcza, powodziowa (rezerwa) przeznaczona jedynie do czasowego magazynowania wody, martwa itp);
- ✓ długość, szerokość i głębokość
- ✓ wysokość podpiętrzenia;
- ✓ powierzchnia zbiornika i powierzchnia zlewni;
- ✓ szybkość wymiany wody.

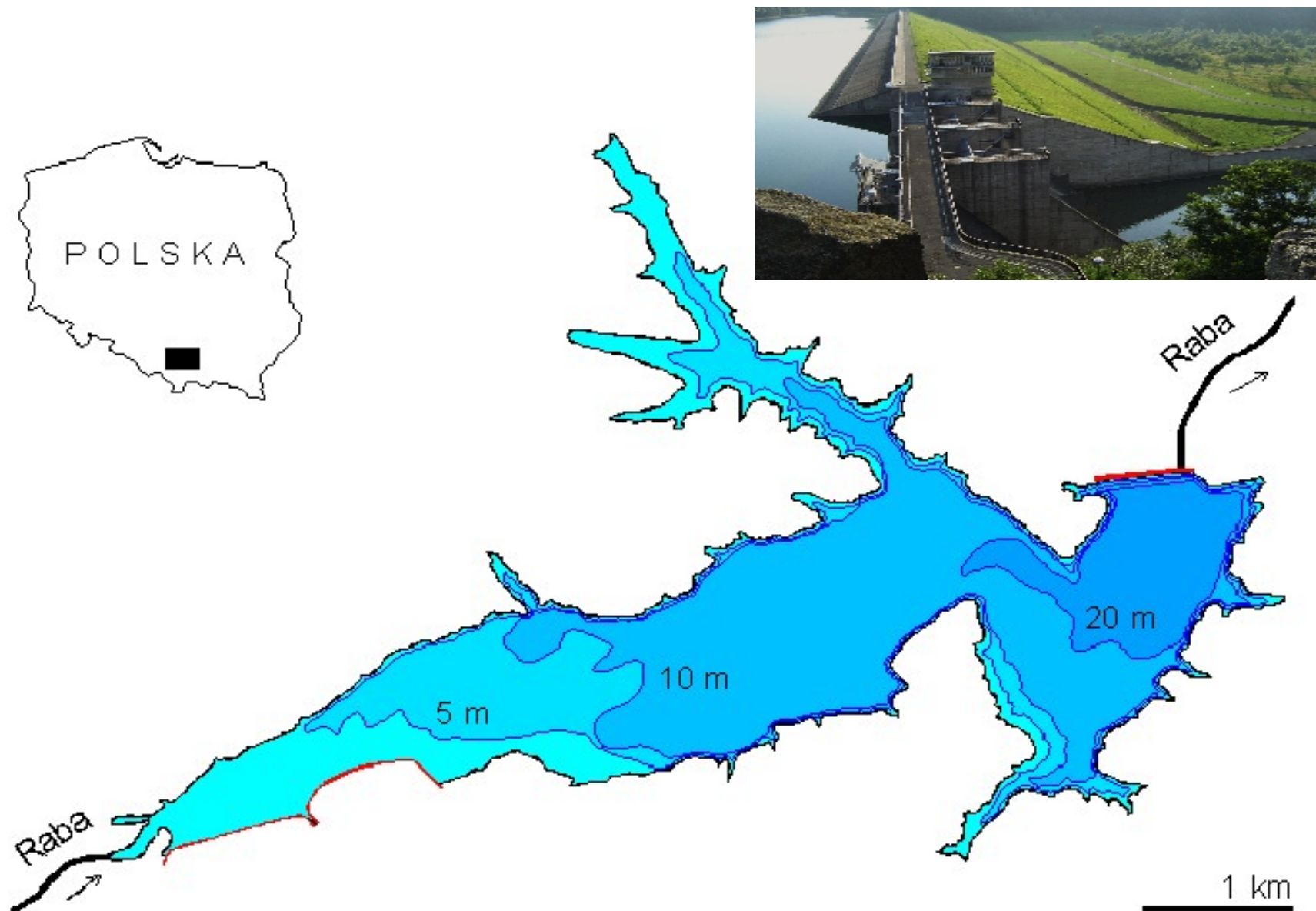
Pojemność zbiornika retencyjnego

- użytkowa - V_u , wykorzystywana do celów gospodarczych, jest to objętość wody zretencjonowanej w celu jej wykorzystania w ramach ustalonych zadań gospodarczych,
- martwa - V_m , część przydenna zbiornika, zamulana materiałem nanoszonym przez rzekę, nieużyteczna pod względem wykorzystania gospodarczego ale zwiększa wysokość spadu elektrowni wodnych zwiększając moc EW,
- powodziowa - V_p , pojemność wykorzystywana do przechwytywania fali wezbraniowej,
- rezerwy awaryjnej (V_A , część objętości martwej, możliwa do wykorzystania w warunkach awaryjnych do zaopatrzenia w wodę, np. w okresie suszy,
- forsowana - V_f , dodatkowa objętość powodziowa możliwa do wykorzystania w okresach przejścia szczytów wielkich fal powodziowych w zbiornikach, w których przewidziano nadpiętrzenie,
- całkowita- V_c , suma pojemności.

Elementy charakterystyki zbiornika zaporowego



Zbiornik Wodny Dobczyce zlokalizowany jest na 60 km rzeki Raby w miejscowości Dobczyce, w województwie małopolskim.



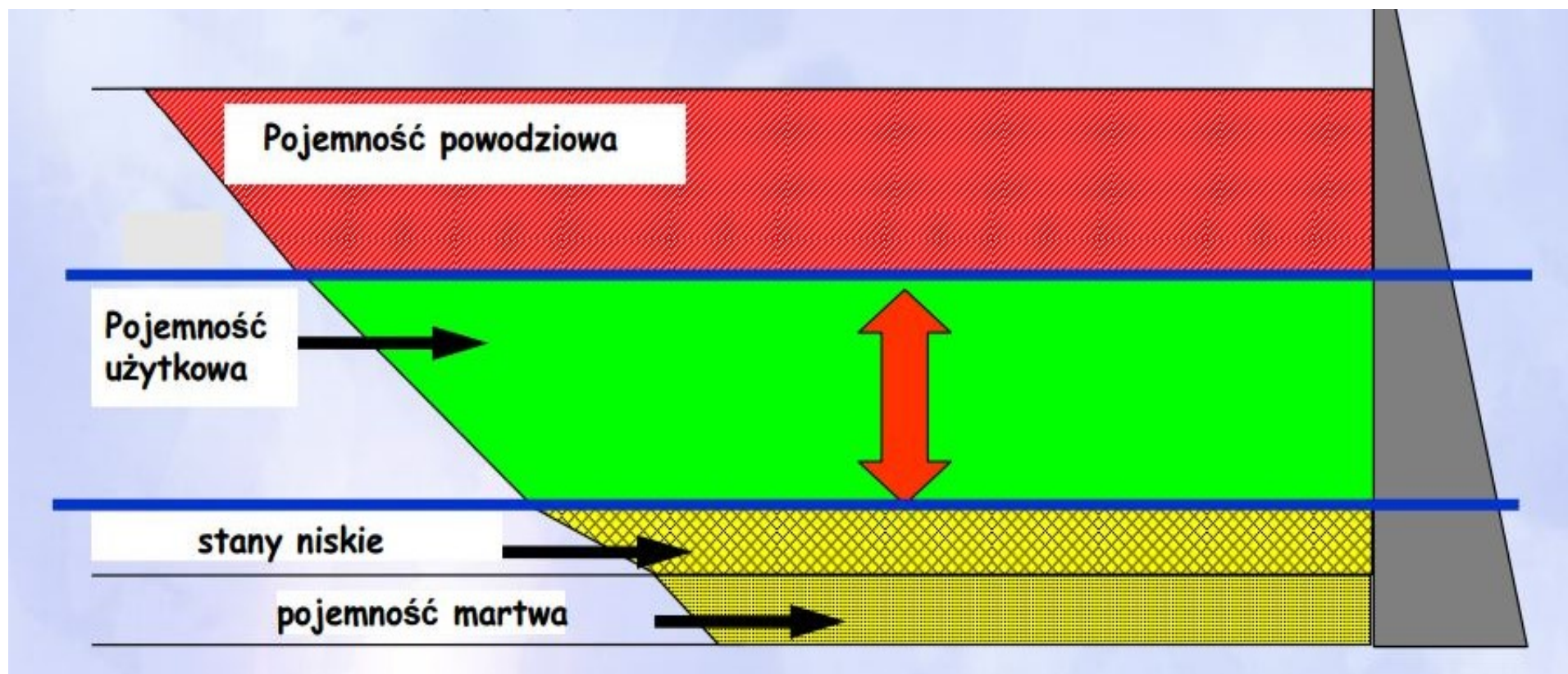
Zadania zbiornika

- zapewnienie użytkownikom poboru wody bezpośrednio ze zbiornika do celów komunalnych,
- ochrona przed powodzią doliny rzeki Raby poniżej zapory,
- wyrównanie przepływów w rzece Rabie,
- produkcja energii elektrycznej.



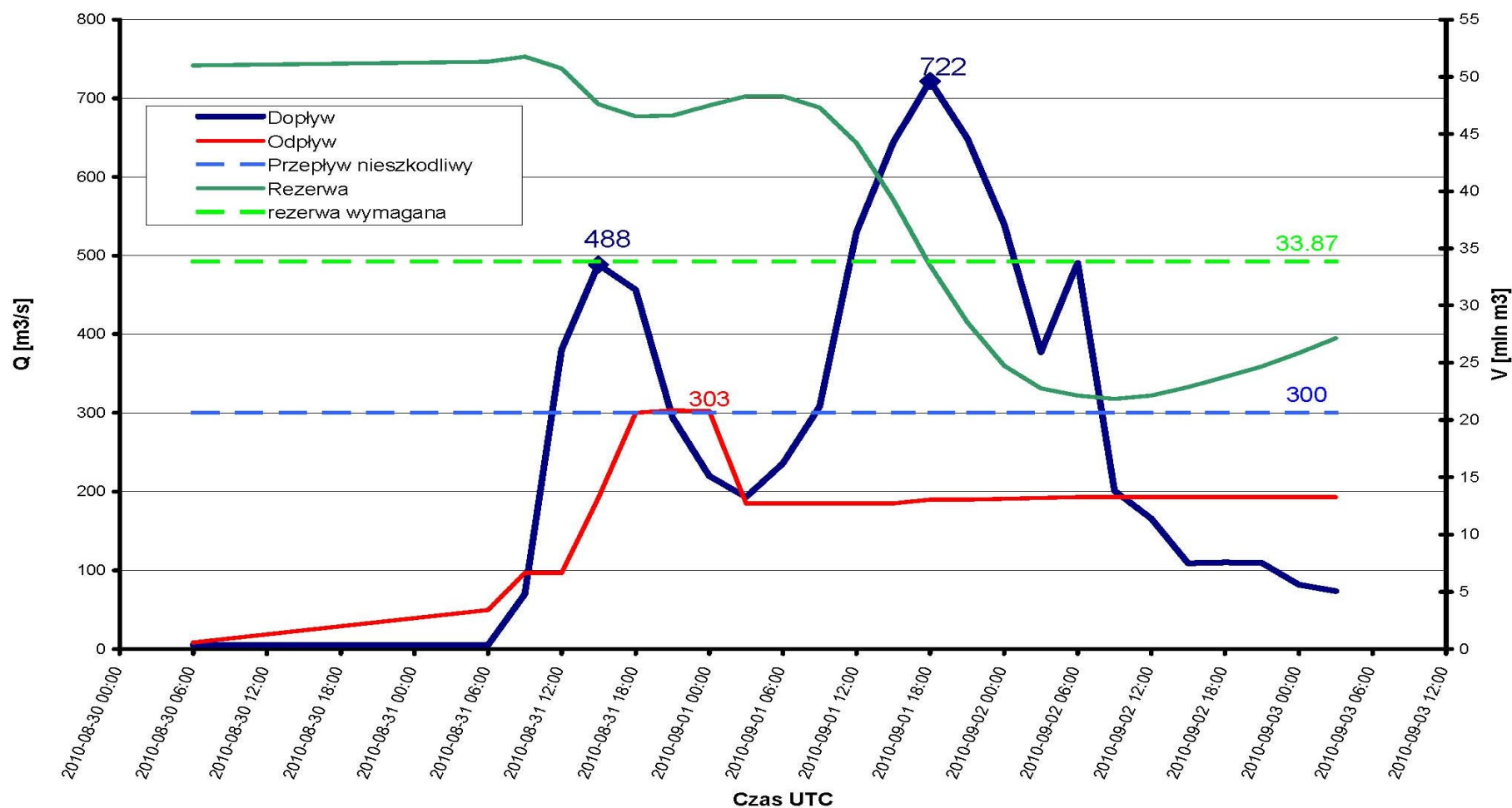
Zbiornik Wodny Dobczyce

- Powierzchnia zlewni Raby do przekroju zaporowego wynosi 768,0 km²
- Pojemność maksymalna - 137,95 mln m³
- pojemność powodziowa - 25,74 mln m³
- Pojemność użytkowa - 88,98 mln m³
- Pojemność martwa - 23,23 mln m³

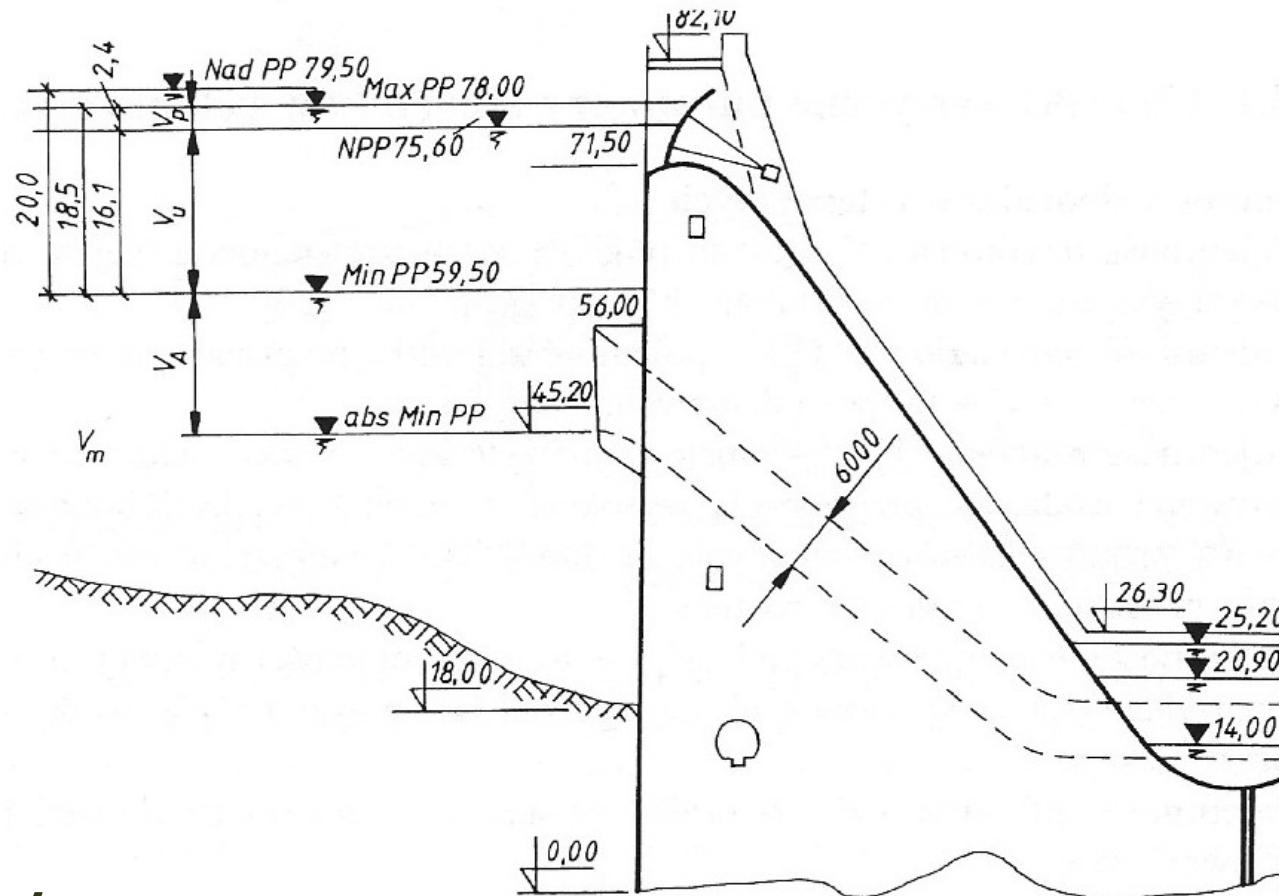


Powódź 2010 zapora Dobczyce

Praca zbiornika Dobczyce w czasie wezbrania w dniach od 30 sierpnia do 3 września 2010 r.
wg. danych operacyjnych RZGW



Elementy charakterystyki zbiornika zaporowego



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 nadpiętrzenie przy przejściu fali powodziowej).

Klasyfikacja zbiorników zaporowych ze względu na:

I. Wielokrotność wymiany wody:

- przepływowe(reolimniczne)-woda wymienia się częściej niż 10 razy w roku.
- mało przepływowe - limniczne

II. Roczne wahania poziomu wody (W_{WZ} - wskaźnik wahań zwierciadła wody, $=H_{maks}/A_{sr}$)

W_{WZ}	Podział zbiorników wodnych	Przykłady zbiorników
$1,0 \leq W_{WZ} \leq 2,0$	Zbiorniki o wyjątkowo dużych wahanach	Sromowce Wyżne
$2,1 \leq W_{WZ} \leq 4,0$	Zbiorniki o bardzo dużych wahanach	Turawa
$4,1 \leq W_{WZ} \leq 6,0$	Zbiorniki o dużych wahanach	Solina
$6,1 \leq W_{WZ} \leq 8,0$	Zbiorniki o średnich wahanach	Włocławek
$8,1 \leq W_{WZ} \leq 10,0$	Zbiorniki o małych wahanach	Rożnów
$10,1 \leq W_{WZ} \leq 12,0$	Zbiorniki o bardzo małych wahanach	Siemianówka
$W_{WZ} > 12,1$	Zbiorniki o znikomych wahanach	Czechowice

III. Usytuowanie i charakter :

- **górskie** - są odpowiednikami górskich jezior naturalnych;
- **przełściowe** charakteryzują się gwałtownym spadkiem brzegów, dość szybkim prądem, są zwykle chłodne lub umiarkowanie chłodne, niewielkie, a jeśli o większej powierzchni - to głębokie;
- **nizinne** - są zwykle szersze od poprzednich, o niższych, łagodnie opadających brzegach i słabym prądzie wody. Są one zwykle umiarkowanie ciepłe. (takimi mogą być też płytsze zbiorniki przełściowe), zwykle do 10 m głębokości, lub ciepłe.

Funkcje zbiorników zaporowych

- ❖ gromadzenie wód na potrzeby ludności i przemysłu,
- ❖ wykorzystanie energii wodnej (hydroenergetyka),
- ❖ ochrona przed powodzią lub utrzymanie żeglowności rzeki poprzez zmniejszenie nieregularności przepływów wody,
- ❖ wykorzystanie w celach irygacyjnych,
- ❖ rozwój turystyki, rekreacji i sportu.

Zaopatrzenie w wodę

- Według Raportu Światowej Komisji Zapór Wodnych wiele zbiorników wodnych zostało zbudowanych w celu zapewnienia wody dla rosnących potrzeb komunalnych i przemysłowych, a około 12% wielkich zapór na świecie traktuje się jako zapory, których głównym zadaniem jest zaopatrywanie w wodę.
- W przybliżeniu 1/3 wielkich aglomeracji miejskich na świecie wykorzystuje wody zgromadzone w zbiornikach zaporowych. Do takich miast należą m.in. Nowy Jork, Boston, San Paulo, Moskwa, Teheran.

Zbiornik Goczałkowicki

Zbiornik Goczałkowicki (tzw. **Jezioro Goczałkowickie**) – sztuczny zbiornik wodny położony na terenie gminy Goczałkowice-Zdrój (województwo śląskie), utworzony na Wiśle w 1956 r. Został zalany w miejscowości Zarzecze.

Zajmuje powierzchnię 3200 ha, ma pojemność 168 mln m³.

Jest to zbiornik retencyjny zaopatrujący w wodę pitną większą część Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego.

Pełni funkcje: przeciwpowodziową, technologiczną, wodociągową.

Wjazd na teren akwenu jest zabroniony. Nie można tam także uprawiać żadnych sportów wodnych, co zupełnie ogranicza potencjał wypoczynkowo-rekreacyjny zbiornika. Okolice zbiornika są miejscem lęgowym wielu gatunków ptaków.

Zbiornik Goczałkowski



Energetyka wodna

L.p.	Hydroelektrownia	Rzeka	Państwo	Moc [MW]	Rok uruchomienia
1	Trzy Przelomy	Jangcy	Chiny	18200	2011
2	Itaipu	Parana	Brazylia, Paragwaj	12600	1982
3	Guri	Caroni	Wenezuela	10300	1986
4	Tucuri	Tocantins	Brazylia	8370	1984
5	Grand Coulee	Kolumbia	USA	6809	1942
6	Sajańska	Jenisej	Rosja	6400	1989



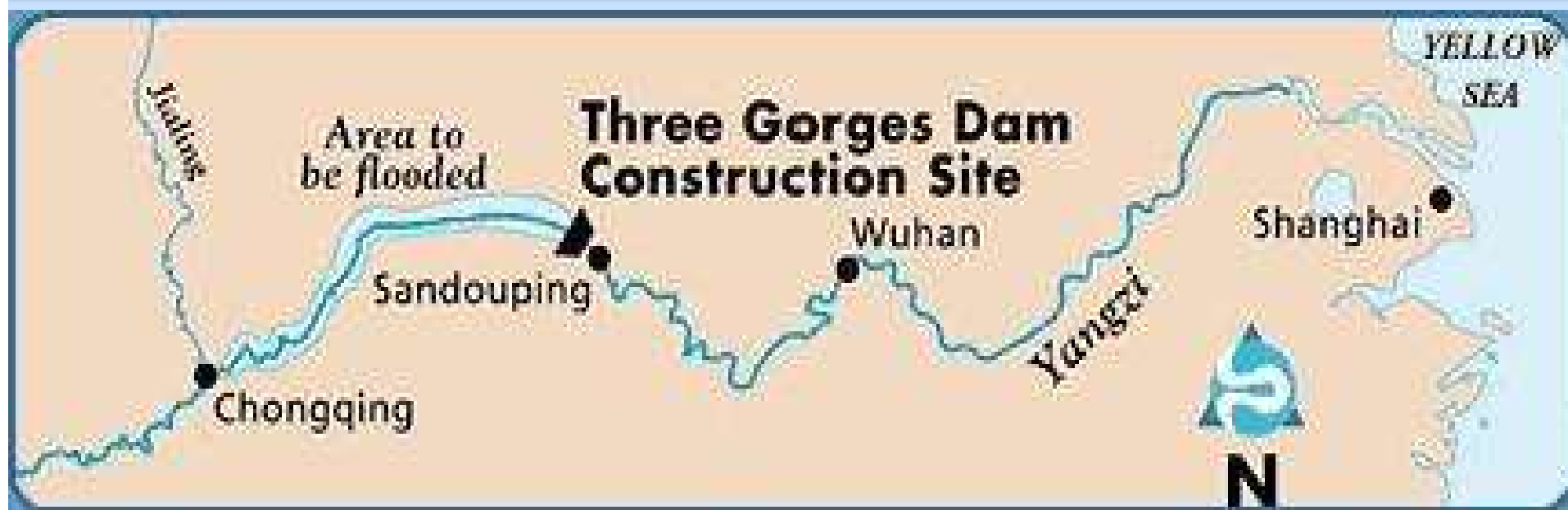
**Zapora Itaipu na rzece Parana
(Paragwaj/Brazylia),
wysokość 225 m, typu betonowego
–filarowa (1982)**

Zapora Trzech Przełomów, Chiny



Wiadomości ogólne

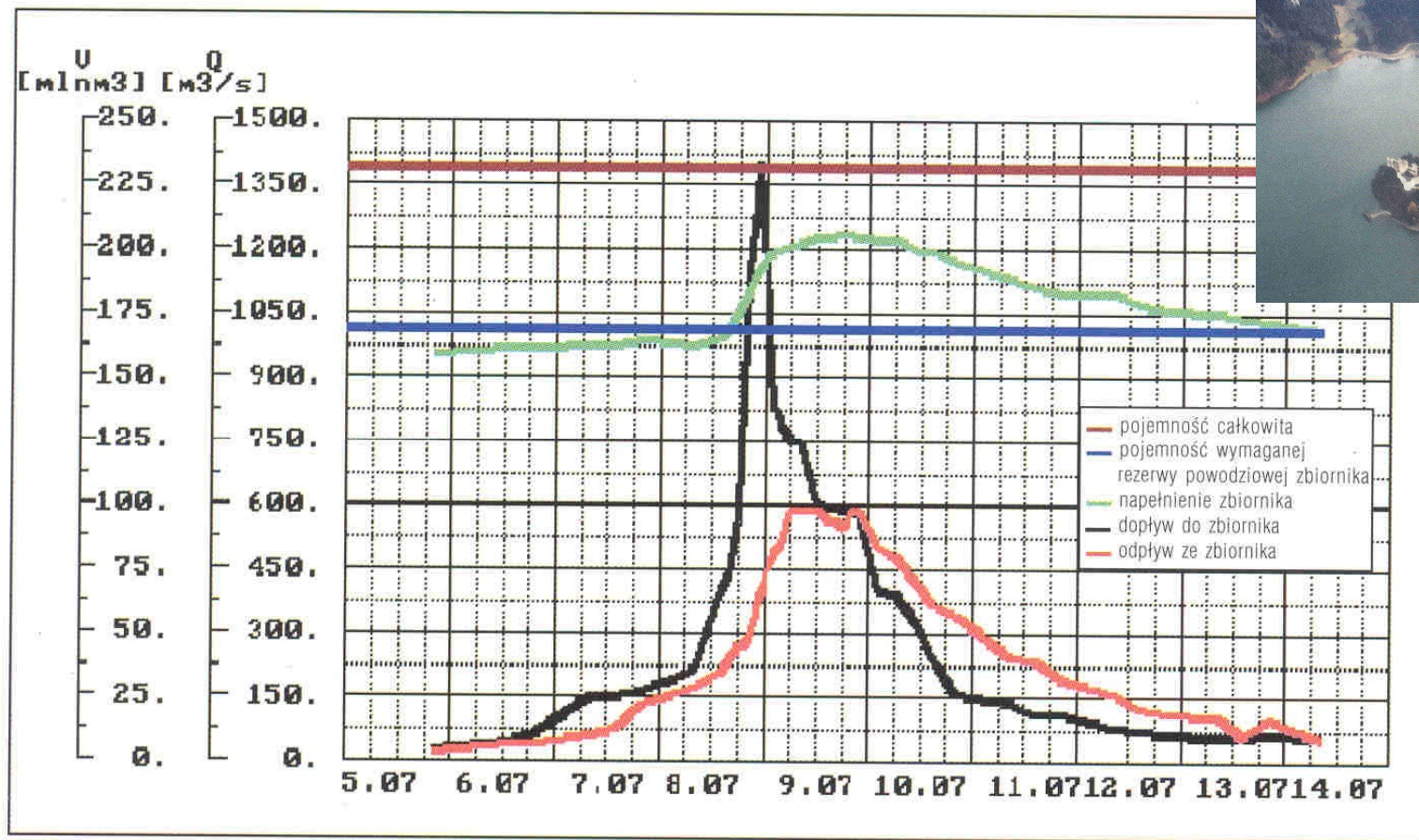
- Zbudowana na rzece Jangcy w centralnej prowincji Chin – Hube
- Rozpoczęcie budowy w 1993 r., a zakończenie 2006 r.
- Koszt przedsięwzięcia waha się w granicach 25-77 mld dolarów amerykańskich
- Największa elektrownia wodna na świecie



Konsekwencje budowy zapory

- Poniesione koszty
- Zatopienie części dobytku kulturowego
- Zalanie 60 tys. ha gruntów wzdłuż brzegów
- Przesiedlenie ok. 1,5 mln ludzi
- Budowa tysięcy nowych domów
- Wyginie prawdopodobnie 50 rzadkich gatunków flory i fauny
- Ochrona przeciwpowodziowa

Funkcje zaporowych zbiorników retencyjnych: ochrona przeciwpowodziowa



Rys. 3.7. Gospodarka powodziowa na zbiorniku Czorsztyn

Zbiornik zaporowy w Czorsztynie - redukcja fali wezbraniowej w lipcu 1997 roku

Zbiornik Namera



Zbiornik Namera-sztuczny zbiornik zaporowy powstały w wyniku przegrodzenia Nilu Wielką Zaporą Asuańską w 1960r.

Jest to jedno z największych sztucznych jezior świata: jego powierzchnia wynosi 5250 km², długość 510 km, pojemność całkowita 157 km³, a głębokość sięga 180 m.

Jego utworzenie pozwoliło uregulować bieg Nilu, zapobiegać powodziom, rozwinąć żeglugę i rybołówstwo oraz produkcję energii elektrycznej. Jednocześnie jednak jego utworzenie spowodowało ewakuację ludności z tych terenów, pola rolników przestały być używane w naturalny sposób.

Wielka Zapora Asuańska

Za czasów faraonów co roku wylewające wody Nilu nanosiły żyzne osady.

Wzbogacone w ten sposób gleby pozwalały na rozwój rolnictwa wzdłuż i w delcie rzeki.

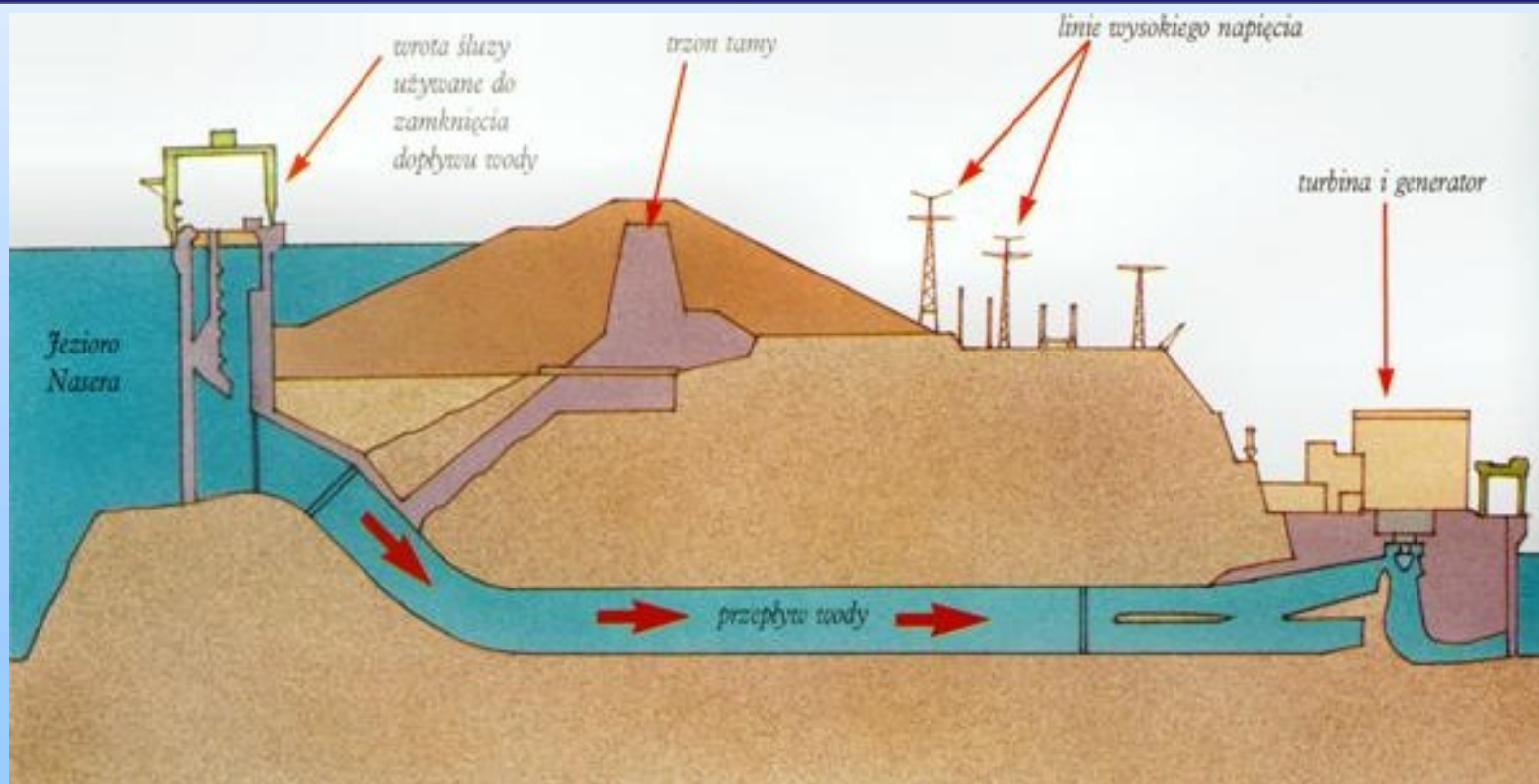
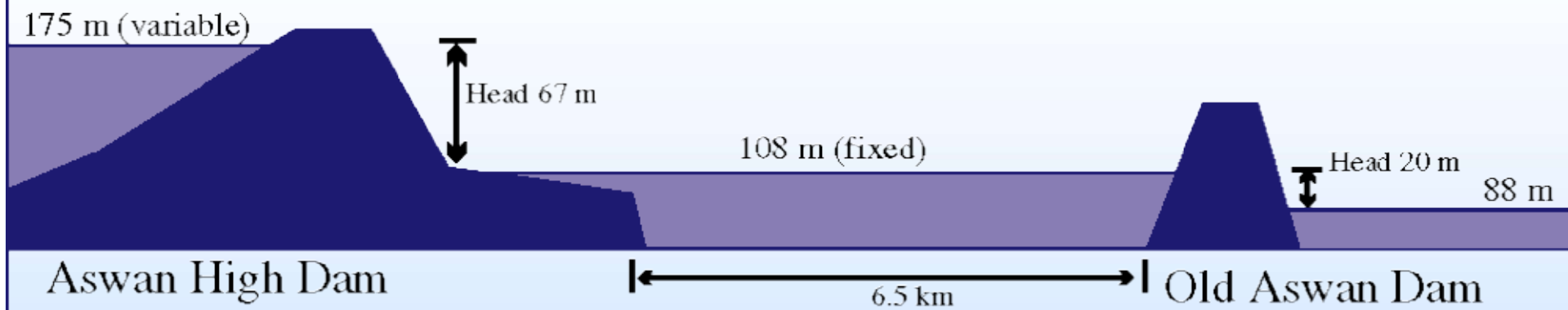
Wiązało się to również z powodziami nawiedzającymi nadrzeczne tereny i utrudniającymi życie mieszkającym tam ludziom.

Trzeba było coś z tą niedogodnością zrobić...

Zaporę Asuańską, zwaną obecnie Starą, skonstruowali Brytyjczycy niedaleko Asuanu. Była to wówczas największa na świecie murowana zapora z podporami, pomiędzy którymi znajdowały się śluzy. Przepuszczano przez nie wodę niosącą żyzne osady.



- Stara Tama Asuańska dawała niewystarczającą ochronę przeciwpowodziową.
- W dodatku w 1946 r. woda niemalże przelała się przez zaporę, co skłoniło władze Egiptu do rozważenia budowy nowej, większej tamy zamiast podwyższania istniejącej po raz kolejny.
- Konstrukcję Wielkiej Tamy Asuańskiej zaczęto planować po rewolucji Namera w 1952 r., a same prace trwały w latach 1960-1970.



Wysoka Tama umożliwiła regulację poziomu wody na Nilu oraz zapanowanie nad kapryśnymi wylewami rzeki.

Konstrukcja przyczyniła się do znacznego zwiększenia powierzchni ziemi uprawnej w Egipcie. Umożliwiła także rozwój rybołówstwa w obrębie Jeziora Namera

Oprócz spodziewanych korzyści przyniosła także duże problemy. Jednym z nich jest zmiana klimatu w południowym Egipcie, która spowodowała znaczny wzrost opadów deszczu.

Funkcje zaporowych zbiorników retencyjnych:

nawodnienia

- Według Raportu Światowej Komisji Wielkich Zapór rolnictwo na terenach nawadnianych dostarcza około 40% produkcji rolnej (w tym 16% terenów jest nawadnianych dzięki zaporom), a największa część wody słodkiej na świecie pobierana jest do celów nawadniania.
- Krajami, w których zbiorniki zaporowe służą wyłącznie lub w stopniu dominującym nawadnianiu są m.in.: Egipt, Algieria, Sri Lanka, Kuba, Pakistan, Syria, Maroko.

Funkcje zaporowych zbiorników retencyjnych:

żegluga śródlądowa

- Jednym z najlepszych sposobów poprawy żeglowności rzek okazało się budowanie zapór i spiętrzanie wód rzecznych.
- Zbiorniki zaporowe pomagają utrzymać ciągłość żeglugi w okresach niskich stanów wód oraz gwarantują bezpieczną głębokość nurtu w przypadku istnienia na dnie przeszkód takich, jak np.: progi i mielizny.
- Aby przegradzająca rzekę zaporą nie stała się przeszkodą dla statków, wyposaża się ją w urządzenia umożliwiające ich swobodny przepływ, np.: śluzy i podnośnie.

Funkcje zaporowych zbiorników retencyjnych:

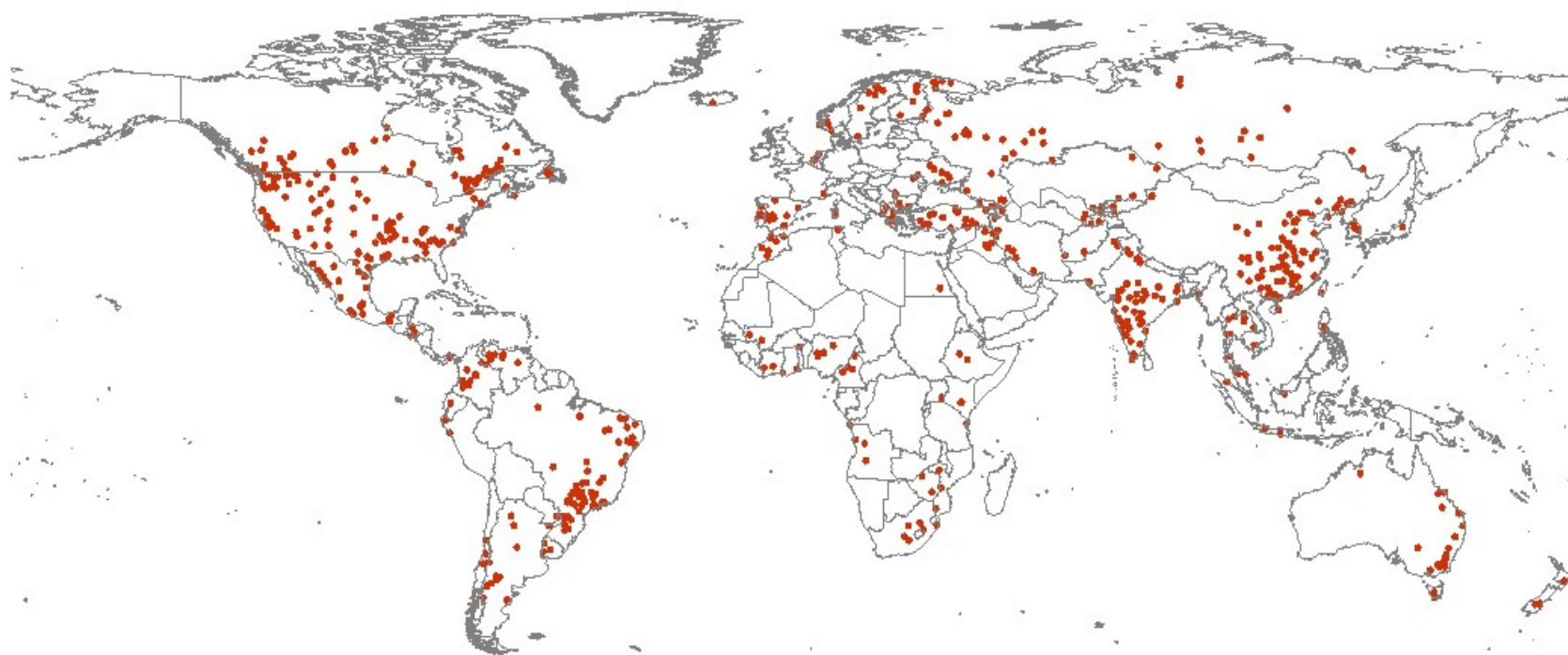
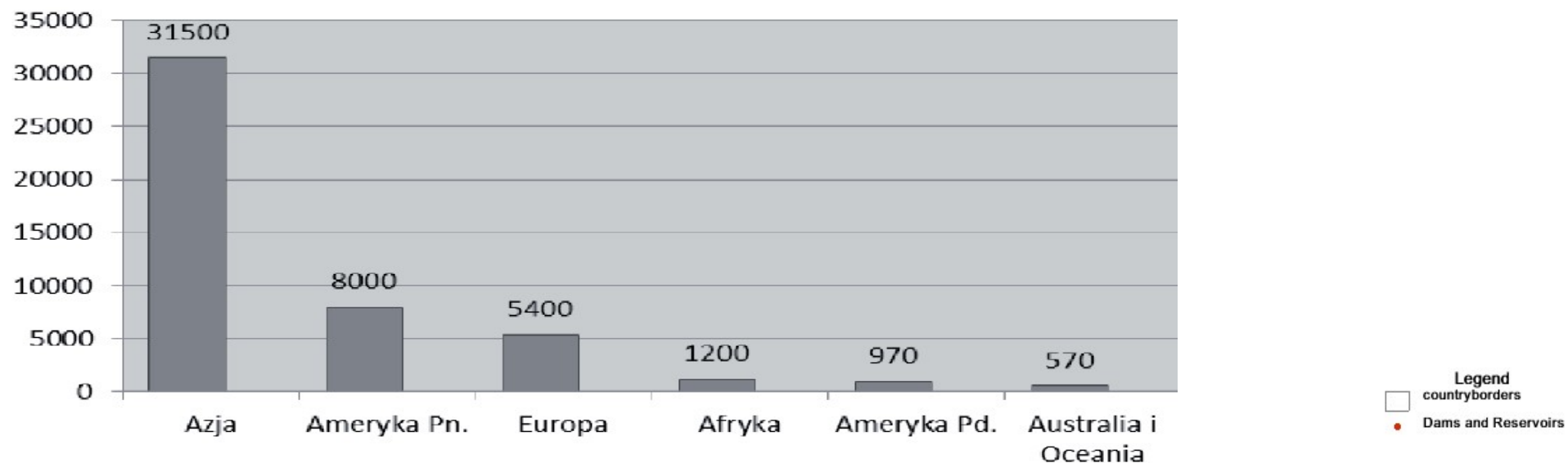
- *turystyka i rekreacja,*
- *rybactwo,*
- *zasilanie warstw wodonośnych,*
- *eksploatacja złóż kruszywa za pomocą sprzętu pływającego,*
- *splaw drewna,*
- *funkcje przeciwpożarowe,*
- *funkcje militarne lub obronne.*

Rozmieszczenie zbiorników zaporowych na świecie

Światowy Rejestr Zapór (World Register of Dams)

- rejestr prowadzony przez Międzynarodową Komisję Wielkich Zapór (International Commission on Large Dams – ICOLD).

- **Chiny (ok. 22000),**
- **Stany Zjednoczone (6575),**
- **Indie (4291),**
- **Japonia (2675),**
- **Hiszpania (1196)**



Rozmieszczenie zbiorników zaporowych na świecie

Największe sztuczne zbiorniki na świecie

Zbiornik	Rzeka	Państwo	Pojemność [km ³]	Powierzchnia [km ²]	Rok uruchomienia
Kariba	Zambezi	Zambia	181,6	5 960	1959
Bracki	Angara	Rosja	169,3	5 860	1964
Nasera	Nil	Egipt	168,9	5 126	1970
Akosombo	Wolta	Ghana	148,0	4 856	1965
Daniel Johnson	Manicouagan	Kanada	141,8	4 654	1968
Guri	Caroni	Wenezuela	136,0	4 462	1986
Williston Bennet	Peace	Kanada	108,0	1 650	1968
Krasnojarski	Jenisej	Rosja	73,3	2 150	1971
Zejski	Zeja	Rosja	68,4	2 740	1975
Cabora Bassa	Zambezi	Mozambik	64,8	2 850	1976
Sanmenxia	Huang-he	Chiny	64,0	2 350	1979
Smalwood	Churchill	Kanada	61,7	2 280	1980
Le Grande	Le Grande	Kanada	61,2	2 025	1982
Chapeton Poti	Parana	Argentyna	60,6	1 760	1989
Ust-Ilimski	Angara	Rosja	59,3	1 945	1980
Kujbyszewski	Wołga	Rosja	57,8	1 905	1955
Caniapiscou	Caniapiscou	Kanada	57,5	2 177	1981
Zajsan	Irtysz	Kazachstan	53,1	1 820	1966
Wainganga	Wainganga	Indie	50,7	1 663	1987
Trzech Przełomów	Jangcy	Chiny	39,3	1 045	2006

Negatywny wpływ zbiorników zaporowych

Niekorzystnymi zjawiskami, wywołanymi spiętrzeniem rzeki oraz utworzeniem jeziora zaporowego, są:

- ✧ podniesienie się zwierciadła wód gruntowych w jego otoczeniu;
- ✧ wywieranie mniej lub bardziej wyraźnego wpływu na klimat miejscowy;
- ✧ rozwój fitoplanktonu, a także zakrzewianie się roślinności wodnej i bagiennej, która zarasta strefy brzegowe i obszar wokół końca cofki, gdzie zachodzą okresowe wahania poziomu wody i następuje odsłanianie dna. Należy podkreślić, że rozwój flory brzegowej i bagiennej pociąga za sobą rozmnażanie owadów błotnych, w szczególności komarów, będących roznośicielami malarii;
- ✧ zatopienie dolin rzeki, gdzie bardzo często koncentrują się uprawy, pociąga za sobą wyłączenie ich z użytkowania rolniczego;
- ✧ konieczność przesiedlenia ludności, która zamieszkiwała tereny doliny zamienionej w jezioro;
- ✧ likwidacja dróg biegnących doliną rzeki, która uległa spiętrzeniu. W miejsce likwidowanej drogi konieczna jest budowa nowych połączeń;
- ✧ utrata lub zagrożenie zabytków architektonicznych i historycznych.

- Pod względem budownictwa zapór wodnych poszczególne kontynenty i kraje charakteryzują się ogromnym zróżnicowaniem. W niektórych państwach (głównie leżących w Ameryce Północnej i Europie) zaznacza się tendencja do ograniczenia budowy zapór czy nawet ich likwidacji na rzecz tak zwanej „małej retencji”.
- Przykładem są Stany Zjednoczone, w których do tej pory zlikwidowano ok. 500 zapór i nie jest planowana żadna nowa budowa tego typu obiektów. Wycofywane z eksploatacji są również zapory w: Kanadzie, Francji, Niemczech, Japonii i Tajlandii.
- Inaczej sytuacja przedstawia się na kontynencie azjatyckim, afrykańskim i południowoamerykańskim. Tutaj trwa rozwój budownictwa wodnego. Przodują takie kraje, jak: Chiny, Indie, Indonezja, RPA, Zimbabwe .
- Utworzone zbiorniki zaporowe stają się integralną częścią środowiska i wywierają na nie ogromny wpływ. Często skala oddziaływania zapory na środowisko jest trudna do przewidzenia, skutki jej istnienia dają znać o sobie czasem dopiero po wielu latach, a wiele z nich nie jest jeszcze dokładnie przebadanych.

- Obiekty te wpływają nieraz bardzo negatywnie na środowisko zarówno rzeki jak i całego regionu, a ich oddziaływanie jest tym większe im większa jest wybudowana zapora. Niekorzystnych oddziaływań jest wiele.
- Zmianie ulega reżim hydrologiczny rzeki, naruszona jest jej ciągłość, ginie wiele gatunków organizmów nieprzygotowanych na tak gwałtowne zmiany.
- Istnienie zbiornika narusza ruch rumowiska, które osadza się przed zaporą mogąc doprowadzić do całkowitego zasypania zbiornika.
- Budowa zapory oznacza też przymus przesiedlenia ludności, utratę cennych krajobrazów i zabytków.
- Często zakładane w planach korzyści z powstałych zbiorników nie spełniają się, a koszty budowy i późniejszego utrzymania bywają ogromne.
- Mimo wszystkich negatywnych i nieodwracalnych zmian zapory funkcjonują i będą budowane w przyszłości. Spowodowane to jest rosnącym zapotrzebowaniem na słodką wodę, energię elektryczną, nawodnienia, wciąż zwiększającej się populacji ludzkiej.

Największe sztuczne zbiorniki w Polsce

Zbiornik	Rzeka	Rok uruchomienia	Całkowita pojemność mln m ³
Solina	San	1968	472
Włocławek	Wisła	1970	371-408
Czorsztyn-Niedzica	Dunajec	1997	209,5
Jeziorsko	Warta	1990	202,8
Rożnowski	Dunajec	1941	193
Goczałkowicki	Wisła	1956	168
Dobczycki	Raba	1986	127

Zbiornik Soliński(Solina)

Zbiornik Soliński (tzw. **Jezioro Solińskie**) – jezioro zaporowe (zbiornik retencyjny) położone w województwie podkarpackim w pobliżu miejscowości Solina. Dawna wieś Solina znajduje się na dnie obecnego jeziora. Zostało ono tworzone w 1968 roku poprzez spiętrzenie wód Sanu i Solinki przez zaporę, która ma 81,8 m wysokości (najwyższa w Polsce) i 664 m długości.

Maksymalna głębokość zbiornika to 60 m przy zaporze. Poniżej zapory znajduje się elektrownia wodna o mocy 200 MW. W wodach tego jeziora występuje duża różnorodność gatunków ryb, głównie sandacze oraz okonie, ale również duże okazy boleni, leszczy i płoci. Na całym jeziorze obowiązuje strefa ciszy (zakaz używania silników spalinowych). Jego szczególną cechą (w porównaniu z akwenami nizinnymi) spowodowaną wpływem wysokich brzegów jest zmienność i nieprzewidywalność wiatru. Jezioro ma bardzo rozwiniętą linię brzegową (ok. 166 km przy średnim stanie wody), z licznie występującymi zatoczkami – ujściami strumieni.

Zbiornik Włocławski

Zbiornik Włocławski (tzw. **Jezioro Włocławskie**) - sztuczny zalew na środkowej Wiśle powstały w 1970 r. ze spiętrzenia wód na zaporze wodnej we Włocławku. Rozciąga się w górę rzeki aż do Płocka. Zbiornik Włocławski jest największym pod względem powierzchni sztucznym zbiornikiem w Polsce.

Zbiornik cechuje się kształtem jeziora rynnowego o długości 58 km i średniej szerokości 1,2 km.

Zbiornik pełni trzy zasadnicze funkcje:

- **retencyjna** - w okresie wezbrań wody na Wiśle zbiornik zatrzymuje w dużej części falę powodziową;
- **energetyczna** - na tamie we Włocławku znajduje się Elektrownia Wodna Włocławek;
- **turystyczna** - nad Jeziorem Włocławskim rozwinęły się następujące ośrodki turystyczne: *Zarzeczewo, Wistka Królewska, Soczewka,*

Zbiornik Jeziorsko



Zbiornik Jeziorsko, zbiornik retencyjny na Warcie, największy akwen w regionie łódzkim, liczy sobie 42,3 km² powierzchni i 202,8 mln m³ pojemności.

Zbiornik wybudowano w celu regulacji przepływów rzeki i nawadniania użytków rolnych, ponadto spełnia funkcje rekreacyjne i energetyczne. Zapora czołowa zbiornika została wykorzystana do wytwarzania energii w elektrowni wodnej o charakterze przepływowym o mocy 4,89 MW.

Zbiornik Rożnowski(Jezioro Rożnowskie)

– sztuczny zbiornik wodny w województwie małopolskim, powstały w wyniku spiętrzenia rzeki Dunajec, w celu wybudowania Elektrowni Rożnów.

Jezioro Rożnowskie, zarysem przypominające nieregularne "S", liczy od 18 do 20 km długości. . Głębokość zbiornika zmienia się również w zależności od stanu wody - koło zapory wynosi około 30 m, ale w południowej części przy niskich stanach wody tworzą się płycizny i muliska.

Nieregularny kształt jeziora uwarunkowany jest morfologią doliny Dunajca. Silnie rozwiniętą linię brzegową cechują liczne półwyspy oraz zatoczki znajdujące się u ujścia potoków wpadających do Dunajca. Począwszy od zapory jezioro tworzy zakole o szerokości około 500 m.

Zbiornik Rożnowski



Podstawowe funkcje:

- **przeciwpowodziowa** (polega na wyrównaniu przepływów i ochronie dna dolin przed powodzią, zmniejszenie fali powodziowej Dunajca i Wisły),
- **energetyczna** (wykorzystanie wody do produkcji energii elektrycznej oraz regulowanie dobowych wahań przepływów, wywołanych pracą elektrowni Rożnów),
- **zaopatrzenia w wodę,**
- **rekreacyjna i turystyczna.**

- Jezioro Czorsztyńskie ma powierzchnię 10 km² i razem z Jeziorem Sromowskim powstało w wyniku przegrodzenia rzeki Dunajec i zbudowania zapory pomiędzy zamkami Czorsztyn i Niedzica.
- Budowa zapory została ukończona w roku 1997 i jeszcze w tym samym roku udowodniła zasadność tej inwestycji, kiedy zatrzymała falę powodziową podczas wielkiej powodzi, która by prawdopodobnie zatopiła miejscowości leżące pod obecną zaporą.
- Wysokość zapory wynosi 56 metrów, zaporą posiada 2 turbiny a jej moc wynosi 90 MW.
- Nad jeziorem znajdują się ośrodki rekreacyjne, w których można wypożyczać łódki z wiosłami, rowery wodne i jachty ze sterami. Można także odbyć wycieczkę statkiem wycieczkowym (przystań znajduje się w pobliżu zamku Niedzica) a odwiedzić regionalne muzeum krajoznawcze na zamku Niedzica.