

SPOSÓB OZNACZANIA ZAWARTOŚCI CUKRU W ROŚLINACH CUKRODAJNYCH,

JAKO TEŻ

ODDZIELANIA W OGÓLE CIAŁ ROZPUSZCZALNYCH OD NIEROZPUSZCZALNYCH,

PODANY

przez Dra H. Scheibler'a ¹⁾.

Przekład z „Deutsche Zuckerindustrie,“

opracował K. Czapuczyński.

Dokładne oznaczenie zawartości cukru w roślinach cukro-
nośnych, przerabianych w fabrykach w celu otrzymania cukru,
stanowi dla racjonalnego prowadzenia przerobu nieodzowne i w wy-
sokim stopniu ważne zadanie. Zadanie to starano się w chwili
obecnej rozwiązać w cukrowniach drogą pośrednią, w ten miano-
wicie sposób, że oznaczono ilość cukru zawartego nie w samych
burakach lecz w soku z nich otrzymanym, a znalezioną w ten
sposób ilość cukru odnoszono do buraków, na podstawie hipote-
tycznego rachunku i przyjęcia pewnego oznaczonego procentu so-
ku zawartego w burakach. Zwykle przy takim oznaczeniu przy-
jmuje się 94 do 95 % soku w burakach, a znalezioną ilość cukru
w soku dla odniesienia jej do wagi buraka, zmniejsza się w sto-
sunku 100 : 94 lub 100 : 95. Że metoda ta jest racjonalną i zu-
pełnie słuszną w tym tylko razie, gdy buraki rzeczywiście za-
wierają 94 lub 95 %, jest to rzeczą oczywistą; w każdym zaś in-
nym razie, na podstawie tego rachunku, dojdziemy do mniej lub
więcej nieprawdziwych wyników, a wnioski z nich wyprowa-
dzone dla samego prowadzenia przerobu, będą raczej szkodliwe
niż pożyteczne. Ponieważ jednak przekonano się na drodze prak-
tycznych doświadczeń, że procent soku w burakach zmienia się
w daleko obszerniejszych granicach, dla otrzymania więc dokład-

¹⁾ Patentowany w Niemczech w d. 2 maja 1878 r. pod tytułem: „Metoda
wylugowywania cukru i przyrząd do wylugowywania ciał w ogólności.“

nych rezultatów przy oznaczaniu ilości cukru w burakach, należało użyć ścisłej metody oznaczania ilości zawartego w nich soku, a tej właśnie aż do ostatnich czasów podać nie umiano. Stowarzyszenie fabrykantów cukru Państwa Niemieckiego, oceniając całą ważność tego zadania, ogłosiło powtórnie konkurs i naznaczyło nagrodę 3 000 marek za rozwiązanie następującej kwestyi:

„W jaki sposób na drodze chemicznej lub fizycznej szybko i dokładnie oznaczyć można ilość cukru krystalicznego (trzcinnego) zawartego w burakach cukrowych?”

W motywach tego konkursowego zadania między innemi powiedziano:

„Ponieważ wszystkie znane dotychczas sposoby oznaczania cukru, w części błędne, w części zaś zbyt złożone i niedające się szybko wykonać, są nieodpowiednie i niewystarczające, przeto ze względu na znaczenie, jakie dla kontroli i oceniania przebiegu przeróbki buraków, przedstawia dokładność oznaczania cukru w burakach, ogłasza się konkurs i wyznacza nagrodę, dla zachęcenia do rozwiązania tego ważnego zadania.” (Czasopismo Stowarzyszenia Cukrowników Niemieckich z r. 1876, str. 261).

Zadanie to rozwiązał *dr. Scheibler*, wyciągając cukier z substancyj roślinnych cukrodajnych, rozdrobnionych w sposób odpowiedni celowi, za pomocą małych ilości ciał rozpuszczających cukier (np. alkoholu, wysoku drzewnego, lub innego jakiegokolwiek ciała lotnego, rozpuszczającego cukier). *Marggraf*, który odkrył obecność cukru w burakach, używał także alkoholu dla oznaczania ilości cukru w nich zawartego,—jednak w sposób odmienny i w zasadzie różny od sposobu *dr. Scheibler'a*. Według metody *Marggraf'a*, kawałek buraka wycięty ze środkowej jego części, po zważeniu rozdzielany był na cienkie plasterki, które po ostróznem wysuszeniu rozdrabniano przez mielenie lub utłuczenie na proszek a ten dopiero poddawany był działaniu spirytusu (70 % według Trallesa = 0,99 cent) dla wylugowania cukru. Tak otrzymany wyciąg spirytusowy, zazwyczaj w znacznej objętości, parowany był do suchości—a pozostałość, którą uważano za cukier, była ważona. Później dopiero, kiedy przekonano się, że pozostałość ta obok cukru zawierała w sobie popioły (oprócz innych jeszcze niecukrowych substancyj), oznaczono takowe przez spalenie osadu otrzymanego z parowania spirytusu i odjęcie jego wagi od ogólnej; w ten sposób uskutecziano małą poprawkę w oznaczaniu ilości cukru.

Ten sposób postępowania, który aż do czasu wprowadzenia do praktyki cukrowniczej przyrządu polaryzacyjnego, a więc aż do czterdziestego roku pozostawał w użyciu, wymagał znacznych ilości spirytusu, był zbyt długi, mozolny i w każdym razie niedokładny.

Sposób obmyślany przez *dr. Scheibler'a* różni się we wszystkich punktach od starego sposobu *Marggraf'a*; jedynie tylko uży-

cie alkoholu przedstawia z nim pewną łączność. Metoda *Scheibler'a* usuwa potrzebę przygotowywania wysuszonych plasterków buraków (lub każdej innej roślinnej substancji),—wymaga dla dokładniejszego nawet wylugowania cukru bardzo małych ilości i to rozcieńczonego spirytusu,—zamiast parowania do suchości i ważenia tak wysuszonego osadu, wprowadza metodę optyczną oznaczania cukru,—cała wreszcie czynność daje się uskutecznić w ciągu godziny zaledwie, gdy tymczasem metoda *Marggrafa* wymagała kilku dni czasu. Przyrząd, którego *dr. Scheibler* używa do oznaczania ilości cukru w burakach według swej nowej metody, składa się z przyrządu ługującego, połączonych za pomocą korków kauczukowych w dolnej swej części z kolbką wymiarową, w górnej zaś z oziębialnikiem *Hofmann'a*. Przyrząd ługujący składa się z dwóch rurek szklanych, jedna w drugą wchodzących i szczelnie przez oszlifowanie zamykających się w górnej części. Rurka wewnętrzna, zwężona w dolnej części i ucięta ukośnie, zatyka się w dolnym końcu krążkiem filcu, asbestem, bawełną lub wreszcie siatką metaliczną—tak, ażeby płyn mógł przez nią przechodzić i służyć do przyjęcia ciała, które ługować zamierzamy. Rurka ta w górnej swej części, cokolwiek niżej miejsca, którem wchodzi w oszlifowaną u góry rurę zewnętrzną, posiada po bokach 2 lub więcej otworków, o średnicy 5 do 6^{mm}. Cała rurka wypełnia się badaną substancją, aż po otwórki.

Dla przykładu sposobu użycia przyrządu, opiszemy postępowanie przy oznaczeniu cukru w burakach, ponieważ użycie przyrządu do wyciągania innych substancji rozpuszczalnych, odbywa się w sposób zupełnie podobny. Oznaczenie cukru za pomocą powyżej opisanego przyrządu odbywa się w taki sposób, że drobno utartymi lub w jakikolwiek bądź inny sposób rozdrobnionymi burakami, w odpowiedniej dosyć znacznej ilości ładuje się delikatnie i lekko za pomocą szklanej pałeczki i lejka przystosowanego do rurki poprzednio opisanej—całą rurkę aż po boczne otworki. Następnie, po napełnieniu kolbki wymiarowej do połowy—alkoholem, cały przyrząd składa się, t. j. dolną część rury łączy się z kolbką napełnioną alkoholem, a górną z oziębialnikiem *Hofmann'a*. Można także, co nawet będzie lepiej, zamiast napełniania kolbki alkoholem przed zestawieniem przyrządu, odmierzyć alkohol za pomocą osobnej rurki i puszczać go przez środkową rurę oziębialnika przez cały przyrząd, przyczem alkohol nasycy najprzód substancją zawartą w rurze (miazgą burakową) i następnie dopiero ścieka do kolbki. Po napełnieniu kolbki alkoholem w jeden lub drugi z powyżej opisanych sposobów i złożeniu całego przyrządu, poddaje się alkohol gotowaniu przez ogrzewanie na kąpeli (wodnej, z ługu solnego, olejnej lub piaskowej), przyczem jednocześnie przez oziębialnik umieszczony w górnej części przyrządu, przepuszcza się strumień zimnej wody. Pary alkoholu wznoszą się z kolbki i przechodzą do pierścieniowo-

cyldrycznej przestrzeni między dwiema rurami,—przyczem ciało zawarte w rurze wewnętrznej, zostaje także ogrzane do temperatury wrzenia—i wchodzi przez otwory boczne rury do rurki przechodzącej przez środek oziębialnika, tu się skraplają, ściekają na substancją zawartą w rurze ługującej i dostają się wreszcie znowu do kolbki. Po starannem uregulowaniu siły wrzenia spirytusu w kolbie, można pozostawić przyrząd samemu sobie; roztwór cukru będzie ciągle ściekać do kolbki aż do zupełnego wyługowania buraków. O zupełnem wyługowaniu użytej substancji,—do czego, jak np. dla buraków, wystarcza, stosownie do doświadczeń *dr-a Scheibler'a*, gotowanie przez $\frac{1}{2}$ do $\frac{3}{4}$ godziny,—można się łatwo przekonać w taki sposób, że pod koniec czynności, zmienia się kolbę, zastępuje ją inną napełnioną świeżym alkoholem, poddaje się powtórnemu wrzeniu i bada, czy odciekający spirytus zawiera jeszcze w sobie ślady cukru. Po ukończeniu ługowania substancji burakowej, przerywa się gotowanie przez usunięcie lampy i kąpeli, a przyrząd cały pozostawia się przez pewien czas w spoczynku, ażeby reszta płynu z rurki ściekła do kolbki i ażeby ostatnie porcje wydzielających się par spirytusu, zgęszczając się spłókały cząsteczki roztworu cukrowego, który mógł być uniesionym ku górze i przyleść do korka kauczukowego. (Dla uniknięcia wszelkich możliwych strat, używa się dla połączenia wzajemnego części przyrządu, dobrych korków kauczukowych, które nie wciągają w siebie roztworów cukrowych). Po zupełnem ostygnięciu kolbki, co przez zanurzenie jej w zimnej wodzie przyspieszyć można, traktuje się otrzymany w ten sposób wyciąg, kilku kroplami octanu ołowiu lub innego do klarowania roztworów cukrowych służącego środka, rozcieńcza wodą do kreski, filtruje się i polaryzuje w zwykły znany sposób, przyczem otrzymujemy procentową ilość cukru w stosunku do wagi miazgi burakowej użytej do próby. Dla oznaczenia cukru w burakach *dr. Scheibler* podaje następujące wymiary pojedynczych części przyrządu: rurka ługująca mieści w sobie 20 do 25 gr. miazgi burakowej, kolba zawiera na objętość 50 cm³ do znaczka. Można jednak nadać pojedynczym częściom przyrządu większe, np. podwójne wymiary, a objętość kolbki powiększyć do 100 cm³, zwłaszcza jeżeli dla otrzymania dokładniejszej przeciętnej, znaczniejszą ilość miazgi burakowej użyć zamierzamy. Moc spirytusu zależy od ilości miazgi burakowej, użytej do próby. Dla 20—25 gr. miazgi, *dr. Scheibler* używa zwykle do 25 cm³ alkoholu 90—94 % (0,8339—0,820, c. wł.); ostatecznie więc po dopełnieniu kolbki wodą do kreski cukier znajdować się będzie w roztworze spirytusu na 30—40 Trallesa ¹⁾ Przed dopełnieniem kolbki wodą do kreski, można pewną część alkoholu z kolbki wyparować a to w przypuszczeniu, że obecność alkoholu wywierac może pewien wpływ na wynik

¹⁾ Pewna ilość alkoholu pozostaje zawsze w wyługowanym włókniku buraków.

polaryzacyi. Wreszcie dla niektórych gatunków buraków można używać alkoholu nieco więcej rozcieńczonego (do pewnej granicy) aniżeli wyżej przytoczony, przyczem jednak po rozcieńczeniu płynu w kolbce, wytwarza się piana utrudniająca ustawienie poziomu płynu do kreski na kolbce. Cukier otrzymany przez wylugowanie z buraków, mających jak wiadomo słabo kwaśną reakcyą, przy gotowaniu w roztworze alkoholowym nie ulega przemianie (nie inwertuje się), jak o tem przekonały specjalne badania; dla tego też dodawanie do roztworu alkoholu w kolbce octanu ołowiu, wody wapiennej, wody barytowej lub innych związków alkalicznych, okazało się bezcelowem. Kwasy organiczne znajdujące się w burakach są oczywiście za słabe, żeby przez krótki czas gotowania roztworu cukrowego, wyrzucić mogły na cukier pewien dający się ocenić wpływ. Wyciągi alkoholowe, zwłaszcza z buraków pod koniec kampanii burakowej wziętych, traktowane roztworem *Fehling'a* dają wprawdzie słaby osad tlenku miedzi, ale toż samo zjawisko zauważyć się daje i w sokach rozcieńczonych, otrzymanych przez wyciśnięcie miazgi burakowej, a pochodzi ono jak sądzi *dr. Scheibler* nie od obecności cukru przemienionego, ile raczej od obecności innych ciał. W murce przyrządu, po zupełnem wylugowaniu części rozpuszczalnych, pozostaje włóknik burakowy (rdzeń burakowy) napojony alkoholem, który jeśli przywiążemy do tego pewną wartość, może być wysuszony przez wyssanie i przepuszczenie przez rurkę strumienia suchego powietrza, a następnie zważony wraz z rurką zważoną na początku próby, dla wykazania własnego jej ciężaru. Dla normalnych buraków otrzymał *dr. Scheibler* przecięciowo 4,5—5 % włóknika, w stosunku do wagi tychże, z czego możnaby wnosić, że reszta t. j. 95,5—95 % stanowiłaby wagę soku zawartego w burakach. Jeśli jednak w miazdze burakowej oznaczmy ilość cukru przez wylugowanie w sposób powyżej opisany, a jednocześnie z takiejże miazgi otrzymamy sok przez wyciśnięcie w silnej prasce i w tak otrzymanym soku oznaczmy cukier, to jak wiadomo ilość soku zawartego w burakach wziętych do próby da się wyprowadzić z równania:

$$100 \frac{z}{Z} = S$$

w którym z oznacza ilość cukru znalezionej w wyciągu alkoholowym z miazgi burakowej, Z —ilość cukru znalezionej przez polaryzację soku burakowego a S —ilość soku w procentach.

Ze znacznej liczby wykonanych w ten sposób prób, wnosić można że ilość soku w burakach zawiera się w granicach 88—92% gdy tymczasem ilość tę z oznaczenia ilości rdzenia czyli miazgsu burakowego na 94 do 95.5 przyjmowaćby należało. Wynika stąd, że w buraku, oprócz cukrodajnego soku, znajdować się jeszcze musi i woda niezawierająca cukru, a stanowiąca chemicznie składową jego część; za najnaturalniejsze zaś objaśnienie tego zjawiska musimy przyjąć pogląd, według którego miazgsz burakowy zawarty jest w buraku pod postacią wodanu (węglowodanu), łatwo przy

suszeniu tracącego wodę, a który w stanie suchym przedstawia się już jako bezwodnik.

Zresztą nie należy zamilczeć o tem, że oznaczenie ilości soku według podanego wyżej wzoru, łatwo może dać błędne wyniki; małe bowiem niedokładności i różnice polaryzacji, przy oznaczaniu wielkości z i Z , jak to łatwo zauważyć można, wywierają wielki wpływ na wielkość S .

Tem niemniej jednak, na podstawie doświadczeń zebranych przez *dr-a Scheibler'a* przy oznaczaniu cukru w burakach za pomocą ługowania alkoholem, można uważać za stanowczo dowiedzione, że przyjęte dotychczas w technice przypuszczenie, jakoby buraki przecięciowo 94—95 % soku zawierały jest fałszywem i że buraki zawierają raczej przecięciowo 90 % soku. Ten sam fakt dostatecznie już dowodzi, jak ważną jest nowa metoda *dr-a Scheibler'a* dla praktyki cukrowniczej.

Metoda jego oznaczania cukru w burakach, jak to łatwo zauważyć można, daje się również zastosować do oznaczania cukru w świeżej krajance burakowej, wysłodzinach dyfuzyjnych, węgłu zwierzęcym używanym do filtracji soków i t. p. Daje się ona zastosować nawet na wielką skalę w technice do otrzymania cukru z buraków lub innych roślin i to w stanie wysokiej czystości. Sposobu tego jednak *dr. Scheibler* dokładniej nie podaje, ma to być bowiem przedmiotem osobnego patentu. Przyrząd używany przez niego, różni się od podobnych przyrządów używanych np. do oznaczania oleju w nasionach i t. p. tem, że substancja poddawana ługowaniu, zostaje wystawioną na działanie par środka rozpuszczającego, które je ogrzewają i opiókują zarazem, przez co samo ługowanie uskutecznia się daleko prędzej i dokładniej. Jak widzimy z tego opisu, metoda ta może być zastosowaną do wylugowywania najróżnorodniejszych substancyj, przy użyciu rozmaitych lotnych środków rozpuszczalnych.

Patent, jaki otrzymał *dr. Scheibler*, wydany został:

1) Na opisany wyżej sposób wylugowywania cukru z buraków i innych roślinnych substancyj, zarówno jak i z ciał stałych w ogóle, za pomocą płynów lotnych, rozpuszczających cukier, a to w celu otrzymywania i oznaczania cukru zawartego w tych ciałach.

2) Na użycie opisanego przyrządu do oddzielania ciał rozpuszczalnych od nierozpuszczalnych, za pomocą płynów lotnych.

Dr. Scheibler, w osobnym dodatku do wydawanego przez siebie czasopisma, pozostawia fabrykantom cukru możność korzystania z tej metody, jeszcze w ciągu bieżącej 1878/9 kampanii, po osobnem porozumieniu się z nim co do honorarium za patent. Pre-numeratorowie czasopisma *dr. Scheibler'a* otrzymują pierwszeństwo i znizienie wysokości wynagrodzenia patentowego. Nowy przyrząd może być nabytym przez pośrednictwo *dr. Scheibler'a*.

W celu uzupełnienia i dokładniejszego uzasadnienia znaczenia swej metody, opisaney w nowem czasopiśmie cukrowniczym, *dr. Scheibler* przytacza w dalszym ciągu szereg rozmaitych uwag

i szczegółów, które dla praktycznego ocenienia nowej metody mają doniosłe znaczenie, a które nie mogły być pomieszczone w ogłoszeniu patentowem ¹⁾. Przedewszystkiem opisuje *dr. Scheibler* niektóre rozbiory buraków w czasie kompanii 1877 — 78, dokonane poczęści przez niego, poczęści przez dawniejszego jego asystenta *p. von Türpitz'a*. Dalszy szereg badań, nad burakami z r. 1878, był przedmiotem osobnego artykułu ówczesnego jego asystenta *dr. Burkhardt'a*. Obydwom tym panom składa *dr. Scheibler* najgorętsze podziękowanie za gorliwość i żywe zajęcie się jego metodą badania. Pierwsze prace, będące niejako podstawą tej nowej metody wykonał *dr. Scheibler* w grudniu 1876 r., oraz w styczniu, lutym i marcu 1877 r. Celem ich było bliższe określenie warunków, w jakich wykonywać należało doświadczenia, oznaczenie najodpowiedniejszych założonemu celowi wymiarów przyrządów, jak niemniej przekonanie się, czy przy wylugowywaniu na gorąco miazgi burakowej alkoholem, może mieć miejsce rozkład i inwersja cukru. Dokładny opis szczegółów tych badań pomija *dr. Scheibler*, oświadczając że wystarczającym będzie zaznaczyć, o czem zresztą poprzednio już wspominał, że rozkład cukru i jego inwersja, mimo słabokwaśnej reakcji soku burakowego, miejsca mieć nie może. Na dowód, że cukier w czasie gotowania w roztworze alkoholowym rozkładu nie doznaje, wykonany był szereg doświadczeń, które wykazać miały jednocześnie, czy wylugowanie cukru z buraków może być w zupełności osiągnięte i jaki wpływ obecność alkoholu wywierać może na rezultaty polaryzacji. W tym celu rura przyrządu, służąca do wylugowywania, ładowaną była warstwami ziarnistego przesianego pumeksu i najczystszej cukru ²⁾ sproszkowanego, polaryzującego 99,8% a mieszanina ta poddawana była ługowaniu w przeciągu 2 godzin. Do ługowania użyto 35cm³ alkoholu 50%, przy końcu przeto całej czynności roztwór cukru w 50cm³ kolbki mógł zawierać najwyżej 35% alkoholu. Otrzymane wyniki były następujące:

Nr Doświadczenia	Ilość użytego cukru	Otrzymana polaryzacja w stopniach	Obliczona polaryzacja w stopniach	Różnica
I	3,9088	29,8	29,95	— 0,15
II	6,0608	46,4	46,44	— 0,04
III	4,4002	33,8	33,87	— 0,07
IV	4,9688	38,1	38,07	+ 0,03
V	5,4006	41,5	41,38	+ 0,12
VI	5,8850	45,0	45,10	— 0,10
VII	4,4232	33,9	33,89	+ 0,01
VIII	4,5244	34,7	34,67	+ 0,03

¹⁾ Sprawozdanie z wyników tej metody badań przedstawione już było przez *dr. Scheibler'a* na zgromadzeniu Chemików w Hannoverze, d. 23 maja, 1878 (Zeitschrift d. V. für die Rübenzucker-Industrie, 1878, str. 472).

²⁾ Otrzymanego przez strącenie cukru alkoholem z nasyczonego roztworu rafinady.

Liczby te wykazują nam dowodnie, że wyługowanie jest doskonałe i zupełne,—gdyż różnice pomiędzy liczbami wziętymi z obserwacji i z obliczenia (średnio zaledwie 0,2 stop.) są nadzwyczaj małe i mogą być uważane za zwykły błąd i niedokładność w polaryzacji. Rezultaty te, zgodnie z oczekiwaniem *dr-a Scheibler'a*, dowodzą, że przy tej metodzie rozkład cukru nie następuje i że obecność alkoholu nie wywiera żadnego wpływu na wyniki polaryzacji. Rezultaty te jednak wymagają bliższego rozbioru, którego pominąć nie należy.

Możnaby tu mianowicie zarzucić, że mimo tej zgodności liczb otrzymanych z polaryzacji, z liczbami otrzymanymi z rachunku, zachodzi tutaj rozkład cukru, który jednak równoważy się przez podwyższenie polaryzacji, wywołane wpływem alkoholu. Zdaniem jednakże *dr-a Scheibler'a*, przypuszczenia tego stanowczo postawić niepodobna. Komisya, zwołana przez Stowarzyszenie Cukrowników Państwa Niemieckiego, przy ocenieniu pracy *dr-a Sichel'a* wyraziła wprawdzie zdanie, że roztwór cukru w płynach alkoholowych wywołuje silniejsze skręcenie płaszczyzny polaryzacji ¹⁾,—jednak tak objaśnienie to, jak również badania czynione w tym kierunku nie wykazały wcale, jak wielkiej zawartości alkoholu potrzeba do wywołania takiego silniejszego skręcenia. Ze względu właśnie na ważność kwestyi, przedsiębrał *dr. Scheibler* osobiście lub przez innych chemików liczne doświadczenia, z których niewątpliwie okazało się, że wyrzeczone powyżej przez Komisję twierdzenie, przynajmniej dla roztworów cukru zawartych w mniej niż 50% objętości (t. j. od 30 do 50 najwyżej) nie jest słuszne. Pogląd ten stwierdzają zresztą zarówno dawniejsze dane licznych badaczy, jak również i wspomniana wyżej praca *dr-a Sichel'a* ²⁾. I tak Iodin ³⁾ powiada, że „zdolność skręcania płaszczyzny polaryzacji cukru trzcinowego i prawoskrętnego cukru gronowego nie ulega pod wpływem alkoholu znacznej zmianie“, — a toż samo twierdzi *Hessel* ⁴⁾ utrzymując: że „50% objętości alkoholu nie wywiera żadnego wpływu na siłę zwracania roztworów cukrowych.“

¹⁾ Zeitschrift des Ver. f. d. Rübenzuckerind. d. D. R. 1877, str. 803.

²⁾ Tamże 1878, str. 779.

³⁾ Chemisches Centrblatt, 1864, str. 478.

⁴⁾ Liebig's Annalen, Tom 176, str. 98.

DROGA ŻELAZNA PRZEZ GÓRĘ SIMPLON.

Streszczenie sprawozdań pp. Huber'a i Lomel'a, przedstawionych Towarzystwu
Inżynierów Cywilnych w Paryżu w r. 1878.

Główny łańcuch Alp, dotychczas zaledwie w dwóch punktach przekraczają drogi żelazne, mianowicie: od wschodu linia przechodząca przez Brenner, która zapewnia komunikację zachodniej Austrii z Adryatykiem,—od zachodu zaś linia, przeprowadzona przez górę Cenis, która za wyłączeniem drogi żelaznej nadmorskiej, stanowi jedyną bezpośrednią komunikacją szynową pomiędzy Francją i Włochami. Od dawnego już czasu, ze względu na zadosyćczynienie wzrastającym potrzebom międzynarodowej komunikacji, starano się tak w Niemczech jak i we Francji, Szwajcaryi i Włoszech, zbadać warunki najbardziej odpowiadające zbudowaniu drogi krótszej, przy zastosowaniu zwykłych środków technicznych,—i w tym celu jednocześnie prawie poddano ściślejszym badaniom przejścia: przez Lukmanier (kanton Graubünden), przez górę Ś-go Gotarda (Uri), przez górę Simplon (Wallis) i kilka innych miejscowości. Szwajcaryja, dla której przejście przez górę Ś-go Gotarda z wielorakich względów przedstawiało się najkorzystniej, pozyskawszy dla swych celów Niemcy i Włochy w 1857 r., usunęła na drugi plan dwa inne główne projekty przejść t. j. przez Lukmanier i Simplon,—a to z powodu zbyt skrajnego położenia tychże miejscowości względem wszystkich zjednoczonych kantonów. Kierunek, wytknięty przez górę Ś-go Gotarda, nie był szkodliwym dla Włoch,—dla przyszłego Cesarstwa Niemieckiego był on bezporównania dogodniejszym jak przez Simplon a nawet przez Lukmanier,—dla Belgii i Anglii, wysyłających swe towary na wschód, nieznaczne zmiany w kierunku przejścia przez Alpy nie miały pierwszorzędnego znaczenia,—a co się tyczy Francji, to głos jej nie miał wówczas tej potęgi by przeciwżyć był wstanie zapatrywania Szwajcaryi i państw gotowych wspierać pieniężnie przedsięwzięcie, a to tem bardziej, że Francya, zajęta podówczas urządzeniem bezpośredniej komunikacji z Włochami przez Lyon i górę Cenis, na Turyn, jednocześnie dwóch tak olbrzymich ciężarów na swe barki brać nie mogła.

Wybierając kierunek przez górę Ś. Gotarda, nie lędzono się bynajmniej w Szwajcaryi, by przedsięwzięcie to miało być jednym z najłatwiejszych do wykonania, jak niemniej że warunki techniczne nie będą trudne. Miano jednakże na widoku tylko interes Szwajcaryi i Niemiec, a chcąc takowemu zadosyć uczynić, spodziewano się zarazem, że gdy tunel będzie wykonany, a kosztowne drogi dojazdowe zostaną zbudowane, to komunikacya ta nie będzie potrzebowała współzawodniczyć z żadną inną, i ilekolewby kosztowała opłacić się musi, mając dla siebie zapewniony monopol przewozu. Do podobnych przypuszczeń upoważniał zresztą podówczas brak praktyki przy budowie wielkich tuneli; od owego czasu jednakże okoliczności zmieniły się znacznie i to na niekorzyść przedsięwzięcia. Koncessya na budowę drogi przez górę Ś. Gotarda udzieloną została w 1869 r. i w tymże roku podpisana była międzynarodowa umowa pomiędzy państwami, zainteresowanymi w pomyślnem rozwijaniu się przedsięwzięcia.

Znanymi są powszechnie trudności, tak techniczne jak i finansowe, z jakimi przedsięwzięcie budowy tunelu przez górę Ś. Gotarda walczyć musi już od lat czterech. Przewidziany koszt robót, obliczony na podstawie map i badań przedwstępnych na sumę 200 milionów franków, po dokonaniu szczegółowych poszukiwań i poniesieniu znacznych wydatków, już w pierwszych latach budowy zwiększono o 102 milionów fr. Dojazdy do tunelu w dolinach otaczających, z powodu bardzo stromych pochyłości tychże, nie okazały się odpowiednio dogodnymi; dla uniknienia przeto zbyt wielkich wzniesień, należało wydłużyć linię a wykluczając dla drogi mającej obsługiwać międzynarodową komunikacyę szczególne systemy budowy, wyjątkowo tylko stosowane na krótkich kolejach górskich, (o trzeciej szynie środkowej, system Fell—lub o szynie trybowej, system Riggerbach i Wetli), inżynierowie przyjąć jednocześnie musieli profil podłużny ze wzniesieniami przechodzącymi nieco 25‰.

Na teraz Towarzystwo jest w nieporozumieniu ze swym głównym przedsiębiorcą, akcyonaryusze straciwszy wiele pieniędzy zaczynają tracić nadzieję doczekania się końca budowy, Państwa zainteresowane w przedsięwzięciu odmawiają współudziału w poniesieniu dodatkowych kosztów,—i zaledwie z wieloma zastrzeżeniami zdolano pozyskać 28 milionów na pokrycie wyżej wzmiankowanych 102 milionów. Po ukończeniu robót i otwarciu ruchu da się dopiero ocenić, ile kosztować będzie wyzysk drogi żelaznej, zbudowanej w podobnych warunkach i jakie opłaty ciążyć będą na przewożonych towarach.

Jakikolwiek jednakże jest stan obecny i cokolwiek nastąpi w przyszłości, to nie mniej tunel S. Gotarda jest już wykonanym w $\frac{2}{3}$ całkowitej jego długości, wynoszącej 15 kilometrów,—a jakikolwiek dojazdy do tunelu nie są jeszcze nawet rozpoczęte, to jednakże prędzej czy później wszystko to zostanie dokonaniem i otwarciem drogi przez górę Ś. Gotarda stanie się faktem spełnionym. To co jest obecnie postrachem tylko dla Francyi, stać się może

wtedy czynnikiem bardzo szkodliwie oddziaływającym na jej interesy, jeżeli w czasie właściwym nie przeciwstawi Francya przedsięwzięcia, mogącego współzawodniczyć z drogą S. Gotarda, ze względu na lepsze ekonomiczne warunki, wśród których powstało.

Patrzac na kartę dróg żelaznych środkowej i zachodniej Europy, łatwo sobie można zdać sprawę, że przebicie Alp w przedłużeniu tego kierunku jaki przyjmuje Ren w biegu swoim od Bazylei aż po granicę Holandyi (Gotard) utatwi odpływ towarów z całych Niemiec, — że otwarta w ten sposób komunikacya stać się może drogą przewozową dla towarów wysyłanych z Belgii i Anglii do Włoch, — a nadto że towary wysyłane ze wschodniej Francyi przez Gotard, muszą przechodzić przez alzacko-lotaryngskie drogi żelazne, ustąpione Cesarstwu Niemieckiemu, a przytem przecinać Szwajcaryą w poprzek i to na znacznej długości.

Rozważając kierunki ruchu towarów po liniach dróg żelaznych nie trudno jest dopatrzeć się w nich niejakiemu podobieństwu z prawami odpływu wód w strumykach, potokach i rzekach. Dla każdej pierwszorzędnej drogi żelaznej, można z pewną ściślnością oznaczyć granice przestrzeni objętej zakresem jej działania czyli rozległość kotliny przypyływu — i to biorąc tylko pod uwagę względne odległości ognisk handlu i przemysłu, jak również wysokość opłat i stawek taryfowych. Stosownie do obliczeń p. *Vauthier'a*, autora jednego z projektów drogi żelaznej przechodzącej przez Simplon ¹⁾, linia działowa dla towarów kierujących się na Gotard i Cenis, schodzi się we Francyi mniej więcej z linią prostą, przeprowadzoną od Besançon'u do Havru, pozostawiając Paryż cokolwiek na zachód — a długość drogi prowadzącej z Paryża (położonego prawie na linii działowej) do Medyolanu t. j. do środkowego punktu północnych Włoch, wynosi przez Gotard 898 klm., przez Cenis zaś 954 klm. W razie zbudowania drogi żelaznej przez Simplon, odległość pomiędzy Paryżem a Medyolanem zmniejszy się do 832 klm. — naturalnem więc następstwem wstawienia tej nowej drogi przewozu dla towarów, między dwie powyżej rozważone, będzie zupełny przewrót w ruchu towarów, gdyż linie działowe dla drogi żelaznej prowadzącej przez Simplon przejdą z jednej strony wzdłuż Renu, z drugiej po kierunku równoległym od głównego łańcucha Alp, w przedłużeniu linii z Simplonu na Lyon. Odległości pomiędzy Paryżem a Marsylją, podane przez p. *Vauthier'a* dla dróg prowadzących przez góry Cenis, Gotard i Simplon są wzięte wprost z map kolejowych.

Aby móżd stanowczo oznaczyć linie działowe, dla ruchu towarów, a tem samem usunąć wątpliwości jakie się nasuwają przy porównywaniu obliczenia teoretycznego z praktyką przewozu po drogach żelaznych, należy wziąć w rachunek te okoliczności, w obec których są wyzyskiwane linie górskie o silnych spadkach i wzniesieniach (mniejszą szybkość jazdy, kosztą ciągu znaczniejsze, zatem wyższe taryfy), czyli ocenić warunki, w jakich takowe się znaj-

¹⁾ „Le percement du Simplon“ par L. Vauthier. Paris. Germer-Baillère. 1875.

dują w porównaniu z drogami zbudowanymi na równinach. Odległości pomiędzy dwoma punktami o tyle tylko mogą być porównywane między sobą, o ile przy obliczaniu takowych brano pod uwagę wszystkie wzniesienia, czyli inaczej mówiąc gdy każda odległość, mierzona w rzucie poziomym na mapach, pomnożoną została przez odpowiedni współczynnik, odmienny dla każdej drogi i dający się tylko oznaczyć doświadczalnie. Wychodząc z tej zasady, odległości pomiędzy Paryżem i Medyolanem należy wyrazić porównawczo przez następujące liczby:

przez górę Cenis 1095 kilometr.

„ „ S-go Gotarda. . . 1070 „

„ „ Simplon. . . . 942 „

Powyższe liczby uwiadcniają korzyści przejścia przez Simplon, albowiem zysk dający się osiągnąć przez skrócenie odległości o 128 i 153 klm. jest tak znacznym, iż nie ulega wątpliwości, że drogą żelazną zbudowaną przez Simplon przesyłane będą i takie nawet towary, które ze względu na geograficzne położenie ognisk wytwórczości, raczej drogom sąsiednim prowadzącym przez Gotard lub Cenis przypaść by winny. O ile otwarcie tej krótszej drogi przewozu może oddziaływać na przemysł południowej i środkowej Francji, wytwarzając niektóre warunki wpływające na taniość zbytu,—o tyle dla dróg żelaznych francuskich, ściąganie na swe linie całego ruchu przechodowego (transit) towarów Belgii i Anglii, obsługiwane dotąd przez drogi niemieckie, nie jest do pogardzenia. Okoliczności, które tu przytoczyliśmy, są tak dalece ważne, że niewątpliwie rząd francuski lub też jakie prywatne Towarzystwo, da się skłonić do przedsięwzięcia robót zapewniających tak poważne korzyści,—a to tem więcej, że tylko przy współudziale francuskich kapitalistów urzeczywistnienie przewodniej myśli jest możliwem, gdyż Szwajcarya dzwigająca na swych barkach olbrzymie przedsięwzięcie budowy drogi Gotarda, o nowych podobnej natury robotach myśleć nie może, a inne Państwa, nie widząc w dokonaniu nowego dzieła bezpośredniego i natychmiastowego dla siebie zysku, poparcia finansowego niewątpliwie odmówią.

Jako przeciwstawienie powyżej wyszczególnionym korzyściom przytaczano, że droga żelazna zbudowana przez Simplon oddziałająca szkodliwie na stan Marsylii, jako miasta portowego. Gdyby nawet i tak być miało, względ powyższy nie mógłby przeważać szali interesów całej prowincji, a to tem więcej, że droga przechodząca przez Gotard, której wcześniejszemu czy późniejszemu otwarciu zapobiedz nie można nawet i w takim razie gdyby nie istniała droga przez Simplon, monopolizować będzie zawsze przewóz towarów, idących w ruchu przechodowym na daleki Wschód, do włoskich portów, szczególniej zaś do Brindisi, który to port w handlu międzynarodowym azyatyckim niewątpliwie pierwszorzędne zajmie miejsce na morzu Śródziemnem, sprowadzając Marsylią do roli portu, obsługującego wewnętrzne interesy Francji. Zarzucano również, iż tunel Simplonki, położony tak blisko granicy francuskiej, w razie wojny z Włochami stać się może groźnym dla interesów

Francyi, lecz zarzut ten zbito na podstawie warunków międzynarodowej umowy, zapewniających neutralność granicom Szwajcaryi—oraz powołując się na łatwość, z jaką Francya w razie rzeczywistego niebezpieczeństwa mogłaby bronić swych praw.

Powodując się jakoby względami strategicznymi, proponowano w zamian za przejście przez Simplon, przebicie tunelem góry Mont Blanc. Myśl taka mogła nęcić niejednen umysł, rzeczywistej jednakże krytyki wytrzymać nie zdołała i to tak ze względu na wymagania strategii, jak głównie i z tej przyczyny, że warunki topograficzne, nakazałyby drogę prowadzoną przez Mont Blanc kierować na Turyn, tak jak i uczyniono z drogą idącą z Lyonu przez Cenis, gdy tymczasem droga żelazna mająca współzawodniczyć z Gotardem musi prowadzić bezpośrednio do Medyolanu.

Przeprowadzenie drogi szynowej przez Alpy, w szczególności zaś przez Simplon, jak o tem powyżej wzmiankowaliśmy, zdawała już zajmowało umysły techników i finansistów. W 1860 r. *inż. Vauthier* opracował projekt tunelu, przecinającego górę Simplon u jej podstawy. W latach następnych inżynierowie francuscy, włoscy i szwajcarscy zajmowali się często tą kwestyą. Zdania były podzielone: projektowano przejście dołem przy bardzo długim tunelu, takżeż przejście górne znacznie krótsze, a nawet uniknięcie tunelu, przechodząc przez wawozy, przy użyciu odrębnego systemu budowy wierzchniej i taboru. Wymiana zdań w broszurach i przy rozprawach, doprowadziła wkrótce do przeświadczenia, że tunel z wejściem u podstawy góry ma za sobą wszelkie widoki powodzenia, zapewniając drodze warunki linii budowanych w dolinach—i że usunięcie z podłużnego profilu drogi, długich i silnych wzniesień oraz wypływające stąd obniżenie najwyższego punktu tunelu, należy poczytywać za okoliczność tak ważną dla drogi która ma obsługiwać znaczny ruch przechodowy towarów, iż w obec takowej, zwiększenie długości tunelu o parę kilometrów wtedy, gdy się już ma za sobą doświadczenie nabyte przy tego rodzaju robotach, nie może być uważanem za kwestyą pierwszorzędną ważności. Pomimo, iż konieczność przebicia góry Simplon u jej podstawy w zasadzie uznana została, to niemniej przecież przy szczegółowem oznaczeniu kierunku tunelu, projektodawcy różnili się w sposobach zapatrywania na rozwiązanie postawionego zadania. Jakkolwiek powszechnie przyjęty dla drogi żelaznej kierunku na przestrzeni od jeziora geneńskiego do samego prawie podnóża Simplonu (Brigue), narzucał niejako, przynajmniej od strony Szwajcaryi, punkt wejścia do wnętrza góry,—mimo to przecież *p. Lomel*, dyrektor Towarzystwa dr. żel. przez Simplon, oznaczył wysokości wejścia i wyjścia z góry na 711 i 687 m nad poziomem morza, przy długości tunelu 18 507 m. *P. Vauthier* zaprojektował tunel 18 442 metrów długi i z punktem najwyższym położonym o 30 metrów ponad odpowiedni punkt projektu *p. Lomel'a* a *p. Favre*, konstruktor tunelu Gotarda, w opracowanym przez siebie projekcie, wykazał długość tunelu Simplonńskiego na

20 050 m. punkty zaś wejścia i wyjścia z takowego na 678 i 645 m. nad poziomem morza.

Nie podając porównawczych spostrzeżeń nad rozmaitymi projektami przejścia przez Simplon, gdyż dla ocenienia takowych niezbędną byłaby dokładna mapa okolicy, nie możemy pominąć niektórych szczegółów odnoszących się do projektu *p. Lomel'a*, ze względu iż takowy w ostatnich latach (1876—78) został z niezwykle starannością i dokładnością opracowanym i jak na teraz ma najwięcej widoków urzeczywistnienia.

W następstwie upadłości dawnego Towarzystwa, „włoskich linii dr. żel.” utworzyło się w kantonie Vaud Towarz. dr. żel. przez Simplon, które postawiło sobie przedewszystkiem za zadanie, szybkie wykonanie projektu przebicia góry Simplon i zbudowanie dróg dojazdowych do tunelu tak od strony Włoch jak i od strony Szwajcaryi. Poruciło ono dyrektorowi swemu *p. Lomel'owi* (w 1875 r.) trudne zadanie wypracowania szczegółowego projektu, odnoszącego się do tego przedsięwzięcia. Poszukiwania, prowadzone w ciągu 1877 i 1878 r., dały bardzo korzystne wyniki albowiem sporządzony kosztorys, obejmujący roboty przy tunelu i drogach dojazdowych, obliczonym został na 111 milionów franków, czyli na sumę o nie wiele przechodzącą niedobór, jaki się wykazał przy budowie tunelu Gotarda. Koszt ten rozkłada się jak następuje:

Droga żelazna dojazdowa od strony północnej (Szwajcaryja) i przełożenie części istniejącej drogi, wraz z kosztem zbudowania nowej stacji „Brigue” 5 335 000

Tunel z urządzeniami mechanicznymi na czas budowy	74 100 000
Budowa wierzchnia i tabor	3 100 000
Droga dojazdowa od strony południowej (Włochy)	28 465 000

Razem 111 000 000

Potrącając z całej tej summy koszt zbudowania linii od strony Włoch (52 klm.), którego pokrycie zapewnione jest przez rząd włoski, przypadnie na budowę tunelu mało co więcej nad 82 milionów fr. Przy sporządzaniu kosztorysów brano za podstawę najwyższe ceny jednostkowe, obowiązujące w przeobionym kosztorysie na budowę drogi żelaznej S. Gotarda. Koszt wykonania samego tunelu obliczono po 4 000 fr. na 1 m. b., w przypuszczeniu że zajdzie potrzeba obmurowania takowego na całej długości, (przy Gotardzie cena przyjęta przez przedsiębiorcę *p. Favre* wynosi 2 800 fr. na 1 m. b. bez obmurowania) a dla budowy wierzchniej żelaznej, brano ceny jednostkowe tak wysokie, że przy obecnej obniżce cen żelaza i stali, możnaby dziś traktować o kupno części metalicznych po cenach 25% niższych od kosztorysowych. Że jednak wiercenie tunelu dokonywane będzie w ciągu lat kilku, należało się w tym względzie liczyć z możliwością podniesienia się terazniejszych cen żelaza i stali. (*d. n.*)

Al. Sadkowski.