

# 100 LAT ENERGETYKI WODNEJ NA ZIEMIACH POLSKICH



TOWARZYSTWO ELEKTROWNI WODNYCH

**100 LAT ENERGETYKI WODNEJ  
NA ZIEMIACH POLSKICH**

Opracował

**mgr inż. Jerzy Spoz**

wraz z zespołem:

dr inż. Jacek Jaśkiewicz

mgr inż. Stanisław Lewandowski

mgr inż. Mieczysław Sakowicz

Wojciech Spoz

mgr Urszula Tiereszko

Zaopiniowali:

mgr inż. Mieczysław Przekwas

mgr inż. Andrzej Sowiński

sierpień 1998 r.

SPONSORZY NINIEJSZEGO WYDANIA MONOGRAFII  
„100 LAT ENERGETYKI WODNEJ NA ZIEMIACH POLSKICH”:

**ABB DOLMEL LTD**

53-610 WROCŁAW, ul. Fabryczna 10

**„ARBUD” Sp. z o o**

Przedsiębiorstwo Technik Specjalnych Budownictwa  
84-200 WEJHEROWO, ul. Gdańska 13/8/9

**BANK ENERGETYKI S.A.**

26-600 RADOM, ul. M. Curie-Skłodowskiej 18

**BANK OCHRONY ŚRODOWISKA S.A.**

00-124 WARSZAWA, Al. Jana Pawła II 12

**ENERGETYKA POZNAŃSKA S.A.**

60-967 POZNAŃ, ul. Nowowiejskiego 11

**ENERGOEFEKT**

Południowy Zakład Automatyki i Zabezpieczeń Sp. z o. o.  
41-700 RUDA ŚLĄSKA, ul. Kokotek 6

**„ENERGOPROJEKT - WARSZAWA” S.A.**

Biurowo Studiów i Projektów Energetycznych  
00-950 WARSZAWA, ul. Krucza 6/14

**„ENERGOSERWIS” S.A.**

Przedsiębiorstwo Produkcyjno - Remontowe Energetyki  
42-701 LUBLINIEC, ul. Powstańców 85

**HYDROMEX Sp. z o o**

84-250 GNIEWINO, Czymanowo 50 k/Żarnowca

**HYDROTREST S.A.**

30-323 KRAKÓW, ul. Tyniecka 18

**INTOP Sp. z o o**

80-452 GDAŃSK, ul. Kilińskiego 53

**VOITH POLSKA Sp. z o o**

97-300 PIOTRKÓW TRYBUNALSKI, ul. Krakowskie Przedmieście 73

**ZAKŁAD ENERGETYCZNY TORUŃ S.A.**

87-100 TORUŃ, ul. Bema 128

## SPIS TREŚCI

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. WSTĘP .....                                                                                     | 5  |
| 1.1. Rocznicowy charakter opracowania.....                                                         | 5  |
| 1.2. Ogólny rys rozwoju energetyki wodnej .....                                                    | 6  |
| 1.3. Etapy rozwoju energetyki wodnej zawodowej.....                                                | 8  |
| 2. CHARAKTERYSTYKA WARUNKÓW HYDROENERGETY-<br>CZNYCH NA ZIEMIACH POLSKICH.....                     | 10 |
| 2.1. Uwarunkowania przyrodnicze na tle rozwoju politycznego<br>i gospodarczego.....                | 10 |
| 2.2. Potencjał hydroenergetyczny .....                                                             | 12 |
| 2.3. Wykorzystanie sił wodnych w dawnych wiekach.....                                              | 13 |
| 2.4. Kształtowanie się roli elektrowni wodnych w systemach<br>energetycznych.....                  | 16 |
| 2.5. Rola elektrowni pompowych.....                                                                | 19 |
| 2.6. Wielozadaniowość obiektów hydroenergetycznych. Rola<br>przeciwpowodziowa.....                 | 21 |
| 2.7. Korzyści i efekty ekologiczne oraz oddziaływanie elektrowni<br>wodnych na środowisko .....    | 22 |
| 3. ROZWÓJ ELEKTROWNI WODNYCH W LATACH 1897-1945 .....                                              | 26 |
| 3.1. Energetyka wodna na ziemiach polskich pod zaborami<br>i w okresie międzywojennym.....         | 26 |
| 3.2. Większe elektrownie wodne uruchomione lub budowane przed<br>1945 r. na ziemiach polskich..... | 38 |
| 3.3. Rodowód i rozwój elektrowni wodnych na terenach<br>odzyskanych po 1945 roku.....              | 48 |
| 3.4. Stan i problematyka starych elektrowni i budowli wodnych .....                                | 67 |



|      |                                                                                                                        |     |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.   | ROZWÓJ ENERGETYKI WODNEJ PO II WOJNIE ŚWIATOWEJ .....                                                                  | 74  |
| 4.1. | Stan energetyki wodnej w latach 1945-1946 .....                                                                        | 74  |
| 4.2. | Odbudowa i uruchomienie elektrowni w czasach gospodarki<br>planowej okresu powojennego .....                           | 77  |
| 4.3. | Tendencje likwidacyjne władz okresu powojennego istniejących<br>elektrowni i stopni wodnych .....                      | 79  |
| 4.4. | Od Dychowa do Tresnej .....                                                                                            | 82  |
| 4.5. | Duże elektrownie regulacyjno-interwencyjne .....                                                                       | 89  |
| 4.6. | Zarys organizacji energetyki wodnej zawodowej i zmian<br>dokonywanych w tym zakresie .....                             | 96  |
| 4.7. | Mała energetyka wodna .....                                                                                            | 102 |
| 5.   | WYPOSAŻENIE PODSTAWOWE ELEKTROWNI WODNYCH<br>I ZWIĄZANE Z NIMI BUDOWLE WODNE .....                                     | 109 |
| 5.1. | Ewolucja urządzeń podstawowych elektrowni wodnych .....                                                                | 109 |
| 5.2. | Budowle hydrotechniczne elektrowni wodnych .....                                                                       | 114 |
| 6.   | WKŁAD POLSKIEJ MYŚLI NAUKOWEJ I TECHNICZNEJ W<br>ROZWÓJ ENERGETYKI WODNEJ I PRZYGOTOWANIA<br>OBIEKTÓW I URZĄDZEŃ ..... | 118 |
| 7.   | KRONIKA NAJWAŻNIEJSZYCH WYDARZEŃ W POLSKIEJ<br>ENERGETYCE WODNEJ .....                                                 | 123 |
| 8.   | LITERATURA .....                                                                                                       | 128 |

## 1. WSTĘP

### 1.1. Rocznicowy charakter opracowania

W 1997 roku polska energetyka wodna osiągnęła dwie znamienne i ważne rocznice. Po pierwsze w roku bieżącym minęło 100 lat od uruchomienia pierwszych czynnych jeszcze obecnie elektrowni wodnych, zlokalizowanych na ziemiach polskich w obecnych jej granicach. Można więc przyjąć, że czynna energetyka wodna w Polsce ukończyła 100 lat i powinna być uhonorowana choćby w sposób skromny w postaci niniejszego opracowania.

Po drugie, minęło ostatnio 50 lat od chwili, kiedy podnosząca się po kataklizmie II wojny światowej energetyka w całości, a w tym elektrownie wodne, zostały objęte jednolitym systemem prawno-administracyjnym. Stało się to w wyniku ustaleń przyjętej przez Sejm ustawy o planowej gospodarce energetycznej z dnia 4 lipca 1947 roku, poprzez powołanie Centralnego Zarządu Energetyki, stanowiącego organ koordynujący i kierujący energetyką zawodową. W tym systemie organizacyjnym znalazły się elektrownie wodne, uprzednio rozczłonkowane w zjednoczeniach powstałych samorzutnie i bez podstaw prawnych i własnościowych. Nie objęto tą organizacją jedynie małych elektrowni, ściśle związanych z konkretnymi zakładami przemysłowymi lub gospodarstwami rolnymi i pracującymi wyłącznie na ich potrzeby.

Niewątpliwie również, trzecim ważnym wydarzeniem jakie wiązało się z 1997 rokiem jest uruchomienie dużej elektrowni wodnej o mocy 92 MW w Czorsztynie, przy jednym z największych zbiorników wodnych w Polsce, po czternastoletniej przerwie od uruchomienia czwartego, ostatniego turbozespołu w elektrowni Żarnowiec. Zespół Zbiorników Wodnych Czorsztyn-Niedzica-Sromowce Wyżne wraz z zainstalowaną tam przyzaporową elektrownią pompową Niedzica, już w czasie katastrofalnej lipcowej powodzi potwierdził swą ważną rolę

w regulacji stosunków wodnych, realizacji programów przeciwpowodziowych i zaopatrzeniu w energię elektryczną tego regionu.

Autorzy niniejszego opracowania mają nadzieję, że spowodowany tymi wydarzeniami i rocznicami cel niniejszego opracowania, tj. przedstawienie całokształtu problematyki 100 letniego rozwoju elektrowni wodnych w Polsce wraz z jej wzlotami ale i niepowodzeniami w stosunku do oczekiwań i dążeń hydroenergetyków, zostanie choćby częściowo osiągnięty i będzie pomocny w działalności i pracach Towarzystwa Elektrowni Wodnych oraz osób i innych instytucji związanych z hydroenergetyką.

## **1.2. Ogólny rys rozwoju energetyki wodnej**

Zapoczątkowane u schyłku ubiegłego wieku dzieje rozwoju energetyki wodnej na obszarze dzisiejszej Polski, uruchomieniem pierwszych elektrowni około 1898 r. tj. w niecałe 10 lat po światowej premierze elektrowni wodnych, należy w okresie do 1945 roku rozpatrywać dwutorowo ze względu na zmianę granic po II Wojnie Światowej. Jeden ciąg historyczny to zamierzenia w zakresie energetyki wodnej i ich realizacja w okresie ostatniego kilkunastolecia zaborów oraz w dwudziestolecu II Rzeczypospolitej, w granicach przedwojennych. Druga nić, to rozwój elektrowni wodnych na terenach Rzeszy Niemieckiej, przyłączonych do Polski po II Wojnie Światowej, nazwanych Ziemiami Odzyskanymi. Ta druga grupa elektrowni, które w 1945 roku stały się własnością Polski, spełniła doniosłą rolę w pierwszych latach powojennych (większość pozyskanych elektrowni nie było zniszczonych) i użytkowana jest do dni dzisiejszych, nie sposób więc pominąć historii jej rozwoju w okresie wcześniejszych 50 lat. Te dwa „tory” dziejów hydroenergetyki do 1945 roku omówiono szczegółowo w 3 rozdziale niniejszego opracowania.

W ponad 50-letnim okresie powojennego rozwoju hydroenergetyki polskiej można wyróżnić kilka charakterystycznych etapów. Zróżnicowanie

i podział tego rozwoju można rozpatrywać dwojako, tj. po pierwsze wg kryterium przyrostu mocy w wyniku oddawania inwestycyjnych efektów hydroenergetycznych lub wg kryterium wysiłku inwestycyjnego ponoszonego równocześnie dla uzyskania tych efektów. Dla celów niniejszego opracowania przyjęto zaprezentowany w rozdziale 4 podział wg przyrostu mocy i oddawania efektów do eksploatacji. Z tego punktu widzenia w rozwoju energetyki wodnej w ostatnim pięćdziesięcioleciu można wyróżnić następujące główne etapy:

- lata 1945-1950 - to okres uruchamiania istniejących niezniszczonych (o łącznej mocy zainstalowanej około 80 MW) lub wymagających częściowej odbudowy (również o łącznej mocy zainstalowanej około 80 MW). Moc elektrowni czynnych na koniec tego etapu wynosiła 161 MW.
- lata 1951-1967 - o przyroście mocy o 212 MW, to okres uruchamiania elektrowni odbudowanych z większych zniszczeń (w tym elektrowni Dychów), obiektów rozpoczętych lub przygotowywanych przed wojną oraz z nowych inwestycji.
- lata 1968-1983 - to okres dynamicznego rozwoju polskiej hydroenergetyki tj. uruchomienia kilku dużych elektrowni przepływowych, zbiornikowych i pompowych o łącznej mocy ponad 1630 MW.
- lata 1984-1997 - to lata rozwoju małej energetyki wodnej. Wybudowano i uruchomiono ponad 250 małych elektrowni wodnych oraz zmodernizowano szereg starych, wyeksploatowanych obiektów. Z dużych obiektów wybudowano jedynie elektrownię w Czorsztynie i prowadzono prace przygotowawcze (z przerwami) do budowy elektrowni pompowej Młoty.

W powyższym podziale na podkreślenie zasługuje fakt, że poza pierwszym okresem uruchamiania elektrowni istniejących, trzy następne są w przybliżeniu równe i wynoszą po ok. 15 lat, co pozwala na nadzieję, że następne, przyszłe piętnastolecie będzie korzystniejsze od poprzedniego.

Pomimo przyjęcia powyższego podziału rozwoju energetyki wodnej po 1945 roku w niniejszym opracowaniu, warto zatrzymać się chwilę nad przebiegiem i rozmiarem wysiłku inwestycyjnego w tym okresie w celu uzyskania ww efektów w postaci mocy czynnych elektrowni. Okres trwania budowy poszczególnych obiektów zawierał się w granicach od 4-5 lat dla elektrowni mniejszych i 6-10 lat dla dużych obiektów (Solina, Włocławek, Porąbka-Żar, Żarnowiec), do ponad 20 lat w przypadku budowy zbiorników wodnych Czorsztyn-Niedzica-Sromowce Wyżne wraz z elektrownią szczytowo-pompową Niedzica. Elektrownia Żydowo została wybudowana w ciągu 4 lat. Przeciętny okres budowy dla wszystkich obiektów powojennych (elektrowni wraz z budowlami hydrotechnicznymi i zbiornikami) wyniósł ok. 7 lat (bez „poślizgów” w uruchomieniu samych elektrowni z różnych przyczyn). W okresie 1947-84, tj. w ciągu 37 lat obiekty hydrotechniczne realizowane były z podobnym natężeniem ok. 4-5 jednocześnie, z krótkim wzrostem na przełomie lat 50-tych i 60-tych do 7. W ciągu pierwszego piętnastolecia były to budowy obiektów mniejszych, natomiast w okresie 1962-1982 realizowano wielkie budowy, najpierw Solinę i Włocławek, dalej Żydowo, Porąbkę-Żar, Żarnowiec i Czorsztyn-Niedzice. Był to więc okres intensywnego (o największych nakładach) inwestowania w budownictwo wodne i wodno-energetyczne. W ostatnich latach mniejsze elektrownie są budowane w ciągu 6 do 15 miesięcy (Bukówka, Sromowce Wyżne, Gorzupia i inne)

### **1.3. Etapy rozwoju energetyki wodnej zawodowej**

Na podstawie dotychczasowych rozważań, najbardziej przejrzystym wydaje się być podział rozwoju energetyki wodnej zawodowej na 9 charakterystycznych etapów - okresów, przedstawiony w tabeli 1. W zestawieniu tym przedstawiono przebieg uruchamiania nowych elektrowni i przyrostu mocy dla elektrowni zaliczonych w okresie powojennym do energetyki zawodowej, które przetrwały w użytkowaniu (w wielu przypadkach z przerwą w czasie



Tabela 1

**Etapy rozwoju energetyki zawodowej**  
**(ujęto elektrownie czynne w latach 90-tych)**

| Okres        |           | Ilość elektr. uruchomionych |            | Moc uruchom. elektrowni |                | Moc elektrowni na koniec okresu MW | Charakterystyka okresu                                                                                                                               |
|--------------|-----------|-----------------------------|------------|-------------------------|----------------|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| od do        | Ilość lat | w okresie                   | max w roku | w okresie MW            | max 1 el. MW   |                                    |                                                                                                                                                      |
| 1898<br>1906 | 9         | 5                           | 2<br>1898  | 2,1                     | 1,0            | 2,1                                | Pojawienie się pierwszych el. wodnych na ziemiach polskich                                                                                           |
| 1907<br>1914 | 8         | 22                          | 6<br>1910  | 26,9                    | 7,5            | 29,0                               | Szybki rozwój energetyki wodnej dla potrzeb lokalnych na ziemiach zachodnich i północnych                                                            |
| 1915<br>1918 | 4         | 5                           | 2<br>1917  | 5,2                     | 2,6            | 34,2                               | Zastój w okresie wojennym. Dokończono kilka obiektów znacznie zaawansowanych przed wojną, na północy i Dolnym Śląsku                                 |
| 1919<br>1930 | 12        | 38                          | 8<br>1923  | 68,4                    | 8,0            | 102,6                              | Gwałtowny przyrost elektrowni w tym uruchomienia rozpoczętych przed wojną, przy zbiornikach p.powodziowych. Tworzenie kaskad elektrowni              |
| 1931<br>1940 | 10        | 19                          | 6<br>1936  | 99,5                    | 79,5           | 202,1                              | Po zastój spowodowanym kryzysem w końcu lat 20-tych, duży przyrost nowych elektrowni, w tym pierwszego dużego obiektu w Dychowie                     |
| 1941<br>1950 | 10        | 4                           | 1          | 58,8                    | 50,0           | 161,0                              | Zastój okresu wojennego i pierwszych lat powojennych oraz odbudowa i uruchomienie elektrowni nieznacznie zniszczonych                                |
| 1951<br>1967 | 17        | 16                          | 3<br>1961  | 212,0                   | 26,0<br>(79,5) | 373,0                              | Uruchomienia elektrowni znacznie zniszczonych (w tym el. Dychów) przygotowanych i rozpoczętych przed wojną oraz nowych inwestycji średniej wielkości |
| 1968<br>1983 | 16        | 8                           | 2<br>1970  | 1634,0                  | 680,0          | 2005,0                             | „Złoty” okres rozwoju hydroenergetyki polskiej. Uruchomienie elektrowni Solina, Włocławek, Żydowo, Porąbka-Żar i Żarnowiec oraz kilku mniejszych     |
| 1984<br>1997 | 14        |                             |            | 3,0<br>(95,0)           |                | 2008,0<br>(2100,0)                 | Okres modernizacji istniejących elektrowni i budowa małych el. wodnych. W nawiasie moc łącznie z el. Niedzica                                        |

II Wojny Światowej i zaraz po jej zakończeniu) do lat 90-tych obecnego wieku, w obecnych granicach Polski. Podane liczby nie obejmują ponad 30 małych

elektrowni zlikwidowanych w latach 50-tych i 60-tych w energetyce zawodowej, głównie na Dolnym Śląsku i Podhalu (tj. łącznie ok. 3 MW mocy, z czego ok. 1 MW w kilku obiektach uruchomiono ponownie w ramach rozwoju małej energetyki wodnej) oraz nielicznych obiektów na terenach pozostałych poza granicami kraju po wojnie. Problematyka likwidowania elektrowni oraz ich rozwój w Polsce w granicach przedwojennych została przedstawiona w osobnych podrozdziałach w dalszej części opracowania. Przy zapoznaniu się z danymi zawartymi w tabeli 1 należy mieć na uwadze fakt, że zdecydowana większość elektrowni uruchomionych w etapach do 1940 roku była wybudowana i użytkowana przez państwo niemieckie na obszarach Polski powojennej, nazywanych Ziemią Odzyskaną.

## **2. CHARAKTERYSTYKA WARUNKÓW HYDROENERGETYCZNYCH NA ZIEMIACH POLSKICH**

### **2.1. Uwarunkowania przyrodnicze na tle rozwoju politycznego i gospodarczego**

Warunki przyrodnicze czyli elementy środowiska geograficznego Polski są wynikiem nakładania się, w ciągu co najmniej ostatniego tysiąclecia, na stan naturalny przeobrażeń i przekształceń związanych z rozwojem politycznym, społecznym i gospodarczym naszych ziem. Do najważniejszych czynników kształtujących te przekształcenia i rozwój należy zaliczyć podziały, podległości i rozbięcia polityczne, wzrost zaludnienia, wykorzystywanie zasobów naturalnych i tworzenie dóbr materialnych, rozwój infrastruktury miejskiej i przemysłowej oraz związane z nimi zmiany i ubytki w kulturze leśnej i rolnej.

Tak więc, aby ocenić uwarunkowania przyrodnicze rozwoju wykorzystania wód dla potrzeb produkcji energii elektrycznej, należy mieć na uwadze warunki zastane w końcu ubiegłego, czyli XIX wieku, a następnie uzależnienia od zmian

i przekształceń omówionych wyżej, w bieżącym stuleciu. Wydaje się również, że ograniczony ogólny rozwój gospodarczy i powiązany z nim niski dochód narodowy Polski w ostatnim stuleciu oraz niesprzyjające warunki do podejmowania przedsięwzięć długofalowych, przynoszących efekty dopiero po wielu latach, a także wydarzenia polityczne destrukcyjne dla gospodarki, należy zaliczyć do przyczyn zbyt negatywnych ocen uwarunkowań przyrodniczych rozwoju hydroenergetyki i nieuzasadnionej niechęci do inwestowania w tę dziedzinę. Dotyczy to także problematyki gospodarczo-wodnej w szerszym zakresie, ponieważ wysoce niedoinwestowane i opóźnione są także dziedziny jak tworzenie retencji zbiornikowej, ochrona przed powodzią, zaopatrzenie w wodę, żegluga śródlądowa, regulacja rzek itp.

W rzeczywistości, z punktu widzenia możliwości rozwoju hydroenergetyki, uwarunkowania przyrodnicze w XX wieku, „obciążone” przekształceniami i przeobrażeniami związanymi z działalnością wielu pokoleń, należy ocenić jako umiarkowanie niekorzystne o przeciętnej skali trudności realizacyjnych. W układzie hydrograficznym przeważają rzeki nizinne, co ogranicza możliwości uzyskania dużych piętrzeń i spadów do kilku procent powierzchni kraju i potęguje problematykę trudności zalewów nizinnych i ochrony terenów rolnych, leśnych i zamieszkałych. Równie ograniczone są możliwości znaczącego wykorzystania energetycznego przepływów rzek. Poza samą Wisłą oraz terenami górskimi i podgórskimi zasoby naturalne pozostałych rzek kwalifikują się do wykorzystywania lokalnego w postaci małej energetyki. Warunki geologiczne na większości powierzchni kraju przeciętne, są z punktu widzenia posadowienia i realizacji budowli zdecydowanie trudniejsze w rejonach górskich i podgórskich (flisz karpacki, osuwiska). Poważne ograniczenia możliwości realizacyjnych wynikają także z wymagań ochrony przyrody i środowiska człowieka oraz stanu zagospodarowania i zamieszkania terenów, choć trzeba stwierdzić, że częstokroć forsowane ograniczenia i protesty są wyolbrzymiane lub nie mają uzasadnienia. Istnieją również ograniczenia

możliwości hydroenergetycznych, wynikające z uwarunkowań i wymagań przyrodniczych wtórnych w stosunku do energetyki, a spowodowanych nadmiernym zanieczyszczeniem wód i brakiem podstawowych urządzeń oczyszczających, niewłaściwym wykorzystywaniem zasobów wód i korzystaniem z wód. Problemy eksploatacyjne hydroenergetyki potęgowane są częstokroć trudnymi warunkami zimowymi.

Pomimo jednak tych ww niezbyt korzystnych czynników wpływających na uwarunkowania przyrodnicze hydroenergetyki, należy stwierdzić, że jej rozwój z tego punktu widzenia był zbyt niski i powolny w stosunku do możliwości, a na taki stan rzeczy rzutowały „obciążenia”, ograniczenia i przeobrażenia omówione wyżej.

## **2.2. Potencjał hydroenergetyczny**

Prowadzone w okresie międzywojennym prace mające na celu określenie potencjału energetycznego rzek Polski miały charakter ogólny i przybliżony lub dotyczyły tylko niektórych rzek, jak San czy Dunajec. Dopiero w latach 1953-61 zostały opracowane na zlecenie Komitetu Gospodarki Wodnej Polskiej Akademii Nauk oraz w ramach prac Centralnego Biura Studiów i Projektów Budownictwa Wodnego Hydroprojekt w Warszawie, teoretyczny i techniczny kataster sił wodnych Polski. Opracowania te obejmują wszystkie rzeki lub ich odcinki o potencjale jednostkowym wyższym od 100 kW/km, przygotowali prof. Alfons Hoffmann, mgr inż. Marian Hoffmann, mgr inż. Bolesław Rudnicki oraz inż. Kenig. Kataster teoretyczny określał potencjał sił wodnych „brutto”, natomiast techniczny kataster zasobów wodnoenergetycznych uwzględniał sprawność urządzeń energetycznych oraz pomijał odcinki rzek, które ze względu na różne przyczyny nie mogły być wykorzystane do produkcji energii elektrycznej. Powyższe prace, rozwijane przy udziale Energoprojektu Warszawa okazały się na tyle trafne i precyzyjne, że stanowią do dzisiaj podstawę wyjściową do rozważań

nad wielkością i rozkładem naturalnego potencjału hydroenergetycznego Polski w obecnych granicach. Określone tam podstawowe wielkości można nadal uznawać za obowiązujące. Są nimi przede wszystkim: wielkość potencjału teoretycznego w warunkach średniego roku hydrologicznego dla Polski, wynosząca 23 TW h/rok oraz potencjał techniczny zasobów wodnoenergetycznych kraju w tych samych warunkach hydrologicznych, ustalony w wielkości 12,1 TW h/rok. Potencjał ten jest rozłożony nierównomiernie na powierzchni kraju. Przeważająca jego część, bo aż 80% występuje w dorzeczu Wisły (ponad 40% na dolnej Wiśle i 25% na Wiśle górnej wraz z dopływami), a zaledwie 18% w dorzeczu Odry z Wartą. Pozostałe 2% to potencjał rzek Przymorza Zachodniego oraz Warmii i Mazur nie związanych z dorzeczem Wisły. Do rzek o dużym potencjale energetycznym zaliczono Dunajec, San, Wisłę, Brdę oraz Bóbr i Kwisę.

Obecnie wykorzystanie tego technicznego potencjału naturalnego przepływu rzek nie uległo znaczącym zmianom od ponad 20 lat (tj. od czasu uruchomienia elektrowni Włocławek w 1970 r. i elektrowni Głębinów oraz Smardzewice w latach 1974-75) i kształtuje się na przeciętnym poziomie ok. 1,7 TW h/rok co stanowi nieco ponad 14% naturalnych zasobów. Kilka niewielkich elektrowni uruchomionych w latach 80 i 90 z Jeziorskiem na czele nie zmieniło znacząco tych proporcji. Największa część tego wykorzystywanego potencjału, bo ok. 55%, zlokalizowana jest na dolnej Wiśle (Włocławek) i jej dopływach oraz w dorzeczach Odry i górnej Wisły - po około 20%. Najwyższy stopień wykorzystania potencjału technicznego, występuje na rzekach Pomorza Zachodniego oraz Warmii i Mazur.

### **2.3. Wykorzystanie sił wodnych w dawnych wiekach**

Źródła historyczne wskazują, że już w XV wieku, za czasów Jagiellonów powstawały uregulowania prawne dotyczące godzenia interesów użytkowników rzek jako dróg wodnych i wykorzystujących je do napędu urządzeń i gromadzenia

wody, poprzez przegrody i spiętrzenia. Tak więc już wtedy siły wód płynących były w Polsce wykorzystywane. W 1811 roku W. Surowiecki, wielki zwolennik transportu wodnego w swoim dziele „O Rzekach y Spławach Kraiów Xięstwa Warszawskiego z Zlecenia J.W. Łubieńskiego Ministra Sprawiedliwości”, ubolewa nad mnogością grobli, tam, jazów i młynów na dopływach Wisły i Warty, co wg niego uniemożliwia lub hamuje tak potrzebny wówczas rozwój spławiania i żeglugi śródlądowej. Poszukując kompromisów dla pogodzenia tych dwóch dziedzin, pisze on m.in. „Dla ochrony ważniejszych niektórych młynów, hamerni i papierni, mogłyby się tam obok nich porobić krótkie przekopy poboczne, któremiby w potrzebie przepuszczano płynące drzewo”.

W drugiej ćwierci XIX wieku realizowano za sprawą Stanisława Staszycza duże systemy wodno-energetyczne w Staropolskim Zagłębiu Przemysłowym, oparte na kołach wodnych, a następnie pierwszych turbinach. Turbiny wodne różnych typów pojawiły się na ziemiach polskich, podobnie jak i w innych krajach europejskich, w tym samym czasie, w miarę ich wynajdywania i konstruowania od 1827 aż po rok 1849, kiedy to pojawiła się konstrukcja Francisa, atrakcyjna po dziś dzień. W drugiej połowie XIX wieku wykorzystywano co raz powszechniej turbiny wodne do napędu urządzeń mechanicznych obok silników parowych, których burzliwy rozwój w okresie wcześniejszym nieco przyhamował wykorzystywanie sił wodnych.

W wyniku wielu wynalazków w dziedzinach wytwarzania i przesyłu energii elektrycznej i pierwszych prób doświadczalnych prowadzonych w latach 70-tych ubiegłego wieku, już w następnym dziesięcioleciu pojawiły się pierwsze elektrownie parowe w dużych miastach Ameryki Północnej i Europy. Już w kilka lat później nastąpił szybki rozwój źródeł energii elektrycznej, a w tym, z niewielkim poślizgiem czasowym (od 1888 r.), również elektrowni wodnych, które pociągnęły za sobą szybki rozwój budownictwa hydrotechnicznego, a zwłaszcza zapór i zbiorników. Również na ziemiach w obecnych granicach Polski pojawiły się u schyłku ubiegłego wieku pierwsze elektrownie wodne, co

jest udokumentowane obecnością i czynnością niektórych z nich do chwili obecnej (Kamienna na Drawie o mocy 0,96 MW i Struga na Słupi o mocy 0,25 MW, obie z 1898 roku).

Można więc stwierdzić, że rozwój wykorzystywania sił wodnych na ziemiach Polskich legitymuje się co najmniej kilkuwiekową historią. Postępy techniczne w tej dziedzinie trafiały do nas dość szybko, ale skala tego rozwoju w realiach polityki zaborców była znacznie ograniczona i zróżnicowana.

Można jednak przyjąć, że w XIX wieku, a zwłaszcza pod jego koniec, nasycenie mniejszych rzek i strumieni urządzeniami wykorzystującymi siły wodne na potrzeby napędów urządzeń przemysłowych i gospodarczych były dość znaczne. Często prymitywne urządzenia piętrzące miały dość znaczący wpływ na utrzymanie, tak dziś pożądaną małej retencji wodnej.

Przeprowadzona w 1954 roku przez Centralny Zarząd Elektryfikacji Rolnictwa inwentaryzacja stwierdziła obecność na naszych rzekach ok. 7000 czynnych i nieczynnych siłowni wodnych. Na podstawie szczegółowych porównań stanu zabudowy niektórych dorzeczy (np. Sucha Łądecka, Kamienna w dorzeczu Wisły itp.) w połowie i przy końcu XIX wieku oraz w połowie XX wieku, można z dużym stopniem prawdopodobieństwa stwierdzić, że stan zabudowy hydroenergetycznej mniejszych rzek w obecnych granicach Polski był podobny przez cały ten okres.

Na podstawie tych analogii można stwierdzić, że rzeki mniejsze na obszarze naszego kraju, zwłaszcza o powierzchniach dorzeczy rzędu od kilkuset do kilku tysięcy km<sup>2</sup>, były u schyłku XIX wieku dość gęsto zagospodarowane w kierunku wykorzystywania sił wodnych w małych i często prymitywnych zakładach wodnych, o mocach jednostkowych po kilkanaście, do kilkudziesięciu kilowatów (moce ponad 100 kW posiadało ok. 2% obiektów), a łączną ilość takich siłowni można ocenić na kilka tysięcy.

## **2.4. Kształtowanie się roli elektrowni wodnych w systemach energetycznych**

Rola i kierunki koncepcji wykorzystywania sił wodnych do produkcji energii elektrycznej na ziemiach polskich uzależnione są od wielu czynników naturalnych i gospodarczo-ekonomicznych, takich jak ograniczone zasoby wodno-energetyczne, dostępność stałych paliw energetycznych, ograniczone możliwości inwestowania państwa w przedsięwzięcia długofalowe i nie przynoszące szybkich efektów, niekorzystne kryteria efektywności ekonomicznej itp. W tej sytuacji wykorzystywanie sił wodnych miało **zawsze** znaczenie drugorzędne i rozwijało się w „cieniu” energetyki ciepłej bazującej na węglu kamiennym i brunatnym, a zwolennicy i entuzjaści korzyści płynących z hydroenergetyki musieli staczać długotrwałe boje dla uświadomienia decydentom swoich racji, wychodząc z nich niestety aż nazbyt często jako pokonani. Można tu wymienić przykłady niepowodzeń takich jak kaskada Sanu w latach międzywojennych, kilkudziesięcioletnią walkę o zbiorniki i elektrownie na Dunajcu, Kaskadę Wisły, zwłaszcza dolnej i wiele innych.

Pomimo tych przeciwności i ograniczeń energetyka wodna stopniowo się rozwijała, a jej rola zmieniała w miarę kształtowania się potrzeb energetycznych i systemów zaopatrzenia odbiorców w energię elektryczną.

Pierwsze powstające w końcu ubiegłego i na początku XX wieku elektrownie wodne, miały podobnie jak ciepłe charakter zakładów zasilających odbiorców jednostkowych lub lokalnych (np. jednego gospodarstwa, fabryki, hotelu, majątku ziemskiego, zabudowy kilku ulic miasta lub małej miejscowości). W kolejnych latach przed I Wojną Światową miały miejsce przypadki (zwłaszcza na Pomorzu) łączenia kilku elektrowni wodnych (także w połączeniu z ciepłymi) w systemy zasilania większych obszarów miejsko-przemysłowych lub rolniczych, ale również o znaczeniu lokalnym i zasięgu niewiele ponad kilkanaście kilometrów. W tym czasie elektrownie wodne pełniły głównie rolę zasilania podstawowego a także szczytowego (głównie poprzez uruchomienie dodatkowych



maszyn). W dalszych latach, w okresie międzywojennym w miarę rozwoju i powiększania się zasięgu systemów lokalnych, zaczęły powstawać systemy okręgowe opierające się na średnich napięciach i pierwszych połączeniach międzyokręgowych liniami wysokich napięć. Wzrastająca wielkość elektrowni wodnych i ich walory ruchowe spowodowały stopniowe przechodzenie na szczytową ich pracę przy zachowaniu roli podstawowej mniejszych obiektów przepływowych. W okresie tym została wybudowana i uruchomiona, zaprojektowana do pracy szczytowej elektrownia wodna w Dychowie na Bobrze. W okresie powojennym do czasu scalenia krajowego systemu energetycznego w początkach lat 60-tych, elektrownie wodne miały podobne znaczenie (pracowały podstawowo i szczytowo), z tym, że w niektórych rejonach odegrały ważną rolę w pierwszych latach powojennych ze względu na duży udział w pokrywaniu obciążeń (Dolny Śląsk, Pomorze, woj. Olsztyńskie). Dostrzeżony przez specjalistów już w latach 50-tych kierunek rozwoju energetyki wodnej jako źródeł mocy i energii szczytowej i interwencyjnej zaowocował rozpoczęciem w końcu lat 60-tych włączania do systemu dużych elektrowni wodnych i pompowych. W początkach lat 80-tych spojrzano również inaczej na lokalne znaczenie rozwoju małej energetyki wodnej.

Tak więc od ponad ćwierć wieku największe znaczenie dla krajowego systemu energetycznego mają duże elektrownie, w tym systemowe, sterowane przez Krajową Dyspozycję Mocy. Należą do nich pompownie Żarnowiec, Porąbka-Żar i Żydowo (łącznie 1366 MW), elektrownia przepływowa na rzece Wiśle we Włocławku (162 MW) oraz elektrownia zbiornikowa w Rożnowie o mocy 50 MW. Łączna moc interwencyjno-regulacyjna tych elektrowni wynosi w trybie pracy turbinowej prawie 1800 MW i stanowi ważny element bezpiecznego i ekonomicznego funkcjonowania systemu energetycznego. W 1997 roku tą grupę elektrowni „wzmocniła” oddana do eksploatacji elektrownia w Niedzicy o mocy 92 MW.

Tabela 2

**Moc i produkcja energii elektrycznej  
w elektrowniach wodnych  
w odniesieniu do mocy i produkcji krajowej**

| Rok  | Moc<br>elektr.<br>Wodnych | Moc<br>zespołów<br>odwracalnych | Udział mocy el. wodnych<br>w mocy el. Krajowych<br>% |                       | Udział produkcji<br>el. wodnych w produkcji<br>energii elektrycznej<br>% |                 |
|------|---------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|      |                           |                                 | na przepływie<br>naturalnym                          | Zespołów<br>pompowych | na przepływie<br>naturalnym                                              | z<br>pompowania |
| 1946 | 142                       | -                               | 5,6                                                  | -                     | 6,1                                                                      | -               |
| 1950 | 161                       | -                               | 5,9                                                  | -                     | 3,9                                                                      | -               |
| 1955 | 237                       | -                               | 5,7                                                  | -                     | 4,0                                                                      | -               |
| 1960 | 261                       | -                               | 4,1                                                  | -                     | 2,2                                                                      | -               |
| 1965 | 349                       | -                               | 3,6                                                  | -                     | 2,1                                                                      | -               |
| 1970 | 770                       | 42                              | 5,2                                                  | 0,3                   | 2,7                                                                      | 0,2             |
| 1975 | 827                       | 194                             | 3,2                                                  | 0,9                   | 2,0                                                                      | 0,4             |
| 1980 | 1327                      | 694                             | 2,5                                                  | 2,7                   | 1,9                                                                      | 0,8             |
| 1985 | 2005                      | 1374                            | 2,2                                                  | 4,5                   | 1,3                                                                      | 1,5             |
| 1990 | 2005                      | 1374                            | 2,0                                                  | 4,3                   | 1,0                                                                      | 1,4             |
| 1995 | 2008                      | 1374                            | 1,9                                                  | 4,1                   | 1,2                                                                      | 1,5             |

Niemniej ważną rolę w systemie, lecz o charakterze lokalnym spełniają pozostałe elektrownie wodne, w tym także małe. Ich wykorzystaniem zajmują się dyspozycje okręgowe i zakłady energetyczne. Spełniają one pozytywną rolę w pracy ciągłej lub podszczytowej i szczytowej, stanowiąc jednocześnie lokalne, „czyste” źródła energii bez strat przesyłu, poprawiając warunki napięciowe w sieciach rozdzielczych oraz stanowiąc pewne źródła zasilania dla odbiorców wrażliwych na dostawę energii. Znaczenie gospodarczo-wodne i ekologiczne tych obiektów omówione jest w kolejnych podrozdziałach.

Udział elektrowni wodnych w mocy zainstalowanej systemu elektroenergetycznego oraz w pokryciu produkcji energii elektrycznej kraju w okresie powojennym obrazuje zestawienie w tabeli 2.

## **2.5. Rola elektrowni pompowych**

Pomimo dość wczesnego dostrzegania korzyści związanych ze stosowaniem elektrowni pompowych, ich walory i atrakcyjność dla systemów energetycznych doceniono w pełni dopiero w latach pięćdziesiątych obecnego wieku w kilku wysoko rozwiniętych krajach Europy, a także w USA i w Japonii. Pociągnęło to za sobą szybki rozwój budownictwa tych elektrowni, a także ogromny postęp w konstruowaniu ich wyposażenia maszynowego, zwłaszcza turbozespołów odwracalnych na bazie turbin Francis.

Szereg czynników, m.in. takich jak wcześniej omówione niezbyt korzystne uwarunkowania przyrodnicze, ograniczony potencjał energetyczny naszych rzek, a także charakter polskiego systemu elektroenergetycznego, opartego prawie w całości na elektrowniach cieplnych opalanych węglem kamiennym i brunatnym spowodowało, że w tym samym czasie przystąpiono również w naszym kraju do analiz i studiów nad wykorzystaniem elektrowni pompowych w Polsce. W ślad za tymi pracami już w latach sześćdziesiątych Biuro Studiów i Projektów Energetycznych „Energoprojekt” przygotowało koncepcje i projekt pierwszych elektrowni pompowych i z członem pompowym, w oparciu o które niezwłocznie przystąpiono do realizacji El. Solina i Żydowo, a w kolejnym dziesięcioleciu Porąbki-Żar i Żarnowca. Szczegółowe omówienie tych obiektów i ich parametry zawiera rozdział 4 niniejszego opracowania.

Elektrownie pompowe akumulując energię elektryczną (w postaci zasobów wody w górnym zbiorniku) z okresów jej nadmiaru w systemie, oddają ją w czasie największego zapotrzebowania, a także mogą interweniować tak w cyklu turbinowym jak i pompowym, w przypadkach nagłych zmian tego zapotrzebowania i w przypadkach awaryjnych. Ma to szczególne znaczenie w systemie opartym na dużych cieplnych blokach energetycznych 200, 360 i 500 MW, ponieważ duża operatywność turbozespołów pompowych pozwala na osiągnięcie przez nie pełnej mocy, z postoju lub przy zmianie cyklu pracy, w ciągu kilku minut.

Eksploatowane w Polsce turbozespoły odwracalne posiadają sprawność cyklu przetwarzania 72-76% i bardzo wysoką dyspozycyjność rzędu 95%. Zmniejszając konieczność zmian obciążeń bloków ciepłych, elektrownie pompowe wpływają na poprawę ekonomiki i sprawności tych bloków, zmniejszają koszty ich remontów, liczbę odstawień i uruchomień, a w efekcie opóźniają ich zużycie.

Przydatność elektrowni pompowych, a nawet konieczność ich posiadania w miarę rozwoju systemu spowodowała kontynuację prac nad ich rozwojem. Przeprowadzono w Energoprojekcie studia lokalizacyjne dla kolejnych elektrowni pompowych, w wyniku których opracowano zbiory obiektów najkorzystniejszych, a także koncepcje ich rozwiązań i wstępne prace projektowe. Obok elektrowni pompowej Młoty (750 MW) koło Kłodzka, której prace przygotowawcze w terenie rozpoczęły się w latach 80-tych, postulowano na przyszłość budowę kolejnych obiektów, jak Rożnów II - 700 MW, Kadyny (koło Elbląga) - 1000 MW, Sobel nad Dunajcem - 1000 MW, Niewistka nad Sanem - 1000 MW i Pilchowice II na Bobrze - 600 MW. Niezależnie od tego, Energoprojekt jest współtwórcą koncepcji i realizatorem projektu dla ukończonej i uruchomionej w 1997 roku elektrowni pompowej Niedzica, przy zbiorniku czorszyńskim.

Nim przystąpiono w latach 70-tych do realizacji obiektu Czorsztyn-Niedzica-Sromowce Wyżne w obecnej, ukończonej formie, rozważano już w latach 50-tych, wielowariantowe rozwiązania kaskady górnego Dunajca w postaci dużych elektrowni szczytowych, w układach derywacyjnych, o mocy 300-700 MW. Brano pod uwagę w różnych wariantach zbiorniki i elektrownie w Zielonych Skałkach, Czorsztynie-Niedzicy, Jazowsku i Tylmanowej. Te interesujące i śmiałe koncepcje, których autorami byli inżynierowie Kazimierz Czerniewski, Bolesław Rudnicki i Julian Wyszomirski nie doczekały się realizacji ze względów koniunkturalnych wykorzystujących argumenty ochrony przyrody, -pomimo ewidentnych korzyści energetycznych i w zakresie ochrony przeciwpowodziowej.

## **2.6. Wielozadaniowość obiektów hydroenergetycznych. Rola przeciwpowodziowa**

Ze względu na sposób i zakres administrowania i użytkowania obiekty hydroenergetyczne zawodowe można podzielić na dwie grupy. Do grupy pierwszej, przeważającej liczebnie, należy zaliczyć obiekty hydroenergetyczne administrowane w całości, kompleksowo, łącznie z budowlami hydrotechnicznymi i zbiornikami przez jednostki energetyki tj. zakłady energetyczne, zespoły elektrowni wodnych lub samodzielne przedsiębiorstwa. Takich elektrowni jest obecnie ponad sto, a wśród nich elektrownie pompowe, Solina, Rożnów, Dychów, Koronowo, Pilchowice, Leśna, Złotniki i wiele innych.

Do grupy drugiej należą elektrownie użytkowane przez jednostki energetyki zawodowej, zlokalizowane przy zbiornikach lub stopniach wodnych administrowanych przez odrębnych użytkowników realizujących głównie cele wodno-gospodarcze, takie jak utrzymanie dróg wodnych i transportu śródlądowego, zaopatrzenia w wodę, utrzymanie retencji dla różnych celów łącznie z przeciwpowodziowymi. Tego rodzaju obiekty administrowane są (z wyłączeniem elektrowni) głównie przez Okręgowe Dyrekcje Gospodarki Wodnej przy udziale gospodarki komunalnej i komunikacyjnej. W ramach tego rodzaju podzielonych administracyjnie obiektów jednostki energetyki użytkują elektrownie Dąbie, Przewóz i Włocławek na Wiśle, Tresna i Porąbka na Sole, Smardzewice na Pilicy przy zbiorniku Sulejów, Dębe na Narwi, 6 elektrowni na Odrze, związanych z jej systemem żegludowym na odcinku między Opolem i Brzegiem Dolnym (Kopin, Brzeg, Janowice, Wrocław I i II oraz Wały przy stopniu w Brzegu Dolnym), Turawa na Małej Panwi, Otmuchów i Głębinów na Nysie Kłodzkiej. Łącznie w tym systemie administrowania i użytkowania znajduje się obecnie 16 elektrowni.

Powyższy podział ukształtowany i utrzymywany w ciągu 50-lecia powojennego wynikał z zasad funkcjonowania państwowej gospodarki

zcentralizowanej. Obecnie, wobec kształtowania się wolnej, rynkowej działalności gospodarczej, następują w tym zakresie zmiany w kierunku organizowania firm eksploatujących obiekty gospodarki wodnej.

Większość obiektów hydroenergetycznych, w całości użytkowanych przez energetykę, spełnia obok swej podstawowej funkcji tj. produkcji energii elektrycznej, szereg dodatkowych zadań, związanych z regulacją stosunków wodnych, takich jak ochrona przed powodzią, zaopatrzenie w wodę innych użytkowników, gospodarka rybacka i wędkarstwo, wyrównywanie przepływów, rekreacja itp. W skład 38 obiektów wchodzi zbiorniki wodne o pojemnościach większych od 1 mln m<sup>3</sup>. Łączna pojemność tych zbiorników wynosi prawie miliard m<sup>3</sup> wody, z czego ponad 60% to objętość łączna zbiorników Solina i Rożnów. W zbiornikach energetyki wodnej utrzymywana jest stała lub okresowa rezerwa powodziowa, której łączna objętość bez przewidzianych w wyjątkowych przypadkach nadpiętrzeń wynosi prawie 200 mln m<sup>3</sup>. Największe znaczenie w działaniach w kierunku redukcji fal powodziowych mają zbiorniki w Solinie, Rożnowie, Pilchowicach oraz Leśnej i Złotnikach. Elektrownie zlokalizowane przy zbiornikach i stopniach administrowanych przez gospodarkę wodną również biorą czynny udział w działaniach związanych z postępowaniem przeciwpowodziowym. Nie można tu pominąć roli zbiornika w Czorsztynie w czasie powodzi w lipcu 1997 roku, który ochronił niżej położoną dolinę Dunajca przed katastrofalnymi skutkami powodzi.

## **2.7. Korzyści i efekty ekologiczne oraz oddziaływanie elektrowni wodnych na środowisko**

Podstawowe efekty ekologiczne, związane z energetyką wodną wynikają z uzyskiwania energii elektrycznej bez konieczności zużywania paliw stałych i płynnych i obciążania środowiska skutkami ich spalania dla powietrza atmosferycznego oraz powierzchni ziemi. Warto mieć na uwadze i uświadamiać

stałe przeciwnikom elektrowni wodnych, że każda magawatogodzina wyprodukowana w elektrowni wodnej zamiast w cieplnej powoduje zaoszczędzenie około 420 kg węgla (tzw. węgla umownego – wysokokalorycznego), nie wyprodukowanie kilkudziesięciu kilogramów popiołu odprowadzanego na składowisko, a przede wszystkim odciążenie środowiska od produktów spalania w postaci kilkunastu kilogramów siarki, kilku kilogramów tlenków azotu, a także tlenkiem węgla, ołowiem, rtęcią, arsenem, strontem i innymi pierwiastkami i związkami nieobojętnymi dla ludzi, zwierząt i roślin. Zmniejszenie wydzielania dwutlenku węgla z elektrowni ciepłych do atmosfery ma niebagatelne znaczenie dla ograniczenia tzw. efektu cieplarnianego. Im większa będzie ilość energii wytworzonej w elektrowniach wodnych tym większe będą korzyści dla środowiska, a zwłaszcza dla jakości powietrza i wód oraz terenów zajmowanych pod składowiska odpadów, a także otaczających te składowiska i elektrownie cieplne, narażonych na zapylenie. Efekty pośrednie uzyskiwane przez elektrownie wodne w porównaniu z cieplnymi zostały oszacowane w latach 1990-1998 przez Mieczysława Przekwasa (patrz literatura).

Niezaprzeczalne korzyści z rozwoju energetyki wodnej wiążą się z tworzeniem i odbudową retencji wodnej, zwłaszcza małej. Zanik, zwłaszcza w drugiej połowie XX wieku rozwijającej się intensywnie przez co najmniej dwa wcześniejsze stulecia na ziemiach polskich małej retencji, związanej przeważnie z wykorzystywaniem sił wodnych mniejszych rzek i potoków, posądza się o spowodowanie szeregu niekorzystnych zmian w stosunkach wodnych. Szereg badań wskazuje na bezpośrednie lub pośrednie powiązanie likwidacji małych piętrzeń i zbiorników z takimi zjawiskami jak wzrost gwałtowności i rozmiarów wezbrań powodziowych, szybkie osuszanie pól i lasów w okresach bezdeszczowych, wcinanie się koryt, wzmożenie procesów erozyjnych, drenujących, rozwijanie się wąwozów erozyjnych, ograniczenie zasilania wód gruntowych, a w efekcie obniżanie i zaniki ich górnych zwierciadeł, zanik lokalnej hodowli ryb. Wskazuje się również na brak retencji jako jedną z przyczyn

niekorzystnych zmian w kompleksach leśnych, a zwłaszcza ich osłabienia i braku odporności na szkodniki i klęski żywiołowe. Jednym z podstawowych kierunków powstrzymania tych zjawisk jest reaktywowanie i tworzenie retencji wód powierzchniowych, w tym w szczególności małej retencji. Wykorzystanie piętrzeń zbiorników retencyjnych do produkcji energii elektrycznej w elektrowniach wodnych wydatnie podniesie efektywność eksploatacji i utrzymania tych zbiorników.

Poza celami, dla których pożądanym jest odnawianie i rozbudowa małej retencji do pozytywnych efektów energetyki wodnej należy zaliczyć:

- udział elektrowni wodnych w ochronie przeciwpowodziowej,
- wyrównanie przepływów skutkiem przepływowej pracy elektrowni,
- poprawienie warunków tlenowych wód stojących i płynących,
- możliwość wykorzystywania akwenów do hodowli ryb i rekreacji,
- utworzenie zasobów wody dla lokalnych potrzeb gospodarczych i przeciwpożarowych,
- walory krajobrazowe i turystyczne,
- zachowanie pozostałości dawnych budowli i urządzeń, ich rewaloryzację i przedłużenie żywotności (ochrona zabytków techniki).

W odniesieniu do elektrowni wodnych sygnalizowane są liczne negatywne skutki w zakresie oddziaływań na środowisko i otoczenie. Szereg tych oddziaływań w przypadku mniejszych elektrowni wodnych, związanych z małymi piętrzeniami i powierzchniami zalewów, jest mało znaczących i nie stwarzających poważniejszych zagrożeń, aczkolwiek należy je mieć na uwadze. Do odczuwalnych zjawisk można zaliczyć wahania poziomów i przepływów w rzekach poniżej elektrowni pracujących szczytowo, w zależności od wielkości zbiorników i piętrzeń mogą być odczuwalne zmiany klimatyczne, skutki podtopień przyległych terenów, niszczenie brzegów i pogłębianie się dolnego koryta i utrudnienia związane ze zjawiskami lodowymi. Należy również brać pod uwagę



skutki szybkiego zamulania zbiorników, sedymentacji zawiesin, eutrofizację i nadmierne zarastanie akwenów oraz utrudnienia dla ryb wędrujących, a także niszczenie fauny, a zwłaszcza narybku na kratkach i w turbinach. Wszystkie te negatywne zjawiska można minimalizować w prowadzonych prawidłowo procesach eksploatacji i utrzymania obiektów. Jeszcze jednym zagrożeniem dla środowiska wodnego ze strony elektrowni wodnych są uchybienia eksploatacyjne, umożliwiające przedostanie się oleju z maszyn do wody, poza przypadkami awaryjnymi, którym też należy odpowiednio zapobiegać, a w krańcowych przypadkach podejmować odpowiednie akcje ratunkowe, ograniczające zasięg i rozmiar szkód. Dla wyeliminowania tego zagrożenia coraz powszechniej stosowane są łożyska nie wymagające stosowania smarów i olejów organicznych. Zastępuje się je w ramach renowacji i modernizacji starych obiektów środkami biodegradowalnymi lub stosuje się nowoczesne technologie eliminujące tego rodzaju materiały. W pewnych sytuacjach może występować uciążliwy hałas związany z elektrowniami, ale są to przypadki sporadyczne. Zagrożenia dla ryb wędrujących mogą być skutecznie usunięte poprzez właściwą, zgodną z wnioskami ichtiologów konstrukcję urządzeń do przepuszczania ryb i ich właściwą eksploatację.

Do największych problemów stwarzających niekorzystne zjawiska związane z piętrzeniami wód, trwałością obiektów i urządzeń i dyskomfortem co do energetycznego wykorzystywania cieków, jest ciągle jeszcze występujące w szerokim zakresie zanieczyszczenie wód ściekami głównie pochodzenia komunalnego, rolniczego i przemysłowego. W wielu przypadkach wody nawet górnych biegów rzek i potoków są już skażone i zanieczyszczone. Przyczynia się do tego w dość szerokim zakresie budowanie wodociągów wiejskich (często z konieczności bo brak wody w studniach) bez jednoczesnego wyposażania tych rejonów w kanalizację i oczyszczalnię. Skutkiem występującego wówczas znacznego zużycia wody rozwija się „dzikie” pośrednie lub bezpośrednie intensywne zanieczyszczanie wód powierzchniowych, czemu sprzyja niestety

niska kultura sozologiczna społeczeństwa. W takich warunkach krańcowo elektrownia wodna pełni z przymusu rolę mechanicznej oczyszczalni ścieków ze wszystkimi nieprzyjemnymi skutkami tych zjawisk, a zbiornik - osadnika nieczystości zawieszonych w wodzie, wleczonych lub przepływających.

Ogólnie można stwierdzić, że obok korzyści i efektów związanych z rozwojem energetyki wodnej mogą pojawiać się zagrożenia przez nią powodowane. Dlatego też, już w fazach przygotowania inwestycji, projektowania i budowy małych i dużych elektrowni wodnych szczególnej uwagi wymaga oddziaływanie tych obiektów na środowisko i eliminowanie potencjalnych zagrożeń. Niezwykle ważne jest również usuwanie potencjalnych zagrożeń w zakresie bezpieczeństwa budowli piętrzących oraz ochrony przed powodzią i innych skutków codziennej eksploatacji elektrowni wodnych.

### **3. ROZWÓJ ELEKTROWNI WODNYCH W LATACH 1897-1945**

#### **3.1. Energetyka wodna na ziemiach polskich pod zaborami i w okresie międzywojennym**

*Początki elektrowni wodnych w Polsce* przypadają na przełom XIX i XX wieku, kiedy Polska znajdowała się pod rozbiorami. Różne systemy organizacyjne, prawne i gospodarcze stwarzały nierówne szanse. Początkowy kompletny brak uregulowań prawnych i systemowych powodował całkowitą żywiołowość początków energetyki, jak też i brak jakichkolwiek ograniczeń. Chcąc zorientować się w początkach tej dziedziny na ziemiach polskich i na skutek działalności Polaków należy zapoznać się z sytuacją w poszczególnych zaborach. Stwierdzić przy tym trzeba, że nie łatwo jest dotrzeć do wszystkich archiwalnych materiałów, nie we wszystkich zaborach Polacy mogli przejawiać własne inicjatywy i uczestniczyć w ich realizacji. Jedynie Galicja, dzięki uzyskaniu stosunkowo dużej autonomii mogła powołać władze krajowe starające zbudować podstawy przyszłego państwa także gospodarcze.

Na początku naszego wieku na ziemiach polskich zaboru austriackiego była czynna tylko jedna elektrownia wodna, w Nowym Targu o mocy 45 KW. Została ona założona prawdopodobnie w 1898 r.

W 1901 r. na wniosek dr S.Niementowskiego, rektora Politechniki Lwowskiej, sprawa wykorzystania energii wody została po raz pierwszy poruszona w Sejmie Galicyjskim. Sejmowa Komisja Wodna w sprawozdaniu z 4 lipca 1901 r. zaproponowała wybudowanie elektrowni wodnych na rzekach podlegających zarządowi państwa. Zwróciła ona uwagę na konieczność przeprowadzenia odpowiednich pomiarów i studiów dla wybrania najlepszych lokalizacji. Jednak wniosek ten został urzeczywistniony dopiero w 1903 r., kiedy Sejm Galicyjski z inicjatywy posła Rutkowskiego uchwalił opracowanie i opublikowanie wykazu sił wodnych, przeznaczając na ten cel kwotę ok. 10 tys. koron. Zasadniczym celem tej akcji było opublikowanie syntetycznych opracowań pokazujących ogromne możliwości wykorzystywania sił wodnych, aby w ten sposób, wobec braku funduszy krajowych, zachęcić przemysłowców do budowy elektrowni wodnych.

W następstwie ukazało się w 1906 r. opracowanie inż. Karola Pomianowskiego „Siły wodne Galicji”, obejmujące Dunajec, następnie Sołę, Skawę i inne rzeki. Były to pierwsze poważne prace nad katastem sił wodnych Polski. W opracowaniach tych inż. K.Pomianowski uznał za jedną z najkorzystniejszych lokalizacji elektrownię „Porąbka” na rzece Sole, gdzie widział możliwość wybudowania zbiornika o pojemności ok. 30 milionów m<sup>3</sup> i elektrowni o mocy stałej 4400 kW lub 8800 kW, przy ograniczeniu czasu jej wykorzystania do 8 godzin dziennie. Podał też przewidywanych odbiorców energii: kolej z Oświęcimia do Żywca, miasta Żywiec, Oświęcim i Kęty, centrum przemysłowe Bielska.

Niezależnie od tego zaczęto zastanawiać się nad określeniem sumy możliwych do wykorzystania sił wodnych kraju. W Towarzystwie Politechnicznym we Lwowie powstała Komisja dla spraw wyzyskania sił wodnych. Główną przyczyną zainteresowania się siłami wodnymi były przesłanki

ekonomiczne. Już wtedy zwracano uwagę na celowość współpracy elektrowni wodnych z innymi elektrowniami, traktując elektrownie wodne jako podstawowe, a ciepłne jako szczytowe. Możliwości dostosowania elektrowni wodnych do pracy przy zmiennym obciążeniu widziano w budowie zbiorników wodnych. W tym okresie ukazały się w prasie technicznej pierwsze wzmianki o celowości uzupełniania wody w zbiornikach energetycznych przez pompowanie. Były to pierwsze wizje elektrowni pompowych.

Sprawa opracowywania katastru sił wodnych została generalnie uregulowana w 1906 r. okólnikiem władz austriackich, który rozszerzył zakres obowiązków wszystkich biur hydrograficznych również na badanie sił wodnych.

W 1907 r. została wydana ustawa zawierająca postanowienie o budowie częściowo na koszt państwa zbiorników wodnych na następujących rzekach i ich dopływach:

- Soła,
- Skawa między Jordanowem a Skawą,
- Biały Dunajec między Nowym Targiem a Zakopanem,
- Czarny Dunajec między Nowym Targiem a Kościeliskami,
- Białka Tatrzańska od jej ujścia do Dunajca po Jurgów-Brzegi,
- Stryj od Turki do Wysocka,
- Opora od jej ujścia do rzeki Stryj po Tuchlę.

Wyżej wymienione zbiorniki planowano jako przeciwpowodziowe. Koszty inwestycji miał pokryć w 60% skarb państwa, a w 40% fundusz krajowy.

Realizując postanowienia ustawy zbadano w latach 1908-1912 18 dolin, z czego do dalszego projektowania wybrano pięć lokalizacji w Galicji zachodniej oraz dwie we wschodniej. W tabeli 3 podano charakterystykę projektów zbiorników i elektrowni wodnych najbardziej wówczas zaawansowanych w projektowaniu.

Tabela 3

**Pierwsze projekty budowy zbiorników i elektrowni wodnych  
w południowej Polsce**

| Zbiornik                                                                               | Rzeka             | Zapora                                           |              |                        | Maksym.<br>pojemn.<br>zbiornika<br>mln m <sup>3</sup> | Moc <sup>*)</sup><br>elektrowni<br>kW | Koszty budowy                  |                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------------------------------|--------------|------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
|                                                                                        |                   | rodzaj                                           | długość<br>m | maks.<br>wysokość<br>m |                                                       |                                       | zbiornika<br>milionów<br>koron | elektrowni<br>tysięcy<br>koron |
| Porąbka                                                                                | Łękawka           | murowana<br>z piaskowca                          | 245,88       | 30,3                   | 35,45 <sup>**)</sup>                                  | 1920                                  | 8,0                            | 1290                           |
| Moszczenica                                                                            | Łękawka           | nasypowa                                         | 758,00       | 27,5                   | 8,69                                                  | 111                                   | 3,02                           | 97,3                           |
| Zawieś                                                                                 | Skawina           | murowana<br>z piaskowca                          | 333,84       | 39,5                   | 9,2                                                   | 324                                   | 7,1                            | 210,3                          |
| Kościelisko                                                                            | Czarny<br>Dunajec | murowana<br>z piaskowca<br>wapienia<br>i granitu | 105,00       | 42,0                   | 5,9                                                   | 354                                   | 3,15                           | 270                            |
| Witów                                                                                  | Czarny<br>Dunajec | nasypowa                                         | 3160,0       | 28,0                   | 4,1                                                   | 306                                   | 2,7                            | 255                            |
| <sup>*)</sup> przy założeniu wykorzystania 6 miesięcy w roku w ciągu 24 godzin na dobę |                   |                                                  |              |                        |                                                       |                                       |                                |                                |
| <sup>**)</sup> z nadpiętrzeniem                                                        |                   |                                                  |              |                        |                                                       |                                       |                                |                                |

\* Oprócz tego powstawały i inne projekty wykorzystywania sił wodnych:

- W Barcicach na Popradzie. Spad 17,13 m, długość derywacji 4,5 km, moc normalna 1230 kW, moc minimalna 820 kW. Koszt bez urządzeń do rozprowadzania energii 1,24 mln koron. Propozycja K.Pomianowskiego i J. Bodaszewskiego.
- W Myczkowcach na Sanie. Spad 10,0 m, długość derywacji 0,3 km, moc normalna 440 kW, moc minimalna 220 kW, koszt 360 tys. zł. Propozycja K. Pomianowskiego.
- W Jazowsku na Dunajcu. Spad 80 m, długość derywacji 13,5 km, moc elektrowni 11,3 MW. Koszt budowy 9,2 mln koron.

Do 1911 r. zostały wydane koncesje wstępne za ledwie na dwa zakłady wodne: na budowę elektrowni w Myczkowcach i w Jazowsku. Najbardziej zaawansowana, pod względem projektowania, była elektrownia w Jazowsku, dla której wykonany został projekt techniczny. Autorem jego był Gabriel Narutowicz. Energia otrzymywana z tej elektrowni miała być wykorzystana głównie do produkcji nawozów sztucznych (azotanu wapnia) metodą I. Mościckiego. Z ważniejszych publikacji, jakie ukazały się w Polsce na początku naszego wieku należy wymienić:

- Teoretyczne zasady wyzyskania sił wodnych, K. Pomianowski (1908),
- Zakłady o sile wodnej, obliczenia hydrotechniczne, O. Nadolski (1910),
- Zasady budowy zakładów o sile wodnej, K. Pomianowski (1912).

W zaborze rosyjskim badaniem sił wodnych zaczęto zajmować się stosunkowo późno, choć już od 1857 zaczęto prowadzić systematyczne obserwacje na 10 wodowskazach na Wiśle (Kolberg „Wiśła, jej bieg, właściwości i spławność”). Po raz pierwszy problem konieczności metodycznego zbadania zasobów wodno-energetycznych podniesiono na XI Zjeździe inżynierów hydrotechników w 1909 r. Inicjatorem był A. I. Astrow. Zaproponował on aby zadania te powierzyć Ministerstwu Komunikacji. W rezultacie od 1910 roku podjęto badania Dniepru, Zachodniej Dźwiny i Narwi.

W odniesieniu do zaboru pruskiego brak jest danych o działaniach dotyczących rozwoju energetyki wodnej, niemniej jedynymi elektrowniami wodnymi jakie dotrwały w eksploatacji do naszych czasów z omawianych terenów są powstałe pod zaborem pruskim w latach 1908-1912 obiekty na Raduni i Wierzycy, przedstawione w tabeli 6. W 1914 roku rozpoczęto także budowę, uruchomioną już w Polsce Niepodległej, elektrowni Gródek.

Oceniając początek XX wieku z punktu widzenia rozwoju polskiej energetyki wodnej trzeba stwierdzić, że wybudowano w tym okresie niewiele elektrowni wodnych i to przeważnie bardzo małej mocy. Przyczyną tego stanu

rzeczy była przede wszystkim sytuacja polityczna Polski, jak również nieprzychylna polityka gospodarcza zaborców, a także brak funduszy. Również niezadowolające prawodawstwo nie uregulowało właściwie stosunków wodnych.

Był to okres ważny dla rozwoju energetyki wodnej. Już wtedy doceniano jej znaczenie i wiązano z nią gospodarczy rozwój kraju. Wykonano szereg projektów zbiorników i elektrowni. Zaczęto opracowywać kataster sił wodnych. Prace te stanowiły pierwsze podstawy wykorzystania zasobów energetycznych wód polskich.

**Rozwój energetyki wodnej w okresie międzywojennym.** Jeszcze w trakcie działań wojennych pierwszej wojny światowej zaczęły ukazywać się w prasie technicznej artykuły z planami odbudowy przemysłu, w tym energetyki. Powstały również śmiałe plany budowy elektrowni wodnych.

Należało zacząć od zbadania możliwości budowy elektrowni oraz określenia, jakie elektrownie byłyby najkorzystniejsze. Odpowiedź na to starał się dać L.Tołłoczko w „Pracach Polskiej Narady Ekonomicznej w Petersburgu” (p. literatura). Jego ocena sił wodnych przedstawiona jest w tabeli 4.

**Tabela 4**

**Siły wodne na ziemiach polskich**

| Zabór                | Obszar dorzecza km <sup>2</sup> | Ilość KM             |                       |                     |                       |                     |                       |
|----------------------|---------------------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|
|                      |                                 | na 1 km <sup>2</sup> |                       | bez zbiorników      |                       | ze zbiornikami      |                       |
|                      |                                 | normalna<br>9 mies.  | minimalna<br>12 mies. | normalna<br>9 mies. | minimalna<br>12 mies. | normalna<br>9 mies. | minimalna<br>12 mies. |
| Galicja              | 78 000                          | 5,58                 | 2,55                  | 435 879             | 208 813               | 535 000             | 407 840               |
| Prusy Zachodnie      | 25 500                          | -                    | 3,2                   | -                   | 81 500                | -                   | -                     |
| Królestwo Kongresowe | 127 000                         | -                    | 0,4                   | -                   | 814 000               | -                   | -                     |

Ówczesne rozważania odnośnie budowy elektrowni wodnych koncentrowały się na południowych dzielnicach Polski. Wobec dużych spadków

rzek tych rejonów i możliwości uzyskania większych mocy w elektrowniach wodnych szacowano je jako konkurencyjne dla elektrowni ciepłych.

9 lipca 1919 r. Sejm Ustawodawczy uchwalił ustawę o budowie kanałów żeglownych, regulacji rzek żeglownych i spławnych oraz o budowie zbiorników wodnych. W celu dostarczenia pracy ludności bezrobotnej ustawa upoważniła ministra robót publicznych do natychmiastowego rozpoczęcia m.in. budowy zbiornika w Porąbce dla:

- ochrony przed powodzią dorzecza Soły,
- redukcji fali powodziowej Wisły,
- akumulacji i wyzyskania energii wodnej,
- powiększenia najniższych przepływów ze względu na żeglugę.

W 1921 r. rozpoczęto roboty na budowie zapory i elektrowni wodnej w Porąbce.

Pozwolenia na wyzyskanie sił wodnych oraz podnoszenie zwierciadła wody miały być odtąd wydawane na podstawie projektu technicznego przez urzędy wojewódzkie na okres 90 lat. Ustawa przewidywała, że gdyby przez połączenie szeregu przedsięwzięć można było uzyskać lepsze i korzystniejsze wykorzystanie wody lub leżało to w interesie publicznym, władza wodna mogła uzależnić wydanie pozwolenia wspólnych inwestycji, co mogło mieć znaczenie przy kompleksowym wykorzystaniu wód przy zbiornikach wielozadaniowych. Praktycznie zastosowano ten przepis w przypadku budowy zbiornika w Porąbce, gdzie zaporę dostosowano do przyszłej budowy elektrowni. Ustawa przewidywała też możliwość stosowania przymusowych wywłaszczeń.

Na Pomorzu z chwilą odzyskania niepodległości, przystąpiono do intensywnego działania w zakresie elektryfikacji. Największą rolę odegrał w tej dziedzinie Pomorski Wojewódzki Związek Samorządowy, którego załóżki powstały jeszcze przed pierwszą wojną światową w powiatach chełmińskim i toruńskim. Na pierwszy plan wysunęła się potrzeba dokończenia budowy



elektrowni Gródek, rozpoczętej w 1914 r. Po uruchomieniu w 1923 r. elektrownia Gródek była największą elektrownią wodną w Polsce.

W tym czasie założono przedsiębiorstwo „Pomorska Elektrownia Krajowa Gródek Spółka Akcyjna”. Przedsiębiorstwo to później zajmowało się nie tylko eksploatacją elektrowni Gródek, ale także jej rozbudową, budową następnych elektrowni oraz przesyłem i dystrybucją energii. Dyrektorem przedsiębiorstwa był niezwykle ceniony inż. Alfons Hoffmann, późniejszy profesor Politechniki Gdańskiej.

W 1927 r. PEK Gródek rozpoczęła budowę następnej elektrowni wodnej Żur. Budowa została przeprowadzona rekordowo szybko. Uruchomiono elektrownię w końcu 1929 r.

Pracowano również nad innymi projektami. W 1928 r. inż. Alfons Hoffmann zaproponował lokalizację elektrowni na Brdzie w Koronowie. W 1929 r. powstał jej projekt opracowany pod kierunkiem prof. K. Pomianowskiego. Badania geologiczne oraz prace pomiarowe trwały do 1933 r., kiedy na skutek pogłębiającego się kryzysu gospodarczego zostały przerwane. Dalsze prace wznowiono dopiero po drugiej wojnie światowej.

W 1924 r. z inicjatywy „The British Electrical and Allied Manufacturers Association” odbyła się w Londynie pierwsza Światowa Konferencja Energetyczna. Wśród delegacji 47 krajów udział w konferencji wzięła również delegacja polska. Jednym z wniosków konferencji, dotyczącym energetyki wodnej, było zalecenie wykonania przede wszystkim inwentaryzacji istniejących już siłowni wodnych. W Polsce pierwsze działania w zakresie współpracy międzynarodowej podjęto w 1923 r. kiedy Państwowa Rada Elektryczna postanowiła założyć przy Ministerstwie Robót Publicznych Polski Komitet Energetyczny.

Prowadzona akcja władz administracyjnych, zmierzająca do założenia ksiąg wodnych, umożliwiła Polskiemu Komitetowi Energetycznemu przystąpienie do prac nad inwentaryzacją siłowni wodnych. Była to pierwsza pełna

inwentaryzacja siłowni wodnych w Polsce. Według niej czynnych było 6536 siłowni wodnych o łącznej mocy ok. 167 MW, w tym 253 elektrownie wodne o łącznej mocy 21 MW, co stanowiło w 1930 r. zaledwie 1,5% mocy wszystkich elektrowni w kraju (1399,2 MW).

Tabela 5 zawiera ilość i moc elektrowni wg województw w latach 1929-1935 oraz ważniejsze elektrownie wodne znajdujące się na ziemiach polskich. Natomiast w tabeli 6 zestawiono podstawowe parametry elektrowni, które dotrwały z okresu międzywojennego do naszych czasów.

Zasoby energetyczne rzek polskich były systematycznie badane. W 1938 r. oceniono je na 11,15 mld kWh rocznie przy mocy 1920 MW. Przy projektowaniu elektrowni brano przede wszystkim pod uwagę całokształt zagadnień gospodarki wodnej, a więc walkę z powodzią, poprawę warunków żeglugowych, uregulowanie stosunków wodnych, jak również zaopatrzenie w wodę. Statystyki wykazywały straty powodziowe sięgające każdorazowo kilkudziesięciu mln zł. Zdawano sobie sprawę, że poniesienie w tej wysokości nakładów na budowę zbiorników retencyjnych zabezpieczy południowe rejony kraju przed stratami powodziowymi, a jednocześnie pozwoli na wykorzystanie w racjonalny sposób energii wód.

Przy określaniu zasobów energetycznych wód nie brano pod uwagę elektrowni pompowych, jakkolwiek problem ten był już podnoszony i wytypowano szereg lokalizacji takich elektrowni. Uważano, że zagadnienie to nie jest jeszcze w Polsce aktualne z uwagi na słabo rozwiniętą elektryfikację.

Wybrano 130 lokalizacji elektrowni wodnych, które wydawały się najkorzystniejsze i przeprowadzono dla nich studia, a nawet częściowo opracowano projekty generalne:

- 60 z nich znajdowało się w okręgu podkarpackim, głównie w dorzeczach Soły, Dunajca i Sanu. Moc ich oceniono na 520 MW, produkcję roczną na 2,1 mld kWh,

- 45 w okręgu środkowym - na Wiśle, Bugu i Warcie, o łącznej mocy 291 MW i produkcji ok. 1,2 mld kWh,
- 16 w okręgu pomorskim, o mocy 49 MW i produkcji 336 mln kWh,
- pozostałe w okręgu wileńskim.

**Tabela 5**

**Ilość i moc elektrowni wodnych  
wg stanu w latach 1929-1935  
w poszczególnych województwach**

| Lp    | Województwo         | Ilość elektrowni | Większe elektrownie (rzeka)                                                             | Orientacyjna moc elektrowni przy sprawności ~ 90% (za turbiną) MW |
|-------|---------------------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 1     | warszawskie         | 15               | Soczewka (Skrwa)<br>Lubicz (Drwęca)                                                     | 0,69                                                              |
| 2     | pomorskie           | 16               | Żur, Gródek (Wda)<br>Rutki (Radunia)<br>Kolincz (Wierzyca)<br>Starogard (Wierzyca)      | 13,63                                                             |
| 3     | lubelskie           | 15               |                                                                                         | 0,66                                                              |
| 4     | wołyńskie           | 2                |                                                                                         | 0,03                                                              |
| 5     | tarnopolskie        | 6                |                                                                                         | 0,39                                                              |
| 6     | śląskie             | 8                |                                                                                         | 0,30                                                              |
| 7     | krakowskie          | 25               | Sporysz (Koszarawa)<br>Zakopane (Bystry)<br>Nowy Targ (Cz. Dunajec)<br>Myślenice (Raba) | 1,54                                                              |
| 8     | lwowskie            | 10               |                                                                                         | 0,17                                                              |
| 9     | białostockie        | 10               |                                                                                         | 0,18                                                              |
| 10    | stanisławowski<br>e | 8                |                                                                                         | 0,63                                                              |
| 11    | łódzkie             | 14               |                                                                                         | 0,32                                                              |
| 12    | poznańskie          | 8                | Bydgoszcz (Brda)<br>Koronowo (Brda)                                                     | 0,99                                                              |
| 13    | kieleckie           | 17               |                                                                                         | 0,39                                                              |
| 14    | nowogródzkie        | 3                |                                                                                         | 0,14                                                              |
| 15    | wileńskie           | 10               |                                                                                         | 0,41                                                              |
| Razem |                     | 167              |                                                                                         | 20,47                                                             |

Łączną moc tych elektrowni określono na 891 MW, a produkcję roczną na 3,9 mld kWh.

Na podstawie studiów wybrano 34 elektrownie (moc 479 MW, produkcja roczna 1,9 mld kWh), które włączono do 30-letniego programu inwestycji wodno-energetycznych. Był to jeden z pierwszych perspektywicznych planów krajowej gospodarki wodnej. Koszty inwestycji określano na 578 mln zł (razem ze zbiornikami o łącznej pojemności 2601 mln m<sup>3</sup>). Koszty produkcji energii w tych elektrowniach obliczono na 0,8 do 10 gr/kWh przy założeniu amortyzacji, oprocentowania i utrzymania w wysokości 13% od włożonego kapitału.

Wśród nich przewidywano zbiornik i elektrownię pod Bielanami w Warszawie. Projekt opracowany w 1973 roku przez Karola Pomianowskiego, Zbigniewa Żmigrodzkiego i Herbicha przewidywał zbudowanie zapory ziemnej spiętrzającej Wisłę na 521,7 km biegu tak, aby otrzymać spad ok. 5 m. Moc elektrowni wodnej na tym stopniu miała wynosić 20 MW. Do pozostałych najciekawszych obiektów objętych planem należał zbiornik 28,5 mln m<sup>3</sup> i elektrownia 20 MW w Porąbce, której budowa była wówczas kontynuowana, elektrownia 50 MW w Rożnowie również z rozpoczętą budową. Czchów jako zbiornik wyrównawczy z elektrownią o mocy 10 MW oraz zbiornik 270 mln m<sup>3</sup> i elektrownia 30 MW w Solinie.

Warto wspomnieć też o rozwoju koncepcji budowy elektrowni pompowych. Pierwszą wzmiankę na ten temat poczynił Karol Pomianowski w swojej fundamentalnej pracy pt. „Zasady budowy zakładów wodnych” już w 1912 r. gdzie obliczał możliwą do osiągnięcia sprawność takich elektrowni na 44%. Dojrzałą już koncepcję budowy elektrowni pompowych przedstawił w 1932 roku na Zjeździe Inżynierów Mechaników Polskich. Przedstawił wtedy możliwości budowy elektrowni pompowych w rejonie Zawoi, gdzie uzyskać można spad 230 m, poprzez budowę zbiornika na Skawicy i przejściu sztolniami w dolinę Skawy koło Suchej, okolicach Jazowska, gdzie zbiornik wybudować można

w dolinie Obidzy, przy Wzgórzach Bielańskich pod Krakowem oraz w rejonie Mąchocic koło Kielc gdzie poprzez spiętrzenie Lubrzanki oraz utworzenie zbiornika na górze Klonówka można uzyskać spad 180 m. Niektóre propozycje stały się przedmiotem szczegółowych opracowań po II Wojnie Światowej. Propozycja prof. Pomianowskiego wyprzedziła o wiele lat program budowy elektrowni pompowych opracowany w latach sześćdziesiątych.

Również korzyści z zagospodarowania Wisły nie uszły uwadze specjalistów okresu międzywojennego. Pisali o tym przede wszystkim Adam Różański, Karol Pomianowski i Herbich, proponując jej kompleksowe wykorzystanie i zabudowę zabezpieczającą od powodzi.

**Tabela 6**

**Podstawowe parametry czynnych elektrowni wodnych,  
pochodzących z terenów ziem polskich pod zaborami  
i okresu międzywojennego (uruchomionych w latach 1908-1929)**

| Elektrownia         | Rzeka    | Rok<br>uruch. | Moc<br>MW | Przełyk<br>turbiny<br>m <sup>3</sup> /s | Spad<br>m | Obecna<br>ilość<br>i rodzaj<br>turbozesp. | Obecna<br>Przynależn.<br>organiz.<br>(Z.E.) |
|---------------------|----------|---------------|-----------|-----------------------------------------|-----------|-------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Czarnocińskie Piece | Wierzyca | 1908          | 0,14      | 5,9                                     | 3,5       | 1xSm,przekł.                              | Gdańsk                                      |
| Stocki Młyn         | Wierzyca | 1908          | 0,36      | 10,0                                    |           | 1xSm                                      | Gdańsk                                      |
| Owidz               | Wierzyca | 1910          | 0,18      | 7,0                                     | 4,0       | 1xF, przekł.                              | Gdańsk                                      |
| Rutki               | Radunia  | 1910          | 0,44      | 6,0                                     | 12,0      | 2xF poz., bliż.                           | Gdańsk                                      |
| Kolincz             | Wierzyca | 1912          | 0,38      | 8,0                                     | 7,2       | 2xF poz.                                  | Gdańsk                                      |
| Gródek              | Wda      | 1923          | 3,90      | 28,2                                    | 18,0      | 2xF poz., bliż.                           | Bydgoszcz                                   |
| Żur                 | Wda      | 1929          | 8,00      | 71,4                                    | 15,2      | 2xK                                       | Bydgoszcz                                   |

Uwagi - jak do tabeli 8

Wybuch drugiej wojny światowej wstrzymał realizację planów budowy zbiorników i elektrowni wodnych. Niektóre z nich jak np. Rożnów były kontynuowane przez niemieckie władze okupacyjne.

W czasie okupacji prowadzono prace nad dalszą elektryfikacją Polski w wielu ośrodkach, a między innymi przez grupę SEP pod kierunkiem prof. J. Obrąpalskiego, Sekcję Brytyjską SEP, w Związku Elektrowni Polskich oraz w obozie jenieckim IIC w Woldenbergu. Wszystkie opracowane programy uwzględniały budowę elektrowni wodnych. Działalność ta opisana jest szerzej w Historii Elektryki Polskiej (SEP 1977).

### **3.2. Większe elektrownie wodne uruchomione lub budowane przed 1945 rokiem na ziemiach polskich**

#### ***Elektrownia Gródek 1914-1923***

Pozwolenie na budowę zbiornika i elektrowni zostało wydane 1 lipca 1914 r. Wskazywało ono na:

- zapewnienie uregulowania odpływu ze zbiornika, co zadecydowało o konieczności budowy zbiornika wyrównawczego poniżej elektrowni,
- uregulowanie odpływu od zapory w sposób zapobiegający tworzeniu się mokradeł,
- umożliwienie spławiania tratw,
- uwzględnienie prowadzenia racjonalnej gospodarki rybackiej, zarybiania i odłowów,
- zabezpieczenie istniejących dróg przy zbiorniku,
- wybudowanie studni dla zaopatrzenia okolicznych mieszkańców w wodę.

Zasadniczym celem elektrowni było zaopatrzenie w energię elektryczną okolicznych powiatów. Budowę realizowano według projektu opracowanego w Gdańsku w 1912 r., który przewidywał budowę zbiornika o pojemności całkowitej 5,5 mln m<sup>3</sup>, pojemności użytecznej 1,1 mln m<sup>3</sup>, powierzchni ok. 94 ha i maksymalnej głębokości 11 m. Powstać miał on przez spiętrzenie rzeki Wdy

zaporą ziemną o długości 220 m. Dla odprowadzenia wód powodziowych przewidziano w zaporze upust denny. Ze zbiornika poprowadzono kanał do elektrowni o przekroju 28 m<sup>2</sup> i długości ok. 1200 m. W elektrowni zainstalowano 3 turbozespoły z turbinami bliźniaczymi typu Francisa, w tym z dwiema o mocy po 1280 kW, 300 obr/min i jedną o mocy 1550 kW, 375 obr/min. Dwie pierwsze turbiny były firmy Voith z generatorami SSW 1720 kVA, a ostatnia firmy Werkstanden Kristinenham (obecnie KMW), z generatorem ASEA 1850 kVA.

Zaawansowanie budowy rozpoczętej w 1914 r. przedstawiało się w roku 1918 następująco: kanał był częściowo wykonany, w siłowni wykonano tylko fundamenty turbozespołów. W 1920 r. roboty na budowie wznowiono. Prowadziło je, pod kierownictwem inż. A.Hoffmanna, Starostwo Krajowe w Toruniu. Uroczyste uruchomienie elektrowni z dwoma pierwszymi turbozespołami odbyło się 24 kwietnia 1923 r.

W 1924 r. powstało przedsiębiorstwo „Pomorska Elektrownia Krajowa Gródek Spółka Akcyjna” z siedzibą w Toruniu. Ponad 53% akcji spółki zatrzymał samorząd wojewódzki. Było to kontynuowanie tradycji udziału samorządu prowincjonalnego w elektryfikacji Pomorza, zapoczątkowanej już w 1914 r., kiedy powstał Związek Elektryfikacyjny powiatów chełmińskiego i toruńskiego.

Działalność przedsiębiorstwa „Pomorska Elektrownia Krajowa Gródek” obejmowała nie tylko rozbudowę elektrowni Gródek lecz również zagadnienia związane z elektryfikacją Pomorza, w tym budowę następnych elektrowni i linii przesyłowych.

6 sierpnia 1927 r. uruchomiono w elektrowni trzeci turbozespół. Elektrownia Gródek była w tym czasie największą elektrownią wodną w Polsce.

### *Elektrownia Żur 1927-1929*

W 1927 r. przedsiębiorstwo „Pomorska Elektrownia Gródek” przystąpiło do budowy Elektrowni Żur według projektu opracowanego przez inż.

A.Hoffmanna. Zaprojektowano zbiornik o pojemności całkowitej 14,2 mln m<sup>3</sup> i użytkowej 1,5 mln m<sup>3</sup>, o powierzchni ok. 500 ha, utworzony przez spiętrzenie rzeki Wdy zaporą ziemną o wysokości 18 m i długości 160 m. Zaprojektowano kanał o długości 850 m od zbiornika do ujęcia wody oraz dwa rurociągi żelbetowe o średnicy 4 m doprowadzające wodę do turbin. W elektrowni zainstalowano dwie turbiny Kaplana o mocy po 4420 kW 250 obr/min na spad 15,5 m, firmy Voith oraz generatory o mocy 4400 kVA firmy ASEA. Były to pierwsze turbiny Kaplana uruchomione w odrodzonej Polsce.

Umowę na roboty podpisano w czerwcu 1928 r. z duńską firmą Hojgaard i Schultz. Pierwsze roboty wykonano na jesieni 1928 r., a w połowie grudnia tego roku betonowe sztolnie upustu dennego były już gotowe. Zamknięcie rzeki ścianką szczelną Larsena i skierowanie wody upustem dennym wykonano w kwietniu 1929 r. i przystąpiono do nasypów zapory, wykorzystując materiał z wykopów przy kanale. W 1929 r. wykonano zaporę, kanał doprowadzający wodę do ujęcia oraz rurociągi. Również w 1929 r. pobudowano halę maszyn i zamontowano turbozespoły.

Uruchomienie elektrowni nastąpiło 20 grudnia 1929 r. Wielkość budowy charakteryzuje ilość zużytych materiałów: cementu 4685 ton, stali 700 ton, ścianek Larsena 5090 ton, kamienia 19 000 m<sup>3</sup>, żwiru 1000 m<sup>3</sup>.

Całkowity koszt budowy wyniósł 15 mln zł. Przy budowie współpracował jeden z najwybitniejszych polskich hydrotechników, prof. K.Pomianowski.

### ***Zapora i elektrownia w Porąbce***

Myśl budowy elektrowni została podana po raz pierwszy w pracy inż. K.Pomianowskiego „Siły wodne w Galicji cz. III Soła”.

Na posiedzeniu w dniu 24 II 1914 r. Komisja Sejmowa dla Regulacji Rzek Kanałowych uchwaliła pierwszą dotację 100 tys. koron na rozpoczęcie budowy zbiornika w Porąbce.



Według pierwszego projektu rzeka Soła miała być przegrodzona zaporą murowaną z piaskowca o długości 245 m i maksymalnej wysokości 30,3 m, tworzącą zbiornik o pojemności ok. 35 mln m<sup>3</sup>. Projektowano elektrownię o mocy ok. 2 MW. Kierownictwo budowy powierzono inż. T.Baeckerowi. Wybuch wojny wstrzymał wszelkie prace. Wznowiono je w 1921 r. Pod kierownictwem prof. G.Narutowicza pierwotny projekt został przepracowany. Kierownictwo budowy ponownie objął inż. T.Baecker. Roboty rozpoczęto w 1921 r. od zaplecza technicznego i mieszkalnego. Od początku budowa realizowana była z dużymi trudnościami, głównie finansowymi. Z tego powodu prace były ograniczane, a nawet wielokrotnie wstrzymywane. Szczególnie ostro wystąpił kryzys w 1924 r., a następnie w latach 1930-1933. Od 1921 r. do 1933 r. przeprowadzono roboty na zapleczu budowy, drogach, sztolniach obiegowych i przy zabudowie potoków górskich oraz przy budowie przyczółków zapory.

Nowy etap budowy rozpoczął się w 1933 r. po utworzeniu Funduszu Pracy. Kierownikiem budowy został inż. J.Skrzyński. Wznowiono roboty na większą skalę przy ujęciach wody, drogach, dokończeniu zabudowy potoku Ponikiew, dokończeniu wlotów i wylotów sztolni. Rozpoczęto fundamenty zapory oraz most na Sole. W 1933 r. podpisano umowę z firmą „Polsko-Francuskie Towarzystwo dla Robót Publicznych” na wykonanie zapory. Ogólna liczba robotników zatrudnionych na budowie wzrosła do ok. 3 tys. W 1934 r. wykonano wykop pod fundamenty na prawym i lewym skrzydle rozpoczęto budowanie prawego skrzydła., budowę centralnej betoniarni oraz dźwigu linowego. W latach 1935-36 nastąpiła dalsza intensyfikacja robót. Dokończono wykopy fundamentowe, uruchomiono centralną betoniarnię, przegrodzono Solę oraz zabetonowano fundamenty.

13 grudnia 1936 r. oddano zbiornik do użytku. W tym czasie budowa elektrowni za wyjątkiem ujęć wody, nie była jeszcze rozpoczęta. Według projektu z 1934 r. moc elektrowni miała wynosić 20 MW przy rocznym czasie wykorzystania 1350 godzin.

Wybudowanie zapory w Porąbce stanowiło duży sukces na polu gospodarki wodnej, była to bowiem pierwsza zaporą wykonana w trudnych warunkach geologicznych fliszu karpackiego, największa wówczas w Polsce.

Po drugiej wojnie światowej przystąpiono do kontynuacji budowy elektrowni, zaczynając od zaktualizowania projektu. Pierwsze powojenne założenia projektowe opracowało w 1949 r. Biuro Projektów Energetycznych - Ekspozytura w Krakowie. Zatwierdzone zostały one przez Centralny Zarząd Energetyki w Warszawie w 1950 r. Projekt wstępny opracował warszawski Energoprojekt w 1951 r. Projekty budowlane zostały wykonane w Biurze Studiów i Projektów Typowych Budownictwa Przemysłowego w Warszawie. Lokalizację ogólną zatwierdziła Państwowa Komisja Planowania Gospodarczego w październiku 1952 r. Roboty na budowie rozpoczęto w połowie 1951 r. Generalnym wykonawcą było Zjednoczenie Robót Wodno-Inżynierskich w Katowicach.

Budynek elektrowni o konstrukcji ramowej żelbetowej wykonano do października 1952 r. Montaż mechaniczny i elektryczny przeprowadzono w okresie od października 1952 r. do końca sierpnia 1953 r. Przekazanie do eksploatacji wszystkich trzech turbozespołów nastąpiło w listopadzie 1953 r. Wyposażenie elektrowni stanowią trzy turbozespoły o łącznej mocy 12,5 MW. Wszystkie turbiny są dostawy firmy Voith, a generatory firmy Siemens Schuckert. Dwa turbozespoły z turbinami Kaplana mają moc po 6 MW, 250 obr/min, przełyk średni 32 m<sup>3</sup>/s, moc generatorów 7500 kVA przy  $\cos \phi$  0,8. Transformatory 8000 kVA 31,5/6,3 kV oraz rozdzielnie zlokalizowane bezpośrednio przy elektrowni. Trzeci turbozespół o mocy 0,5 MW z turbiną Francisa, przewidziany pierwotnie do zrzutu wody biologicznej przy postoju elektrowni, stanowi zabezpieczenie zasilania potrzeb własnych elektrowni. W latach 1995-96 przeprowadzona została kompleksowa modernizacja wyposażenia technologicznego elektrowni, obejmująca m.in. urządzenia elektryczne, regulatory obrotów, łożyska turbin oraz elementy budynku.

## *Zapora i elektrownia w Rożnowie*

W czasie pierwszej wojny światowej prof. K. Pomianowski opracował projekt na podstawie pomiarów wykonanych w 1902 r. Polegał on na przegrodzeniu Dunajca jazem i przejściu serpentyny rzeki kanałem otwartym długości 740 m oraz sztolnią 250 m długości. Przy spadzie ok. 14 m miano uzyskać 6500 KM mocy. Następny projekt prof. K. Pomianowskiego, opracowany w 1924 r., przewidywał elektrownię o mocy 16 MW oraz zbiornik pozwalający na zmagazynowanie energii w ilości ok. 191 tys. kWh. W miarę rozwoju myśli technicznej analizowano zagadnienie budowy bardziej kompleksowo. Wyłoniła się myśl budowy dużego zbiornika, zabezpieczającego dolinę Dunajca przed powodzią.

Kolejny projekt prof. K. Pomianowskiego zawierał już zbiornik o pojemności 138 mln m<sup>3</sup>. Projekt ten był konsultowany z Brodowskim, ówczesnym dyrektorem znanej firmy konsultacyjnej „Motor-Columbus” ze Szwajcarii. W 1926 r. rozpoczęto pierwsze wiercenia w ramach badań geologicznych. Wykonywane one były pierwotnie przez prof. K. Pomianowskiego, a następnie przez inż. Horwita z Państwowego Instytutu Geologicznego. Badania te potwierdziły możliwość budowy zapory w proponowanym przekroju. Całość kosztów realizacji projektu oszacowano wspólnie z firmą Motor-Columbus na ok. 35 mln franków szwajcarskich. Zamierzano wówczas powierzyć tej firmie realizację projektu. Na skutek braku środków realizacji zaniechano, jednak badań i studiów nie przzerwano. Następna możliwość realizacji zarysowała się w latach 1929-31 w czasie pertraktacji z firmą Harrimana.

Opracowany na zlecenie tej firmy projekt przewidywał budowę elektrowni szczytowej o czasie pracy 6 do 8 godzin na dobę i mocy 60 MW, z roczną produkcją ok. 166 GWh. Wtedy też powstała koncepcja budowy stopnia wodnego w Czchowie dla wyrównania przepływu w rzece. Szacowano wówczas moc elektrowni Czchów na ok. 18 MW. Do zawarcia umowy z firmą Harrimann nie doszło.

Po utworzeniu Funduszu Pracy w 1934 r. przyznano kredyty na dalsze rozwinięcie badań geologicznych w Rożnowie, które potwierdzały przydatność terenu do postawienia zapory betonowej typu ciężkiego.

Katastrofalna powódź w 1934 r. miała zasadniczy wpływ na podjęcie decyzji o budowie zbiornika. Pod kierownictwem inż. H.Herbicha Biuro Dróg Wodnych Ministerstwa Komunikacji opracowało projekt budowlany. Głównym projektantem był inż. Z.Żmigrodzki, późniejszy profesor Politechniki Warszawskiej.

Zaprojektowano zaporę typu ciężkiego o długości 550 m, maksymalnej wysokości 49 m i łącznej objętości betonu ok. 450 tys. m<sup>3</sup>. Zapora tworzyła zbiornik o pojemności całkowitej ok. 230 mln m<sup>3</sup>. Przy zaporze zaprojektowano elektrownię z czterema turbozespołami z turbinami Kaplana o łącznej mocy 50 MW przy spadzie 31,1 m.

Budowę rozpoczęto latem 1935 r. Kierownictwo robót powierzono inż. Z.Śliwińskiemu. Najbliższymi jego współpracownikami byli późniejsi profesorowie E.Czetwertyński i W.Balcerski. Wykonawcą została firma „Zapory i roboty hydrauliczne Towarzystwo Polsko-Francuskie”. Pierwszy etap prac obejmował zagospodarowanie budowy i zaplecze mieszkalne. Do 1937 r. wykończono ok. 220 tys. m<sup>3</sup> wykopów, 355 m ścianek szczelnych Larsena oraz zużyto 420 ton cementu do uszczelniania podłoża, przygotowano centralną betoniarnię o wydajności 80 m<sup>3</sup>/h oraz wykonano inne roboty, jak drogi, linię kolejową i zasilanie budowy w energię elektryczną. W 1937 r. rozpoczęto zasadnicze prace przy betonowaniu fundamentów zapory i siłowni. Osiągnięto przy tym wydajność do 1100 m<sup>3</sup> na dobę. Ukończenie budowy planowano na 1940 r. Wstrzymanie budowy w 1939 r. było przyczyną znacznych strat na budowie, spowodowanych spływem lodów oraz powodzią. W czasie okupacji jesienią 1940 r., prace wznowiono. W dużej części w budowie brali udział pracownicy zatrudnieni przed wojną.

Pierwszy turbozespół przekazano do eksploatacji w grudniu 1941 r., a następnie w marcu 1942 r. oraz w kwietniu i maju 1943 r.

Turbiny typu Kaplana dostarczyła firma „Escher Wyss”. Mają one moc 12,9 MW, 214 obr/min, zastosowano generatory firmy „Brown Boveri” 15,6 MVA,  $\cos\varphi = 0,8$ .

Wycofując się w 1945 r. Niemcy nie zdążyli wysadzić w powietrze zaminowanej elektrowni, a jedynie zdemontowali regulatory turbin, z których dwa zatopiono w kanale odpływowym, a dwa wywieziono. Mimo ciężkich warunków i mrozu udało się polskiej załodze wydobyć regulatory z wody i uruchomić elektrownię w kilkanaście godzin po wyzwoleniu. Wywiezionych regulatorów nie odnaleziono i dopiero w 1946 r., po otrzymaniu z firmy „Escher Wyss” regulatorów zastępczych, uruchomiono pozostałe dwa turbozespoły.

### *Elektrownia Czchów 1938-1954*

Pierwszy projekt ogólny stopnia piętrzącego wykonany został w 1929 r. przez prof. K. Pomianowskiego. Projekt szczegółowy wykonano w latach 1936-37 w Biurze Dróg Wodnych. Zadaniem zbiornika miało być wyrównanie odpływów z elektrowni Rożnów. Przewidywano zaporę ziemną z jądrem iltowym. Część przelewowa miała mieć charakter zapory ciężkiej. Elektrownia miała być wyposażona w dwie turbiny Kaplana o mocy po 5 MW. Roczną produkcję określono na 47 mln kWh. Prace podjęto w maju 1938 r. Kierownikiem budowy został inż. J. Puzyna. Do wybuchu wojny wykonano zaplecze techniczne i socjalne, część wykopów pod siłownię oraz jaz i część nasypów lewej części zapory. Z chwilą wybuchu wojny roboty przerwano, a dwie kolejne powodzie przerwały gródze i zamuliły wykop. W czasie wojny powołany przez okupanta Urząd Budowy Nowych Zapor rozpoczął wiosną 1940 r. kontynuację budowy na podstawie zweryfikowanego projektu, w którym zmniejszono zbiornik z 13,8 do 10,3 mln m<sup>3</sup>. Roboty były prowadzone przez niemiecką firmę „Beton und

Minierbau A.G.” do końca lipca 1944 r. W tym czasie wykonano wykop pod fundamenty jazu i siłowni, kanał dopływowy i odpływowy, zabetonowano prawy przyczółek zapory, płytę wypadową, filary jazu oraz częściowo filar działowy i fundament pod elektrownię. W lipcu 1944 r. firma ta wywiozła niemal cały inwentarz, zarówno własny, jak i firmy „L.Muszyński”, która przeniosła się do Czchowa z Rożnowa.

Po wyzwoleniu reaktywowano w 1945 r. „Państwowe Kierownictwo Budowy Zbiornika Wodnego na rzece Dunajcu w Czchowie”. Podjęto kontynuację robót w oparciu o projekt z okresu wojny, powiększając jedynie zbiornik do 12 mln m<sup>3</sup>. W lutym 1946 r. wykop fundamentowy został ponownie odwodniony. Wobec trudności powojennych Departament Dróg Wodnych Ministerstwa Komunikacji zdecydował dokończenie robót w dwu etapach: wykonanie zbiornika wyrównawczego w Czchowie, niezbędnego dla elektrowni Rożnów i następnie pozostałych robót, łącznie z elektrownią.

Zakończenie budowy zapory było przewidziane na koniec 1948 r. Termin ten nie został dotrzymany ze względu na duże szkody, jakie wyrządziła powódź w czerwcu 1948 r. Między innymi została rozmyta część zapory, zniszczona centralna betoniarnia i most oraz szereg obiektów zaplecza.

W dniu 9 października 1949 r. odbyło się otwarcie zapory przy pełnym piętrzeniu.

W tym czasie roboty w elektrowni jeszcze trwały. Turbozespoły były montowane przez firmy „Charmilles” oraz „Oerlikon”.

W elektrowni zainstalowano:

- turbinę Kaplana firmy „Voith” o mocy 4 MW, 150 obr/min, z generatorem firmy „Siemens Schuckert” o mocy 4800 kVA,
- turbinę Kaplana firmy „Charmilles” o mocy 4,4 MW, 150 obr/min, z generatorem firmy „Oerlikon” o mocy 5250 kVA.

Uruchomienie całości elektrowni nastąpiło w 1954 r.

## *Elektrownia Myczkowce 1921 - 1961*

Projekt wykorzystania pętli Sanu koło Myczkowiec powstał w 1921 r. Autorem był prof. K. Pomianowski. Przewidywał on wybudowanie zapory o wysokości około 15 m, a następnie ujęcie wody kanałem otwartym i sztolnią bezciśnieniową oraz elektrownię o mocy 3510 kW i produkcji średniej rocznej ok. 19 mln kWh. Przewidywany do wykorzystania spadek wynosił ok. 14 m. Wobec braku funduszy rozpoczętą budowę musiano przerwać w 1925 r., choć brakowało do zakończenia zaledwie 300 tys. zł. Wykonano jaz, kanał z ujęciem, sztolnię oraz fundament elektrowni.

Po zakończeniu drugiej wojny światowej przystąpiono ponownie do projektowania zbiornika i elektrowni wodnej w Myczkowcach w Warszawskim Biurze Projektów Siłowni Wodnych. Projekt przewidywał częściowe wykorzystanie wykonanych już obiektów. Piętrzenie zapory podniesiono, dzięki czemu pojemność zbiornika wzrosła do 10,9 mln m<sup>3</sup>, a moc elektrowni do 8,3 MW.

Na podstawie tego projektu ponownie rozpoczęto w 1956 r. budowę, generalnym wykonawcą było Krakowskie Przedsiębiorstwo Budownictwa Wodno-Inżynieryjnego, a podwykonawcami „Elektromontaż-Południe”, „Elektrobudowa”, „Mostostal” i inne.

Dwa turbozespoły z turbinami Kaplana dostarczone zostały przez firmę „Ganz Mavag” z Węgier. Turbiny mają moc 4150 kW, 300 obr/min. Generatory 5200 MVA,  $\cos\varphi = 0,8$ .

W 1961 r. budowa została zakończona i turbozespoły zostały przekazane do eksploatacji.

### **3.3. Rodowód i rozwój elektrowni wodnych na terenach odzyskanych w 1945 roku**

Obok elektrowni wodnych uruchomionych lub przygotowywanych na ziemiach polskich w granicach z 1939 roku, omówionych w poprzednim podrozdziale, na obszarze nowej, powojennej Polski znalazło się w wyniku zmiany granic szereg siłowni i elektrowni wodnych. Na Opolszczyźnie, Dolnym Śląsku, Ziemi Lubuskiej, Pomorzu Zachodnim i Wschodnim, na Warmii i Mazurach oraz na terenie byłego Wolnego Miasta Gdańska istniała przed wojną, rozwijająca się przez stulecia bardzo gęsta sieć siłowni wodnych, a w tym również elektrowni, w przeważających ilościach małych. Na większości mniejszych rzek tak na południu jak i na północy wymienionych wyżej terenów wykorzystywano siły wodne co kilka kilometrów, a nawet co kilkaset metrów co stwarzało kilkudziesięcioelementowe zwarte kaskady małych piętrzeń i związanej z nimi małej retencji. Różne źródła historyczne i inwentaryzacyjne wskazują, że takich obiektów było na pewno dobre parę tysięcy. Działania wojenne oraz niszczące powojenne warunki polityczno-społeczne znacznie przetrzebiły tę gęstą sieć siłowni, a na niektórych rzekach unicestwiły ją całkowicie. Ile spośród tych siłowni było w administracji niemieckiej elektrowniami wodnymi dokładnie nie wiadomo, ale na pewno dużo, zwłaszcza małych. W okresie powojennym, w użytkowaniu energetyki zawodowej znalazło się 107 elektrowni wodnych wybudowanych i uruchomionych na Ziemiach Odzyskanych przez poprzedniego ich administratora. W pierwszych latach powojennych naprawiono i uruchomiono 96 obiektów, a w latach 1951-83 dalszych 11, bardziej zniszczonych lub spustoszonych, wymagających nowego wyposażenia i dużego zakresu robót. W sumie moc tych wszystkich uruchamianych w różnym czasie obiektów wyniosła ponad 190 MW. Dwadzieścia elektrowni, przeważnie najmniejszych, ale i kilka znaczących uległo likwidacji tak, że do naszych czasów dotrwało w eksploatacji 87 elektrowni „odzyskanych”. Powojenne losy tych elektrowni jak również



problematykę ich likwidacji omówiono w rozdziale następnym. Tu natomiast zostanie przedstawiony rozwój do 1945 roku oraz znane, ważniejsze wydarzenia z tym rozwojem związane, w odniesieniu do elektrowni, które dotrwały jako czynne w użytkowaniu przedsiębiorstwa energetyki zawodowej do obecnych lat dziewięćdziesiątych. Jest to kryterium ważne dla czytających te kartki, ponieważ brak dokładnych danych dotyczących elektrowni, które istniały kiedyś i nie doczekały naszych czasów, nie pozwala na jednoznaczne ustalenie czy niektóre z nich nie powstały wcześniej od tu zaprezentowanych. Podział na charakterystyczne okresy uruchamiania elektrowni wodnych na Ziemiach Odzyskanych, przyjęto zgodnie z zaproponowanym w tabeli 1.

*Okres do 1906 roku.* Przyjęty za danymi z tzw. paszportów elektrowni rok 1898, jako rok uruchomienia dwóch najstarszych elektrowni, tj. Kamiennej na Drawie i Strugi na Słupi jest bardzo prawdopodobny, ale podawano czasem rok wcześniejszy, a nawet w przypadku elektrowni drugiej - rok 1895. Nie negując takich możliwości, można z całą pewnością przyjąć, że te dwa obiekty czynne do dni dzisiejszych zapoczątkowały 100-letnią historię energetyki wodnej na ziemiach polskich, łącznie z odzyskanymi. Poza wyżej wymienionymi, w tym pierwszym okresie pojawienia się elektrowni uruchomiono jeszcze elektrownie Płoty (1900 r.) i Prusinowo (1904 r.) na rzece Redzie, Zieliska na Nysie Łużyckiej (1905 r.) oraz w 1902 r. elektrownię Pietnia (zlikwidowaną w 1966 r.). Wszystkie w.w. elektrownie o łącznej mocy ponad 2 MW, są wyposażone w turbiny Francisa, jedynie w elektrowni Zieliska dobudowano w 1930 roku turbozespół Kaplana. Elektrownię Kamienna wyposażono w dwie turbiny poziome firmy Escher Wyss z generatorem AEG, a elektrownię Struga w jedną poziomą - produkcji Schichau z generatorem tego samego producenta. Obecnie użytkowany generator został zamontowany po wojnie w miejscu starego, napędzanego przekładnią pasową. Pochodzi on prawdopodobnie z zespołu napędzanego silnikiem Diesla (ze Starogardu Gdańskiego?), jest sprzęgnięty z turbiną bezpośrednio, bez przekładni

i posiada oryginalną, unikalną konstrukcję „wirującego statora”, czyli zewnętrznej części generatora. Pozostałe trzy elektrownie mają turbogeneratory z przekładniami. Turbiny w elektrowniach Płoty i Prusinowo są nieznanego pochodzenia, natomiast dwa zespoły w Płotach są nieznanego pochodzenia, natomiast dwa zespoły w Płotach są wyposażone w generatory AEG i Bergman, a w Prusinowie jeden zespół w generator AEG. Elektrownia Zieliska posiadała dwie turbiny Francisa pionowe z przekładniami drewnianymi firmy Amme Giesecke i pionowy zespół Kaplana (z 1930 r.) bez przekładni firmy Voith z generatorem AEG. Zespoły z przekładniami jako przestarzałe i mało sprawne, znajdowały się w postoju i zakwalifikowane zostały do modernizacji planowanej na lata dziewięćdziesiąte. Podstawowe parametry tych elektrowni podano w tabeli 7.

**Tabela 7**

**Podstawowe parametry elektrowni wodnych  
uruchomionych do 1906 roku  
(na terenie Ziemi Odzyskanych)**

| Elektrownia | Rzeka   | Rok uruchomienia | Moc MW | Przełyk turbin m <sup>3</sup> /s | Spad m | Obecna ilość i rodzaj turbozespołów | Obecna przynależność organizacyjna |
|-------------|---------|------------------|--------|----------------------------------|--------|-------------------------------------|------------------------------------|
| Kamienna    | Drawa   | 1898             | 0,96   | 21,4                             | 7,3    | 2xF poz.                            | Z.E. Gorzów                        |
| Struga      | Słupia  | 1898             | 0,25   | 2,5                              | 14,1   | 1xF poz.                            | Z.E. Słupsk                        |
| Płoty       | Rega    | 1900             | 0,13   | 9,0                              | 2,1    | 2xF przekł.                         | Z.E. Szczecin                      |
| Prusinowo   | Rega    | 1904             | 0,08   | 6,0                              | 2,1    | 1xF przekł.                         | Z.E. Szczecin                      |
| Zieliska    | Nysa Ł. | 1905             | 1,13   | 35,0                             | 3,5    | 1xK                                 | ESP S.A.<br>ZEW Dychów             |

Uwagi - jak do tabeli 8

Ze względu na ciekawą historię i rozwiązania warto jeszcze raz zatrzymać się przy elektrowni Struga. Elektrownia ta położona w górnym biegu Słupi, poniżej

jeziora Żukowskiego została zainstalowana w hali fabrycznej fabryki tektury, powiązanej z pobliskim tartakiem. Woda doprowadzana jest kanałem otwartym, a następnie rurociągiem kilkudziesięciometrowej długości. Pierwotnie turbozespół służył do napędu urządzeń fabryki oraz poprzez tunel podziemny mieszczący transmisję liniową, dla potrzeb urządzeń tartaku. Prawdopodobnie do czasu wyposażenia zespołu w generator, o którym mowa wyżej, sprzęgnięty z turbiną, elektrownia mogła pracować, gdy nie napędzano tartaku bowiem przekładnie były przełączalne. Obecnie turbozespół zajmuje przestronną ponad potrzeby była halę fabryczną, jest dobrze utrzymany, a po wspomnianym tunelu „transmisyjnym” nie pozostało śladu.

*Lata 1907-1914.* W latach poprzedzających I Wojnę Światową nastąpił na późniejszych Ziemiach Odzyskanych szybki przyrost ilości i mocy elektrowni wodnych. Uruchomiono ich w tym czasie 17 o łącznej mocy ponad 25 MW, co czyni znaczny postęp w stosunku do okresu poprzedniego. Zestawienie tych elektrowni zawiera tabela 8.

*Uwagi do tabeli 8 oraz tabel 6,7,9,10,11,13,14,16.*

W rubryce „obecna ilość i rodzaj turbozespołów” zastosowano skróty o następującym znaczeniu:

- liczby oznaczają ilość turbozespołów,
- samą literą F lub K lub skrótem Sm oznaczono odpowiednio turbiny Francisa, Kaplana lub śmigłowe o budowie pionowej (pionowy wał turbiny),
- literą F z dodatkiem „bliź” oznaczono turbinę Francisa bliźniaczą,
- literą F z dodatkiem „poz.” oznaczono turbinę Francisa poziomą,
- symbolem „IG” oznaczono przypadki gdzie dwie turbiny napędzają jeden generator,
- dodatkiem „przek” oznaczono turbozespoły z przekładniami,
- turbozespoły rurowe oznaczono jako „K rurowa”,
- turbozespoły zatapialne szwedzkiej firmy Flygt oznaczono jako „Flygt”.

Tabela 8

**Podstawowe parametry elektrowni wodnych  
uruchomionych w latach 1907-1914  
(na terenach Ziemi Odzyskanych)**

| Elektrownia   | Rzeka   | Rok uruchom. | Moc MW | Przełyk turbin m <sup>3</sup> /s | Spad m | Obecna ilość i rodzaj turbozespołów | Obecna przynależność organizacyjna (Z.E. lub ZEW) |
|---------------|---------|--------------|--------|----------------------------------|--------|-------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Dobrzyca      | Gwda    | 1907         | 1,35   | 39,0                             | 4,8    | 3xF bliż. poz.                      | Poznań                                            |
| Leśna         | Kwisa   | 1907         | 2,4    | 2,7                              | 26,0   | 5xF poz.                            | Jelenia Góra                                      |
| Lidzbark      | Łyna    | 1908         | 0,48   | 26,0                             | 2,3    | 1xF przek., 1xK                     | Olsztyn                                           |
| Kuźnice       | Radunia | 1908         | 0,76   | 23,5                             | 4,0    | 1xK przek.,<br>1xSm                 | Gdańsk                                            |
| Bledzew       | Obra    | 1910         | 1,32   | 31,9                             | 6,8    | 3xK                                 | Gorzów                                            |
| Bukówka       | Nysa Ł. | 1910         | 0,84   | 18,0                             | 5,6    | 2xFlygt                             | ESP S.A.,                                         |
| Małomice      | Bóbr    | 1910         | 0,80   | 26,0                             | 2,7    | 2xK                                 | ESP S.A.                                          |
| Straszyn      | Radunia | 1910         | 2,45   | 24,0                             | 13,8   | 1xF bliż. poz.<br>1xF poz.,<br>1xSm | Gdańsk                                            |
| Sobolice      | Nysa Ł. | 1911         | 0,66   | 25,0                             | 3,5    | 2xK                                 | ESP S.A.                                          |
| Bobrowice II  | Radew   | 1911         | 0,23   | 10,8                             | 3,5    | 2xF, 1G przek.                      | Jelenia Góra                                      |
| Pilchowice I  | Grabowa | 1912         | 7,5    | 36,6                             | 35,0   | 4xF bliż. poz.                      | Jelenia Góra                                      |
| Gałęźnia Mała | Nysa Ł. | 1913         | 4,16   | 14,7                             | 39,0   | 6xF poz.                            | Słupsk                                            |
| Niedalino     | Łyna    | 1913         | 1,11   | 15,0                             | 9,2    | 3xF bliż. poz.                      | Koszalin                                          |
| Nowy Żytnik   | Walsza  | 1913         | 0,08   | 5,6                              | 2,2    | 2xP przek.                          | Koszalin                                          |
| Zasieki       | Nysa Ł. | 1913         | 0,82   | 32,0                             | 4,2    | 2xK                                 | ESP S.A.                                          |
| Łyna          | Łyna    | 1914         | 0,84   | 21,0                             | 5,5    | 2xK.                                | Olsztyn                                           |
| Pieniężno     | Walsza  | 1914         | 0,22   | 4,4                              | 9,0    | 1xF bliż.poz.<br>1xF poz.           | Elbląg                                            |

Wyżej zestawione elektrownie wykazują znaczny postęp i rozwój myśli technicznej w stosunku do poprzedniego okresu. Uruchomiono już w tym czasie obiekty o mocach po kilka megawatów na wysokie spady z interesującymi rozwiązaniami hydrotechnicznymi. Pierwotnie, wszystkie wykazane w tabeli 8 elektrownie były wyposażone w turbiny Francisa, w wielu przypadkach w układzie poziomym z przekładniami, a także pionowych z przekładniami. W latach późniejszych (przedwojennych i powojennych) przestarzałe i niskosprawne, a także wyeksploatowane oraz z niekorzystnymi parametrami turbozespoły zostały wymienione na lepiej dobrane, z turbinami Kaplana. Ze względu na ciekawe rozwiązania pierwotne jak i wykonane modernizacje warto przyrzeć się dokładnie niektórym z tych obiektów.

Na szczególne wyróżnienie zasługują dwa obiekty zbiornikowe, pierwsze tego rodzaju na Dolnym Śląsku, wyposażone w wysokie zapory kamienno-betonowe *Leśna* (wybudowana w latach 1901-1907) i *Pilchowice I* (budowana w okresie 1902-1912). Zapory te utworzyły zbiorniki wodne o charakterze górskim, retencyjno-przeciwpowodziowym odpowiednio 15 i 50 mln m<sup>3</sup>. Całkowite wysokości tych zapór wyniosły 45 i 62 m i zaliczają się do najwyższych obiektów piętrzących w kraju. Oba te obiekty, podobnie jak zbliżone konstrukcyjnie, zbudowane w latach późniejszych Lubachów (wys. 44 m) na Bystrzycy i Złotniki (wys. 36 m) na Kwisie, powstały w celu zabezpieczenia przed powodzią terenów, które uległy poważnym zniszczeniom w czasie katastrofalnego wezbrania jakie wystąpiło w dorzeczu Bobra i Kwisy w 1897 roku, według projektów i pod kierownictwem inżyniera C. Bachmanna z Jeleniej Góry. Na marginesie warto wspomnieć, że ocena tej ogromnej fali powodziowej przez Bachmanna była niedokładna (zawyżone przepływy kulminacyjne przy zaniżonych objętościach i czasie trwania fal), co spowodowało niewłaściwe, niewystarczające zwymiarowanie urządzeń przelewowych i upustowych na tych obiektach. Wykazała to sytuacja jaka powstała w czasie katastrofalnej powodzi w sierpniu

1977 r. kiedy to nastąpiło przepełnienie zbiornika w Pilchowicach (patrz literatura).

Wyżej wymienione wysokie zapory o ciekawych wystrojach architektonicznych i rozwiązaniach technicznych urządzeń przelewowych i upustowych (część upustów w sztolniach obiegowych), kwalifikujących je do roli zabytków hydrotechniki, koncepcjami konstrukcyjnymi wymyślonymi prawie sto lat temu, odbiegają w zasadniczym zakresie od obecnych zasad budowy zapór. Do takich rozwiązań konstrukcyjnych należy zaliczyć przede wszystkim łukowy kształt przy wymiarach poprzecznych jak dla zapór ciężkich, bez dylatacji i sekcjonowania na całej ich długości. Ponadto zapory te zbudowano bez uszczelnienia podłoża, galerii kontrolnych i drenażu w części fundamentowej, a także bez urządzeń kontrolno-pomiarowych do pomiaru wielkości wyporu oraz odkształceń korpusów. Spowodowało to konieczność podjęcia już w latach 1955-1960 działań zmierzających do określenia pracy i stanu technicznego omawianych zapór poprzez zainicjowanie odpowiednich badań i uzupełnienie niezbędnych pomiarów przemieszczeń budowli i filtracji wody. Były to przedsięwzięcia pionierskie w tym zakresie w skali kraju, zainicjowane przez służby hydrotechniczne Z.E. Jelenia Góra i Wałbrzych oraz byłych Z.E. Okręgu Dolnośląskiego. Powyższe badania, jak również prowadzone w kolejnych latach w dużym i wszechstronnym zakresie, pozwalały na sukcesywne oceny stanu technicznego elementów zapór oraz podejmowanie remontowych prac wzmacniających i uszczelniających tak korpusy zapór jak również ich podłoża, sztolnie, urządzenia przelewowe i upustowe, mury oporowe itp. Niekorzystne rozwiązania z początku obecnego wieku jak i efekty starzenia się budowli i urządzeń spowodowały, że zakres prac był znaczny i kosztowny a ich realizacja trwała przez wiele lat, ale pozwoliła zachować te ciekawe budowle na lata przyszłe. Do najciekawszych konstrukcji omawianych obiektów, obok samych zapór kamienno-betonowych należy zaliczyć upusty denne w postaci rurociągów zamkniętych na wlotach i wylotach zasuwami klinowymi lub płaskimi,

usytuowanych w specjalnych tunelach, przelewy stokowe-kaskadowe w Pilchowicach i Złotnikach umiejscowione na stokach dolin przy lewych przyczółkach zapór, przelewy szybowe do sztolni obiegowych z bocznymi urządzeniami upustowymi zamykanymi zasuwami płaskimi w Leśnej oraz sztolnie obiegowe w Pilchowicach, Leśnej i Złotnikach o średnicach 5-7 m, do przepuszczania wód w okresie budowy jak i eksploatacji.

O ile dolnośląskie zapory kamienno-betonowe przysporzyły ich powojennym użytkownikom sporo kłopotów, kosztów i wysiłku dla ich utrzymania, to elektrownie zaliczane do dużych w czasie ich powstania należy uznać za udane. Maszyny usytuowane w budynkach przy zaporach (Pilchowice i Złotniki) lub oddalonych od nich (Leśna, Lubachów), są bardzo trwałymi turbozespołami o konstrukcji poziomej ze spiralami w halach maszyn, połączonymi z generatorami bez przekładni. Zastosowano wszędzie turbiny Francisa, w części bliźniacze, pracujące w pierwotnym układzie do dni dzisiejszych. W omawianym okresie największą elektrownią były Pilchowice, o mocy 7,5 MW z sześcioma zespołami, w tym czterema bliźniaczymi, choć nie wszystkie były uruchomione od początku.

Kolejną elektrownią, zasługującą na wnikliwsze omówienie, jest uruchomiona (wg niepewnych źródeł) w 1910 roku elektrownia *Bledzew* na Obrze. Elektrownia ta, pierwotnie wyposażona w inne maszyny lub spełniająca inne funkcje, znamieną jest tym, że w 1923 roku, tj. 4 lata od prototypu zainstalowanego w Austrii, uruchomiono w niej pierwszą turbinę na ziemiach polskich (odzyskanych) wg wynalazku prof. Kaplana. Z trzech zainstalowanych tu maszyn dwie posiadają turbiny śmigłowe firmy Escher Wyss po 350 kW, a jedna turbinę Kaplana z regulacją łopat wirnika o mocy 630 kW tego samego producenta (inne źródła podają jako producenta jednej turbiny firmę Haffel-Schwarzkopf). Powyższy przykład pokazuje, jak szybko w omawianych czasach rozprzestrzeniały się praktyczne zastosowania nowych wynalazków i że tereny ziem odzyskanych były „otwarte” na nie, ale też nie ustępowała tym tendencjom energetyka polska

okresu międzywojennego, bo już po kilku latach wyposażono w nowoczesne turbiny Kaplana elektrownię Żur, gdzie również pracują do dziś. Obiekty hydrotechniczne elektrowni Bledzew uległy w okresie powojennym znacznemu zużyciu i były remontowane (wzmacniane) niedawno w latach 90-tych.

Drugą co do wielkości mocy elektrownią w omawianym okresie przed I wojną światową po Pilchowicach była elektrownia na rzece Słupi - *Gałąźnia Mała* (zwana w pierwszych dziesięcioleciach po II wojnie światowej Gąskowem). Elektrownia ta, na najwyższym z rozpatrywanych spadzie, prawie 40 m, została wyposażona w 5 poziomych turbozespołów typu Francisa i posiada moc ponad 4 MW. Wysoki spad uzyskano dzięki ominięciu przy pomocy układu derywacyjnego (zbiornik, jezioro, kanały, rurociągi przy elektrowni), kilkunastokilometrowego odcinka rzeki Słupi o dużym spadku z racji górnego biegu tej rzeki. Niektóre elektrownie, pochodzące z lat 1910-1913, należące do ESP S.A. i eksploatowane przez Z.E.W. Dychów zostały w ostatnich latach przebudowane i zmodernizowane w dużym zakresie. I tak, w przebudowanej elektrowni *Bukówka* na Nysie Łużyckiej zainstalowano w cylindrach metalowych dwie turbiny typu Flygt. W kompleksowo zmodernizowanych elektrowniach *Małomice* na Bobrze i *Sobolice* (Nysa Łużycka) w latach 1988-1993 zainstalowano nowe turbiny Kaplana produkcji DOZAMET - Nowa Sól z generatorami z DOLMELU - Wrocław. Podobną modernizacją i wymianą maszyn została objęta w latach 1994-1996 elektrownia *Zasieki* na Nysie Łużyckiej. W ten sposób kilka obiektów będących w eksploatacji od około 90-ciu lat i mocno zużytych zostało odnowionych i usprawnionych, a więc ich użytkowanie zostało przedłużone o kolejne kilkadziesiąt lat. Dotyczy to również jednej z dwóch elektrowni w obiekcie *Lidzbark* na Łynie, gdzie w odnowionym budynku zainstalowano w 1993 roku nową turbinę Kaplana z generatorem. Stara elektrownię wyposażoną w zespół z prymitywną przekładnią czeka ten sam los, podobnie jak elektrownię *Łyna* na tej samej rzece. Elektrownia Bobrowice II,



będąca w latach 70-tych w kilkuletnim postoju z powodu złego stanu technicznego, została staraniem użytkownika przywrócona do pracy.

W omawianym okresie powstały również trzy elektrownie na Raduni, początkujące przyszlą kaskadę tej rzeki. W elektrowni **Kuźnice** (1908 rok) zamontowano w 1961 roku w miejsce starej, wyeksploatowanej turbiny Francisa pierwszą całkowicie zaprojektowaną i wykonaną w kraju turbinę Kaplana. Maszyna ta została skonstruowana w Zakładzie Turbin Wodnych i Pomp Politechniki Gdańskiej pod kierunkiem prof. W.Krzyżanowskiego, a wytworzona w Zakładach Mechanicznych ZAMECH w Elblągu (wirnik) i Fabryce Maszyn Radomsko. Generator dostarczyły zakłady M-5 (DOLMEL). Oddana do eksploatacji w 1910 roku elektrownia **Rutki** jest najwyższym położonym obiektem hydroenergetycznym na Raduni. Wybudowana w Prusach, już w 1918 roku znalazła się w granicach II Rzeczypospolitej, tj. o 27 lat wcześniej niż pozostałe elektrownie kaskady. W tym samym roku uruchomiono elektrownię przy zbiorniku o pojemności 13,8 mln m<sup>3</sup> w **Straszynie**. Elektrownia była pierwotnie wyposażona w dwie poziome turbiny Francisa umieszczone w kotłach metalowych w hali maszyn. W 1937 roku uruchomiono w dobudowanej części budynku trzecią turbinę - śmigłową. Wszystkie turbiny dostarczyła do tej elektrowni firma Voith, a generatory Siemens.

Ostatnia elektrownia sprzed I wojny światowej, **Pieniężno** na dopływie Pasłęki - Walszy, zdewastowana i pozbawiona urządzeń w czasie II wojny światowej, została uruchomiona dopiero w 1958 roku po wyposażeniu jej w maszyny krajowe z turbinami poziomymi Francisa, z Fabryki Maszyn Radomsko i generatorami z M-5.

**Lata 1915-1918** to lata I wojny światowej, a więc zastoju inwestycyjnego w hydroenergetyce. Uruchomiono w tym czasie jedynie cztery obiekty, znacznie zaawansowane w przygotowaniu, w okresie przedwojennym. Łączna ich moc wyniosła zaledwie ok. 5 MW, a podstawowe parametry tych obiektów zestawiono

w tabeli 9. Wyposażone one zostały w turbiny Francisa, przeważnie poziome, niektóre bliźniacze.

**Tabela 9**

**Podstawowe parametry elektrowni wodnych  
uruchomionych w latach 1915-1918  
(na terenie Ziemi Odzyskanych)**

| Elektrownia | Rzeka           | Rok uruchom. | Moc MW | Przełyk turbin m <sup>3</sup> /s | Spad m | Obecna ilość i rodzaj turbozespołów | Obecna przynależność organizacyjna (Z.E. lub ZEW) |
|-------------|-----------------|--------------|--------|----------------------------------|--------|-------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Łabicz      | Nysa<br>Kłodzka | 1915         | 0.11   | 3.7                              | 3.2    | 1xF przek.                          | Wałbrzych                                         |
| Pierzchały  | Pasłęka         | 1916         | 2.64   | 33.0                             | 14.0   | 3xF bliż.poz.<br>przek.             | Elbląg                                            |
| Borowo      | Drawa           | 1917         | 0.91   | 14.0                             | 8.6    | 2xF bliż.poz.                       | Koszalin                                          |
| Lubachów    | Bystrzyca       | 1918         | 1.19   | 3.6                              | 46.0   | 3xF poz.                            | Wałbrzych                                         |

Uwaga - jak do tabeli 8.

Na szczególną uwagę zasługuje tu Lubachów na Bystrzycy, związany z trzecią w kolejności, wybudowaną na Dolnym Śląsku zaporą kamiennie-betonową o wysokości 44 m. Problematykę związaną z tego rodzaju zaporami omówiono wcześniej, w związku z uruchomieniem elektrowni Leśna i Pilchowice. Na tej zaporze, w odróżnieniu od poprzednich nie zastosowano sztolni obiegowych i galerii kontrolnych a przelewy zainstalowano w środkowej części zapory w koronie. Zapora zlokalizowana w pobliżu Zagórza Śląskiego, zamyka zbiornik o pojemności 8 mln m<sup>3</sup>, tj. najmniejszej w porównaniu z pozostałymi zaporami dolnośląskimi.

Z lat 1919-1930 pochodzi największa ilość elektrowni użytkowanych przez polską energetykę po II wojnie światowej i czynnych obecnie, a pochodzących z terenów odzyskanych od Niemiec. Jest ich w sumie 35 (tabela 10), o łącznej mocy prawie 70 MW. Największą mocą - 7,2 MW i spadem 45 m legitymuje się elektrownia **Bielkowo** na Raduni, piąta w kolejności uruchomiona na tej rzece po Kuźnicach, Rutkach, Straszynie i Pruszczu (1921 r.). Jest to elektrownia o charakterze szczytowym w układzie derywacyjnym złożonym ze zbiornika - kanału, sztolni przykrytej ziemią, efektownej wieży wyrównawczej przypominającej starodawną basztę oraz rurociągu stalowego o średnicy 2 m. W hali maszyn znajdują się trzy bliźniacze turbiny Francisa w układzie poziomym firmy Voith z generatorami Siemens. Elektrownia ta położona jest powyżej największego zbiornika na Raduni w Straszynie, o pojemności 13,8 mln m<sup>3</sup> wykorzystywanego również od lat 70-tych do poboru wody dla potrzeb miasta Gdańska. W dwa lata po Bielkowie, w 1927 roku oddano do użytku kolejny obiekt na Raduni, tj. następną w górę rzeki elektrownię **Łapino**, położoną przy zbiorniku o pojemności 2,1 mln m<sup>3</sup>, spiętrzoną zaporą ziemną o wysokości 15 m. W elektrowni zainstalowano dwa turbozespoły, na które składają się podwójne poziome turbiny Francisa firmy Schichau z generatorami AEG. Po uruchomieniu w następnym dziesięcioleciu elektrowni Juskowo (1934 r.) i Prędzieszyn (1937 r.), była gotowa cała kaskada Raduni, Składająca się z 8 elektrowni o łącznej mocy prawie 14 MW, wybudowana na potrzeby zaopatrzenia w energię szczytową Wolnego Miasta Gdańska, coraz większą mocą, w miarę uruchomienia kolejnych elektrowni, które zostały zlokalizowane w następującej kolejności z biegiem rzeki:

- |             |        |        |
|-------------|--------|--------|
| 1. Rutki    | spad - | 12 m   |
| 2. Łapino   | - „ -  | 13,4 m |
| 3. Bielkowo | - „ -  | 44,8 m |
| 4. Straszyn | - „ -  | 13,8 m |

|                |       |       |
|----------------|-------|-------|
| 5. Prędzieszyn | - „ - | 4,5 m |
| 6. Kuźnice     | - „ - | 4,0 m |
| 7. Juszkowo    | - „ - | 4,2 m |
| 8. Pruszcz     | - „ - | 2,5 m |

co daje łącznie 100 m wykorzystywanego spadku rzeki Raduni. Cztery ostatnie elektrownie niskospadowe, nie posiadające znaczących zbiorników pracują przeważowo równolegle z elektrownią Straszyn. Położone wyżej mogą pracować samodzielnie ponieważ przedzielają je większe zbiorniki. Obecnie kaskada Raduni jest administrowana i użytkowana przez Rejon Elektrowni Wodnych Straszyn, wchodzący w skład Gdańskiej Kampanii Energetycznej. Z najpóźniej uruchomioną elektrownią kaskady Raduni, elektrownią Prędzieszyn wiąże się ciekawa historia z drugiej połowy lat 70-tych. Próbowano tu i testowano zamontowany prowizorycznie prototyp turbozespołu rurowego dla małej energetyki wodnej, o średnicy wirnika 500 mm. Zgodnie z decyzją ówczesnego premiera Piotra Jaroszewicza, prototyp ten miał być zainstalowany w „pokazowej” małej elektrowni wodnej w ośrodku rządowym koło Garwolina, na rzece Promnik, która miała być wybudowana przez inwestora zastępczego Z.E. Warszawa - Teren. Pomysł w.w. decydenta „rozwią” się, a turbozespół zainstalowano w niewykorzystywanym budynku elektrowni Biesowice.

W omawianym okresie pierwszego dwunastolecia międzywojennego, tak obfitym w nowe elektrownie na terenach ziem odzyskanych, najwięcej z nich powstało na Bobrze z dopływami (10 obiektów), na rzekach Przymorza (13), na Odrze przy piętrzeniach żeglugowych od Kopina do Wrocławia (5 elektrowni) oraz na pozostałych dopływach Odry (7). Przeważająca większość tych obiektów wyposażona była w turbiny Francisa w układach pionowych i poziomych - często bliźniaczych. Połowa maszyn posiadała przekładnie między turbinami i generatorami. W okresie tym zaczęły się rozpowszechniać turbiny Kaplana, w które od początku wyposażono elektrownię Wrzeszczyn na Bobrze i dwie

elektrownie na Gwdzie - Podgaje i Jastrowie (lata 1929-30). Elektrownia *Wrzeszczyn* była drugą po Bledzewie elektrownią, w której zainstalowano na Ziemiach Odzyskanych turbiny Kaplana. Dwie turbiny na spad 15 m i przełyk 26 i 11,8 m<sup>3</sup>/s z mocą 3,01 i 1,37 MW dostarczyła firma Voith, a generatory pochodzą z firmy Sachsenwerk. Elektrownię posadowiono przy stopniu piętrzącym powyżej zbiornika pilchowskiego. W następnym roku powyżej Wrzeszczyna oddano kolejny stopień piętrzący z elektrownią 2,4 MW, *Bobrowice I* z podobnym spadem, wyposażony w turbiny bliźniacze Francisa w układzie poziomym. Drugą co do wielkości mocy w omawianym okresie po Bielkowie, była uruchomiona w roku 1924 elektrownia *Wrocław I*, wyposażona początkowo w dwie turbiny Francisa o mocy 2 MW a następnie uzupełniona dwoma turbinami Kaplana o mocy 2,8 MW.

W tym samym czasie, bo w 1924 roku oddano do użytku na Kwisie czwartą z tzw. zapór kamienno-betonowych, zaporę ze zbiornikiem energetyczno-przeciwpowodziowym w Złotnikach. Zapora ta, zbudowana powyżej zbiornika w Leśnej, o wysokości 36 m, zamyka zbiornik o pojemności 10,5 mln m<sup>3</sup> objęty wspólnie ze zbiornikiem Leśna wspólną gospodarką wodną i przeciwpowodziową (wymagana rezerwa powodziowa może być utrzymywana na jednym z tych zbiorników). Rozwiązania techniczne i problematykę związaną z tym obiektem omówiono wcześniej, przy opisie elektrowni Leśna i Pilchowice. Elektrownia Złotniki, posadowiona w budynku przy zaporze została wyposażona w 3 bliźniacze turbiny Francisa w układzie poziomym firmy Voith z generatorami firmy Siemens.

Elektrownie Żagań I i Gorzupia na Bobrze przez lata powojenne były nieczynne ze względu na znaczne uszkodzenia. Ruszyły dopiero, odpowiednio w latach 1955 i 1952 po remontach i uzupełnieniu wyposażenia. W elektrowni Żagań I, obok dwóch turbin Francisa (Voith, Siemens) z przekładniami, uruchomiono turbozespół bez przekładni pionowy z turbiną Francisa z Fabryki Maszyn w Radomsku (generator M1). W 1996 roku przystąpiono do przebudowy i modernizacji obu tych elektrowni. Nową elektrownię w Gorzupi uruchomiono w

1998 roku, z mocą 1680 kW. Obszerniejsze omówienie modernizacji elektrowni w ESP S.A. - ZEW Dychów w latach 90-tych zawarto w rozdziale 4.7.

**Tabela 10**

**Podstawowe parametry elektrowni wodnych  
uruchomionych w latach 1919-1930  
(na terenie Ziemi Odzyskanych)**

| Elektrownia        | Rzeka     | Rok<br>uruchom | Moc<br>MW | Przetyk<br>turbiny<br>m <sup>3</sup> /s | Spad<br>m | Obecna ilość<br>i rodzaj<br>turbozespołów | Obecna<br>przynależność<br>organizacyjna<br>(Z.E. lub ZEW) |
|--------------------|-----------|----------------|-----------|-----------------------------------------|-----------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Pruszcz            | Radunia   | 1921           | 0,10      | 6,8                                     | 2,5       | 1xF przek.                                | Gdańsk                                                     |
| Trzebiatów         | Rega      | 1921           | 0,15      | 8,6                                     | 2,2       | 1xF przek.                                | Szczecin                                                   |
| Drzeżewo           | Łupawa    | 1922           | 0,09      | 5,0                                     | 2,6       | 1xF przek.                                | Słupsk                                                     |
| Grajówka           | Bóbr      | 1922           | 2,93      | 70,8                                    | 5,2       | 3xK                                       | ESP S.A.<br>Dychów                                         |
| Gucisz             | Myśla     | 1922           | 0,17      | 8,0                                     | 2,8       | 1xF poz.przek.                            | Gorzów                                                     |
| Likowo             | Rega      | 1922           | 0,81      | 24,0                                    | 4,8       | 3xF 3wir.poz.                             | Szczecin                                                   |
| Rosnów             | Radew     | 1922           | 3,30      | 27,0                                    | 16,0      | 3xF bliż.poz.                             | Koszalin                                                   |
| Skarszów           | Szkotewka | 1922           | 0,19      | 3,6                                     | 7,0       | 1xF poz.przek.                            | Słupsk                                                     |
| Szkl. Poręba<br>II | Kamienna  | 1922           | 0,14      | 1,35                                    | 15,0      | 2xF 1G poz.                               | Jelenia Góra                                               |
| Bystrzyca          | Nysa Kł.  | 1923           | 0,46      | 6,2                                     | 6,7       | 2xF poz.przek.                            | Wałbrzych                                                  |
| Janowice           | Odra      | 1923           | 1,10      | 47,0                                    | 3,3       | 2xF przek.                                | Wrocław                                                    |
| Kopin              | Odra      | 1923           | 0,84      | 26,0                                    | 3,3       | 1xF                                       | Opole                                                      |
| Marszowice         | Bystrzyca | 1923           | 0,38      | 13,1                                    | 3,8       | 2xF przek.                                | Wrocław                                                    |
| Strzegomino        | Słupia    | 1923           | 2,4       | 27,0                                    | 12,5      | 3xF bliż.poz.                             | Słupsk                                                     |
| Żagań I            | Bóbr      | 1923           | 1,08      | 36,0                                    | 3,5       | 3xF 2xprzek.                              | ESP S.A.<br>Dychów                                         |
| Żagań II           | Bóbr      | 1923           | 0,92      | 37,4                                    | 4,8       | 3xF                                       | ESP S.A.<br>Dychów                                         |
| Braniewo           | Pasłęka   | 1924           | 0,40      | 28,0                                    | 3,0       | 2xF                                       | Elbląg                                                     |
| Gorzupia           | Bóbr      | 1924           | 0,89      | 34,5                                    | 3,0       | 2xF przek.                                | Dychów                                                     |
| Rejowice           | Rega      | 1924           | 1,60      | 30,0                                    | 7,2       | 2xF poz.                                  | Szczecin                                                   |

|               |          |      |      |       |      |                    |                    |
|---------------|----------|------|------|-------|------|--------------------|--------------------|
| Wrocław I     | Odra     | 1924 | 4,83 | 126,0 | 5,5  | 2xF,2xK            | Wrocław            |
| Wrzeszczyn    | Bóbr     | 1924 | 4,38 | 37,8  | 15,0 | 2xK                | Jelenia Góra       |
| Złotniki      | Kwisa    | 1924 | 4,17 | 20,3  | 30,0 | 3xF bliż.poz.      | Jelenia Góra       |
| Bielkowo      | Radunia  | 1925 | 7,2  | 21,6  | 44,8 | 3xF bliż.poz.      | Gdańsk             |
| Bobrowice I   | Bóbr     | 1925 | 2,38 | 23,5  | 14,5 | 3xF bliż.poz.      | Jelenia Góra       |
| Krzynia       | Słupia   | 1925 | 0,92 | 17,0  | 7,3  | 2xF bliż.poz.      | Słupsk             |
| Wrocław II    | Odra     | 1925 | 1,00 | 32,0  | 5,2  | 2xF                | Wrocław            |
| Bobrowice III | Bóbr     | 1927 | 0,13 | 2,2   | 8,8  | 1xF poz.przek.     | Jelenia Góra       |
| Gubin         | Nysa Ł.  | 1927 | 1,10 | 28,4  | 4,5  | 2xK przek.<br>1xSm | ESP S.A.<br>Dychów |
| Łapino        | Radunia  | 1927 | 2,00 | 22,0  | 13,4 | 2xF poz.podw.      | Gdańsk             |
| Nysa          | Nysa Kł. | 1927 | 0,84 | 37,1  | 3,4  | 1xF 1xFlygt        | Opole              |
| Pilchowice II | Bóbr     | 1927 | 0,83 | 23,6  | 5,0  | 3xF biż.poz.       | Jelenia Góra       |
| Brzeg         | Odra     | 1928 | 0,23 | 10,5  | 2,5  | 1xF przek.         | Opole              |
| Ołownik       | Wegorapa | 1928 | 0,17 | 7,9   | 2,0  | 1xF przek.         | Białystok          |
| Podgaje       | Gwda     | 1929 | 2,20 | 29,0  | 9,6  | 2xK                | Poznań             |
| Jastrowie     | Gwda     | 1930 | 1,72 | 29,0  | 7,2  | 2xK                | Poznań             |

Uwagi jak do tabeli 8

W 1927 roku uruchomiono w elektrowni Gubin na Nysie Łużyckiej, jako trzeciej po Bledzewie i Wrzeszczynie na ziemiach polskich w obecnych granicach, turbinę Kaplana - śmigłową. Wcześniej (wg różnych źródeł od 1910 roku lub w późniejszych latach) elektrownia ta wyposażona była w dwie turbiny Francisa. Doinstalowana turbina śmigłowa firmy Escher Wyss, napędzała nietypowy 6-fazowy generator prądu przemiennego, prostowanego następnie w celu zasilania sieci miejskiej prądu stałego. Moc tego zespołu wynosiła 0,3 MW. W 1970 roku wyeksploatowane i będące w postoju maszyny z turbinami Francisa wymontowano, instalując w ich miejsce dwie turbiny Kaplana z ręcznie przestawianymi łopatomy wirników o mocy po 0,4 MW, opracowane w kraju i wyprodukowane w Stoczni Marynarki Wojennej w Gdyni. Generatory do tych zespołów dostarczyła firma DOLMEL z Wrocławia.

W latach 1931-1940 po początkowym zastoju związanym z kryzysem światowym z końca lat dwudziestych, następuje kolejny okres pomyślnego rozwoju energetyki wodnej na terenach niemieckich, przejętych przez Polskę jako Ziemie Odzyskane. Uruchomiono w tym czasie na tych ziemiach 20 elektrowni zestawionych w tabeli 11, o łącznej mocy ok.100 MW, uzupełniając o ostatnie przedwojenne „ogniwa”, kaskady i zespoły elektrowni wodnych na Bobrze (4 elektrownie), Nysie Kłodzkiej (2 elektrownie), Łupawie (2 elektrownie), Gwdzie (2 elektrownie), Raduni (2 elektrownie) i po jednej elektrowni na 8 innych rzekach. W omawianym okresie obok turbin Francisa, przeważnie w położeniu pionowym, w powszechnym stosowaniu znajdują się turbiny Kaplana. Dużo maszyn wyposażonych jest w przekładnie. Kilka elektrowni zostało znacznie zdewastowanych i pozbawionych turbozespołów lub ich elementów w wyniku działań wojennych i powojennych (wywóz na wschód). Elektrownie te nie były uruchomione bezpośrednio po II wojnie światowej lecz dopiero po kilku lub kilkunastu latach (1951-1961), z nowym wyposażeniem. Dotyczyło to elektrowni Łebień (uruchomionej w 1961 r.), Smóldzino (uruchomionej w 1957 r.), Biesowice (uruchomionej w 1954 r.) Dychów i Przesieka i niektórych innych. W niektórych z nich w ramach odbudowy zainstalowano turbiny Francisa wyprodukowane w Fabryce Maszyn Radomsko, kontynuującej bogate tradycje w tym zakresie przedwojennej firmy Kryzel i Wojakowski - Fabryka Maszyn i Odlewów Żelaza w Radomsku. Takie turbiny z krajowymi generatorami są w Smóldzinie, Biesowicach i Zelkowie na Łupawie (brak daty 1 uruch.).

*Elektrownia szczytowo-pompowa Dychów.* Niewątpliwie, najważniejszym wydarzeniem w hydroenergetyce na ziemiach odzyskanych w ostatnim dziesięcioleciu przedwojennym było oddanie do eksploatacji w 1936 roku elektrowni szczytowo-pompowej w Dychowie na Bobrze. Elektrownia *Dychów*, usytuowana w dolnym biegu rzeki Bóbr, zasilana jest jej wodą przy pomocy 20-to kilometrowego otwartego kanału derywacyjnego, biorącego początek ze zbiornika spiętrzonego jazem w Krzywańcu i biegnącego po lewej stronie



naturalnego koryta Bobra. Przed elektrownią położony jest zbiornik górny, boczny w stosunku do kanału o pojemności 4 mln m<sup>3</sup>. Rolę dolnego zbiornika pełni akwen spiętrzony stopniem wodnym Raduszec Stary z elektrownią o mocy 3 MW (2 turbiny Kaplana z przekładniami firmy Voith z generatorami Siemens), uruchomiony o rok wcześniej od Dychowa. Elektrownia Dychów została pierwotnie wyposażona w 3 turbozespoły z turbinami Kaplana na spad 30 m i mocy po 25 MW. Dwie turbiny wyprodukowała firma Escher Wyss, a trzecią Voith. Zainstalowane w elektrowni dwie pompy akumulacyjne po 5,2 MW mocy dostarczyła również firma Escher Wyss. W wyniku działań wojennych w roku 1945 szereg obiektów węzła dychowskiego zostało uszkodzonych, a wyposażenie elektrowni wraz z turbozespołami wywiezione przez wojska sowieckie na wschód. W wyniku odbudowy hydrowęzła i uwieńczonych sukcesem starań o zwrot maszyn od wschodniego sąsiada, w latach 1951-1952 uruchomiono w Dychowie dwa turbozespoły Kaplana, wyprodukowane w petersburskiej fabryce LMZ, o mocy po 26,1 MW. Trzecią turbinę tego samego pochodzenia oddano do użytku dopiero w 1961 roku (moc 27,3 MW). Dobudowano również dwie dodatkowe pompy akumulacyjne o mocy po 5 MW produkcji krajowej. Elektrownia Dychów od 1952 r., aż do uruchomienia elektrowni w Solinie była największą elektrownią w Polsce i jedyną szczytową wyposażoną w człon pompowy spełniający ważną rolę w ówczesnym systemie elektroenergetycznym kraju. Moc tej elektrowni po wojnie została zwiększona o ok. 5 MW w stosunku do rozwiązania przedwojennego, podwojono również wydajność pompowania, czyniąc ją bardziej operatywną, zwłaszcza w okresach niskich dopływów wody rzeką Bóbr. Niestety wadą tego węzła energetycznego jest zbyt mały zbiornik górny, pozwalający na pokrycie pełną mocą tylko 3,5 godzinnej strefy szczytowego zapotrzebowania na moc w KSE. Obecnie elektrownia wraz z 16 elektrowniami przepływowymi na Bobrze, Nysie Łużyckiej i Kwisie należy do ESP S.A. i jest eksploatowana przez Zespół Elektrowni Wodnych Dychów S.A.

Tabela 11

**Podstawowe parametry elektrowni wodnych  
uruchomionych w latach 1931-1940  
(na terenie Ziemi Odzyskanych)**

| Elektrownia    | Rzeka    | Rok<br>uruchom | Moc<br>MW | Przełyk<br>turbiny<br>m <sup>3</sup> | Spad<br>m | Obecna ilość<br>i rodzaj<br>turbozespołów | Obecna<br>przynależność<br>organizacyjna<br>(Z.E. lub ZEW) |
|----------------|----------|----------------|-----------|--------------------------------------|-----------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Kraszewice     | Bóbr     | 1932           | 0,93      | 25,2                                 | 5,2       | 2xK                                       | Jelenia Góra                                               |
| Łebień         | Łupawa   | 1932           | 0,05      | 3,2                                  | 2,3       | 1xF przek.,<br>1xSm                       | Słupsk                                                     |
| Otmuchów       | Nysa Kł. | 1932           | 4,8       | 43,0                                 | 14,5      | 2xF                                       | Opole                                                      |
| Ptusza         | Gwda     | 1932           | 1,30      | 27,0                                 | 6,0       | 2xK                                       | Poznań                                                     |
| Juszkowo       | Radunia  | 1934           | 0,24      | 7,0                                  | 4,3       | 1xK przek.                                | Gdańsk                                                     |
| Rakowiec       | Nogat    | 1934           | 0,56      | 30,0                                 | 2,5       | 1xK przek.                                | Elbląg                                                     |
| Szkl. Poręba I | Kamienna | 1934           | 0,68      | 2,1                                  | 45,5      | 2xF poz. 1G                               | Jelenia Góra                                               |
| Międzylesie    | Myśla    | 1935           | 0,18      | 9,0                                  | 3,5       | 1xK                                       | Gorzów                                                     |
| Opolnica       | Nysa Kł. | 1935           | 0,43      | 17,8                                 | 2,7       | 2xF przek.                                | Wałbrzych                                                  |
| Raduszc<br>St. | Bóbr     | 1935           | 2,98      | 73,0                                 | 4,8       | 2xK przek.                                | ESA S.A.<br>Dychów                                         |
| Smółdzino      | Łupawa   | 1935           | 0,20      | 7,3                                  | 2,2       | 2xF przek.                                | Słupsk                                                     |
| Wadąg          | Wadąg    | 1935           | 0,20      | 8,5                                  | 2,5       | 1xF przek.                                | Olsztyn                                                    |
| Włodzice<br>M. | Bóbr     | 1935           | 0,87      | 20,0                                 | 6,3       | 2xK                                       | Jelenia Góra                                               |
| Brązdwałd      | Łyna     | 1936           | 2,16      | 34,4                                 | 8,5       | 2xK                                       | Olsztyn                                                    |
| Biesowice      | Wieprza  | 1936           | 0,43      | 12,3                                 | 4,8       | 3xF bliż.poz.,<br>1xK rurowa              | Słupsk                                                     |
| Dychów         | Bóbr     | 1936           | 79,5      | 330,0                                | 29,8      | 3xK                                       | ESP S.A.<br>Dychów                                         |
| Rościno        | Parsęta  | 1936           | 0,30      | 14,0                                 | 3,8       | 2xK rurowe                                | Koszalin                                                   |
| Koszyce        | Gwda     | 1936           | 1,02      | 40,2                                 | 3,5       | 2xK przek.                                | Poznań                                                     |
| Przędziszyn    | Radunia  | 1937           | 0,80      | 26,4                                 | 4,5       | 2xK                                       | Gdańsk                                                     |
| Turawa         | M. Panew | 1937           | 1,80      | 18,0                                 | 13,0      | 2xF                                       | Opole                                                      |
| Przysieka      | Nysa Ł.  | 1940           | 0,80      | 23,7                                 | 4,0       | 2xK przek.                                | ESA S.A.<br>Dychów                                         |

Uwaga - jak do tabeli 8

Warto również wspomnieć, że obiekt dychowski był ważnym doświadczeniem jak również „szkołą” dla wielu budowniczych i eksploatorów późniejszych, większych i nowocześniejszych elektrowni wodnych i pompowych.

Rok 1936 zapisał się w historii hydroenergetyki jeszcze jednym ważnym wydarzeniem, a mianowicie uruchomieniem pierwszej na świecie elektrowni z turbinami rurowymi Kaplana w powstałej na rzece Parsęcie Koło Białogardu elektrowni *Rosćino* wg koncepcji inż. Arno Fischera. Szczegółowe omówienie tej ciekawie rozwiązanej (elektrownia pod przelewem jazu) lecz niedopracowanej i awaryjnej siłowni opisano dalej, w rozdziale 4.5., ponieważ została ona ponownie uruchomiona po przekonstruowaniu i wyposażeniu w nowe turbozespoły, po 40 latach (i ponad 30 latach postoju) w 1976 roku.

W omawianym, ostatnim dziesięcioleciu przedwojennym drugą po Dychowie co do wielkości mocy elektrownią była uruchomiona w 1932 r. elektrownia *Otmuchów* na Nysie Kłodzkiej, przy dużym, o pojemności 134 mln m<sup>3</sup> zbiorniku, wybudowanym w celu zasilania wodą w okresach suchych - skanalizowanego dla potrzeb żeglugi odcinka Odry i dalszego jej biegu poniżej Wrocławia (drugim takim zbiornikiem o pojemności 108 mln m<sup>3</sup> był oddany do eksploatacji zbiornik *Turawa* na Małej Panwi, również z elektrownią). Obie te elektrownie wyposażone zostały w turbiny pionowe Francisa z generatorami, w pierwszym przypadku Siemens, a w drugim firmy Gerbe-Lokmajer.

### 3.4. Stan i problematyka starych elektrowni i budowli wodnych

Kompleksowe badania problematyki starzenia się elektrowni wodnych i związanych z nimi budowli zostały przeprowadzone w latach 1991-94 przez zespół pod kierunkiem Jerzego Spoza, pod egidą Narodowej Fundacji Gospodarki Wodnej i w oparciu o fundusze przyznane przez Komitet Badań Naukowych. Badaniami objęto stare elektrownie wodne, do których zaliczono obiekty czynne jeszcze w latach 90-tych a wybudowane i uruchomione do 1940 roku na Ziemiach

Odzyskanych i przedwojennej Polsce, niezależnie od długości powojennego postępu, zakresu odnowy czy modernizacji i daty ponownego włączenia do eksploatacji. Takich elektrowni w energetyce zawodowej tj. w Zespole Elektrowni Wodnych Dychów i 14 zakładach energetycznych jest obecnie eksploatowanych około dziewięćdziesięciu. Celem prac badawczych pn. „Analiza kierunków rewaloryzacji obiektów hydroenergetycznych” było opracowanie zasad ocen oraz koncepcji i kierunków wykorzystania tych obiektów w oparciu o określenie ich stanu oraz o wyniki analiz czynników i zagadnień mających wpływ na ich starzenie się.

Elektrownie wodne uruchomione w latach 1897-1940 charakteryzują się dużą różnorodnością typów i rozwiązań turbozespołów, rodzajów zapór, budowli piętrzących i innych, typów zamknięć na przelewach i jazach. W elektrowniach tych zainstalowane są 192 turbozespoły o łącznej mocy 200 MW (w tym elektrownia Dychów o mocy 80 MW). Produkcja energii elektrycznej wynosi przeciętnie 465 GWh w roku. Średni czas wykorzystania mocy wynosi ok. 2300 godzin w roku.

Większość starych elektrowni posiada charakter obiektów przepływowych, bez znacznej retencji zasobów wodnych. W 25 przypadkach elektrownie wykorzystują zbiorniki o pojemności większej od 1 mln metrów sześciennych. Nie wszystkie zbiorniki umożliwiają retencjonowanie wody i pracę szczytową z uwagi np. na małą pojemność, zamulenie itp.

Obiekty w większości wyposażone są w zapory ziemne z betonowymi częściami przelewowymi, najczęściej zblokowanymi z budynkami elektrowni lub ujęciami wody do turbin. Na urządzeniach przelewowych zastosowano wiele rodzajów urządzeń do przepuszczania wód. Najpopularniejsze są zasuwy różnego typu. W niektórych zastosowano zastawki, zasuwy z kłapami i kłapy.

Budynki elektrowni w większości przypadków są znacznie rozbudowane, wielopiętrowe, z rozdzielniami elektrycznymi i stacjami transformatorów

wewnątrz i wyposażone w różne dodatkowe pomieszczenia. Niektóre elektrownie posiadają kanały i rurociągi derywacyjne.

Stare elektrownie wodne wyposażone są w różnorodne pod względem typów i rodzajów maszyny podstawowe, pochodzące od wielu różnych producentów. Spośród około 190 turbozespołów zainstalowanych w czynnych obecnie starych elektrowniach zawodowych, większość wyposażono w turbiny Francisa, a pozostałe w turbiny Kaplana i turbiny śmigłowe. Turbiny Francisa występują w układach pionowych i poziomych, wśród których są rozwiązania bliźniacze, turbozespoły podwójne i potrójne. Turbiny Kaplana występują wyłącznie w rozwiązaniach pionowych. Przekładnie pośredniczące w zmianach obrotów między turbinami i generatorami zainstalowane są w 50-ciu turbozespołach. Układ dwóch turbin pracujących na 1 generator zastosowano w pięciu przypadkach. Szczegółowy podział turbin zawiera tabela 17.

Wiele starych elektrowni wchodziło pierwotnie w skład zakładów przemysłowych, stanowiąc dla nich źródło energii. Powodowało to przypadkowość w ich lokalizowaniu i powstawanie tzw. „luźnych kaskad” z ich podstawowymi wadami jak erozja koryt, przemieszczanie się rumowiska i niewykorzystanie energetycznego potencjału rzeki.

Nie wszystkie stare elektrownie dotrwały do naszych czasów w stanie pierwotnym. Niektóre z nich nie zostały uruchomione w pierwszych latach po wojnie, ulegając dewastacji, nim przystąpiono do ich odbudowy i wyposażenia w nowe urządzenia. W innych elektrowniach dokonywano wymiany wyposażenia na nowsze, nowocześniejsze lub innego typu, tak w czasie użytkowania ich przez Niemców, jak i w okresie powojennym. Celem niektórych modernizacji było zastąpienie maszyn zużytych nowymi, a w innych zwiększenie efektów i sprawności, albo jedno i drugie jednocześnie. Udało się ustalić 28 elektrowni w których dokonano znaczących zmian, tj. ok. 30% ogółu rozpatrywanych.

Zagadnienia związane ze starymi obiektami hydroenergetycznymi obejmują problemy wynikające z przyjęcia lub zastosowania początkowego

parametrów i rozwiązań, które współcześnie nie odpowiadają wymaganiom, obniżają efekty, stan bezpieczeństwa, wpływają niekorzystnie na środowisko, otoczenie i obsługę oraz obniżenie się wartości, efektywności i stanu bezpieczeństwa czy wzrost niekorzystnych oddziaływań na środowisko i otoczenie w wyniku różnorodnych zmian jakie nastąpiły w obiektach, w urządzeniach, budowlach itp. w wyniku upływu czasu.

Do problematyki wynikającej z niedoskonałości projektowania i rozwiązań stosowanych przed kilkudziesięciu latami można przede wszystkim zaliczyć:

- obniżony stan bezpieczeństwa obiektów wynikający z niewystarczającej przepustowości i nadmiernej koncentracji przepływów urządzeń do przepuszczania wód i koryt dolnych,
- konstrukcje i ubezpieczenia budowli hydrotechnicznych nie gwarantujące pełnego bezpieczeństwa,
- ograniczone efekty energetyczne na skutek złego doboru urządzeń i ich parametrów, niskiej sprawności, „przeprojektowywania” itp.
- niedostosowanie urządzeń i ich parametrów do warunków hydrologicznych, objętości zbiorników, charakteru wezbrań itp.

Efekty i objawy starzenia się różnych elementów i czynników związanych ze starymi obiektami hydrotechnicznymi występują wielokierunkowo i różnorodnie w odniesieniu do urządzeń mechanicznych, elektrycznych, budowli hydrotechnicznych, obwałowań, koryt, zbiorników oraz urządzeń do przepuszczania wód na stopniach, kanałach, wlotach i wylotach.

Przeprowadzone badania wykazały, że zdecydowana większość starych elektrowni wodnych znajduje się w niezadowolającym stanie technicznym, a co czwarta z nich w stanie złym, wymagającym szybkiego podjęcia prac remontowych. Ponadto w wielu elektrowniach istnieje możliwość uzyskania dodatkowych efektów energetycznych w wyniku modernizacji.

Około 20% starych obiektów stwarza potencjalne zagrożenia wynikające z niewystarczającej przepustowości urządzeń do przepuszczania wód lub nadmiernych przepływów jednostkowych. Inne elektrownie mogą zagrażać otoczeniu z uwagi na nieujawnione osłabienia stopnia bezpieczeństwa.

Na podstawie przeprowadzonych analiz, można uszeregować występujące problemy w kolejności od najważniejszych, bardziej decydujących o losie obiektu, poprzez łatwiejsze, mniej kosztowne w opanowaniu, usunięciu lub usprawnieniu. Do najważniejszych niewątpliwie należy zaliczyć:

- niezadowalający stan budowli hydrotechnicznych, zagrożenie ich bezpieczeństwa, erozję koryt poniżej stopni,
- niewystarczającą przepustowość urządzeń przelewowych i upustowych, zły stan zamknięć wodnych,
- zużycie urządzeń elektrycznych z naruszeniem bezpieczeństwa.

Do ważnych z energetycznego punktu widzenia:

- wpływ czynników zewnętrznych na ubytki mocy i produkcji,
- poprawa sprawności maszyn, uzyskanie wzrostu mocy i produkcji energii elektrycznej,
- utrata pojemności zbiorników skutkiem zanoszenia rumowiskiem lub zamulenia osadami.

Do pozostałych, o nieco mniejszym znaczeniu:

- ograniczenia przepływów, zmiany hydrologiczne,
- zużycie urządzeń mechanicznych i elektrycznych,
- ochrona zabytków,
- usprawnienia obsługi, automatyzacja, komputeryzacja.

Do poważniejszych problemów związanych ze starymi obiektami hydrotechnicznymi należy zaliczyć występowanie przypadków niewystarczającej przepustowości urządzeń przelewowych i upustowych stopni i zapór oraz nadmiernego przepływu jednostkowego przez te urządzenia czyli nadmiernej

koncentracji przepływu na tych urządzeniach i w korytach poniżej stopni. Kolejnym problemem jest zmniejszanie się zdolności retencyjnych zbiorników skutkiem zamulania, zwłaszcza w odniesieniu do mniejszych obiektów nizinnych. Niektóre zbiorniki w ciągu kilkudziesięciu lat eksploatacji uległy prawie całkowicie zamuleniu, zmieniając właściwie zbiornik w koryto rzeki. Małych zbiorników na ogół nie bagrowano z uwagi na problemy ekologiczne, koszty i uciążliwość takich zabiegów. Konstrukcje budynków elektrowni budowanych w latach do 1914 roku z betonu niezbrojonego wymagają w czasie modernizacji tych elektrowni specjalnych rozwiązań, jak wewnętrzne żelbetowe obudowy komór i rur ssących.

Koszty wytwarzania energii elektrycznej w starych elektrowniach utrzymują się w przybliżeniu na równi z ceną sprzedaży energii elektrycznej, zawierając w sobie ok. 30% kosztów rewaloryzacji substancji elektrownianej, co jest jednocześnie górną granicą możliwości bez dokładania środków z zewnątrz. Jednocześnie zwracają uwagę duże udziały i wartości w tych kosztach wytwarzania takich składników jak płace i koszty ogólnozakładowe. Ponoszone dotychczas koszty rewaloryzacji starych elektrowni są niewystarczające i stanowią ok. 30% potrzeb w tym zakresie. Aby w ciągu najbliższych 30 lat odnowić i usprawnić substancję starych elektrowni, trzeba przeznaczyć na ten cel dodatkowo kwoty rocznie niemalże równe obecnym kosztom wytwarzania energii w starych elektrowniach. Do tej pory odnowiono ok. 20% substancji starych elektrowni. Obecni użytkownicy, przy aktualnych cenach na energię (rewaloryzowanych ze względu na inflację), nie będą w stanie ponieść tych dodatkowych kosztów siłami własnymi.

Rozważając celowość podjęcia rewaloryzacji oraz poniesienia jej kosztów należy mieć na uwadze, że ewentualne zaniechanie starań o utrzymanie w ruchu starych obiektów przez dłuższy okres i doprowadzenie do ich sukcesywnej likwidacji nie jest bezkosztowe. Unieruchomienie i zlikwidowanie starych elektrowni, jak również związane z tym zobowiązania i uwarunkowania



zewnątrzne ze strony środowiska i innych użytkowników wód będzie wymagało poniesienia znacznych nakładów.

Możliwe są następujące kierunki postępowania przyszłościowego w odniesieniu do starych obiektów hydroenergetycznych:

- pozostawienie obiektu w stanie istniejącym, po ewentualnym określeniu uzasadnionego, realnego okresu możliwej dalszej eksploatacji bez dokonania zabiegów rewaloryzacyjnych,
- zmiany funkcji, zadań obiektu w związku z priorytetami gospodarki wodnej,
- modernizacja, wymiana turbozespołów wraz z urządzeniami pomocniczymi (poprawa mocy, sprawności i produkcji),
- modernizacja urządzeń elektrycznych, rozdzielni, nastawni i sterowania,
- usprawnienie obsługi, automatyzacja, komputeryzacja,
- przebudowa urządzeń do przepuszczania wody, zwiększenie przepustowości, funkcjonalności,
- przebudowa dolnego koryta, zmniejszenie koncentracji odpływu,
- wzmocnienie, modernizacja, przebudowa budowli hydrotechnicznych, budynku elektrowni i jego fundamentów w aspekcie poprawy bezpieczeństwa,
- zwiększenie pojemności zbiornika lub jej odzyskanie, podwyższenie poziomu piętrzenia i spadu,
- zmniejszenie, częściowa likwidacja obiektu, części energetycznej, części turbozespołów itp.,
- likwidacja obiektu hydroenergetycznego w całości, po jego wyeksploatowaniu lub z różnych innych względów.

Przy podejmowaniu działań odnawiających należy brać pod uwagę realne możliwości uzyskania dodatkowych efektów energetycznych. Już tylko przy wzięciu pod uwagę niektórych źródeł ewentualnych przyrostów mocy i produkcji energii elektrycznej jak poprzez poprawę sprawności i wykorzystania przepływów drogą modernizacji turbozespołów, realne jest uzyskanie przyrostów mocy

i produkcji energii elektrycznej rzędu kilkunastu procent w stosunku do wielkości uzyskiwanych obecnie.

Użytkownicy starych obiektów hydroenergetycznych mają znaczący wpływ na ograniczenie tempa objawów starzenia się ich elementów i ewentualne opóźnienie konieczności podejmowania kosztownych przedsięwzięć rewaloryzacyjnych. Można tego dokonywać poprzez prowadzenie właściwej eksploatacji i skrupulatnego przestrzegania zasad i częstotliwości oględzin, przeglądów, pomiarów kontrolnych i ich ocen. Niezbędne jest również niezwłoczne usuwanie zauważonych nieprawidłowości, dokładne wykonywanie robót remontowych itp.

W starych elektrowniach wodnych zawodowych ulokowany jest znaczny majątek. Ich odtworzenie wymagałoby poniesienia nakładów rzędu 200 miliardów złotych w cenach 1996 roku, co jest obecnie kwotą nie mieszczącą się nie tylko w możliwościach energetyki ale i budżetu państwa. Warto więc przedsięwziąć wszechstronne działania w celu przedłużenia możliwości bezpiecznej eksploatacji starych elektrowni wodnych jeszcze przez wiele lat.

Trzeba również pamiętać, że kilkadziesiąt potrzebnych, tanich i ekologicznych lokalnych źródeł energii to także „żywy” skansen architektury przemysłowej i techniki elektrownianej z pierwszej połowy XX wieku, od rozwiązań prymitywnych do prawie nowoczesnych na miarę obecnych czasów. Dlatego też powinny być chronione i wykorzystywane do celów dydaktycznych, turystycznych i retrospektywnych przeżyć estetycznych.

## **4. ROZWÓJ ENERGETYKI WODNEJ PO II WOJNIE ŚWIATOWEJ**

### **4.1. Stan energetyki wodnej w latach 1945-1946**

Natychmiast po ustaniu działań wojennych i wyzwoleniu Polski, mieszkańcy naszego kraju przystąpili do działań mających na celu przywrócenie funkcjonowania w możliwych granicach miast, fabryk, komunikacji, rolnictwa itp.

W tych działaniach, podejmowanych częstokroć nadludzkim wysiłkiem znaczącą rolę odegrali energetycy uruchamiając bardzo szybko te elektrownie i sieci, które nie były doszczętnie zniszczone, celem zaopatrzenia w energię elektryczną budzącej się gospodarki. Niemalą rolę w tym pierwszym okresie odbudowy odegrały elektrownie wodne, które nie ucierpiały zbyt mocno w czasie działań wojennych lub zostały tylko nieznacznie uszkodzone, stanowiąc w niektórych rejonach kraju podstawowe źródła wytwarzania i rozdziału energii elektrycznej, ponieważ większość z nich powiązana była obiektowo z lokalnymi rozdzielniami i sieciami też będącymi we stanie pozwalającym na szybkie uruchomienie.

Według danych z Centralnego Zarządu Energetyki (publikowanych przez GUS w 1947 r.) do końca 1946 roku zdołano uruchomić 80 elektrowni wodnych zawodowych o łącznej mocy 135 MW i kilkanaście elektrowni o mocy około 6 MW przy fabrykach i gospodarstwach rolnych (zaliczanych do elektrowni przemysłowych). Najwięcej elektrowni zawodowych, bo aż 29 o łącznej mocy ponad 37 MW zdołano uruchomić na Dolnym Śląsku, w granicach ówczesnego województwa wrocławskiego, głównie na Bobrze i Kwisie. Największą uruchomioną elektrownią w tym rejonie były Pilchowice (7,5 MW), a kolejnymi większymi Otmuchów (4,8 MW), Wrzeszczyn i Złotniki po ponad 4 MW każda oraz Grajówka (2,9 MW), Leśna i Bobrowice I po 2,5 MW. Dużą ilość elektrowni uruchomiono również na Pomorzu objętym wówczas województwami szczecińskim i gdańskim. W końcu 1946 r. działało tam już 36 elektrowni o łącznej mocy 37 MW, skupionych głównie na rzekach Redze, Radwi, Słupi, Łupawie, Raduni i Wierzycy. Mniejsze ilości elektrowni wodnych działały już w tym czasie na terenie ówczesnych województw: pomorskiego (Żur i Gródek - 11 MW), olsztyńskiego (4 elektrownie - 6,3 MW), poznańskiego (4 elektrownie - 6,7 MW w tym Ratuszec Stary 2,8 MW), śląskiego (3 elektrownie - 5,2 MW) oraz krakowskiego (2 elektrownie, a w tym Rożnów o jeszcze niepełnej mocy, określonej w statystyce na 31 MW).

W pierwszym okresie powojennym uruchomiono przede wszystkim obiekty mało zniszczone, nie wymagające dużego zakresu uzupełnień i środków finansowych. Szereg innych, głównie położonych na Ziemiach Odzyskanych było dłużej nieczynnych ze względu na znaczny stopień zdewastowania lub wywiezienia urządzeń podstawowych przez wojska sowieckie i szabrowników. Elektrownie uruchomione w niektórych rejonach kraju, a zwłaszcza na Dolnym Śląsku i Pomorzu były częstokroć jedynymi w tym czasie źródłami zasilania w energię elektryczną pobliskich miejscowości i zakładów przemysłowych, przyczyniając się w ten sposób do szybkiego ograniczenia obszarów pozbawionych energii elektrycznej.

W niektórych opracowaniach dotyczących omawianego okresu występują inne nieco dane niż podane powyżej. Jako moc elektrowni wodnych na koniec 1946 roku podawana jest liczba 161 MW, podobnie jak dla lat następnych aż do 1950 roku. Rozbieżność ta pochodzi ze zbyt wczesnego zaliczania pełnej mocy elektrowni Rożnów, choć w rzeczywistości w 1946 roku była ona ograniczona, z przyczyny wyjaśnionej dalej. W latach 1947-1949 przybyło 8 mniejszych elektrowni i Rożnów osiągnął pełną moc, a więc należy przyjąć za najbardziej prawidłowe wielkości mocy elektrowni wodnych na koniec 1946 r. - 142 MW i na koniec 1949 r. (a także 1950 roku) - 161 MW. Również występują rozbieżności co do ilości czynnych elektrowni. Podawana gdzieś ich ilość na 36 czynnych obiektów dotyczy elektrowni o mocy powyżej 1000 kW i jest prawdziwa. Całkowita jednak ilość elektrowni zawodowych czynnych w końcu 1946 r. wg danych statystycznych wynosiła 80 szt. (w tym 13 o mocy do 100 kW i 31 w granicach 101 - 1000 kW), a w 1949 r. - 88 szt. Dla lat pośrednich brak jest niestety dokładnych danych.

W tym miejscu warto nieco rozszerzyć informacje o największej, uruchomionej w tym pierwszym okresie powojennym elektrowni w *Rożnowie* na Dunajcu. Realizowana od 1935 roku i dokończona pod nadzorem niemieckim w 1941 roku budowa zapory i elektrowni w Rożnowie została szczegółowo

omówiona w rozdziale poprzednim. Uruchomienie 4 turbozespołów wyprodukowanych w latach 1938-1939 przez firmę Escher Wyss nastąpiło w czasie okupacji kolejno w okresie od końca 1941 roku do maja 1943 roku. Z działań wojennych obiekty i urządzenia wyszły w zasadzie bez większych uszkodzeń, poza unieszkodliwieniem regulatorów turbin. Z odzyskania zatopionych części udało się bezpośrednio po ustaniu działań wojennych uruchomić dwa turbozespoły, co pozwoliło na dysponowanie mocą rzędu 25 MW. Pozostałe dwa zespoły uruchomiono w 1946 roku po sprowadzeniu od producenta nowych regulatorów. Statystyka (GUS) podaje moc elektrowni Rożnów na koniec 1946 roku w wysokości 31 MW ze względu na ograniczenia w zakresie wyprowadzenia mocy, natomiast z końcem 1947 roku elektrownia pracowała już pełną mocą 50 MW, a nawet osiągalną - wyższą. Tak więc elektrownię Rożnów należy uznać za największą elektrownię wodną uruchomioną bezpośrednio po wojnie i o wybitnym znaczeniu ze względu na powiązanie jej z centrum kraju prawie dokończoną lecz nie połączoną siecią stołeczną w 1944 r. linią 150 kV Rożnów-Starachowice-Warszawa.

#### **4.2. Odbudowa i uruchomienia elektrowni w czasach gospodarki planowej okresu powojennego**

W okresie tzw. „Planu 3-letniego” tj. w latach 1947-49, a nawet jeszcze w 1950 roku moc czynnych elektrowni wodnych nie uległa znaczącemu przyrostowi osiągając wielkość ok. 161 MW. W tym okresie jednak kontynuowano intensywne prace przy odbudowie kolejnych obiektów i przystąpiono do realizacji nowych inwestycji hydroenergetycznych, z których efekty zaczęto uzyskiwać od 1951 roku.

Wobec szybko postępujących w tym czasie prac łączenia układów energetycznych w ramach okręgów a następnie związanych z łączeniem sieci okręgowych i lokalnych w jednolity krajowy system elektroenergetyczny zaszła

konieczność określenia i sprecyzowania roli elektrowni wodnych, jaką miały pełnić w tych warunkach oraz kierunków działania w zakresie rozwoju energetyki wodnej w piętnastolecie do 1965 roku. Wykorzystując prace koncepcyjne, projektowe i przygotowawcze z okresu międzywojennego, przyjęto na ten okres trzy kierunki rozwoju hydroenergetyki:

- kontynuowanie budów rozpoczętych przed wojną,
- realizację obiektów przygotowanych projektowo w latach międzywojennych,
- budowę nowych elektrowni przyzbiornikowych i przepływowych przy obiektach piętrzących, najbardziej korzystnych ze względów techniczno-ekonomicznych, o charakterze wielorakich korzyści dla innych dziedzin gospodarki narodowej.

Zgodnie z przyjętymi kierunkami działania już w latach 1947-48 przystąpiono do naprawy poważnych uszkodzeń budowli hydrotechnicznych w Dychowie, wznowiono budowę Elektrowni Smukała na rzece Brdzie, rozpoczęto dobudowę elektrowni przy istniejącej zaporze w Porąbce oraz wznowiono budowę stopnia wyrównawczego dla Rożnowa w Czchowie, wraz z elektrownią o mocy 8 MW. W tym samym czasie przystąpiono do robót przy budowie niezbędnego dla potrzeb żeglugi śródlądowej na Odrze stopnia piętrzącego w Brzegu Dolnym wraz z elektrownią wodną Wały oraz przy budowie również wyposażonego w elektrownię stopnia w Przewozie pod Krakowem, potrzebnego w związku z zaopatrzeniem w wodę kombinatu Nowa Huta i połączeniem go z drogą wodną Górnej Wisły. Rozwiązania projektowe tych obiektów były przygotowane przez Warszawskie Biuro Projektów Siłowni Wodnych, a ich realizację prowadziły: P.P. Robót Kolejowych - Oddział Robót Wodnych w Krakowie (Czchów) oraz oddziały P.P. Robót Wodno-Inżynierskich „Hydrotrest”, a następnie po regulacji, już jako przedsiębiorstwa budownictwa wodno-inżynierskiego - „Hydrobudowa” 1 i 2. Przystąpiono również do odbudowy elektrowni Gorzupia na Bobrze oraz budowy elektrowni Olszna na tej samej rzece, w miejscu całkowicie zburzonego

przedwojennego obiektu piętrzącego. Oddawanie do eksploatacji wymienionej wyżej grupy elektrowni następowało sukcesywnie od 1951 roku do 1958 roku, przy czym w tym okresie zainstalowano i uruchomiono w elektrowni Dychów dwa turbozespoły po 26 MW. Szczegółowe omówienie ważniejszych obiektów w tej grupie zawarto wcześniej i na dalszych stronach niniejszego rozdziału.

#### **4.3. Tendencje likwidacyjne władz okresu powojennego istniejących elektrowni i stopni wodnych**

W początkach lat 50-tych zapanowały inicjowane przez ówczesne władze polityczno-gospodarcze tendencje likwidowania, niszczenia bądź w najlepszym razie „uspołeczniania” bez przestrzegania obowiązujących przepisów o nacjonalizacji, prywatnych siłowni wodnych a więc nie tylko małych elektrowni ale również młynów i innych zakładów m.in. w ramach akcji tzw. „rozkułaczania”. Podobne tendencje zaczęły występować również we władzach energetyki bo pomimo uruchamiania kolejnych starych, mniejszych elektrowni jeszcze na przełomie lat 40 i 50-tych, zdecydowano się niedługo potem na likwidowanie będących w złym stanie szeregu obiektów. Kierowano się tu aspektami nadmiernych kosztów eksploatacji (obsługi) i utrzymania względnie ewentualnej renowacji. Zgodę na likwidację na wniosek kierownictwa okręgów energetycznych wydawało początkowo Ministerstwo Energetyki a następnie MGİE oraz Zjednoczenie Energetyki od 1959 r. Likwidacje małych elektrowni zawodowych były dokonywane w latach 1952-74. Do dziś słuszność tych decyzji, zwłaszcza z punktu widzenia roli małych elektrowni wodnych, lokalnych piętrzeń i małej retencji, rybołówstwa śródlądowego, rekreacji itp. jest wysoce kontrowersyjna, a z chwilą ujawnienia się kryzysu energetycznego lat 70-tych, uznana za szkodliwą i zabronioną.

Według niepełnych danych, w okresie wyżej określonego 20-lecia zlikwidowano ponad 30 małych elektrowni o łącznej mocy ponad 3 MW (a wg

niektórych źródeł - ok. 5,5 MW). W związku z zapanowaniem od lat 80-tych tendencji odwrotnych tj. stworzeniem warunków sprzyjających rozwojowi małych elektrowni wodnych, zwłaszcza prywatnych, niektóre zlikwidowane elektrownie zawodowe zostały odbudowane i ponownie uruchomione przez zakłady energetyczne lub osoby prywatne.

Zestawione w tabeli 12 znane przypadki zlikwidowanych elektrowni dotyczą głównie obiektów starszych, wybudowanych i pracujących przed wojną przeważnie na Dolnym Śląsku. Kilka z nich pochodziło z przedwojennych terenów polskich, z Podhala. Jediną nową elektrownią, wybudowaną w oparciu o przedwojenne spiętrzenie dla potrzeb papierni i elektrowni, była elektrownia Soczewka usytuowana na rzece Skrwie (lewobrzeżnym dopływie Wisły) tuż przy jej ujściu do Wisły. Elektrownia uruchomiona w 1961 roku pracowała z komplikacjami tylko rok ze względu na wadliwe urządzenia. W 1973 roku zapadła decyzja likwidacji tego obiektu, ponieważ po spiętrzeniu zbiornika Włocławek nastąpiło podniesienie dolnej wody i podtopienie elektrowni od tej strony. Zalew spiętrzający wodę Skrwy był wykorzystywany rekreacyjnie.

Inną elektrownią, o której warto parę słów powiedzieć jest zlikwidowana w 1971 roku elektrownia *Lubachów II* położona poniżej omawianej wcześniej, w podrozdziale 3.3., czynnej do dziś elektrowni Lubachów I, związanej z wysoką zaporą kamiennie-betonową na rzece Bystrzycy niedaleko Wałbrzycha (Zagórza Śląskiego). Elektrownię Lubachów II uruchomiono w 1935 roku wykorzystując budowlę po starym młynie. Zainstalowano w niej pierwszą znaną małą turbinę Kaplana o wale poziomym w otwartej komorze turbinowej z automatycznie sterowanym aparatem kierowniczym, o mocy 64 kW i spadzie 4,5 m. Turbinę tę wyprodukowała firma Voith, Heidenheim. Można ją uznać za pierwowzór turbin rurowych, które pojawiły się już w następnym roku w elektrowni Rościno (patrz omówienie na końcu podrozdziału 4.5.). Po likwidacji omawianej elektrowni ten ciekawy turbozespół zabezpieczono jako element dla planowanego przez SEP Muzeum Siłowni Wodnych w Straszynie (tu może się jeszcze znajdować) lub w



Wielkim Młynie w Gdańsku, co niestety nie doczekało się realizacji do dni dzisiejszych.

Tabela 12

Elektrownie wodne zlikwidowane w latach 1953-1974

| Elektrownia       | Rzeka lub lokalizacja   | Moc kW | Przypuszcz. rok uruch. | Rok                 |            | Uwagi                                    |
|-------------------|-------------------------|--------|------------------------|---------------------|------------|------------------------------------------|
|                   |                         |        |                        | zaprzest. produkcji | likwidacji |                                          |
| Łomczewo          | K.M.Okonek na dopł.Gwdy | b.d.   | b.d.                   | 1953                | 1954       | j.w., d.woda spiętrz. przez zb.Włocławek |
| Czarny Dunajec    | Czarny Dunajec          | b.d.   | b.d.                   | 1954                | b.d.       |                                          |
| Lesica            | b.d.                    | b.d.   | b.d.                   | 1954                | 1954       |                                          |
| Kołobrzeg         | Parsęta                 | b.d.   | b.d.                   | 1954                | 1955       |                                          |
| Nowy Targ         | Czarny Dunajec          | 168    | 1913                   | 1960                | 1961       |                                          |
| Soczewka          | Skrwa (lewa)            | 100    | b.d.                   | 1962                | 1973       |                                          |
| Trzebieszowice    | Biała Łądecka           | 66     | 1922                   | 1964                | 1965       |                                          |
| Kornica (N.Młyn)  | Oślóboga (?)            | 59     | b.d.                   | 1965                | 1966       |                                          |
| Pietnia           | Biała (?)               | 52     | 1902                   | 1965                | 1966       |                                          |
| Duszniki (2 el.)  | Duszniki-Zdrój Nysa Kł. | 42     | 1918                   | 1965                | 1966       |                                          |
| Kamieniec (2 el.) | Kwisa                   | 144    | b.d.                   | 1965                | 1967       | pierwszy TZ Kapłana z wałem poziomym     |
| Nowogrodziec      | Nysa Łuż.               | 134    | 1913                   | 1965                | 1967       |                                          |
| Pieńsk            | b.d.                    | 322    | b.d.                   | 1965                | 1966       |                                          |
| Parycz            | Kwisa                   | 150    | 1913                   | 1966                | 1966       |                                          |
| Świeradów         | Bystrzyca               | 29     | b.d.                   | 1966                | 1967       |                                          |
| Lubachów II       |                         | 64     | b.d.                   | 1967                | 1971       |                                          |
| Mirsk             | Kwisa                   | 95     | 1915                   | 1967                | 1968       |                                          |
| Krosnowice        | Nysa Kł.                | 37     | 1921                   | 1968                | 1970       |                                          |
| Bobrowice II      | Bóbr                    | 230    | 1913                   | 1969                | -          |                                          |
| Jaszczurówka      | Zakopane                | 65     | 1912                   | 1970                | b.d.       |                                          |
| Bukówka           | Nysa Łuż.               | 700    | 1910                   | 1971                |            | ponownie uruch. brak wody                |
| Bolszewo          | Bolszewka               | 74     | 1909                   | 1972                | 1973       |                                          |
| Kleszczowa        | b.d.                    | 67     | 1913                   | 1973                | 1974       | ponownie uruch. uruch.jako prywat.       |
| Nowy Świętów      | Biała                   | 240    | 1923                   | 1974                |            |                                          |
|                   | Glucholaska             |        |                        |                     | brak zgody | Sprywatyzowana?                          |
| Stabłowice        | Wrocław                 | 140    | 1924                   | b.d.                | b.d.       |                                          |
|                   |                         |        |                        |                     |            | zlikw. w latach 70-tych (podtopienie)    |

Załączone zestawienie zlikwidowanych elektrowni ma podstawową lukę jaką jest brak dla części z nich dat pierwotnego uruchomienia. Dlatego też nie

umieszczono ich w zestawieniach i omówieniach elektrowni wybudowanych przed 1945 rokiem, w rozdziale 3. Niektóre likwidacje były uzasadnione względami technicznymi, jak brak spadu, podtopienia czy zabudowa miejska (Stabłowice), inne zlikwidowano prawdopodobnie zbyt pochopnie. Kilka elektrowni uruchomiono ponownie w czasach „zielonego światła” dla małej energetyki.

#### **4.4. Od Dychowa do Tresnej**

Siedemnastolecie 1951-67 to okres uruchomienia 16 elektrowni o łącznej mocy 212 MW. Są to elektrownie z większych zniszczeń wojennych, dobudowane do istniejących obiektów piętrzących, przygotowane lub rozpoczęte przed wojną oraz wybudowane przy nowych obiektach wielozadaniowych. Terminy uruchomienia tych elektrowni oraz ich podstawowe parametry zestawiono w tabeli 13.

Pierwsze turbozespoły w tych odbudowanych lub wybudowanych elektrowniach zostały uruchomione w 1951 roku. Był to największy od tego czasu w polskiej hydroenergetyce turbosespół o mocy 26 MW w Elektrowni Dychów, pierwszej elektrowni wodnej szczytowej z członem pompowym - oraz maszyny w elektrowniach Czchów i Smukała, wszystkie z turbinami Kaplana. Po uruchomieniu w roku następnym drugiego turbozespołu w Dychowie oraz elektrowni Porąbka (1953 r.), a także drugiej maszyny w Czchowie i w elektrowni w Przewozie, moc elektrowni wodnych w kraju wzrosła o 74 MW i wyniosła na koniec 1955 r. łącznie 237 MW.

Uruchomienie odbudowanej Elektrowni *Dychów*, pierwszej szczytowej z członem pompowym należy uznać za jedno z ważniejszych wydarzeń i osiągnięć polskiej energetyki. Elektrownię Dychów, jako uruchomioną pierwszy raz w 1936 roku opisano szczegółowo w rozdziale 3.3.

Elektrownia *Czchów*, której przedwojenną historię i jej kontynuację po wojnie przedstawiono szczegółowo w rozdziale poprzednim (3.2.), była pierwszą nową elektrownią, w której uruchomiono po II wojnie światowej turbiny Kaplana.

W tym obiekcie wyrównawczym dla położonej wyżej elektrowni szczytowej w Rożnowie, pierwszy turbozespół składający się z turbiny firmy I.M. Voith z St. Polten i generatora Siemens, uruchomiono w 1951 roku, z mocą 4 MW. Drugi turbozespół, w postaci turbiny Kaplana firmy Charmilles z generatorem Oerlikon uruchomiono dopiero w 1954 roku. Jego moc była nieco większa od poprzedniego i wynosiła 4,4 MW.

**Tabela 13**

**Elektrownie wodne  
uruchomione w latach 1951-1967**

| Elektrownia | Rzeka   | Lata<br>uruchomienia<br>TZ | Moc<br>MW | Przełyk<br>turbין<br>m <sup>3</sup> /sek | Spad<br>m | Ilość<br>i rodzaj<br>turbo-<br>zespołów | Obecna<br>przynależność<br>organizacyjna |
|-------------|---------|----------------------------|-----------|------------------------------------------|-----------|-----------------------------------------|------------------------------------------|
| Dychów      | Bóbr    | 1951-61                    | 79,5      | 330                                      | 30,0      | 3xK                                     | ESP,ZEW Dychów                           |
| Czchów      | Dunajec | 1951-54                    | 8,0       | 114                                      | 9,5       | 2xK                                     | ZE Kraków                                |
| Smukała     | Brda    | 1951                       | 4,0       | 60                                       | 8,0       | 2xK                                     | ZE Bydgoszcz                             |
| Gorzupia    | Bóbr    | 1952                       | 0,89      | 34                                       | 4,7       | 2xF <sup>*)</sup>                       | ESP,ZEW Dychów                           |
| Porąbka     | Soła    | 1953                       | 12,6      | 65                                       | 22,0      | 2xK, 1xF                                | ESP,ZEW Porąbka-Żar                      |
| Przewóz     | Wisła   | 1955                       | 2,9       | 76                                       | 4,5       | 2xK                                     | ZE Kraków                                |
| Olszna      | Bóbr    | 1957                       | 1,8       | 36                                       | 6,2       | 2xK                                     | ZE Jelenia Góra                          |
| Wały        | Odra    | 1958                       | 9,7       | 120                                      | 4,7       | 4xK                                     | ZE Wrocław                               |
| Koronowo    | Brda    | 1960-61                    | 26,0      | 120                                      | 26,0      | 2xK                                     | ZE Bydgoszcz                             |
| Skawina     | Wisła   | 1961                       | 1,6       | 23                                       | 7,9       | 1xK                                     | El. Skawina                              |
| Truszczyń   | Brda    | 1962                       | 3,3       | 90                                       | 4,5       | 2xK                                     | ZE Bydgoszcz                             |
| Myczkowce   | San     | 1962                       | 8,3       | 45                                       | 22,7      | 2xK                                     | ESP,ZE Rzeszów                           |
| Dębe        | Narew   | 1963                       | 20,0      | 428                                      | 5,7       | 4xK                                     | ZE Warszawa Teren                        |
| Witka       | Witka   | 1963                       | 0,8       | 8                                        | 12,0      | 2xF,poz,<br>podw                        | El. Turów                                |
| Tresna      | Soła    | 1967                       | 21,0      | 122                                      | 20,4      | 2xK                                     | ESP,ZEW Porąbka-Żar                      |
| Dąbie       | Wisła   | 1967                       | 2,9       | 107                                      | 3,5       | 2xK                                     | ZE Kraków                                |

<sup>\*)</sup> patrz tabela 16

Uwagi jak do tabeli 8

Dzieje zapory i elektrowni w *Porąbce*, przedstawiono szczegółowo wcześniej, w podrozdziale 3.2. Tu trzeba dodać, że obiekt ten poza elektrownią jest administrowany przez gospodarkę wodną, a sama elektrownia wchodzi w skład Zespołu Elektrowni Wodnych Porąbka - Żar, należącego do ESP S.A.

Uruchomiona w 1951 roku elektrownia *Smukała* na Brdzie, położona poniżej później uruchomionych w Koronowie i Tryszczynie, została zaprojektowana w Warszawskim Biurze Siłowni wodnych, na bazie projektów przedwojennych, kiedy to również rozpoczęto jej budowę. Ta elektrownia o charakterze przepływowym została wyposażona w dwie turbiny Kaplana firmy Voith z generatorami Siemens, o mocy po 2 MW, na spad 8 m i przełyk po 30 m<sup>3</sup>/s. Użytkownikiem elektrowni jest Z.E. Bydgoszcz.

Elektrownia *Przewóz* w Krakowie (użytkownik Z.E. Kraków) została zlokalizowana przy stopniu żeglugowym na Wiśle, zbudowanym w celu zaopatrzenia w wodę i połączenia z portem towarowym w Nowej Hucie. Turbozespoły Kaplana z przekładniami o mocy 1,45 MW dostarczyła firma Voith. Ta pierwsza powojenna elektrownia przy stopniu żeglugowym przyniosła negatywne doświadczenia wynikające z zastosowania przekładni. W kolejnych tego typu obiektach przekładni już nie stosowano. Zastosowane turbiny zostały zwymiarowane na spad 4,5 m i przełyk po 38 m<sup>3</sup>/s. W 1988 roku w ramach modernizacji elektrowni przekładnie usunięto.

Realizacja w latach 1947-55 pięciu wyżej omówionych elektrowni wniosła szereg doświadczeń wykorzystanych później na następnych budowach. Do najwcześniejszych z nich należy zaliczyć doświadczenia z Porąbki w zakresie posadowienia budowli na utworach fliszu karpackiego i budowy elektrowni przy stopniach żeglugowych na rzekach nizinnych oraz doświadczenia eksploatacyjne z pierwszej elektrowni wyposażonej w pompy akumulacyjne (tj. z członem pompowym), jaką była w tym czasie w Elektrownia Dychów, która po uruchomieniu w 1961 r. trzeciego turbozespołu i dalszych dwóch pomp, utrzymała palmę pierwszeństwa w zakresie mocy zainstalowanej (80 MW) do 1968 r.

Budowana nieco dłużej przy stopniu Brzeg Dolny na Odrze, zaprojektowana w Warszawskim Biurze Siłowni Wodnych, elektrownia *Wały* dała efekty w 1958 r., kiedy to weszły do eksploatacji cztery turbozespoły Kaplana produkcji czechosłowackiej firmy CKD - Bląsko, o łącznej mocy 10 MW. O rok wcześniej została uruchomiona na rzece Bóbr elektrownia z derywacją kanałową Olszna, również wyposażona w maszyny czeskiej produkcji. Elektrownia ta została zrekonstruowana wg projektu Warszawskiego Biura Siłowni Wodnych, po wyburzeniu starego, nie nadającego się do odbudowy obiektu.

W latach 1953-54 rozpoczęto budowę następnych stopni nizinnych z elektrowniami w Dąbiu koło Krakowa oraz Dębie na Narwi (20 MW). Obiekty te zaprojektowane w Warszawskim Biurze Siłowni Wodnych (Dąbie) i przez BPiSBW „Hydroprojekt”, wybudowane przez Hydrobudowę 2 (Dąbie) i 1 (Dębe) zostały wyposażone w turbiny węgierskiej firmy Ganz Mavag oraz generatory wrocławskiego „Dolmelu”.

Elektrownia *Dębe* wchodzi w skład stopnia piętrzącego wodę na wysokość prawie 6 m na rzece Narwi i tworzącego Zalew Zegrzyński o pojemności przeszło 10 mln m<sup>3</sup>, połączony z Wisłą kanałem Żerań - Zegrze w tzw. warszawskim węźle żeglugowym. Elektrownię wyposażono w cztery turbiny Kaplana o mocy po 5 MW. Trzy generatory zostały wykonane w kraju przez Dolmel we Wrocławiu. W czasie katastrofalnej powodzi, jaka nawiedziła dorzecza Narwi i Bugu na wiosnę 1979 roku po ostrej i śnieżnej zimie „100-lecia”, bezpieczeństwo stopnia Dębe było poważnie zagrożone w wyniku powstania głębokich wyrw na „górnej” i „dolnej” wodzie. Przyczyną tej sytuacji były nieprawidłowości wykonawstwa obiektu jak również błędy projektowe. Elektrownię eksploatuje Z.E. Warszawa - Teren.

Drugą elektrownię w obrębie Krakowa, powyżej istniejącego już stopnia w Przewozie uruchomiono również przy stopniu żeglugowym *Dąbie* dopiero w 1967 roku. Elektrownia została wyposażona w turbiny Kaplana (już bez

przekładni) o mocy po 1,47 MW i generatory krajowe. Elektrownię użytkuje Z.E. Kraków, a oba stopnie ODGW.

W 1956 r. Hydrobudowa 2 rozpoczęła budowę elektrowni Myczkowce na Sanie, a w 1957 r. Hydrobudowa 4 elektrownie Koronowo i Tryszczyn na Brdzie, wszystkie zaprojektowane przez BPE „Energoprojekt” Warszawa i wyposażone w turbozespoły Kaplana firmy CKD Błańsko (Koronowo) i Ganz - pozostałe. W elektrowni zbiornikowej, derywacyjnej Koronowo zastosowano, mimo trudnego pod względem hydrogeologicznym terenu, budowę zapory ziemnej systemem namywanym, wzorowanym na doświadczeniach radzieckich i w oparciu o ekspertyzę specjalistów radzieckich zalecających tę metodę, co wyraźnie skróciło cykl budowy tego obiektu. Budując równocześnie sąsiednią elektrownię Tryszczyn wypróbowano z powodzeniem (zalecany później, lecz niestety rzadko stosowany) system potokowy, wykorzystujący moce wykonawcze zwalniane na budowie w Koronowie. Zrealizowano ten obiekt dzięki temu w ciągu niecałych pięciu lat uzyskując, łącznie z elektrownią Smukała korzystną, zwartą kaskadę Dolnej Brdy.

Uruchomiona w 1960 roku Elektrownia *Koronowo*, wyposażona w dwa turbozespoły po 13 MW, została zlokalizowana w ciekawie rozwiązany „węźle” hydroenergetycznym, z wykorzystaniem konfiguracji terenu i zagłębień oraz spiętrzeniu wody zaporą o wysokości 22 m na Brdzie w Pieczyskach powyżej Koronowa i doprowadzeniu jej kanałem lateralnym (przez kilka jezior) i kanałem roboczym do elektrowni położonej poniżej tej miejscowości. Pozwoliło to na uzyskanie wysokiego spadu - 26 m, jak również atrakcyjnych, ze względów rekreacyjnych, malowniczych akwenów. Zapora wykonana metodą namywaną, jak również jej podłoże, wymagały na skutek filtracji i wymywania materiałów, poważnych zabiegów ratowniczo-wzmacniających, już w ciągu pierwszych 10 lat eksploatacji. Omawiając elektrownie na Brdzie, nie sposób zapomnieć o roli jaką odegrali w ich tworzeniu profesorowie Karol Pomianowski i Alfons Hoffmann.

Ciekawe rozwiązanie zastosowano przy budowie elektrowni *Myczkowce* zasilanej wodą ze zbiornika dolno-wyrównawczego dla przyszłej elektrowni Solina. Dla powiększenia spadu wykorzystano tu pętlę rzeki San oraz wybudowaną w pierwszej połowie lat dwudziestych sztolnię o średnicy 4,6 m i długości 240 m, której dobry stan techniczny, mimo upływu prawie 40-tu lat, na to pozwalał. W celu połączenia jej ze zbiornikiem, wybudowano największy w tym czasie w Polsce rurociąg żelbetowy o tej samej średnicy i długości ponad 200 m oraz komorę uderzeń przy końcu sztolni. Zebrano tu cenne doświadczenia w zakresie wyłomów skalnych, budowy ciśnieniowych rurociągów żelbetowych oraz wykładzin ścian wewnętrznych sztolni. Elektrownia Myczkowce była pierwszym obiektem przewidzianym do realizacji w ramach opracowanych w latach 1952-53 w Warszawskim Biurze Siłowni Wodnych, założeń zagospodarowania Sanu i spowodowały początek ożywienia gospodarczego i społecznego Bieszczad wyludnionych i zdziczałych po pamiętnych wydarzeniach lat czterdziestych. W stosunku do planów budowy przerwanej w 1923 roku (patrz podrozdział 3.2) obiekt zrealizowano z powiększoną do 10,9 mln m<sup>3</sup> pojemnością zbiornika i o 5 m podwyższono piętrzenie. Pozwoliło to na uzyskanie prawie czterokrotnie wyższej mocy, ulokowanej w dwóch turbozespołach Kaplana po 4,1 MW każdy, produkcji węgierskiej firmy Ganz, pracujących przy spadzie ok. 22 m.

Elektrownie przepływowe i zbiornikowe budowane w latach 1953-62 - wyżej omówione, wraz z dwoma elektrowniami wybudowanymi przy elektrowniach ciepłych tj. w elektrowni Skawina oraz Witka przy zbiorniku wody dla Elektrowni Turów zasiły w latach 1960-63 system elektroenergetyczny mocą sumaryczną, równą ok. 100 MW i tym samym moc elektrowni wodnych osiągnęła na początku 1964 r. wielkość 349 MW.

Elektrownia wodna *Skawina* została wybudowana na zrzucie do rzeki Skawinki (przed jej ujściem do Wisły) wody chłodzącej w układzie otwartym skraplacze turbin elektrowni cieplnej w Skawinie, pobieranej z kanału żeglugowego Łączany Skawina. Elektrownia wodna, pracująca bez obsługi została

wyposażona w zespół o mocy 1,6 MW składający się z turbiny Ganz i generatora AEG.

Ze znaczących przyrostów mocy w latach następnych aż do uruchomienia elektrowni Skawina należy wymienić wprowadzenie do eksploatacji w 1967 r. elektrowni *Tresna* o mocy 21 MW, zbudowanej przy zbiorniku retencyjno-przeciwpowodziowym na Sole spiętrzonym zaporą narzutową. Cały obiekt wraz z elektrownią zaprojektowało BPiSBW Hydroprojekt, budowę wykonała Hydrobudowa 2, a dwa turbozespoły typu Kaplana dostarczyła firma CKD Błańsko. Budowę zbiornika w Tresnej o pojemności 87 mln m<sup>3</sup> przedsięwzięto ze względu na duże zagrożenie powodziowe, jakie stwarzała rzeka Soła, pomimo istnienia niezbyt dużego zbiornika w Porąbce, a także w związku z koniecznością zwiększenia retencji dla potrzeb zaopatrzenia w wodę Śląska, Bielska i Oświęcimia (pobór wody zlokalizowano ze zbiornika w Czańcu, wybudowanego bez elektrowni, poniżej Porąbki). Elektrownia w Tresnej, przewidziana do pracy szczytowej, została wyposażona w dwa turbozespoły Kaplana o mocy po 10,5 MW produkcji czeskiej CKD Błańsko, umieszczone w budynku o konstrukcji półhalowej. Woda do turbin doprowadzana jest sztolnią dolotową o średnicy 6,7 m i długości ponad 170 m. Elektrownia ta wraz z elektrownią w Porąbce wchodzi w skład Zespołu Elektrowni Wodnych Porąbka-Żar, natomiast obiekty piętrzące i zbiorniki w obu przypadkach są administrowane przez gospodarkę wodną (ODGW Kraków).

W odniesieniu do omówionego okresu rozwoju polskiej energetyki wodnej, na podkreślenie zasługuje fakt, że w początku lat sześćdziesiątych zostały na obiektach hydrotechnicznych energetyki podjęte działania w zakresie kontroli i badań stanu technicznego i bezpieczeństwa budowli piętrzących, przy współpracy wyższych uczelni, instytutów, przedsiębiorstw pomiarowych i biur projektowych. W wyniku nadania w energetyce wysokiej rangi tej problematyce, zainicjowano i doskonalono nieprzerwanie zasady eksploatacji i utrzymania budowli wodnych, metody i urządzenia kontrolno-pomiarowe oraz wydano przepisy, instrukcje



i materiały szkoleniowe dla kadr hydrotechników i hydroenergetyków. Szczegółowo omówiono te działania w piątym rozdziale niniejszego opracowania.

Ponadto dla rzek stanowiących zainteresowanie energetyki z uwagi na duży potencjał energetyczny tj. Sanu, Dunajca, Brdy, Bobru, Kwisy i Nysy Łżyckiej wykonano w Warszawskim Biurze Siłowni Wodnych i w BSiPE Energoprojekt - Warszawa szereg prac studialnych.

#### **4.5. Duże elektrownie regulacyjno-interwencyjne**

Do największych osiągnięć polskiej hydroenergetyki w latach 1968-83, liczących się pod względem wielkości parametrów i nowatorstwa w skali europejskiej, należy zaliczyć uruchomienie pięciu dużych elektrowni wodnych: Solina, Włocławek, Żydowo, Porąbka-Żar i Żarnowiec (tabela 14).

Moc instalowana elektrowni wodnych potrzebnych w naszym kraju z uwagi na korzystny i pożądaný ich udział w pokrywaniu obciążeń systemu energetycznego, bazującego na węglu kamiennym i brunatnym, osiągnęła w 1983 r. wielkość 2007 MW. Moc elektrowni wykorzystujących naturalne przepływy rzek wносиła 673 MW, co stanowiło 2,3% mocy elektrowni krajowych. Elektrownie pompowe i turbosespoły pompowe elektrowni zbiornikowych posiadały łączną moc 1370 MW (tj. 5% mocy elektrowni krajowych).

Największe znaczenie dla krajowego systemu elektroenergetycznego zaczęły spełniać wodne elektrownie systemowe, sterowane przez Państwową Dyspozycję Mocy. Ich łączna moc osiągnęła prawie 1800 MW. Składały się na nią moce zainstalowane w elektrowniach pompowych Żarnowiec, Porąbka-Żar i Żydowo, elektrownia przepływowa na rzece Wiśle we Włocławku, dwie elektrownie szczytowo-pompowe tj. zbiornikowa w Solinie i Dychów oraz elektrownia zbiornikowa Rożnów. Poza powyższymi, w energetyce zawodowej eksploatowane jest 10 elektrowni zbiornikowych i przepływowych o mocach od

5 do 27 MW oraz ponad 100 małych siłowni o łącznej mocy 130 MW, głównie przepływowych, zlokalizowanych na małych rzekach.

**Tabela 14**

**Elektrownie wodne  
uruchomione w latach 1968-1983**

| Elektrownia | Rzeka                         | Lata<br>uruchom<br>TZ | Moc<br>MW | Przełyk<br>turbín<br>m³/s | Spad<br>m | Ilość<br>i rodzaj<br>turbozespołów | Obecna<br>przynależność<br>organizacyjna |
|-------------|-------------------------------|-----------------------|-----------|---------------------------|-----------|------------------------------------|------------------------------------------|
| Solina      | San                           | 1968<br>1969          | 136,0     | 338                       | 57,0      | 2xF, 2xodwr.                       | ESP,ZE<br>Rzeszów                        |
| Włocławek   | Wisła                         | 1970                  | 160,2     | 2190                      | 8,8       | 6xK                                | ZE Toruń                                 |
| Żydowo      | Jez.<br>Kamienno<br>i Kwiecko | 1970<br>1971          | 151,0     | 223                       | 79,3      | 2xodwr.1xF                         | ZE Słupsk                                |
| Głębinów    | Nysa Kł.                      | 1974                  | 3,0       | 40                        | 9,5       | 2xrurowa                           | ZE Opole                                 |
| Smardzewice | Pilica                        | 1975                  | 3,4       | 48                        | 8,5       | 2xrurowa                           | ZE Łódź                                  |
| Rościno     | Parsęta                       | 1977                  | 0,3       | 14                        | 3,7       | 2xrurowa                           | ZE Koszalin                              |
| Porąbka-Żar | Soła                          | 1979                  | 500,0     | 140                       | 420       | 4xodwr.                            | ESP, ZEW<br>Porąbka-Żar                  |
| Żarnowiec   | Jez. Żarno-<br>wieckie        | 1982<br>1983          | 680,0     | 700                       | 116       | 4xodwr.                            | ESP S.A.                                 |

Uwagi jak do tabeli 8

Zakończenie budowy i oddanie do eksploatacji w 1968 roku Elektrowni Wodnej w *Solinie* można uznać za przełomowy, o doniosłym znaczeniu moment w powojennej historii rozwoju energetyki wodnej w Polsce. Było to sprawdzenie i wykorzystanie doświadczeń z okresu pierwszego dwudziestolecia powojennego, w którym dojrzewały młode kadry hydrotechników i hydroenergetyków. W okresie tym uruchamiano i odbudowywano elektrownie ze zniszczeń

wojennych, wyposażano istniejące obiekty w nowe hydrozespoły, urządzenia i aparaturę. Pierwsze dwudziestolecie to także okres w którym uruchomienie wielu nowych elektrowni przepływowych i przyzbiornikowych miało w tych latach podstawowe znaczenie dla zaopatrzenia odbiorców w energię elektryczną. Uruchomienie tej elektrowni było również wkroczeniem w nową erę polskiej hydroenergetyki, okres zasilania systemu elektroenergetycznego dużymi wodnymi elektrowniami szczytowymi, a także wyposażonymi w turbozespoły odwracalne, o znakomitych parametrach technicznych, wykorzystywanych dla celów regulacyjno-interwencyjnych. Uzyskane w niej efekty były jednocześnie pozytywnym potwierdzeniem założeń rozwoju systemu krajowego i roli jaką powierzono w nim elektrowniom wodnym i pompowym, których kierunki rozwoju wypracowali już w latach pięćdziesiątych naukowcy i specjaliści m.in. z Komitetu Elektryfikacji Polski, Komitetu Gospodarki Wodnej P.A.N., Warszawskiego Biura Projektów Siłowni Wodnych oraz przede wszystkim z kontynuującego jego prace Biura Projektów Energetycznych „Energoprojekt”, które zaprojektowało w całości ten obiekt. Elektrownia Solina, największy wówczas obiekt hydroenergetyczny w kraju, a do tej pory związana z największym zbiornikiem wodnym i najwyższą zaporą betonową, została wybudowana w miejscu, którym kilkadziesiąt lat wcześniej zainteresował się prof. K.Pomianowski. Poniżej znajduje się elektrownia Myczkowce, uruchomiona 6 lat wcześniej, której zbiornik stanowi zarazem zbiornik dolny elektrowni Solina.

Elektrownia szczytowo-pompowa, przyzaporowa w Solinie, o mocy 136 MW (w tym 42 MW w zespołach pompowych), zlokalizowana jest przy zbiorniku energetyczno-przeciwpowodziowym na rzece San, o pojemności 0,5 mld m<sup>3</sup> wody. Wodę piętrzy zapora betonowa ciężka z poszerzonymi fugami dyatacyjnymi, o kubaturze około 800 tys. m<sup>3</sup>. Elektrownia wyposażona jest w 4 turbozespoły Francisa, pracujące przy spadzie w granicach 40 - 60 m. Dwa z tych turbozespołów są maszynami pompowymi, odwracalnymi. Turbiny odwracalne zainstalowane w Solinie, wyprodukowane przez czeską firmę CKD

Błańsko, są pierwszymi tego typu maszynami, uruchomionymi w krajach byłego „bloku socjalistycznego”, dając początek ich produkcji dla elektrowni Żydowo i Żarnowiec i uniezależnienie od trudnych wówczas wydatków dewizowych. Poza występującymi początkowymi problemami z trwałością łopat aparatu kierowniczego, rozwiązanymi w wyniku prac Pracowni Metaloznawczej Instytutu Energetyki, zespoły te zdały egzamin prototypów i posłużyły do udoskonalenia kolejnych budowanych maszyn odwracalnych. Elektrownia w Solinie produkuje średnio ok. 140 GWh energii elektrycznej rocznie, przy wielkości projektowanej - 112 GWh. Jej zbiornik spełnia niebagatelną rolę przeciwpowodziową. Z racji swojej wielkości oraz stałej rezerwy powodziowej w wysokości 50 mln m<sup>3</sup> i dalszych 30 mln m<sup>3</sup> przy napiętrzeniu, redukuje małe i średnie wezbrania na górnym Sanie w całości, a wielkie fale powodziowe, do stanu nieszkodliwego. Jednocześnie zostały znacznie zwiększone i wyrównane najniższe przepływy rzeki San. Elektrownia Solina stanowiła początkowo wraz z Myczkowcami samodzielny zespół, by wejść następnie w skład Z.E. Rzeszów. Obecnie majątek produkcyjny elektrowni należy do ESP S.A., eksploatowany przez spółkę akcyjną Zespół Elektrowni Solina - Myczkowce, której właścicielem jest ZE Rzeszów S.A..

Na rzece Wiśle na stopniu wodnym **Włocławek** uruchomiono w 1970 roku elektrownię o mocy 160,2 MW przy największym nizinym zbiorniku o pojemności ok. 400 mln m<sup>3</sup>. Projektowana roczna zdolność produkcyjna miała wynieść 640 tys. MWh. Średnioroczna produkcja za 27 lat eksploatacji wynosi około 730 tys. MWh. Elektrownia w układzie bezhalowym wyposażona jest w 6 hydrozespołów z turbinami Kaplana pracujących przy średnim spadzie 10,5 m. Łączny maksymalny przełyk elektrowni wynosi 2190 m<sup>3</sup>/s, największy w skali kraju. Stopień Wodny Włocławek zastał zaprojektowany i wykonany jako pierwszy z elementów projektowanej kaskady Dolnej Wisły. Przez 27 lat stopień z elektrownią pracuje samodzielnie i nie doczekał się „podparcia” kolejnym Stopniem Wodnym z elektrownią w Ciechocinku. W wyniku tego powstał problem obniżania się (na skutek erozji) dna i dolnej wody, szkodliwy dla turbin i budowli

co wymaga znacznych nakładów na budowę progów stabilizujących poniżej budowli. Dobrze sprawujące się hydrozespoły we Włocławku, należące do najcięższych w kraju (ciężar jednego około 1200 ton) pochodzą z byłego Związku Radzieckiego. Producentem turbin są Charkowskie Zakłady Techniczne, generatorów Zakłady Ciężkich Maszyn Elektrycznych z Leningradu. Transformatory blokowe o mocy 68 MVA dostarczyła ELTA Łódź. Elektrownię eksploatował w latach 1970-1973 Zespół Elektrowni Wodnych w Straszynie a od roku 1973 Zakład Energetyczny Toruń S.A.

Pierwszą w Polsce elektrownią pompową (produkującą energię elektryczną wyłącznie z wody pompowanej) była uruchomiona w 1970 roku elektrownia *Żydowo* o mocy 151 MW i produkcji rocznej dochodzącej do 280 mln kWh, przy projektowanej 193 kWh, przy sprawności cyklu 72%. Elektrownia posiada unikalne rozwiązanie wykorzystujące dwa naturalne jeziora, oddalone od siebie o 2 km i z różnicą poziomów wody 80 m. Wyposażona jest w 3 turbozespoły Francisa, z których dwa są zespołami odwracalnymi. Podobnie, jak dla elektrowni Solina, pochodzą one z czeskich firm CKD Blansko i Skoda Pilzno (generatory) i należy je uznać za bardzo udane. Ten najtańszy inwestycyjnie obiekt pompowy, z racji uniknięcia budowy zbiornika, położony jest w górnej części zlewni rzeki Radwi w woj. Koszalińskim, ale należy administracyjnie do Z.E.W. Słupsk.

W 1979 roku uruchomiona została elektrownia pompowa *Porąbka-Żar* o mocy 500 MW i rocznej produkcji energii elektrycznej w wysokości ok. 640 mln kWh. Cztery turbozespoły odwracalne, pracujące ze spadem 430 m i przełykiem po 35 m<sup>3</sup>/s. Podstawowy układ technologiczny elektrowni został zaprojektowany i zrealizowany w rozwiązaniu podziemnym. Budynek elektrowni (turbozespoły, zamknięcia kulowe rurociągów ciśnieniowych, transformatory) umieszczony jest w komorze o wymiarach 124 x 27 m w planie i wysokości 40 m i kształcie eliptycznym, wykutej w górotworze o trudnych warunkach geologicznych (mała wytrzymałość skał fliszowych i skomplikowany reżim wód podziemnych). Również pod ziemią wybudowano dwie sztolnie łączące

elektrownię ze zbiornikiem górnym (nachylone pod kątem  $36^{\circ}$ , o długości po 870 m i średnicy od 4,3 do 3,2 m, wyposażone w opancerzenie stalowe o grubości ścianek do 52 mm), sztolnię odpływową o średnicy 6 m wraz z komorą wyrównawczą o wysokości 42 m i średnicy 14 m oraz sztolnię transportową, kablową i szyby wentylacyjne. Zbiornik górny o pojemności 2 mln  $m^3$  wykonany został na szczycie góry Żar w obwałowaniach z miejscowego materiału skalnego, fliszowego, z uszczelnieniem asfaltobetonowym, wielowarstwowym dna i skarp. Zakres zmian poziomu wody w zbiorniku wynosi 20 m. W elektrowni Porąbka-Żar uzyskano stosunek 3,5 długości derywacji do spadu oraz sprawność cyklu przetwarzania w wysokości 75%. Dolny zbiornik stanowi zalew na rzece Sole spiętrzony zaporą betonową zbiornika Porąbka, wybudowaną przed wojną. Turbiny odwracalne Francisa dostarczyła angielska firma Bowing, jeden generator - firma GEC, a trzy pozostałe wyprodukował na podstawie angielskiej dokumentacji wrocławski DOLMEL. O ile trudne warunki realizacji skomplikowanych budowli hydrotechnicznych i budowlanych - podziemnych zostały skutecznie i trwale pokonane jakością projektu i wykonania całego obiektu, to nie obyło się bez problemów w zakresie turbozespołów, jak nadmierne drgania, awarie łożysk i generatorów. W wyniku usprawnień i modernizacji pokonano je w ciągu pierwszych lat eksploatacji i elektrownia osiągnęła zakładaną w projekcie wysoką dyspozycyjność. Elektrownia tworzy samodzielny zespół z dwoma elektrowniami na Sole, tj. Tresna i Porąbka, wchodzący w skład Elektrowni Szczytowo-Pompowych S.A. Jest to obiekt klasy europejskiej a nawet światowej, w którym pokonano trudności związane z rozwiązaniami podziemnymi jedynymi w Polsce, potwierdzając wysoką jakość projektu i wykonawstwa.

Największym z istniejących obiektów hydroenergetycznych w Polsce jest uruchomiona w 1982 roku elektrownia pompowa *Żarnowiec* o mocy 680 MW (osiągalnej 716 MW) i rocznej produkcji energii elektrycznej w wysokości 1,2 mld kWh, przewidywana początkowo do ścisłej współpracy z przygotowywaną w sąsiedztwie elektrownią jądrową. Rolę dolnego zbiornika pełni tu naturalne jezioro

Żarnowieckie o powierzchni 14 km<sup>2</sup>. Zbiornik górny jest budowlą sztuczną w obwałowaniach z uszczelnieniem asfaltobetonowym, o pojemności 13,6 mln m<sup>3</sup> i szesnastometrowym zakresie zmian poziomu wody. Elektrownia jest połączona z górnym zbiornikiem 4 rurociągami o długości po ok. 900 m o średnicy ok. 7 m, a połączenie jej ze zbiornikiem dolnym stanowi kanał otwarty o długości również ok. 900 m. Wyposażenie elektrowni w turbozespoły o mocy po 170 MW na spad 120 m stawia ten obiekt w rzędzie unikalnych pod względem rozmiarów maszyn i wielkości przełyku, w skali światowej. W Żarnowcu zainstalowano turbiny CKD Błańsko. Generatory dostarczyła Fabryka Ciężkich Maszyn Elektrycznych z Charkowa. Ten najważniejszy w systemie elektroenergetycznym kraju obiekt szczytowy oraz regulacyjno-interwencyjny jest samodzielnym przedsiębiorstwem, zintegrowanym w Spółce Elektrownie Szczytowo-Pompowe S.A.. Z chwilą oddania do eksploatacji elektrowni, tj. od 1983 roku zakończył się okres wielkich inwestycji w hydroenergetyce. Trzeba było czekać aż 14 lat na znaczący dla energetyki szczytowo-pompowej efekt oddania w 1997 roku do eksploatacji elektrowni pompowej Niedzica o mocy zainstalowanej 92 MW.

Elektrownia pompowa Niedzica, zaprojektowana przez Energoprojekt Warszawa S.A. użytkowana jest razem z elektrownią przy stopniu wyrównawczym Sromowce Wyżne przez „Zespół Zbiorników Wodnych Czorsztyn-Niedzica-Sromowce Wyżne S.A.”. Nowocześnie rozwiązana elektrownia wyposażona jest w dwa turbozespoły o mocach po 46 MW, wyposażona w turbiny odwracalne systemu Deriaza (z ruchomymi łopatom i wirnika), przystosowana do pracy przy spadach w granicach 21,5 - 47,0 m, z łącznym przełykiem przy pracy turbinowej 250 m<sup>3</sup>/s. Elektrownia położona jest poniżej zapory ziemnej, spiętrzającej wody Dunajca w zbiorniku Czorsztyn-Niedzica o pojemności 230 mln m<sup>3</sup>.

Podsumowując ten okres wielkich budów hydroenergetycznych, należy również wspomnieć o realizowanych w tym czasie wg projektów „Hydroprojektu” przez Hydrobudowy 1 i 7, oddanych do eksploatacji w latach 1974-1975 elektrowni wodnych przy zbiornikach retencyjnych w *Głębinowie* i *Sulejowie*

(Elektrowni *Smardzewice*) o mocach po ok. 3 MW. Obie elektrownie zostały wyposażone w turbozespoły rurowe typu Kaplana firmy węgierskiej Ganz-Mavag, wbudowane w filary części przelewowych zapór.

W roku następnym - 1976 została oddana do eksploatacji odbudowana na rzece Parsęcie wg projektu EP Warszawa, elektrownia *Rościno*, wyposażona również w turbozespoły rurowe, lecz zaprojektowane na Politechnice Gdańskiej i wyprodukowane w całości przez przemysł krajowy. Turbiny wykonała Stocznia Marynarki Wojennej w Gdyni. Elektrownia Rościno pierwszy raz została uruchomiona w 1936 roku. Była to pierwsza na świecie elektrownia z turbinami rurowymi, rozwiązana wg koncepcji inżyniera Arno Fischera we współpracy z producentem turbin firmą Escher Wyss. Turbozespoły z generatorami umieszczonymi w „gruszkach” opływanych wodą zostały umieszczone pod środkowym przęsłem jazu zamykanego klapami. Dwa turbozespoły, dostarczone przez w.w. firmę miały moc po 195 kW i pracowały na spadzie 3,7 m. Turbiny napędzały generatory asynchroniczne i nie posiadały ruchomych łopat kierownicy. Dopływ wody odcinano przy pomocy zaworów motylowych przed turbozespołem. Te pierwsze rurowe turbozespoły posiadały wady, nie osiągały pełnej mocy oraz ulegały częstym awariom. W wyniku prowadzonych przez Politechnikę Gdańską - Zakład Turbin Wodnych i Pomp, badań i prac konstrukcyjnych udało się dopiero po 30 latach postoju, w 1976 roku, wyposażyć w nowe turbozespoły rurowe i uruchomić tę ciekawie rozwiązaną elektrownię. Zmieniono układ w stosunku do przedwojennego, przenosząc generatory poza „gruszki”, z przeniesieniem napędu paskami klinowymi.

#### 4.6 Zarys organizacji energetyki wodnej zawodowej i zmian dokonywanych w tym zakresie

W wyniku zmian ustrojowych i granicznych po II Wojnie Światowej rozczłonkowana wcześniej tak pod względem własnościowym i technologicznym



energetyka, a w tym elektrownie wodne stały się własnością państwa, komunalną, zakładową lub spółdzielczą. Elektrownie państwowe zostały określone mianem elektrowni zawodowych, które z czasem rozszerzyły się wchłaniając siłownie komunalne i inne, poza fabrycznymi, które nazwano elektrowniami przemysłowymi - podporządkowanymi w zakresie dysponowania mocą organizacjom energetyki zawodowej.

Pierwszą organizacją, która objęła opieką zakłady energetyczne i koordynację uruchomienia elektrowni był powołany w styczniu 1945 roku Departament Energetyki przy Rządzie Tymczasowym R.P. Powstające w tym okresie samorzutnie, bez podstawy prawnej, organizacje użytkujące elektrownie i sieci stały się Okręgowymi Zjednoczeniami Energetycznymi dopiero z mocy ustawy z 4 lipca 1947 roku, która powołała również w ramach Ministerstwa Przemysłu Centralny Zarząd Energetyki. CZE powierzono koordynację i kierowanie pracą zjednoczeń energetycznych okręgów, które zostały powołane przez Ministerstwo Przemysłu w liczbie 14. W zjednoczeniach utworzono jako przedsiębiorstwa elektrownie i zakłady sieciowe. Siedem zjednoczeń użytkowało elektrownie wodne. Najwięcej elektrowni pracowało na terenie Zjednoczeń Energetycznych Okręgów: Dolnośląskiego (ok. 30 o mocy 37 MW), Nadmorskiego (21 o mocy 23 MW) i Szczecińskiego (15 o mocy ponad 14 MW). W innych zjednoczeniach, takich jak: Okręgu Poznańskiego, Mazurskiego i Bydgosko-Toruńskiego było po kilku elektrowni wodnych, a w Okręgu Krakowskim dwie, ale w tym Rożnów o największej mocy.

Po dwóch zmianach podporządkowania różnym ministerstwom, w 1952 r. zlikwidowano CZE, tworząc Ministerstwo Energetyki. Rok wcześniej zastąpiono 14 okręgów sześcioma nowymi, nazywając je kolejno Zakładami Energetycznymi Okręgów, Zarządami E.O. a następnie ponownie Zakładami, nadając im od 1953 roku osobowość prawną jako przedsiębiorstwa wielozakładowe, obejmujące takie jednostki jak elektrownie, zespoły elektrowni, zakłady energetyczne i inne. Zakłady Energetyczne Okręgów powstały

w Warszawie (Centralny), Radomiu (Wschodni), Katowicach (Południowy), Wrocławiu (Dolnośląski), Poznaniu (Zachodni) i w Bydgoszczy (Północny). Przy tym energetycznym podziale kraju, który przetrwał z niewielkimi zmianami granic i likwidacją Okręgu Dolnośląskiego, do końca lat osiemdziesiątych, elektrownie wodne znalazły się na terenie każdego okręgu. Zorganizowane one były jako samodzielne elektrownie, zespoły elektrowni wodnych, elektrownie wodne podporządkowane zakładom energetycznym (często w postaci tzw. rejonów elektrowni wodnych), a z biegiem lat następowały w tym zakresie liczne zmiany. Pomimo zmian granic okręgów energetycznych, pociągających za sobą przenoszenie elektrowni wodnych, większość z nich występowała na terenie ZEO Północnego, Zachodniego i Dolnośląskiego, kilka w Okręgu Południowym. Okręg Centralny do czasu uruchomienia elektrowni Dębe posiadał jedną małą elektrownię Ołownik na rzece Węgorapie a w Okręgu Wschodnim użytkowano początkowo elektrownie Rożnów i Czchów, przeniesione do Okręgu Południowego, a następnie Zespół Elektrowni Solina - Myczkowce. Początkowo „palmę” pierwszeństwa pod względem ilości elektrowni wodnych dzierżył Okręg Północny (ponad 40 elektrowni), a za nim w kolejności Okręg Zachodni i Dolnośląski. Włączenie Okręgu Dolnośląskiego do Okręgu Zachodniego spowodowało, że ten ostatni stał się potentatem w zakresie ilości eksploatowanych elektrowni wodnych.

We wcześniejszych latach omawianego okresu po początek lat 70-tych, duża część elektrowni wodnych skupiona była w zespołach elektrowni wodnych podporządkowanych bezpośrednio dyrekcjom okręgów. Około 30 elektrowni na terenie ZEOPn, od wschodnich części obecnego województwa koszalińskiego aż po Warmię, skupiał Zespół Elektrowni Wodnych w Straszynie. Elektrownie na Bobrze i Nysie Łużyckiej tworzyły Zespół E.W. w Dychowie. Zespoły tworzyły również Rożnów-Czchów i Solina-Myczkowce. W wyniku zmiany podziału administracyjnego Polski w 1975 roku oraz powołania w 1976 roku Ministerstwa Energetyki i Energii Atomowej a także dostosowania granic zakładów

energetycznych do terenów nowych województw, kontynuowano proces podporządkowania elektrowni wodnych zakładom energetycznym na terenie których były zlokalizowane. W efekcie tych procesów zostały zlikwidowane zespoły elektrowni wodnych w Straszynie (na bazie jego zaplecza zorganizowano w Straszynie Zakład Robót Hydrotechnicznych), Rożnowie i Solinie. Z tego okresu przetrwał do dni dzisiejszych jedynie zespół dychowski, tylko czasowo na 1 rok w 1980 roku włączony do Z.E. Zielona Góra. Po uruchomieniu w 1979 roku E.P. Porabka-Żar powstał nowy samodzielny zespół obejmujący również dwie elektrownie na Sole, Porąbkę i Tresną. W 1983 roku stała się samodzielną nowo uruchomiona Elektrownia Pompowa Żarnowiec. Wszystkie pozostałe elektrownie wodne w kraju znalazły się w gestii zakładów energetycznych, łącznie z dużymi, takimi jak Włocławek, Żydowo (podporządkowane Z.E. Słupsk pomimo zlokalizowania na terenie Z.E. Koszalin), Solina czy Rożnów. Włączenie i podporządkowanie elektrowni wodnych zakładom energetycznym tj. jednostkom sieciowym i obsługi odbiorców energii elektrycznej, jako zespoły lub rejony elektrowni wodnych w ramach ich struktur oraz zlikwidowanie fachowych i prężnie działających zespołów do dziś jest uważane za decyzję kontrowersyjną, która dla elektrowni zwłaszcza starych przyniosła więcej szkody niż pożytku.

W 1981 roku zostało zlikwidowane Ministerstwo EiEA, a energetykę objęło utworzone ponownie Ministerstwo Górnictwa i Energetyki, a po jego likwidacji z końcem 1987 r. naczelną organizacją energetyczną stała się Wspólnota Energetyki i Węgla Brunatnego. W tym czasie w organizacji i podporządkowaniu elektrowni wodnych nie zaszły istotne zmiany. Zmiany takie nastąpiły dopiero w wyniku przeobrażeń gospodarczo-ustrojowych jakie nastąpiły po 1989 roku. Likwidacja Wspólnoty E. i W.B., usamodzielnienie i przekształcenie zakładów i elektrowni w spółki akcyjne, likwidacja okręgów energetycznych jako nadzoru techniczno-eksploatacyjnego zburzyły dotychczasowy układ organizacyjny.

Utworzona spółka akcyjna „Polskie Sieci Elektroenergetyczne” z wchodzącą w jej skład Krajową Dyspozycją Mocy stała się koordynatorem

i dyspozytorem sektora energetycznego, a przede wszystkim pośrednikiem między producentami i dystrybutorami energii elektrycznej. Elektrownie wodne znalazły się w użytkowaniu samodzielnych przedsiębiorstw-spółek jakimi są zakłady energetyczne lub samodzielne zespoły i elektrownie.

W 1991 roku grupa inicjatywna pracowników elektrowni wodnych zawodowych uznała za konieczne powołanie do życia organizacji reprezentującej interesy energetyki wodnej. Zebranie członków założycieli Towarzystwa Elektrowni Wodnych odbyło się w listopadzie 1991 roku w Zespole Elektrowni Wodnych Porąbka-Żar. Na siedzibę Towarzystwa wybrano Włocławek, a jego pierwszym Prezesem został Dyrektor Naczelny Elektrowni Wodnej Żarnowiec inż. Stanisław Cicholski. Jednym z celów Towarzystwa było zintegrowanie dużych elektrowni wodnych i stworzenie możliwości techniczno-ekonomicznych rozwoju elektrowni wodnych, a w tym szczytowo-pompowych. Działania Towarzystwa doprowadziły do utworzenia z końcem 1993 roku spółki akcyjnej „Elektrownie Szczytowo-Pompowe”, mającej na celu integrację dużych elektrowni regulacyjno-interwencyjnych. ESP S.A. po wniesieniu udziałów przez współzałożycieli stała się właścicielem majątku produkcyjnego elektrowni pompowych i szczytowo-pompowych Żarnowiec, Porąbka-Żar, Dychów i Solina oraz 16 mniejszych elektrowni, a w tym Tresna, Porąbka, Myczkowce, Raduszec Stary, Grajówka i Gubin, o mocy zainstalowanej w każdej z nich ponad 1 MW. W 1994 roku oddano do eksploatacji elektrownię wodną Kliczków na rzece Kwisie, a w 1998 roku elektrownię Szprotawa na rzece Bóbr.

Według stanu na 1997 rok „Elektrownie Szczytowo-Pompowe” S.A. jest jedyną instytucją integrującą, koordynującą, opiekuńczą i perspektywiczną w polskiej energetyce wodnej, ale nie obejmującą swym działaniem opieki nad wszystkimi elektrowniami wodnymi. Nie ujmując nic, a zwłaszcza troski o stan i bezpieczeństwo obiektów będących w użytkowaniu poza „ESP”, wydaje się, że istniejąca luka może nie wpłynąć pozytywnie na długowieczność i poziom eksploatacji wielu mniejszych elektrowni wodnych, pomimo że Towarzystwo

Tabela 15

**Moc elektrowni wodnych zawodowych i jej przyrosty  
w latach 1950-1997**

| Rok  | Moc elektrowni<br>wodnych na koniec<br>roku<br>MW | Przyrost<br>mocy<br>w roku<br>MW | Rok  | Moc elektrowni<br>wodnych na koniec<br>roku<br>MW | Przyrost<br>mocy<br>w roku<br>MW |
|------|---------------------------------------------------|----------------------------------|------|---------------------------------------------------|----------------------------------|
| 1950 | 161                                               | 0                                | 1975 | 827                                               | 3                                |
| 1951 | 194                                               | 33                               | 1975 | 827                                               | 0                                |
| 1952 | 220                                               | 26                               | 1976 | 827                                               | 0                                |
| 1953 | 229                                               | 9                                | 1977 | 827                                               | 0,3                              |
| 1954 | 234                                               | 5                                | 1978 | 827                                               | 0                                |
| 1955 | 237                                               | 3                                | 1979 | 1327                                              | 500                              |
| 1956 | 237                                               | 0                                | 1980 | 1327                                              | 0                                |
| 1957 | 240                                               | 3                                | 1981 | 1327                                              | 0                                |
| 1958 | 248                                               | 8                                | 1982 | 1837                                              | 510                              |
| 1959 | 248                                               | 0                                | 1983 | 2007                                              | 170                              |
| 1960 | 261                                               | 13                               | 1984 | 2007                                              | 0                                |
| 1961 | 311                                               | 50                               | 1985 | 2005                                              | -2                               |
| 1962 | 326                                               | 15                               | 1986 | 2005                                              | 0                                |
| 1963 | 347                                               | 21                               | 1987 | 2005                                              | 0                                |
| 1964 | 349                                               | 2                                | 1988 | 2005                                              | 0                                |
| 1965 | 349                                               | 0                                | 1989 | 2005                                              | 0                                |
| 1966 | 349                                               | 0                                | 1990 | 2005                                              | 0                                |
| 1967 | 373                                               | 24                               | 1991 | 2005                                              | 0                                |
| 1968 | 486                                               | 113                              | 1992 | 2006                                              | 1                                |
| 1969 | 507                                               | 21                               | 1993 | 2007                                              | 1                                |
| 1970 | 770                                               | 263                              | 1994 | 2007                                              | 0                                |
| 1971 | 821                                               | 51                               | 1995 | 2008                                              | 1                                |
| 1972 | 821                                               | 0                                | 1996 | 2008                                              | 0                                |
| 1973 | 821                                               | 0                                | 1997 | 2008                                              | 0                                |
| 1974 | 824                                               | 3                                |      |                                                   |                                  |

Elektrowni Wodnych stara się poprzez wymianę doświadczeń i poglądów oraz ukierunkowanie działań o właściwe utrzymanie i rozwój elektrowni wodnych w warunkach gospodarki rynkowej z uwzględnieniem aspektów ekologicznych.

Powyższy, krótki zarys historii zmian organizacyjnych w powojennej energetyce wodnej w Polsce byłby niepełny bez wspomnienia o ludziach, którzy ofiarnie ją odbudowali, walczyli o jej przetrwanie i rozwój oraz borykali się z wieloma problemami w ich eksploatacji i bezpiecznym utrzymaniu. Takich ludzi było wiele tysięcy, a każdy z nich dołożył jakąś „cegielekę” do dzieła „energetyka wodna” i przyczynił się do tego, że mimo niekorzystnych warunków i ograniczonych możliwości nie trzeba jej się wstydzić.

W tabeli 15 zestawiono moc elektrowni wodnych zawodowych i jej przyrosty w okresie powojennym (omówionym w niniejszym rozdziale) od 1950 roku, wg danych

statystycznych. Aby uzyskać pełną moc wszystkich elektrowni wodnych w kraju na koniec 1997 r., do podanej wielkości 2008 MW należałoby dodać moc małych elektrowni pozazawodowych - 28 MW oraz moc Elektrowni Niedzica 92 MW, co daje łączną wielkość 2128 MW.

#### **4.7. Mała energetyka wodna**

Już w latach 50-tych tj. w okresie, w którym w energetyce zawodowej rozpoczęto likwidację starszych, małych elektrowni wodnych (patrz podrozdział 4.3.), odezwały się „głosy” specjalistów przemawiających za utrzymaniem w użytkowaniu małych zakładów wykorzystujących siłę wodną i małych elektrowni. Przeprowadzona w latach 1953-54 przez Felicję Witulską z Centralnego Zarządu Elektryfikacji Rolnictwa inwentaryzacja istniejących małych zakładów wodnych, wykazała że istniały wówczas 633 takie zakłady o mocach powyżej 260 KM (191 kW), z łączną mocą ok. 68 MW. Zainicjowane działania w kierunku stworzenia podstaw prawnych dla funkcjonowania i rozwoju

małej energetyki wodnej napotykały na opór urzędów i innych czynników, a w tym ówczesnego Ministerstwa Energetyki, które w 1956 roku proponowało aby odbudową małych elektrowni wodnych zajęło się Ministerstwo Państwowych Gospodarstw Rolnych oraz CZER przy Ministerstwie Rolnictwa (wg pisma Min. Zadrzyńskiego do wiceprezesa R.M.). Pomimo tych oporów i „spychotechniki” w 1958 r. Rada Ministrów podjęła uchwałę nr 423/58 „w sprawie uruchomienia i właściwego wykorzystania zakładów wprawianych w ruch za pomocą siły napędowej wody ...”, która zobowiązywała władze wojewódzkie do przeanalizowania możliwości wykorzystania zakładów stanowiących własność państwa lub spółdzielni i powierzenia ich do prowadzenia przez przemysł terenowy, spółdzielnie i osoby prywatne. Ustalono zasady zdobywania energii do sieci państwowej oraz poza nią, zasady uzyskiwania uprawnień itp. Ten doniosły akt prawny pozostał na „papierze”, a w praktyce zniszczono małą energetykę.

Niezwykle doniosłym, pozytywnym skutkiem tzw. „kryzysu energetycznego” z początku lat 70-tych, który uświadomił społeczeństwu i ich rządowi bezalternatywną konieczność oszczędzania podstawowych zasobów energii i ich wartości, było nowe spojrzenie na możliwości wykorzystywania jej odnawialnych i niekonwencjonalnych źródeł. Już w drugiej połowie lat 70-tych naukowcom i specjalistom hydroenergetykom i ekologom udało się przezwyciężyć początkowe opory i zaszczerpić ideę przygotowania warunków do znaczącego rozwoju małej energetyki wodnej w ówczesnym kierownictwie Ministerstwa Energetyki i Energii Atomowej. Mając na uwadze obowiązujące w tym czasie zasady ustrojowe, nie było to przedsięwzięciem łatwym, bo kierownictwo resortu musiało przełamywać bariery na wyższych szczeblach.

Drażenie świadomości decydentów oraz podjęte z inicjatywy Mariana Hoffmanna wszechstronne prace przygotowawcze doprowadziły do przyjęcia w dniu 7 września 1981 roku przez Radę Ministrów uchwały nr 192 „w sprawie rozwoju małej energetyki wodnej”, regulującej podstawowe zasady, wytyczne i kierunki tego rozwoju w odniesieniu do elektrowni wodnych o mocy do 5 MW.

W dokumencie tym zawarto szereg jednoznacznych, ważnych ustaleń, takich jak upowszechnienie użytkowania MEW na wszystkie sektory gospodarcze, uprawnienia wojewodów do powodowania ich ponownego uruchomienia, zbywanie nadwyżek energii przez producenta, obowiązek uwzględniania budowy elektrowni przy nowych piętrzeniach itp. W oparciu o inwentaryzacje wykonane na terenie wszystkich województw, Andrzej Sowiński opracował w B.S. i P.E. Energoprojekt „Studium terenowe małych elektrowni wodnych - program budowy MEW do 2000 roku”, w którym zbilansowano możliwości realizacyjne tych obiektów przy istniejących i planowanych piętrzeniach. Studium to przekazano urzędowi wojewódzkim.

Jednocześnie prowadzono szereg prac naukowo-badawczych mających na celu przygotowanie stypizowanych projektów urządzeń dla MEW, a w szczególności turbin, generatorów, układów automatyki i regulacji. Bogaty dorobek w tym zakresie wniosły takie placówki naukowo-badawcze jak Katedra Turbin Wodnych i Pomp Politechniki Gdańskiej, Instytut Maszyn Przepływowych PAN w Gdańsku, JASE, Instytut Elektroenergetyki i Automatyki Politechniki Gdańskiej, Energoprojekt Warszawa, Instytut Energetyki i szereg innych. W ramach tych prac przygotowane zostały wytyczne projektowania i budowy urządzeń elektrycznych, automatyzacji MEW, warunki ich współpracy z systemem elektroenergetycznym, wskazówki ochrony przepięć piorunowych, a także wydana w 1987 r. instrukcję eksploatacji małej elektrowni wodnej. Przyszli użytkownicy MEW mogli uzyskiwać informacje i porady we wszystkich sprawach związanych z tymi obiektami w Ośrodku Informacyjno-Konsultacyjnym, zorganizowanym przez Oddział Energopomiaru w Gdańsku, a następnie od 1988 roku wziętym pod patronat Towarzystwa Rozwoju Małych Elektrowni Wodnych.

W sferze zagadnień organizacyjno-prawnych związanych z uruchomieniem i eksploatacją MEW dokonano szereg uzgodnień i podjęto decyzje usprawniające konieczne do załatwienia formalności i regulujące zasady opłat za dostawę energii elektrycznej z małych elektrowni do sieci energetyki zawodowej.



Oddzielnym zagadnieniem w zakresie realizacji ustaleń uchwały nr 192 było przygotowanie i uruchomienie produkcji urządzeń dla małej energetyki wodnej, tj. różnych typów turbin, generatorów, układów sterowania i automatyki. Produkcji tej podjęły się:

- Zakład Remontowy Energetyki - Gdańsk,
  - Dolnośląskie Zakłady Metalurgiczne „DOZAMET” w Nowej Soli,
  - Zakłady Wytwórcze Maszyn Elektrycznych i Transformatorów „EMIT” w Żychlinie,
  - Zakłady Okrętowych Urządzeń Elektrycznych „ELMOR” w Gdańsku,
  - Dolnośląskie Zakłady Wytwórcze Maszyn Elektrycznych „DOLMEL” we Wrocławiu,
  - Ośrodek Badawczo-Rozwojowy „Chemkop” w Krakowie,
- oraz inne zakłady - kooperanci dla poszczególnych urządzeń.

Zakłady te zostały przygotowane do produkcji kompletnych urządzeń dla małych elektrowni z turbinami Banki, rurowymi i klasycznymi Kaplana. Produkcję turbozespołów Francisa realizuje Fabryka Oprządzowania Narzędziowego S.A. (do niedawna Fabryka Osi Napędowych S.A.) w Radomsku, powstała na bazie posiadających wieloletnią tradycję i doświadczenie w produkcji tych turbin i rurociągów na cały świat, zakładów Kryzla i Wojakowskiego występujących po ostatniej wojnie jako „Fabryka Maszyn Radomsko”. Ocenia się, że w tej wytwórni w okresie od jej powstania w początkach obecnego wieku, wyprodukowano ponad 1000 turbin Francisa dla kraju i na eksport.

Wspomniana wcześniej inwentaryzacja przeprowadzona na terenie wszystkich województw oraz analiza wykonana przez BSiPE „Energoprojekt” w „studium terenowym” wykazała, że z blisko 3000 zinwentaryzowanych istniejących lub planowanych piętrzeń wody, realne i uzasadnione jest uruchomienie małych elektrowni wodnych w liczbie łącznej 1026 obiektów, z czego 611 przy istniejących piętrzeniach i 415 przy przewidywanych do realizacji.

Łączna moc wytypowanych do ewentualnej realizacji elektrowni wynosi ok. 300 MW, a produkcja roczna rzędu miliarda kWh.

W rzeczywistości rozwój małych elektrowni wodnych zapoczątkowany we wczesnych latach 80-tych nieśmiały i nielicznymi przedsięwzięciami, stopniowo nabierał tempa, pomimo występujących wielu przeszkód i trudności. Trudności te związane były z różnym podejściem zakładów energetycznych do odkupywania energii od elektrowni prywatnych, z problemem cen za tę energię, początkowo dotowaną a następnie preferowaną przez państwo, z nieporozumieniami kredytowymi i podatkowymi, rosnącymi kosztami budowy i urządzeń itp. Pomimo pewnych oporów organizacje gospodarki wodnej i rolnictwa stopniowo podporządkowały się obowiązкови analizowania i realizacji w uzasadnionych przypadkach, energetycznego wykorzystywania budowanych zbiorników i piętrzeń. Powstały w efekcie elektrownie przy zbiornikach w Jeziorsku, Dobczycach, Klimkówce, Sromowcach Wyżnych i Siemianówce, a w innych są w przygotowaniu lub przewidziane. Również energetyka zawodowa odbudowała i uruchomiła kilka obiektów małej energetyki, zwłaszcza na terenie ZEW Dychów i Z.E. Słupsk. ZEW Dychów odbudował w latach 1990-1998 osiem elektrowni wodnych (w tym 4 są elektrowniami wybudowanymi od nowa). Przygotowane do odbudowy są kolejne trzy elektrownie. Inicjatorami tego nowoczesnego przedsięwzięcia odbudowy elektrowni na rzece Bóbr, Kwisa i Nysa Łużycka są Andrzej Pietrzak (ESP S.A.), Henryk Subocz i Krzysztof Urbański z ZEW Dychów. Najwięcej jednak małych elektrowni uruchomiły i przygotowują osoby prywatne. Zestawienia parametrów ważniejszych obiektów odbudowanych, przebudowanych lub zmodernizowanych zawiera tabela nr 16. Do końca 1997 roku uruchomiono i przyłączono do sieci rozdzielczych zakładów energetycznych na terenie Polski 266 małych elektrowni wodnych o łącznej mocy 28,0 MW. Powyższa moc jest może w stosunku do zamierzeń niewielka ale trzeba pamiętać, że jej wielkość łączną powinny kształtować siłownie przy większych obiektach

wodnych, których nie realizowano w znaczących ilościach w zastoju inwestycyjnym lat 80-tych i 90-tych.

Ponieważ wydaje się, że w ostatnich latach tj. u schyłku XX wieku, nieco osłabły działania propagandowe na rzecz małej energetyki wodnej, warto przypomnieć najważniejsze korzyści płynące z jej rozwoju. O korzyściach i efektach ekologicznych elektrowni wodnych, a w tym również małych, mówi się obszernie w 2 rozdziale niniejszego opracowania, ale istnieją również korzyści energetyczne z ich rozwoju wynikające. Poza eliminacją i oszczędnością różnego rodzaju paliw używanych do celów energetycznych do ważnych zadań małych elektrowni w systemie elektroenergetycznym należy zaliczyć poprawę warunków napięciowych w sieciach rozdzielczych i zmniejszenie strat przesyłu i transformacji w związku ze zużywaniem ich produkcji w najbliższym sąsiedztwie. Małe elektrownie mogą również spełniać rolę pewnych technicznie źródeł zasilania odbiorców wrażliwych na przerwy w dostawach energii elektrycznej przy dostosowaniu ich układów elektrycznych do możliwości pracy z siecią wydzieloną z systemu. W podobnych rozwiązaniach źródła energii mogą stanowić najbardziej korzystny sposób zelektryfikowania osad i gospodarstw oddalonych od sieci lub w trudnym terenie. Biorąc pod uwagę wszystkie te zalety i korzyści z posiadania małych elektrowni wodnych w systemie energetycznym lub poza nim, a także korzyści i satysfakcje własne użytkowników - właścicieli tych obiektów, należy mieć nadzieję, że to przyjazne środowisku i ludziom źródło energii będzie nadal pomyślnie się rozwijało, przy sukcesywnym znikaniu barier i przeciwności na drodze tego rozwoju. Rozwój ten wychodzi także na przeciw powszechnie obserwowanemu zaniedbaniu rzek i potoków skutkiem braku właściwej troski o ich utrzymanie ze strony instytucji do tego powołanych. Nikt na ogół nie reguluje stanu zarastania brzegów i terenów zalewowych, drożności koryt, nie usuwa zwalonych drzew oraz odpadów wyrzucanych przez okoliczną ludność, takich jak stare meble, opony a nawet wraki całych samochodów czy inne przedmioty i śmieci. Ponadto wiele odcinków cieków wcześniej poddawanych

Tabela 16

**Małe elektrownie wodne**  
**odbudowane, zmodernizowane i uruchomione**  
**w energetyce zawodowej i gospodarce wodnej**  
**w latach 1982-1998**

| Elektrownia        | Rzeka     | Rok uruchom., odbud., moderniz. | Moc MW | Przełyk m <sup>3</sup> /s | Spad m | Ilość i rodzaj turbozespołów | Właściciel obiektu                              |
|--------------------|-----------|---------------------------------|--------|---------------------------|--------|------------------------------|-------------------------------------------------|
| Słupsk             | Słupia    | 1982                            | 0,05   | 2,5                       | 2,0    | 1xF                          | ZE Słupsk                                       |
| Poganice           | Łupawa    | 1982                            | 0,07   |                           | 2,6    | 1xF, przekł.                 | - „ -                                           |
| Łupawa             | Łupawa    | 1982                            | 0,10   | 4,2                       | 2,5    | 1xF, przekł.                 | - „ -                                           |
| Kępice             | Wieprza   | 1983                            | 0,34   | 13,0                      | 2,5    | 2xF                          | - „ -                                           |
| Osowo<br>Lęborskie | Okalica   | 1984                            | 0,02   | 0,5                       | 5,0    | 1xBanki                      | - „ -                                           |
| Małomice           | Bóbr      | 1992                            | 0,80   | 26,0                      | 2,7    | 2xK                          | ESP,ZEW Dychów                                  |
| Sobolice           | Nysa Łuż. | 1993                            | 0,66   | 25,0                      | 3,2    | 2xK                          | - „ -                                           |
| Bukówka            | Nysa Łuż. | 1993                            | 0,84   | 18,0                      | 5,6    | 2xFlygt                      | - „ -                                           |
| Lidzbark           | Łyna      | 1993                            | 0,32   | 15,0                      | 2,7    | 1xK                          | ZE Olsztyn                                      |
| Nysa               | Nysa Kł.  | 1993                            | 0,27   | 10,2                      | 3,5    | 1xFlygt                      | ZE Opole                                        |
| Dobczyce           | Raba      | 1993                            | 2,24   | 10,6                      | 26,5   | 2xK                          | ODGW Kraków                                     |
| Kliczków           | Kwisa     | 1994                            | 0,64   | 13,8                      | 6,0    | 2xFlygt                      | ESP,ZEW Dychów                                  |
| Klimkówka          | Ropa      | 1994                            | 1,03   | 4,0                       | 30,5   | 1xK                          | ODGW Kraków                                     |
| Sromowce<br>Wyżne  | Dunajec   | 1994                            | 2,08   | 29,0                      | 10,3   | 4xFlygt                      | Zesp.Zb.Wod.<br>Czorsztyn-Niedzica-<br>Sromowce |
| Jeziorsko          | Warta     | 1994                            | 4,89   | 70,0                      | 8,9    | 2xK                          | ODGW Poznań                                     |
| Siemianówka        | Narew     | 1996                            | 0,17   | 2,8                       | 6,8    | 2xFlygt                      | WZM i UM                                        |
| Zasieki            | Nysa Łuż. | 1996                            | 0,82   | 32,0                      | 4,2    | 2xK                          | ESP,ZEW Dychów                                  |
| Szprotawa          | Bóbr      | 1998                            | 0,63   | 26,6                      | 3,7    | 2xruruwa                     | - „ -                                           |
| Żagań I            | Bóbr      | 1998                            | 0,90   | 40,8                      | 2,8    | 3xruruwa                     | - „ -                                           |
| Gorzupia           | Wieprza   | 1998                            | 1,68   | 41,0                      | 4,7    | 4xFlygt                      | - „ -                                           |
| Kępka              |           | 1998                            | 0,52   | 15,0                      | 4,4    | 2xK                          | ZE Słupsk                                       |

Uwagi jak do tabeli 8

zabiegom melioracyjnym lub regulacyjnym (częstokroć wadliwym) uległo zniszczeniom i dewastacji, przedstawiając obraz znacznie gorszy od pierwotnego. Innym problemem jest występowanie zdewastowanych i porzuconych obiektów piętrzących lub ich pozostałości, bo nie istnieje u nas zjawisko poczuwania się byłych użytkowników do uporządkowania terenu i likwidacji wyeksploatowanej budowli, a zwłaszcza zapewnienia minimum bezpieczeństwa z jej strony dla ludzi i otoczenia. W przypadku odbudowy lub budowy elektrowni wodnych, nie tylko pojawiają się „gospodarze” obiektów, ale także opiekunowie znacznych odcinków cieków i ludzie odpowiedzialni za ich utrzymanie.

## **5. WYPOSAŻENIE PODSTAWOWE ELEKTROWNI WODNYCH I ZWIĄZANE Z NIMI BUDOWLE WODNE**

### **5.1. Ewolucja urządzeń podstawowych elektrowni wodnych**

W ciągu 100 lat rozwoju elektrowni wodnych zawodowych w Polsce, zainstalowano w czynnych obecnie obiektach ponad 300 turbin wodnych i generatorów, z czego obecnie w eksploatacji znajduje się 275 turbozespołów, a 32 zostały zastąpione innymi. W skład 158 turbozespołów wchodziły turbiny Francisa, a pozostałe 117 maszyn posiada turbiny śmigłowe (Kaplana i pochodne). Te dwa podstawowe systemy stosowanych turbin można podzielić na następujące rodzaje występujące w Polsce:

- turbiny Francisa:
  - w układzie pionowym (z wałem pionowym):
    - z przekładniami,
    - bez przekładni,
    - odwracalne,

- w układzie poziomym (z wałem poziomym):
  - jednowirnikowe:
    - bez przekładni,
    - z przekładniami,
  - bliźniacze:
    - bez przekładni,
    - z przekładniami,
  - podwójne i potrójne,
- turbiny śmigłowe:
  - z nieruchomymi łopatkami wirnika,
  - klasyczne Kaplana:
    - bez przekładni,
    - z przekładniami,
  - rurowe,
  - zatapialne firmy Flygt.

(Turbiny wielowirnikowe, bliźniacze - to dwa wirniki na jednym wale ze wspólną rurą ssącą lub spiralą wlotową, a podwójne i potrójne to oddzielne turbiny na jednym wale.)

Ilości turbin wg powyższego podziału, uruchomionych w poszczególnych okresach rozwoju elektrowni wodnych zawodowych, określonych w tabeli 1, przedstawiono w zestawieniu zawartym w tabeli 17. Obok liczb czynnych obecnie maszyn podano w nawiasach ilości turbin zastąpionych nowszymi, bądź to w związku z odnową lub modernizacją albo też w efekcie wywieżenia lub zniszczenia maszyn w czasie i po działaniach wojennych.

Jak podano w tabeli 17, najstarsze elektrownie były wyposażone w turbiny pionowe Francisa z przekładniami dwustopniowymi (przełożenie zębate z drewnianymi zębami na dużym kole i przekładnia pasowa) na spady 2,1 - 3,5 m oraz turbiny poziome Francisa bez przekładni na spady 7 - 14 m.

W następnych okresach, w latach od 1907 r. po koniec pierwszej wojny światowej liczne już elektrownie bazują na podobnym wyposażeniu. Pionowe Franciszy z przekładniami zainstalowano na spadach 2,2 - 6,8 m, większość z nich w okresach późniejszych została wymieniona na maszyny bez przekładni Francisza lub Kaplana. Turbiny Francisza w układzie poziomym, znacznie liczniejsze od pionowych, instalowano jako pojedyncze na spadach 9 - 39 m i bliźniacze ze spadami 4,8 - 35 m. Turbozespoły poziome obu rodzajów posiadały spirale turbin zainstalowane w halach maszyn, w nielicznych zainstalowano wirniki turbin w poziomych kotłach lub komorach otwartych.

Lata 1919 - 30 to rekordowy okres pod względem ilości nowouruchomionych turbozespołów. W dalszym ciągu przybywa jeszcze pionowych zespołów Francisza z przekładniami (ale już nowocześniejszymi, jednostopniowymi) na spadach 2 - 3,8 m. Pojawiają się również liczne zespoły pionowe bez przekładni (spadach 3 - 5,5 m), wyposażone w turbiny Francisza. W zakresie układów poziomych z TZ Francisza obok kilku zespołów jednowirnikowych bez i z przekładniami, następuje gwałtowny rozwój turbin poziomych bliźniaczych, podwójnych, a także w jednej elektrowni potrójnych bez przekładni, na spadach 4,8 - 44,8 m, ze spiralami w hali maszyn oraz wirnikami w komorach otwartych. Obok turbin Francisza uruchomiono, poczynając od 1923 roku, w tym okresie pierwsze turbiny śmigłowe z nieruchomymi łopatkami wirnika oraz klasyczne turbiny Kaplana (niektóre zastąpiły wymontowane zespoły Francisza). Poza jednym przypadkiem turbiny śmigłowej, były to maszyny bez przekładni, pracujące ze spadami 2,2 - 15,0 m.

W ostatnim okresie przedwojennym, w latach 1931 - 40 przyrost maszyn w naszych elektrowniach obejmuje głównie turbiny Kaplana bez przekładni (spadach 3,5 - 29,8 m) i z przekładniami (spadach 2,5 - 4,8 m). W 1936 roku pojawiły się pierwsze turbiny rurowe w Roście na spad 3,8 m oraz w elektrowni Dychów obok największych przedwojennych turbin Kaplana, dwie pompy akumulacyjne o mocach po 5 MW. W zakresie turbin Francisza uruchomiono jeszcze po kilka

układów pionowych z i bez przekładni oraz 2 poziome bez przekładni. Wyraźnie widać zanik tak licznych wcześniej, a także bardzo udanych i trwałych zespołów Francisa w układzie poziomym. W okresie wojennym uruchomiono TZ Kaplana w Rożnowie, na spad 31 m.

Po II wojnie światowej rozwój elektrowni wodnych zdominowały turbiny Kaplana bez przekładni, stosowane na spadach 3,5 - 30 m. W kilku elektrowniach zainstalowano mniejsze turbiny Francisa w układach pionowych, a także w kilku przypadkach w rozwiązaniach poziomych, na ogół w miejsce starszych maszyn wywiezionych. Ostatnie turbozespoły wielowirnikowe uruchomiono w 1963 r. w elektrowni Witka. Od 1968 roku pojawiają się duże maszyny odwracalne Francisa na spadach od 40 - 450 m, w Solinie i 3 elektrowniach pompowych. Od 1974 roku rozpoczyna się kariera turbin rurowych, śmigłowych i Kaplana. Pracują one ze spadami w zakresie 2,8 - 9,5 m. W 1993 r. zaczęto stosować w modernizowanych i nowych małych elektrowniach turbozespoły zatapialne firmy Flygt (Szwecja), złożone z turbin śmigłowych z regulowanymi łopatom wirnika, przekładniami i generatorami asynchronicznymi.

Turbozespoły instalowane w polskiej energetyce zawodowej w ciągu 100-lecia były wyposażane w turbiny i generatory pochodzące z ok. 45 wytwórni, przy czym tak turbiny jak i generatory pochodzą od ponad 25 producentów, którzy w niektórych przypadkach pokrywają się.

Wśród producentów turbin, na pierwszym miejscu pod względem ich ilości są wytwórnie firmy Voith (40% tj. 113 czynnych turbin), a na kolejnych miejsca można wymienić firmy CKD Błańsko (30 maszyn), Briegleb Hansen Gotha (26 turbin), Escher Wyss (19 turbin), Ganz Mavag (15 maszyn) i Schichau - Elbląg (12 turbin). Pozostałe firmy zagraniczne i krajowe reprezentowane są w energetyce zawodowej kilkoma przypadkami, a niektóre jednym.

W zakresie producentów czynnych generatorów, na czoło wysuwa się firma Siemens (25% tj. 90 prądnic), a kolejnymi, licznymi są AEG (37 generatorów) i Dolmel (24 maszyny). Jako kolejnych liczniej reprezentowanych



**Tabela 17**  
**Ilości turbin wodnych według systemów i rodzajów występujących w elektrowniach wodnych energetyki zawodowej**

| Okres<br><br>(wg tabeli<br>nr 1) | Turbiny Francisca |                |                |                |                |                  | Turbiny śmigłowe                            |                      |                 |        |                | Razem  |
|----------------------------------|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|---------------------------------------------|----------------------|-----------------|--------|----------------|--------|
|                                  | pionowe           |                | poziome        |                |                |                  | z nieru-<br>chomymi<br>łopatkami<br>wirnika | Kaplana<br>klasyczne |                 | rurowe | firmy<br>Flygt |        |
|                                  |                   |                | jednowirnikowe |                | wielowirnikowe |                  |                                             | bez<br>przekł.       | z<br>przekł.    |        |                |        |
|                                  | z<br>przekł.      | bez<br>przekł. | z<br>przekł.   | bez<br>przekł. | z<br>przekł.   | podw.<br>potrój. |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  | 5                 | 3              | 3              | 3              | 3              | 3                | 3                                           | 3                    | 3               | 3      | 3              |        |
| 1898-1906                        | 5                 |                |                | 3              |                |                  |                                             |                      |                 |        |                | 8      |
| 1907-1914                        | 6(16)             |                |                | 16(1)          |                |                  | 13(1)                                       |                      |                 |        |                | 35(18) |
| 1915-1918                        | 1                 |                |                | 5              |                |                  | 2                                           | 3                    |                 |        |                | 11     |
| 1919-1930                        | 13(3)             | 10(2)          |                | 2              | 3              | 23               |                                             |                      | 8 <sup>*)</sup> | 12     |                | 75(5)  |
| 1931-1940                        | 5                 | 4              |                | 2              |                |                  |                                             |                      | 1               | 14(4)  | 7(1)           | 33(7)  |
| 1941-1950                        |                   |                |                |                |                | 2                |                                             |                      |                 | 4      |                | 6      |
| 1951-1967                        | 3                 | 2              |                | 1              | 6              |                  |                                             |                      | 1               | 33     | 2(2)           | 50     |
| 1968-1983                        | 2                 | 4              | 12             |                |                |                  |                                             |                      |                 | 6      | 2              | 33     |
| 1984-1997                        |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 | 9      |                | 15     |
| Razem                            | 35(19)            | 20(2)          | 12             | 29(1)          | 3              | 46(1)            | 3                                           | 10 <sup>*)</sup>     | 6 <sup>*)</sup> | 78(4)  | 11(3)          | 275    |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        |                |        |
|                                  |                   |                |                |                |                |                  |                                             |                      |                 |        | </             |        |

<sup>\*)</sup> w tym jedna turbina z przekładnią

(-) w nawiasach podano ilość turbin złomowanych, zmodernizowanych lub wymienionych na nowe, ujęte w innych miejscach i okresach

producentów generatorów należy wyliczyć Żychlin, Sachsenwerk, BBC, Skoda - Pilzno i CKD Praha oraz Ganz Mavag.

Najstarsze, czynne turbozespoły zostały wyposażone w turbiny firm Escher Wyss, Schichau, Amme Giesecke, Voith i Briegleb H. Gotha i generatory AEG, Bergman i Siemens.

## **5.2. Budowle hydrotechniczne elektrowni wodnych**

Liczebność, rozmiary i ważność budowli hydrotechnicznych związanych z elektrowniami wodnymi stawia energetykę w rzędzie największych użytkowników obiektów, w stosunku do których obowiązuje szczególna odpowiedzialność za bezpieczeństwo ludzi, mienia i otoczenia. Do obiektów tych i budowli w pierwszym rzędzie należy zaliczyć zbiorniki retencyjne i przeciwpowodziowe, zapory betonowe, kamiennie-betonowe i ziemne, budynki elektrowni i pompowni, urządzenia ujęciowe, upustowe i odpływowe, sztolnie hydrotechniczne, kanały i rurociagi.

Szereg zbiorników wodnych związanych z elektrowniami wodnymi ma charakter obiektów wielozadaniowych. Obok zadań energetycznych spełniają one obowiązki i wymagania ze strony innych użytkowników wód, takich jak: przemysł, gospodarka komunalna i żegluga śródlądowa, w zakresie zaopatrzenia w wodę, a także zadania w zakresie ochrony przed powodzią i wyrównania przepływów. W przypadku kilkunastu zbiorników i stopni piętrzących o priorytetowych zadaniach żeglugowych i zaopatrzenia w wodę rejonów silnie uprzemysłowionych energetyka użytkuje wyłącznie energetyczne części tych obiektów. Dotyczy to stopni żeglugowych na Wiśle, Narwi i Odrze oraz zbiorników na Sole, Pilicy, Nysie Kłodzkiej i Małej Panwi.

Z ponad 150 obiektów piętrzących wodę dla potrzeb energetyki, to 43 zbiorniki wodne o całkowitych pojemnościach powyżej 300 tys. m<sup>3</sup>.

Do największych zbiorników należy zbiornik w Solinie, który z pojemnością 0,5 mld m<sup>3</sup> jest największym sztucznym zbiornikiem wodnym w kraju oraz zbiorniki w Rożnowie, Koronowie i Pilchowicach.

Dwadzieścia trzy budowle piętrzące w energetyce zaliczane są do I i II klasy ważności ze względu na bezpieczeństwo. Liczba ta zawiera 10 budowli o wysokościach konstrukcji i piętrzeniach ponad 20 m. Są wśród nich, wymagające specjalnej troski, stojące już 60-80 lat zapory kamienno-betonowe na Dolnym Śląsku w Pilchowicach, Złotnikach, Leśnej i Lubachowie. Specjalnym rozwiązaniem, jest pierwsza w naszych warunkach zapora ziemna, zbudowana z materiałów fliszowych, okalająca najwyżej położony w Polsce, górny zbiornik elektrowni pompowej Porąbka-Żar - o maksymalnym piętrzeniu 27 m. Najwyższym obiektem piętrzącym jest zapora betonowa w Solinie, o całkowitej wysokości 84 m.

Wśród obiektów piętrzących wodę w zbiornikach na ponad 20 m jest ciężka zapora betonowa w Rożnowie oraz wymienione wcześniej zapory kamienno-betonowe na Dolnym Śląsku. Pozostałe większe piętrzenia i cały szereg mniejszych elektrowni wyposażono w najliczniejszą grupę budowli wodnych w energetyce tj. zapory ziemne czołowe i boczne. Do szczególnie specyficznych zbiorników należy zaliczyć dwa sztuczne zbiorniki elektrowni pompowych: Porąbka-Żar (2 mln m<sup>3</sup> pojemności i 27 m piętrzenia oraz 10 ha powierzchni) posadowiony na szczycie góry Żar oraz zbiornik większy przy elektrowni Żarnowiec (12 mln m<sup>3</sup>, 16 m piętrzenia i 100 ha powierzchni) zbudowane z materiału gruntowego miejscowego. Z elektrowniami pompowymi wiąże się szereg innych budowli o dużych wymiarach jak sztolnie, rurociągi, budynki elektrowni (w przypadku Elektrowni Porąbka-Żar w wykonaniu podziemnym). Budowle i urządzenia do przepuszczania wód przez zapory i jazy wbudowane w zapory, występują w przypadkach mniejszych obiektów z zaporami ziemnymi jako przelewy i upusty zblokowane z budynkami elektrowni i komorami turbin. Spotyka się tu zamknięcia wodne 15-tu różnych typów, z przewagą zasuw

płaskich. Budynki elektrowni, będące częstokroć również elementami piętrzenia, są w starszych elektrowniach znacznie rozbudowane ba dawniej na górnych piętrach lokowano rozdzielnie elektryczne a na dole transformatory. Można tu również spotkać całkiem prymitywne niskie jazy z drewnianymi zastawkami podnoszonymi dźwignią w postaci drąga lub kołowrotkiem. Wiele budowli hydrotechnicznych pochodzących z końca ubiegłego wieku lub pierwszej połowy bieżącego wieku, związanych ze starymi elektrowniami wodnymi, posiada unikalne lub niestosowane dziś rozwiązania, kwalifikujące je do roli zabytków techniki, nie zawsze niestety właściwie dostrzeganych i chronionych.

Budowle piętrzące wymienionych wyżej rodzajów są objęte stałą kontrolą stanu technicznego i bezpieczeństwa. Wykonuje się na nich przeglądy kontrolne oraz przeprowadzane co 3 lata (w połączeniu z obowiązkowymi ocenami stanu technicznego) okresowe przeglądy komisyjne. Na 47 większych obiektach piętrzących zainstalowana jest aparatura kontrolno-pomiarowa i prowadzone są stałe pomiary geodezyjne, szczególnie obejmujące osiadanie, przesunięcia i odkształcenia. Pomiary te uzupełniane są badaniami fizycznymi, pomiarami naprężeń w betonach i podłożach, hydrologicznymi i hydrogeologicznymi. Pomiary te wykonują okręgowe przedsiębiorstwa miernicze oraz służby własne energetyki. Na większych obiektach wdrożono automatyzację pomiarów w oparciu o prace badawcze Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej, „KONSULTEX”u i Narodowego Funduszu Gospodarki Wodnej. Analizy i interpretacje wyników pomiarów oraz oceny stanu technicznego obiektów na ich podstawie, opracowują placówki naukowo-badawcze, przy czym największy udział w tym zakresie ma Ośrodek Badań i Kontroli Budowli Wodnych IMGW. Dla mniejszych budowli pomiary i ich oceny wykonują służby hydrotechniczne zakładów przy konsultacjach i pod opieką instytutów naukowych.

Rozmiar i różnorodność zagadnień, jak również obowiązek wszechstronnego zapewnienia wysokiego stopnia bezpieczeństwa budowli wodnych poprzez bezawaryjną pracę sprawiły, że w energetyce dość wcześnie

nadano wysoką rangę tej problematyce. Inicjowano i stale doskonalono przy udziale placówek naukowo-badawczych zasady eksploatacji i utrzymania budowli wodnych, obserwacji, przeglądów i kontroli ich stanu bezpieczeństwa, metody i urządzenia kontrolno-pomiarowe, przepisy, instrukcje i wytyczne oraz formy szkolenia kadr hydrotechników.

Do najważniejszych osiągnięć w powojennej historii budowli wodnych w energetyce należy m.in. zaliczyć obok wysokiego poziomu rozwiązań projektowych i realizacji wielkich i śmiałych inwestycji:

- wymianę doświadczeń między kadrą hydrotechniczną a naukowcami na organizowanych w latach 60-tych naradach w Rożnowie oraz podobnych, kontynuowanych w różnych miejscach w latach 80-tych; a także w odpowiednich komisjach UNIPDE i RWPG,
- zastosowanie telewizji przemysłowej do obserwacji budowli pod wodą (ZP-BE Energopomiar),
- rozpoczęcia użytkowania na szeroką skalę geodezyjnych pomiarów odkształceń na budowlach (IGK, IMGW),
- zastosowanie betonowania pod wodą i cementacji iniekcyjnych (Politechnika Gdańska i PBWD),
- zawarcie porozumień o współpracy energetyki z GUGK i IMGW w latach 70-tych w dziedzinie bezpieczeństwa budowli wodnych,
- opracowanie ramowej instrukcji eksploatacji budowli hydrotechnicznych w elektrowniach wodnych i cieplnych w 1971 r. i zaktualizowania jej w 1989 r.,
- przygotowanie i wdrożenie całego szeregu innych dokumentów w postaci wytycznych, instrukcji i warunków dotyczących nadzoru, wykonawstwa, eksploatacji i bezpieczeństwa budowli hydrotechnicznych i mokrych składowisk popiołu i żużla.

## **6. WKŁAD POLSKIEJ MYŚLI NAUKOWEJ I TECHNICZNEJ W ROZ- WÓJ ENERGETYKI WODNEJ I PRZYGOTOWANIA OBIEKTÓW I URZĄDZEŃ**

W trzecim rozdziale opracowania zostały omówione zamierzenia i osiągnięcia twórców energetyki wodnej na ziemiach polskich i odzyskanych przed 1945 rokiem. Omówiono także problematykę jaka stała przed użytkownikami starszych elektrowni w czasach obecnych. Nie mały wkład polskich naukowców i techników w rozwój energetyki wodnej przed II wojną światową stworzył podwaliny pod odbudowę, kontynuację oraz budowę obiektów hydroenergetycznych w Polsce powojennej. Wiele przedsięwzięć realizowanych w tej dziedzinie przez kilka dziesięcioleci powojennych opierało się na koncepcjach i planach proponowanych dawniej przez profesorów Pomianowskiego, Hoffmanna i wielu innych, oczywiście odpowiednio unowocześnionych i dostosowanych do nowych wymagań i możliwości. Zamierzenia rozwojowe energetyki wodnej w drugiej połowie XX wieku, obejmując wielostronne wykorzystanie wód dla celów energetycznych ale i potrzeby systemu elektroenergetycznego, spełniły się w postaci wielu wspaniałych elektrowni przepływowych, zbiornikowych i pompowych. Szereg jednak korzystnych inwestycji hydroenergetycznych, jak stosunkowo dokładnie rozpoznane lokalizacyjnie kolejne elektrownie pompowe, czy zabudowa dolnej Wisły oraz wiele elektrowni przyzbiornikowych czeka na nadejście swoich „pięciu minut” historii hydroenergetyki, które zadecydują o opłacalnej ich realizacji, zarówno w kategoriach wymiernych jak i niewymiernych. Osiągnięcia jak również niespełnione zamierzenia przedstawiono pokrótce w niniejszym rozdziale.

O ile podstawowe wyposażenie maszynowe elektrowni wodnych po wojnie, podobnie jak przed nią, opierało się na dostawach zagranicznych przy niewielkim choć ważnym wkładzie myśli i wykonania krajowego, to koncepcje ich rozwiązań, projekty i budowa były dziełem polskich naukowców, projektantów

i przedsiębiorstw wykonawczych, co najwyżej przy nielicznych konsultacjach zagranicznych fachowców przy trudniejszych przedsięwzięciach. W zakresie nowej myśli technicznej, największy udział w przygotowaniu realizacji obiektów miały biura projektów. Pierwszym z nich, realizującym projekty odbudowy, rekonstrukcji i nowych elektrowni w okresie powojennym, a jednocześnie będącym szkołą wysokokwalifikowanej kadry hydrotechników i energetyków wodnych, było *Warszawskie Biuro Siłowni Wodnych*. Działo ono do 1958 roku, kiedy to w wyniku reorganizacji jego kadra została włączona do Działu Hydrotechnicznego, przekształconego w Zespołową Pracownię Hydrotechniczną w Biurze Projektów Energetycznych „Energoprojekt” oraz częściowo przeszła do BSiPBW „Hydroprojekt”. Oba te biura studiów i projektów przygotowywały projekty elektrowni wodnych, ale wiodącym w tej dziedzinie był Energoprojekt prowadzący wszechstronne studia nad wykorzystaniem rzek do celów energetycznych i koncepcjami tego wykorzystania, rozwojem energetyki wodnej w aspekcie potrzeb systemu krajowego i współpracy międzynarodowej. Wszystkie obiekty zrealizowane przez energetykę jak również założenia i projekty niektórych elektrowni budowanych przy stopniach wielozadaniowych projektowanych w „Hydroprojekcie”, zostały zaprojektowane przez Energoprojekt, po wcześniejszym przygotowaniu możliwości odpowiednich wyborów lokalizacji. Wiele dzieł „Energoprojektu” należy zaliczyć do wybitnych osiągnięć w projektowaniu tak ze względu na ich wielkość jak i rozwiązania. Są to między innymi elektrownia w Solinie, pierwsza tego typu w Europie Środkowej i Wschodniej elektrownia pompowa Żydowo, kolejne wielkie elektrownie pompowe Porąbka-Żar i Żarnowiec (dominujące, pierwsza w zakresie spadu, a druga - przepłyku turbin) i wiele innych, a w tym niezrealizowana dotychczas elektrownia Młoty. Przy stopniach projektowanych przez „Hydroprojekt”. Przy stopniach wodnych projektowanych przez „Hydroprojekt” wybudowane zostały elektrownie Wały (Brzeg Dolny) i Dąbie k/Krakowa, zaprojektowane przez Warszawskie Biuro Siłowni Wodnych, a następnie przez Energoprojekt - elektrownie we Włocławku,

Czorsztynie i Sromowcach. Szczegóły techniczne dotyczące wymienianych tu obiektów hydroenergetycznych dokładnie omówiono w rozdziale 4 opracowania.

W wyniku uporu z jakim specjaliści hydroenergetycy prof. Tomasz Biernacki, Bolesław Rudnicki, Marian Hoffmann, Ryszard Falba, Mieczysław Przekwas i inni, przy poparciu Państwowej Dyspozycji Mocy (obecnie Krajowe D.M.) starali się przekonywać kolejne władze energetyki o konieczności budowy następnych elektrowni pompowych, plany rozwoju energetyki sporządzone w latach 70-tych i 80-tych obejmowały kilka takich obiektów. Napięta sytuacja energetyczna kraju, deficyty mocy, konieczność posiadania szybko uruchamialnych źródeł energii interwencyjnej na przełomie dziesięcioleci, świadczyły na korzyść nowych „pompówek” i innych elektrowni wodnych. W wyniku przeprowadzonych w „Energoprojekcie” wieloletnich studiów i prac badawczych opracowano koncepcje, założenia, a nawet projekty takich obiektów.

Wykonywane studia lokalizacyjne, polegające na badaniu warunków lokalnych tak złożonych obiektów jakimi są elektrownie pompowe, na terenie całej Polski w 250 miejscach, pozwoliły na wybranie 5 lokalizacji o najkorzystniejszych wskaźnikach techniczno-ekonomicznych. Drugim kierunkiem studiów były prace uzasadniające techniczną i ekonomiczną celowość realizacji elektrowni pompowych, z punktu widzenia bezpieczeństwa systemu, obniżenia kosztów wytwarzania energii w elektrowniach cieplnych, wyrównywania zapotrzebowania na nią w ciągu doby oraz regulowania częstotliwości w systemie. Przygotowawcze prace górniczo-badawcze E.P. Młoty o mocy 750 MW (koło Kłodzka), rozpoczęto w 1977 r., a budowa miała być realizowana w latach 1979-86. Dotychczas prace te nie wyszły poza przygotowania. Studia „Energoprojektu” wskazywały na kolejne lokalizacje elektrowni pompowych, postulowanych do sukcesywnej realizacji. Były to Rożnów II - 700 MW, Niewistka na Sanie - 1000 MW, Kadyny koło Elbląga - 1000 MW, Sobel (rejon Dunajca) planowany na lata 90-te, początkowo z mocą 2500-4000 MW, a potem 1000 MW, Pilchowice II - 600 MW. Niezależnie od tych planów energetyka liczyła na elektrownie szczytowe przy dużych



zbiornikach wielozadaniowych, takich jak Czorsztyn- Niedzica (92 MW), Dunajec III (150 MW) i Wielki Wrzeszczyn na Bobrze o mocy również 150 MW. Ze wszystkich tych zamierzeń jedynie doczekała się pomyślnego finału, uruchomiona w 1997 r. elektrownia przy zbiorniku w Czorsztynie, wyposażona w maszyny odwracalne.

Kolejną porcją wielkiej, niezrealizowanej energetyki wodnej miały być elektrownie wodne na stopniach piętrzących na Wiśle, o docelowej mocy ok. 2000 MW i produkcji 6000 GWh/rok, w związku z podjętymi w 1978 roku przez władze państwowe, postanowieniami o kompleksowym zagospodarowaniu Wisły w ciągu 20 lat, czyli tzw. „Programie Wisła”. Program ten mający na celu przede wszystkim utworzenie drogi wodnej dla żeglugi na prawie całej długości Wisły przewidywał budowę elektrowni przy 28 stopniach piętrzących. Najwyższe efekty energetyczne miała przynieść realizacja Kaskady Dolnej Wisły, która poza istniejącym Włocławkiem składała się z 5 stopni o łącznej mocy ponad 1200 MW i produkcji rocznej 4300 GWh. Korzyści jakie przyniosłoby energetyczne wykorzystanie potencjału rzeki Wisły, zwłaszcza dolnej, potwierdzone efektami z 27 letniej eksploatacji Elektrowni Włocławek, stawiają te zagadnienie na pozycji centralnej w rozwoju energetyki wodnej w Polsce.

W przygotowaniach koncepcji, zamierzeń i zrealizowanych przedsięwzięciach uczestniczyło obok wymienionych biur projektów, liczne instytucje naukowo-badawcze. Do takich należy zaliczyć: Komitety Elektryfikacji Polski oraz Gospodarki Wodnej Polskiej Akademii Nauk, Instytut Energetyki, Instytut Automatyzacji Systemów Energetycznych, a także katedry i instytuty wyższych uczelni, a zwłaszcza Politechniki Warszawskiej i Gdańskiej, Uniwersytetów Warszawskiego i Toruńskiego.

Wykonawstwo obiektów hydrotechnicznych i hydroenergetycznych realizowane przez przedsiębiorstwa zorganizowane początkowo w postaci PPB „Hydrotrest” a następnie jako zarządy, zjednoczenia i zrzeszenia budownictwa wodnego, obejmujące „Hydrobudowy” i „Energopole”, legitymowało się na ogół

wysoką jakością robót. W szeregu jednak przypadków, spowodowanych głównie problemami finansowymi państwa, budowy trwały dłużej niż przewidywano, zakłócone były organizacja i cykle robót, a wiele przedsiębiorstw upadło lub musiało się przeprofilować, ponieważ następne obiekty „spadały” z planów. W efekcie następowało marnotrawstwo czasu, materiałów i fachowego personelu, a w niektórych przypadkach obniżanie jakości wykonanych budowli, niezrealizowanie robót końcowych i porządkowych. Z drugiej jednak strony należy podkreślić osiągnięcia przedsiębiorstw wykonawczych w realizacji bardzo trudnych przedsięwzięć realizacyjnych, takich, jak:

- roboty ziemne w trudnych warunkach osuwiskowych (Koronowo, Porąbka-Żar),
- wykonywanie głębokich wykopów fundamentowych (Żydowo, Żarnowiec),
- roboty betonowe w rozmiarach niespotykanych w innych rodzajach budownictwa (Solina, Żarnowiec),
- montaż stalowych rurociągów i opancerzeń dużych średnic (Koronowo, Żydowo, Solina, Żarnowiec, Porąbka-Żar),
- wykonanie wielkowymiarowej komory podziemnej w Porąbce-Żar, co należy zaliczyć do osiągnięć w skali europejskiej a nawet światowej.

Jak wspomniano wcześniej w rozdziałach 3 i 4, podstawowe wyposażenie maszynowe wybudowanych większych elektrowni wodnych w Polsce pochodziło z dostaw zagranicznych, na ogół z firm o znanej marce i wysokiej jakości tak w zakresie turbin jak i generatorów. Część generatorów do turbin zagranicznych wyprodukowano w zakładach DOLMEL we Wrocławiu, na licencjach lub w oparciu o projekty krajowe. Przygotowane w kraju koncepcje i realizacje turbozespołów dotyczyły wyposażenia małych elektrowni, o mocach nie przekraczających 5 MW. Omówiono je bardziej szczegółowo w podrozdziale 4.7., dotyczącego małej energetyki. Opracowane koncepcyjnie i projektowo maszyny w biurach konstrukcyjnych wytwórców oraz w Katedrze Turbin Wodnych i Pomp

Politechniki Gdańskiej i Instytucie Maszyn Przepływowych PAN produkowano w Stoczni Marynarki Wojennej w Gdyni, w Fabryce Oprządkowania Narzędziowego (dawniej Fabryka Maszyn) w Radomsku, Zakładach Mechanicznych w Nowej Soli i ZRE Gdańsk z oddziałem w Gródku. Generatory tych turbozespołów wytwarzano w DOLMELU i Żychlinie. Szacuje się, że obecnie w energetyce zawodowej czynne są 22 turbozespoły produkcji krajowej w 12 elektrowniach wodnych, ponadto 16 turbozespołów z turbinami pochodzenia zagranicznego wyposażonych jest w generatory z polskich wytwórni. Mała energetyka wodna pozazawodowa opiera się głównie na wyposażeniu pochodzącym z kraju.

## **7. KRONIKA NAJWAŻNIEJSZYCH WYDARZEŃ W POLSKIEJ ENERGETYCE WODNEJ**

Kończąc opracowanie poświęcone stuletniemu rozwojowi polskiej energetyki zawodowej, autorzy zestawili najważniejsze, ich zdaniem, wydarzenia wytyczające i znaczące ten rozwój. Wydarzenia te, jak również wielkości mocy elektrowni na koniec każdej dekady dotyczą elektrowni wodnych obecnie czynnych w energetyce zawodowej, wybudowanych na ziemiach polskich w granicach ukształtowanych po II wojnie światowej.

- |         |                                                                                                    |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1898 r. | Uruchomienie pierwszych elektrowni na ziemiach polskich - Kamiennej i Strugi                       |
| 1907 r. | Oddanie do eksploatacji Elektrowni Leśna (2,4 MW) wraz z zaporą kamienno-betonową o wysokości 45 m |
| 1910 r. | Uruchomienie Elektrowni Straszyn na Raduni                                                         |

- 1910 r.      *Moc elektrowni wodnych na ziemiach polskich wyniosła 13,1 MW (17 elektrowni)*
- 1912 r.      Uruchomienie Elektrowni Pilchowice o mocy 7,5 MW i wysokości zapory 62 m
- 1920 r.      *Moc elektrowni wodnych osiągnęła 34,2 MW (32 elektrownie)*
- 1923 r.      Uruchomiono pierwsze turbiny Kaplana na ziemiach polskich w Elektrowni Bledzew
- 1925 r.      Uruchomiono elektrownię Bielkowo na Raduni o mocy 7,2 MW na spad 44,8 m
- 1929 r.      Uruchomiono Elektrownię Żur o mocy 8 MW, największą polską elektrownię w okresie międzywojennym i pierwszą polską wyposażoną w turbiny Kaplana
- 1930 r.      *Moc elektrowni wodnych osiągnęła 102,6 MW (70 elektrowni)*
- 1932 r.      Uruchomienie Elektrowni Otmuchów o mocy 4,8 MW przy dużym zbiorniku nizinnym, ze spadem 14,5 m
- 1936 r.      Uruchomiono pierwszą elektrownię szczytowo-pompową o mocy 75 MW w Dychowie
- 1936 r.      Oddano do eksploatacji pierwszą na świecie elektrownię wyposażoną w turbiny rurowe Kaplana - Elektrownię Rościno na rzece Parsęcie

- 1940 r. *Moc elektrowni osiągnęła 202,1 MW w 89 powojennych elektrowniach zawodowych*
- 1943 r. Wojenne zakończenie budowy Elektrowni Rożnów
- 1946 r. Na koniec roku pracowało 80 elektrowni o łącznej mocy 142 MW
- 1950 r. *Moc elektrowni osiągnęła 161 MW (101 elektrowni)*
- 1951 r. Uruchomiono odbudowaną Elektrownię Dychów, 79.5 MW oraz Elektrownię Czchów (8MW)
- 1953 r. Oddano do eksploatacji Elektrownię Porąbka (12,5 MW), przy zaporze wybudowanej przed wojną
- 1958 r. Uruchomiono Elektrownię Wały (10 MW) przy nowym stopniu żeglugowym na Odrze w Brzegu Dolnym
- 1960 r. Uruchomiono Elektrownię Koronowo (26 MW)
- 1960 r. *Moc elektrowni osiągnęła 261 MW (113 elektrowni)*
- 1960 r. W Elektrowni Kuźnice na Raduni uruchomiono pierwszą krajową turbinę Kaplana (360 kW)
- 1962 r. Oddano do użytku Elektrownię Myczkowce (8 MW)
- 1963 r. Oddano do użytku Elektrownię Dębe (20 MW)

- 1967 r. Oddano do użytku Elektrownię Tresna (21 MW)
- 1968 r. Uruchomiono Elektrownię Solina (136 MW)
- 1970 r. Uruchomiono Elektrownie Włocławek (162 MW) i Żydowo (151 MW)
- 1970 r. *Moc elektrowni wyniosła 770 MW (116 elektrowni)*
- 1974 r. Uruchomiono turbozespoły rurowe w Głębinowie (3 MW)
- 1975 r. Uruchomiono turbozespoły rurowe w Smardzewicach (3 MW)
- 1977 r. Uruchomiono odbudowaną Elektrownię Rościno, wyposażoną w krajowe turbiny rurowe
- 1979 r. Oddano do eksploatacji Elektrownię Pompową Porąbka-Żar (500 MW)
- 1980 r. *Moc elektrowni na koniec roku wyniosła 1327 MW w 117 elektrowniach*
- 1982 r. Uruchomiono Elektrownię Pompową Żarnowiec o mocy 680 MW i osiągalnej 716 MW
- 1983 r. Moc elektrowni wodnych na koniec roku wyniosła 2007 MW, w 119 elektrowniach
- 1988 r. Powstało Towarzystwo Rozwoju Małych Elektrowni Wodnych

- 1990 r.      *Moc elektrowni wyniosła 2005 MW*
- 1991 r.      Rozpoczęło działalność Towarzystwo Elektrowni Wodnych
- 1994 r.      Utworzono Spółkę Elektrownie Szczytowo-Pompowe S.A.
- 1994 r.      Moc małych elektrowni wodnych poza energetyką zawodową osiągnęła 23,5 MW
- 1996 r.      *Na koniec roku moc elektrowni wodnych wynosiła 2008 MW (osiągalna 2046 MW)*
- 1997 r.      Oddanie do eksploatacji Elektrowni Pompowej w Czorsztynie o mocy 92 MW

## 8. LITERATURA

Bachmann C., Die Talsperre bei Maner am Bober, Hirschberg, (Jelenia Góra) 1920 r.

Bachmann C., Die Talsperren im Queis bei Marklissa und Goldentraum. Hirschberg 1925 r.

Hoffmann Marian, Rozwój zastosowań turbin wodnych Kaplana w Polsce, Kwartalnik Historii Nauki i Techniki, nr 3-4, 1978 r.

Hoffmann Marian, Energetyka wodna w krajowym systemie energetycznym, Rozdział 8 Historii Energetyki Polskiej, t. 2 Elektroenergetyka, SEP-WN-T-Warszawa 1992 r.

Juniewicz S. I Michałowski S., Elektrownie Wodne PWT - Warszawa 1957 r.

Kaźmierkiewicz Jan, Kyzioł Henryk, Problemy eksploatacji wysokich zapór kamienno-betonowych Pilchowice-Złotniki-Leśna i Lubachów na tle długoletniej eksploatacji - opracowanie wewnętrzne ZEOD - Wrocław 1974 r.

Kolberg W., Wisła, jej bieg, własności i spławność, Warszawa 1861 r.

Kostrowicki Jerzy, Środowisko Geograficzne Polski, PWN - Warszawa 1961 r.

Kucowski Jerzy, Laudyn Damazy i Przekwas Mieczysław, Energetyka a ochrona środowiska, WN-T Warszawa 1994 r.



Praca zbiorowa, Historia Elektryki Polskiej, t. 2 Elektroenergetyka, SEP-WN-T  
Warszawa wydania z 1977 r. i 1992 r.

Przekwas Mieczysław, Efekty pośrednie pracy elektrowni wodnych w systemie elektroenergetycznym, Politechnika Gdańska, Energoprojekt Warszawa S.A., Gdańsk-Warszawa 1996 r.

Praca zbiorowa, Wisła. Monografia Rzeki, WKiŁ Warszawa 1982 r.

Rudnicki Bolesław, Rozwój energetyki w PRL, rozdział 6 - Elektrownie wodne, WN-T Warszawa 1970 r.

Rudnicki Bolesław, Woda w energetyce wodnej i ciepłej, Podstawowe problemy techniki, PAN - 1985 r.

Spoz Jerzy, Przebieg wezbrania w sierpniu 1977 r. w profilach zbiornika w Pilchowicach na tle innych dużych wezbrań w dorzeczu górnego Bobru, Gospodarka Wodna nr 1/1978 r.

Spoz Jerzy z zespołem, Analiza kierunków rewaloryzacji starych obiektów hydroenergetycznych, projekt badawczy KBN- Warszawa 1994 r.

Spoz Jerzy, Rozwój Energetyki Wodnej w 40-leciu PRL, Biuletyn Postępu Techniczno-Ekonomicznego i BHP w Energetyce, MGİE 1985 r.

Spoz Jerzy, Eksploatacja i utrzymanie budowli hydrotechnicznych w energetyce, Górnictwo i Energetyka Nr 6-7/87 r.

Spoz Jerzy, Elektrownie wodne i pompowe w Polsce, „Polski przemysł maszynowy oferuje” AGPOL nr 7-8/1980 r.

Spoz Jerzy, Infrastruktura budowli hydrotechnicznych w Energetyce, maszynopis 1996 r.

Szeliga Jerzy, Historyczne budowle wodno-energetyczne dorzecza Kamiennej i ocena możliwości budowy nowych elektrowni wodnych, Studia i materiały Ośrodka Ochrony Zabytkowego Krajobrazu, zeszyt nr 8 (20) - Warszawa 1995 r.

Surowiecki W., O rzekach y spławach Kraiów Xięstwa Warszawskiego z zlecenia J.W. Łubieńskiego Ministra Sprawiedliwości, Drukarnia Rządowa - Warszawa 1811 r.

Tołłoczko A., Źródła energii na ziemiach polskich i sposoby ich wykorzystania, Prace Polskiej Narady Ekonomicznej w Petersburgu, 1910-1919 r.

Czasopisma:

Energia, Nr 6/19, lipiec 1996 r.

Energetyka, Zeszyt specjalny 1945-64, NOT 1964 r.

Gospodarka Wodna, N-ry 10-11/79, 7/1984

Małe Elektrownie Wodne, TRMEW, Nr 2/95

Ekoenergia 96 i 97, ESP S.A. i TEW

