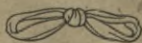


Dr. JAN ŁOPUSZAŃSKI

**NAWODNIENIE
WE WŁOSZECH PÓŁNOCNYCH
I NA
POBRZEŻU AUSTRYJACKIEM**

(Sprawozdanie z wycieczki).



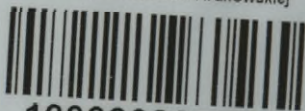
Wydawnictwo „Miesięcznika Meljoracyjnego i Leśnego”
w WILNIE.

Drukarnia „Znicz” Wilno. 1913.

718/a

1333460

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000325774

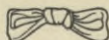
Dr JAN ŁOPUSZAŃSKI

—o—o—

NAWODNIENIE

WE WŁOSZECH PÓŁNOCNYCH
i NA POBRZEŻU AUSTRYJACKIEM

(Sprawozdanie z wycieczki).



Wydawnictwo „Miesięcznika Meljoracyjnego i Leśnego“
w Wilnie.

Drukarnia „Znicz“ Wilno. 1913.

DR. JAN ŁODZIŃSKI

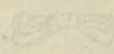
NAWODNIENIE

WE WŁOZKACH POLNOGOSYCH
I NA POŁKACH PUSTRYJACKIM

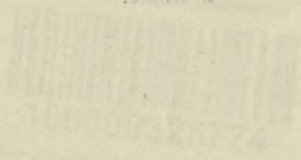


I-302201

(Opisowe z wykładem)



Wydawnictwo Naukowe Państwowego Instytutu Technicznego
w Warszawie



Drukarnia Państwowa, Warszawa, 1953

W OŚR. B-281020

W północnych Włoszech, w dolinie Padu, w prowincjach: Lombardji, Piemontie i Ligurgji należą meljoracje do rządu robót, których wybitnem zadaniem a poniekąd nawet wyłącznym celem jest dostarczenie glebie wody, niezbędnej do rozwoju roślinności.

Powierzchnia gruntów nawodnionych w obrębie wymienionych wyżej prowincji wynosi okragło 1.400.000 ha, a koszt tych meljoracji, wykonanych przy udziale funduszków publicznych, osiąga imponującą wprost kwotę półtora miljarda lirów.

Dla wytłumaczenia olbrzymiego rozrostu nawodnień w północnych Włoszech, należy w kilku przynajmniej szkicowych rysach przedstawić stosunki niziny lombardzkiej pod względem geologicznym, hydrologicznym, oraz klimatycznym.

W okresie dyluwialnym rozpościerało się nad dzisiejszą nizina północno-włoską morze, które sięgało aż do stóp Alp i tworzyło jedną całość z obecnymi jeziorami Magiore, di Como, d' Iseo i di Garda; dzisiejsza nizina jest utworem dyluwialnym, a po części i alluwialnym, powstałym ze zwietrzałych skał Alp i Apeninów. Na nieprzepuszczalnej warstwie ilów, złożonych mniej więcej w głębokości 3 do 5 m. pod powierzchnią, spoczywa wodonośna warstwa żwirów i piasków, pokryta u góry cienką warstwą gliniastej lub gliniasto-piaszczystej gleby; grunta niziny lombardzkiej są, jednym słowem, wysoce przepuszczalne. Przepuszczalność ta tłumaczy nam z jednej strony konieczność nawodnień w tej części kraju, a z drugiej zupełny brak rowów osuszających w nawod-

nieniach północno-włoskich; kilka rowów usytuowanych w naturalnych ściekach usuwa dostatecznie nadmiar wilgoci nawet z dużych kompleksów nawadnianych.

Nie mniej pomyślne są dla nawodnień stosunki hydrologiczne. Dolinę północno-włoską przecina bowiem rzeka Pad, oraz liczne, bogate w wodę, jej dopływy lewostronne, z których najważniejsze są: Dora-Baltea, Sessia, Ticino, Oglio, Ad-da i Mincio. Dopływy te, zbiegające wartko z Alp, a toczące mnóstwo rumowisk, przemieniąby w krótkim czasie nizinę w jedno szutrowisko lub bagno, gdyby nie jeziora alpejskie. Działanie zaś tych olbrzymich naturalnych zbiorników, usytuowanych u podnóża Alp, jest dwojakie: nasamprzód powstrzymuje żwiry i rumowiska, niesione przez przepływające jej rzeki, a następnie ujednostajnia przedewszystkiem tychże odpływ; rzeki północno-włoskie, spływające z Alp, odznaczają się prawie wszystkie wysokimi stanami średnimi tak cennymi dla nawodnień.

Powyższe stosunki geologiczne i hydrograficzne są również przyczyną występowania licznych, a obfitych źródeł, których ciepłota nie spada, nawet w zimie, poniżej $+ 8^{\circ}$ C. Wody tych źródeł używa się nie tylko do nawadniania żwilżających, ale także ocieplających, które umożliwiają rozwój i wzrost roślinności na łąkach nawet podczas zimy.

W końcu wypada jeszcze wspomnieć w kilku słowach o ciepłocie i opadach atmosferycznych Włoch północnych. Średnia ciepłota miesięcy zimowych wyjątkowo tylko obniża się tutaj do 0° , normalnie zmienia się w granicach od $+ 1, 6^{\circ}$ do $2, 5^{\circ}$ C; z wiosną podnosi się do 12° , a podczas lata dochodzi nawet do 23° C. Średni, wcale znaczny, roczny opad 700 mm. rozdziela się nierównomiernie na poszczególne pory roku. Stąd opady letnie, jakkolwiek obfite, przeplatane jednak

długotrwałymi suszami, nie przynoszą roślinności odpowiedniego pożytku.

Wysoka ciepłota, silne parowanie, oraz wybitna przepuszczalność gruntu, oto przyczyny, dla których normalne opady Lombardji nie wystarczają już do pomyslnego wzrostu i rozwoju roślinności; uzupełniano zatem od niepamiętnych czasów brak wilgoci przez nawodnienia. Nie dziw też, że nawodnienia te, zwłaszcza w intensywnych gospodarstwach północno-włoskich zatraciły w zupełności swój pierwotny wyłączny charakter użytkujący, przeistaczając się powoli w zwilżający.

Nawodnienia Lombardji obejmują nie tylko łąki, ale także i liczne grunta orne. Łąki są tu dwu typów: letnie i zimowe t. z. marcitty. Te ostatnie wzięły przewagę nad letniami tak co do rozmiarów, jak i urodzajności, a nawadnia się je wyłącznie grzbietowo, letnie zaś—stokowo, lub przez zalew.

Sposób nawodnienia gruntów orných zależy przede wszystkim od rodzaju roślinności, z których jedne wymagają stałego nawodnienia, gdy tymczasem innym wystarcza w okresie wegetacji zaledwie kilka nawodnień, i to tylko podczas długotrwałej posuchy. Stale nawadnia się zatem n. p. pola ryżowe, konopie i len, w miarę zaś potrzeby zboża kłosowe, rośliny strączkowe i okopowe; to samo dotyczy morwowych drzew i winnic.

Grunta orne nawadnia się zazwyczaj przez perkolację, używając systemu brózdowego, natomiast pola ryżowe i winnice nawadnia się przez zalew.

Z tych to przyczyn ilość wody, użyta do nawodnień, zależy nie tylko od rodzaju gleby, ale także i kultury. Liczne badania i doświadczenia wykazały, że dla umożliwienia roślinności normalnego rozwoju w przepuszczalnych glebach Lombardji należy jej doprowadzić w okresie wegetacji stały dopływ, a mianowicie:

dla łąk naturalnych	0,74	do	1.003	1/siha
„ „ sztucznych	0,63	—	1.226	„
„ „ zimowych (Marcitty)	20,00	—	57.000	„
„ „ koniczyn	0,00	—	0.356	„
„ „ zbóż	0,00	—	0.400	„
„ „ pól ryżowych	2,70	—	3.100	„
„ „ warzyw			0,934	„
„ „ winnic			5.000	„

Ze względu na to, że tamtejsi właściciele gruntów posiadają przeważnie wszystkie wymienione wyżej kultury w swych posiadłościach, nie przeprowadzono rozdziału wody wedle rodzaju uprawy, ale przeprowadzono go wedle ogólnego zapotrzebowania. Z kanałów wydziela się zatem o każdej porze i w każdym miejscu tyle wody, ile jej potrzeba do racjonalnego nawodnienia całej przynależnej mu rozlewni. System ten rozdziału wody ułatwia do pewnego stopnia dostosowanie się do zmiennego zapotrzebowania wody w poszczególnych porach roku u rozmaitych rodzajów kultur. I tak nawadnianie pól ryżowych i winnic, — a kultury te wymagają najwięcej wody, — odbywa się w tej porze roku, podczas której inne rodzaje kultur albo nic, albo bardzo niewiele potrzebują wody; n. p. nawodnienie pól ryżowych kończy się z reguły w czerwcu t. j. w tej porze, w której rozpoczyna się intensywne nawodnienie łąk letnich: nawodnienie zaś winnic odbywa się w zimie podczas dni bezmroźnych, gdy nawadnia się już tylko wyłącznie marcitty.

Dlatego ustalono z końcem ubiegłego stulecia tak w północnych Włoszech, jak i południowej Francji, na podstawie długoletnich doświadczeń regułę, wedle której główny kanał nawadniający prowadzi bez względu na rodzaj kultury tyle litrów wody, ile rozlewnia liczy hektarów. Reguły tej przestrzega się jednak ściśle tylko u kanałów z dużą, tysiące ha liczącą, rozlewnią. — W okre-

sie wegetacji, otrzymuje zatem każdy hektar gruntu 15,800 m³ wody, t. j. ilość, która przewyższa rzeczywiste zapotrzebowanie roślinności. Tę stosunkowo dużą ilość wody przyjęto jednak ze względu na straty, spowodowane parowaniem i wsiąkaniem w przepuszczalnym podłożu.

Nie możnaby jednak przeprowadzić celowego rozdziału wody na gruntach nawadnianych, trzymając się znowu zbyt ściśle tego, co wyżej powiedziano. Woda bowiem, doprowadzona w ilości 1 l/s na ha wsiąkłaby i wyparowała prędzej, nim zdołanoby ją rozprowadzić po powierzchni terenu. W rzeczywistości używa się zatem znacznie większego dopływu jednostkowego, który wprowadza się natomiast tylko w pewnych stałych okresach czasu naprz. 7, 10 lub 14-dniowych; odstępy między poszczególnymi nawodnieniami ustala się zaś stosownie do przepuszczalności gleby i rozkładu opadów w poszczególnych porach roku.

Ustaliwszy następstwo nawodnień naprz. 7-dniowe, zwilża się glebę w porze wegetacji 26 razy, przyczem doprowadza się każdorazowo na hektar 608 m³ wody. Ilości tej odpowiada w 6-godzinnym okresie nawodnienia stały dopływ 28 l/s, który jest zarazem najmniejszym dopływem, jaki można jeszcze wogóle w normalnych warunkach odpowiednio rozprowadzić po powierzchni hektara gruntu.

Aby nie było zbyt wiele upustów w głównych kanałach nawadniających, zwłaszcza przy rozległych rozlewniach, przyjęto, że najmniejsza jednostka, jaka się jeszcze wogóle z kanału głównego wydziela, wynosi 100 l/s.

Biorąc zaś pod uwagę rzecz ze stanowiska ogólnego, nie powinien być dopływ z głównego kanału ani zbyt wielki, ani zbyt mały. W pierwszym bowiem wypadku rosną niepomiarne nie tylko koszty nakładowe, wskutek dużej a bezcelowej pojemności rowów, ale także i koszty obsłu-

gi, spowodowane rozdziałem dużych ilości wody; w drugim—przepada znowu bez pożytku dużo wody wskutek trudności rozdziału małych jej ilości po powierzchni gruntu. W normalnych warunkach uważa się zatem dopływ jednostkowy około 200 l/s za najodpowiedniejszy; można nim w ciągu tygodnia, przy obsłudze jednego człowieka i małych przekrojach rowów rozdzielających, nawodnić obszar do 200 ha, a więc powierzchnię w każdym wypadku już znaczną.

Wedle tych oto szkicowo zaznaczonych ogólnych prawideł nawadnia się całe północne Włochy; szczegóły zaś tych ciekawych nawodnień podają rozliczne monografie i sprawozdania techniczne.

Żywe tętno prac meljoracyjnych ubiegłych stuleci trwa nadal w północnych Włoszech. Powstają tu nieustannie nowe nawodnienia, które, idąc z prądem postępu, złączono już ścisłym węzłem ze sprawą wyzyskania sił wodnych. Uzupełnienie to, które, ogólnie rzecz biorąc, nie zmieniło jednak istoty nawodnień włoskich, tłumaczy się przede wszystkim dotkliwym brakiem węgla na całym półwyspie Apenińskim.

Świetnym przykładem tych nowych urządzeń jest przede wszystkim kanał Villoresi w północnej Lombardji, a „Agro Monfalconese“ na Pobrzeżu austrijackim; obu tym melioracjom poświęcimy poniżej nieco obszerniejszą wzmiankę:

a). Kanał Villoresi.

Gdy południowa Lombardja, pocięta oddawna siecią kanałów nawadniających, słyneła z urodzajności, to w północnej odczuwano dotkliwie nie tylko brak błogosławionych skutków nawodnień, ale także, co gorsze, bezsilność wobec częstych klęsk nieurodzaju. Zwłaszcza obszar położony na południu od Alp po Medyolan, zamknięty

między Ticinem a Addą, wyzuty był w zupełności z dobrodziejstw, łączących się z systematyczną pracą około nawodnienia gruntów. W prawdzie oddawna noszono się z myślą nawodnienia tego obszaru wodą jeziora Lugano, lub Magiore, ale dopiero inżynierowie Villoresi i Meraviglia nadali tym projektom realne kształty. Wedle ich pierwotnego projektu miano doprowadzić wodę do północnej Lombardji dwoma kanałami spławnymi, z których jeden miał pobierać wodę z jeziora Lugano, a drugi z Magiore.

W roku 1868 udzielił rząd zezwolenia na wykonanie projektowanych robót, których czas trwania obliczono na lat 90, a które będą służyć zarówno do celów nawodnienia, żeglugi, jak i uzyskania siły motorycznej. W konsensie zezwolono jednak na ujęcie z jeziora Lugano tylko 32 m³/s, a z Magiore 70 m³/s, gdy pierwotny projekt przewidywał możliwość ujęcia znacznie większej ilości wody,—z tem wyraźnem zastrzeżeniem, że nie będą w niczem uszczuplone dawniejsze prawa poboru wody o łącznej objętości 120 m³/s. do kanałów Naviglio Grande i Rogio Visconti. Po dwuletnich, a nieraz trudnych pertraktacjach z interesowanymi, ogłoszono w r. 1870 ustawę, zapewniającą budowę obu projektowanych kanałów nawadniających, przyczem koszta tych robót preliminowano na 22,000,000 lirów. Budowę oddano przedsiębiorstwu pod firmą „La Societa per Condotte d'aqua“, które rozpoczęło niezwłocznie prace około kanału, biorącego początek w jeziorze Magiore, a kanał ten, dla uczczenia pamięci zmarłego projektodawcy, nazwano „Villoresi“

Rozlewnię nowego kanału przyjęto wedle wyżej podanych zasad, przyjmując stały dopływ 1 l/s i ha w okresie wegetacji.

Pierwotnego projektu ujęcia wody z jeziora Magiore zaniechano jednak z powodu licznych trudności technicznych, a natomiast ujęto wodę

dla kanału wprost z rzeki Ticino, w pobliżu miasteczka Presa. W tym celu spiętrzone rzekę jazem, który wzniesiono w części jako stały, a w części jako ruchomy. Oś stałego jazu krzyżuje się pod kątem 70° z nurtem rzeki, do którego natomiast jest prostopadłą tegoż część ruchoma. W tej ostatniej założono 30 otworów (1,5 . 3,0 metr.), które są zamykane stawidłami, poruszaniem za pomocą wind elektrycznych. Jaz stały zbudowano z betonu, a uzbrojono płytami granitowymi, 30 cm. grubymi. Dla ochrony zaś płyt przed toczącym się rumowiskiem ujęto je w ramy z granitowych ciosów, zapuszczonych 60 cm. w beton.

W ten sposób podzielono poniekąd powierzchnię jazu na kwadratowe pola, o bokach, nachylonych w rzucie poziomym pod 45° do kierunku płynącej wody. Szwy, w ten sposób nachylone do kierunku ruchu wody i rumowiska, są lepiej zabezpieczone przed erozją, aniżeli zgodne z kierunkiem ruchu wody.

Betonowy próg jazu ruchomego uzbrojono również starannie granitem. Filary, dzielące część ruchomą na poszczególne otwory, wykonano z ciosów, a połączono u góry sklepieniami, na których spoczywa chodnik przeznaczony do obsługi stawideł.

Aby nie naruszyć istniejących praw do poboru wody z Ticina, skonstruowano część ruchomą w ten sposób że przeprowadza się $190 \text{ m}^3/\text{s}$, a więc zwiększoną o $120 \text{ m}^3/\text{s}$ ilość, konsensem zastrzeżoną dla kanału Villoresi. Zbiornik założony poniżej części ruchomej, długi 600, a szeroki 65 m, ma u końca po stronie prawej przelew, za którym woda w ilości $120 \text{ m}^3/\text{s}$ wraca z powrotem do rzeki. Normalnie do kierunku prądu ustawiono w zbiorniku śluzę wpustową, która wprowadza w kanał $70 \text{ m}^3/\text{s}$. Spław na rzece Ticino utrzymano za pomocą śluzy komorowej, o wymiarach 34 na 8 m.

Budowa jazu wraz ze służą komorową trwała lat 3, a koszt jej wynoszą 2,200,000 L. Do budowy zużyto 33,000 m³ betonu, 19,500 m³ ciosu, 37,000 m² bruków suchych i 48,000 m² bruków na zaprawie.

Przeciętny spad w kanale głównym nie przekracza 0,25‰, a prędkość w przekrojach nieubezpieczonych 1 m/s. Kanał u wylotu jest szeroki 18,5 m. a głęboki 3,5 m.

Trasę kanału usytuowano na długości 16 km t. j. od jazu w Presa aż do miasteczka Nosato, w dolinie Ticina. Dopiero stąd zbacza trasa, aby przeciąć w poprzek nizinę Lombardzką, w kierunku od Medyolanu do Addy. Trasa kanału krzyżuje się, rzecz naturalna, z licznymi gościńcami i drogami polnymi zapomocą akwaдукtów i syfonów; tak też przekracza 5 linii kolejowych, oraz 2 rzeki: Olone i Lambro, a wreszcie liczne potoki i strumienie, jakie spotyka na swej drodze. Liczba obiektów, wzniesionych do powyższych celów, dochodzi do 170.

Kanały drugorzędne odgałęziają się z głównego odpowiednio do konfiguracji terenu i sytuacji parcel nawadnianych. Z kanałów drugorzędnych, których długość wynosi 158 km, odgałęziają się trzeciorzędne, z których dostaje się wreszcie woda do rozdzielaczy (Adacquatrici) i na teren.

Ilość wody, wprowadzona w kanały boczne, oznacza się wedle wielkości przynależnych im rozlewni, a oddziela przy pomocy wodomierzów. Taki pomiar wody jest niezbędny w rozległym gospodarstwie wodnym nie tylko ze względu na celowy jej rozdział, ale także i dla oznaczenia należytości, przypadającej przedsiębiorstwu za wodę, oddaną poszczególnym właścicielom do użytku. Cenę dopływu 1 l/s i ha w okresie wegetacyjnym ustalono w granicach od 20 do 30 L.

Sposobów zaś pomiaru objętości wody jest

kilka; obecnie używa się jednak prawie wyłącznie modułu Cipoletti'ego.

Wodomierz Cipoletti'ego składa się z trzech części: stawidła, którem się reguluje dopływ wody z kanału głównego do bocznego; zbiornika, który ma na celu możliwe zmniejszenie prędkości wody z kanału głównego do bocznego; zbiornika, który ma na celu możliwe zmniejszenie prędkości wody, płynącej na przelew, i wreszcie przelewu. Przelew tworzy rama żelaza, czysto obrobiona, o ostrych krawędziach, osadzona w prostokątnym otworze ściany przelewowej. Pionowe ramiona ramy są nachylone w płaszczyźnie otworu w stosunku jak 4 do 1, a ilość wody, jaka przepływa przez wodomierz Cipoletti'ego, oblicza się wedle wzoru:

$$Q=1,86 h^{3/2} \text{ l/s}$$

W dobrze urządzonym wodomierzu różni się rzeczywista objętość przepływu od obliczonej za ledwie o 5%. Dla uzyskania jednak tak pomyślnych rezultatów trzeba zachować następujące ostrożności: wodomierz należy ustawić prostopadle do osi kanału: zbiornik, który ma za zadanie możliwą redukcję prędkości dopływu na przelew, powinien być dostatecznie długi (15-20 m) i posiadać dno poziome: a wreszcie grubość nie powinna nigdy przekraczać $\frac{1}{3}$ szerokości przelewu, nie będąc równocześnie mniejszą od 0,08 a większą od 0,6 m.

Jak wspomniano, połączono na kanale Villoresi nawodnienie z wyzyskaniem siły wodnej, którą wytwarza 15 zakładów hydroelektrycznych, wzniesionych na kanale głównym, w miejscach, w których odgałęzają się od pnia kanały drugorzędne. Ne stopniach zużytkowują zakłady cały nadmiar wody, która po przejściu turbin, płynąc dalej kanałem głównym, może być użyta do nawadniania, albo nawet do celów motorycznych na palszym stopniu.

Same zakłady wodne urządzone wedle dwu

typów: w pierwszym leżą łotki turbinowe w osi, w drugim po za osią kanału.

Poziom piętrzenia ulega automatycznej regulacji na każdym stopniu. Urządzenie takie posiada niezaprzeczoną wyższość nad zwyczajnym, polegającym na manipulacji stawidłami. Samoczynną regulację piętrzenia osiąga się dzięki przewalom, założonym w kształcie litery „V“ przed każdym stopniem. Korona tych przewalów znajduje się w poziomie dozwolonego piętrzenia, a długość ich zawisłą jest nie tylko od objętości przepływu, ale także i od miary, o jaką może podnieść się zwierciadło wody bez szkody w kanale głównym. Aby skrócić długość przelewu, co przy dużej objętości przepływu jest wskazane, opatrzone przewały upustami klapowymi, otwierającymi się automatycznie po przekroczeniu normalnego piętrzenia. W prosty, a pomysłowy sposób ubezpieczono dno przewalów przed uderzeniami spadającej wody, zakładając w pionowej ścianie stopnia szereg prostokątnych szybów, z wylotami w poziomie normalnego odpływu. Szyby te działają w ten sposób, że nim utworzy się wodospad na stopniu, woda wypełniająca szyby, a wypływająca następnie z nich silnym strumieniem, czyli rodzaj poduszki wodnej, chroniącej podłoże przed uderzeniem wodospadu.

Siłę elektryczną, wytworzoną w poszczególnych zakładach, gromadzi się w stacji transformatorów, z korej dopiero rozprowadza się prąd już o wysokim napięciu do okolicznych zakładów przemysłowych.

b) Nawodnienie gruntów w Monfalcone na Pobrzeżu austrijackiem.

Nawodnienie t. zw. „Agro Monfalconese“ można śmiało zaliczyć tak ze względu na warunki, w jakich powstało, jak i sposób wykonania do na-

wodnień północno-włoskich, mimo, że klasyczne te roboty melioracyjne politycznie należą do Austrii.

Obszar objęty meljoracją jest trójkątem, którego podstawę tworzy zatoka Penzano, a bokami są od zachodu rzeka Isonzo, a od wschodu podgórze Krasu. Powyższy trójkąt, którego wierzchołek leży w miasteczku Sgrado nad Isonzem, jest lekko nachylony ku morzu Adrjatyckiemu. I tak, gdy wspomniana właśnie miejscowość wznosi się jeszcze około 25 m. n. p. m. to następne jak Fogliano (22). San Pietro (20). Soleschiano (15). Ronchi (11), Monfalcone (6) leżą stopniowo coraz to niżej, a wreszcie przechodzą miejscowości u samej podstawy, jak San-Calziano i Bestrinja, nieznacznie w łaguny Adrjatyku.

Podłoże powyższego obszaru — utwór alluwialny rzeki Isonzo i jej lewo-stronnego dopływu Torre, złożony z potężnych warstw żwiru i piasku — pokryte jest tylko cienką warstwą, nie grubszą nad 10 cm., gliniastej gleby. Otóż ta właśnie budowa geologiczna tłumaczy nadzwyczajną wprost przepuszczalność całego „Agro Monfalconese“, o czym świadczy przedewszystkiem fakt, że znaczne opady atmosferyczne przechodzą tu prawie bez śladu, a następnie brak na całym obszarze nie tylko strumieni i potoków, ale nawet i ścieków, któreby prowadziły poza okresem opadów choćby tylko nieznaczną ilość wód powierzchniowych.

Ta nadmierna jednak przepuszczalność jest właśnie przyczyną nieurodzajów w latach, które odznaczają się, albo mniejszą aniżeli średnią wilgotnością, albo, co również nieraz było przyczyną klęski, mniej jednostajnym rozkładem opadów w okresie wegetacji. Statystyka rolnicza wykazuje, że z powodu posuchy w 6-letnim okresie zaledwie dwa zbiory są normalne, gdy w pozostałych latach zbiorów albo niema zupełnie, albo są mniej niż średnie. Ten fatalny stan, nie sprzyjający normalnemu rozwojowi gospodarczemu, odczuwano zawsze

dotkliwie i usiłowano mu zapobiedz przez zaprowadzenie nawodnienia na całym „Agro“ wodą rzeki Isonzo. Sporo jednak upłynęło czasu nim przyszła do skutku akcja zbiorowa, która jedynie mogła doprowadzić do upragnionego celu.

Dzięki energicznej inicjatywie pp. Dottori i inżyniera d-ra Vincentini'ego została zawiązana spółka wodna, której cel dostatecznie jasno określa już urzędowa jej nazwa „Consortio Acque dell'Agro Monfalconese“. Sporo jednak lat minęło nim spółka zdołała zaznaczyć swoją żywotność urzeczywistnieniem planów.

Przedewszystkiem natrafiono przy opracowaniu definitywnego projektu melioracji na brak inżynierów w Austrii, dokładnie obeznanych z techniką nawodnienia. Po odrzuceniu kilku nieodpowiednich krajowych projektów, trzeba było zwrócić się o pomoc do inżynierów włoskich. Zadanie opracowania projektu powierzono przedsiębiorstwu „Societa Italiana per Condotte d'acqua“, kończącemu właśnie w tym czasie roboty na kanale Villolosi. Towarzystwo to, które znakomicie wywiązało się z powierzonego mu zadania, objęło następnie budowę jazu na Isonzo, oraz kanałów głównego i drugorzędnych. Resztę robót wykonała i wykonuje spółka wodna po dziś dzień we własnym zarządzie.

W niespełna trzy lata po oddaniu robót, bo w r. 1905, ukończyły i oddało przedsiębiorstwo spółce do użytku jaz, służący wpustowaj kanał główny. Chwilę tę, długo oczekiwaną, upamiętniono wydawnictwem cennej monografii zatytułowanej: „L'Agro Monfalconese e la sua Irrigazione“.

Sposób nawodnienia gruntów w Monfalcone przypomina, jak to we wstępie zaznaczono, w wielu punktach melioracje północno-włoskie. Spotykamy tu przedewszystkiem nietylko znane nam połączenie nawodnienia z wyzyskaniem siły wodnej, ale

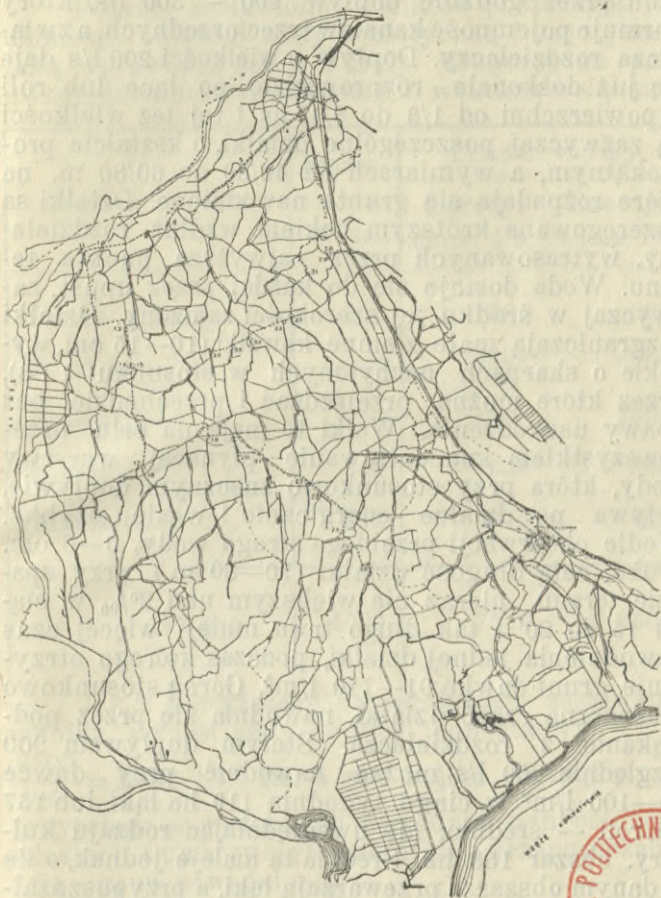
także i tę samą technikę nawodnienia szczegółowego.

Po tych kilku uwagach ogólnych przedstawimy w kilku zarysach te ciekawe roboty meljoracyjne.

Główny kanał nawadniający, który odgałęzia się z Isonza pod miasteczkiem Sagrado, poprowadzono ze względu na uzyskanie siły wodnej wzdłuż wschodniego boku trójkąta, równoległe do linii kolei południowej, która łączy wyżej wspomnianą miejscowość z miasteczkiem Monfalcone. Trasa kanału jest już choćby z tego względu ciekawą, że zwierciadło wody w kanale leży prawie na całej długości ponad niwelletą linii kolejowej. Wskutek tego natrafił projekt początkowo na poważne trudności, które usunięto dopiero po licznych pertraktacjach i dochodzeniach wodno-prawnych. Zatwierdzenie tej jednak właśnie trasy umożliwiło założenie na kanale głównym 6-ciu stopni na których, dzięki wprowadzeniu w kanał główny większej ilości wody od faktycznej potrzebnej do celów nawodnienia, uzyskuje się wcale znaczną siłę 2319 K. P.

Dla ułatwienia racjonalnego nawodnienia podzielono Agro na 36 działów, z których każdy tworzy w sobie zamkniętą całość nie zależną od pozostałych innych. Teoretycznie rzecz biorąc, wystarcza stały dopływ 1.5—1.7 l/s i ha do przeprowadzenia nawodnienia zwilżającego, — praktycznie jednak, jak wspomniano, niepodobna użyć z pożytkiem tak małych ilości wody. Dopływ jednakowy trzeba było jeszcze znacznie zwiększyć, gdyż wedle doświadczeń poczynionych okazało się, że ekonomicznie da się rozprowadzić dopiero ilość wody nie mniejsza od 200 l/s; mniejszy dopływ gubi się po prostu na terenie bez skutku. Nie mniejszą rolę odgrywają straty wody w sieci kanałów i rowów rozprowadzających, które dochodzą w tutejszych gruntach przepuszczalnych do 40 % objętości wody, ujętej do nawodnienia.

Sytuacja nawodnienia Agro Monfalconese.



Objaśnienia znaków:

- Kanal główny. Kanaly drugorzędne.
—— Kanaly trzeciorzędne.



Z tych więc powodów doprowadza się zamiast stałego dopływu 1.5 lub 1.7 l/s i ha, raz w tygodniu przez godzinę dopływ 200 — 300 l/s, który normuje pojemność kanałów trzeciorzędnych, a zwłaszcza rozdzielaczy. Dopływ o wielkości 200 l/s daje się już doskonale rozprowadzić po łące lub roli o powierzchni od 1/3 do 8/15 ha i tej też wielkości są zazwyczaj poszczególne działki, o kształcie prostokątnym, a wymiarach od 40/60 do 60/80 m. na które rozpadają się grunta nawodnione. Działki są uszeregowane krótszym bokiem wzdłuż rozdzielaczy, wytrasowanych przez najwyższe punkta terenu. Woda dostaje się do każdej przez upust, zazwyczaj w środku jej szerokości założony. Działki rozgraniczają małe ziemne kawałki (10—15 cm. wysokie o skarpach nachylonych w stosunku 1:3), przez które można przejeżdżać i przechodzić bez obawy uszkodzenia. Wałki te mają na celu przede wszystkim koncentrowanie płynącej warstwy wody, która przy stosunkowo znacznym dopływie, spływa po działce energicznie i wcale szybko. Wedle obserwacji przebiega struga wody, 5—6 cm. gruba, całą długość działki (70—80 m.) przy spadzie terenu nieraz nie większym nad 2‰ w ciągu 15 do 20' i tak długo trwa mniej więcej czas nawodnienia jednej działki, podczas którego otrzymuje grunt dawkę 91—110 l/m². Górną stosunkowo nieznaczną część działki, nawodnia się przez podsiąkanie z rozdzielacza. Stałym dopływem 200 względnie 250 l/s można nawodnić przy dawce 90—100 l/m² w ciągu tygodnia 119 ha łąki lub 157 ha roli — średnio, nie uwzględniając rodzaju kultury. obszar 138 ha. Średnia ta maleje jednak, o ile w danym obszarze przewarżają łąki, a przypuszczalność gruntu jest znaczną, często do 110 nawet 100 ha na tydzień.

Cały obszar nawadniany podzielono na 5 głównych rozlewni, z których 4 zasilane są wodą z ka-

nałów drugorzędnych, a pozostała 5 ta wprost z kanału głównego.

Poniżej zestawiono wielkość poszczególnych działów, objętość wody teoretyczną i rzeczywistą jaką wprowadza się w kanały drugorzędne przy uwzględnieniu strat, powstałych wskutek wsiąkania:

Nazwa kanału:	Rozlewnia w ha.:	Ilość wody.	
		Teoretyczna: l/s.	Rzeczywista: l/s.
Kanał główny . .	106	325	325
S. Pietro	2458	4524	5200
Soleschiano . . .	750	1393	1665
Ronchi	344	636	660
Monfalcone . . .	342	632	660
Suma .	4000	7528	8500

Jak z powyższego szczegółowego zestawienia wynika, wynosi stały dopływ jednostkowy

$\frac{8500}{4000} = 2.125$ l/s i ha, a zatem jest największy od przyjętego w podobnych nawodnieniach północno-włoskich, tłumaczy się to nadmierną przepuszczalnością terenu nawodnionego.

Jaz i śluza wpustowa na rzece Isonzo, należą bezsprzecznie do największych i najwspanialszych, jakie kiedykolwiek wzniesiono w Austrii do celów melioracyjnych. Olbrzymie różnice między objętością małej a zwyczajnej wielkiej wody, oraz niepomierne masy rumowiska, jakie rzeka toczy pod-

czas wysokich stanów, zniewalały do nader ogłędnego projektowania i wykonania ujęcia wody. Jaz, usytuowany skośnie do nurtu rzeki, składa się z dwu części: ze stałej 414 m. długiej, oraz ruchomej, posiadającej 7 otworów po 2.5 m. światła, zamkniętych stawidłami. Fundament jazu spoczywa na pokładach żwiru dostatecznie wytrzymałych na ciśnienie, szczelność zaś osiągnięto przez zabicie podwójnej sciany wpust-palowej, ujmującej ławę betonową i sięgającej pod jej stopy do głębokości 4 m. Dla ochrony betonu przed niszczeniem działaniem toczącego przez rzekę rumowiska zostały zewnętrzne powierzchnie jazu wyłożone granitowym ciosem. — Z jazem ruchomym łączy się bezpośrednio śluza wpustowa o 6 otworach, każdy po 1.8 m. światła. Woda ujęta z rzeki dostaje się przez nią do osadnika, a stąd dopiero po przejściu przez śluzę t. zw. rezerwową, we właściwy kanał nawadniający. Osadnik ma śluzkę płuczącą, zapomocą której można zeń usunąć nagromadzony żwir i namuł. Stawidła śluz, tak upustowej jak i wpustowej, są poruszane windami o motorach elektrycznych. Właściwy kanał nawadniający usytuowany, jak wspomniano, wzdłuż wschodniej granicy Agro Monfalconese prowadzi wodę w objętości 21.5 m^3 , z której 8.5 m^3 zużywa się do celów nawadniania, a reszta po odtrąceniu strat służy do wytworzenia siły motorycznej. Profil kanału przyjęto trapezowy o stałej głębokości napełnienia 1.8 m., a zmiennej szerokości dna i zmiennem nachyleniu skarp. Poniższe zestawienie daje nam charakterystyczne daty dotyczące głównego kanału nawadniającego.

W partjach, w których trasa kanału natrafia na żwiry, wykonano uszczelnienie przez obrukowanie tak dna, jak i skarp kanału; w tych przestrzzeniach dochodzą prędkości do 1.55 m/s, gdy normalna prędkość w profilu nieubezpieczonym wynosi zaledwie 0.9 m/s.

L. porząd- kowa	Przekrój normalny		Szerokość dna	Głębokość napętnienia	Nachy- lenie skarp.	Spad	Prę- d- kość V m/s.	Obję- tość Qm ³ /s.
	od km	do km						
1	0.	0.23690	8.80	1.80	1:1.5	0.0003	0.59	21.921
2	0.2369	1.2312	8.00	"	1:1	0.0003	1.051	18.066
3	1.2312	1.85752	7.75	"	1:1	0.0003	1.051	18.066
4	1.85752	3.35515	8.00	"	1:1.5	0.0003	0.846	18.294
5	3.35515	3.72400	5.50	"	0.5:1	0.00075	1.553	17.890
6	3.72400	5.82375	4.20	"	1:1	0.0006	1.35	14.580
7	5.82375	6.134	"	"	1:1	0.0006	1.35	14.580
8	6.13498	7.04625	6.50	"	1:1.5	0.0003	0.816	13.513
9	7.04625	8.000	4.20	"	1:1	0.0007	1.457	15.735
10	8.00000	8.97300	6.50	"	1:1.5	0.0003	0.816	13.513
11	8.97300	9.800	6.20	"	1:1.5	0.0003	0.814	13.040

Następujące zestawienie uwidocznia, w jaki sposób nadmiar spadku i wody został zużyty do wytworzenia siły w sześciu zakładach wodnych, a mianowicie:

	Miejscowość	km. trasy kanału	spad w m.	Obję- tość wody w litr.	Siła HP.
1.	Fogliano	1.231	2.10	15842	332.68
2.	Redipuglia	3.724	5.83	13938	812.58
3.	Ronchi	5.824	2.80	13068	365.90
4.	S. Polo	7.691	1.00	12881	128.81
5.	Monfalcone	8.973	2.80	12093	338.60
6.	"	9.800	2.82	12093	341.02
	Razem		17.35		2319.59

Zakładów wodnych nie opisujemy, ponieważ zostały one zupełnie w ten sam sposób wzniesione, jak poprzednio opisane na kanale Villoresi. To samo dotyczy również wodomierzy, którymi odmierza się dopływ do kanałów drugo- i trzeciorzędnych.

Kanały drugorzędne odgałęziają się tutaj również bezpośrednio powyżej stopni, i tak:

Kanał	S. Pietro	przy	stopniu	Fogliano
"	Soleschiano	"	"	Redipuglia
"	Ronchi	"	"	Ronchi
"	Monfalcone	"	"	Monfalcone I

Trasę kanałów trzeciorzędnych starano się o ile możliwości usytuować równolegle do istniejących dróg, względnie granic posiadłości gruntowych. Rozdzielacze, które odgałęziają się z kanałów trzeciorzędnych mają stosunkowo nie wielką pojemność 200 do 300 l/s. Typ przekroju rozdzielaczy uwidoczniiony na tablicy; szerokość dna tychże zmienia się w granicach od 0.3 do 0.8 m przy stałym stosunku nachylenia skarp 1:1. Spadki w rozdzielaczach są nieraz znaczne, dochodzą bowiem do 3.5⁰/₀₀.

Budowle na kanałach trzeciorzędnych i rozdzielaczach wykonane we własnym zarządzie spółki są tanie, i tak proste, że łatwo je w razie zepsucia naprawić lub nawet wymienić.

Na zakończenie jeszcze kilka dat przedstawiających rozmiar i koszt powyżej opisanych robót melioracyjnych.

	Długość w km.
Kanał główny	11.931 "
Kanały drugorzędne.	19.575 "
" trzeciorzędne	103.882 "
Rozdzielacze	269.000 "
Razem	<u>404.388</u> km.

Ze względu na znaczną przepuszczalność po

dłóża nie przeprowadzono odwodnienia systematyczną siecią kanałów i rowów osuszających. Po-
przestano jedynie na wykonaniu jednego kanału
o długości 5 km. który właściwie ma na celu nie
tyle osuszenie, ile odprowadzenie nadmiaru wody,
pozostałego w kanałach nawadniających.

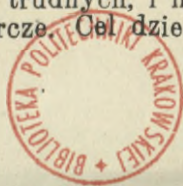
Z obiektów zasługują przede wszystkim na
uwagę liczne syfony, wykonane w celu skrzyżo-
wania dróg z rowami nawadniającymi. Wykonano
je z betonu, jako konstrukcje równie proste jak i
praktyczne. Liczne mostki wykonano również z
betonu, a przepusty z rur cementowych. Ogółem
wykonano syfonów 502, mostków 122, przepustów
77, śluzek spustowych 1532, a ilość ta jeszcze nie-
ustannie wzrasta w miarę uzupełnienia sieci ro-
wów nawadniających.

Koszta budowy są znaczne, dochodzą do
3.870.346 koron, a rozkład ich jest następujący:

1) wykupno gruntów i praw wodnych	135.917	K.	19	h.
2) jaz i śluza wpustowa	296.131	"	16	"
3) kanał główny	963.095	"	74	"
4) kanały drugorzędne.	242.213	"	87	"
5) „ trzeciorzędne	509.309	"	53	"
6) rozdzielacze	905.572	"	00	"
7) kanał osuszający.	48.563	"	28	"
8) zakłady wodne	769.643	"	23	"

Razem 3.870.346 K. 00 h.

Wrażenie jakiego doznaje zwiedzający na-
wodnienia Monfalcone jest wprost imponujące. Za-
dziwiają tu w równej mierze i znakomita technika
wykonania robót, nieraz bardzo trudnych, i nie
mniej znakomite rezultaty gospodarcze. Cel dzieła
wytknięty — w całości osiągnięto.



W celu... wyczerpanie...
Wyczerpanie...
Wyczerpanie...

Wyczerpanie...
Wyczerpanie...
Wyczerpanie...

1) Wynagrodzenie i prawo	182017 K. 19 p.
2) Wynagrodzenie	206131 " 10 "
3) Wynagrodzenie	208022 " 74 "
4) Wynagrodzenie	21218 " 87 "
5) Wynagrodzenie	500000 " 62 "
6) Wynagrodzenie	500000 " 00 "
7) Wynagrodzenie	48000 " 23 "
8) Wynagrodzenie	500000 " 28 "

Razem . . . 3.370.336 K. 00 p.

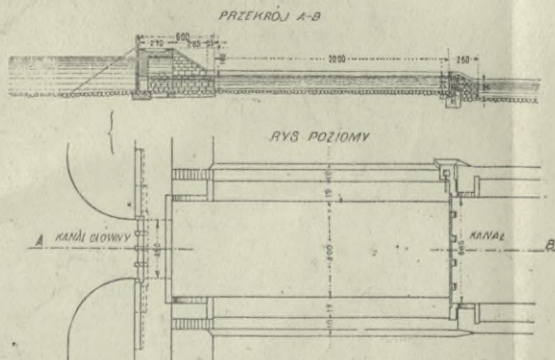
Wzrost...
Wzrost...
Wzrost...



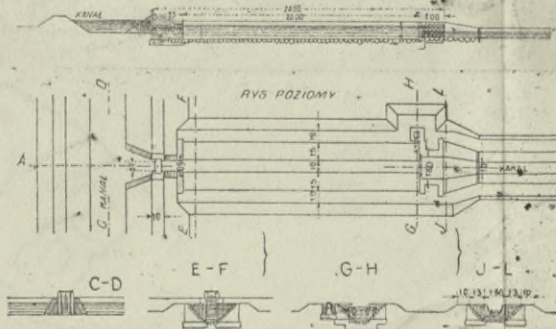
Nawodnienia we Włoszech Północnych i na Pobrzeżu Austryjackim.

KANAŁ VILLORESI.

WPUST I WODMIERZ DLA KANAŁÓW DRUGORZĘDNYCH



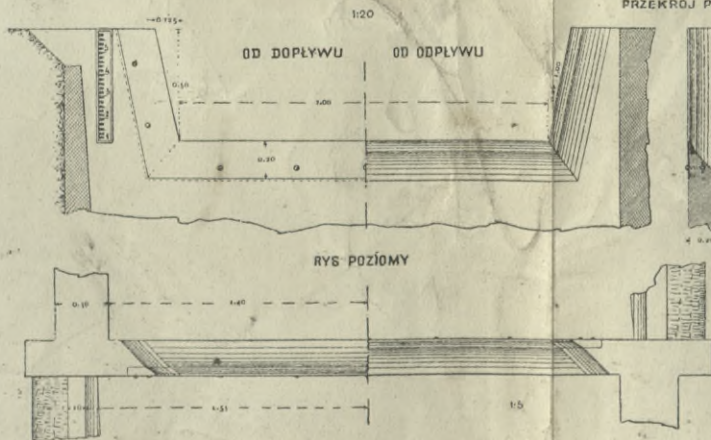
WPUST I WODMIERZ DLA KANAŁÓW TRZECIORZĘDNYCH



KANAŁ VILLORESI I VIZZOLA 160

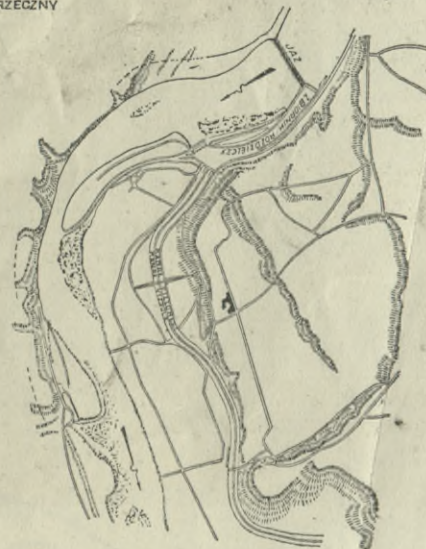


PRZELEW NA MODUŁ SYSTEM GIPOLETTI

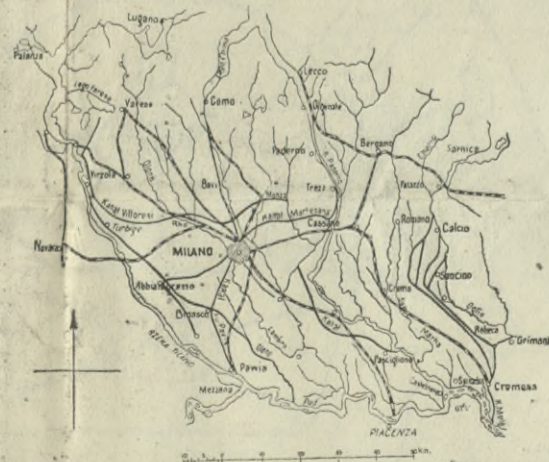


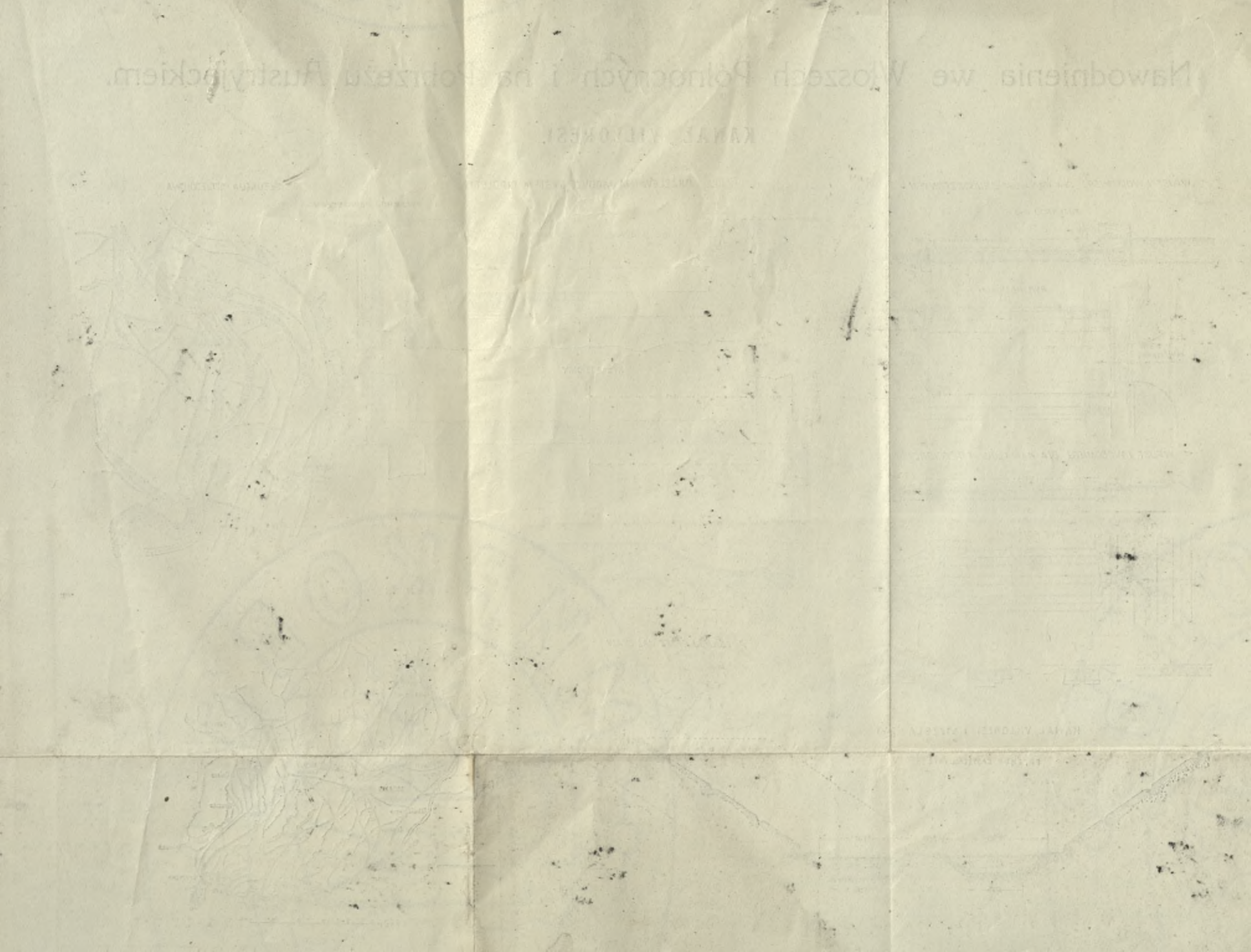
PRZEKROJ POPRZECZNY

SYTUACJA SZCZEGÓLNA



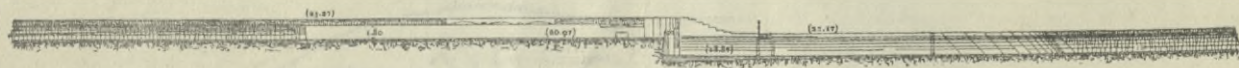
Sytuacja kanału Villoresi



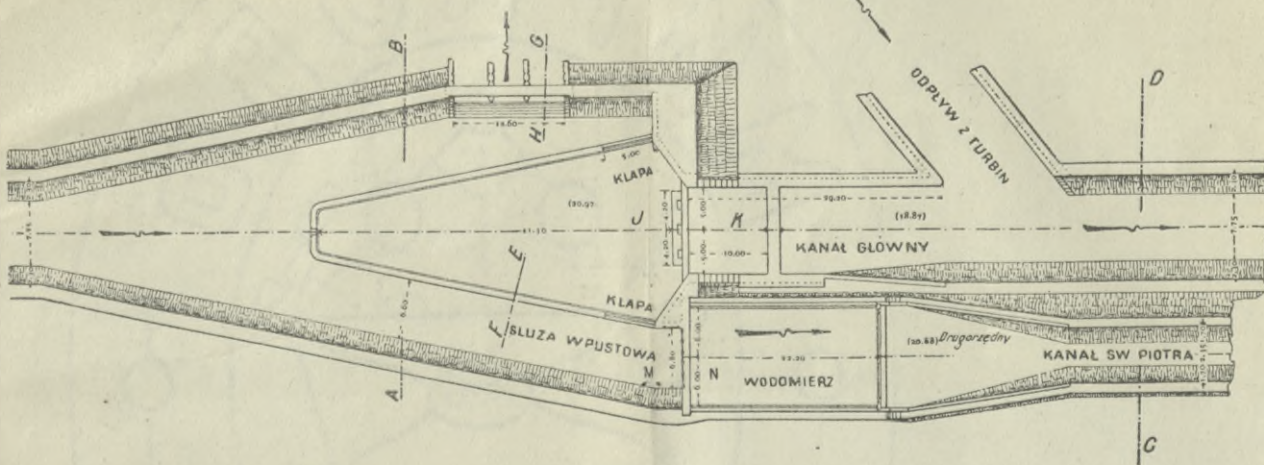


Nawodnienia we Włoszech Północnych i na Pobrzeżu Austriackim.

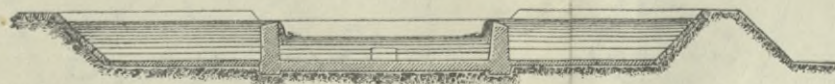
PRZEKRÓJ PODŁUŻNY



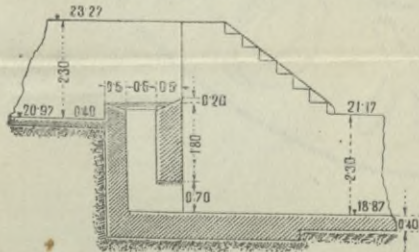
ZAKŁAD WODNY W FOGLIANO.



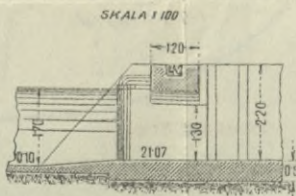
PRZEKRÓJ A-B



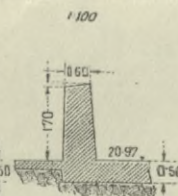
PRZEKRÓJ J-K



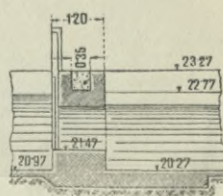
PRZEKRÓJ G-H



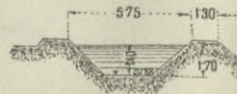
PRZEKRÓJ E-F



PRZEKRÓJ M-N

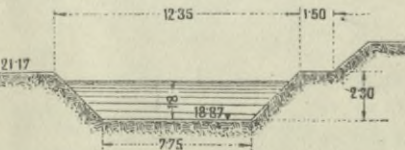


SKALA 1:100



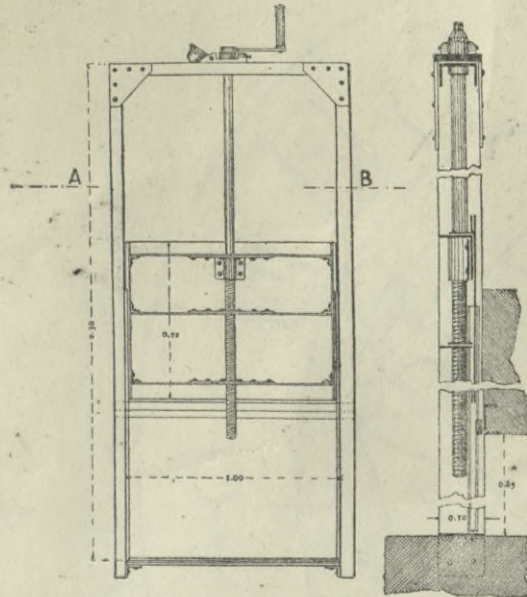
PRZEKRÓJ C-D

1:200



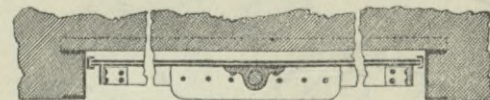
SŁUŻKA NA KANAŁACH TRZECIORZĘDNYCH

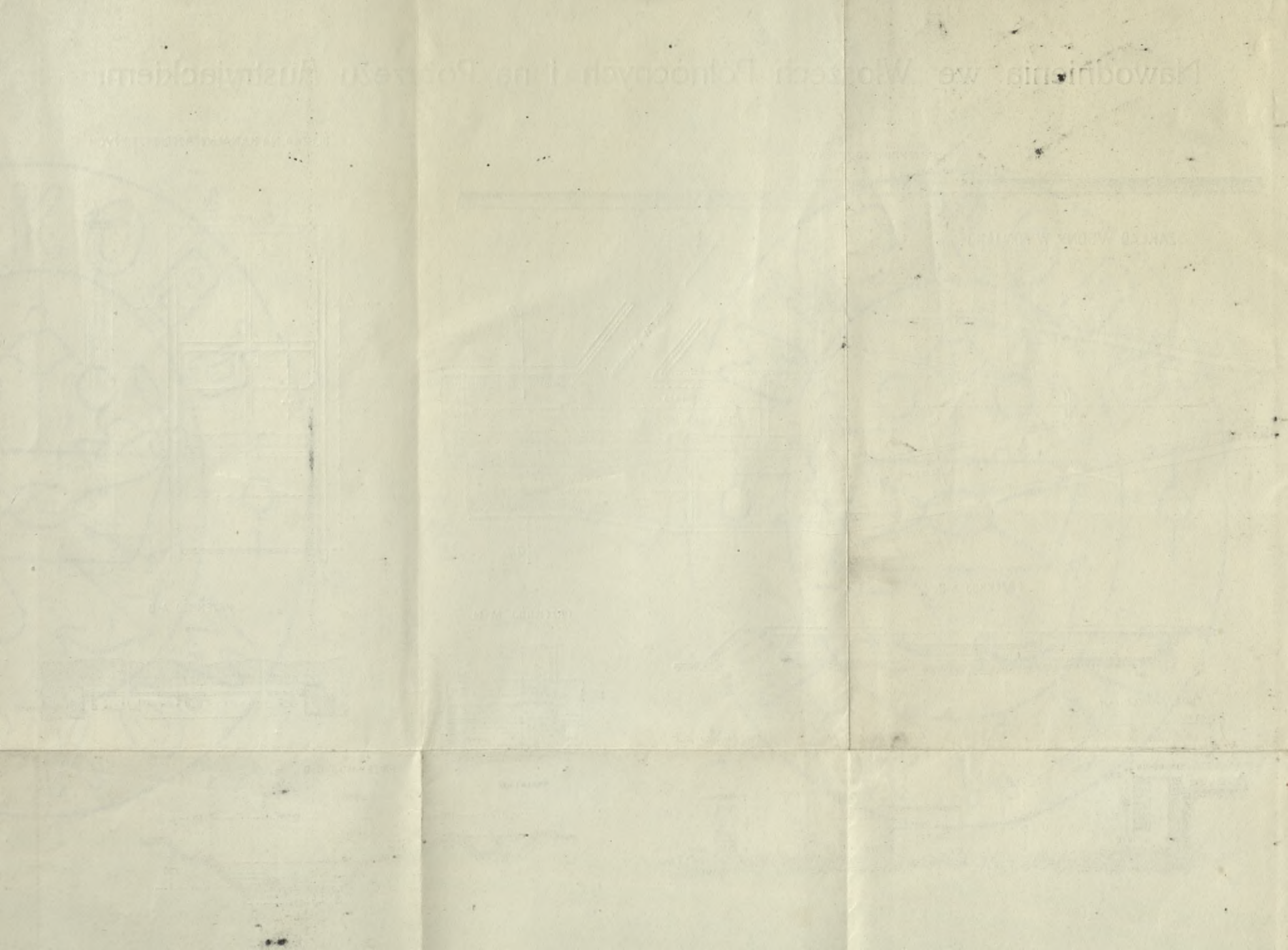
1:20

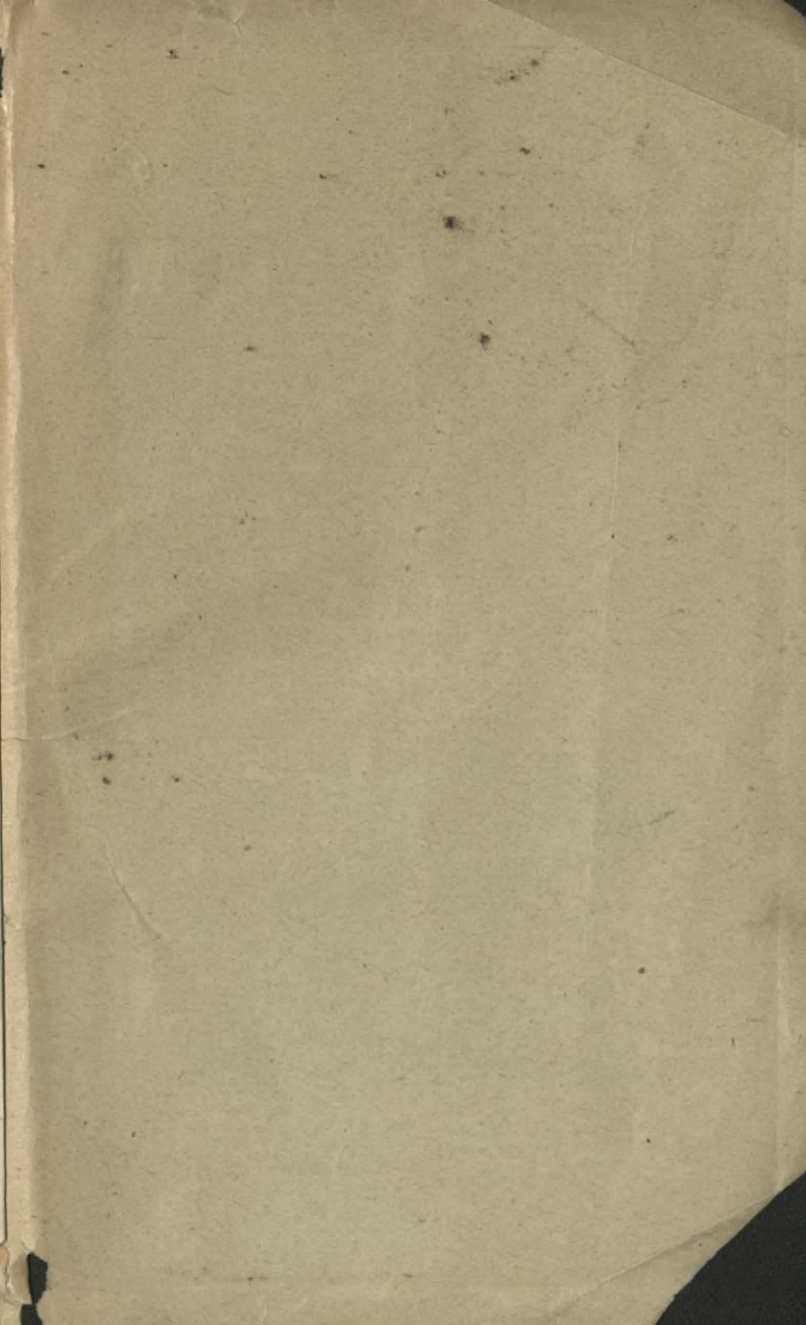


PRZEKRÓJ A-B

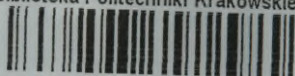
1:10







Biblioteka Politechniki Krakowskiej



I-302201

I-586

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000325774