

PROF. INŻ. MIECZYŚLAW RYBCZYŃSKI
(Warszawa)

ZNACZENIE LABORATORJÓW WODNYCH

Doświadczalnictwo w budownictwie wodnym nie jest rzeczą nową. Ściśle rzecz biorąc, cała nasza wiedza w dziedzinie hydrauliki i hydrotechniki opiera się na obserwacji zjawisk ruchu wody, a więc na doświadczeniach.

Czysto teoretyczne badania prawideł ruchu wody, oparte na klasycznej mechanice, na wzorach Eulera dla cieczy doskonałych, czy nawet na wzorach Naviera i Stocksa dla cieczy rzeczywistych, mogą mieć zastosowanie zaledwie w najbardziej prostych przypadkach ruchu regularnego i prostoliniowego. Najmniejsze zaburzenia powodują konieczność wprowadzenia do wzorów nawet teoretycznie wyprowadzonych współczynników doświadczalnych, a często zmuszają do układania wzorów, będących właściwie tylko kwintessencją szeregu doświadczeń, ubraną w formy naukowe, lub co gorsza pseudo - naukowe.

Jak wiadomo, pierwsze podstawy prawideł ruchu wody usiłowali oprzeć matematycy i fizycy włoscy na podstawach matematyki i mechaniki, jednak już z pism Leonarda da Vinci, a zwłaszcza z późniejszych dzieł Gallileja, Castelliego, Torricellego wynika, że wywody swoje wyprowadzone teoretycznie, usiłowali oni sprawdzić drogą doświadczalną. Zupełnie wyraźnie wynika to z późniejszych prac Guglielmini'ego (1697) „o naturze rzek”, lub Frisi'ego (1764) „o dzikich potokach”.

INSTYTUT
GOSPODARSTWA KOMUNALNEJ

926



MP.4048

Zasługa wprowadzenia systematycznych doświadczeń dla wyjaśnienia poszczególnych zjawisk ruchu wody przypada fizykom i inżynierom francuskim. Począwszy od Mariotte'a i jego doświadczeń nad wypływem z rur (1684), przewija się przed nami szereg nazwisk, znanych przeważnie jako autorów wzorów lub metod obliczeń, jak Pilot (1730), Bossut (1771), Chézy (1775), Dubuat (1786), de Prony (1790 — 1804), Poncelet i Lesbros (1827 — 1832), Darçy (1855 — 1858), oraz jego współpracownicy Baumgarten, Ritter i Bazin, de Mas, Fargue (1875) i t. p.

W drugiej połowie XIX wieku spotykamy coraz częściej nazwiska autorów innych narodowości, zwłaszcza angielskich jak Froude (1872), Kennedy (1879), Reynolds (1885), Harcourt (1886) i amerykańskich jak Humphrey i Abbot, Francis (1856), Fteley i Stearns, Smith (1886), Herschl (1897), Gilbert (1906), Scobey i inni.

Tymczasem potrzeby praktyki inżynierskiej wzrastały z każdym rokiem. Budowa kanałów morskich, olbrzymi rozwój zakładów wodnych, wzrastające rozmiary okrętów, najrozmaitsze zagadnienia z dziedziny meljoracji, regulacji rzek, ochrony przed powodzią i t. p., domagały się coraz ściślejszych obliczeń, dla zmniejszenia olbrzymich nieraz kosztów, związanych z temi przedsięwzięciami. To spowodowało konieczność przejścia od doświadczeń wykonywanych dla celów badawczych, do czysto praktycznych studjów, wykonywanych bądź to w specjalnych zakładach t. zw. laboratorjach wodnych, bądź też przy pomocy urządzeń budowlanych dla rozwiązania pewnego zagadnienia.

W badaniach tych wysuwają się na pierwszy plan Niemcy, a następnie Amerykanie.

Pierwsze laboratorja wodne miały na celu badanie ruchu wody w sztucznych korytach rzecznych, na wzór tego, jakie w swoim czasie zbudował Fargue dla przeprowadzenia badań nad działaniem krzywizn. Prototypem ich stały się laboratorjum H. Engelsa w Dreźnie (1898) i Rehbocka w Karlsruhe (1902) — oba przy politechnikach; ale już w roku 1903 powstaje w Berlinie laboratorjum ministerstwa robót publicznych, przeznaczone dla badań będących w związku z budownictwem wodnym państwem.

W roku 1908 dodaje prof. Koch w Darmstademie, do koryta rzecznego t. zw. koryto hydrauliczne, pozwalające przy pomocy ścian szklanych obserwować zjawiska ruchu w głębi wo-

dy, zwłaszcza przy ruchu zmiennym. Rynna hydrauliczna staje się odtąd stałym składnikiem każdego laboratorium, a coraz ciekawsze wyniki badań powodują powstawanie coraz nowych zakładów, tudzież rozszerzenie istniejących. Przed wojną otwiera w roku 1913 Engels nowe laboratorium w Dreźnie, Thierry w Charlottenburgu, a w 1914 ministerstwo robót publicznych we Wiedniu.

Ponadto powstają specjalne zakłady dla badania turbin, dla sprawdzania wodomierzy, dla tarowania młynków i dla systematycznego badania oporu okrętów. Największe urządzenie tego ostatniego rodzaju posiada Hamburg w postaci koryta o długości 348 m., szerokości 8 do 16 m. i głębokości 5 do 7 m.

Ilość i rozmiary laboratoriów wzrastają jeszcze szybciej w okresie powojennym. Obecnie każda politechnika niemiecka posiada postępowo urządzone laboratorium wodne, a niektóre z nich, jak nowe laboratorium Rehbocka w Karlsruhe jest właściwie instytutem badawczym, w którym obok badań naukowych, przeprowadza się studia praktyczne, na zamówienia prywatne krajowe i zagraniczne.

Oprócz Niemiec spotykamy dobrze wyposażone nowszego typu laboratorium w Czechosłowacji (Brno, Praga w budowie); we Francji (prof. Camichel'a w Tuluzie); w Gdańsku; w Rosji; w Szwecji (Sztokholm); w toku zaś realizacji jest kilka laboratoriów we Włoszech.

Nieco odmienną drogą poszli Amerykanie, ściślej mówiąc Stany Zjednoczone Am. Półn. — Kładąc wielki nacisk na badania w naturze, od czasu wiekopomnych pomiarów Humphrey'a i Abbot'a, wykonują oni przeważną część swoich doświadczeń na urządzeniach specjalnie dla danego celu zbudowanych, jeśli nie naturalnej wielkości, to w każdym razie w nieznacznie mniejszym.

Do najbardziej znanych z ostatnich czasów, należą badania urzędu kanalizacji miasta Bostonu (inż. Fteley i Stearns), oraz studia związane z gospodarką wodną rzeki Miami (dopływ Ohio), a w szczególności badania nad zniszczeniem energii wodnej zapomocą odskoku na modelach w skali 1 : 16 wykonanych.

Tak badania amerykańskie, jak i niemieckie zwłaszcza prof. Rehbocka i Krey'a okazały niejednokrotnie praktyczną swoją wartość. Wystarczy przytoczyć jedno z ostatnich studjów,

odnoszące się do układu kanałów obiegowych w szluzach komorowych, a przeprowadzone na zamówienie rządu holenderskiego przy sposobności budowy kanału i kanalizacji Mozy. Dzięki tym studjom, opuszczono zupełnie kanały w ścianach komory, pozostawiając je tylko w głowach i oszczędzono przez to kilka milionów guldenów, dzięki lekkiej budowie ścian i dna komór.

Studja tego rodzaju opierają się na prawie podobieństwa geometrycznego ruchu strug wody na modelu i obiekcie rzeczywistym, między którymi zachodzi stosunek wielkości linearnych $\frac{L}{l} = n$. Wówczas prędkość, wobec niemożności zmiany wartości przyspieszenia ziemskiego, wyrazi się wartością: $v = \sqrt{2gh}$ i $V = \sqrt{2gH}$, zmieniając zaś h w stosunku n , otrzymamy $V = \sqrt{2gh \cdot n} = \sqrt{n} \cdot v$ (prawo Froude'a). Objętości wody zmieniają się wówczas w stosunku $n^2 \cdot \sqrt{n}$ czyli $n^{5/2}$.

Zamiast zmieniać prędkość i objętość, możemy też zmienić czas w odpowiednim stosunku.

Chcąc mieć zupełnie dokładny wynik, powinniśmy jednak zmienić również tarcie pomiędzy płynem a modelem, przez zmianę gładkości modelu, lub zmianę lepkości płynu. Dla dwóch różnych płynów, których stosunek ciężarów gatunkowych jest m , otrzymamy stosunek ciśnień:

$$\frac{P}{p} = \frac{\Gamma g H}{\gamma g h} = \frac{m \gamma g n h}{\gamma g h} = m \cdot n$$

(dla różnych ciśnień tego samego płynu $\frac{P}{p} = n$ stosunek linearny).

Podobnie nie ma wpływu lepkość na stosunek prędkości, objętości etc., przejawia się dopiero przy ruchu wirowym, a uwzględnić ją możemy na zasadzie równości:

$$\frac{v l}{\eta_1} = \frac{V L}{\eta_2} \quad (\text{liczba Reynolds'a})$$

gdzie η jest kinematycznym współczynnikiem lepkości.

Z tego jednak wynika, że dla ruchu wirowego przy użyciu tego samego płynu, prawo podobieństwa Reech-Froude'a, nie ma zastosowania, dla tego samego płynu bowiem $\frac{v}{V} = \frac{L}{l} = n$, gdy według prawa podobieństwa $\frac{v}{V} = \frac{l}{\sqrt{n}}$.

Lepkość odgrywa jednak dużą rolę tylko wówczas, gdy mamy do czynienia z większymi stratami tarcia, a w tych wypadkach też, np. przy oporach okrętów, obliczamy straty na tarcie odrębnie i stosujemy prawo podobieństwa do reszty oporów.

W innych wypadkach różnice spowodowane użyciem tego samego płynu będą minimalne, a ponieważ najczęściej chodzi o oznaczenie wymiarów różnych części konstrukcyjnych, przeto przy silniejszym wpływie oporu tarcia na modelu, skutkiem użycia tego samego płynu, otrzymamy wynik raczej za duży, a więc z pewną dozą bezpieczeństwa.

Chcąc się jeszcze bardziej zbliżyć do prawdziwego wyniku, radzi Camichel używać dwóch modeli, z których drugi byłby w takim stosunku do pierwszego, w jakim pierwszy pozostaje do obiektu w naturze. Doświadczenia na dwóch modelach umożliwią zbadanie wpływu tarcia i lepkości i pozwolą na uwzględnienie tego wpływu przy obliczeniu przepływu przez obiekt w naturze.

Przeprowadzone dotąd badania wykazują, że ustalone na modelach zjawiska ruchu, sprawdzają się na rzeczywistych obiektach z wystarczającą dokładnością i to nie tylko pod względem jakościowym, ale także i ilościowym.

Dokładność ta zawodzi z chwilą, kiedy przystępujemy do badania na modelach zjawisk ruchu w rzekach o ruchomem podłożu, a nawet, jeśli chodzi o wnioski ilościowe, metoda badania zawodzi w zupełności.

Pochodzi to przede wszystkim stąd, że opór koryta, który w innych wypadkach odgrywał rolę podrzędną, tu występuje na plan pierwszy jako erozja dna lub korozja brzegów. Chcąc efekt działania wody na dno i brzegi w odpowiedniej skali zmniejszyć, należałoby operować na modelu płynem o innej lepkości, zaś rumowisko zmniejszyć nie tylko pod względem wymiarów, ale również i ciężaru gatunkowego oraz wzajemnej spoistości. Są to warunki niezmiernie trudne, przy drobnym rumowisku wręcz niemożliwe do urzeczywistnienia.

Dlatego najczęściej zadawaliśmy się badaniem zjawisk tylko pod względem jakościowym, a operując tym samym płynem i tym samym materiałem, uzyskujemy podobieństwo zjawisk przez zmianę spadku w stosunku zmiany ciśnienia na dno

do zmiany długości n . Dla tego samego płynu zmiana spadku wyrazi się wartością: $\frac{l_2}{l_1} = n^{-3}$

Jeszcze z większymi trudnościami spotkamy się, gdybyśmy chcieli badać laboratoryjnie kształt i wymiary budowli regulacyjnych. Wejdą tu bowiem w grę różne oddziaływania prądu wody na budowle, zależnie od materiału, spoiwości, tarcia, rozmiarów samej budowli, oraz prędkości, uderzenia i t. p. prądu wody.

I tu tembardziej zadawalniamy się jakościowym badaniem zjawiska, które również cenne usługi może oddać projektującemu inżynierowi.

Istniejące obecnie laboratorja wodne można podzielić na cztery typy:

1) Laboratorja pokazowe o znaczeniu wyłącznie dydaktycznym. Są one środkiem pomocniczym przy wykładach hydraulicznych, hydrologii, regulacji rzek, motorów wodnych i t. p.

Do tego typu należy np. niedawno założone laboratorjum na politechnice wiedeńskiej, przy katedrze prof. d-ra F. Schaffernaka. Składa się ono z dwóch niewielkich rynien, rzecznej i hydraulicznej, umieszczonych w sali wykładowej i zaopatrzonych we wszelkie potrzebne urządzenia pomiarowe, które pozwalają oznaczyć ilość przepływającej wody, prędkość, straty spadku, objętość rumowiska i t. p.

2) Laboratorja badawcze, pozwalają, obok spełniania zadań dydaktycznych, na studia szczegółowe różnorodnych zagadnień z dziedziny hydrauliki i hydrologii, którymi zajmuje się zwykle nie tylko personel nauczający Politechniki, ale również przyszli adepci wiedzy, a więc dypломanci lub pracujący nad pracą doktorską, tego typu bowiem zakłady, podobnie jak laboratorja pokazowe znajdują się z reguły przy katedrach budownictwa wodnego na Politechnikach.

Jako przykład podam niedawno skończone laboratorjum prof. Smrcek'a w Brnie w Czechosłowacji. Mieści się ono w dwóch ubikacjach o rozmiarach 19.5×8.2 i 9.0×7.7 m., połączonych ze sobą. Wraz z ubikacjami bocznymi wynosi powierzchnia użytkowa zaledwie 295 m^2 .

Podziemny zbiornik wody o pojemności 60 m^3 zasilany jest bezpośrednio z wodociągu miejskiego. Stąd przepompowują wo-

dę dwie pompy o wydajności 100 i 150 l/sek, zużywające 13 względnie 18.5 KM. do zbiornika górnego o pojemności $7\frac{1}{4}$ m.³.

Ze zbiornika górnego przechodzi woda do rynien przez przelew o długości 52.3 m., utrzymując w ten sposób prawie jednostajne ciśnienie; dla pomiaru objętości, włączony jest przelew trójkątny.

Koryto rzeczne żelbetowe o wymiarach $20 \times 3.5 \times 0.6$ m. posiada na dnie 16 otworów, zamykanych brązowymi śrubami, które służą zarówno do przytwierdzenia modeli, jak i umieszczenia wylotów rurek piezometrycznych.

Koryto hydrauliczne o wymiarach $15 \times 1 \times 1$ ma 12 podobnych otworów.

Z koryt tych przedostaje się woda do zbiornika dolnego przez przewody zamykane zamknięciami walcowymi, pozostawiając uniesione cząstki rumowiska w piaskowniku.

Pomiary i fotografie w korycie rzeczne wykonuje się z wózka, poruszającego się na krawędziach bocznych koryta. Laboratorium zaopatrzone jest w przyrządy rejestrujące samoczynnie stan wody, objętości, posiada aparaty do mierzenia prędkości poszczególnych strug wody, i w ogólności wszelkie urządzenia, pozwalające na możliwie dokładne pomiary ruchu wody.

3) Laboratoria wodne, w których oprócz badań naukowych, przeprowadza się również studia praktyczne, różnią się tylko rozmiarami i ilością koryt. Zazwyczaj długo trwające doświadczenia, zmuszają do równoczesnego prowadzenia większej ilości studjów, a to pociąga za sobą konieczność stosownej aparatury.

Jednym z największych zakładów tego typu jest nowe laboratorium Rehbocka w Karlsruhe, które zajmuje w nowym gmachu Politechniki 1650 m². powierzchni. (Główna hala ma 74 m. długości i 11.7 m. szerokości).

Podziemny zbiornik wody o pojemności 160 m³. jest korytem o długości 74 m. a 1,5 m. szerokości i wysokości, w którym odbywają się pomiary oporu statków i tarowania młynków hydrometrycznych. Oprócz tej rynny, znajdują się w laboratorium:

Cztery koryta rzeczne, których jedno żelazne ruchome o wymiarach $18 \times 2 \times 0,4$, zaś trzy żelazno - betonowe o wymiarach: $25 \times 5 \times 0,65$, $11 \times 1,5 \times 0,25$ i $8 \times 2,5 \times 0,25$ m.,

zaopatrzone w przelewy, wodoskazy szpilkowe, limnigraf i urządzenia do określenia warstwicy systemu Rehbock - Sickler.

Cztery rynny hydrauliczne o wymiarach: $16 \times 0,5 \times 0,65$, $8 \times 0,5 \times 0,72$, $8 \times 0,25 \times 0,65$ i $11 \times 0,5 \times 0,25$, ta ostatnia z dnem szklanem. Wszystkie zaopatrzone są w odpowiednie przyrządy pomiarowe.

Specjalna rynna $13 \times 1 \times 0,9$ m. przystosowana do pomiaru wody przelewającej się z wysokich zapór.

Rynna dla badania zjawisk ruchu w sztolniach, o wymiarach $12 \times 0,5 \times 0,65$.

Urządzenia dla badania wody spadającej, dla wodotrysków, dla cechowania dysz, dla badania straty spadku w rurach, dla zjawisk ruchu wody w komorze przejściowej, dla ruchu pod ciśnieniem do 12,5 m., trzy aparaty dla cechowania wodomierzy, oraz urządzenie do badania zmian ciśnienia w sztolni na długości 80 m.

Ilość wody doprowadzanej do poszczególnych urządzeń waha się od 1 do 325 l/sek., a uskuteczniiona jest zapomocą 4 pomp o wydajności 5, 20, 100 i 200 l/sek., poruszanych motorami o sile 0,6, 2,5, 12 i 25 KM., zapomocą których woda dostaje się do zbiornika górnego o powierzchni dna 18 m²., który łączy się zapomocą 6 przelewów z rezerwoarami pomiarowymi, z których za pośrednictwem przelewu o długości 70 m. przedostaje się do koryt.

Oprócz urządzeń pomiarowych umieszczonych w poszczególnych korytach, zaopatrzone jest laboratorium w odpowiednią ilość młynków hydrometrycznych, chronografów, limnigrafów, wodoskazów, przenoszących odczyty na odległość, zegarów elektrycznych i t. p.

Wartość nowego laboratorium wraz z urządzeniami, można ocenić na 1.000.000 zł. — stale pracuje w niem 10 do 12 osób.

4) Do typu czwartego zaliczyć należy urządzenia budowane dla specjalnego celu, a więc dla rozwiązania jakiegoś zagadnienia z hydrauliki, lub dla przestudjowania kształtu jakiejś konstrukcji z budownictwa wodnego. Urządzenia te są tak różnorodne, że nie podobna uzmysłwić je jakimś jednym przykładem. Szczegółowe opisy można znaleźć w rozprawach stowarzyszenia inżynierów cywilnych Stanów Zjednoczonych Ameryki Północnej.

Polska nie posiada dotąd żadnego laboratorium wodnego, bo za takie nie można uważać urządzenia pozostającego po rosyjskiej Politechnice w Warszawie.

Że laboratorja takie są u nas konieczne, wobec znaczenia, jakie odegrać musi w rozwoju gospodarczym państwa budownictwo wodne, jest to zdaje się rzeczą bezsporną, chodziłoby raczej o zorientowanie się, jakiego typu laboratorium byłoby najbardziej pożądane.

Wydaje mi się, że najpotrzebniejszymi w danej chwili byłyby laboratorja wodne typu 2., urządzone przy obu Politechnikach, dla celów dydaktycznych i badawczych, bez jakich dziś już żadna politechnika obejść się nie może. Laboratorja takie nie tylko wykształcą odpowiednią ilość pracowników, ale mogą równocześnie, choć na niewielką skalę, przeprowadzać studia praktyczne, jak tego dowodzą laboratorja niemieckie, czechosłowackie i inne.

Laboratorja te powinny pracować w różnych kierunkach, uzupełniając się wzajemnie, tak np. laboratorium przy Politechnice lwowskiej powinno położyć większy nacisk na badanie rzek górskich, urządzeń dla wyzyskania energii wodnej i t. p., podczas gdy laboratorium warszawskie powinno poświęcić większą uwagę żegludze (opór łodzi), tworzeniu się ławic piaskowych w rzekach, oraz różnym zagadnieniom z dziedziny meljoracji.

Koszty związane z urządzeniem takiego laboratorium nie są zbyt wielkie, pomijając sprawę pomieszczenia, urządzenie wewnętrzne nie powinno przekroczyć 100.000 złotych.

W miarę jednak rozwoju robót hydrotechnicznych w Polsce, czy to w dziale energetycznym — czy komunikacyjnym, a choćby tylko w dziedzinie regulacji rzek i meljoracyj podstawowych, będzie musiało powstać w Polsce przynajmniej jedno laboratorium większe typu 3, bądź to jako rozwinięcie jednego z laboratoriów politechnicznych, bądź też w formie odrębnego, niezależnego instytutu badawczego.

Mogłyby powstać wątpliwości, czy znajdzie się u nas dość zagadnień, wymagających laboratoryjnego badania, wystarczy jednak przejrzeć prace wykonane w laboratorium w Karlsruhe w czasie od 1921 do 1925 roku, ażeby się zorientować, że niejedno z tych zagadnień może być i u nas aktualne, mimo niewielkiego narazie rozwoju budownictwa wodnego. Oto one: Ustalenie kształtu jazu i zabezpieczenia podłoża w zakładach wodnych

w Friedland (Prusy wschodnie), w Kallnach (Szwajcaria), w Wieblingen (na Nekarze), w Brussie (Mała Azja), w Siri (Włochy).

Badanie odporności bloków betonowych dla portu w Rio de Janeiro. Ustalenie kształtu rozdzielnika wód przy irygacji w Peru. Przepływ wielkiej wody w Vöhrenbach i Wolmdorf.

Badanie kształtu wlotu do turbin w zakładzie Wiesetal, ustalenie formy przelewów pomiarowych dla zakładu w Schwarzenbach. Badanie przepływu w sztolniach zakładów w Schwarzenbach i Zell. Badanie kształtu ujęcia dla zakładów w Hundsbach. Ustalenie szczegółów konstrukcyjnych dla tamy zamykającej jezioro Zuider, oraz dla szluzы komorowej tamże, tudzież badanie mieszania się wody słodkiej z morską.

Porównanie z modelami przepływu wód wielkich na jazach, przegrodach, oraz przy spiętrzeniu mostami.

Tarowanie młynków.

Poza tymi przykładami, bardzo ważną rolę u nas mogłyby odegrać badania przepływu wielkich wód pod mostami na rzekach nieuregulowanych, gdyż dałyby możliwość zaoszczędzenia nieraz poważnych kwot, przez skrócenie długości projektowanych mostów, lub opuszczenia mostów inundacyjnych. Również duże znaczenie miałyby określenie granicznej prędkości dopuszczalnej dla różnego rodzaju materiału na dnie w projektach regulacyjnych i meljoracyjnych. W większych projektach meljoracyjnych dużą wagę może mieć oznaczenie kształtu poszczególnych budowli, jak tego dowodzą badania amerykańskie nad kształtem syfonów. Pożądanem byłoby laboratoryjne oznaczenie przepuszczalności materiałów używanych do sypania wałów, względnie ustalenie nachylenia linii pełnego nasycenia, aby tą drogą oznaczyć konieczny przekrój wału.

Nawet w tych nielicznych u nas wypadkach budowy większych zakładów wodnych, mogłyby badania laboratoryjne oddać niejedną usługę, oszczędzając znaczniejsze sumy pieniężne.

Dlatego nie waham się zakończyć mego referatu wnioskiem następującym:

Zważywszy, że badania laboratoryjne stanowią jedynie racjonalną podstawę naszych wiadomości o zjawiskach ruchu wody, zważywszy, że konieczny w Polsce rozwój budownictwa wodnego będzie wymagał już w najbliższym czasie studjów labo-

ratoryjnych, zwróconych ku celom praktycznym, zważywszy, że dla wykonywania studjów praktycznych koniecznem jest wy- szkolenie pracowników obeznanych z pracami laboratoryjnemi, pierwszy polski zjazd hydrotechniczny stwierdza nagłą potrzebę założenia laboratorjów wodnych pokazowych i badaw- czych przy obu politechnikach, a zarazem uznaje za konieczne w najbliższej przyszłości założenie specjalnego instytutu ba- dawczego, poświęconego głównie zagadnieniom praktycznym, o ile w tym kierunku nie zostanie rozbudowane jedno z labora- torjów politechnicznych.

INSTYTUT
GOSPODARKI KOMUNALNEJ



nr. 4048

1953 D. 38/159