

Siły wodne w Galicyi.

Jako wstęp niech służy krótkie nsprawiedliwienie, dlaczego w sprawie tej zabiera głos sekcya elektrotechniczna i dlaczego powierzono opracowanie elektrotechnikowi, a nie hydrotechnikowi.

Wyłómaczenie proste, jeżeli przypomniemy, że znaczenie sił wodnych urosło do czynnika wartości pierwrzórędnej od doświadczenia wykonanego podczas kongresu elektrotechnicznego r. 1891 w Frankfurcie nad Menem, kiedy to przeniesiono siłę wodną rzeki Nekar w Lauffen zapomocą prądu elektrycznego na odległość 175 km. do Frankfurtu i wykazano ekonomiczne działanie tego rodzaju przeniesienia. Elektrotechnika wydobyla wówczas siły wodne z odludzia górskiego i wprowadziła je przewodami swoimi w środowiska cywilizacyi umożliwiając w ten sposób ich ekonomiczne zastosowanie. Od owego czasu elektrotechnika stale wywiera pewną opiekę nad siłami wodnymi i dwa te czynniki wzajem się wspierają: elektrotechnika przez rozwój coraz wyższych napięć rozszerza sferę działania siły wodnej, siły wodne przez swą rentowność w wielkich wodospadach, przy jeziorach i lodowcach umożliwiają rozwój elektrochemii i elektrometalurgii. Stąd też pochodzi, że największe zainteresowanie dla badania i wyzyskania sił wodnych okazują elektrotechnicy, wyprzedzając pod tym względem nieraz właściwym fachowców hydrologicznych i hydrotechnicznych.

Że kwestya sił wodnych w Galicyi właśnie w ostatnich kilku latach żywiej zajmuje

umysły naszych techników, pochodzi z ogólnej tendencyi uprzemysłowienia kraju. Do tego celu mają nam w pierwszym rzędzie pomódz jako źródła siły popędowej: ropa i woda. Znaczenie ropy czy to dla opału pod kotłem, czy wprost jako paliwa dla motorów ropnych jest w naszym kraju przez wszystkich uznane, jakkolwiek nie w właściwym stopniu wyzyskane. Na punkcie wody natomiast panują jeszcze najsprzeczniesze zapatrywania, które zwłaszcza w sferach urzędowych graniczą z krańcowym pesymizmem.

Objektywnej i szczegółowej ocenie naszych sił wodnych poświęcam pracę niniejszą.

I. Ile siły wodnej posiada Galicya?

Na pytanie to, którego dokładne rozwiązanie stanowiłoby najważniejszy klucz do oceny naszych sił wodnych, można przy dzisiejszym stanie badań odnośnych odpowiedzieć tylko w grubym przybliżeniu.

Rozpatrzmy naprzód ogólnie, jakie momenta wchodzą w rachubę przy oznaczeniu ilości sił wodnych.

Mechanicznie biorąc wystarcza znajomość dwóch zasadniczych elementów siły wodnej t. j. spadku i ilości wody. Już jednak badanie ilości wody wymaga długoletnich studyów, gdyż stany wody są zmienne zarówno w ciągu jednego roku, jak również w ciągu szeregu lat po sobie następujących. Według tych zmiennych ilości wody rozróżniamy również rozmaite wielkości sił wodnych, a więc siły minimalne, które są do

dyspozycji przez cały rok i siły normalne, na które można liczyć przynajmniej przez 9 miesięcy do roku. Ponieważ zarówno stany minimalne, jak i normalne zmieniają się z roku na rok, więc definicje nasze odnoszą się do przeciętnych cyfr wypośrodkowanych z dłuższego okresu badań.

Dalszym momentem stanowiącym o wielkości, a przede wszystkim o wartości siły wodnej jest konfiguracja terenu. Jest ona ważna zarówno ze stanowiska spadku, jak i ilości wody. Od sytuacji zależy bowiem możliwość spiętrzenia zwierciadła wody, jak również możliwość uzyskania znacznego spadku krótkim kanałem przez obcięcie dłuższych kolan rzeki. Taki wypadek klasyczny zachodzi na Dniestrze pod Uniżem, gdzie tunelem I, 1 km. długości można obciąć 26 km rzeki i zyskać spadek 11,7 m. odpowiadający normalnie 11000 SK, podczas gdy Dniestr, byłby w części tej dla siły wodnej przy spadku $0,35^{0}_{00}$ zupełnie bezwartościowy.

Szczególnym wypadkiem tej kategorii tworzenia spadków jest uchwycenie wody pewnej rzeki o małym albo nieznacznym spadku i przeprowadzenie jej w korzystnym punkcie do innego ścieku położonego na poziomie znacznie niższym. Ów drugi ściek może być albo recipientem głównym, do którego wprowadza się dopływ pierwszorzędny lub drugo — czy trzeciorzędny z ominięciem ich właściwego ujścia, albo też można wyzyskać spadek między dwiema rzekami zupełnie obcych dorzeczy.

Jako przykład pierwszej kategorii niech służy rzeka Dupa koło Bedrykowiec, która z ominięciem ujścia swego do Seretu mogłaby zostać wprowadzona do Dniestru koło Bedrykowiec, przyczem by powstał spadek około 130 m. przez przebicie sztolni 0,75 km długiej.

Dla drugiej kategorii przytaczamy szkic projektu, który podał inż. Pomianowski¹⁾, proponując przeprowadzenie wody Wereszcy przez potok Raków do Wiszenki na odległość 19 km, przyczem uzyskać by można spadek 52 m, a siła normalna wynosiłaby 1500 SK; podobnie przez przeprowadzenie wody Strwiąża pod Chyrowem kanałem 18 km w dolinę Wyrwy (dorzecze Wi-

śły) uzyskałoby się spadek 126 m, który odpowiada sile 2500 SK.

Wszystkie te przykłady udowadniają dostatecznie znaczenie sytuacji dla oceny siły wodnej ze stanowiska spadku. Nie mniejsze znaczenie ma sytuacja dla drugiego elementu siły wodnej, a mianowicie dla ilości wody. Ilość wody można zwiększyć przez czerpanie zapasów nie tylko z samych źródeł ale i z magazynów wodnych czyli zbiorników. Zbiorniki takie mogą być naturalne albo sztuczne; naturalnymi zbiornikami są stawy i jeziora, sztucznymi same kanały dopływowe, jeżeli długość jest dość znaczna, albo zbiorniki specjalne założone w dolinie zamkniętej murami oporowymi.

Jeżeli mowa o zwiększeniu ilości wody przez zbiornik, to należy to rozumieć w taki sposób, że w pewnych godzinach, czy dniach, czy też dłuższych okresach gromadzę wodę w zbiorniku, aby w innych godzinach lub porach korzystać z niej, wypuszczając ją ze zbiornika w ściśle określonych ilościach. Wchodzi tu więc pod uwagę nowy element siły wodnej: czas działania siły i zostający z tem w związku t. zw. współczynnik wyzysku. Element ten do niedawna zupełnie niedoceniany uzyskał właściwe znaczenie dopiero w ostatnich latach pod wpływem prac Intzego, Matterna, Golwiga i wielu innych i przyczynił się do niemałego pogłębienia techniki wyzyskania sił wodnych.

Jeżeli dotąd pisaliśmy o sile wodnej wyrażonej w pewnej ilości sił końskich, to mieliśmy zawsze na myśli zastosowanie jej bez przerwy przez cały rok po 24 godzin na dobę. Niewielka jednak ilość gałęzi przemysłu korzysta ze siły bez przerwy przez dzień i noc. Zwyczajnie zużycie siły ogranicza się do 10 lub 11 godzin dziennych w warsztatach i zakładach fabrycznych, albo do kilku godzin wieczornych w zakładach dla oświetlenia elektrycznego; wreszcie przy zastosowaniu siły do pędzenia tramwajów albo kolei ruchu trwa wprawdzie 18 do 24 godzin ale podlega znacznym wahaniom tak, że chwilami tylko bardzo mała część siły jest wyzyskana. Nazywając stosunek ilości sił końskich pomnożonych przez ilość godzin ich zastosowania czyli t. zw. koniogodzin rzeczywiście wyzyskanych, do ilości koniogodzin dających się wyprodukować przez 24 godzinny nie prze-

¹⁾ Czasopismo techniczne 1907. Nr. 19. str. 291.

rwany ruch „współczynnikiem wyzysku“, dochodzimy do wniosku, że w zakładach fabrycznych i warsztatach mechanicznych o 10-godzinny czas pracy współczynnik ten wynosi około 42%, w zakładach oświetlenia elektrycznego 30% i mniej, a w zakładach wytwarzających prąd dla tramwajów i kolei tylko około 28%. Reszta siły wodnej zastosowanej do zakładów wymienionych traci się bez pożytku, gdyż woda nie wykonawszy żadnej pracy w turbinie, odpływa przepustem z powrotem do rzeki. Aby temu zapobiedz zakłada się zbiorniki t. zw. wyrównawcze, w których magazynuje się woda w chwilach przerwy ruchu lub mniejszego zapotrzebowania, aby ją potem zużytkować w chwilach normalnego ruchu lub zwiększonego obciążenia. Pojemność zbiornika dla wyrównania zmiennego zapotrzebowania siły zależy od spadku, jaki istnieje między zbiornikiem i poziomem kanału odpływowego; pojemność maleje w miarę wzrostu spadku. W ten sposób dla fabryki potrzebującej 100 SK do normalnego ruchu 10-godzinnego wystarcza siła wodna 41,6 SK, i zbiornik o pojemności 20966m³ przy spadku 10 m, o pojemności 10483m³ przy spadku 20m i t. d. Jeżeli zbiornik nie da się zmieścić przy trasie kanału, jakto zwyczajnie bywa bezpośrednio przed wejściem wody do turbiny, można wówczas skorzystać z dowolnego wzniesienia znajdującego się w pobliżu zakładu wodnego i tam założyć zbiornik. Zbiornik ten napełnia się przez pompowanie z zakładu wodnego siłą wolną, niewyżyłskaną przez pracę użyteczną, aby z niej korzystać w razie większego zapotrzebowania. Przy zbiorniku takim zyskuje się na czysto po uwzględnieniu strat w pompach, rurociągach i t. d. około 55%, tak że urządzenie takie stanowi bardzo pożądane uzupełnienie siły wodnej naturalnej. Ma ono ponadto dwie zalety szczególne. Raz, że można zbiornik umieścić niezależnie od terenu możliwie wysoko ponad zakładem wodnym, przez co pojemność jego, rurociągi, pompy są mniejsze i tańsze; drugi raz, że położenie zbiornika wraz z całym urządzeniem mechanicznym można przesunąć dowolnie w korzystne miejsce, choćby odległe od zakładu głównego, gdyż, mając do dyspozycji prąd elektryczny w zakładzie głównym, można go przenieść

na dowolną odległość i tam zastosować do pędzenia pomp napełniających zbiornik. Przy odwrotnym działaniu, kiedy woda ze zbiornika spada, ta sama maszyna elektryczna, która przed chwilą pracowała jako motor poruszający pompę, służy jako generator do wytwarzania prądu elektrycznego, który wspólnie z prądem głównego zakładu zasila niejedną zbytą prądu.

O wiele ważniejsze znaczenie aniżeli takie zbiorniki dla wyrównania wahań w obciążeniu dziennem mają zbiorniki, których celem jest magazynowanie wody w porach większych opadów, aby podnieść stan wód podczas posuchy przez zasilanie rzeki z owych zapasów. Kto się tylko pobieżnie zajmował badaniem ilości wody podczas wielkich ulew, które przewyższają czasem kilkasetkrotnie najmniejsze stany wód, zrozumie łatwo, że uchwycenie wody wielkiej i powodziowej wymaga zbiorników olbrzymiej pojemności zdolne pomieścić miliony m³ wody. Zbiorniki takie trzeba zakładać w dolinach o gruncie nieprzepuszczalnym, przez zamknięcie odpływu murem oporowym odpowiedniej wysokości. Poza murem tworzy się sztuczne jezioro zatapiające wszystko, co się znajduje niżej zwierciadła spiętrzanej wody, więc kultury, chaty, drogi i t. d. Stąd wynika wielka trudność w wyborze właściwych miejsc na tego rodzaju zbiorniki i wysokie koszty połączone z ich budową. A jednak budowa tego rodzaju zbiorników rozpowszechnia się coraz bardziej w krajach o podobnym układzie oro- i hydrograficznym, co Galicja.

W Niemczech mnożą się one z roku na rok, a już w krajach sudeckich Monarchii austro-węgierskiej spotykamy pokaźny ich zastęp, których budowa pochłoneła wiele milionów koron. Że wkłady milionowe w budowę tego rodzaju są uzasadnione, wynika z wielkiej wartości zbiorników nie tyle dla polepszenia wartości sił wodnych przez podwyższenie niższych stanów wody, ale głównie i przede wszystkim dla zmniejszania lub zupełnego usunięcia klęsk powodzi. Dla Galicji jeden rok obfitszego opadu przedstawia straty milionowe, a każda wielka woda wiosenna, czy jesienna pozostawia za sobą krociowe szkody. Temu nie zapobieżą żadna regulacja; jedyne radykalne lekarstwo, które przyczynia się do ogólnego polepszenia sto-

sunków odpływu i umożliwia racjonalną gospodarkę wodną, to budowa zbiorników.

Nawiasem tylko dodamy, że zbiorniki następczą oprócz zastosowania w dwóch wymienionych kierunkach szereg dalszych poważnych korzyści jako rezerwoary dla zasilania dróg wodnych, dla wodociągów, melioracji, co przy budowie i obliczeniu rentowności zawsze się bierze pod uwagę.

Wobec tak doniosłego znaczenia zbiorników, trzeba inwestycje na nie położone rozpatrywać z tego samego punktu widzenia, co na koleje, regulację rzek i podobne urządzenia dobra publicznego. To nie jest przedsiębiorstwo, ale podniesienie bogactwa krajowego, uzdrowienie stosunków. Są to zarazem budowle trwałe, zdolne przetrwać całe wieki, a przy rozumnie obmyślanym projekcie mogą one nawet przynosić bezpośrednio dochody, jak tego mamy liczne przykłady w Niemczech. — Można bowiem wyzyskać energię spadów powstających przy murach oporowych zbiorników i z dochodów sprzedaży prądu elektrycznego pokryć znaczną część kosztów budowy. Taki zbiornik na rzece Urft w Niemczech o pojemności 45 milj. m³ wody został wyłącznie wybudowany jako przedsiębiorstwo sprzedaży energii elektrycznej.

O ile zbiorniki wpływają na podwyższenie niskich stanów wody, wykażemy poniżej na konkretnych cyfrach podając wyniki odnośnych badań krajowego biura melioracyjnego w Galicyi.

Streszczając przedstawione wywody co do spadku rzek, ilości wody i czasu wyzyskania siły wodnej, możemy hasło nowoczesnej techniki zużytkowania sił wodnych wyrazić w następujący sposób: Rzeka nadająca się do wyzyskania siły wodnej powinna być tak zużytkowana, aby nie stracić ani jednego metra spadku, ani jednego litra wody, ani jednej godziny zastosowania. Dlatego też dążeniem wszystkich urzędowych badań współczesnych w tej dziedzinie jest poznanie całokształtu biegu rzeki, ułożenie planu wyzyskania jej w całości, tak, aby projektowanie wzgl. wykonanie jednego zakładu wodnego nie kolidowało a późniejszym racjonalnem wyzyskaniem innych części danej rzeki: dalszem dążeniem jest ogólna

poprawa stosunków odpływu przez budowę zbiorników.

Tak postępują biura hydrograficzne w Szwajcaryi, Francyi, Bawaryi, Witenbergii, Badenii i Austrii.

Przedstawiliśmy w grubych zarysach najgłówniejsze charakterystyczne momenta, które są konieczne przy ocenie siły wodnej. Przystępujemy obecnie do próby zestawienia sumy sił wodnych w Galicyi.

Najpierw starajmy się zebrać wyniki ścisłych badań wykonanych przez organy urzędowe.

Historycznie najstarsze są badania krajowego biura hydrograficznego przy namiestnictwie we Lwowie. Biuro to publikujące roczniki o dorzeczach Wisły, Dniestru i Prutu od r. 1893 ma na oku badanie wód naszych wyłącznie tylko z punktu widzenia regulacji rzek. Już i te materiały zawierają jednak szereg ważnych danych dla oceny sił wodnych. W rocznikach znajdujemy między innymi profile podłużne Wisły, Dunajca, Wisłoki, Sanu, Dniestru, Prutu i cały szereg pomiarów hydrometrycznych. Do roku 1906 łącznie opublikowano 346 pomiarów ilości wody z tych 300 w dorzeczu Wisły a 46 w dorzeczu Dniestru. Zapiski biura opublikowane, jak nie mniej materiały zebrane nie drukowane, jednak dostępne dla każdego, są niewątpliwie bardzo wartościowe przy opracowaniu specjalnego projektu, jednak dla wydania sądu ogólnego o wielkości siły wodnej w Galicyi są niewystarczające. Nie tylko bowiem nie zawierają one dat co do górnych biegów rzek, zwyczajnie dość ważnych ze stanowiska siły wodnej, ale wogóle cała praca biura jako zmierzająca do innego celu tylko pośrednio może pomódz do oceny wielkości sił wodnych. Dopiero w roku 1906 ministerium spraw wewnętrznych jako naczelną władza biur hydrograficznych wydało okólnik, według którego kompetencya biur hydrograficznych została rozszerzona również na badanie siły wodnej rzek austriackich. Nie we wszystkich jednak prowincjach Monarchii mają być badania te jednocześnie przeprowadzone; studia te będą wykonane według pewnego z góry określonego planu, a na pierwszym miejscu stoją rzeki alpejskie, jako najbardziej wartościowe pod względem siły

i jako źródło prądu elektrycznego dla kolei alpejskich.

Pierwszy zeszyt publikacji odnośnych centralnego biura hydrograficznego, zawierający 23 arkuszy z dorzeczy Dunaju, Innu, Truny, Renu, Adygi, Isonza, Zermanii, Cetiny wyszedł z druku w marcu 1910 r.

Przeglądając treść tego zeszytu widzimy od razu, ile pozostaje do uzupełnienia w dotychczasowych badaniach biur hydrograficznych, jeżeli one mają służyć do orientacji co do wielkości sił wodnych. Zestawienie sił wodnych dla 467 km biejących rzek zawartych w wydanyim zeszycie wymagało wykonania 300 nowych pomiarów hydrometrycznych. Żeby cyfry te przetłumaczyć na stosunki galicyjskie zauważymy, że sam Dunajec z dopływami liczy przeszło 467 km biejących, a w całym dorzeczu Wisły wykonano za 8 lat 300 pomiarów hydrometrycznych. Z pomiarów tych w dodatku większa część odnosi się do wyższych stanów wody, które ze stanowiska użycia siły wodnej budzą znacznie mniejsze zainteresowanie.

Czy i kiedy studium rzek karpaccich przez władze rządowe będzie przeprowadzone w kierunku zbadania sił wodnych, nie da się jeszcze dziś powiedzieć.

Zanim przejdziemy do studyów przeprowadzonych przez władze autonomiczne w zakresie sił wodnych, chcielibyśmy wspomnieć o publikacji inż. M. Rybczyńskiego z kraj. biura hydrograficznego¹⁾, który na podstawie materiałów zebranych przez biuro hydrograficzne starał się oznaczyć w przybliżeniu sumę sił wodnych w Galicyi w dorzeczach górskich dopływów Wisły i Dniestru. Inż. R. klasyfikuje stany wody nieco odmiennie, aniżeli wyżej podano, a mianowicie jako wodę normalną przyjmuje stan wody, poniżej którego woda spada co najwyżej przez 4 miesiące do roku, a więc stan trwający przez 8 miesięcy t. j. o miesiąc krócej, aniżeli w naszej definicyi. Wodę małą nazywa 10 miesięczny stan wody, a minimalną całoroczną. Wobec tego przyjęty przez nas 9 miesięczny stan wody będzie leżał w pośrodku między wodą normalną a małą według określenia inż. R.

¹⁾ Inż. M. Rybczyński. Kilka słów o siłach wodnych w Galicyi. Czas. techn. R. XXIII. 1905. Nr. 10/11.

Inż. R. podaje szczegółowe cyfry z dorzeczy Stryja, Świcy i Bystrzycy i na podstawie wyników znalezionych z badania tych rzek oblicza przeciętną cyfrę SK na km² dorzecza. W ten sposób dochodzi dla 40000 km² dorzeczy dopływów karpaccich Wisły i Dniestru do następujących wniosków:

Ilość SK przy wodzie normalnej	(8 mies.)	400000 SK
" " "	małej (10 mies.)	200000 "
" " "	minimalnej (12 mies.)	75000 "

W zestawieniu tem nie są zawarte siły wodne dorzecza Prutu, lewobrzeżnych dopływów Dniestru, samego Dniestru i Bugu; ponadto nie uwzględniono możliwości ogólnej poprawy warunków odpływu przez budowę zbiorników. Wreszcie zawiera metoda obliczenia szereg zastrzeżeń i ograniczeń, które niezupełnie są trafne jak n. p. założenie, że więcej aniżeli 10 m³ wody nie można prowadzić kanałem, ze względu na zbyt wielkie rozmiary kanału. Wiadomo z praktyki, że abstrahuąc od zakładów amerykańskich, w Europie mamy kanały prowadzące do 100 m³ wody (zakład Wangen nad rzeką Aar w Szwajcaryi). Przesadzone jest również ograniczenie spadku przez straty w kanale, które inż. R. przyjmuje blisko 1‰ (w przykładzie podanym wynoszą one dokładnie 0,94‰), podczas kiedy praktyka zadawalnia się zwyczajnie stratami znacznie mniejszemi średnio około 0,6‰. Dalszem ograniczeniem przesadzonem jest określenie minimalnej siły na podstawie absolutnego minimum wody t. j. stanów wody które zdarzają się w wyjątkowo suchych latach. O punkcie tym pomówimy obszerniej na innem miejscu.

Cały artykuł inż. R. stara się wprowadzić w ocenę sił wodnych jak najwięcej trzeźwości, tłumić przesadne nadzieje, jakkolwiek nigdzie w kraju nie było oznak jakiegokolwiek zainteresowania wartością sił wodnych, ostudzać zbytne zapęły w chwili, kiedy umysły raczej zachęty potrzebowały.

Niezależnie od biura hydrograficznego sprawą sił wodnych zajmował się Sejm krajowy. Pierwszym śladem zajęcia się Sejmu siłą rzek naszych jest wniosek rektora politechniki lwowskiej Niementowskiego wydrukowany w sprawozdaniu komisji wodnej z 4. lipca 1901. Wniosek domaga się wybudowania zakładów wodno-elektrycznych na rzekach należących do domen państwo-

wych. To sprawozdanie komisji wodnej nie przyszło jednak nawet na porządek dzienny sejmu.

Dopiero dwa lata później pod wpływem publikacji „O wyzyskiwaniu sił wodnych”¹⁾ napisanej przez autora niniejszego artykułu, a podyktowanej bardziej wrażeniami dzieł Szwajcarów, aniżeli rzeczywistą znajomością naszych rzek krajowych, postawił poseł Rutowski w Sejmie wniosek, aby na koszt kraju ułożyć i opublikować zestawienie istniejących sił wodnych. Wniosek ten uchwalono 2. listopada 1903, a wykonanie uchwały powierzono krajowemu biurowi melioracyjnemu. Niewielki kredyt przeznaczony na ten cel, nie pozwala na zbyt pospieszne wykonanie poruczonego zadania i dziś po blisko 7 latach tylko 4 monografie wyszły drukiem, a mianowicie 1) Dunajec 2) Stryj-Opór 3) Soła 4) Skawa. Monografie są opracowane przez cyw. inż. Karola Pomianowskiego.

Jeżeli kraj zabrał się do tego bądź co bądź poważnego zadania, to kompetentne czynniki powinny były przede wszystkim ułożyć szczegółowy plan, według którego wszystkie monografie byłyby wypracowane. Z dotychczas wydanych można tylko wnioskować, że plan taki powoli się wykuwa, przyczem każda monografia służy jako punkt wyjścia dla nowych horyzontów i zasad, zastosowanych w następnej monografii. W ten sposób publikacje czem raz się poprawiają, zostawiając jednak za sobą niepowetowane luki; najgorzej wyszedł na tem Dunajec, którego opracowanie pierwsze z rzędu pozostawia najwięcej do życzenia. Jest to tem przykrejsze, że żadna z rzek naszych nie jest ze względu na siły wodne tak ważna, jak Dunajec ze swoim dorzeczem. Ten odpływ Tatr zasilany w lecie śniegami, kiedy inne ścieki cierpią na brak wody, przerzynający zachodnią, bardziej przemysłową część kraju, mieszczący nad brzegami swoich dopływów pierwszorzędne miejsca klimatyczne, zasługiwał ze wszech miar na jak najgruntowniejsze studium. Ponieważ nie ma widoków, aby na rzekach naszych jeszcze drugi raz inna władza przeprowadziła badania ich wartości użytkowej, więc od publikacji

Wydziału krajowego musimy wymagać więcej aniżeli suchy kataster sił wodnych. Publikacje powinny podawać projekta poprawy stosunków odpływu przez budowę zbiorników, co się równa umożliwieniu racjonalnego wyzyskania sił wodnych i daje dopiero właściwy pogląd na ich wielkość. Ponadto koniecznem uzupełnieniem jest wyszukanie najkorzystniejszych kombinacji, odnoszących się do większych sił znajdujących się w danem dorzeczu i wnioski co do ich zastosowania. W ten sposób całe dorzecze otrzymuje z góry planowo opracowany projekt zużytkowania sił, zapobiega więc marnowaniu przez spekulacje na wyrwane części spadów, która nieraz psują wielkie projekta. Ponieważ według rozszerzonej kompetencji centralnego biura hydrograficznego projekty zakładów wodnych wyżej 500 SK muszą być przez biuro zatwierdzone, więc publikacje Wydziału krajowego mogłyby służyć jako cenne wskazówki przy udzielaniu koncesji.

Te wszystkie punkta widzenia znajdujemy spełnione właściwie dopiero w III publikacji Soły. Brak ich zupełnie w Dunajcu. Tem samem i wyniki studium Dunajca nie dają nam tak jasnego obrazu, jak dalszych rzek. Nie wiemy więc zupełnie jak zbiorniki wpłynęłyby na zwiększenie sił wodnych; jednak nawet co do sił dziś istniejących nie mamy pewności, czy są dokładnie zestawione, czy n. p. dopływy Dunajca jak Białka, Kamienica, Łososina, Biała i t. d. wykazują jakieś wybitniejsze siły, czy też nie warto było ich zbadać; z dopływów uwzględnia publikacja oprócz Popradu tylko Poroniec. W zestawieniu sił nie uwzględnia publikacja wyzyskania Pięciu Stawów które jednak w tekście figuruje jako siła 6000 SK zużytkowanych przez 3000 godzin rocznie. Minimalne siły Popradu obliczone są na podstawie minimalnej ilości wody 4 m³/sek., podczas gdy w projekcie zakładu wodnego dla Nowego Sącza, inż. Pomianowski na podstawie ścisłych pomiarów i obliczeń podaje średnie minimum z lat 1902 do 1907 na 7,87 m³/sek.¹⁾ Uwzględniając tę ostatnią cyfrę trzeba by podane w publikacji siły Popradu podwyższyć przy minimalnych stanach wo-

¹⁾ Maurycy Altenberg. O wyzyskiwaniu sił wodnych. Łwów. 1903. Nakładem Towarzystwa Politechnicznego.

¹⁾ Kazimierz Górski. Sprawozdanie miejskiego urzędu budownictwa z czynności magistratu Nowego Sącza. Nowy Sącz 1907. Nakładem gminy miasta.

dy o 5500 SK. Tosamo odnosi się do minimalnych objętości wody samego Dunajca; publikacja Wydziału krajowego polega na pomiarach rządowego biura hydrograficznego z r. 1898, które wykazało w Tylmanowej $10,28 \text{ m}^3$ przy normalnym stanie wody. Pomiarzy wykonane w r. 1909 przez cyw. inż. Górskiego z Nowego Sącza w Krościenku wykazały jednak, zgodnie z pomiarami rządowymi roku 1902, jako wodę normalną średnio za lata 1902 i 1909 $18,95 \text{ m}^3$, a owych $10,28 \text{ m}^3$ z roku 1898 trzeba przyjąć raczej

jako minimum wody. W ten sposób, w średnim biegu Dunajca od Czorsztyna do Melsztyna, gdzie koncentruje się blisko połowa wykazanych w publikacji sił wodnych, trzeba by cyfry podane przez publikację zarówno przy stanach minimalnych jak i normalnych podnieść blisko w dwójnasób.

Tych kilka uwag podajemy w celu, aby ostateczne cyfry publikacji uważać raczej jako ostrożnie przyjęte, aniżeli przecenione; cyfry te wyglądają jak następuje:

	Siły normalne 9 miesięczne	Siły minimalne 12 miesięczne
1) Suma sił wodnych w dorzeczu Dunajca bez uwzględnienia straty $0,6\%$ w kanale	77423	38893
2) Suma sił wodnych w dorzeczu Dunajca po potrąceniu $0,6\%$ spadku kanału	59138	29573

Ponieważ strata $0,6\%$ z braku szczegółowych projektów liczona jest według długości biegu rzeki, a kanał zwyczajnie bywa krótszy, a czasem nawet stanowi tylko połowę, a nawet trzecią lub jeszcze mniejszą część długości rzeki, cyfry podane pod 2) są za małe, a prawdziwą wielkość sił otrzymamy jako średnią wartość między 1) i 2) a mianowicie normalnie 68280 SK, a minimalnie 34233 SK.

Ponieważ cyfry te nie zawierają sił wodnych Popradu i kilku mniejszych dopływów na węgierskiej części dorzecza, więc dla przeliczenia, ile SK przypada na km^2 dorzecza, trzeba od dorzecza całego Dunajca wynoszącego 6958 km^2 odjąć około 2158 km^2 , czyli pozostanie jako podstawa obliczenia okrągło 4800 km^2 .

Stąd wypada na 1 km^2 siły normalnej 14,2 SK
siły minimalnej 7,15 SK

Cyfry te wzrosłyby do 20 SK/ km^2 siły normalnej, a 11 SK/ km^2 siły minimalnej, gdyby wprowadzić poprawki powyżej wzmiankowane.

Z sił tych warto przytoczyć kilka największych, aby dać wyobrażenie, jakich rozmiarów przedsiębiorstwa mogłyby z nich korzystać. Przytoczone poniżej projekta za-

kładów podajemy według tekstu publikacji wraz ze zbiornikami wyrównawczymi, które pozwalają podnieść minimalne siły do wielkości normalnych, a ponadto umożliwiają przemianę nieprzerwanego ruchu 24 godzinnego, odpowiadającego 8760 godzinom rocznie na zwyczajny fabryczny ruch 10 godzinny, odpowiadający z potrąceniem niedziel i świąt około 3000 godzinom rocznie.

Sprawność zakładów pod 5) i 6) byłaby o przeszło 50% większa, gdyby wziąć za podstawę ilości wody według pomiarów z r. 1909.

Zestawienie to wykazuje zarazem, o ile zbiorniki wpływają na podwyższenie sił wodnych; sześć zakładów zawartych w zestawieniu przedstawia 23660 SK minimalnych, a według publikacji mają zakłady 1—3 i 5—6 razem zaledwie 9200 SK minimalnych; zakład 4) na Białce nie został w spisie sił wodnych publikacji zupełnie uwzględniony. Bez zakładu 4) mamy więc w 5 zakładach 17320 SK ze zbiornikami, a 9200 SK bez zbiorników t. zn. przyrost blisko w dwójnasób bo o 88,5%; siły minimalne wyrównują się w tych warunkach z normalnymi.

Jako kontrast do tych cyfr warto przytoczyć, że w całym dorzeczu Dunajca inisłał tylko jeden zakład wodny racjonalnie urzą-

	Siła w SK przy ruchu	
	24 godzin- nym	10 godzin- nym
1) Zakład powyżej Chochotowa na Czarnym Dunajcu ze zbiornikiem wyrównawczym; kanał 8 km, spad 103 m	3100	9050
2) Zakład na Porońcu przy ujściu do Białego Dunajca ze zbiornikiem wyrównawczym w Dolinie Cichej Wody; spad 100 m	1850	5400
3) Zakład powyżej Szaflar na Białym Dunajcu ze zbiornikiem wyrównawczym w dolinie potoku Gliczarowego; spad 65 m	2450	7154
4) Zakład w Łysej Polanie na Białce jako odpływ „Pięciu Stawów“; tunel 4 km., rura żelazna 2 km; spad 650 m	2060	6000
5) Zakład w Krościenku na Dunajcu ze zbiornikiem wyrównawczym w dolinie Krośnicy; tunel 4 km., spad 50 m	4200	12264
6) Zakład w Jazowsku na Dunajcu ze zbiornikiem wyrównawczym w dolinie Obidzy; tunel 10 km, kanał 3 km, spad 90 m	10000	29200
	23660	69068

dzony, a to do poruszania fabryki masy papierowej hr. Zamojskiego w Kuźnicach na potoku Bystrym o sile 600 SK norm., którego ruch po spaleniu fabryki został zastanowiony. Poza tem znachodzi się kilkanaście młynów chłopskich o urządzeniu najprymitywniejszem i bardzo nieekonomicznem, które w sumie zużywają około 300 SK. Jest to dość skromny dorobek zapobiegliwości naszej w kierunku korzystania z darów przyrodzonych naszego kraju.

W dorzeczach Stryja, Soły i Skawy uwzględniają publikacye Wydziału krajowego budowę zbiorników, któreby się przyczyniły do znacznego powiększenia sił istniejących przy równoczesnem wyrównaniu sił minimalnych z normalnymi.

Ponieważ wszystkie dorzecza opracowane są w sposób analogiczny, więc podajemy sumarycznie wyniki badań :

	Siły normalne 9 miesięczne		Siły minimalne 12 miesięczne	
	bez zbior- ników	ze zbior- nikami	bez zbior- ników	ze zbior- nikami
Suma ¹⁾ sił wodnych dorzecza Stryja	36420,1	70572,4	14628,7	57825,7
Suma ¹⁾ sił wodnych dorzecza Soły	11890,4	14660,4	7800,9	14260,9
Suma ²⁾ sił wodnych dorzecza Skawy	8789,2	12864,7	5812,4	10426,5
Przeliczając cyfry powyższe na km ² powierzchni dorzecza otrzymamy:				
Ilość sił końskich na km ² dorzecza Stryja	12,03	23,52	4,87	19,27
„ „ „ dorzecza Soły	8,57	10,55	5,62	10,27
„ „ „ dorzecza Skawy	7,62	11,15	5,05	9,06

Przy założeniu wybudowania zbiorników przyjęto następujące ilości zamagazynowanej wody:

W dorzeczu Stryja 7 zbiorników o pojemności sumarycznej 157,8 milionów m³ wody.

¹⁾ Cyfry tu podane są średniami wyrachowanemi z cyfr podanych w publikacyi bez potrącenia i z potrąceniem 0,6‰ straty spadku w kanale.

²⁾ Cyfry odnoszą się do ilości sił po potrąceniu 0,6‰ straty spadku w kanale.

W dorzeczu Soły 3 zbiorniki o pojemności sumarycznej 41,3 milj. m³ wody.

W dorzeczu Skawy 3 zbiorniki o pojemności sumarycznej 53,5 milj. m³ wody.

Z wybitniejszych sił tych dorzeczy przytaczamy następujące:

a) w dorzeczu Stryja.

	Siła w SK przy ruchu			
	24 godzinnym		10 godzinnym	
	normal.	minim.	normal.	minim.
1) Zakład w Stryju na Stryju; kanał 26 km spad 76,5 m w 6 stopniach wyzyskany z 3 zbiornikami wyrównawczymi	7884	2759	11826	4139
1a) Tensam w razie wybudowania zbiorników na Stryju	13009	11477	19513	17215
2) Zakład w Synowódzku na Stryju; kanał 27 km spad 77,69 m wyzyskany w 2 stopniach z 2-ma zbiornikami wyrównawczymi	4340	1860	6510	2290
2a) Tensam w razie wybudowania zbiorników na Stryju	10869	10338	16303	15507
3) Zakład w Tyszownicy nad Stryjem, ze zbiornikiem wyrównawczym; kanał 16 km. od Świętosławia na Oporze, spad 96,43 m	4121	1666	6181	2499
3a) Tensam w razie wybudowania zbiorników na Oporze	5160		7740	

b) w dorzeczu Soły i Skawy.

	Siła w SK przy ruchu			
	24 godzinnym		10 godzinnym	
	normal.	minim.	normal.	minim.
1) Zakłady na młynówce Porąbka-Osiek na Sole; kanał 21 km, spad 43,6 m, wyzyskany w 4 stopniach	2200	1380		
1a) Ten sam w razie wybudowania zbiorników na Sole	6028		10247	
2) Zakład na Skawie 6 km. poniżej ujścia Skawicy, ze zbiornikiem wyrównawczym w Grzechyni; kanał 12,3 km od Zawoji na Skawicy, spad 219,77 m, wyzyskany w 2 stopniach	2698	2238	5008	4640
2a) Ten sam w razie wybudowania zbiornika w Zawoji na Skawicy	4480		10720	

Sumując wyniki dla zbadanych dotąd 4 dorzeczy, otrzymujemy na 10500 km² bez zbiorników siły normalnej 125379 SK, a siły minimalnej 62473 SK.

Przeliczając cyfry te na km^2 dorzecza, znajdujemy średnio

na 1 km^2 siłę normalną 11,95 SK
na 1 km^2 siłę minimalną 5,95 SK

Gdybyśmy wzięli jako podstawę obliczenia skorygowane cyfry dorzecza Dunajca, to ilość SK norm. na km^2 dorzecza urosłaby do 15, a SK minim. do 7,8.

Z całego obszaru Galicji t. j. 78000 km^2 przypada oprócz zbadanych 10500 km^2 jeszcze około 19500 km^2 na dorzecza górskie wykazujące podobne warunki co do spadku rzek i co do wysokości opadów rocznych jak zbadane cztery. Są to dorzecza Białej, Raby, Wisłoki po Pilzno, Wisłoku po Żarnowę, Sanu po Przemyśl, Dniestru po ujście Strwiąża, Strwiąża, Świcy, Łomnicy, Bystrzycy, Prutu i Czeremoszu. Z dorzeczy tych zwłaszcza dwa ostatnie t. j. Prutu i Czeremoszu są bardzo korzystne zarówno przez znaczne spadki, wysokość opadów dochodzących przeciętnie do 1000 mm rocznie i zalesienie stoków. Aby co do tych dorzeczy wydać nie przesadzony sąd zniżyliśmy dla nich przeciętną cyfrę SK/ km^2 otrzymaną poprzednio, jakkolwiek cyfra ta ze względu na niedokładne wyniki studium o Dunajcu jest raczej za niska. Również co do sił minimalnych zrobimy założenie niekorzystniejsze, aniżeli wynika ze zbadanych dorzeczy, a mianowicie przyjmujemy stosunek sił minimalnych do normalnych jak 1:3. Weźmy więc jako podstawę dla dalszego obliczenia tylko:

9 SK normalnych na 1 km^2
i 3 SK minimalne na 1 km^2 .

Znaczy to dla niezbadanych jeszcze 19500 km^2 dorzeczy górskich:

normalnych sił 175500 SK
minimalnych sił 58500 SK.

Wraz ze zbadanymi czterema dorzecza-
mi będzie więc

sił normalnych 300879 SK
sił minimalnych 120973 SK.

Siły w ilości przez nas wypośredkowanej dadzą się, jak widzieliśmy na przykładzie Stryja, Soły i Skawy, znacznie powiększyć przez budowę zbiorników. Przyjmując, że urządzimy zbiorniki o pojemności takiej, aby podwyższenie dla wód normalnych wynosiło 30% i żeby wody minimalne

różniły się od normalnych przez wybudowanie zbiorników nie więcej aniżeli o 20%, otrzymamy następujące nowe zestawienie:

Ilość sił normalnych w dorzeczach górskich ze zbiornikami ok. 400000 SK.

Ilość sił minimalnych w dorzeczach górskich ze zbiornikami ok. 320000 SK.

Dla przybliżonego zorientowania się, jaka objętość zamagazynowanej wody odpowiadałaby postawionym przez nas założeniom, przerachowaliśmy dla przykładu jeden zbiornik na Sole w Porąbce korzystając z wykresów i dał umieszczonych w publikacji Wydziału krajowego o siłach wodnych Soły. Odpowiednia ilość wody wypadła na 20 milj. m^3 przy dorzeczu 1200 km^2 , co się mniej więcej zgadza z ilością podaną w tejże publikacji jako potrzebną do zasilania niskich stanów wody w Sole. Licząc w bardzo grubym przybliżeniu dla całego dorzecza górskiego 30000 km^2 analogiczny stosunek zamagazynowanej wody do wielkości dorzecza, otrzymamy pojemność około

500.000.000 m^3 wody.

Cyfrę tę należy zrozumieć w ten sposób, że gdyby w kraju przystąpiono do budowy zbiorników, czy to powodziowych, czy to przeznaczonych do innych jeszcze celów, to należałoby w zbiornikach tych zamagazynować prócz tego jeszcze 500 milionów m^3 wody roboczej, któraby służyła do podwyższenia wartości siły wodnej stosownie do warunków wyżej postawionych.

Dla zupełnego poglądu na sumę sił wodnych Galicji trzeba by jeszcze wziąć w rachubę dalszych 48000 km^2 naszych dorzeczy. Dorzecza te rozdzielimy na podgórskie, liczące około 12000 km^2 i nizinne t. j. dolny San, Bug, lewobrzeżne dopływy Dniestru oprócz Strwiąża, liczące 36000 km^2 . Nie mając żadnych danych dla ich oceny przyjmujemy dość niskie cyfry doświadczalne, a mianowicie dla podgórskich dorzeczy po 4,5 SK/ km^2 przy wodzie normalnej, a połowę z tego t. j. 2,25 SK/ km^2 przy minimalnej. Dla dorzeczy nizinnych przyjmujemy 2,25 SK na km^2 przy wodzie normalnej, a ponieważ rzeki nizinne mają wodę stałą, więc stosunek wody normalnej do małej przyjmujemy jak 4:3; w ten sposób przy małej wodzie otrzymamy 1,69 SK/ km^2 . Uwzględniwszy więc

również w tem grubszem przybliżeniu rzeki podgórskie i nizinne znajdujemy jako ostateczny bardzo ostrożny wynik według poniższej tabelki:

Nazwa dorzecza	Wielkość dorzecza w km ²	Ilość SK/km ²		Ilość sił końskich		Ilość sił końskich ze zbiornikami	
		normal.	minim.	normal.	minim.	normal.	minim.
Dunajec, Stryj, Skawa, Soła	10500	11,95	5,95	125379	62473	165000	132000
Biała, Raba, Wisłoka po Pilzno, Wisłok po Żarnowę, San górny, Dniestr górny, Strwiąż, Świca, Łomnica, Bystrzyca, Prut, Czeremosz	19500	9	3	175500	58500	235000	188000
Skawina, Uszwica, Wisłoka po Brzeźnicę, Wisłok po Rzeszów, Bystrzyca z Tyśmienicą, Letnianka, Niezachówka, Siwka z Bolochowką, Łukwa, Worona, Tlumaczyk, Czemrawa	12000	4,5	2,25	54000	27000	54000	27000
Dolny San, dolna Wisłoka, dolny Wisłok, Bug, lewobrzeżne dopływy Dniestru, Dniestr	36000	2,25	1,69	81000	60840	81000	60840
	78000	5,58	2,55	435879	208813	535000	407840

Cyfry te zaokrąglimy w sposób następujący:

	bez zbiorników	ze zbiornikami
Suma sił wodnych Galicyi przy normalnych (9 mies.) stanach wody	435000 SK	535000 SK
Suma sił wodnych przy minimalnych (12 mies.) stanach wody	200000 SK	400000 SK

Porównując wynik ten z cyframi podanymi przez inż. Rybczyńskiego (Czas. techn. 1905 Nr. 10/11), widzimy, że co do sił normalnych na 40000 km² dorzecza górskiego i podgórskiego, które inż. R. rozpatrywał, obydwa rezultaty są prawie zgodne; inż. R. ocenia je na 400000 SK, nasz wynik podaje 350000 SK, ale za to inż. R. mówi o 8miesięcznej wodzie, podczas kiedy w naszych wywodach woda 9miesięczna jest wzięta za podstawę. Co do sił minimalnych to cyfra nasza mająca przedstawiać 12miesięczną wodę (147000 SK) jest znacznie korzystniejsza aniżeli cyfra 75000 SK

przy minimalnej wodzie inż. R. Ilość minimalnych SK spada u niego na 37,5% wartości znalezionej przy wodzie 10miesięcznej a na 18,75% wartości wody 8miesięcznej, jest ona wreszcie prawie dwa razy mniejszą, aniżeli przez nas wypośredkowana. Różnica tak znaczna polega na tem, że inż. R. jako minimalne stany wody bierze absolutne minima, a więc stany, jakie zdarzają się co kilka czy kilkanaście lat przez dzień albo kilka dni, a dłużej trwają tylko w latach katastrofalnie suchych jak w roku 1904; oczywiście, że takie cyfry nie mogą służyć jako podsta-

wa obliczenia, bo z niemi ani ekonomista, ani przemysłowiec liczyć się nie będzie. Racyonalne minimum jest to tylko t. zw. średnie minimum t. zn. średnia, wartość z minimów obserwowanych podczas dłuższego okresu n. p. dziesięciolecia, z tem zastrzeżeniem, że lata katastrofalne jak r. 1904 zupełnie nie zostają uwzględnione. Tej samej zasady trzyma się również centralne biuro hydrograficzne austriackie w swojej publikacyi wyżej cytowanej o siłach wodnych w Austrii.

II. Wartość ekonomiczna siły wodnej w Galicyi.

Wyniki, do których doszliśmy powyżej, same dla siebie jeszcze nic nie mówią. Każdemu ciśnie się mimo woli na usta pytanie: „Co ta siła warta?”

Przedewszystkiem musimy obiektywnie stwierdzić, że cyfra przez nas wypośredkowana nie jest imponująca wobec milionowych sił wodnych krajów alpejskich lub skandynawskich, a wielkie różnice znalezione między siłami normalnemi i minimalnemi zmuszają nas z góry do szukania dróg do sztucznego wyrównania stanów wody. Rzeczywistą jednak miarą wartości naszych sił wodnych będzie ich porównanie z istniejącymi w kraju motorami wszelkiego innego rodzaju, a to pod dwojakim względem 1) co do wielkości siły nagromadzonej, 2) co do wysokości zakładowego kapitału i kosztów rocznego ruchu w porównaniu z siłą motoru parowego lub wybuchowego.

Nie mamy wprowadzić dokładnych danych, ile siły reprezentują wszystkie w Galicyi istniejące motory parowe i wybuchowe, ale pośrednio na podstawie informacji zaczerpniętych u inspektorów kotłowych można oszacować siłę tę na niespełna 100.000 KP, w czem się już mieszczą fabryki, kopalnie, elektrownie i wszelkie inne zakłady przemysłowe. A więc cały nasz dorobek przemysłowy przedstawia tylko około 50% tej energii, jaka mieści się w siłach wodnych przy najniższych stanach wody bez wszelkich sztucznych sposobów ich podniesienia. Po wybudowania zbiorników siły wodne byłyby wobec dzisiejszego stanu przemysłu tak znaczne, że oznaczałaby ogromny przewrót w całym życiu ekonomicznem. Aby znaleźć jakiś

równoważnik pieniężny na istniejące siły wodne, obliczmy, ileby rocznie kosztował węgiel potrzebny do opędzenia takiej samej energii w maszynach parowych. Przybliżony rachunek wykazuje, że siłom minimalnym odpowiada przy fabrycznym ruchu 10 godzinnym roczny wydatek na węgiel około 20 milionów koron, siłom normalnym około 43 milionów; cyfry te w razie wybudowania zbiorników wzrastają do 53 milionów koron, względnie przy 24 godzinnym ruchu do przeszło 100 milionów. Kapitalizując najniższą z tych cyfr otrzymamy jako wartość minimalnych sił wodnych w kraju kwotę 400 milionów koron, a normalnych 860 milionów; wartość ta przez używanie w niczem się uszczupla, a przez racjonalne budowlę może się podnieść w cznórnasób. To jest majątek, którego jeszcze prawie nie ruszono, bo wyzyskane dotąd siły wodne w ilości blisko 30000 SK. normalnych w 4338 zakładach¹⁾ są raczej marnowaniem bogactwa niż wykorzystaniem. Są to zakłady najprymitywniejsze, w których na dokładne wyzyskanie spadu rzadko kiedy się zważa, a wielką część wody wypuszcza się dobrowolnie lub mimowolnie bez wykonania pracy użytecznej; zakłady takie, o przeciętnej sile niespełna 7 SK, nie zasługują wcale na wzmiankę wobec nowoczesnych instalacyi hydraulicznych. Największa ilość tych istniejących urządzeń siły wodnej koncentruje się w dorzeczach nizinnych, dorzeczka górskie stoją dotąd prawie nietknięte.

Pozostaje jeszcze rozpatrzenie drugiego punktu, który uważa się powszechnie za rozstrzygający miernik wartości sił wodnych. Jest to kwestya ekonomiczno-finansowa: ile kosztuje średnio wybudowanie siły wodnej i czy wybudowana siła wodna wytrzymuje konkurencyę z innymi motorami.

Zanim przedstawię cyfry, które dadzą nam dość dokładną odpowiedź na powyższe pytania, pozwolę sobie na tem miejscu zauważyć, że według mego zdania opartego na obserwacyi stosunków w innych krajach moment ekonomiczny nie jest wyłącznie rozstrzygający w ocenie wartości sił wodnych.

Niemniej ważną rolę odgrywa tu moment psychologiczny. Poznanie, że

¹⁾ Por. Bujak Fr. Galicya. Tom II. str. 275. Lwów 1910.

woda płynąca rzekami, któreśmy tylekrotnie obserwowali czy to z punktu widzenia higieny czy estetyki, zawiera w sobie ogromny majątek w formie nigdy nie wyczerpanej energii, że zwrócenie tych mas wody na właściwe tory może przynieść dobrobyt i utrzymanie setkom rodzin, a z drugiej strony uchronić tysiące od szkód, poznanie to działa podniecająco nie tylko na entuzjastów w krajach romańskich, gdzie jak n. p. we Francji ludzie formalnie szaleją na temat „houille blanche”, ale i na trzeźwych Germanów. Nie czytałem prawie żadnego opisu projektowanych lub wykonanych zakładów wodnych w Niemczech lub Szwajcaryi, gdzieby tem moment psychologiczny mniej lub więcej nie dźwięczał¹⁾. Z nastroju tego korzysta nawet ustawodawstwo przeprowadzając w całym szeregu wypadków groźbę przymusu dla doprowadzenia do skutku przedsięwzięcia wodnych, jako dzieła użyteczności publicznej.

W takich warunkach nie odstraszały Francuzów ani Niemców kosztorysy zakładów wodnych, w których wybudowanie siły kosztuje po 1000, 1500 a nawet 2000 koron na 1 SK. A jeżeli wypadkach podobnych banki okazują w przewidywaniu małej dywidendy zrozumią wstrzeźliwość, to z tem większą energią i zapałem dzieła takie doprowadzają do skutku władze rządowe, krajowe, powiatowe i gminne, które nie licząc się do pewnego stopnia z oprocentowaniem kapitału, byle nie dokładać do przedsiębiorstwa, przyczyniają się do zrealizowania wielkich dzieł kultury i znajdują w zamian rekompensatę w podniesieniu ogólnego dobrobytu. Tylko tak możemy sobie wytłumaczyć inwestowanie setek milionów w budowę zbiorników w Westfalii, na Szlaku pruskim i ostatnio w Czechach północnych, to nam daje rozwiązanie pozornej zagadki, jak się znalazł kapitał 50 milionów na wyzyskanie bardzo kosztownego spadku Rodanu pod Lyonem, to wreszcie ułatwia nam zrozumienie faktu, jak można poważnie wystąpić z projektem przeniesienia siły Rodanu do Paryża na 500 km odległości przy inwestycji 100 milionów franków.

¹⁾ Ob. Dr. Ing. Walter Conrad, Die kaufmännische Bedeutung der oesterreichischen Alpenwasserkraften, ihre Rentabilität, Finanzierung und Besteuerung. Elektrotechnik u. Maschinenbau Heft 25. 1910. S. 521.

Wyższość zakładów korzystających ze siły wodnej nad zakładami parowymi, gazowymi czy ropnymi, nawet przy równej cenie kosztów produkcji, polega na przyrodzonym skupieniu siły wodnej. Terminem tym chcę wyrazić, że przyroda sama nastęrcza w licznych miejscach siły wodne dochodzące wielu tysięcy koni, które technika współczesna nauczyła się racjonalnie wybudowywać i do możliwych granic podwyższać. Takie skupienia siły z żelazną koniecznością domagają się rozproszania jej po całej okolicy a w razie braku zbytu w najbliższym sąsiedztwie do przeniesienia w coraz dalsze strony. To też charakterystyczną cechą projektów wodnych jest stałe wciąganie w sferę działania swego całego okręgu otaczającego projektowany zakład w promieniu stu do kilkuset kilometrów. Zakłady ciepłownicze ograniczają się do pewnego miasta a co najwyżej docierają do przedmieść, bo zamiast dalej rozpraszania energii po odleglejszych osadach, można w każdym z tych miejsc zbytu wystawić nowy zakład. Oczywiście, że te nowe zakłady powstają w czasie zupełnie niezależnie od zakładu pierwszego. Przeciwnie zakład wodny działa podniecająco, przyspiesza przyłączenia się miast, osad i poszczególnych fabryk do swojej sieci i w ten sposób przyczynia się znakomicie do rozwoju miast, przemysłu, a nawet techniki rolnictwa. Przykładów na poparcie twierdzenia tego mamy cały szereg w Szwajcaryi, Tyrolu, Niemczech, Francji, Włoszech, Skandynawii i Ameryce.

W naszym kraju z małymi wyjątkami nie znać wpływu momentu psychologicznego na ocenę wartości sił wodnych, trzeba więc tem skrupulatniej trzeźwym umysłem przedstawić korzyści ekonomiczne.

W wywodach swoich oprę się na 7 projektowanych w Galicyi zakładach wodnych, dla których zostały dokładne kosztorysy wypracowane. Zakłady te są następujące:

- 1) w Jazowsku na Dunajcu;
- 2) w Barcicach na Popradzie;
- 3) w Myszkowcach na Sanie;
- 4) w Stryju na Stryju;
- 5) w Tyszownicy na Oporze;
- 6) w Uhryniu na Serecie;
- 7) w Uniżu na Dniestrze.

Tabela poniżej umieszczona pozwoli zorientować się w ważniejszych danych dotyczących projektowanych siedmiu zakładów.

Liczba	Rzeka i miejscowość projektowanego zakładu	Spad użyteczny w m.	Długość w km		Ilość SK		Największa długość przeniesienia elektr. w km.	Kapitał zakładowy		Kapitał zakładowy na 1 SK			
			kanału otwartego	tunelu	norm.	mini-mal.		bez przen. elektr.	z przen. elektr.	normalną		minimalną	
										w miejsc.	z przen.	w miejsc.	z przen.
1.	Jazowsko nad Dunajcem	80,8—87,8	0,645	12,9	15120	8000	90	9200000	11000000	595	715	1150	1370
2.	Barciec nad Sanem	17,13	4,5	—	1800	1114	12	1238000	1350000	687	750	1110	1210
3.	Myczkowce nad Sanem	10	0,1	0,24	600	300	21	360000	485000	600	810	1200	1615
4.	Stryj nad Stryjem	65,7	26	—	7884 ¹⁾	2759	80	7500000 ²⁾	8500000	958	1078	2720	3400
5.	Tyszowica nad Oprem	87,68	16	—	4121 ³⁾	1666	92	4000000 ⁴⁾	5100000	973	1310	2400	3240
6.	Uhryn nad Seretem	4,5	2,5	—	390	225	13	200000	280000	515	718	890	1245
7.	Uniż nad Dniestrem	11,3	—	1,07	11700	5500	60	5800000 ⁵⁾	7000000	495	598	1050	1270

¹⁾ Według projektu zakład będzie wyposażony 12 turbinami po 1000 SK, które będą w chwilach obciążenia ponad 7884 SK czerpały wodę z 4 zbiorników wyrównawczych.

²⁾ W kosztach mieszczą się maszyny na 12000 SK i 4 zbiorniki wyrównawcze.

³⁾ Według projektu zakład będzie wyposażony 5 turbinami po 1500 SK, które będą w chwilach obciążenia zakładu ponad 4121 SK czerpały wodę ze zbiornika.

⁴⁾ W kosztach mieszczą się maszyny na 7500 SK i zbiornik o pojemności 140000 m³.

⁵⁾ W kosztach mieści się skanalizowanie 27 km odciętego koryta Dniestru zapomocą trzech jazów spiętrzających ze śluzami komorowymi.

Ponieważ w zestawieniu tem znajdujemy zarówno zakłady z dorzecza Wisły jak i Dniestru o rozmaitych spadach, więc możemy na tej podstawie z wystarczającym przybliżeniem określić jako typowe dla Galicyi koszty zakładowe 1 SK normalnej w miejscu produkcji na średnio 700 koron; cyfra ta, jak widzieliśmy, waha od 500–1000 koron. Odpowiada to w zupełności kosztom wypośredkowanym w innych krajach w Europie z wyjątkiem krajów Alpejskich i Skandynawii¹⁾.

Zależnie od odległości przeniesienia energii wzrasta koszt 1 SK na 600 do 1300, średnio na 900 koron²⁾. Biorąc za podstawę siły minimalne otrzymujemy, półtora względnie dwa razy wyższe cyfry kapitału zakładowego.

¹⁾ Por. Dr. Ing. Walter Conrad, l. c. Heft 22, S. 451; następnie Die bayerischen Wasserkräfte in Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure H. 25. 1910 S. 1036.

²⁾ W kosztach tych stanowią roboty wodne, ziemne i budowlane 50–70%, resztę urządzenia elektro-mechaniczne i sieć przewodów przeniesienia na odległość.

To też dziś nigdzie i nigdy przy projektowaniu i wykonywaniu zakładów wodnych nie bierze się pod uwagę sił minimalnych, całorocznych, ale normalne, 9 miesięczne. Zależnie od potrzeb produkcji siły uzupełnia się ją w miesiącach małej wody zbiornikiem wodnym albo rezerwą cieplikową, względnie redukuje się wytwórczość w stosunku do ilości wody będącej do dyspozycji.

Wysokość kapitału zakładowego nie stanowi jednak jeszcze właściwej miary wartości ekonomicznej siły wodnej; cyfra ta służy dopiero jako podstawa do obliczenia kosztów produkcji na konia-godzinę i w tej formie da się porównać z kosztami energii wytworzonej parą, ropą czy gazem.

Poniżej podaję tabliczkę, która pozwala się zorientować w kosztach produkcji siły wodnej 7 projektowanych zakładów.

W tabelce na następnej stronie umieszczonej koszt ruchu rocznego obliczony jest dla zakładu wodnego wraz z przeniesieniem elektrycznej energii, a mianowicie w zakładzie:

1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)	9)
L.b	Rzeka i miejscowość projektowanego zakładu	Koszt ruchu rocznego według projektu w Koronach	Produkcya w koniogodzinach			Koszt produkcji 1 koniogodziny		
			a rzeczywi- sta według projektu	b największa możliwa	c krytyczna	a w	b halerzach	c
1.	Jazowsku nad Dunajcem	1460000	128000000		51300000	1,14	2,85	
2.	Barcice nad Popradem	146000	2900000	8100000	4870000	5,04	2,05	3,00
3.	Myczkowce nad Sanem	65000	800000	4000000	2320000	8,13	1,82	2,80
4.	Stryj nad Stryjem	900000	15000000	49000000	30000000	6,00	1,84	3,00
5.	Tyszwonica nad Opołem	600000	15000000	26000000	17000000	4,00	2,30	3,00
6.	Uhryń nad Seretem	40000	750000	2600000	800000	5,44	1,54	5,00
7.	Uniż nad Dniestrem	780000	95000000		26000000	0,82	3,00	

1) przez Limanową, Wieliczkę do Krakowa;

2) do Nowego Sącza;

3) do Sanoka;

4) i 5) do Lwowa;

6) do Kołędzian i Czortkowa;

7) do Stanisławowa.

Przy obliczeniu kosztów ruchu przyjęto 4,5% oprocentowania kapitału; amortyzację 1,68% dla robót wodnych i budynków, 4,5% urządzenia elektromechanicznego; konserwację 1% robót wodnych i budynków 4% turbin, 5% elektrycznego urządzenia bez sieci, 6% sieci przewodów. Poza tem uwzględniono smary, obsługę i ogólne wydatki administracyjne w stosunku do ilości godzin ruchu przewidzianych projektami. Suma wszystkich kosztów rocznych waha między 10 a 14% kapitału zakładowego, co się zgadza z wynikami publikowanymi o istniejących zakładach wodnych.

W rubryce 4), 5), 6) tabelki podano produkcję zakładu w koniogodzinach, a mianowicie w rubryce 4) ilość, na którą już dziś istnieje zbyt i na której ma się oprzeć rentowność zakładu: w rubryce 5) podano największą możliwą produkcję, jaką by zakład mógł oddać w miejscu zbytu t. zn. z uwzględnieniem strat w maszynach i przeniesieniu elektrycznym, gdyby był stale pełno obciążony przez 24 godzin na dobę. Wreszcie w rubryce 6) podano „krytyczną“ produkcję, której znaczenie poniżej wyjaśniam.

Zasadniczy wynik zestawienia naszego, to zależność kosztów produkcji od wielkości produkcji; z rubryk 7), 8) tabelki widać odrazu, jak koszty produkcji gwałtownie maleją przy dokładniejszym wyzyskaniu siły t. zn. przy wzroście współczynnika wyzysku.

Podczas gdy według projektów, które opierają się tylko na częściowem zastosowaniu siły, koszty koniogodzinny wahają od 1 halera do 8 halery, to przy pełnem wyzyskaniu wody koszty te znacznie spadają i wynoszą 0, 8 do 2, halery za koniogodzinę. Już ta ostatnia cyfra sama wykazuje, że nie ma w Galicyi nigdzie poza siłą wodną możliwości, aby równie tanio siłę uzyskać; najekonomiczniejsze maszyny lub turbiny parowe przy tanim węglu n. p. w Krakowie i przy jednostkach dochodzących do 3.000 KP, przy stałym 24 godzinnym ruchu i pełnem obciążeniu, nie wytworzą koniogodziny taniej aniżeli za 2,5 halera. We Lwowie przy opale ropą cyfrata podniosłaby się wyżej 3 halery; przy motorach ropnych Diesla w agregatach 100 lub 200 konnych cyfra ta również nie spadnie niżej 3 halery. Jeżeli motor parowy lub ropny nie jest dokładnie wyzyskany, jak to w praktyce jest powszechne, gdzie produkcja

rzeczywista odpowiada zaledwie 25—40% całej możliwej produkcji, to koszta produkcji rosną szybko i dochodzą do 6 i 8 a nawet 10 halerzy za koniogodzinę. Przy mniejszych jednostkach maszynowych koszta te ulegają dalszej zwwyżce, przekraczają nawet 15 halerzy i wówczas dopiero korzyść siły wodnej występuje w całej jaskrawości. Aby wyraźnie przedstawić różnicę między kosztami produkcji energii zapomocą wody, a motorów cieplikowych, podałem w rubryce 9) tabelki koszt koniogodziny wyprodukowanej najtańszym sposobem w miejscach zbytu 7 projektowanych zakładów przy założeniu, że dany motor jest zupełnie wyzyskany t. zn., że jest w ruchu przez 24 godzin na dobę pełno obciążony. Koszta te wahają od 2,8 hal. do 5 halerzy na koniogodzinę i nazywam je „krytycznymi“, gdyż pozwalają wyrachować wielkość produkcji zakładu wodnego, przy której wyrównują się koszta produkcji obu zakładów. Tę produkcję „krytyczną“ podałem w 6-tej rubryce tabelki. Widzimy więc, że zakład wodny w Galicyi musi wytwarzać 30—65% swej największej produkcji, aby się zrównał z kosztami produkcji zakładu cieplikowego wytwarzającego 100% swej największej produkcji. Z tego wynika, że rentowność ekonomiczna zależy tylko od ilości godzin ruchu i obciążenia zakładu; im bardziej zapobiegliwy będzie po tym względem projektant, a w dalszym ciągu kierownik ruchu, tem korzystniejsze będą warunki finansowe. Przy fabrykacjach elektrochemicznych, dla których projektowane są zakłady l. i 7. projektu same przewidują warunki zupełnego wyzyskania siły i dla tego te zakłady wytwarzają siłę najtaniej.

Jeszcze jeden ważny czynnik wpływa na ocenę rentowności siły wodnej, a jest nim cena sprzedaży siły. Gdzie się rozhodzi o konkurencyę między wodą a motorami cieplikowymi przekonałismy się o wyższości wody. Pozostaje jeszcze rozpatrzenie tych gałęzi przemysłu głównie elektrochemicznego, które wymagają bardzo taniej siły do istnienia swego, a tem samem na motory cieplikowe wogóle nie reflektują. Tu należy fabrykacja kalcyum karbidu, aluminium, stali i kwasu azotowego. Z przemysłów tych tylko ostatni ma dla Galicyi aktualne znaczenie; cena energii elektrycznej, przy której fabry-

kacja kwasu azotowego się jeszcze opłaca wynosi 45—75 koron za l SK rocznie, co przy 24-godzinnyim ruchu odpowiada cenie 0,5—0,85 halerza za koniogodzinę. Po takiej cenie rzeczywiście prawie żaden zakład wodny w Galicyi nie mógłby energii produkować, ale oddawać mógłby ją za tę cenę łatwo nie tracąc rentowności, jak to wykazemy na przykładzie projektu w Jazowsku.

Zakład ten obliczony jest na produkcję roczną 128000000 koniogodzin. Przyjmijmy, że z tej produkcji sprzedaje się dla celów elektrochemicznych 108 milionów, a dla celów siły i światła elektrycznego 20 milionów. Sprzedając koniogodzinę dla celów elektrochemicznych po 0,736 halerza t. zn. po 1 halerzu za kilowattgodzinę, musimy resztę t. j. 20 milionów koniogodzin zbyć po 5,80 halerzy za koniogodzinę (około 8 halerzy za KW-godzinę), aby uzyskać 4,5% superdywidendy na kapitał zakładowy ponad normalne oprocentowanie przewidziane w wydatkach rocznych. W wypadku tym rachunek zysków wygląda jak następuje:

Dochód z 108 miljn. kw-godz. po 0,736 h. =	795.000 k
„ z 20 „ „ 5,80 „ =	1,160.000 „
	razem 1,955.000 k
potrącając od tego roczne wydatki w wys.	1,460.000 „
	pozostaje czysty zysk 495.000 k

co odpowiada okragło 4,5% od kapitału 11 milionów.

Aby ocenić, czy przyjęta cena sprzedaży 5,80 halerzy za koniogodzinę czyli 8 halerzy za kilowattgodzinę światła lub siły elektrycznej nie jest zbyt wygórowana i da się uzyskać w miejscach zbytu, na które liczy projektowany zakład w Jazowsku t. j. w Nowym Sączu, Limanowej, Bochni, Wieliczce, Podgórzu lub Krakowie, to zauważymy, że we wszystkich tych miejscowościach koszta produkcji siły drogą cieplikową zaledwie mogłyby zrównać się z oznaczoną ceną sprzedaży; a cena, po jakiej sprzedaje się w Krakowie prąd t. j. 70 halerzy za kilowattgodzinę światła, a 25 hal. za KW-godzinę siły nie wytrzymują zupełnie porównania z ceną przez nas przyjętą.

Wogóle zakłady wodne związane z przedsiębiorstwem elektrochemicznym lub jakąkolwiek fabryką mogącą się dostosować do chwilowego zapasu energii (papiernie, młyny etc.) są w tem korzystnem położeniu, że mogą

znaleść rentowność wystarczającą, wyzyskując normalną 9 miesięczną, a nawet średnią 6 miesięczną siłę wodną bez żadnej rezerwy czy to wodnej czy też ciepłikowej. Zakład taki przyłącza abonentów na światło i siłę tylko w takiej ilości, aby suma największego równoczesnego zapotrzebowania energii odpowiadała sile wodnej minimalnej; wszelka nadwyżka siły wodnej w ciągu dnia i przy wyższych stanach wody sprzedaje się przedsiębiorstwu elektrochemicznemu czy też innemu o podobnym charakterze.

W wypadku, jeżeli kombinacja taka nie jest możliwa, trzeba przy wybudowaniu siły wodnej na wodę 9 miesięczną, pomyśleć o rezerwie. O ile warunki nie pozwalają na budowę zbiornika na wyrównanie rocznego odpływu wody, trzeba stosować rezerwę ciepłikową. Oczywiście, że założenie rezerwy takiej podnosi kapitał zakładowy, a również

wpływa na koszt produkcji, gdyż inwestycję trzeba amortyzować, oprocentować, motor obsłużyć i pokryć wydatek na paliwo.

Szczegółowe rachunki teoretyczne przeprowadzone przez Th. Koehna¹⁾ wykazują, że założenie rezerwy ciepłikowej odpowiadającej połowie siły wodnej 9 miesięcznej, wypadek typowy dla stosunków galicyjskich, podnosi kapitał zakładowy o 300 do 400 koron na 1 SK zainstalowaną. Uwzględniając tę nadwyżkę otrzymalibyśmy jako koszt budowy 1 SK wodnej w Galicji wraz z przeniesieniem elektrycznym na 20 do 80 km i rezerwą parową kwotę 1000 do 1500 kor.

Koehn oblicza również koszty produkcji i koniogodziny zakładu o ruchu mieszanym wodno-parowym i wykazuje, że koszty te w porównaniu z ruchem czysto wodnym podnoszą się w sposób przedstawiony tabelką poniższą:

Wielkość zakładu w SK				Koszta produkcji koniogodziny w halerszach przy ruchu									
				przez 3600 godzin rocznie					przez 8640 godzin rocznie				
				woda	para	woda z rezerwą parową	2) woda	woda z rezerwą parową przy cenie węgla w K za % kg		Para przy cenie węgla w Kor. za % kg		woda	woda z rezerwą parową przy cenie węgla w K za % kg
woda	para	1. 20	3. —					1. 20	3. —	1. 20	3. —		1. 20
200	200	200	100	6	7,6	8,1	7.—	9,82	3,36	4,4	4,8	4,8	7,4
600	600	600	300	3,9	5,1	5,5	5,7	8,1	2,06	2,8	3,2	3,9	6,2
2000	2000	2000	1000	2,9	3,8	4. —	3,7	5,3	1,45	2,1	2,3	2,5	4,1

Ze zestawienia tego możemy wyciągnąć następujące wnioski:

1) Podobnie jak przy ruchu czysto wodnym koszty produkcji w zakładzie wodnym z rezerwą parową maleją ze wzrostem współczynnika wyzysku.

2) Koszta produkcji zakładu wodnego z rezerwą parową wzrastają w porównaniu z zakładem czysto wodnym zależnie od ceny węgla o 0,9 do 2 halerszy za koniogodzinę przy ruchu przez 3600 godzin rocznie (około 42% maksymalnej możliwej produkcji), a o 0,6

do 1,5 hal. przy maksymalnej możliwej produkcji. Ponieważ ceny węgla obrane przez Koehna odpowiadają mniej więcej przeciętnym w zachodniej i wschodniej Galicji, więc koszt 1 koniogodziny z rezerwą parową można oszacować z wystarczającym przybliżeniem dla zagłębia krakowskiego przy zupełnem wyzyskaniu siły wodnej średnio na 2,35 halerszy, dla Galicji wschodniej w okolicy Lwowa średnio na 3 halersze.

3) Koszta produkcji zakładu wodnego z rezerwą parową przy zupełnem obciążeniu

¹⁾ Th. Koehn, Ausbau von Wasserkraften. Lipsk 1907. Str. 318—321.

²⁾ Koszt przy ruchu czysto wodnym i mieszanym wodno-parowym obliczono z uwzględnieniem przeniesienia siły wodnej w wypadku 200 SK na 5 km, 600 SK na 10 km a 2000 SK na 20 km. Rezerwa parowa względnie zakład czysto parowy natomiast pomyślany jest w miejscu głównego zbytu.

(współczynnik wyzysku 100%) są przy wszystkich cenach węgla znacznie tańsze, aniżeli w zakładach o czysto parowym ruchu; oszczędność wynosi od 10 do 75%.

4) „Krytyczna“ produkcja zakładu wodnego z rezerwą parową leży średnio nieco poniżej 50% produkcji największej możliwej i od tej granicy wyższość zakładów wodnych z rezerwą parową nad zakładami czysto cieplikowymi nie ulega wątpliwości.

Jakkolwiek więc rezerwa cieplikowa nie jest wogóle w stanie obalić rentowności przedsiębiorstwa, to jednak bądź co bądź podraża ona poważnie koszty zarówno zakładowe jak i ruchu rocznego. W praktyce dwie okoliczności łagodzą ten niepożądany skutek.

Przedewszystkiem nowsze dążenia do udoskonalonego wyzyskania siły wodnej wykazały, że kombinacja wody i pary dobrze obmyślana może nie tylko nie podwyższyć kosztów ruchu, ale je nawet zniżyć¹⁾. Fakt ten zachodzi w zakładach zasilających miasta światłem i siłą elektryczną, gdzie zapotrzebowanie w ciągu doby jest bardzo nierówne, gdzie przeciętne zapotrzebowanie stanowi zaledwie 30% zapotrzebowania największego, a gdzie to zapotrzebowanie największe trwa krótko, bo 1 do 3 godzin. Jeżeli w zakładach takich pracuje się tylko wodą i to bez zbiornika wyrównawczego, to można zaledwie 30% całej wody wyzyskać. Zakład poprawia się znacznie, jeżeli t. zw. szczyt obciążenia krótko trwający odbierzemy wodzie, a oddamy motorowi cieplikowemu. Wówczas można wyzyskać 70 a nawet 80% całkowitej siły wodnej, przez co koszty produkcji w sumie pomimo dodatkowych kosztów motoru spadają. Nie jest to jednak właściwie już rezerwa cieplikowa, tylko uzupełnienie cieplikowe.

Druga okoliczność zmniejszająca ciężar rezerwy parowej jest fakt, że w praktyce bardzo często rezerwa parowa istnieje przed wybudowaniem siły wodnej; sytuacja jest zwyczajnie tego rodzaju, że właściciel przedsiębiorstwa fabrycznego pędzonego parą lub ropą, czy też gmina wytwarzająca energię

elektryczną zapomocą motoru cieplikowego, podczas rozrostu interesu zaczyna się oglądać za tańszym sposobem produkcji, aby obniżyć swoje koszty własne fabrykacji. W takich wypadkach jedyne rozwiązanie leży w wyzyskaniu siły wodnej. Dzięki tej szczególnej sytuacji koszt zakładowego kapitału rezerwy nie wchodzi w rachubę, a przy kosztach ruchu jest mowa tylko o oszczędności w porównaniu z poprzednim sposobem produkcji.

Taką jest sytuacja przy 5 z projektowanych 7 zakładów galicyjskich, które służyły poprzednio za podstawę do obliczenia kosztów zakładowych i ruchu. Tylko zakład 2. w Barcicach nie miał rezerwy w Nowym Sączu, i dlatego był projektowany na minimum wody Popradu; zakład 7. w Uniżu jako przeznaczony wyłącznie dla celów elektrochemicznych nie potrzebuje rezerwy.

Zakład w Jazowsku ma zastąpić istniejące urządzenia parowe względnie ich powiększenie w elektrowni w Krakowie, w salinach w Wieliczce i Bochni, w browarze Okocimskim, w rafinerii w Limanowej i w projektowanej elektrowni ropnej w Nowym Sączu. Zakład w Myczkowcach ma zastąpić maszyny parowe w fabryce Sanockiej. Zakład w Stryju ma zastąpić maszyny parowe w elektrowni lwowskiej, podobnie zakład w Tyszownicy, który ponadto mógłby zastąpić maszyny parowe w kopalniach i zakładach przemysłowych w Drohobyczu i Borystawiu; wreszcie zakład w Uhrynii ma wyrugować ruch parowy z przedsiębiorstw rolniczo-przemysłowych dóbr Kołędzian.

We wszystkich tych wypadkach można było pomimo rozmaitych cen węgla, pomimo stosowania ropy do opału we Lwowie i Kołędzianach, pomimo, że obciążenie odbiega daleko od ideału zupełnego wyzyskania wody, a nawet pozostaje po największej części daleko poniżej „krytycznej“ produkcji, wykazać zawsze znaczne oszczędności przy ruchu wodnym z rezerwą cieplikową w porównaniu z dotychczasowymi kosztami produkcji.

Oprócz rezerwy cieplikowej stosuje się w zakładach hydroelektrycznych dla wyrównania dziennych wahań w zapotrzebowaniu energii akumulatory elektryczne lub akumulatory hydrauliczne w formie wysoko położonych zbiorników, do których pompuje się wodę w chwilach słabego obciążenia. Te

¹⁾ Porównaj: Norberg-Schulz, Die wirtschaftliche Ausnutzung der Wasserkräfte in den Beleuchtungs- und Kraftverteilungsanlagen grösserer Städte. (Elektrot. Zeitschrift 1910 str. 2 i nast.)

urządzenia są kosztowne, ale przyczyniają się do zniżenia kosztów produkcji przez podniesienie współczynnika wyzysku. W zakładzie 3. w Myczkowcach jest projektowany akumulator hydrauliczny z pompą, w zakładach 2. w Barcicach i 6. w Uhryniu projektowane są akumulatory elektryczne w miejscach zbytu t. j. w Nowym Sączu i Czortkowie. Koszta tych urządzeń nie są wliczone w kapitały zakładowe wykazane tabelką, gdyż stacja pomp w Myczkowcach jest projektowana dopiero jako powiększenie zakładu w razie powiększenia się przewidzianej produkcji, a akumulatory w Sączu i Czortkowie stanowią inwestycje, które sobie miasta odnośnie same sprawią urządzając swoje elektrownie.

Już z pobieżnego szkicu, jaki tu nakreśliłem, wynika, że zakładów wodnych nie można pod żadnym warunkiem uogólniać ani co do najlepszego urządzenia technicznego i wyzyskania ekonomicznego, ani co zatem idzie — co do kosztów kapitału zakładowego i ruchu rocznego. Wnioski ogólne przedtem wyprowadzone miały tylko na celu orientację, a w praktyce każdą siłę wodną trzeba rozpatrywać indywidualnie.

Obliczmy teraz w przybliżeniu na podstawie wyprowadzonych cyfr, jak się przedstawiają siły wodne w Galicyi w naszym bilansie krajowym.

Skonstatowaliśmy powyżej, że suma sił wodnych w kraju naszym wynosi bez uwzględnienia zbiorników

dla wody 9 miesięcznej . . 435000 SK
dla wody minimalnej . . 200.000 SK

W razie budowy zbiorników, w których trzeba by nagromadzić specjalnie dla polepszenia sił wodnych okrągło 500 milionów m³ wody, urośnie suma sił wodnych

przy wodzie 9 miesięcznej na 535000 SK.
przy wodzie minimalnej na 400000 SK.

Obliczmy kapitał zakładowy i kosztą ruchu potrzebne w obydwóch wypadkach dla zupełnego wyzyskania naszych sił wodnych:

1) bez zbiorników: Przypuszczamy, że z 435000 SK normalnych wyzyskamy a) bez przeniesienia na odległość i bez rezerwy kalorycznej, a więc dla celów elektrochemicznych okrągło 135000 SK; b) resztę t. j. 300.000 SK uzupełnimy rezerwami cieplikowymi tak,

aby również przy niższych stanach wody nie spadały poniżej 300.000 SK. Przypuszczamy zarazem, że siły te będą przenoszone na odległość średnią 50 km.

Koszt wybudowania 135000 SK bez rezerwy i bez przeniesienia wyniesie przeciętnie po 700 K. za 1 SK, natomiast 300.000 SK z rezerwą i przeniesieniem przeciętnie po 1250 K za 1 SK; cały kapitał potrzebny do tych inwestycji byłby więc

a) $135000 \times 700 = 94\,500\,000$ koron

b) $300000 \times 1250 = 375\,000\,000$ „

Razem 469 500 000 koron

Produkcja roczna wynosiłaby w założeniu, że kategoria a) pracuje bez przerwy przez 24 godzin na dobę, a kategoria b) przez 12 godzin

dla kategorii a) 1.100.000.000 koniogodzin (z uwzględnieniem zredukowanej produkcji w ciągu 3 miesięcy niższych stanów wody),
dla kategorii b) 1.080.000.000 koniogodzin.

Licząc kosztą produkcji w a) po 1 halerzu, w b) po 4 halerze za koniogodzinę znajdujemy jako roczny wydatek dla obu kategorii razem sumę — 54.000.000 koron

w czym się mieści 4,5% oprocentowanie kapitału zakładowego

Aby znaleźć rentowność tych przedsiębiorstw, przypuścimy, że na sprzedaż będzie po potrąceniu strat w maszynach i sieciach elektrycznych okrągło

w kategorii a) 1.000.000.000 koniogodzin

„ b) 860.000.000 „

Niech kategoria a) sprzeda ze swojej produkcji 90% dla celów elektrochemicznych po cenie 0,7 hal. za koniogodzinę czyli 0,95 hal. za kilowattgodzinę; reszta t. j. 100 milionów koniogodzin wraz z całą produkcją kategorii b) przymijmy, że sprzeda się dla celów rolnictwa, przemysłu i światła elektrycznego. Jeżeli wyjdziemy z założenia, że dywidenda przedsiębiorstw rozpatrywanych ma wynosić 8% t. zn. o 3,5% wyżej ponad wliczone w kosztą ruchu 4,5%, to cena sprzedaży owych pozostałych 960 milionów koniogodzin musiałaby wynosić po 6,4 halerza za koniogodzinę czyli 8,7 hal. za kilowattgodzinę.

2) Ze zbiornikami: Licząc kapitał zakładowy całych 535.000 SK z przeniesieniem na średnią odległość 50 km. po K. 900. — za

1 SK, a koszt zbiorników średnio po 10 halerzy za m³ wody zamagazynowej, otrzymamy

koszt zakładów wodnych	$535000 \times 900 = 481,500,000$ K.
koszt zbiorników	$500000000 \times 0,4 = 200,000,000$ „
Razem	<u>681,500,000 K.</u>

Produkcyę roczną obliczamy przy 24 godzinnym ruchu z uwzględnieniem zmniejszenia siły przez 3 miesiące niższych stanów wody na 4,500,000,000 koniogodzin. Koszta ruchu rocznego liczymy po 1,5 halerza za koniogodzinę t. zn. rocznie

67,500,000 koron

W cyfrze tej jeszcze nie są uwzględnione zbiorniki. Przypuszczamy, że zbiorniki zostaną wybudowane nie dla celów siły motorycznej przez przedsiębiorstwa hydroelektryczne, ale przez władze rządowe, krajowe i powiatowe dla zmniejszenia szkód powodziowych i innych korzyści przedstawionych powyżej; ponieważ jednak dla uzyskania podniesienia niskich stanów wody pojemność zbiorników będzie musiała być większa aniżeli dla celów powodziowych, słusznem więc jest, aby przedsiębiorstwa korzystające z siły wodnej poniosły przynajmniej oprocentowanie nadwyżki kosztów wynikłych z tego tytułu. Przyjmujemy najniekorzystniejszy wypadek, że zbiorniki powodziowe musiałby zostać zwiększone o całych 500 milionów m³ pojemności, aby odpowiedzieć żądanemu celowi. W takim razie trzeba by jeszcze do kosztów produkeyi zakładów wodnych dodać 4,5% od sumy 200,000,000 t. j. 9 milionów koron, a przez to kosztu produkeyi rocznej wzrosłyby do

76,500,000 koron.

Temu należy przeciwstawić dochody ze sprzedaży 4.500,000,000 koniogodzin, która cyfra po odliczeniu strat w maszynach i sieciach elektrycznych zredukuje się na

3,600,000,000 koniogodzin rocznie.

Aby uzyskać — jak wyżej — 3,5% nadwyżki ponad 4,5% oprocentowanie kapitału zakładowego (bez kosztów zbiorników), trzeba by sprzedawać 1 koniogodzinę po 2,59 hal. co odpowiada cenie 3,5 halerza za kilowattgodzinę.

W obu więc wypadkach kosztu kapitału zakładowego wahają się około 500 milionów koron; z kwoty tej średnio 60% sta-

nowią roboty ziemne, wodne i budowlane czyli około 300 milionów pozostałoby z tej inwestycyi w kraju. I tu leży jedna z zasadniczych różnic zakładów wodnych, a zakładów pędzonych motorami cieplikowymi. Z powodu nierozwiniętego przemysłu w naszym kraju każda inwestycya na zakład cieplikowy przyczynia się do wywozu pieniędzy z kraju, przeciwnie przez budowę zakładu wodnego kapitał po wielkiej części zostaje w kraju. Dalszym zyskiem jest zaoszczędzenie kosztów paliwa; bo chociaż posiadamy obfite pokłady ropy, to zaledwie mała część ropy służy dla celów opałowych lub motorycznych; głównym producentem siły zawsze pozostaje węgiel sprowadzany z poza kraju. Zakłady wodne pozwoliłyby nam zatrzymać w kraju 20 do 100 milionów koron, któreby kosztował węgiel potrzebny na utworzenie tej samej siły, jaką zdolne są wyprodukować siły wodne.

Te dwa główne momenty znajdują swe uzupełnienie w możliwości oddawania tańszej energii dla wszelkich celów. Ostatni rachunek wykazał, że można uzyskać 8% od kapitału włożonego w zakłady wodne i 4,5% od części kapitału włożonego w powiększenie zbiorników powodziowych dla celów motorycznych, sprzedając energię po 2,59 halerza za koniogodzinę. Jest to cena tak niska, że o uzyskaniu jej w warsztacie przemysłowym prowadzonym na małą skalę albo za pomocą jakiegokolwiek bądź motoru do celów rolniczych jest wprost wykluczone. Ceny tej nie uzyska się nawet w większych zakładach z udoskonalonymi motorami parowymi czy wybuchowymi. Rzucenie więc na rynek kroci koniogodzin energii niesłychanie taniej musi ruszyć wszelkie gałęzie przemysłu, musi podnieść rolnictwo, musi zachęcić najdrobniejsze osady do zaprowadzenia światła elektrycznego, jak to się dzieje w Szwajcaryi, Tyrolu i t. p.

Nie wspomnieliśmy dotąd zupełnie, że urządzenia wodne i budowlane wymagające głównych wkładów — bo blisko 60% — zdolne są lata całe przetrwać ponad czasokres przyjęty na amortyzacyę kapitału zakładowego. Wynika stąd, że po okresie amortyzacyjnym ceny sprzedaży energii mogą uleść wydatnej niżce i w jeszcze znacznie większej mierze przyczynić się do wy-

wołania dobroczynnych skutków, o których powyżej była mowa.

Naprowadzone tu przybliżone koszty wybudowania sił wodnych wraz z budową zbiorników wydają się na pierwszy rzut oka tak niesłychanie wielkie dla biednego bądź co bądź kraju, jakim jest Galicya, że najzapaleńszy zwolennik gotów stracić nadzieję w urzeczywistnienie tych inwestycji choćby w przeciągu wieku całego. Sytuacja jest jeszcze o tyle trudniejsza, że nie można się spodziewać większego przyływu obcego kapitału, który ma niezaprzeczenie znacznie korzystniejsze pole do dobrych zarobków w siłach wodnych krajów alpejskich i Skandynawii. Tak jest jednak tylko na pozór. Przede wszystkim nie ma wcale potrzeby ustalenia terminu, w którym siły wodne mają być w zupełności wyzyskane; kraje, które znajdują się w warunkach korzystniejszych od nas przez ostatnich 20 lat zdążyły wybudować zaledwie 10 do 20% swoich sił wodnych. Nie chodzi więc o pośpiech, ale o rozpoczęcie akcji, z którą daliśmy się innym wyprzedzić o 20 lat, o systematyczną budowę, która po szeregu lat wyda z pewnością przewidziane owoce.

Rozkładając kapitał setek milionów na długie lata, zejdziemy na grunt rzeczywistości i spotkamy się na nim z szeregiem innych inwestycji, które w kraju naszym niepostrzeżenie małemi dawkami pochłonęły i pochłaniają również setki miliony koron. A więc koleje żelazne, których koszty budowy przekroczyły 500 milionów koron, szyby naftowe, w których zakopano przeszło 300 milionów, regulacja rzek, która pochłonęła 100 milionów — wszystko to inwestycje, które nie dobiegły kresu, ale rok rocznie ciągną z rządu, kraju i stron prywatnych nowe krocie i miliony. A wszak racjonalna gospodarka wodna zwłaszcza w połączeniu z budową zbiorników, to tak samo sprawa publiczna, jak koleje, regulacja rzek i t. p. Na stanowisku tem stoi nasz rząd krajowy, kiedy uchwalił kredyty na budowę czterech zbiorników w dorzeczu Soły, Skawy, Stryja i Oporu i rząd centralny, jeżeli tę uchwałę sejmu zatwierdził (ust. z maja 1907. L. 54 dziennika ustaw kraj.).

Teraz pora na inicjatywę prywatną, która dotąd wobec najkorzystniejszych pro-

jektów stała bierna i zapięta i tem samem uniemożliwiła ich urzeczywistnienie. Miernikiem zainteresowania się sfer prywatnych wyzyskaniem sił wodnych mogłaby być ilość podań wniesionych do rządu o większe zakłady wodne. O ile mogłem odnośnie daty zebrać, to w przeciągu ostatnich 5 lat wpłynęło 8 podań na poważniejsze instalacje wodne, a to:

- 1) w Uniżu na Dniestrze;
- 2) w Uhryniu na Serecie,
- 3) w Myczkowcach na Sanie,
- 4) w Niebyłowie na Łomnicy,
- 5) w Jaremczu na Prucie,
- 6) w Żywcu na Sole,
- 7) w Kuźnicach na Bystrej,
- 8) w Jazowsku na Dunajcu,

Z zakładów tych uzyskał dotąd wstępna koncesję tylko projekt 3) w Myczkowcach na 600 SK, który nie przyszedł do skutku z powodu trudności sfinansowania przedsiębiorstwa.

Jak przed laty tak i dziś uważam za najłatwiejsze do zrealizowania budowy zakładów wodnych, któreby przenosiły siłę wodną do Lwowa i Krakowa.

Mając w jednym i drugim wypadku zbyt siły a tem samem rentowność zapewnioną, należy więc jako pierwsze projektu realnie traktować zakłady wodne na Oporze w Tyszownicy i na Dunajcu w Jazowsku.

Odległość tych miejscowości od Lwowa wzgl. Krakowa wynosi 90 km, leży więc w granicy, która nie nastęrcza najmniejszych trudności technicznych. Obie trasy przewodów przechodzą po drodze przez okolice w których można korzystnie zbyć poważne ilości energii. Trasa do Lwowa przechodzi przez Stryj i miałaby odgałęzienie do centrum naftowego, trasa do Krakowa przechodzi przez Limanowę, Wieliczkę i Podgórze, a miałaby odgałęzienie do Nowego Sącza, Bochni i Okocimia. Całkowita produkcja zakładu Tyszownicy mogłaby zostać łatwo rozsprzedana we Lwowie i zagłębiu naftowym; dzięki możliwości założenia zbiornika na wyrównanie dzienne stosunkowo małym kosztem zakład wymieniony mógłby się łatwo dostosować do chwilowych zmian obciążenia, jakie wykazuje elektrownia miejska we Lwowie. Zakład w Jazowsku mógłby

znowu jako uzupełnienie zbytu produkcji rocznej przewyższającej wielokrotnie zapotrzebowanie wszystkich miejscowości, które przechodzi trasa przewodów, zasilać fabrykę elektrochemiczną, odstępując jej każdorazową nadwyżkę energii po taniej cenie.

Oba więc projektowane zakłady są ze stanowiska rentowności bardzo korzystne i nadawałyby się do jak najprędszego urzęczywienia, aby służyły jako zachęta dla dalszych budowli.

Dla zupełnego zaokrąglenia rozdziału niniejszego o wartości sił wodnych istniejących w kraju, należałoby jeszcze zanalizować, na jaki zbył siły te mogą w bliższej lub dalszej przyszłości liczyć. Tu należy w pierwszym rzędzie rozpatrzenie, które z dziś istniejących zakładów przemysłowych i elektrowni mogłyby z korzyścią zamienić popęd ciepłokowy na wodny, zatrzymując dotychczasowe motory jako rezerwę. W dalszym ciągu trzeba by zbadać, które istniejące lub projektowane koleje nadawałyby się do trakcji elektrycznej w związku ze siłami wodnymi, ile i jakie siły trzeba by dla nich zarezerwować. Trzeba by wystudować, które gałęzie przemysłu elektrochemicznego mają rację bytu w Galicyi, i jakie siły mogłyby one zająć. Wreszcie należałoby oszacować, które siły wybudowane mogłyby wywołać w swojej sferze działania — rozwój czy to nowych gałęzi przemysłu, czy też mogłyby liczyć na zbył w zastosowaniu do rolnictwa.

Analiza w kierunkach wyżej wymienionych będzie stanowiła przedmiot oddzielnej publikacji, gdyż przekraczałaby ramy niniejszego referatu.

WNIOSKI.

Reasumując wywody nasze możemy w krótkości podać następujące wyniki.

1) Galicya należy pod względem ilości sił wodnych do krajów uboższych, wykazując tylko 5,58 SK normalnych/km², a 2,55 SK minimalnych/km² (Bawaria 8,7; Francja 10,9; kraje alpejskie w Austrii 20; Włochy 19; Norwegia 20 SK norm/km²).

2) Zestawiając jednak siły te z istniejącymi obecnie zakładami ciepłokowymi musimy je uznać jako bardzo poważne.

3) Zwłaszcza siły koncentrujące się w 30.000 km² dorzeczy górskich, a stanowiące około 75% ogólnej ilości sił wodnych zasługują na szczególne uwzględnienie. Jako najkorzystniejsze dorzecza należy wymienić Dunajec i Prut.

4) Koszta zakładowe 1 SK wyzyskanej w miejscu uchwycenia bez rezerwy ciepłokowej wahają się między 500 a 1000 koronami, co odpowiada kosztom budowy rzeczywiście wykonanych zakładów w dorzeczach innych krajów Europejskich.

5) Odległości, w jakich szukać należy najdalszych miejsc zbytu nie przekraczają 100 km.

6) Koszta produkcji 1 koniogodziny przy współczynniku wyzysku dochodzącym do 50% maksymalnej produkcji spadają niżej cen wszelkich innych sposobów wytwarzania energii i wynoszą 1,5 do 5 halerzy; przy stosowaniu rezerwy ciepłokowej kosztuje produkcja koniogodziny przy zupełnym wyzyskaniu siły w Galicyi zachodniej średnio 2,35 halerzy, w Galicyi wschodniej 3 halerze.

7) Dla uregulowania stanów wody w dorzeczach górskich, więc podniesienia normalnych stanów o 30%, a zrównania minimalnych z normalnymi, trzeba by zamagazynować około 500 milionów m³ wody.

8) Koszta wybudowania wszystkich sił wodnych w Galicyi wynosiłyby około 500 milionów koron, za jaką cenę można by mieć przeszło 3,5 miljarda koniogodzin do sprzedaży po cenie 2,6 halerza za koniogodzinę z zarobkiem 8%.

9) Produkcja roczna wszystkich sił wodnych odpowiadałaby wydatkowi 20 do 100 milionów koron za węgiel potrzebny do wytworzenia tej samej siły w maszynach parowych.

10) Jako najrentowniejsze projekty na najbliższą przyszłość przedstawiają się zakłady wodne w Jazowsku na Dunajcu z przeniesieniem do Krakowa i w Tyszownicy na Oporze z przeniesieniem do Lwowa.