



ENERGETYKA WODNA



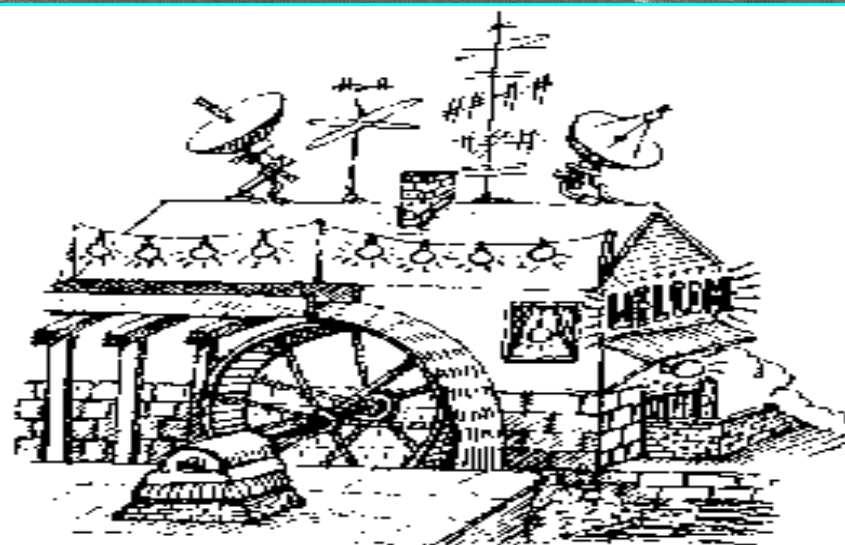
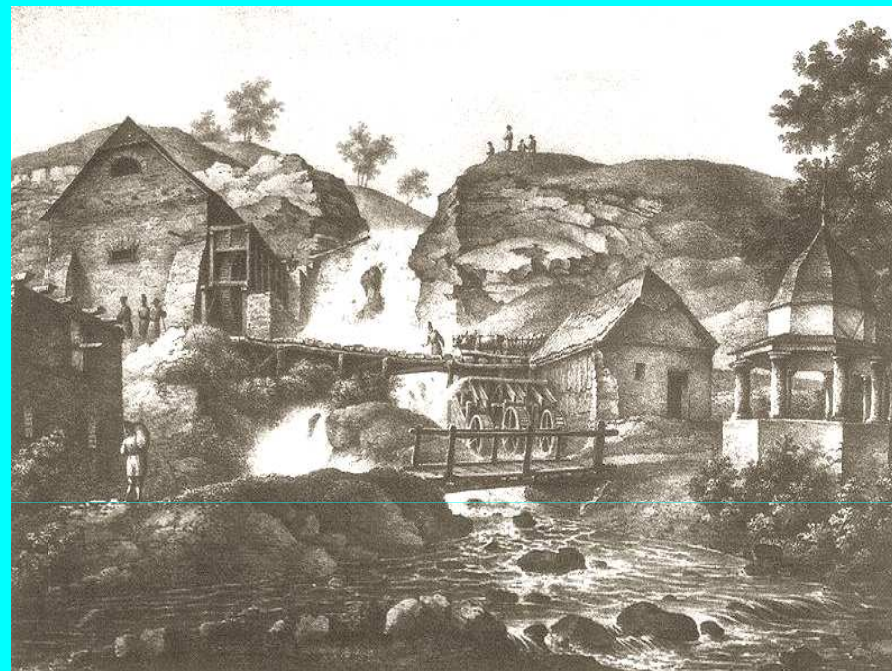
Cencek Paweł

Rys historyczny

Elektrownie wodne były podstawowym źródłem energii elektrycznej do 1939 roku było ok. 8000 obiektów o łącznej mocy 91.500 kW głównie: elektrownie, młyny, pompy wodne...

W 1954r było czynnych 6330 elektrowni
W 1980r istniejących elektrowni wodnych i spiętrzeń pozostało 650 obiektów.

Obecnie pracuje 20 Dużych Elektrowni Wodnych o łącznej zainstalowanej mocy 2074 [MW] i przeszło 300 Małych Elektrowni Wodnych o łącznej mocy 35 [MW].



Teoretyczne zasoby wodno-energetyczne Polski

Obliczone w latach 60., w oparciu o metodykę Światowej Rady Energetyki i wynoszą dla średniego roku hydrologicznego około 23 TWh/rok (1 TWh - 109 kWh).

- ○ Techniczne zasoby energetyczne wszystkich wód płynących wynoszą około 12 TWh/rok,
- ○ Techniczne zasoby MEW wynoszą ok. . . 2 TWh/rok.
- ○ Łącznie potencjał wynosi około 14 TWh/rok.
- ○ Elektrownie wodne produkują 1,8 TWh tj. 12% zasobów

Rozmieszczenie tego potencjału, przedstawia się następująco:



- * dorzecze Wisły - 9,3 TWh/rok,
w tym rzeka Wisła 6,2 TWh/rok,
- * dorzecze Odry - 2,5 TWh/rok,
w tym rzeka Odra 1,8 TWh/rok,
- * dorzecze Przymorza - 0,3 TWh/rok,
- * mała energetyka wodna (MEW) - 2,0 TWh/rok.

Potencjał techniczny polskich rzek wykorzystywany jest w granicach 10-12%, pracujące elektrownie wodne wytwarzają średnio rocznie ok 1,8 TWh.

Mapa



Największe elektrownie wodne w Polsce

Lp	Nazwa EW	Rzeka	Rok uruch.	Moc turbinowa [MW]	Moc pompowa [MW]	Hn/Hśr
1	Żarnowiec	Piaśnica	1982	716	800	117
2	Porąbka-Żar	Soła	1979	550	540	432
3	Włocławek	Wisła	1970	162	-	11,3
4	Żydowo	Radew	1971	152	120,8	77,4
5	Solina	San	1968	137,2	41,4	43
6	Niedzica	Dunajec	1997	90	89	45,6
7	Dychów	Bóbr	1951	79,5	30	29,8
8	Rożnów	Dunajec	1942	50	-	26,5
9	Koronowo	Brda	1960	26	-	24,8
10	Tresna	Soła	1967	21	-	20,4
11	Dębe	Narew	1962	20	-	5,7
12	Porąbka	Soła	1953	12,6	-	21
13	Brzeg Dolny (Wały)	Odra	1958	9,7	-	6,5
14	Żur	Wda	1929	9	-	12,2
15	Myczkowce	San	1961	8,3	-	22,8
16	Czchów	Dunajec	1954	8	-	8
17	Pilchowice	Bóbr	1912	7,9	-	35,2
18	Bielkowo	Radunia	1925	7,5	-	44,8
19	Otmuchów	Nysa Kłodzka	1933	4,8	-	16
20	Jeziorsko	Warta	1994	4,8	-	8,9
21	Bobrowice	Bóbr	1925	2,5	-	14,5

RAZEM 2076,0 [mw]

Dane opracowali doc.dr inż. Wiesław Depczyński i doc.dr inż. Krzysztof Fiedler

Bilans mocy

Elektrownie wodne					
Lata		1990	1995	2000	2001
Moc zainstalowana ogółem	[MW]	2005	2008	2116	2160
w tym: elektrownie szczytowo-pompowe	[MW]	1310	1330	1330	1330
Moc osiągalna ogółem	[MW]	1976	2046	2143	2203
w tym: elektrownie szczytowo-pompowe	[MW]	1205	1366	1366	1366
Produkcja energii elektrycznej	[GWh]	3300	3780	3967	4043
w tym: elektrownie szczytowo-pompowe	[GWh]	1869	1930	1915	1800
Zużycie energii elektrycznej na pompowanie wody	[GWh]	2614	2761	2789	2601
Wskaźnik zużycia własnego (%)		0.85	0.77	0.98	0.90

Bilans energii

Syntetyczny bilans energii					
Lata		1990	1995	2000	2001
Pozyskanie	[PJ]	4115	4126	3331	3358
Import	[PJ]	1060	985	1255	1296
Eksport	[PJ]	916	999	869	915
Zmiana zapasów	[PJ]	47	-58	-36	-22
Zużycie krajowe	[PJ]	4212	4170	3753	3761

**POLSKIE ELEKTROWNIE WODNE WYTWARZAJĄ ok.
1% ENERGII ELEKTRYCZNEJ**

Energia rzek

Wykorzystanie energii rzek niesie dwojakiego rodzaju korzyści:

- 1 dostarcza ekologicznie czystej energii,**
- 2 reguluje stosunki wodne zwiększając retencję wód powierzchniowych co polepsza warunki uprawy roślin oraz warunki zaopatrzenia ludności i przemysłu w wodę.**

Klasyfikacja elektrowni wg. kryterium hydrograficznego

- * zlokalizowane przy zbiornikach retencyjnych na rzekach (zbiornikowa)
- * zlokalizowane na kanałach przerzutowych (derywacyjna)
- * zlokalizowane przy piętrzeniach bezzbiornikowych na rzekach (rzeczne)

Klasyfikacja elektrowni wodnych:



* elektrownie z naturalnym dopływem wody

* elektrownie regulacyjne

inaczej zbiornikowe, (przed elektrownią znajduje się zbiornik wodny, który

wyrównuje sezonowe różnice w ilości płynącej wody)

[Solina, Niedzica,

* elektrownie przepływowe

które nie posiadają zbiornika, więc ilość wyprodukowanej energii zależy od ilości wody płynącej w rzece w danym momencie;

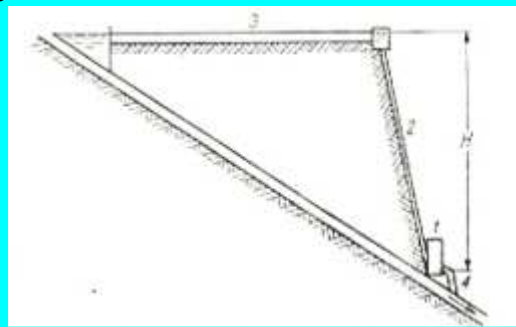
* elektrownie szczytowo - pompowe

Znajdują się pomiędzy dwoma zbiornikami wodnymi - tzn. górnym i dolnym.

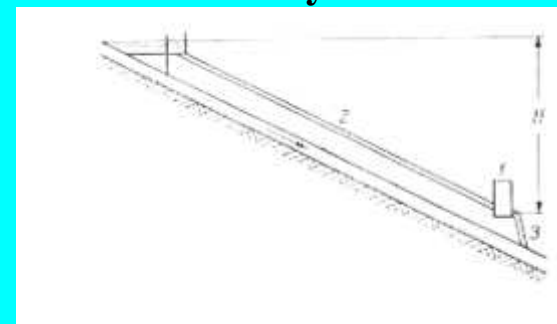
[Żarnowiec,



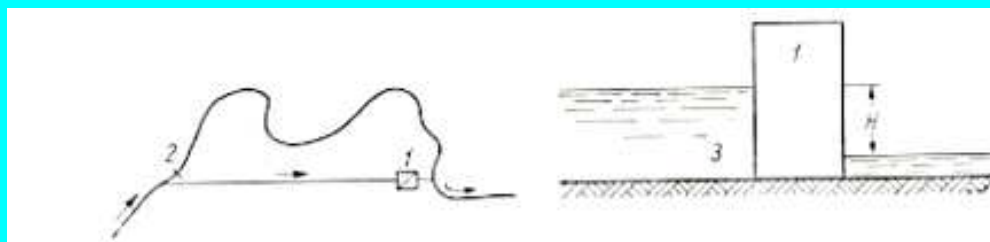
Elektrownia zaporowa - jazowa



Elektrownia na kanale i rurociągu



Elektr na rurociągu ciśnieniowym



Elektrownia na kanale

1 budynek

2 jaz

3 kanał

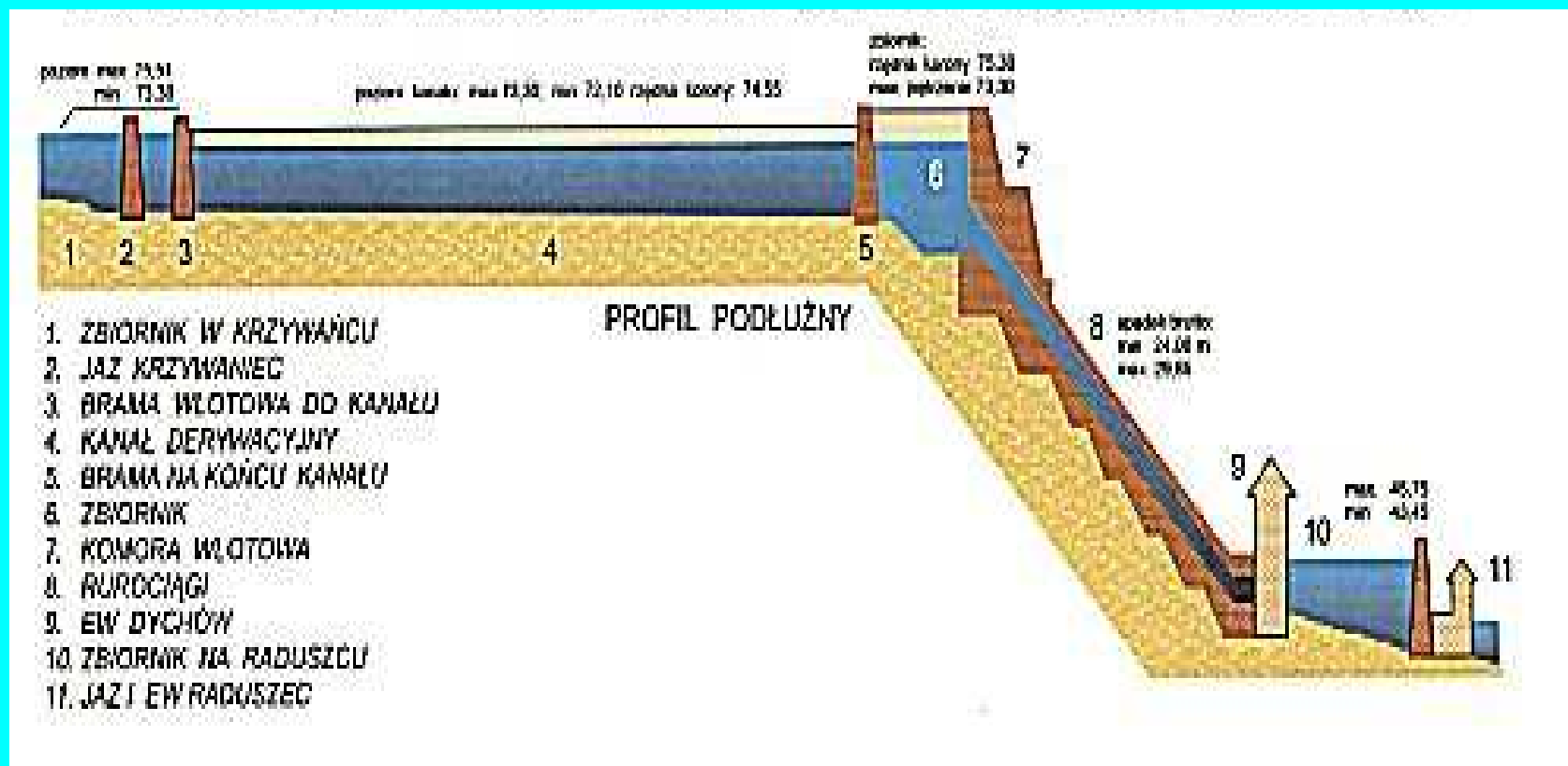


Jaz w Krzywańcu piętrzy wodę rzeki Bóbr do rzędnej 73,30 m NN tj. o 5,90 m wyżej od istniejącego w tym czasie dna rzeki.

Elektrownia regulacyjna

PRZEKRÓJ DERYWACJI I ZBIORNIKA WYRÓWNIANIA DOBOWEGO

Zbiornik w założeniu ma retencjonować dobowy przepływ naturalny rzeki Bóbr doprowadzony kanałem derywacyjnym, do elektrowni w okresie pracy szczytowej. Zbiornik ten może być uzupełniony dzięki pompowaniu wody ze zbiornika dolnego. Całkowita pojemność zbiornika wynosi 4,0 mln m³, pojemność użyteczna (energetyczna) 3,6 mln m³, a powierzchnia 1,0 km².



Inny podział elektrowni, ze względu na wielkość:

- * elektrownie duże o mocy zainstalowanej 10 MW i więcej,
- * elektrownie małe o mocy w przedziale 500 kW - 10 MW,
- * mikroelektrownie wodne poniżej 500 kW mocy.

Podział w zależności od wysokości spadu:

- niskospadowe 2-20 m

Pracują głównie jako MEW, w dotychczasowych siłowniach wodnych, młynach, tartakach, kuźniach,

- średnospadowe 20-150 m

W Polsce pracuje jedna turbina Peltona wykorzystując spad 60 [m] pracując na rurociągu wody pitnej z ujęć wysoko górskich

- wysokospadowe powyżej 150 m

Zapory - świat

Zapory w poszczególnych krajach

Liczba zapór								
Wszystkie zarejestrowane			Wysokość powyżej 30 m			Wysokość powyżej 60 m		
Lp	Kraj	Ilość	Lp	Kraj	Ilość	Lp	Kraj	Ilość
1	USA	6 375	1	Chiny	1 832	1	USA	422
2	Indie	4 010	2	USA	1 644	2	Japonia	345
3	Chiny	1 855	3	Japonia	1030	3	Chiny	337
4	Hiszpania	1 187	4	Hiszpania	500	4	Hiszpania	181
5	Japonia	1077	5	Indie	425	5	Turcja	115
6	Kanada	793	6	Turcja	370	6	Włochy	105
38	Polska	69	43	Polska	18	48	Polska	3

Źródło: Światowy Rejestr Zapór (Word Register of Dams) wydany w 1999 roku przez Międzynarodową Komisję Wielkich Zapór (International Commision on Large Dams)

Zapory o wysokości od 5 m do 15 m



tworzące zbiornik o pojemności powyżej 3 mln m³

L.p.	Zapora	Rok budowy	Wysokość [m]	Poj. zbior. [mln. m3]	Pow.zbior. [tys. m2]	Funkcja
1	BRODY IŁŻECKIE	1986	10	7,3	2 610	CSR
2	BRZEG DOLNY	1958	13	8	2 100	NH
3	DYCHÓW	1936	8	3,4	1 000	H
4	DZIECKOWICE	1996	9	52,5	7 100	S
5	DZIERŻNO DUŻE	1964	9	94	6 200	NC
6	DZIERŻNO MAŁE	1938	6	12,6	1 300	CN
7	GRÓDEK	1923	14	5,5	1 000	H
8	JASTROWIE	1931	13	6,2	1 500	H
9	KOZIELNO	2002	11	15,8	3 330	XR
10	KOZŁOWA GÓRA	1937	8	15,8	5 800	S
11	ŁĄKA	1986	8	12	4 200	SC
12	MYŁOF	1848	13	16,2	1 200	I
13	NIEDALINO	1912	14	5,5	900	H
14	NIELISZ	1997	13	19,5	8 340	CIRH
15	PIERZCHAŁY	1916	10	11,5	2 400	H
16	PODGAJE	1930	10	3,9	1 200	H
17	PORAJ	1978	14	25,1	5 500	SC
18	PRZECZYCE	1963	14	20,74	5 700	CS
19	RADUSZEC STARY	1937	6	4,7	1 900	H
20	REJOWICE	1924	11	4,6	2 200	H
21	ROSNOWO	1922	13	8,8	1 900	H
22	RYBNIK	1972	13	22	4 700	X
23	SIEMIANÓWKA	1991	10	79,5	32 500	IC
24	SROMOWCE WYŻNE	1994	11	7,4	950	HR
25	STRZEGOMINO	1924	12	5,1	1 000	H
26	TURAWA	1948	14	95,5	20 800	HCN
27	ZEMBORZYCE	1974	7	6,3	2 800	SR

Funkcje:

C - przeciwpowodzi

I - nawadnianie

H - hydroenergetyk

F - hodowla ryb

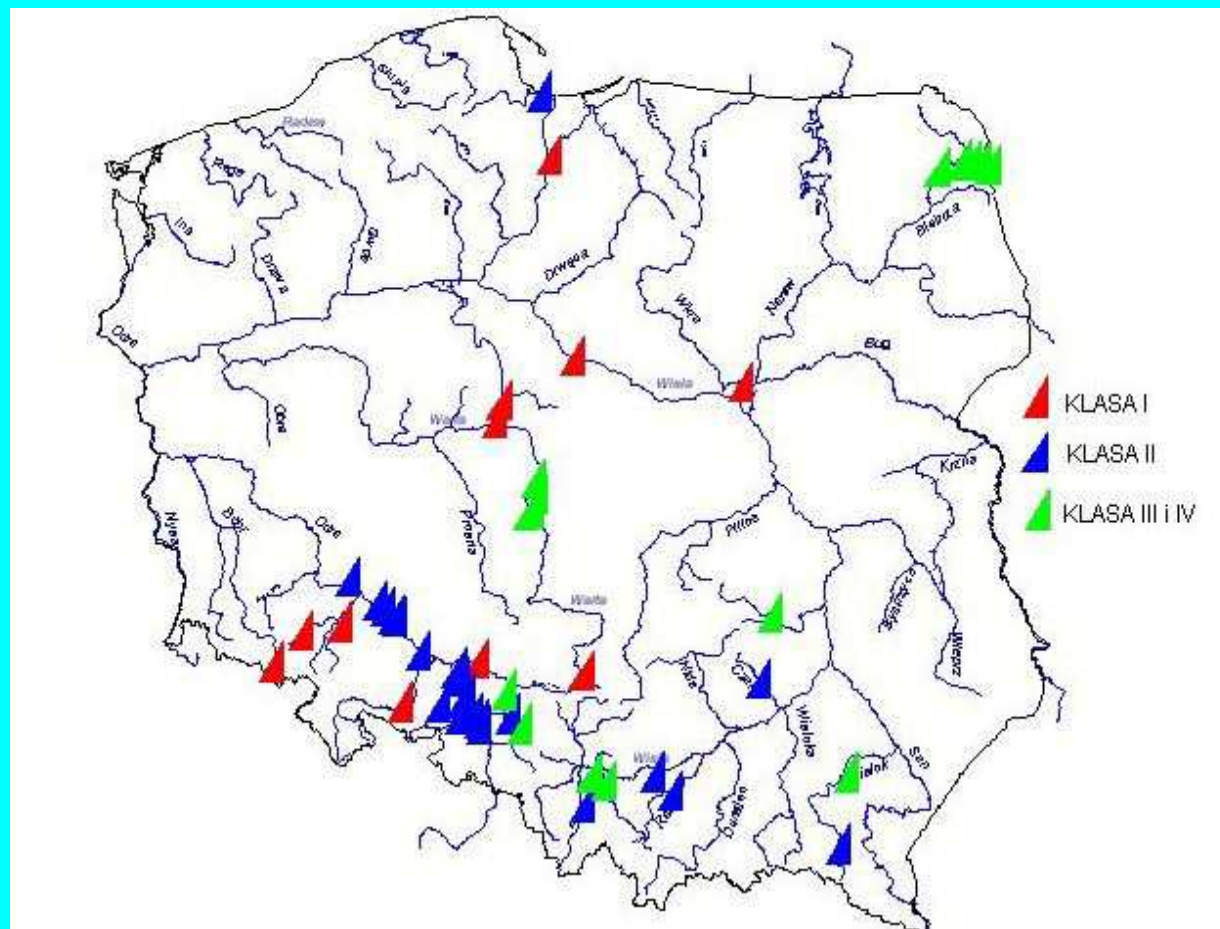
N - żegluga

R - rekreacja

X - inne

Zapory

Obiekty Kontrolowane przez Służbę Technicznej Kontroli Zapór IMGW



KLASA I (18 obiektów)

KLASA II (37 obiektów)

KLASA III (33 obiektów)

KLASA IV (35 obiektów)

Głównymi przyczynami uszkodzeń i zagrożeń budowli wodnych jest ich starzenie się i oddziaływanie sił przyrody, potęgowane niejednokrotnie przez niedostateczne rozpoznanie geologiczne i hydrologiczne podłoża, błędy w projektowaniu, słaba jakość wykonawstwa, niekonsekwentna realizacja programów zabudowy rzek, opóźnienia w podejmowaniu prac remontowych.



Elektrownie zawodowe

Największą w kraju elektrownią szczytowo-pompową jest Elektrownia Wodna **Żarnowiec**. Stanowi ważny element regulacji mocy w krajowym systemie elektroenergetycznym. Jej eksploatacja rozpoczęła się w 1983 r. Jest wyposażona w cztery odwracalne hydrozespoły o mocy 179 MW przy pracy turbinowej i 210 MW w systemie pracy pompowej. Zbiornik dolny elektrowni tworzy Jezioro Żarnowieckie (o pojemności 121 mln m sześć.), zbiornik górny (sztuczny) wybudowano na płaskim szczycie (pojemność użytkowa 13,6 mln m sześć. wody) Taka ilość wody zabezpiecza pracę elektrowni z mocą 716 MW przez ok. 5,5 godziny. Woda ze zbiornika górnego jest doprowadzana do pompoturbin czterema stalowymi rurociągami o długości 1,1 km.

Elektrownia Szczytowo-Pompowa



Elektrownie zawodowe

Elektrownia Wodna Solina (zbiornikowa z pompowaniem) została oddana do użytku w 1968 r. W jej skład wchodzi dwie turbiny klasyczne i dwie turbiny odwracalne o całkowitej mocy 136 MW. Po zakończonej w 2003 r. modernizacji moc zainstalowana elektrowni zwiększyła się o 64 MW (do 200 MW), produkcja energii elektrycznej wzrosła ze 137 do 230 GWh, wzrosła sprawność turbin. Żywotność elektrowni Solina została w ten sposób przedłużona o 50 lat, a dziś należy ona do najnowocześniejszych tego typu obiektów Polsce. Elektrownia ma charakter pracy szczytowy, rolę dolnego zbiornika pełni zbiornik Myczkowce.



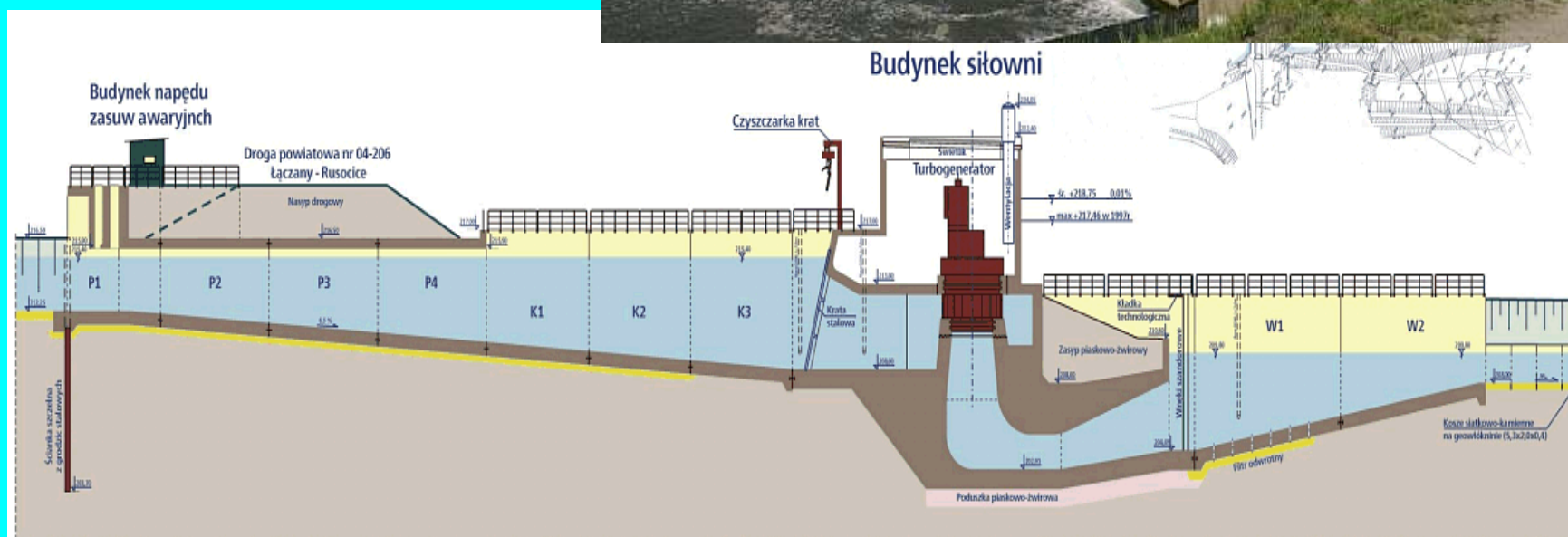
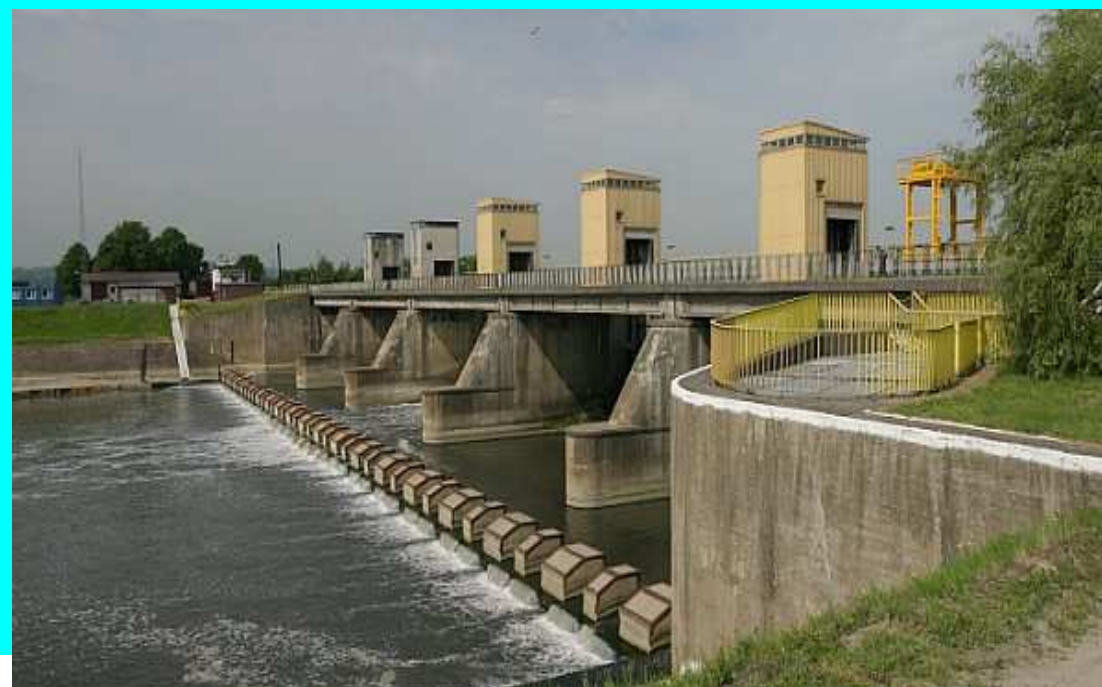
Elektrownie zawodowe

Najmłodszą elektrownię wodną w kraju zbudowano w Niedzicy, na Dunajcu. Pracuje od 1997 r. Jest elektrownią przepływową, może funkcjonować jako elektrownia zbiornikowa z pompowaniem. Ostatnio ze względów ekonomicznych energia elektryczna jest wytwarzana tylko z przepływu naturalnego. W jej skład wchodzi dwa turbozespoły o mocy po 46 MW. Średnia roczna produkcja energii elektrycznej w latach 1998-2001 wynosiła 83,1 GWh, a czas pracy turbinowej 1550 h/rok. ZZW Niedzica inwestuje w MEW – w czerwcu 2004 r. rozpoczęła eksploatację małej elektrowni wodnej przy stopniu wodnym na Wiśle w Łączanach, rozpoczęła także budowę drugiego takiego obiektu w Smolicach.



Elektrownie zawodowe

Elektrownia przepływowa ŁĄCZANY



Podział turbin

TURBINY WODNE

**AKCYJNE
NATRYSKOWE**

**REAKCYJNE
NAPOROWE**

przykłady:

TURBINA:

ZUPPINGERA
GIRARDA
SCHWAMKRUGA
PELTONA
BANKI-MICHELLA
UKOŚNOSTRUMIENIOWE

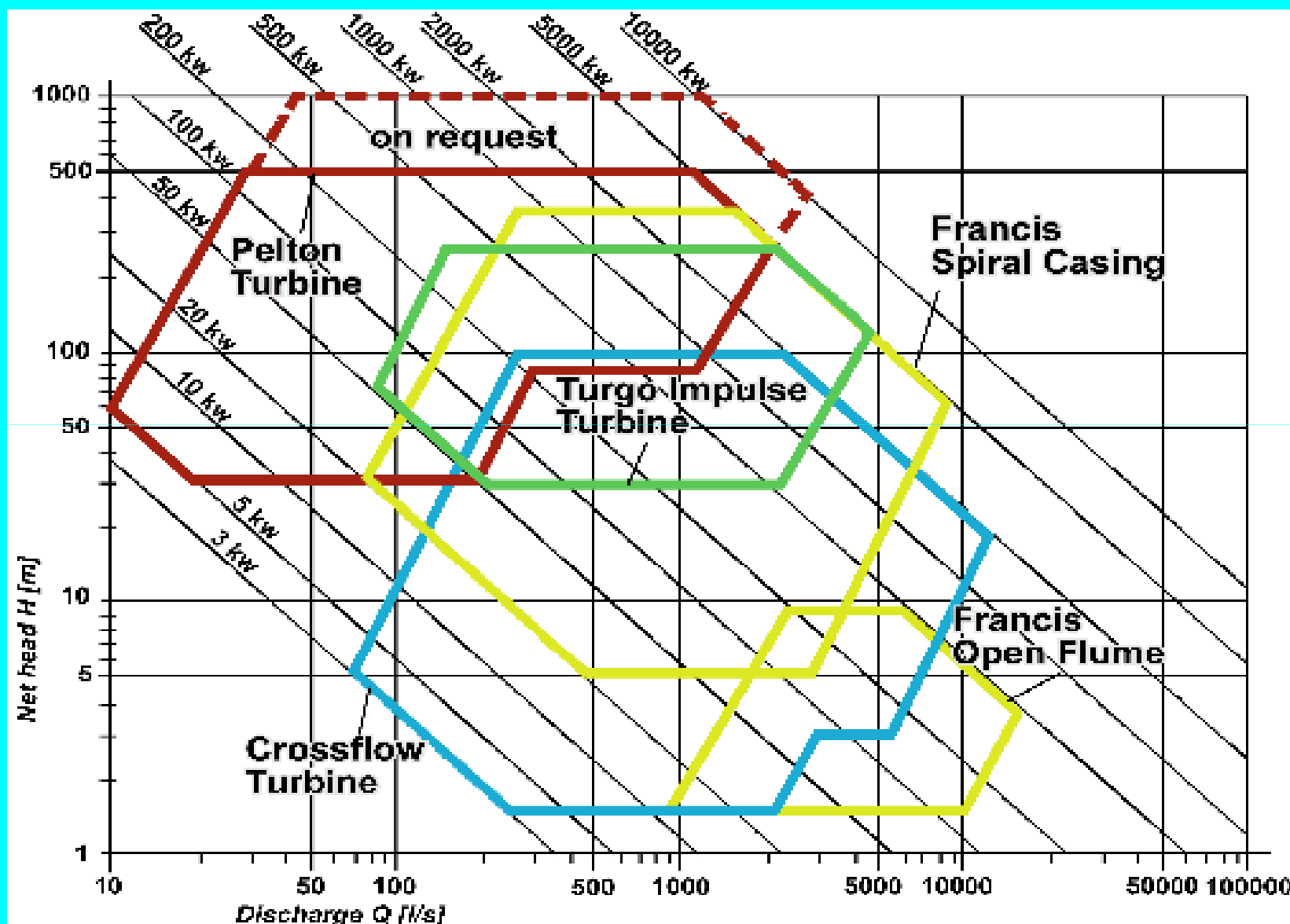
przykłady:

TURBINA:

SEGNERA	DUBSA
EULERA	DERIAZA
FOUMEIRONA	HOWDA
SAFONOWA	LEWACZKA
THOMANA	SWAINA
KAPLANA	RUROWA
FRANCISA	
HENSCHLA-JONWALA	
KWIATKOWSKIEGO	

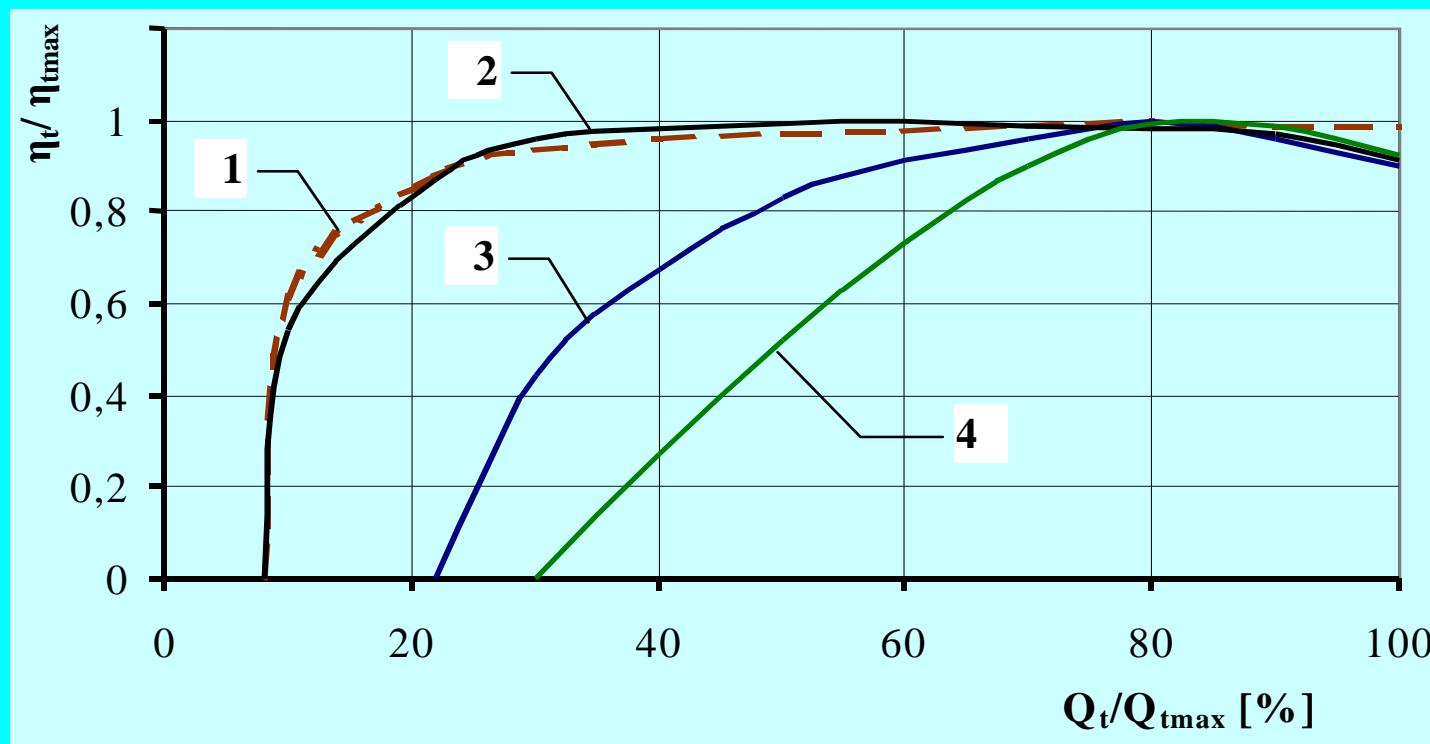
Parametry pracy turbin

WYSOKOŚĆ SPADU m



PRZELYK l/s

Charakterystyki sprawności turbin wodnych



- 1 Turbina o przepływie poprzecznym Banki-Michella z obrotową przysłoną regulacyjną
- 2 Turbina Kapłana
- 3 Turbina Francisa
- 4 Turbina śmigłowa

Turbiny Peltona

Charakterystyka:
wykorzystuje najwyższe spady,
na jednym wale może pracować
kilka wirników,
dysze natryskują wodę na
wirnik,







