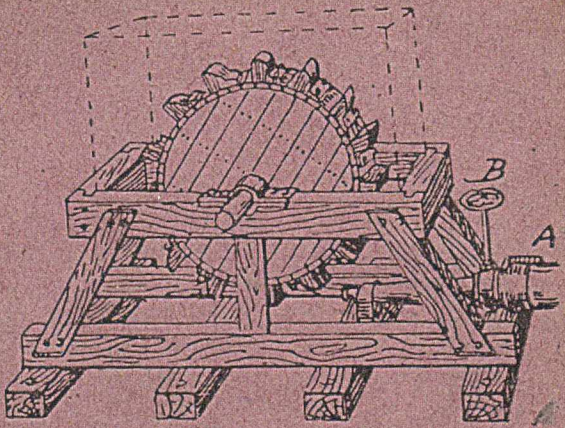
SAMOUCZEK TECHNICZNY.
Wydawnictwo popularno-naukowe.



Koła wodne i turbiny.

Z 29-ma rysunkami w tekście.

Nr. 17.

Cieszyn.
NAKŁADEM KSIĘGARNI B. KOTULI.

Janka Cieszyńska

SAMOUCZEK TECHNICZNY.
Wydawnictwo Popularno-Naukowe.

Nr. 17.

Koła wodne i turbiny.

Z 29-ma rycinami w tekście.

Janka Ciesryńska.

CIESZYN.
Nakładem księgarni B. Kotuli.

Drukarnia P. Mitręgi w Cieszynie.

Siła fizyczna człowieka nie jest duża, i gdybyśmy się musieli kontentować tem tylko, co własną siłą potrafimy zebrać czy chwycić, przynieść, przyrządzić i obrobić, to życie nasze nie byłoby wiele bogatsze i wygodniejsze od życia tych ludów pierwotnych, które dziś jeszcze po różnych krańcach ziemi wegetują, nie nauczywszy się uciekać do pomocy sił przyrody, nie nauczywszy się oswajać zwierząt: słonia, wielbłąda, konia, wołu, osła, renifera, nawet psa, i używać ich do pociągu lub pod wierzch, nie nauczywszy się korzystać z siły wiatru, który posuwa statki żaglowe po falach jezior i mórz, i obraca skrzydła wiatraków, — i z siły wody płynącej lub spadającej, która unosi ciężkie kłody drzewa i tratwy, i z biegiem swym dostawia je w dalekie strony, albo też pędzi koła wodne, poruszające młyny i tartaki. W najnowszych czasach do sił przyrody, ujarzmionych przez człowieka, przybyła para i elektryczność. Znalazł też człowiek nieprzebrane źródło energji w węglu kamiennym i brunatnym, w torfie, w ropie, w gazach ziemnych.

W tej walce, która się od zarania dziejów toczy między narodami o lepsze „miejsce w słońcu", jak ktoś powiedział, o posiadanie i panowanie, i która ponoś po koniec świata będzie

wypełniać karty historji ludzkości, — w tem wielkiem współzawodnictwie ludów i stuleci, ten naród wygrywa, ten bierze górę, który potrafi lepiej w danej chwili siły swoje podwajać, potrajać. — co mówię? — do setnej i do tysiącznej podnosić potęgi — przez umiejętne wyzyskanie dostępnych mu sił i zasobów przyrody. Na czele dziś kroczą Anglja, Stany Zjednoczone, Francja, Japonja i powalone, lecz ciągle jeszcze straszne swą niezmożoną twórczością Niemcy, kraje, w których najwyżej stoi mechanika i sztuka inżynierska. Malutka, lecz pracowita Belgja usiłuje im dotrzymać kroku. Jeszcze mniejsza, uboga, skalista Szwajcarja na wykorzystaniu siły wodnej swych niezliczonych potoków górskich funduje swój dobrobyt i swą niezależność ekonomiczną. Sąsiedni nam Czesi silnym rozwojem przemysłu, opartego o zużywanie drzemiącej w węglu energji, starają się zdobyć sobie w świecie znaczenie o wiele większe, niż to, któreby im wedle liczebności i wedle powierzchni ich kraju przypadało.

A my? — Mamy kraj niezwykle zasobny w ukryte siły przyrody. Mamy nieprzebrane pokłady węgla, niewyczerpane źródła ropy i gazów ziemnych. W rozległych równinach polskich zaprzągnięcia do pracy czekają niekiełznane wiatry. Z Karpackich Gór spływające potoki i rzeki przedstawiają siłę setek tysięcy koni parowych. Jeśli posiadając te wszystkie bogactwa, nie potrafimy się w współzawodnictwie z innemi narodami wysunąć na jedno z pierwszych miejsc, to winni te-

mu będziemy my sami tylko. Do niedawna niewola krępowała swobodę naszych ruchów, najeźdźcy nie pozwalali nam korzystać w pełnej mierze z tych wszystkich środków, które nam podaje nasza ojczysta ziemia. Dziś jesteśmy gospodarzami u siebie samych, jesteśmy wolni, i niema takich szczytów, na któreby nam było wzbronione się wspinać.

Szybki rozwój maszyny parowej w pierwszej połowie XIX wieku dał zupełnie wyjątkowe stanowisko węglowi i zupełnie w cień zasunął inne źródła energji naturalnej jak wiatr i wodę. Para stała się siłą popędową par excellence nowożytną. Malownicze wiatraki i żaglowce zostały skazane na zagładę. Dudniące młyny wodnei tartaki zdawały się przeżytkami innego wieku. Ale zwłaszcza woda miała sie rychło doczekać odwetu. Miał go jej przynieść dalszy postęp techniczny, a mianowicie bujny w ostatnich dziesiątkach lat rozwój elektryczności. Elektryczność ma tę zaletę, że się da magazynować i następnie, w miarę potrzeby, przesyłać po drutach na bardzo znaczną nawet odległość. Prąd, wytworzony w silnikach elektrycznych poruszanych spadkiem wody w odległej górskiej dolinie, miedzianemi przewodami przebiega do miasta i pcha tam tramwaje, świeci się w żarówkach i lampach łukowych, pędzi motory fabryczne. Kiedy tę właściwość elektryczności odkryto i nauczono się ją stosować; kiedy skądinąd zaczęto obliczać pokłady węgla i zdano sobie sprawę z tego, że przy dzisiejszem zużyciu zostaną one w wielu krajach w niezbyt dalekiej

przyszłości, za lat sto czy dwieście zupełnie wyczerpane; kiedy wreszcie zawziętość współzawodnictwa międzynarodowego kazała sięgać po wszystkie dostępy siły przyrody, — wtedy, zwłaszcza w krajach ubogich w węgiel albo bardzo bogatych w siłę wodną, zaczęto pracować nad zmodernizowaniem silników wodnych. Po staroświeckich kołach drewnianych, o wydatności około 35%, objęły spadek udoskonalone koła najróżniejszych typów: Poncelet'a, Sagebien'a, Zuppinger'a, o wydatności 55—85%. Na granicy między kołami wodnemi a turbinami stoi koło Peltona, o specjalnie skonstruowanych łopatkach, wykonywane najczęściej w całości z żelaza i pozwalające na wyzyskanie bardzo mało obfitych żył wodnych, o ile tylko mają bardzo wielki spadek. Ostatnim wyrazem techniki w zakresie silników wodnych są turbiny: miewają one wydaność 95—98%, t. zn. zużytkowują prawie w zupełności siłę żywą wody, a przytem dadzą się zastosować nawet do całkiem niedużych spadków. Ponieważ ilość obrotów turbin bywa zazwyczaj ogromna, można więc sprzęgać je wprost osiami, bez żadnych transmisji, z genratorami elektrycznemi. W Alpach francuskich i szwajcarskich, nad wodospadem Niagara w Stanach Zjednoczonych — istnieją już olbrzymie stacje hydro-elektryczne przetwarzające tym sposobem, bezpośrednio niemal, energję wodną na energję elektryczną.

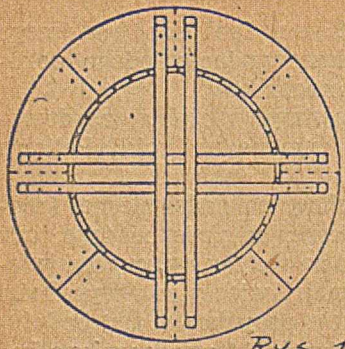
Siłę hydrauliczną polskich stoków łańcucha karpackiego obliczają na 800—850 tysięcy koni parowych. Siła ta jest dotąd prawie zupełnie

niewyzyskana. Ująć ją na pożytek rodzimego przemysłu, oto zadanie godne młodego pokolenia naszych hydrotechników.

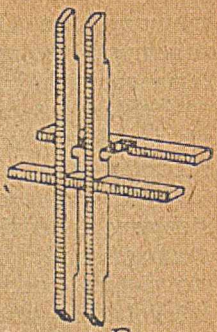
Poniżej przedstawimy sposoby zbudowania zwykłego koła wodnego, koła Pelton'a i turbiny.

Koła wodne dzielimy na nadsiębierne, śródsiębierne i podsiębierne, zależnie od tego, czy strumień wody pada na nie z góry, czy też wlewa się na łopatki mniej więcej na wysokości osi koła, czy wreszcie popycha łopatki podpływając pod nie. Na stronie 14 uwidoczniono koło nadsiębierne i śródsiębierne; rysunek na stronie 12 zaś pokazuje koło podsiębierne. Konstrukcją samego koła, którą tu podajemy, da się równie dobrze zastosować do każdej z tych trzech odmian. Tylko łopatki będziemy musieli różnie nastawić: przy kole podsiębiernem nastawimy je promieniście, t. zn. prostopadle do obwodu, jak na rysunku pierwszym na stronie 10, podczas gdy przy dwu innych odmianach wypadnie nam je nachylić według rysunku czwartego, i to w przeciwnych kierunkach: inaczej dla koła nadsiębiernego, inaczej dla śródsiębiernego. Z porównania pierwszego i czwartego rysunku na stronie 10 wynika, że dzięki nachyleniu łopatek przedziały przez nie utworzone wolniej się opróżniają, ciężar wody dłużej działa, a zatem wydatność koła się zwiększa.

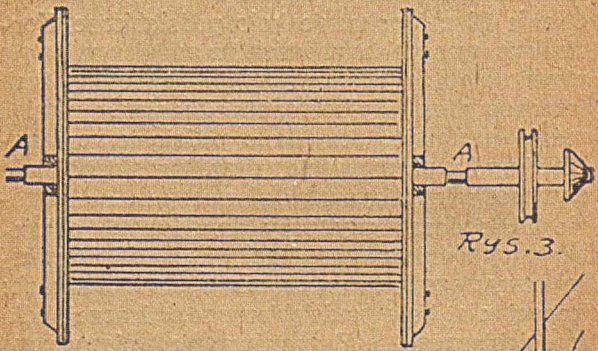
Koło składa się z dwu pierścieni drewnianych, połączonych między sobą dnem z wąskich, ściśle do siebie przylegających deseczek. Jeden i drugi pierścień jest osadzony



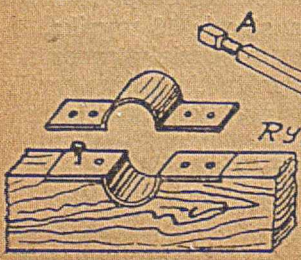
Rys. 1.



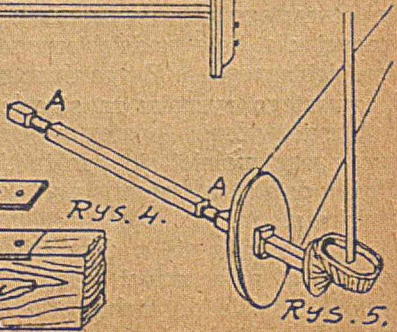
Rys. 2.



Rys. 3.



Rys. 4.



Rys. 5.

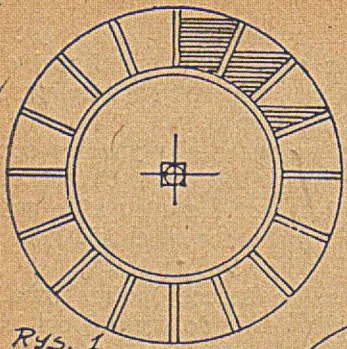
Tablica I.

na dwu parach skrzyżowanych szprych. Przez skrzyżowanie szprych przechodzi oś czyli wał. Między pierścieniami wpasowuje się dookoła dna łopatki.

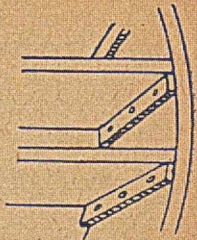
Pierścienie w naszym wypadku sporządzono z dwu warstw dzwon ćwierćkolistych, naprzemian bitych. Dzwona te wykrojono z desek. Przy bardzo wielkich kołach wypadnie podzielić pierścienie na większą ilość dzwon, bo inaczej potrzebowalibyśmy zbyt szerokich desek do wykrojenia ich. Dzwona te zbija się gwoździami mosiężnemi lub miedzianemi, które nie rdzewieją, albo też ześrubowuje się je. Przy wielkich kołach używa się przy ześrubowaniu podkładek z płaskich żelaz, które usztywniają połączenia.

Rysunek drugi na stronie 8 pokazuje kształt szprychów i sposób ich skrzyżowania. Odstęp między szprychami równa się grubości wału. Wycięcia na obu końcach każdej szprychy są przeznaczone do osadzenia pierścieni. Przy osadzaniu pierścieni na szprychach trzeba bardzo uważać, by je osadzić zupełnie centrycznie, t. zn. żeby środek skrzyżowania szprych odpowiadał dokładnie środkowi obwodu pierścieni. Podczas gdy dzwona, dno i łopatki można sporządzić z drzewa świerkowego albo z sośniny, na szprychy trzeba użyć drzewa tęższego: jasionu, orzecha lub dęba.

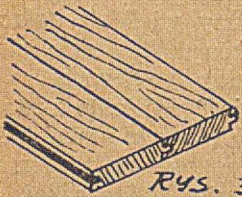
Taksamo wał musi być zrobiony z twardego drzewa. Ma on przekrój kwadratowy, i tylko w miejscach (A), gdzie spoczywa na łożyskach, musi być gładko wytoczony (zobacz



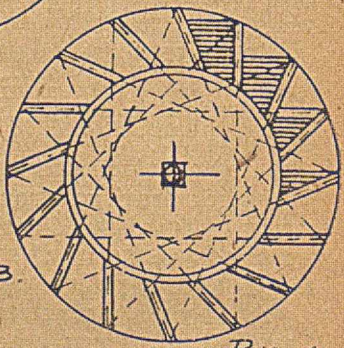
Rys. 1.



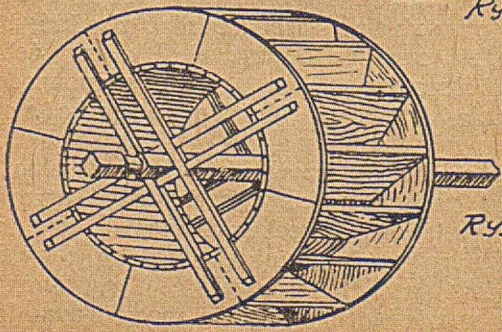
Rys 2.



Rys. 3.



Rys. 4.



Rys. 5.

Tablica II.

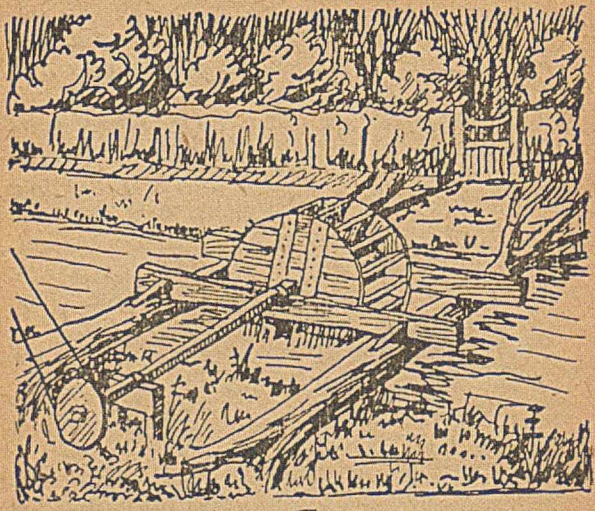
rusunki 3 i 5 na stronie 8). Łożysko, uwidocznione na rysunku 4 na stronie 8, powinno być metalowe, najlepiej mosiężne. Wał czyli oś służy do przeniesienia ruchu obrotowego, którego kołu udziela woda, na mechanizm, który pragniemy poruszać. W tym celu umocowujemy na osi koło transmisyjne albo przenośnię śrubową (zobacz rysunek 5 na stronie 8).

Dno sporządza się z wąskich deseczek, przybitych do pierścieni od środka. Długość tych deseczek równa się odległości pierścieni pomnożonej o ich grubość, odległość zaś pierścieni przyjmujemy najczęściej równą średnicy koła. By dno możliwie uszczelnić, łączy się składające je deseczki na pióro i wpust, jak na rysunku 3 na stronie 10.

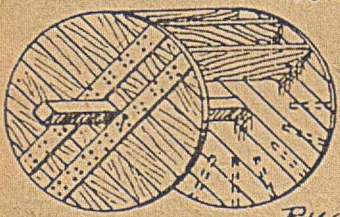
Pozostaje nam już tylko umocować łopatki, pionowo do obwodu przy kołach podsiębiernych, skośnie przy śródsiębiernych i nadsiębiernych. Czynimy to za pomocą listewek podpierających łopatki albo nawet trzymających je z obu stron. Listewki te przybija się lub przyśrubowuje do pierścieni od środka (zobacz rysunek 2 na stronie 10).

Rysunek 5 na stronie 10 pokazuje nam gotowe koło w perspektywie.

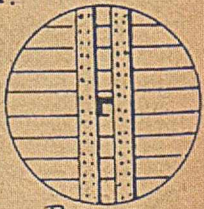
Według podanego tu planu możecie zbudować zarówno małych wymiarów model, np. o średnicy 30—50 cm, jak też i duże koło o średnicy półtora lub dwu metrów, które może już dostarczyć znacznej siły popędowej. Zaczniecie niezawodnie od skonstruowania małego, precyzyjnego modelu. Ale później, w wakacje, jeśli się znajdziecie w miejscowości, którędy



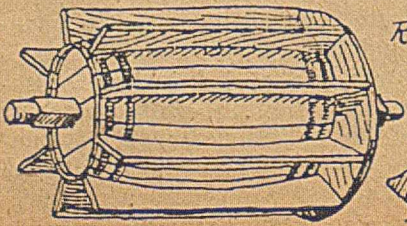
RYS. 1.



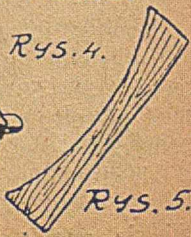
RYS. 2.



RYS. 3.



RYS. 4.



RYS. 5.

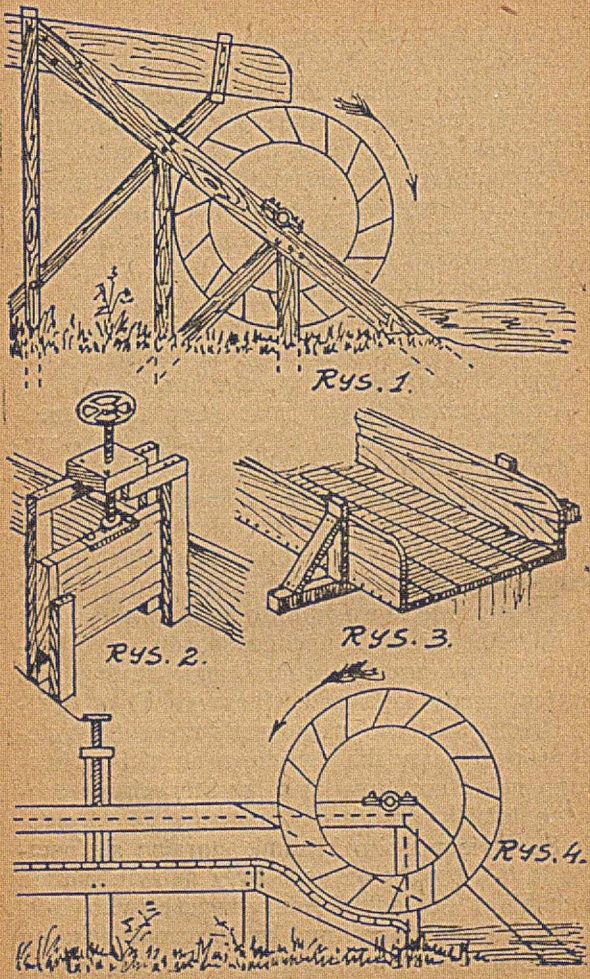
Tablica III.

przepływa strumyk, rzeczka, młynówka, z których Wam wolno będzie korzystać, pokusicie się napewno o zbudowanie dużego koła, zdolnego poruszać już to małą pompkę ciągnącą z rzeki wodę do polewania ogrodu, już też dynamo oświetlające Wasz pokój, już wreszcie mały tartak, który Wam pozwoli zrobić zapas rżniętego drzewa opałowego na zimę, albo samym sobie ciąć z pni deski i łaty, potrzebne Wam do dalszych konstrukcji.

Rysunki 2 i 3 na stronie 12 uwidoczniają inny, prostszy sposób zbicia koła wodnego, bez szprychów, bez dzwon i bez dna.

Bodaj jeszcze łatwiej sporządzić koło przedstawione na rysunkach 4 i 5: główną jego częścią składową jest beczka, na którą z obu stron nabito koliste tarcze z desek, wystające o jakie 25—30 cm, tj. o szerokość łopatek, poza dno beczki. Łopatki mają długość równą wysokości beczki i muszą być z jednej strony wycięte stosownie do jej kształtu.

Na tejże stronie.... podano sposób, dość prymitywny, ale zupełnie dobry, umieszczenia nad biegiem wody koła podsiębiernego. Dwa drzewa ścięte położono na poprzek rzeczułki przepływającej na tyłach ogrodu, a na nich umocowano na sztorc dwa dyle, w których są osadzone łożyska (porównaj rysunek 4 na stronie 8). Dyle podbito klinami, starając się ustawić je tak, by oba łożyska były na tym samym poziomie i dokładnie jedno naprzeciwko drugiego. Koło powinno być umieszczone tak, by najgłębiej zanurzona łopatka była całą swoją powierzchnią wystawiona na ciśnienie wody.



Tablica IV.

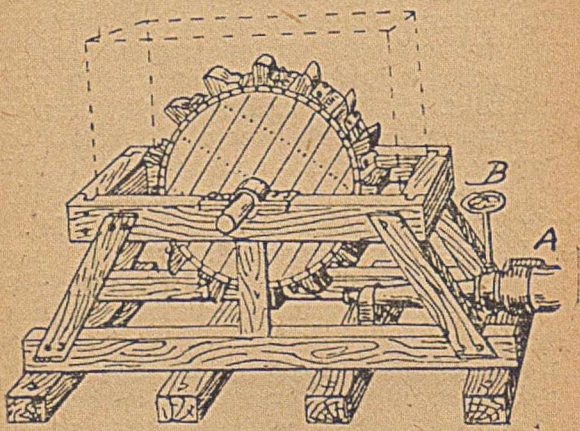
Trudniej jest urządzić dopływ wody dla koła nadsiębiernego. Trzeba tu przedewszystkiem mieć różnicę poziomu wody dopływającej a odpływającej równą średnicy koła. Otrzymuje się ją albo spiętrzając wodę zapomocą jazu, albo też prowadząc ją m ł y n ó w k ą, kanałem bocznym mającym spad znacznie mniejszy niż główne koryto rzeki, aż do miejsca, gdzie poziom m ł y n ó w k i wzniesie się już dostatecznie ponad łożysko rzeki. Wpuszcza się wodę na koło t. zw. ł o t o k i e m, t. j. korytem drewnianem o równej szerokości koła. Dno i ściany boczne łotoku wykonuje się z desek łączonych na pióro i wpust, podobnie jak d n o koła (porównaj rysunki 1 i 3 na stronie 14).

Jeszcze więcej staranności wymaga urządzenie dopływu do kół śródsiębiernych. Cała końcowa część młynówki, w którą koło musi być dość ściśle wpasowane musi być albo wyłożona deskami albo też wykonana np. z betonu. Ujście musi być dostosowane dokładnie do kształtu koła, tak by woda nie mogła się wymykać popod łopatki, zamiast naciskać na nie i tym sposobem wprawiać je w ruch. Poziom dopływającej wody, oznaczony na rysunku 4, strona 14 linją punktowaną, musi sięgać blisko do osi koła i musi być regulowany śluzą, widoczną na rysunku 4, a przedstawioną szczegółowo na rysunku 2. Nadmiar wody odprowadza się położoną powyżej boczną śluzą.

Tam gdzie rozporządzamy strumieniem wody nie dość obfitym, by wypełnić przedziały między łopatkami, ale zato spadającym ze znacznej wysokości i mającym wskutek tego du-

żą siłę żywą, zastosujemy koło Pelton'a, do którego wodę doprowadzimy metolową rurą.

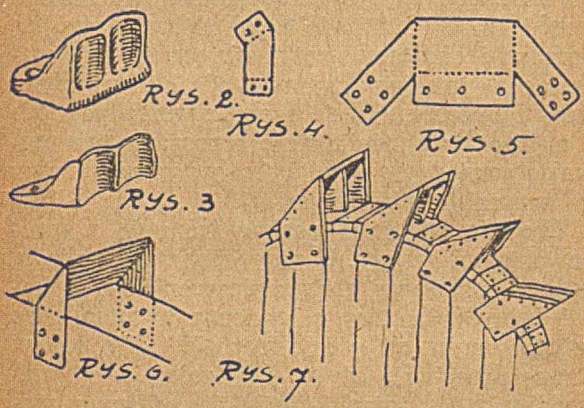
Koła tego typu wykonuje się dziś zazwyczaj w całości z żelaza, albo z żelaza i bronzu. Można jednak skonstruować zupełnie użyteczne koło Pelton'a z drzewa, robiąc tylko ło-



Tablica V.

patki z metalu i przyśrubowując je do drewnianego kręgu. Takie koło przedstawiono na stronie 16. Rysunki 2 i 3 podają kształt dwudzielnych, wąskich metalowych łopatek. Ponieważ woda, dopływająca przewodem A zamykanym na kurek B (porównaj rysunek 1), uderza o koło z wielką siłą, trzeba je więc osadzić na rusztowaniu z silnych bali. Oznaczona linją punktowaną, blaszana pokrywa nie pozwala wodzie rozpryskiwać się ku górze.

Bardzo łatwo nam przyjdzie zbudować małych wymiarów model koła Pelton'a. Obejdziemy się bez łopatek odlanych z bronzu: wystarczą nam łopatki sporządzone z odpowiednio wykrojonych kawałków blachy cynkowej (zobacz rysunki 4—6). Rysunek 4 przedstawia przedziałkę, którą z jednej strony przynitowuje



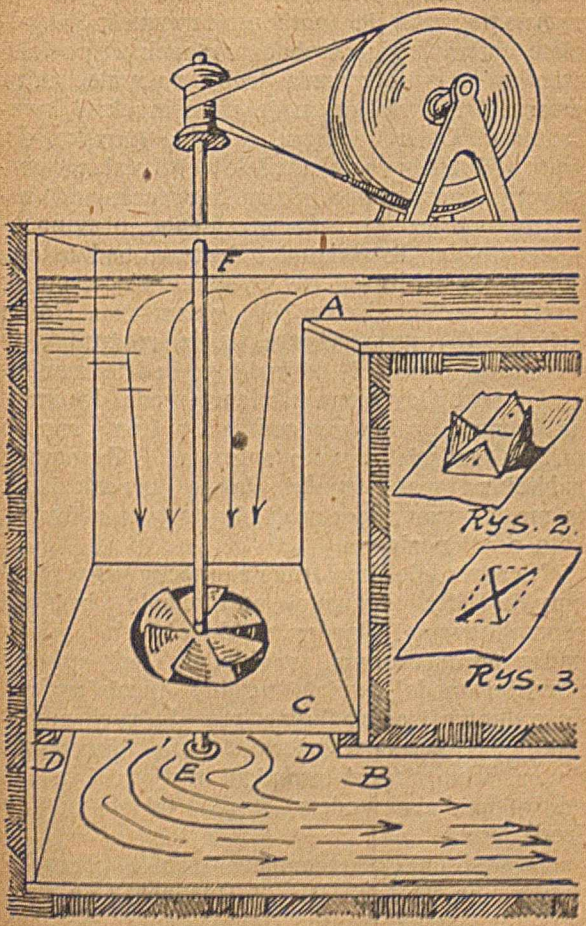
Tablica VI.

się do blaszanej łopatki, z drugiej przyśrubowuje się lub przybija do obwodu koła. Jeśli nawet o blachę nam trudno, to sobie damy radę zbijając łopatki z cienkich deseczek, jak na rysunku 7. Do poruszenia takiego modelu użyjemy wody wodociągowej, skierowując ją na koło zapomocą węża gumowego, zamykanego małym kureczkiem.

Idealnemi motorami wodnemi są turbiny, spożytkowują one bowiem prawie całą energię przepływającej przez nie wody, a przytem dadzą się zastosować do całkiem nieznacznych spadków.

Budowa ich oparta jest na zasadzie zupełnie podobnej do wiatraków i do propelerów, zarówno okrętowych jak i aeroplanowych. Śruba okrętowa lub aeroplanowa (porównaj tomiki Nr. 8 i 15 niniejszego zbioru) sama się porusza i obrotem swoim wkręca się w otaczające ją medjum, t. j. w wodę lub w powietrze. Odwrotnie ma się rzecz z wiatrakiem lub z turbiną: tutaj medjum się porusza, a przepływając pomiędzy skrzydła śruby naporem swym ją zmusza do wirowania.

Nieduża skrzynka posłuży nam do wypróbowania tej zasady. U góry zaopatrzymy ją w kanał dopływowy zbity z deszczułek (A); kanał dolny (B), który skierujemy wylotem albo w tymsamym co górny kierunku, albo też w stronę przeciwną lub w bok, zależnie od warunków miejscowych, służy do odpływu wody; powinien on być trochę pojemniejszy niż górny (zobacz rysunek na stronie 19). Tuż ponad wlotem kanału odpływowego, na listwach (D) umocowujemy w skrzynce drugie dno z wyrżniętym w środku kolistym otworem, odrobinkę szerszym niż przygotowana śruba wodna. Śrubę tę sporządziliśmy sobie z denka blaszanej puszki od konserw albo z krążka cienkiej blachy, nacinając go promieniście i skręcając otrzymane przez nacięcia sześć czy ośm skrzydeł pod pewnym kątem do po-

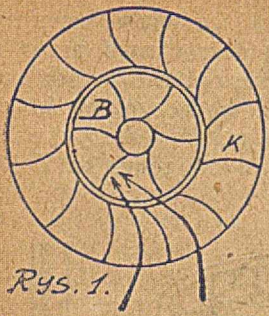


Tablica VII.

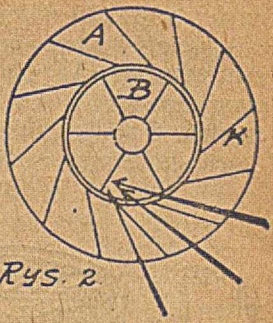
ziomu. W samym środku krążka zrobiliśmy krzyżowe nacięcie (porównaj rysunek 3); odgięte cztery końce (zobacz rysunek 2) posłużą nam do przymocowania śruby na wale, który w części tej właśnie może mieć przekrój kwadratowy. Chodzi jeszcze o dolne łożysko dla wału (E). Przy małej modelowej instalacji wystarczy niezawodnie niska buteleczka od tuszu lub od czerwonego atramentu, przymocowana do dna listewkami i drutem: będzie ona dość głęboka, by oś nie wyskakiwała, a opory tarcia o szklany brzeg będą nieznaczne. Górne łożysko (F) wyposażymy, o ile możności, w metalowy pierścień, który i tu będzie zmniejszał tarcie. Gdy teraz zalejemy wodą drewnianą komorę, zaimprowizowana w ten sposób turbina zacznie szybko wirować. Zapomocą nabitej na wał szpulki łatwo przeniesiemy taśmę lub sznurkiem ruch obrotowy turbiny na koło o osi poziomej.

Niezawodnie konstrukcja rzeczywistej turbiny jest bez żadnego porównania bardziej skomplikowana. Oprócz turbin ośnych, jakich nader uproszczonym przykładem jest opisany powyżej model istnieją turbiny promiennicze dośrodkowe i odśrodkowe, przy których parcie wody na łopatki wywiera się nie równolegle do osi lecz wzdłuż promieni turbiny, i to już od środka ku obwodowi, już też od obwodu ku środkowi.

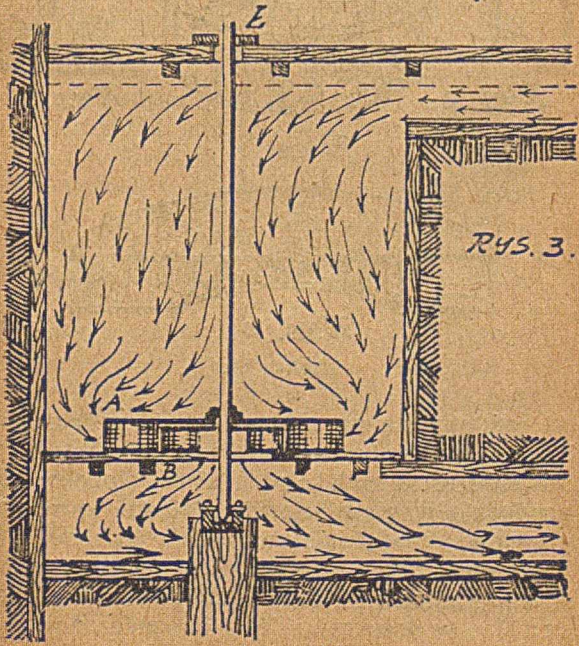
Dośrodkową promienniczą turbinę uzmysłowiliśmy na stronach 21 i 22. Rysunek 3 na stronie 21 pokazuje ogólne jej założenie: jest ono podobne poniekąd do założenia poprzedniego



Rys. 1.



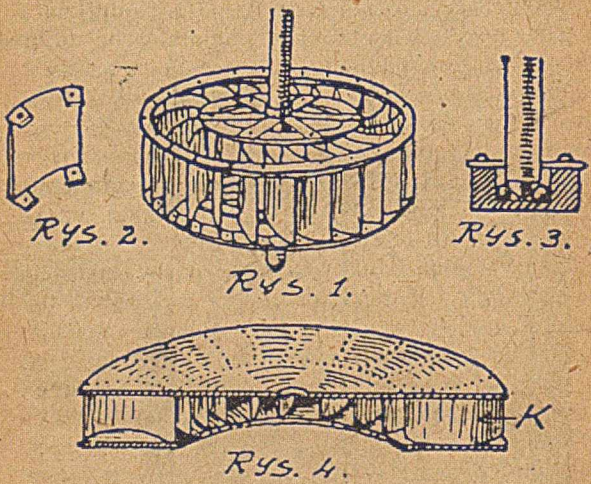
Rys. 2.



Rys. 3.

Tablica VIII.

modelu. Strzałki wskazują bieg wody, która tutaj przepływa poziomo i dośrodkowo przez t. zw. stałkę (A), zanim się oprze o łopatki ruchomego wirnika (B), będącego właściwą turbiną. Stałka jest to płaska skrzynka o rzucie kolistym, zamknięta od góry, ku dołowi zaś otwarta na całą szerokość wirnika. Także i boki stałki są otwarte. Najistotniejszą jej częścią są kierownice, pionowe odpowiednio wygięte ścianki działowe, które napływającą wodę skierowują tak, by pod najkorzystniejszym kątem uderzała o łopatki wirnika. Rysunek na stronie 22 uwidocznia taką stałkę w przekroju; literą K oznaczono kierownice. Tuż obok, rysunek 2 podaje spo-



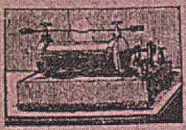
Tablica IX.

sób sporządzenia kierownic z blachy; cztery rożki służą do umocowania ich. Wirnik osadzony jest na moc na wale, który przy rzeczywistych turbinach bywa zawsze wytoczony z żelaza. Przedziałki wirnika muszą być otwarte ku dołowi, tak żeby woda, uderzywszy o łopatki, mogła opaść i odpłynąć. Trzeba więc łopatki, przynajmniej od dołu zmontować nie na pełnym kręgu, lecz na dwu współśrodkowych wąskich pierścieniach (porównaj rysunek 1 na stronie 22). Pierścień wewnętrzny, zapomocą sześciu lub ośmiu szprychów, osadzony jest na osi turbiny. Nadmienić tu jeszcze należy, że stałka powinna zupełnie szczelnie przylegać do dna komory, w którem się wycina kolisty otwór o wymiarach wirnika. Najlepiej osadzić stałkę na asfalcie. Rysunek 1 na stronie 21 pokazuje sposób rozłożenia kierownic w stałce i łopatek w wirniku. Jeśli się zadowolimy wykonaniem drewnianego modelu opisanej powyżej turbiny, to kierownice i łopatki ustawimy według rysunku 2: oczywista rzecz wydatność takiej turbiny będzie mniejsza. Ponieważ oś turbiny bardzo silnie się opiera o dolne łożysko, zastosowujemy więc zazwyczaj dla zmniejszenia tarcia i ułatwienia obrotów łożysko kulkowe, widoczne w przekroju na rysunku 3, stronie 22. Także górne łożysko (L na rysunku 3, strona 21) robimy z gładko wyszlifowanego pierścienia metalowego.

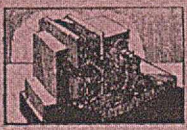
SAMOUCZEK TECHNICZNY.

WYDAWNICTWO POPULARNO-NAUKOWE.

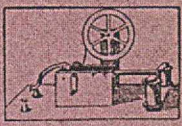
Dotąd wyszły z druku następujące tomiki:



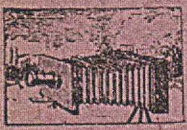
Nr. 1.
Induktor. Przyrząd do wytwarzania iskier z 4 rycinami.



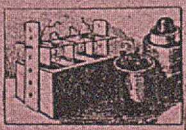
Nr. 5.
Dynamo. Machina do wytwarzania elektryki z 18 rycinami.



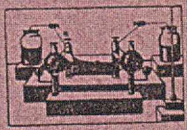
Nr. 9.
Telegraf Morse'a. Z 7 rycinami.



Nr. 2.
Jak się buduje aparat fotograficzny. Z 11 rycinami.



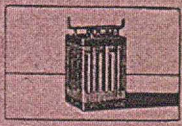
Nr. 6.
Ogniwa i baterye galwaniczne. Z 16 rycinami.



Nr. 10.
Telegraf bez drutu. Z 21 rycinami.

Nr. 3.
Jak się fotografuje. Z 8 rycinami.

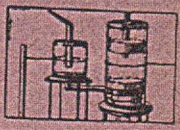
Nr. 7.
Motory elektryczne. Z 18 rycinami.



Nr. 11.
Akumulatory. Z 7 rycinami.

Nr. 4.
Telefon domowy. Z 11 rycinami.

Nr. 8.
Budowa latawca. Z 40 rycinami.



Nr. 12.
Pompy wodne. Z 11 rycinami.

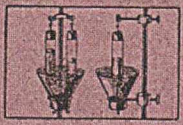
Ciąg dalszy na 4. str. okładki.

NAKŁADEM KSIĘGARNI B. KOTULI, CIESZYN. POL.

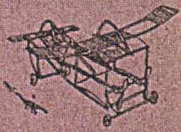
SAMOUCZEK TECHNICZNY.

WYDAWNICTWO POPULARNO-NAUKOWE.

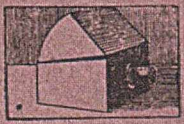
Nr. 13.
Elektrofor oraz przyrządy pomocnicze.
Z 10 rycinami.



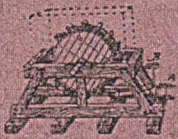
Nr. 14.
Przyrząd do Elektrolizy.
Z 8 rycinami.



Nr. 15.
Jednopłatowce i dwupłatowce.
Z 16 rycinami.



Nr. 16.
Camera obscura.
Z 6 rycinami.



Nr. 17.
Koła wodne i turbiny.
Z 29 rycinami.

W druku:

Aparat do powiększania fotografii.
Kinematograf.
Akwarium.
Terarium.
Herbarium.
Motory benzynowe.
Maszyna parowa.
Turbina parowa.
Kolej jednotorowa.
Lokomotywa elektryczna.
Elektryczna kolej linowa.
Zegary elektryczne.
Balony.
Młody elektrotechnik.
Motory prądu stałego.
Motory prądu przemiennego.
Dynamo o prądzie przemiennym.
Dynamo o prądzie stałym.
Ciemnia fotograficzna.
Domek zakopiański.
Zagroda włościańska.
Mosty żelazne.
Starożytne maszyny oblężnicze.
Okręt wojenny.
Roboty drzewne.
Tartak wodny.
Wiatraki.
Zbieranie nieużytków.
Pudełka na owady.

Dalsze tomiki w przygotowaniu.

Nakładem księgarni B. KOTULI w Cieszynie polskim.