

2729

7295

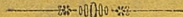
**PROGRAMMA NAUK**

WYKŁADANYCH

**W INSTYTUCIE TECHNICZNYM**

**KRAKOWSKIM**

**w roku szkolnym 18<sup>48</sup>/<sub>49</sub>.**



**W KRAKOWIE**

W Drukarni Uniwersyteckiej

1849.



7295<sup>-</sup>  
**PROGRAMMA NAUK**

WYKŁADANYCH

**W INSTYTUCIE TECHNICZNYM KRAKOWSKIM**

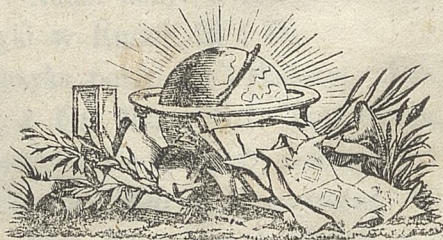
W ROKU SZKOLNYM 184<sup>8</sup><sub>9</sub>

ORAZ

**POPISU ROCZNEGO PUBLICZNEGO**

MAJĄCEGO SIĘ ODBYĆ W DNIACH 19, 20 i 21 LIPCA 1849 ROKU,

W GMACHU SZKOLNYM TEGOZ INSTYTUTU.



**W KRAKOWIE**

W DRUKARNI UNIWERSYTECKIEJ

1849.



**CZŁONKOWIE ZGROMADZENIA**  
**PROFESORÓW I NAUCZYCIELI**  
**INSTYTUTU TECHNICZNEGO KRAKOWSKIEGO**

W ROKU SZKOLNYM 18<sup>49</sup>/<sub>40</sub>.

Dyrektor Instytutu Technicznego *Józef Podolski* Filozofii Doktor,  
Członek Tow. Nauk. Krakowskiego.

a) *Szkoły Technicznej.*

1. Professor Architektury, *Felix Radwański* Czł. Tow. Nauk. uczył Architektury w Kursach III, IV i V.
2. Professor Fizyki, *Michał Łuszczkiewicz* Filozofii Doktor, Człon. Tow. Nauk. uczył w Kursie II Solidometrii i Trygonometrii, Fizyki w Kursie III i IV.
3. Professor Języka polskiego i Historii, *Jan Nepom. Nowiński* Nauk WW. i Fil. Mag., Czł. Tow. Nauk. uczył Języka polskiego, Historii i Geografii w Kursach I i II.
4. Professor Chemii, *Karol Franciszek Mohr* Magister Farmacyi, Czł. Tow. Nauk. uczył Chemii w Kursach III, IV i V.
5. Professor Nauk Handlowych, *Antoni Polzer* uczył Buchhalteryi w Kursie V i wykladał naukę rachunków kupieckich i Buchhalteryą praktykantom i subjektom handlowym.
6. Professor Historii Naturalnej, Zastępca *Zenon Hałatkiewicz* Magister Farmacyi, Czł. Tow. Nauk. uczył w Kursie I Zoologii, w Kursie II Botaniki, w Kursie III Mineralogii, w Kursie zaś IV i V wykladał Teoryą gospodarstwa wiejskiego.

7. Professor Mechaniki, Zastępca *Paweł Brzeziński* Filozofii Doktor, Członek Towarzyst. Nauk. uczył w Kursie III i IV Matematyki wyższej, Mechaniki w Kursie IV i V.
8. Professor Technologii, Zastępca *Tecfil Zachałka* uczył Geometrii Wykręślniej w Kursie III, IV i V., Technologii w Kursie IV i V.
9. Professor Rysunków, Zastępca *Jan Wojnarowski* Rysunków w Kursie I, II i III i rysunku w szkole sztuk pięknych.
10. Professor Matematyki Elementarnej. Gdy katedra tego przedmiotu jest opróżnioną, przeto przez Zastępstwo uczył Dyrektor Arytmetyki i Algebry w Kursie I i II, a Professor *Łuszczkiewicz* Geometrii w Kursie I.
11. Nauczyciel Języka Francuzkiego, *Gabryel Lauvernay* uczył Języka francuzkiego w Kursach I, II i III.
12. Nauczyciel Języka Niemieckiego, *Kazimiérz Ramza* uczył Języka niemieckiego w Kursach I, II i III.
13. Nauczyciel Języka Rossyjskiego w Uniwersytecie *Hieronim Mecherzyński* uczył Języka Rossyjskiego w Kursie I i II.
14. Professor Religii w Szkole Wydziałowej X. *Henryk Macki* uczył Religii i Moralności w Kursie I i II i wykladał Ewangelije po Nabożeństwie w dni Niedzielne. W bieżącym roku Szkolnym obowiązki te zastępczo sprawował X. *Damazy Zielewicz*.

b) *Zakładów Szkoły Technicznej.*

1. *Felix Piotr Wroński* uczył Litografii w zakładzie Litografii Szkoln.
2. *Wincenty Boznański* nauczał Sztuki jeżdżenia konno w Ujeżdżalni.
3. *Ignacy Krupiński* w Warsztacie Stolarskim wprawiał Uczniów w przyrządzanie modeli.
4. *Jerzy Chmiel* w Warsztacie Tokarskim uczył Tokarstwa.

c) *Szkoły Sztuk Pięknych.*

1. Professor Malarstwa, *Wojciech Korneli Statler* Człon. Tow. Nauk. uczył Malarstwa i Anatomii.
2. Professor Rzeźbiarstwa, Zastępca *Henryk Kossowski* uczył Rzeźbiarstwa.
3. Professor Rysunków w gimnazjum ś. Anny i krajobudoków w szkole Technicznej, Zastępca *Alexander Płonczyński* uczył rysunków i malowania krajobudoków.
4. Nauczyciel Litografii, *Felix Piotr Wronski* uczył Perspektywy malarskiej.

d) *Szkoły Muzycznej.*

1. Professor *Franciszek Mirecki* Członek Towarz. Nauk. uczył śpiewu dramatycznego.
2. Professor *Wincenty Gorączkiewicz* Czł. Towarz. Nauk. uczył grania na organach i śpiewu choralnego.
3. Nauczyciel *Wincenty Studziński* uczył grania na instrumentach smyczkowych.
4. Nauczyciel, Zastępca *Piotr Studziński* uczył grania na instrumentach dętych metalicznych.

# ROZKŁAD PRZEDMIOTÓW NA POPIS PUBLICZNY ROCZNY UCZNIÓW INSTYTUTU TECHNICZNEGO.

Po odbytém Nabożeństwie, Spowiedzi i Kommunii Śtój rozpo-  
czą się popisy uczniów w następującym porządku:

**Czwartek dnia 19 Lipca 1849 r.**

**KURS I. Rano.**

Nauka Religii i Moralności	od 8	do 8 $\frac{1}{4}$
od 8	do 8 $\frac{1}{4}$	
Język francuzki	— 8 $\frac{1}{4}$ —	8 $\frac{3}{4}$
Język niemiecki	— 8 $\frac{3}{4}$ —	9 $\frac{1}{4}$
Język rossyjski	— 9 $\frac{1}{4}$ —	9 $\frac{3}{4}$
Język polski	— 9 $\frac{3}{4}$ —	10 $\frac{1}{4}$
Historya i Geogr.	— 10 $\frac{1}{4}$ —	10 $\frac{1}{2}$
Geom. Aryt. Alg.	— 10 $\frac{1}{2}$ —	11 $\frac{1}{4}$
Zoologia	— 11 $\frac{1}{4}$ —	11 $\frac{3}{4}$
Kaligrafia i Ry- sunki	— 11 $\frac{3}{4}$ —	12.

**KURS II. Po południu.**

Nauka Rel. i Moraln.	od 3	do 3 $\frac{1}{4}$
Język francuzki	— 3 $\frac{1}{4}$ —	3 $\frac{3}{4}$
Język niemiecki	— 3 $\frac{3}{4}$ —	4 $\frac{1}{4}$
Język rossyjski	— 4 $\frac{1}{4}$ —	4 $\frac{3}{4}$
Język polski	— 4 $\frac{3}{4}$ —	5 $\frac{1}{4}$
Historya i Geografia	— 5 $\frac{1}{4}$ —	5 $\frac{1}{2}$
Botanika	— 5 $\frac{1}{2}$ —	6
Solidometrya i Try- gonometrya	— 6 —	6 $\frac{1}{2}$
Algebra	— 6 $\frac{1}{2}$ —	7
Rysunki i Kaligrafia	— 7 —	7 $\frac{1}{4}$

**Piątek dnia 20 Lipca r. b.**

**KURS III Rano.**

Język francuzki	od 8	do 8 $\frac{1}{2}$
Język niemiecki	— 8 $\frac{1}{2}$ —	9
Geometr. wykreslna	9	— 9 $\frac{1}{2}$
Budownictwo	— 9 $\frac{1}{2}$ —	10
Fizyka	od 10	do 10 $\frac{1}{2}$

**KURS IV. Po południu.**

Budownictwo	od 3	do 3 $\frac{1}{2}$
Mechanika	— 3 $\frac{1}{2}$ —	4
Matematyka wyższa	— 4 —	4 $\frac{1}{2}$
Technologia	— 4 $\frac{1}{2}$ —	5
Geometr. wykreslna	od 5	do 5 $\frac{1}{2}$



Chemia	— 10 $\frac{1}{2}$ — 11	Fizyka	— 5 $\frac{1}{2}$ — 6
Mineralogia	— 11 — 11 $\frac{1}{2}$	Chemia z kursem V.	— 6 — 6 $\frac{1}{2}$
Algebra wyższa i Trygonomet.	— 11 $\frac{1}{2}$ — 12		

**Sobota dnia 21 Lipca r. b.**

<i>Rano.</i>		<i>Po południu.</i>	
<b>KURS V.</b>		Wiadomości handl.	od 3 do 4
Teorya gospodarst.	od 8 do 8 $\frac{1}{2}$	Malarstwo i Rysunki	— 4 — 4 $\frac{1}{2}$
Mechanika	— 8 $\frac{1}{2}$ — 9	Rzeźbiarstwo	— 4 $\frac{1}{2}$ — 5
Technologia	— 9 — 9 $\frac{1}{2}$	Stolarstwo i Tokarstwo	5 — 5 $\frac{1}{2}$
Geometrya wykreśl.	— 9 $\frac{1}{2}$ — 10	Śpiew choralny, Muzyka i śpiew dramatyczny	— 5 $\frac{1}{2}$ — 7 $\frac{1}{2}$
Budownictwo	— 10 — 11		

Jeżdżenie konno w ujeżdżalni od godziny 11.

Kurs nauk w roku szkolnym 18 $\frac{4}{5}$  $\frac{9}{9}$  rozpocznie się z dniem 1 Października. Uczniowie do wpisu w tym czasie zgłosić się mają w kancelaryi Dyrektora, dla uzupełnienia warunków przepisami szkolnymi oznaczonych, gdzie o tychże przepisach bliższa im wiadomość udzieloną zostanie.

3 Od czasu ogłoszenia drukiem ostatniego Programmatu Instytutu w r. 1845, zaszły w tym przeciągu, niektóre zmiany w składzie Członków Zgromadzenia Nauczycielskiego.

Poniosło Zgromadzenie dotkliwą stratę przez zgon ś. p. *Pawła Florkiewicza* Professora Matematyki i Miernictwa, *Jana Nep. Głowackiego* Professora Malarstwa Krajowidoków, oraz *Karola Cęptowskiego* Professora Rzeźbiarstwa. W tymże także czasie *Jan Nep. Biziański* Professor Rysunków, z powodu słabości zdrowia przeszedł na stan spoczynku.

Katedra Matematyki Elementarnej i Miernictwa, dotąd nie otrzymała właściwego Professora i jest uzupełniona przez Dyrektora *Podolskiego* i Professora *Łuszczkiewicza*.

Katedrę Mechaniki i Matematyki wyższej po złożeniu Examinu na początku roku szkolnego 18 $\frac{4}{7}$  objął zastępczo *P. Paweł Brzeziniński* Filozofii Doktor, który poświęciwszy się zawodowi Nauczycielskiemu, kilka lat kształcił się w tych przedmiotach za granicą.

Katedrę Technologii i Geometrii Wykręślniej po zgonie tymczasowego zastępcy *Jana Kluszczyka* po zdaniu Examinu w miesiącu Czerwcu 1847 objął zastępczo *P. Teofil Zachałka*, który na nauki techniczne uczęszczał w szkole centralnej w Paryżu, gdzie oraz otrzymał patent na Inżyniera Mechanika.

Katedrę Professora Rysunków objął zastępczo *P. Jan Wojnarowski*, Katedrę zaś Malarstwa Krajowidoków *P. Alexander Płonczyński*.

Naukę Kaligrafii po śmierci nauczyciela *Wincentego Szuwarta* w r. 1848 powierzono *P. Leonardowi Nowakowskiemu* nauczycielowi tegoż przedmiotu w Liceum tutejszém.

W szkole Muzycznej, naukę na Instrumentach smyczkowych na początku roku szkolnego 18 $\frac{4}{6}$  objął *P. Wincenty Studziński*, naukę zaś na Instrumentach dętych metalowych, *P. Jan Malik*, który zre-

zygnował z téj posady jeszcze w Grudniu 1846 roku, a w miejsce jego powołany został na zastępcę P. *Piotr Studziński*.

Szkoła Muzyczna mieszcząca się dotąd w szczupłym lokalu szkoły Technicznój, przeniesiona została do osobnego gmachu, przerobionego stósownie do tego celu z kolegium mniejszém zwanego, i na Szkołę i Bursę Muzyczną wyłącznie przeznaczanego.

Instytut składa podziękowanie P. *Teofilowi Żebrowskiemu* Filozofii Doktorowi, Inspektorowi komunikacyj lądowych i wodnych Okręgu Krakowsk.; X. *Damazemu Zielewiczowi*, P. *Janowi Zaleskiemu* byłemu uczniowi Instytutu Krakowskiego, przez lat kilka w celu naukowym bawiącemu za granicą, i P. *Sewerynowi Chryścińskiemu* najprzód Instytutu Krakowskiego a później szkoły Politechnicznój Wiedeńskiej Uczniowi; którzy w b. r. szkolnym piérwszy z zamiłowania do nauk, drugi przez gorliwość swego powołania, dwaj ostatni jako sposobiący się do stanu Nauczycielskiego, podzielali ze Zgromadzeniem mozolne prace Professorskie.

W roku przeszłym przydzielony został Instytutowi Technicznemu ogródek, przy szkole początkowój Panny Maryi położony, który ile szczupłe fundusze pozwoliły, już w tym roku zaczął być pomocnym w wykładzie Agronomii, co do roślin warzywnych i drzew owocowych.

Reskryptem b. Komissarza Rządowego z dnia 8 Lutego 1849 r. do N. 78 zawiadomiony został Instytut, iż władza i czynności Komissarza Rządowego na Rektora Uniwersytetu i Korporacje nauczycielskie zakładów naukowych przechodzą.

W bieżącym roku szkolnym, ze szkoły Malarstwa kosztem Rządowym, wysłani zostali P. *Władysław Łuszczkiewicz* na Malarstwo, a P. *Marcin Rogoziński* na Rzeźbiarstwo za granicę, w celu doskonalenia się w swoich zawodach. Jako stypendyści rządowi otrzymali na koszta utrzymania po 1,500 Złpol. rocznie. Zwiedziwszy

w przejeździe znakomitsze zbiory obrazów i posągów w Niemczech, obecnie znajdują się w Paryżu, gdzie obok pracy w Muzeach na nauki uczęszczają do Akademii Sztuk pięknych.

W bieżącym roku szkolnym było uczniów w Instytucie Technicznym 280, a mianowicie w szkole Technicznej 199, w szkole Handlowej 15, w szkole Malarstwa 14, na Rysunek wyższy 11, na Rzeźbiarstwo 5, w szkole Śpiewu dramatycznego 24, w szkole Muzycznej 12.

Gabinety szkolne i biblioteka powiększyły się w stosunku do swoich funduszów na to przekazanych, a mianowicie do gabinetu mechanicznego sprowadzono z Lipska od Taubera, model młyna amerykańskiego, wiatraka holenderskiego poprawnego i koła wodnego poziomego czyli Turbin układu Tourneyrona; do gabinetu technologicznego, model młockarni.

Darami zaopatrzyli:

**W. Karol Kremer** Fil. Doktor Czł. Tow. Nauk. Krak. Dyrektor Budownictwa Okręgu Krakowskiego, darował piękny zbiór odlewów gipsowych ozdób architektonicznych, w stylu greckim i gotyckim.

**W. Seweryn Zdzitowiecki** Prof. Chemii w Warszawie, Czł. T. N. Krak. zbiór minerałów, między którymi wiele jest exemplarzy wzorowych.

# PLAN NAUK

w Instytucie Technicznym Krakowskiu.

Instytut Techniczny Krakowski obejmuje w sobie: *Szkołę właściwą Techniczną, Szkołę sztuk pięknych i Szkołę Muzyczną.*

a) *Szkoła Techniczna* przez wykład nauk i ich zastosowanie, przez połączenie różnych przedmiotów naukowych między sobą, sposobi Uczniów do obranego na przyszłość przez siebie zawodu Technicznego, w różnych gałęziach: Budownictwa Cywilnego, Inżynierii Cywilnej, Miernictwa, Fabryk chemicznych lub zawodu Rolniczego. W wewnętrzném swoim urządzeniu, dzieli się na pięć jednorocznych Kursów. Z tych Kursa I, II a w części i III są przygotowawcze do nauk wykładanych w Kursach wyższych. Wykład każdego przedmiotu naukowego tak w Kursach niższych, jakoteż i w Kursach wyższych, stanowi w sobie całość nauki; przedmioty wedle związku z innemi styczność z sobą mającemi, na Kursa są rozłożone. Na nauki w Kursie I, II i III wykładane, wszyscy uczniowie bez wyjątku są obowiązani uczęszczać; na Nauki zaś w Kursie IV i V według obranego przez ucznia na przyszłość zawodu Technicznego.

Poświęcający się Architekturze lub Hidraulice, mają sposobność dalszego kształcenia się za granicą z funduszu ś. p. Leduchowskiej, Akademii Krakowskiej na ten cel legowanego.

Przyjmowanie do Szkoły należy do Dyrektora, oraz do tego delegowanych Professorów, którzy przejrzawszy i rozważywszy swia-

dectwa, złożone przez Ucznia przybywającego z innych szkół, lub odbywszy z nim stósowny Examen, wskażą mu Kurs lub Nauki, na które w szkole Technicznej uczęszczać może. Do wykładu różnych przedmiotów naukowych, posiada Szkoła zbiór narzędzi i machin, stanowiących gabinety: Fizyczny, Historii naturalnej, Mechaniki, Technologii i Budownictwa, jakoteż pracownią i gabinet chemiczny.

Warsztaty Stolarski i Tokarski mają przeznaczenie, aby szkołę zaopatrzyć w potrzebne Modele, uczniom zaś dać sposobność rozpoznawania bliżej ich konstrukcyi.

Umieszczona przy szkole nauka jeżdżenia konno, służy do ćwiczeń gimnastycznych, z których Uczniowie Instytutu na przemian z uczniami Uniwersytetu co pół roku korzystają.

b) **Szkoła sztuk pięknych** pod nazwą Akademii sztuk pięknych utworzoną została w r. 1817 i statutem z r. 1817 z Uniwersytetem Jagiellońskim połączona; następnie przez Kommissyą reorganizacyjną w r. 1833 do Instytutu Technicznego przeniesiona. Szkoła ta ma na celu kształcić młodzież na Artystów w pełnym znaczeniu, a mianowicie na Malarzy i Rzeźbiarzy. W tej szkole naucza się Rysunków w całej rozciągłości, począwszy od kreślenia linii, aż do umiejętnego obrazowania natury wszech rzeczy; Malarstwa i Rzeźbiarstwa, od pierwszego używania materyałów im właściwych, aż do tworzenia obrazów własnego pomysłu. Szkoła ta zaopatrzona jest w wzory właściwe do każdej klasy; młodzieży dana jest sposobność dalszego kształcenia się za granicą z funduszu 3,000 Złp. rocznie budżetem krajowym na ten cel odkazanego, oraz z funduszu corocznego 4000 Złp. ś. p. Elżbiety Skotnickiej, mającego być wypłacanym przez posiadacza Galeryi obrazów, przez zmarłą na ten cel przekazanej.

c) **Szkoła Muzyczna** rozpoczynając od pierwszych początków i zasad muzyki, sposobi i kształci na artystów śpiewu dra-

16/10 1818  
N 5006  
Σ 17

matycznego, śpiewu choralnego, organistów i członków orkiestry na instrumentach smyczkowych i dętych. W szkole tej mieści się dawna Instytucja Bursą muzyczną zwana, w której czterech uczniów ma bezpłatnie naukę i mieszkanie w Gmachu szkolnym.

Dla bliższego rozpatrzenia się osób interesowanych, Rodziców, Opiekunów i poznania bliżej Instytutu Technicznego Krakowskiego, podaje się poniżej zebrane treściwe Programma każdego przedmiotu naukowego, wraz z rozkładem na Kursa szkolne.

### SZKOŁA TECHNICZNA.

1. **Religija.** Nauka Religii wykładana jest w Kursie I i II. W Kursie I o Artykułach wiary stój, Modlitwie Pańskiej, Pozdrowieniu Anielskiem, Dziesięciu Przykazaniach Boskich i Pięciu Kościelnych, oraz wykład Starego i Nowego Testamentu z wyprowadzeniem z każdój powieści stósownej nauki. W Kursie II O Sakramentach ŚŚtych w szczególności, z Książki pod tytułem *Nauka Religii dla Szkół normalnych i głównych*; z Nauki Moralnej o godności i przeznaczeniu człowieka, tudzież o powinnościach Chrześcianańskich względem Boga, względem bliźnich i względem siebie samych. W dni Niedzielne i Świąteczne po odbytém Nabożeństwie są Nauki stósowne dla Młodzieży.

2. **Kaligrafija.** Nauka ta wyklada się w Kursie I i II, w niej podają się wzory pięknego pisania, polskiego i niemieckiego, oraz kreślenie liter ozdobnych tytułowych.

3. **Język Polski** według *Muczkowskiego*, *Królikowskiego*, *Korzeniowskiego* i innych. W Kursie I. Z Grammatyki cała Etymologia i Pisownia, następnie ogólne własności Styłu, z szczególném zastosowaniem do Języka polskiego — o Listach — o Poezyi zewnętrznój — Wypracowania.

**Kurs II. Składnia** — o pismach w obywatelskiem pożyciu używanych, jako to: o prośbach, podaniach, kontraktach i t. d. — o Poezyi i jej rodzajach, z wyliczeniem znakomitszych pisarzy i ich dzieł celniejszych.

W obydwóch kursach czytano uczniom wzory stósowne, a na wypracowania podawano przedmioty, z zawodem technicznym związek mające.

**4. Język Niemiecki** w trzech kursach był wykładany, w których dla powzięcia gruntownych zasad języka, Grammatyka Liedera za podstawę służąca, rozłożoną była w ten sposób: w Kursie I prócz piérwszych zasad przypadkowania imion, zaimków, słów, przedstawiono ogólny rys Grammatyki; w Kursie II nastąpił wykład nieforemności imion, słów i ich rząd i dalsze wyjaśnienia zasad Grammatycznych; w Kursie nareszcie III oprócz składni, uzupełniono dopełnianiem prawideł pozostałych, i istotę całej Grammatyki stanowiących. W powyższych Kursach wyrabiali uczniowie stósowne do prawideł w Gram: wykładanych zadania; — tłumaczono wreszcie w kursie I *Wilmsen's Kinderfreund*, a w II i III *Auswahl von Mustern deutscher Prosaiker u. Dichter*.

**5. Język francuzki.** W kursie I. wykładano piérwsze zasady czytania i wymawiania; odmiany gramatyczne imion, zaimków, słów posiłkowych, czterema sposobami; — tłumaczono nadto: Wypisy francuzkie Zdanowicza.

W kursie II i III uczono zasad języka francuzkiego z Grammatyki Zielńskiego, z której, tak w Kursie II do prawideł o imionach, zaimkach, słowach i t. d. wykładanych, jak w Kursie III do pozostałej części prawideł gramatycznych, stósowne uczniowie wyrabiali zadania; pisali nadto ćwiczenia ortograficzne. Dla uzupełnienia nauki języka, tłumaczył Kurs II. Wypisy francuzkie Gedykiego, a Kurs III. Telemaka Fenelona.



6. **Język Rosyjski** wykładany w Kursie I i II od pierwszych początków czytania i pisania, następnie wyłożono Grammatykę języka Rosyjskiego i tłómaczono z obydwóch języków. Na ćwiczenia zadawano dla uczenia się na pamięć, piękniejsze wyjątki z Autorów rosyjskich i małe wypracowania.

7. **Historya i Geografia** według Kajdanowa i Seltena.

Kurs I. **Historya** Starożytna; — Hist: Polska aż do Zygmunta — **Geografia** fizyczna i opis krajów Europy i jej znaczniejszych płodów surowych.

Kurs II. Hist. średnich wieków i nowożytna: — **Historya** polska od Zygmunta aż do rozbioru kraju; — z **Geografii** pozostałe cztery części świata, — z dodaniem wiadomości o znakomitszych fabrykach w Europie.

8. **Matematyka**. Nauka ta wykładana była przez wszystkie kursa a mianowicie: **Elementarna** w kursie I i II, wyższa w Kursie III i IV. Wykładano w każdym w szczególności Kursie, jak następuje:

W Kursie I **Arytmetyka**. Gdy przybywający do Kursu I umieć powinni **Arytmetykę**, przeto z téj nauki wyłożono teorię liczenia i działań arytmetycznych na wszelkich liczbach, z uproszczeniami, jakie w rachunku na liczbach zachodzą, oraz wszystkie gatunki **Reguły** trzech. —

a) **Geometrya elementarna** wykładana była w Kursie I i II, a mianowicie:

W kursie I. **Planimetrya** od pierwszych początków téjże nauki, aż do nauki o stósunku średnicy do okręgu koła włącznie, z książki pod tytułem: **Geometrya według Lacroix** przez X. Dąbrowskiego. W Kursie II. Z **Trygonometrii płaskiej** nauka o liniach trygonometrycznych, rozwiązanie trójkąta prostokreślnego z użyciem ta-

blic trygonometrycznych. W tymże Kursie ze Solidometry naukę o płaszczyznach, kącie dwuściennym i bryłowym, nauka o ostrosłupach i graniastosłupach; z brył zaś obrotowych: o ostrokągu, walcu i kuli. Na ćwiczenia podawano uczniom zadania geometryczne do rozwiązania, i odnoszące się do obrachowania powierzchni i bryłowości ciał: do wykładu używano dzieła przez X. Dąbrowskiego.

b) *Algebra i Matematyka wyższa*: W kursie I z Algebry cztery działania na ilościach pojedynczych i wielorakich, całkowitych i ułamkowych, równania i zagadnienia stopnia pierwszego z jedną niewiadomą i nauka o proporcji geometrycznej i arytmetycznej.

W Kursie II z Algebry równania i zagadnienia stopnia pierwszego, z kilkoma niewiadomymi, wyciąganie pierwiastków kwadratowych i sześciennych, równania i zagadnienia stopnia drugiego, o postępach arytmetycznych i geometrycznych, nauka o Logarytmach z użyciem tablic logarytmowych. W obydwóch Kursach podług dzieła X. Dąbrowskiego.

W kursie III z Algebry wyższej dwumian Newtona, równania liczebne wyższych stopni, o szeregach, Trygonometria kulista, rozwiązanie zadań Geometrycznych przez Algebrę.

Z Geometrii analitycznej równania linii prostych i płaszczyzny.

W kursie IV Geometria analityczna w dwóch i trzech wymiarach.— Rachunek dyfferencjalny i integralny zastosowany do Mechaniki i do dochodzenia powierzchni i objętości brył w praktyce używanych.

9. **Geometria wykreślna**. Nauka ta wykładana była w Kursie III, IV i V jak następuje:

W Kursie III po wyłożeniu sposobów oznaczania różnych położeń punktów, linii, płaszczyzn, za pomocą rzutów i po nauce o kładach, rozwiązywano zagadnienia z kombinacyi linii i płaszczyzn wy-

nikających.— Dalej zajmowano się rozwiązaniem kąta trójściennego, przedstawieniem rzutów wielościanów i ich rozwinięciem, tworzeniem się linii krzywych płaskich, kreśleniem tychże, oraz sposób prowadzenia linii stycznych i normalnych, nakoniec uczono oznaczenia cieniów własnych i rzuconych od ciał wielościennych.

W Kursie IV opisane zostały wszelkie rodzaje powierzchni krzywych, podział tychże na rozwijalne, wichrowate, obrotowe i różnorodne, oraz tworzenie się i własności tak każdego w ogólności rodzaju, jako téż i rozmaitych w szczególności gatunków.

Następnie rozwiązano na rzutach, ważniejsze powierzchni krzywych dotyczące zagadnienia, mianowicie: jak poprowadzić płaszczyznę styczną z powierzchnią krzywą daną, przez punkt na téjże lub zewnątrz niéj dany, lub téż równoległe do prostej danéj; jak wyznaczyć krzywą z przecięcia się powierzchni z płaszczyzną, lub powierzchni z powierzchnią. Każde z powyższych zadań rozwiązane było kilkakrotnie, stósownie do rozmaitych gatunków powierzchni krzywych i do rozmaitych kombinacyj tychże samych z sobą.

Wreszcie teoryja zakończoną została wykładem o rozwijaniu powierzchni rozwijalnych, kreślenia krzywych przekształconych na ich rozwinięciu; oraz o rozpościeraniu powierzchni nierozwijalnych, mianowicie zaś obrotowych.

Kurs V. Wyłożona teoryja Geometrii wykreslnéj stósowaną była:

- 1) do rozwiązania graficznie niektórych zadań w miernictwie.
- 2) do wyznaczenia linii przedziału światła od cienia na ciałach geometrycznych danych, czyli objaśnioną została na przykładach teoryja cieniów tak własnych jako i rzuconych.
  - a) gdy światło pada z odległości skończonej,
  - b) gdy toż pada z nieskończonej wielkiej odległości, —
- 3) do wynajdywania punktów i linii błyszczących na ciałach polerowanych, w dwóch poprzednio wymienionych przypadkach światła.

- 4) Do wyznaczenia obwodów pozornych w ciałach geometrycznych; przy czém wyłożono zasadę perspektywy malarzkiej, wyprowadzoną z teoryi o punkcie zbiegania się prostych.
- 5) Do Kamieniarki, mianowicie do sposobów wyrabiania zworników do sklepień, z objaśnieniem na wzorach gipsowych.
- 6) Do Gnomoniki, mianowicie o kreśleniu kompasów na płaszczyznach w rozmaitem tychże położeniu i na powierzchniach krzywych. Zastósowanie to, poprzedzone było podaniem praktycznego sposobu wytykania południka miejscowego w każdej porze, za pomocą gwiazd.
- 7) Zastósowano teoryją rozwijania i rozpościerania powierzchni, do kreślenia sieci geograficznych, przy czém podaną była wiadomość o główniejszych rodzajach tychże sieci, o ich wadach, korzyściach i użyciu.
- 8) Nakoniec po nakreśleniu cykloidy, rozwijającej koło, epicykloid i hypocykloid płaskich i kulistych, tak zwyczajnych jako też przedłużonych i skróconych, oraz stycznych z temiż krzywými zastósowano je do zarybienia kół w machinach.

10. **Historya naturalna** wykładaną była w kursie I, II i III, a mianowicie:

W Kursie I. Zoologia tak ogólna jakotóż i szczególna; z Zoologii ogólnej opisano budowę wewnętrzną i zewnętrzną istot organicznych: z Zoologii szczególniej po podziale na gromady, rzędy i rodzaje opisano gatunki zwierząt krajowych, a z zagranicznych te, które pod względem rolnictwa, handlu lub technicznym są ważniejsze.

W Kursie II. Botanika tak ogólna jakotóż i szczególna. W Botanice ogólnej była nauka o częściach składowych roślin i Fizyologia roślin: w Botanice szczególniej opisano z każdej klasy rośliny krajowe, a z zagranicznych te, które pod względem rolnictwa, handlu lub technicznym są ważniejsze.

W Kursie III. Mineralogia. Z téj nauki wyłożono Oryktognozyą i Geognozyą. W Oryktognozyi, po nauce o charakterach fizycznych i chemicznych minerałów, przystąpiono według układu chemicznego Berzeliusza, do opisania minerałów ważniejszych, pod względem rolnictwa, handlu i hutnictwa.

Z Geognozyi opisano skały według ich względnego swojego położenia w górach, z zastosowaniem do górnictwa.

#### 11. **Fizyka** wykładana była w kursie III i IV.

W Kursie III wyłożono: ogólne własności ciał, o siłach i prawa działania ciężkości, zasady równowagi i prawa ruchu. O ciałach płynnych, gęstości, ściśliwości, równowadze i ciśnienia na ściany naczyń, fenomena kapilarne, prawa wypływania płynów. O ciałach gazowych, przeżeniu gazów, ciśnieniu atmosfery i prawa wypływania gazów. O ruchu falistym, o głosie i tonach muzycznych. Z nauki o ciepłiku: źródła ciepła, mierzenie temperatury ciał, o ciepłiku promienistym, o przewodnictwie ciepła, o rozszerzaniu ciał od ciepła z zastosowaniem do kompensacyi pendułów, o ciepłiku gatunkowym, zmiana skupienia ciał, o parze i jéj sprężystości z zastosowaniem.

W Kursie IV nauka o świetle i narzędziach optycznych: nauka o elektryczności i konduktorach piorunowych: nauka o magnetyzmie i nauka o elektryczności przez dotknięcie, processa chemiczne i organiczne, przez ogrzanie i prądy elektryczne, o działaniu prądów elektrycznych na siebie, działanie prądów na magnesy, wzniecenie magnetyzmu przez prądy elektryczne (elektromagnetyzm), wzniecenie prądów elektrycznych przez magnesy (magnetoelektryzm), ogólny porządek na zastosowanie nauki o prądach elektrycznych. W obydwóch Kursach wykładano powyższą naukę z dzieła: Fizyka przez Baumgartnera.

Z Fizyki zastosowanej, z dzieła o ciepłe przez Pécelet wyłożono:

o materiałach palnych z obrachowaniem ilości ciepła, które wydają;  
o paleniu z obrachowaniem ilości powietrza dla każdego materiału  
przy paleniu potrzebnej; o ciągu powietrza rozgrzanego; o konstruk-  
cyi kominów i ognisk; o ogrzewaniu budynków.

12. **Chemia** wykłada się w Kursie III, IV i V, a mianowicie:  
w Kursie III Chemia Ogólna, a w Kursach IV i V połączonych ra-  
zem przez lat dwa, Chemia zastosowana Techniczna.

13. **Mechanika** wykładaną była w Kursie IV i V.

W Kursie IV Zasady Statyki i Dynamiki z zastosowaniem; o tar-  
ciu i niegiętości sznurów; obrachowanie używanych Machin, pod  
względem równowagi i skutku.

W Kursie V. Wytrzymałość materiałów używanych w Budo-  
wnictwie. Hydrostatyka, o rozchodzeniu się ciśnienia w płynach;  
prassa wodna; o wzajemném ciśnieniu płynów różnorodnych; o ci-  
śnieniu płynu na dno i boki; zastosowania, o równowadze ciał pły-  
wających. Hydraulika, o wypływanii wody z naczyń; o ruchu wody  
w rurach, kanałach i rzekach; o kołach wodnych i obrachowanie ich  
skutków; o pompach. O ruchu gazów i par; o wiatrakach; miechach;  
i machinach parowych.

14. **Technologia** wykładana była w Kursie IV i V.

W Kursie IV. O fabrykacyi żelaza metodą angielską, to jest o  
wielkich piecach wraz z tém wszystkiém co należy do fryszerok,  
pudlingów i t. d.— następnie całą metalurgią mechaniczną obejmującą  
kucie, walcowanie, krajanie żelaza, ogólny obraz kuźnic; fabrykacyą  
blachy z żelaza i innych metali, w końcu fabrykacyą drutu.

W Kursie V. Z konstrukcyi machin: zamiany, zamienniki, mode-  
ratory i regulatory ruchu; o materiałach; następnie o narzędziach  
używanych w konstrukcyi machin, do przerzynania, toczenia, heblo-  
wania, wiercenia, wygładzania, i t. d. żelaza i innych metalów. Różne  
sposoby spajania na zimno i gorąco. O młocarniach, ich ustawianiu

i o kieratach. O budowie szczegółowej kół wodnych różnego układu. O młynach i młynarstwie amerykańskim. O papiernictwie. O lnie i przędzalniach. O kolejach żelaznych i lokomotywach. W wykładzie tego przedmiotu trzymano się po większej części kursu litografowanego P. Waltera de Saint-Ange Profesora szkoły centralnej.

#### *Rysunek Machin.*

W Kursie IV obeznawali się uczniowie najprzód ze składem i rysunkiem tak zwanych elementów machin, jakoto: śrub, wałów, kół zębatach i t. p.; poczem zdejmowali rysunki geometryczne machin z modeli, jakie Instytut tutejszy posiada; a nakoniec mając wyłożoną teorią rysunku Izometrycznego, tego rodzaju rysunki machin wprost z modeli wyprowadzali.

W Kursie V. Również rysowali uczniowie z modeli, lub z wzorów machin podług Le Blanca. Tak w pierwszym jak i w drugim razie szczególniejszy wzgląd miano na wykreślenie cienia własnego i rzuconego od jednych części machin na drugie.

#### 15. **Budownictwo** wykładane w Kursie III, IV i V.

W Kursie III wykładaną jest Architektura Grecko-Rzymska pod względem estetycznym, podług dzieła litografowanego wydanego tym końcem dla uczniów tego kursu przez nauczającego. Oprócz wykreślenia wszystkich części téj Architektury, oraz niektórych ważniejszych z stylu gotyckiego, wprawiani są uczniowie w ich cieniowanie tuszem.

W Kursie IV mającym na widoku, obeznanie uczniów z konstrukcją części wchodzących w skład budowli; z uwagi na ich moc i trwałość, po wyłożeniu przedmiotów Murarstwa i Ciesielstwa w obszerności potrzebnej i innych robót udział swój w budowaniu mających, zatrudniono naprzód uczniów rysowaniem tych konstrukcyj częścią z modeli częścią z rytowanych wzorów, a potem całych budowli w planach, facyatach i przecięciach. W końcu podano zasady

oceniania budowli i robienia wykazów kosztów na nowo stawiające się budowle. W miesiącach zimowych bywa wykładane Murarstwo i Ciesielstwo w sposób, iżby sposobiący się na Majstrów w tych zawodach mieli pole swego wykształcenia. Corocznie także obmierzają uczniowie jeden z kościołów Krakowa i takowy rysują w rzutach, facyatach i przecięciach, dla potrzebnej w praktyce wprawy.

W Kursie V mającym na celu Budownictwo hydrauliczne, mówiono o sposobach zakładania fundamentów w wodzie, wzmocnieniu brzegów rzek drzewem, murem; po wyłożeniu praktycznych sposobów bicia tam, jazów z chrustu, drzewa i kamienia, wyłożono przedmiot o poprawie koryt rzek, tak pod względem obrony brzegów, przeszkadzania zalewom, jakoteż uszlawnienia lub użycia na młyny. Dalej była rzecz o upustach, szluzach, kanałach spławnych i ich projektowaniu w okolicy różne przedstawiającej przypadki. O gościńcach czyli drogach bitych. O mostach tak stałych jak ruchomych. Uczniowie w tym kursie zdejmowali z modeli lub przerabiali z wzorów plany najcenniejszych konstrukcyj, rzeczonoego Budownictwa hydraulicznego dotyczące się.

16. **Miernictwo** wykładane w Kursie IV.

Teorya rysunku topograficznego i Planimetrya, a w szczególności: zdejmowanie planów za pomocą stolika, bussoli, grafometra i innych instrumentów, wyłożone było podług dzieła P. Clerc.

Geodezya o Tryangulacji, o znakach, o podstawach Delambra, o Teodolicie, mierzenie kątów i ich redukcya, sprowadzenie podstaw do poziomu morza, cała nauka według dzieła P. Livet.

Niwellacya, waga murarska, waga wodna, waga powietrzna, o łątach, o profilach, zastosowanie niwellacji do projektowania kanałów, gościńców, kolei żelaznych itd. Kosztorysa, rejestra, konserwacya planów, według dzieła Stampfera. Kadastra, plany, metryki kadastralne, mierzenie i obrachowanie powierzchni.



**17. Rolnictwo** wykładane w Kursie IV i V w dwóch latach.

W pierwszym Roku Rolnictwo właściwe czyli uprawa roślin. W drugim roku chodowanie zwierząt i Ekonomia czyli nauka zarządu gospodarskiego.

Z Rolnictwa właściwego wyłożono z części ogólnej: zasady ogólne warunków życia roślinnego — o nawozach — o narzędziach rolniczych — o uprawie mechanicznej i użyznianiu czyli tak zwanem dobywaniu gruntów, jak równie o osuszaniu i zalewaniu łąk — o siewie — nakoniec podano ogólne prawidła pielęgnowania i zbioru rozmaitych produktów roślinnych, jakoteż przechowywania takowych.

Ze szczególnej zaś: o uprawie zbóż rozmaitych gatunków przy zastosowaniu systematów kilkopolowych i płodozmiennego — dalej o uprawie roślin okopowych, pastewnych, fabrycznych i drzew owocowych; do czego ogród przydany w roku zeszłym Szkole Technicznej, użyty już został w roku bieżącym pod uprawę roślin okopowych i chodowanie drzew owocowych.

Z Chodownictwa zwierząt wyłożone mieli z części ogólnej: warunki ogólne życia zwierzęcego, o gatunkach zwierząt domowych i ich rasach, o rozmaitych sposobach polepszania i uszlachetnienia zwierząt domowych, oraz zasady ogólne pielęgnowania jakoteż rozmnażania tychże zwierząt, gdzie zarazem wykazano związek w jakim pozostaje chodownictwo zwierząt z właściwem rolnictwem.

Ze szczególnej: wyłożono chodowlą koni, bydła, owiec, świń, rybołóstwo i t. d. Nakoniec traktowano rzecz o urządzaniu i prowadzeniu gospodarstwa jakoteż rachunkowości gospodarskiej. W wykładzie wszystkich tych gałęzi trzymano się dzieła Oczapowskiego w 10 tomach w Warszawie wydanego, używając do pomocy dzieł Wyżyckiego, Adamowicza, Liebiega, Duflosa i innych.

**18. Buchhalterya.** W Kursie V wykładano Buchhalterya podwójną z dzieła Barcińskiego w zastosowaniu do przemysłu.

**19. Nauka Handlowa** wykładana była w osobnych godzinach dla tych, którzy się temu zawodowi wyłącznie poświęcają, a mianowicie: Arytmetyka Kupiecka z której uczono: wszystkich gatunków wedle skrótów najużywanych obrachowań: co do towarów, pieniędzy, procentów, zysków, strat, eskontów; znajomości miar, wag i monet, ich redukcji, nauki o wexlach, arbitrażach i papierach publicznych według dzieł: Gunza, Schiebego i Sigismunda.

Z Buchhalteryi wyłożono zasady Buchhalteryi pojedynczej i Buchhalteryi podwójnej z objaśnieniem na przykładach urządzania i prowadzenia ksiąg handlowych w różnych gatunkach handlu.

Do Buchhalteryi pojedynczej używa uczący przykładów własnych do miejscowości zastosowanych, w Buchhalteryi podwójnej trzymano się dzieła Barcińskiego.

Z korespondencyj kupieckich podano prawidła z odpowiedniami ćwiczeniami pisania listów pomiędzy handlującymi lub ich negocyantami.

**20 Nauka Rysunku.** Uczniowie Kursu I obeznawszy się z zasadami kreślenia wszelkich położeń linii częścią od ręki, częścią przy pomocy lineau i cyrkla, rysowali geometrycznie różne przedmioty.

Z rysunku wolnego robili części głowy ludzkiej, w czystych obwodach (Contour) i całe głowy po poprzedniem wyłożeniu ich proporeyi.

Kurs II. Dla nabycia wprawy w użyciu grafionu, pióra, niemniej linijału, wykreślali temż rozmaite przedmioty, w widokach geometrycznych i perspektywicznych; z kolei uczono tuszowania najprzód równego, a potem w sposobie rozmywalnym. Mieszanie farb z sobą obznajmiło ich z barwami jakie ztąd powstają i jakich się używa, dla rozróżnienia materiałów bądź w budowlu, bądź w machinach. Z rysunków wolnych wykreślali najprzód w konturach głowy ludzkiej, a potem je krédką czarną cieniowali.

W Kursie III podane sobie mieli prawidła cieniowania rysunków w rzutach wykreślanych, pod względem reflexów, mocy i znikania cieniów, podług różnego położenia i oddalenia części przedmiotu od oka i podług tego jak są na proste lub odbite światło wystawione. W zastosowaniu czego mieli sobie dawane do rysowania i lawowania wzory tak technicznych konstrukcyj jak ozdób Architektonicznych. Z rysunku ręcznego przerabiali z wzorów głowy i figury ludzkie, ćwicząc się w cieniowaniu dwoma kredkami.

21. **Litografia.** Wprawiano uczniów na ten przedmiot uczęszczających, do pisania odwrotnego, przysposobienia kamienia tak do rytowania jakotóż i rysunku kredkowego; wprawa w rysowanie kredką i rytowanie; przytłaczanie; Autografią i zaprawianie rysunków ukończonych.

22. **Nauka w warsztacie Stolarskim i Tokarskim.** W celu bliższego rozpoznania konstrukcji, uczniowie zwłaszcza Budownictwa i Mechaniki podług rysunków podawanych przez Professorów Architektury, Mechaniki i Technologii wyrabiają początkowo, wiązania drzew najstosowniejsze, następnie modele czopów, wałów, panew, śrub, wiązań dachowych, kół wodnych itd.

23. **Nauka jeżdżenia konno.** Uczniowie Kursów wyższych naprzemian z Uczniami Uniwersytetu w czasie półrocznym w liczbie ograniczonej do pięciu, pierwsi w porze letniej, drudzy w zimowej uczęszczają na naukę jeżdżenia konno według Metody Klattego.

#### b) SZKOŁA SZTUK PIĘKNYCH.

**Rysunek początkowy** wykładany jest według wzorów rysowanych, sztychowanych i litografowanych, sposobiący do figury człowieka i Krajobrazów.

**Rysunek wyższy** według Antyków, najprzód części a potem całe figury; z natury zaś, rysunek figury człowieka w różnych poło-

zeniach, w porze zimowej przy lampie, w lecie przy świetle dziennem.  
**Nauka Anatomii** wykładana jest według dzieła profesora del Medico.

**Nauka perspektywy** w 1 roku. Po wyjaśnieniu zasad głównych perspektywy, rysowano figury geometryczne na płaszczyznach poziomych, jak posadzki, plany Architektoniczne i t. p., następnie wraz z wysokościami, jak sklepienia różnego rodzaju, kopuły, kolumny i kapitele 3ch porządków i t. p. nakoniec wykreślają w perspektywie obrazy przedmiotów w wodzie odbitych. W drugim roku rysują gmachy miejscowe z natury, mając wzgląd na sposoby ułatwiające rysunek; następnie rysunek cieniów perspektywicznych własnych i rzuconych tak od światła słonecznego jako też i od lampy. W wykładzie tej nauki trzymano się dzieła Adhemara.

**Malowanie krajobrazów** w całej rozciągłości, począwszy od kopijowania danych obrazów galerją szkolną składających, zbierania widoków z natury, aż do tworzenia własnych obrazów.

**Malarstwo** począwszy od malowania wszelkich przedmiotów martwych wziętych z natury, następnie figury człowieka, aż do tworzenia obrazów własnych pomysłów, według stopniowych trudności.

**Rzeźbiarstwo** począwszy od modelowania części ciała, rąk, nóg, głów według antyków, następnie modelowanie z natury, aż do tworzenia własnych płaskorzeźb i posągów i użycia dłuta.

### c) SZKOŁA MUZYCZNA.

Szkoła muzyki dzieli się, na oddział przygotowawczy, oddział organistów, oddział muzyki instrumentalnej i na oddział śpiewu dramatycznego.

**W oddziale przygotowawczym** uczono śpiewu podług szkoły Häsera i gry na fortepianie podług szkoły Nowińskiego.

**W oddziale organistów** grania na organach według szkoły Rinke, harmonii według Godfrieda Weber i śpiewu choralnego według metody uczącego.

**W oddziale Instrumentalnym** uczono grania na instrumentach smyczkowych podług szkoły Spora i Campaniolego; grania zaś na instrumentach dętych metalowych podług szkoły Allgemeine Musikschule für Militair-Musik — v. Andreas Nemetz.

**W oddziale śpiewu dramatycznego** nauka rozłożona jest na lat trzy dla uczniów i uczennic, których głosy obiecują skutki pożyteczne. W roku 1 poznanie nót, kluczy, taktów i innych wstępnych wiadomości, poczem małe Solfeże według metody nauczyciela. W roku 2 Solfeże większe według dzieł przyjętych przez C. K. Konserwatorium Medyjolańskie. W roku 3 dalszy ciąg Solfeżów, przeplatane jednak bywają uczeniem chorów operowych, duetów, tercettów, i innych pomniejszych wielogłosowych sztuczek. Po skończonych trzech latach uczniowie i uczennice okazujący głosy piękne i wyższe usposobienie, zostają jeszcze na nauce lat dwa, w którym to czasie doskonala się, w śpiewaniu sztuk większych muzyki teatralnej, a nawet takowe oddają scenicznie na sali Koncertowej, w dniach do tego przeznaczonych, aby się stali zdolnemi do wystąpienia na Teatrze.

Kraków dnia 11 Lipca 1849 r.

**J. Podolski**

Dyr. Inst. Tech.

# O RUCZHU WODY

## W KANAŁACH I RZEKACH.

Przez rzekę rozumiemy wyłobienie powierzchni ziemi zrobione wodą płynącą i nią napełnione. Kanał jest sztuczne wyłobienie téjże, służące do prowadzenia wody, która porusza maszyny, albo przenosi statki z miejsca na miejsce.

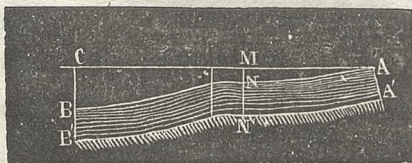
Przy każdej rzece lub kanale uważać należy na 1) koryto, 2) przekrój poprzeczny, 3) przekrój podłużny, 4) Spadek.

Koryto jest wyłobienie powierzchni ziemi; składa się ze dna i brzegów. Przeciawnym koryto płaszczyzną prostopadłą do biegu wody w niem będącej, otrzymamy na niej ślad jego, który będzie przekrojem poprzecznym rzeki lub kanału. Przekrój podłużny otrzymamy przez poprowadzenie płaszczyzny pionowej wzdłuż biegu wody. Spadek jest to pochylenie zwierciadła wody w kanale lub rzece względem poziomu. Spadek może być albo bezwzględny albo względny; bezwzględny jest wtedy, kiedy mierzymy najkrótszą odległość zawartą między płaszczyzną poziomą poprowadzoną przez początek rzeki lub kanału, a płaszczyzną poziomą poprowadzoną przez ujście; względny odnosi się do najkrótszej odległości dwóch płaszczyzn poziomych poprowadzonych przez dwa miejsca, których odległość bierze się za jedność do mierzenia długości.

Dno rzeki lub kanału podlega częstym zmianom, zgodzono się więc, aby spadek odnosić do powierzchni wody: że zaś i ta powierzchnia raz się podwyższa drugi raz zniża, przeto bierze się po-

wierzchnia odpowiednia stanowi średniemu wody za powierzchnią stałą i do téj się spadek stósuje. Stan średni wody kanału lub rzeki, znajdzie się przez staranne i częste zapisywanie wysokości odczytanych na podziałce umieszczonej na słupie przy mostach, lub innych ważnych miejscach.

Chyżość wody kanału lub rzeki jest długość przez nią przebieżona w sekundzie, ruchem jednostajnym. Gdybyśmy tylko uważali ciężkość działającą na płyn, to ten posuwałby się po dnie koryta ruchem jednostajnie przyspieszonym, albowiem wiadomo, że ciała spadając po równi pochyłej lub łuku, nabywają chyżości takiej, jakiejby nabyły spadając z wysokości równi pochyłej. Rzeki i kanały stanowią równię pochyłą, której najwyższe wyniesienie jest początek rzeki, najniższe jój ujście, różnica tych miejsc jest spadek bezwzględny rzeki. Woda przy początku rzeki powinna mieć najmniejszą chyżość, przy jój ujściu największą. Tymczasem doświadczenia okazują, że się rzecz ma przeciwnie. Przeciwiństwo jest tu pozorne, wynika ze źródła czystej idei ruchu po równi pochyłej; przy tym ruchu niezwracamy uwagi na opory jakie ciało napotyka w biegu, gdy tymczasem, woda w rzekach z powiększeniem chyżości ma do pokonania większe opory. Nim rozbierzemy i ocenimy wpływ oporów na ruch wody, zastanówmy się nad tym ruchem mając wzgląd na samą siłę ciężkości.



Niech  $AA'$   $BB'$  wyobraża przekrój podłużny rzeki, położmy chyżość cząsteczki wody w punkcie  $A=v$ , chyżość w punkcie  $N=c$ , długość poziomą  $AM=x$ , pionową  $MN=y$ . Nazwijmy przyspieszenie przez  $g$ . Podług powyższej własności fizycznej, chyżości w punkcie  $A$  odpowiada wysokość  $h$ , którą znajdziemy ze zrównania  $\frac{v^2}{2g}=h$ ; chyżości w punkcie  $N$ , odpowiada wysokość dająca się ocenić zrównaniem

$\frac{c^2}{2g} = h + y$ . Nazwawszy chyżość w punkcie B przez  $V$ , podobnie będziemy mieć  $\frac{V^2}{2g} = \frac{c^2}{2g} + BC$ .

Ztąd wypada, że chyżości wody w równych głębokościach pod linią poziomą są sobie równe, i że w miarę powiększania się spadku, chyżość także rośnie.

Przypuśćmy, że chyżość we wszystkich punktach przekroju poprzecznego  $AA'$  jest  $v$ , głębokość w przekroju  $AA' = a$ , szerokość  $= b$ : objętość wody przepływającej przekrojem prostokątnym  $AA'$  w sekundzie będzie  $= abv$ . Połóżmy w innym pobocznym przekroju np.  $NN'$  głębokość  $= u$ , szerokość  $= z$ ; chyżość  $= x$ , otrzymamy objętość wody przepływającej w sekundzie tym przekrojem  $= uzx$ . Ponieważ ta sama ilość wody przepłynie temi przekrojami, przeto będzie  $abv = uzx$ ; ztąd  $v : x = uz : ab$ , z tej proporcji wnosiśmy, że chyżości wody w kanale lub rzece są w stosunku odwrotnym powierzchni przekrojów poprzecznych. Według tego powierzchni przekrojów przy początku rzeki powinnyby być większe, bo tam chyżość dla spadku małego jest mniejsza przy ujściu zaś musiałyby być mniejsze, gdyż tu chyżość jest większa jako to okazaliśmy wyżej.

Uwagi podane teoretycznie nie sprawdzają się doświadczeniami, i owszem zapomocą tych, przychodzimy do wypadków wprost przeciwnych. Równania dla ruchu wody wyprowadzają się w prawdzie teoretycznie, jednakowoż nie mogą być użyte w praktyce, albowiem wypadki do jakichbyśmy doszli podciągając pod rachunek teoretyczny wszelkie opory wywierające wpływ na zmianę ruchu, byłyby zbyt zawile, a przeto dla praktyka, który wymaga wzorów jak najprostszych, nie wiele użyteczne. Trzymając się teorii jako pochodni prowadzącej nas wskrytości tego ruchu, radzimy się doświadczenia, z którego wypadki otrzymane łączymy z wypadkami teoretycznymi,



a przeto otrzymujemy wzory wielce użyteczne w robotach inżynierskich. Chcąc mieć dokładne pojęcie chyżości wody w różnych miejscach rzeki lub kanału, lub téż sprawdzić teorią, potrzeba mierzyć chyżość w różnych miejscach. W tym celu wymyślono różne narzędzia, których znaczna liczba i obszerność opisu wstrzymują nas od szczegółowego wyliczania ich, poprzestajemy tu na wymienieniu najważniejszych i podaniu źródeł, w których są szczegółowo opisane. Polegają one w ogólności na uderzaniu płynu o ciała stałe, że zaś teoria tego uderzania nie jest jeszcze dokładnie zbadana, przeto i im wiele jeszcze brakuje do dokładności.

I tak: laska używana przez Cabeo <sup>1)</sup>, rożek blaszany Pitota <sup>2)</sup>, Wachadło hidrometryczne, waga hydrauliczna Michelottiego <sup>3)</sup>, Drażek wodny Lorgna <sup>4)</sup>, chorągiewka Ximenesa <sup>5)</sup>, Tachometr Brünningsa, Młynek Woltmanna <sup>6)</sup>.

Mariotte połączywszy gałki różnych ciężarów gatunkowych sznurkiem, puścił je w wodę płynącą i spostrzegł, że gałki im więcej się zbliżały powierzchni, tém bardziej występowały za linią pionową w kierunku biegu, z czego wniósł, iż chyżość cząstek wody na téj samej linii pionowej jest większa ku powierzchni wody.

Przeciawszy rzekę lub kanał w poprzek płaszczyzną prostopadłą do kierunku biegu wody, i obserwując hidrometrem chyżości w różnych punktach, znaleźlibyśmy, że chyżość największa jest napowierzchni największej głębi, maleje zaś ku brzegom i z głębokością tak, że na

<sup>1)</sup> Wasserbaukunst v. Wiebeking und Krönke, 1 Band.

<sup>2)</sup> Principes d'hydraulique Dubuat. T. II. p. 176.

<sup>3)</sup> Sperimenti Idraulici principalmente diretti a confirmare la Teoria, e facilitere la Pratica del misurare le acque correnti. Michelotti. Vol II. p. 116.

Nuova Raccolta. Eust Manfredi. T. II. p. 373.

Abhandlung über die Geschwindigkeit des fließenden Wassers. Brünnings.

<sup>4)</sup> Memorie intorno all'acque correnti. A. M. Lorgna.

<sup>5)</sup> Nouvelle experiences hydrauliques. Ximenes.

<sup>6)</sup> Theorie und Gebrauch des hydrometrischen Flügels. Woltmann.

dnie koryta jest najmniejsza. Weźmy różne głębokości w tym samym przekroju i na tej samej linii pionowej, przenieśmy je na oś odcinków układu prostokątnego, chyżości obserwowane w tych głębokościach na oś przystaw; połączywszy punkta otrzymane znajdziemy linią krzywą chyżości różnych cząstek wody tego samego przekroju. Natura tej krzywej jeszcze niezbadana, dla tego, że narzędzia użyte do mierzenia chyżości pozostawiają jeszcze wiele do życzenia. Chociaż wiele robiono już doświadczeń w tym względzie, przecież nie wynaleziono jeszcze prawa kryślenia tej linii z kilku danych. I tak Woltmann z swych doświadczeń wnosząc utrzymuje, że jest parabolą. Funkt mieni ją być linią logarytmiczną. Eytelwein rozbie-  
 rając doświadczenia Brüningsa robione na Renie wnosi, że chyżości ma-  
 leją od powierzchni wody ku dnowi koryta w postępie arytmety-  
 cznym. Podług tego podaje wzór zapomocą którego, możnaby wy-  
 rachować chyżość w jakiegokolwiek głębokości. I tak nazwijmy chy-  
 żość na powierzchni wody przez  $V$ , chyżość w głębokości  $x$  przez  
 $v$ , będzie:

$$v = V(1 - 0,004x)$$

Wzór ten wypada z przypuszczenia poprzedzającego, bo rozbie-  
 rając doświadczenia Brüningsa wypadki z nich nie stanowią zupełnego  
 postępu arytmetycznego. Można do niego przyjść, przypuszczając,  
 że chyżość zmniejsza się na każdą stopę głębokości o ilość  $0,008V$ ,  
 chyżość w głębokości dna byłaby  $V - 0,008Vx$  średnia z górnej i  
 dolnej chyżości da:

$$v = \frac{V + V - 0,008Vx}{2} = V(1 - 0,004x)$$

Gerstner rozbie-  
 rając doświadczenia Ximenesa robione na rzece  
 Arno i Brüningsa, wyprowadza z nich równanie elipsy. Wypadki te  
 jak widzimy są niezgodne dla tego, że przy robieniu doświadczeń  
 nie zwracano uwagi na wszystkie okoliczności mogące wpływać na nie.

Defontaine inżynier francuzki odbywając prace około Renu szukał chyżości w różnych głębokościach za pomocą młynka Woltmanna i podał wzór następujący:

$$v = 1,226 - 0,175x^2,$$

tu 1,226 oznacza chyżość na powierzchni, o ile ten wzór jest dobrym posłużyć może następująca tablica podana przez niego.

Głębokość		Chyżości	
x			
m	obszerowane	rachowane.	
0,00 . . . .	1,226 . . . .	1,226	
0,20 . . . .	1,218 . . . .	1,219	
0,40 . . . .	1,198 . . . .	1,198	
0,60 . . . .	1,167 . . . .	1,163	
0,80 . . . .	1,125 . . . .	1,114	
1,00 . . . .	1,057 . . . .	1,051	
1,20 . . . .	0,950 . . . .	0,974	
1,40 . . . .	0,880 . . . .	0,883.	

Wzory podane jakkolwiek nie są dokładne, jednak w praktyce są bardzo korzystne, bo dają przynajmniej przybliżenie chyżość w różnych głębokościach od której zawisła budowa koryta w kanałach.

Zmiana chyżości w różnych głębokościach da się wytłumaczyć następującym sposobem. Wiadomo, że nie tylko woda, ale także oliwa, lój, wosk i metale ogrzane dostatecznie, zamieniają się na płyny i podlegają ogólnym prawom hydrostatyki. Pomimo zgody w tym względzie mają różne stopnie płynności, jedne z nich mają większą inne mniejszą lipkość, jedne spadają kroplami, inne trzymając się spływają; nawet woda nie ma stałej płynności, bo ta jak wiadomo zawisła od temperatury. Jeżeli wszystkie cząstki wody są poruszone z jednakową chyżością, to wszystkie prawa ruchu w tym razie są te same co dla ciał stałych. Kiedy woda wypływa z na-

czynia otworem, to cząstki wypływające są przyciągane lub rozdzielane przez te, które są w spoczynku. W pewnej długości rzeki wszystkie cząstki wody spadając po równi pochyłej, są jednakowo przyspieszane przez siłę ciężkości: dolne jednak cząstki napotykają na wielkie przeszkody na dnie, wyższe na mniejsze, bo się posuwają po cząstkach będących w ruchu. Woda swym ciężarem więcej ciśnie dolne cząstki, mniej wyższe: aże tarcie musi zachodzić między cząstkami płynnymi równie jak stałymi, przeto podług zasad tarcia musi ono być większe w dolnych warstwach, a więc wpływa więcej na zmianę chyżości. Prócz tego, dolne warstwy prowadzą z sobą części stałe jako muł, piasek, kamyki drobne.

W pracach inżynierskich ważną jest rzeczą znać chyżość średnią wody, ta dochodzi się dzieląc objętość  $Q$  wody przepływającej w sekundzie przekrojem poprzecznym przez powierzchnią  $\Omega$  przekroju. Najczęściej się trafia, że potrzeba wprzód ocenić chyżość średnią, bo od niej zawisła objętość wody przepływającej przekrojem poprzecznym. Starano się wyprowadzić wzory któreby można ocenić chyżość średnią z chyżości obserwowanej na powierzchni rzeki lub kanału. Doświadczenia były tu jedyną drogą do znalezienia związku między chyżością średnią a chyżością na powierzchni; z pomiędzy znanych najużywaniszy jest ten, który podał Prony tj,

$$U \text{ chyżość średnia} = \frac{V(V+0,24181g)}{V+0,32146g}.$$

tu  $V$  znaczy chyżość mierzona na powierzchni wody,  $g$  chyżość końcową po sekundzie przy spadaniu ciał. Ten wzór służy dla jakiegokolwiek jedności.

Francuzcy inżynierowie trzymając się metra mają krótki wzór w tym samym celu, a ten jest  $U=0,8V$ .

Do tego wzoru przychodzi się za pomocą następującej tabliczki obrachowanej powyższym wzorem. Dajmy, że

V =	<sup>m</sup> 0,1	<sup>m</sup> 0,5	<sup>m</sup> 1,0	<sup>m</sup> 1,5	<sup>m</sup> 2,0	<sup>m</sup> 2,5	<sup>m</sup> 3,0
$\frac{U}{V}$ =	0,760	0,786	0,812	0,832	0,848	0,862	0,873.

Przy budowaniu kanałów lub prostowaniu rzek, nie tylko potrzeba znać chyżość na powierzchni wody, średnią chyżość, ale także na dnie. Chyżość bowiem wpływa na wybór materiału użytego do budowy. Woda działając na koryto naprzód rozwalnia materiał, a jeżeli jej chyżość jest wielka, to go z sobą unosi i niszczy koryto. Potrzeba więc znać chyżość jaka może wyruszyć z miejsca różne materiały. W tym celu Dubuat robił doświadczenia kładąc różne materiały w kanale z drzewa, ten podnosząc, wodzie nadawał chyżość taką, którąby materiały w ruch wprawiła. Tym sposobem znalazł, że woda musi mieć chyżość aby wyruszyła z miejsca:

glinę . . . . .	0,08 metra.
miałki piasek . . . . .	0,16
gruby piasek . . . . .	0,19
krzemienisty piasek . . . . .	0,32
krzemień okrągły . . . . .	0,65
skałki . . . . .	0,97.



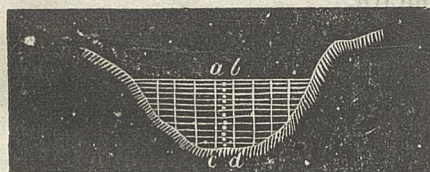
Później Telford i Nimmo podali swe doświadczenia i znaleźli że:

Ziemia poruszana może być uniesiona przez chyżość	<sup>m</sup> 0,076
glina miękka . . . . .	0,152
piasek . . . . .	0,305
źwir . . . . .	0,609
kamyki okrągłe . . . . .	0,614
kamienie potłuczone . . . . .	1,22
kamyki skupione, szyst . . . . .	1,52
skały pokładowe . . . . .	1,83
skały twarde . . . . .	3,05.

Stosując się do tych doświadczeń daje się spadek kanałowi taki, aby chyżość nie niszczyła koryta, a zabierała z sobą materiały jakie woda przyniosła. Z natury ziemi, w której się kanał robi lub rzeka naprawia, wnosi się z doświadczeń poprzednich o chyżości jaką można wodzie nadać nie zmieniając przekroju.

Oceniwszy chyżość, potrzeba znaleźć objętość wody przepływającej w sekundzie przekrojem poprzecznym. Jeżeli mamy do czynienia z małemi rzekami, to najprędzej przyjdzie się do celu zastawiając w poprzek rzekę deską, w której się wycina otwór, ocenia się jego powierzchnią i tę mnoży się przez chyżość wypływu.

Iloczyn otrzymany pomnoży się przez poprawkę której wartość jak wiadomo zawisła od kształtu otworu. Przy większych rzekach chcąc ocenić objętość płynącej wody w sekundzie, podzieli się przekrój poprzeczny linijami pionowemi; w jednej części przekroju abcd

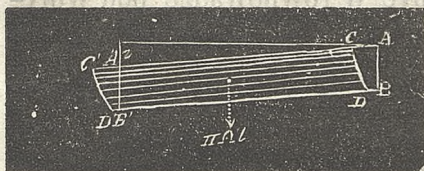


dochodzi się chyżości wody w różnych punktach od góry do dołu, których odległości biorą się jednokowe, summę znalezionych chyżości podzieli się przez ich liczbę i otrzyma się chyżość średnią paska pionowego, pomnożywszy chyżość średnią przez powierzchnią paska, otrzymany iloczyn wskaże objętość przepływającej wody. — Tym sposobem znalazłoby się objętość wody przechodzącej każdy pasek, których summa dałaby ogólny wypływ całego przekroju koryta. Aby to dokładnie ocenić wybiera się przekrój o ile można foremny, gdzieby chyżości nie były bardzo różne, ani nie było wirów i wody stojącej. Przestrzeń wybrana powinna mieć koryto stałe dosyć równe, któregooby brzegi były równoległe, a nie było blisko zwiężeń i zakrętów.

Sprowadzając wodę do poruszania kół wodnych, robią się kanały odkryte o bardzo małym jednostajnym spadku, których przekrój

poprzeczny jest wszędzie jednostajny, zwierciadło wody płynącej jest równoległe do dna koryta: można tu uważać wodę złożoną ze słupków równoległych, prawie prostych, których cząsteczki są ożywione chyżością, jakkolwiek nie równą dla wszystkich, jednak stałą w pewnej długości dla każdego z nich.

Jeżeli rozmnożymy powierzchnią  $\omega$  przekroju poprzecznego słupka wody przez jego chyżość  $v$ , otrzymamy iloczyn  $\omega v$  równy objętości stałej  $q$  jaką ten słupek przepuszcza w sekundzie. Summa  $\Sigma \omega v$  zebrana ze wszystkich słupków wody kanału, da ogólny odpływ  $Q$  w sekundzie. Summa  $\Sigma \omega$  powierzchni przekrojów słupków, da przekrój  $\Omega$  całego kanału. Iloraz  $\frac{Q}{\Omega}$  da chyżość średnią w ruchu jednostajnym, jaki ma miejsce w tego rodzaju kanałach. Powierzchnia  $\Omega$  i chyżość średnia są tu stałe ilości.



Niech woda będzie w kanale w pewnej chwili między płaszczyznami  $AB$ ,  $A'B'$  ilość wody przepływającej stale każdym przekrojem poprzecznym będąc podług poprzedzającego stałą, oznaczmy ją  $Q$ , chyżość średnią  $U = \frac{Q}{\Omega}$ ; uważamy tu siłę poruszającą każdą cząstkę wody siłę ciężkości, ciśnienie na płaszczyzny  $AB$ ,  $A'B'$  będąc równe i działając na masę wody wprost przeciwnie, jego wypadkowa wczasie równowagi jest zero. Wiemy, iż w skutek siły ciężkości woda nabrałaby ruchu jednostajnie przyspieszonego będąc na równi pochyłej jaką tu jest koryto. Opory ścian i dna wpływając na ten ruch zmieniają chyżość tak, że ustala się ruch jednostajny.

Prony korzystając z doświadczeń robionych przez Chezy (1775 r.) Dubuat (1779 i 1786), Coulomb (1800), Girard, a mianowicie z prawa ogłoszonego przez Coulomba okazał, że się zadość czyni zjawiskom ruchu, równając opór z powierzchni zwilżonej rozmnożonej przez funkcją chyżości średniej złożonej z dwóch wyrazów, z których pierwszy

jest proporcjonalny pierwszej potędze chyżości a drugi kwadratowi z niej, to jest  $x$  ( $\alpha U + \beta U^2$ ), tu  $\alpha$  i  $\beta$  są ilości stałe znalezione doświadczeniem,  $x$  obwód zwilżony koryta; oznaczymy  $\Pi$  ciężar metra sześciennego wody,  $l$  długość AA' kanału,  $z$  różnicę zwierciadeł w punktach AA'. Siła ciężkości działająca na całą masę płynu będzie,

$$\Pi \Omega z.$$

rozłożywszy tę siłę na jedną prostopadłą do zwierciadła wody a drugą równoległą do biegun, ta będzie siłą poruszającą płyn, a pierwsza działając na koryto sprawi opór. Siła więc poruszająca płyn wzdłuż koryta będzie.

$$\Pi \Omega z.$$

Siła opierająca się ruchowi wody na metr długości podług poprzedzającego prawa jest  $x$  ( $\alpha U + \beta U^2$ ), na długość  $l$  będzie  $lx$  ( $\alpha U + \beta U^2$ ). Jeżeli ta masa ma być w równowadze pod wpływem tych dwóch sił, to wypadkowa ich musi być równa zero. Opór powietrza uważając za bardzo mały, opuszcza się. Będzie więc,

$$\Pi \Omega z - lx (\alpha U + \beta U^2) = 0$$

$$\text{zład. } \frac{\Omega}{x} \frac{z}{l} = \frac{\alpha}{\Pi} U + \frac{\beta}{\Pi} U^2$$

Położmy dla krótkości  $\frac{\alpha}{\Pi} = a$ ,  $\frac{\beta}{\Pi} = b$ ,  $\frac{\Omega}{x} = R$ ,  $\frac{z}{l} = i$ , ta ilość będzie spadkiem zwierciadła wody na metr długości; Wzór powyższy zamieni się na

$$Ri = a U + b U^2$$

Zobaczmy teraz jaka jest praca oporu w czasie  $t$ , nie tylko koryta, ale działań wzajemnych słupków wody. Do ocenienia pracy, posłuży nam tu twierdzenie znane z Mechaniki analitycznej, to jest, że przyrost siły żywej jest równy summie prac sił działających na układ stały.

Płyn zawarty między płaszczyznami AB, A'B' weźmie położenie po czasie  $t$ , CD, C'D'. Objętość między ABCD jest  $\omega U t$ , jej



ciężar  $\Pi \Omega U t$ , masa  $\frac{\Pi \Omega U t}{g}$ , siła żywa  $\frac{\Pi \Omega U t}{g} \frac{U^2}{2}$ ; Objętość między A'B'C'D' jest  $\Omega U t$  jęj ciężar  $\Pi \Omega U t$ ; siła żywa  $\frac{\Pi \Omega U t}{g} \frac{U^2}{2}$ .

Woda zawarta między CD A'B' będąc wspólną dla obu położęń, jęj siła żywa niknie, bo nierobi prawie żadnego ruchu ta masa. Przyrost siły żywęj kiedy woda z położęnia ABCD przenosi się w A'B'C'D' niknie, bo tu ruch jest jednostajny. Więć summa wszystkich prac musi być także równa zero. Praca ciśnięń ze strony przyplýwu na AB jest taka sama jaka jest ze strony odpływu na A'B', różnią się tylko znakami. Praca siły ciężkości jest równa iloczynowi z ciężaru wody ABCD lub A'B'C'D' przez różnicę ich środków ciężkości, to jest  $\Pi \Omega U t$  rozmnożone przez  $z$ . Położywszy pracę oporów tak koryta jako téż działañ wzajemnych słupków na siebie = P<sub>o</sub> otrzymamy podług wymienionęgo twierdzenia równanie.

$$\Pi \Omega U t z + P_o = 0$$

ażę równanie  $R_i = a U + b U^2$

daje  $z \Omega = l x (a + b U^2)$

więć  $P_o = - \Pi l x (a U + b U^2) U t$ .

Praca więc oporów wyrównywa pracy siły  $\Pi l x (a U + b U^2)$  jaką wywiera koryto, przypuszczając, że ta siła ma chyżość średnią  $U$ .

Potrzeba tu jeszcze ocenić współczynniki stałe  $a$ ,  $b$ . W tym celu znajdzie się spadek pewnej długości rzeki zapomocą niwellacyi, powierzchnią przekroju i obwód zwilżony koryta w poprzek i chyżość średnią. Wstawiwszy te ilości w równanie poprzedzające otrzymamy równanie, w którym  $a$ ,  $b$ , są nieznanę. Powtarzając to postępowanie dla kilku kanałów i rzek podlegających warunkom wspomnionym, będziemy mieli tyle równań, ile potrzeba do ocenienia  $a$ ,  $b$ .

Trudności jakie napotykaemy robiąc te podstawienia, a mianowicie chyżości średnie niedokładnie ocenione, są przyczyną że wartości otrzymane na te współczynniki, różnią się nieco od siebie; je-

dnak średnie ich wartości zgadzają się ze współczynnikami jakie otrzymano przy oporach w rurach.

Nowsi pisarze współczynniki dla oporu rur stosowali do kanałów i rzek. Przy dobrze urządzonych kanałach z drzewa to stosowanie może mieć miejsce. Prony porównywając wiele doświadczeń znalazł, że

$$a = 0,000044 \quad b = 0,000309$$

Eytelwein biorąc 91 doświadczeń znalazł na

$$a = 0,000024 \quad b = 0,0000366.$$

Prony porównywając swój wzór ze wzorem otrzymanym przez Eytelwein, znalazł że obydwa dawały wypadki prawie równe w dawnych i nowych doświadczeniach. Wzór otrzymany

$$Ri = a U + b U^2$$

posłuży do znalezienia chyżości, kiedy znamy spadek kanału i ilość R to jest stosunek powierzchni przekroju kanału do obwodu zwilżonego, posłuży także do zakładania kanału pod warunkami odnoszącymi się do chyżości, spadku i kształtu jakie chcemy mu nadać. Dla ułatwienia rachunków Prony ułożył tablice wartości na Ri i chyżości odpowiednich podług wzoru swego i Eytelweina.

Ze zrównania  $Ri = 0,000024 U + 0,0000366 U^2$  lub

$$Ri = 0,000044 U + 0,000309 U^2$$

wyciągnijmy wartości na U przywróciwszy za  $R = \frac{\Omega}{x}$  i  $i = \frac{z}{l}$  będzie z pierwszego.

$$U = -0,03319 + \sqrt{0,00110163 + 2735,66 \frac{\Omega}{x} \cdot \frac{z}{l}}$$

$$\text{z drugiego } U = -0,07185 + \sqrt{0,005163 + 3233,428 \frac{\Omega}{x} \cdot \frac{z}{l}}$$

Opuściwszy pierwsze wyrazy pod pierwiastkami jako małe względem drugich będzie,

$$U = -0,03319 + \sqrt{2735,66 \frac{\Omega \cdot z}{x \cdot l}}$$

$$U = -0,07185 + \sqrt{3233,428 \frac{\Omega \cdot z}{x \cdot l}}$$

Podług tych równań chyżość średnie, a tém samym i objętości wypływającej wody przekrojem poprzecznym w sekundzie, są zawisłe od przekroju poprzecznego i obwodu zwilżonego; chyżość jako też objętość wody przy równym spadku rosną z powierzchnią przekroju poprzecznego, maleją zaś kiedy obwód zwilżony rośnie. Ztąd więc wniesić można, iż między przekrojami poprzecznymi, które mają jednakowy obwód zwilżony i przy równym spadku ten przepuszcza największą objętość, którego przekrój poprzeczny jest największy. Z analizy o maximum i minimum wiadomo, że pomiędzy figurami geometrycznymi złożonymi z jednakowej liczby boków, i o jednakowej powierzchni, figury foremne mają najnniejszy obwód; i że figury foremne o jednakowej powierzchni mają obwód tém mniejszy, im jest większa liczba boków. To samo się rozumie i o przekrojach poprzecznych rzek, które są połowami figur foremnych.

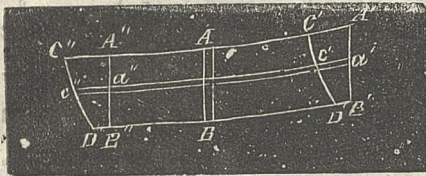
W wykonaniu tego rodzaju kanałów najczęściej dana jest objętość wody, idzie tylko o wynalezienie wymiarów przekroju poprzecznego i spadek urządzić tak, ażeby w pewnej odległości woda poruszała się ze stósowną chyżością.

W tym razie mamy tylko jedno równanie, z którego potrzeba wynaleść ilości nieznanne, zadania tego rodzaju są nieoznaczone; mogą więc mieć rozmaite rozwiązania. Jednak nie można brać ilości nieznananych dowolnie, ale musimy się trzymać pewnych granic zawisłych od natury koryta, materyałów unoszonych wodą, ceny gruntu, i innych miejscowych stosunków, tudzież od użycia materyału do budowy kanału. W ogólności taki wybór należy czynić, aby przy założeniu i utrzymaniu kanału ponieść jak najmniejszy koszt.

Dotąd rozbieraliśmy ruch jednostajny wody. Ten zaś rzadko

się napotyka w rzekach, ponieważ koryto nie jest regularne, i woda ciągle usiłuje zmienić kierunek koryta. Kiedy przekrój poprzeczny i spadek dna są zmienne, lub kiedy są zapory w rzece, w skutek których woda musi się wzdymać i tracić jednostajny ruch.

Przypuśćmy tu, że słupki na jakie woda da się podzielić są prawie od siebie równoległe, że niema wirów w wodzie i nagłych zmian w przekroju poprzecznym.



Niech będzie część wody zawarta między płaszczyznami A'B', A''B'', które można uważać za prostopadłe do osi średniego słupka a' a''. Nadto są one prawie pionowe albowiem różnica zwierciadeł wody w A'A'' jest mała i nie wynosi więcej nad 0,<sup>m</sup>02 na metr długości w rzekach. Zastosujemy tu twierdzenie o siłach żywych.

Przypuśćmy że ta masa po czasie bardzo małym  $t$ , weźmie położenie między powierzchniami C'D' C''D''. Przyrost siły żywej będzie równy sile żywej jaką płyn zawarty między A''B'' i C''D'' ma na końcu czasu  $t$ , zmniejszonej siłą żywą jaką ma płyn zawarty między A'B' i C'D' na początku czasu  $t$ .

Weźmy słupek a'a'' wewnątrz płynu, ten po czasie  $t$ , weźmie położenie c'c''. Przekrój poprzeczny i jego chyżość w punkcie a' oznaczmy przez  $\omega$  i  $v$  te same ilości w punkcie a'' przez  $\omega''$  i  $v''$ .

Części a''c'' objętość =  $\omega''v''t$ , masa  $\frac{\Pi t}{g} \omega''v''$ , siła żywa =  $\frac{\Pi t}{2g} \omega''v''^3$ , siła żywa płynu zawartego między A''B'' i C''D'' będzie =  $\frac{\Pi t}{2g} \Sigma \omega''v''^3$ .

Gdyby wszystkie słupki przechodzące płaszczyznę A''B'' miały tę samą chyżość  $v''$ , wtedy  $\Sigma \omega''v''^3$  znaczyłaby  $\Omega''v''^3$ , tu  $\Omega''$  oznacza powierzchnią przekroju poprzecznego w A''B''. Widzieliśmy już, że chyżości słupków w tym samym przekroju są różne, podstawiając za  $v''$  chyżość średnią  $U$  otrzymalibyśmy za  $\Sigma \omega''v''^3, \Omega''U^3$  wartość wprawdzie przybli-

żoną ale niższą od téj summy. Można to udowodnić następującym sposobem.

Chyżość  $v''$  jest zmienną w tym samym przekroju, raz jest większą drugi raz mniejszą od chyżości średniej  $U''$ ; połączmy więc

$$v'' = U'' + w.$$

Różnica ta dla różnych słupków tego samego przekroju jest, już dodatna, już ujemna, gdy tym czasem chyżości  $v''$ ,  $U''$  są zawsze dodatne. Średnia dla wszystkich wartości  $w$ , to jest  $\frac{\sum \omega'' w}{\sum \omega''}$  musi być równa zero, albowiem podług definicyi chyżości średniej mamy

$$\sum \omega'' v'' = U'' \sum \omega''$$

podług powyższego równania mamy

$$\sum \omega'' v'' = U'' \sum \omega'' + \sum \omega'' w.$$

a więc  $\sum \omega'' w = 0$

Wstawmy za  $v'' = U'' + w$ . będzie

$$\sum \omega'' v''^3 = \sum \omega'' (U''^3 + 3U''^2 w + 3U'' w^2 + w^3)$$

$$\text{aże } \sum \omega'' U''^3 = \Omega'' U''^3 \quad \sum \omega'' 3U''^2 w = 3U''^2 \sum \omega'' w = 0$$

więc  $\sum \omega'' v''^3 = \Omega'' U''^3 + \sum \omega'' w^2 (3U'' + w)$ .

Czynnik  $3U'' + w$  równy  $2U'' + v''$  jest zawsze dodatny, a więc  $\sum \omega'' v''^3 > \Omega'' U''^3$ .

Podług tego musimy położyć  $\sum \omega'' v''^3 = \alpha \Omega'' U''^3$  tu  $\alpha$  jest współczynnik, który potrzeba wyznać doświadczeniem, siła więc żywa płynu zawartego między A'B' i C'D' wyrazi się przez  $\alpha \frac{\Pi}{2g}$ . t.  $\Omega'' U''^3$ . aże  $Q = \Omega'' U''$ , więc  $\alpha \frac{\Pi}{2g}$ . t.  $\Omega'' U''^3 = \frac{\alpha \Pi Q t}{2g} U''^3$ .

Tym samym sposobem postępując, znaleźlibyśmy siłę żywą płynu zawartego między A'B' i C'D', oznaczywszy chyżość średnią przez  $U''$  w płaszczyźnie A'B'; będzie  $\frac{\alpha \Pi Q t}{2g} U''^2$ .

Przyrost zaś siły żywej będzie

$$\frac{\alpha \Pi Q t}{2g} (U''^2 - U''^2)$$

Siły działające na płyn, których potrzeba ocenić prace, są:

1) Ciśnienia ze strony przyływu. Oznaczmy przez  $y'$  odległość

A'a' punktu a' od zwierciadła wody. Wiemy, że ciśnienie na powierzchni  $\omega$  jest  $\omega (p + \pi y')$ , tu p znaczy ciśnienie powietrza na 1 metr kwadratowy. Praca tego ciśnienia w czasie t, będzie  $= (p + \pi y') \omega \cdot t$ . Praca ogólna na stronie przyływu wyrazi się przez p.  $\Sigma \omega' v' t + \pi \Sigma \omega' v' t y'$

Aże  $\Sigma \omega' v' t$  jest objętość Qt przepuszczona w czasie t; można więc położyć  $\pi \Sigma \omega' v' t y' = PY'$ . Tu P jest ciężar płynu zawartego w A'B'D'C', Y' odległość środka ciężkości od powierzchni płynu. Albowiem wiemy, że moment wypadkowej z sił równoległych, jest równy summie momentów wszystkich sił.

Praca ciśnień ze strony przyływu będzie

$$pQt + PY'.$$

2) Ciśnienia ze strony odpływu. Rozumując tym samym sposobem znajdziemy, że praca sił ze strony odpływu działając w kierunku przeciwnym będzie

$$-pQt - PY''.$$

Tu ciężar płynu A''B''D''C'' oznacza się P, odległość jego środka ciężkości od powierzchni jest Y''.

3) Siła ciężkości. Praca siły ciężkości znajdzie się mnożąc ciężar P przez wysokość o jaką środek ciężkości jeden jest niższy od drugiego. Nazwijmy różnicę poziomów punktu A' i A'' przez Z, będzie praca wywarta przez siłę ciężkości

$$P.(Z + Y'' - Y').$$

4) Opór koryta i działania wzajemne płynu. Przyjmujemy, że w tym ruchu słupki będąc prawie równoległe, chyżości słupków przechodzących ten sam przekrój, zmieniają się według tych samych praw jakie miały miejsce w ruchu jednostajnym; z kąd wynika, że kiedy uważamy warstewkę płynu bardzo cienką, której grubość jest dl obwód x, chyżość średnia U, praca oporu koryta wywarta na tę warstewkę i działań wzajemnych płynu będzie w czasie t, podług podanej uwagi

—  $\pi dx(aU + bU^2)Ut$   
 wstawivszy za  $U = \frac{Q}{\Omega}$ ,  $\Omega$  jest przekrój poprzeczny AB, będzie  
 —  $\frac{\pi Q t x}{\Omega} (aU + bU^2) dl$

Praca więc oporu koryta i działań wzajemnych płynu w całej rozciągłości w czasie  $t$ , będzie

$$-\pi Q t \int \frac{x}{\Omega} (aU + bU^2) dl$$

Ta integralna bierze się dla warstw od A'B' do A''B''. A że przyrost siły żywej jest równy summie prac, przeto będzie po uproszczeniu.

$$\alpha \pi \frac{Q t}{2g} (U'^2 - U^2) = P_z - \pi Q t \int \frac{x}{\Omega} (aU + bU^2) dl$$

włóżywszy za  $P = \pi Q t$  to równanie zamieni się na:

$$z = \alpha \frac{U'^2 - U^2}{2g} + \int \frac{x}{\Omega} (aU + bU^2) dl$$

Coriolis pierwszy zatrudnił się oznaczeniem współczynnika  $\alpha$ , i znalazł że jest 1,16 przypuszczając, że chyżość słupków wzdłuż koryta kanału, była  $\frac{7}{8}$  chyżości we środku powierzchni płynu.

Vauthier przypuszczając, że chyżość na dnie zmienia się, i że jest w stosunku stałym z chyżością wziętą na powierzchni na tej samej pionowej, znalazł, że współczynnik  $\alpha$  był zmienny, równy 1,03 kiedy chyżość średnia była 1,50, równy 1,10 kiedy chyżość średnia jest 0,25.

Można więc wziąć  $\alpha = 1,10$ , a błąd popełniony jest mniej znaczny, jak z niedokładnego oznaczenia współczynników a, b.

Powyższe równanie da chyżość  $U'$  przez funkcją  $l$ , jeżeli znamy związek zachodzący między ilościami  $x$ ,  $\Omega$ ,  $U$  i  $l$ , gdyż wtedy możemy integrować wyrażenie przedstawiające prace operów.





$$d\Omega = u dy \text{ a więc } dU = -\frac{Q}{\Omega^2} u dy = -\frac{U}{\Omega} u dy$$

wstawivszy tę wartość w równanie ogólne otrzymamy:

$$dl = \frac{\frac{U^2}{\Omega} u - g \cos^2 \varphi}{g \frac{x}{\Omega} (aU + bU^2) - g \cos^2 \varphi} dy.$$

Aby można integrować drugą stronę, daje się szereg wartości na  $y$ , zaczynając od wartości odpowiadającej długości  $l = 0$ , którą się zna à priori; znajdują się łatwo wartości na  $\Omega$ ,  $x$ ,  $U$ , a więc i na ułamek mnożący  $dy$ ; stosując nareszcie do tych wypadków twierdzenie Simpsona, otrzyma się wartości na  $l$  odpowiadające tym, o które tu chodzi, co da poznać prawo ruchu. Może się tu trafić przedstawiając wartości na  $y$ , że mianownik staje się zerem wprzód nim licznik, w tey także  $\frac{dy}{dl} = 0$ . To znaczy, że ruch stał się jednostajnym dla wartości odpowiadającej ilości  $l$ , albo, że powierzchnia wody jest równoległą do dna koryta; przed tym wypadkiem o którym tu mowa,  $dl$  przybiera wartości bardzo wielkie, a więc  $l$  różnie także nagle, tak że ruch jednostajny ma miejsce w nieskończoności.

Jeżeli zaś licznik staje się zerem wprzód nim mianownik, wtedy

$$\frac{dy}{dl} = \infty$$

to znaczy, że powierzchnia wody jest pionowa dla wartości odpowiedniej ilości  $U$  albo  $l$ ; a że wartości na  $dl$  zmieniają znak zaczynając od tego punktu, więc ta powierzchnia powinna przyjść do siebie samój, co okazuje niedorzeczność, nie może zatem istnieć przypuszczenie o równoległości warstw około tego punktu; zmiana nagle ruchu w tym punkcie następuje.

**Paweł Brzeziński.**





