INTROLIGATOR
Z WARSZAWY
A. SUCHAŃSKI
w RADOMIU.

ZASADY
BUDOWY I UTRZYMANIA KOLEI ŻELAZNYCH.

ZASADY

BUDOWY I UTRZYMANIA KOLEI ŻELAZNYCH.

625.1

II Dr. zel. 2732

ZASADY
BUDOWY I UTRZYMANIA
KOLEI ŻELAZNYCH.

Przez

STANISŁAWA JARMUNDA.

Tom I. — (TEXT).

LWÓW
Nakładem Autora.
1873.
Skład główny w Księgarni
GUBRYNOWICZA i SCHMIDTA
WE LWOWIE

BIBLIOTEKA PRZEGLĄDU KOLEJOWEGO * WARSZAWA *
3733
2

Przed dziesięciu laty ogłosiłem w Warszawie dwutomowe dzieło pod tytułem: „O budowie dróg i mostów". Przychylne przyjęcie, jakie znalazło to dzieło tak u ludzi fachowych, jak i w ocenieniu pism perjodycznych, zakupienie znacznej liczby egzemplarzy do bibliotek publicznych, polecenie wreszcie za podręcznik w służbie rządowej Królestwa, przekonały mię, iż praca moja odpowiedziała potrzebom i rzeczywisty przyniosła dla kraju pożytek. Pierwiastkowo miałem zamiar, jako dalszy ciąg wspomnianego dzieła w tomie trzecim, podać zasady budowy i utrzymania kolei żelaznych. Niezależne odemnie przeszkody nie dozwoliły mi w owym czasie zamiaru mojego doprowadzić do skutku. Pomimo upływu tak znacznego przeciągu czasu, brak w literaturze polskiej technicznej dzieła rozbierającego tę część nauki inżynierskiej w sposób wyczerpujący, dotąd nie został usunięty. Z drugiej strony, pracy podobnej z każdym dniem większa czuć się daje potrzeba. Znaczna ilość zbudowanych już i budujących się na ziemi polskiej kolei, równie jak wzrastająca liczba ludzi poświęcających się zawodowi inżynierskiemu, twierdzenie moje w tym względzie usprawiedliwia dostatecznie. Przerwaną zatem pracę podejmuję na nowo, nadając jej większe, niż początkowo zamyślałem rozmiary, a powiększenie to usprawiedliwionem jest ciągłym rozwojem tej obszernej gałęzi nauki inżynierskiej.

Zasady budowy i utrzymania kolei żelaznych obejmować będą dwa tomy, zktórych każdy oddzielną i do pewnego stopnia niezależną od drugiej, stanowić będzie całość.

Tom I. obejmie: Wiadomości wstępne, krótki rys historyczny rozwoju kolei żelaznych, wypracowanie projektu kolei, wykonanie robót ziemnych i drobnych połączonych z niemi robót.

Tom II. obejmować będzie całą wierzchnią budowę kolei — urządzenie stacyj i wszelkich znajdujących się na stacyach przyrządów, roboty dodatkowe, tabor, a w końcu zasady utrzymania już zbudowanej kolei.

Z dwóch tych tomów obecnie pierwszy oddaję pod sąd ogółu.

Jakkolwiek praca obecna osobną stanowi całość, jednakże pozostaje ona w wielu razach w związku z wiadomościami podanemi w dziele „O budowie dróg i mostów", szczególniej w dziale robót przygotowawczych i tak zwanego trasowania, dla tego też częstokroć wypadało mi się powoływać na wyżej wspomniane dzieło.

W całym ciągu pracy tej starałem się obznajmić czytelnika z wszelkiemi szczegółami tak przy sporządzeniu projektu, jak i przy wykonaniu robót najczęściej napotykanemi, podając jednocześnie zasady naukowe, na których rozwiązanie każdego zagadnienia opierać się powinno. Wreszcie podałem zupełnie wygotowany projekt wraz z obliczeniem kosztów dla kilku kilometrów projektowanej kolei, w celu obznajomienia czytelnika z formą zazwyczaj używaną.

Ocenienie o ile wykład mój odpowiada potrzebom i wymaganiom, o ile wyczerpuje tak ważny i obszerny przedmiot pozostawiam sądowi ogółu.

Co do mnie, wydając w języku polskim dzieło w przedmiocie, w którym literatura nasza jest tak ubogą, zdaje mi się, iż spełniam swój obowiązek i kładę jedną cegłę służyć mającą do zbudowania tego gmachu, nad którego wzniesieniem wszyscy pracować mamy obowiązek.

CZĘŚĆ PIERWSZA.

WIADOMOŚCI PRZYGOTOWAWCZE.

Rozdział I.

POGLĄD HISTORYCZNY.

§. 1.

Ze wszystkich środków komunikacyjnych najnowszym, ale zarazem i najdonioślejszym są koleje żelazne. Wynalazek ten od lat zaledwie kilkudziesiąt w życie wprowadzony, wywarł stanowczy wpływ na stosunki wszystkich ludów ucywilizowanych i śmiało rzec można zmienił postać całego świata. Z zastosowaniem tej nowej ducha ludzkiego zdobyczy, znikły prawie przestrzenie, granice i zapory naturalne, lub sztuczne, rozdzielające mieszkańców odległych krain, i postawiony został pierwszy stanowczy krok na drodze zlania się w jedną rodzinę, rozlicznych ludów po całej powierzchni kuli ziemskiej zamieszkałych. Handel i przemysł, a zatem ogólny dobrobyt i oświata, znalazły w kolejach żelaznych najdzielniejszego sprzymierzeńca, i niewątpliwie jemu w znacznej części zawdzięczają ten zadziwiający postęp i rozwój, jakiego w ciągu ostatniego półwieku dosięgnąć zdołały. Nie wchodząc zatem w ocenienie szczegółowe wpływu kolei żelaznych, na rozmaite gałęzie wiedzy ludzkiej i stosunki społeczne, śmiało twierdzić można, iż przedmiot, który rozbierać zamierzamy, równie dla ludzi wyłącznie poświęcających się temu zawodowi, jak i w ogóle dla każdego człowieka myślącego, może być źródłem obszernych i pożytecznych badań.

§. 2.

Koleje sztuczne, drewniane, lub żelazne, znane były od dawna. Na małych jednak tylko przestrzeniach do przewozu ciężarów znajdując zastosowanie, nie mogły donioślejszego wywierać wpływu na

ogólny rozwój przemysłu. Dopóki jedyną znaną siłą pociągową była siła zwierząt zaprzęgowych, dopóty użycie kolei sztucznych musiało pozostać ograniczonem do szczególnych wypadków i obszerniejszego nie mogło znaleść zastosowania, zbudowanie bowiem drogi zwyczajnej, po której by wozy wszelkiego rodzaju dogodnie przechodzić mogły, dogodniejszem być musiało dla ogólnego ruchu, aniżeli ułożenie szyn sztucznej kolei, wymagających zastowanej do nich, oddzielnej budowy wozów. Odkrycie jednak siły pary, a następnie wynalezienie maszyn siłą tejże pary mogących się przenosić z miejsca na miejsce, zmieniło dotychczasowe pojęcia o środkach przewozu, i dało uczuć potrzebę zbudowania drogi wyłącznie dla tego nowego środka przewozowego przeznaczonej. Okoliczność ta wywołała konieczność wprowadzenia ulepszeń w znanem do owego czasu urządzeniu sztucznych kolei, zastąpienia szyn drewnianych żelaznemi, i stała się wreszcie głównym powodem tego zadziwiającego rozwoju, jaki w tak krótkim przeciągu czasu, koleje żelazne osiągnąć zdołały.

§. 3.

Kolebką kolei żelaznych były kopalnie węgla ziemnego w Anglii. Od lat dwóchset w kopalniach, Newcastle a nieco później w Walii zaczęto używać do wywożenia wydobytego węgla z szybów, pewnego rodzaju kolei drewnianych. Szyby te, czyli galerye zazwyczaj są tak wązkie, iż zaledwie dają dostateczne przejście dla jednego wozu. Z tej przyczyny wozy do przewożenia węgla używane postępować umiały ciągle jednym śladem, wskutek czego droga nadzwyczajnemu ulegała zniszczeniu i często stawała się niepodobną do przebycia. Dla zaradzenia złemu postanowiono na tych drogach wywozowych pokryć w całej ich długości koleje balami drewnianemi, aby zaś wozy przez mimowolne zboczenie nie schodziły z tych kolei, zaopatrzono je po obudwu bokach ze strony zewnętrznej wzdłuż położonemi wystającemi w górę legarami. Urządzenie takich kolei w przecięciu poprzecznem przedstawia Fig. I.

Koleje drewniane, z początku tylko do wywozu węgla z szybów przeznaczone, zastosowano wkrótce i na powierzchni ziemi, tak do przewożenia węgla na składy bardziej oddalone, jakoteż do przewozu innych materyałów, zawsze jednak służyły one tylko do wewnętrznego użytku pomienionych kopalni.

§. 4.

Drogość i prędkie zużywanie się drzewa wywołało potrzebę zastąpienia go innym materyałem. Jakoż około roku 1770 zaczęto

wyrabiać szyny z surowcu (lanego żelaza) w kształcie na figurze 2 oznaczonym. Jednakże zbyt wystające brzegi tych nowowynalezionych szyn okazały się niedogodnemi i dały powód do nowego ulepszenia. Brzeg wystający wywoływał zbyt wielkie tarcie kół, zniżono więc takowy, nie chcąc zaś zmniejszać przez to wytrzymałości szyny, dodano jej u spodu drugi brzeg podobny do górnego. Szyny te miały długości około 3 stóp angielskich, końce ich wspierały się na kamieniach w kostkę obrobionych. Wierzchnia część szyn, po której toczyć się miały koła, przedstawiała linię prostą, dolna zaś wygięta była w kształcie paraboli, dającej największą grubość szynie w środku jej długości, kształt ten miał na celu nadanie największej wytrzymałości szynom w punkcie najbardziej od podpór oddalonym, a zatem najbardziej narażonym na uszkodzenia. Figura 3 przedstawia przecięcie szyny ówczesnej i jej osadzenie na kamiennej podstawie.

§. 5.

Nie długo jednak nowy ten kształt szyn kolejowych pozostał w użyciu. Kurz i błoto zbierające się na ich powierzchni utrudniały przewóz, a zbyt nisko wystający brzeg, nie stawiał dostatecznej przeszkody przeciw wychodzeniu wozów z kolei. Dla zapobieżenia tym niedogodnościom William Jessop w r. 1789 powziął myśl zbudowania kolei z szynami wystającemi i zastosowania do tego nowego urządzenia kształtu kół wozowych. Zmiana ta stanowiła wielki w sposobie budowania kolei postęp i stała się źródłem przyszłego ich rozwoju, a jakkolwiek kształt szyn w owej chwili obrany licznym później musiał uledz zmianom, jednakże główna zasada, iż szyny mają być nie wklęsłe, lecz wystające pozostała nienaruszoną. Kształt tych szyn (Fig. 4.) przedstawiał sztabę, której górny brzeg do przejazdu kół przeznaczony, był zaokrąglonym i znacznie od dolnego grubszym (0^m,06) dolny zaś wygięty był w kształcie paraboli, w sposób powyżej już opisany. Szyny miały długości od 0^m,90 do 1^m,20, końce ich spoczywały na kostkowych kamieniach, i były opatrzone uszami, które służyły do przytwierdzenia ich do kamieni za pomocą gwoździ. Sposób ten przytwierdzenia szyn okazał się wkrótce niedogodnym, gwoździe bowiem nie były w stanie oprzeć się wstrząśnieniom przez przejazd wozów wywoływanym i w krótkim czasie zupełnie się obluźniały. Zastąpiono je poduszkami lanemi surowcowemi, których spód za pomocą gwoździ do kamieni był

przytwierdzony, wierzch zaś wyżłobiony w taki sposób, aby weń dolny brzeg szyny zachodził. Koniec szyny do poduszki był śrubą poziomą przymocowany.

§. 6.

Ulepszenie powyżej opisane w przytwierdzaniu szyn do podstaw kamiennych nie było dostatecznem. Wstrząśnieniom kół, gwoździe a nawet i kamienie kostkowe oprzeć się nie były w stanie. Niedogodność ta tymbardziej czuć się dawała, iż przy małej długości szyn składy nadzwyczaj często powtarzać się musiały, odlewanie zaś dłuższych szyn z surowcu zbyt wielkie przedstawiało trudności. Pierwszy John Birkinshaw naczelnik huty żelaznej w Anglii powziął myśl w r. 1820 wyrabiania szyn kolejowych z walcowanego żelaza. Szyny wyrabiane przez niego miały około $4^{m},50$ długości, w przecięciu przedstawiały kształt podobny do szyn Jessopa, dolny zaś ich brzeg wygięty był w parabole, idące od jednej do drugiej podpory. (Fig. 5.) Powiększenie długości szyn znacznie zmniejszyło niedogodność obluzowywania składów, zmniejszając ich liczbę, zupełnie jej jednak nie usunęło, i dopiero wynalazek kleszczy (éclisses) o wiele później stanowczo złemu zdołał zaradzić.

Użycie żelaza walcowanego na szyny z początku natrafiło na opór ludzi fachowych, wkrótce jednak okazało się dogodnem, tak dalece, iż wyrabiania szyn surowcowych zupełnie zaniechano. Szyny Birkinhawa przez długi czas były w Anglii i Belgii używane wyłącznie.

§. 7.

W takim się przedstawiały stanie pierwsze koleje żelazne na początku bieżącego stulecia, kiedy Jerzy Stephenson własną pracą z prostego robotnika do stopnia inżyniera doszedłszy, zaczął nad ich udoskonaleniem pracować.

W początkach, jak to już powiedzieliśmy koleje żelazne na małych przestrzeniach, w celu obsłużenia potrzeb fabryk i kopalni budowane, układane były wprost na gruncie naturalnym z zachowaniem wszystkich pochyłości i spadków, jakie grunt ten przedstawiał. Rozszerzenie zakresu kolei, i przyjęcie systematu szyn wystających, pociągnęło za sobą konieczność ulepszenia profilu podłużnego. Zaczęto więc wykonywać roboty ziemne, w celu złagodzenia i ujednostajnienia spadków gruntu naturalnego. Przyjęto za zasadę, iż gdzie spadki z natury były łagodne, lub też za pomocą robót ziemnych do nieznacznych dały się doprowadzić pochyłości,

tam jako siła pociągowa użytemi być miały konie; gdzie przeciwnie wypadało w profilu zatrzymać spadki gwałtowne do przewozu siłę *równi pochyłych* zastosować należało. Urządzenie równi pochyłych było takie, iż wozy w dół spadku idące i połączone liną przez blok przechodzącą z wozami w górę postępować mającemi, własnym ciężarem w dół spadku postępując, ciągnęły za sobą wozy do góry iść mające. Na pierwszy rzut oka łatwo ocenić ile niedogodności przedstawia podobne urządzenie. Nadto zastosować się ono da tylko w takim przypadku, jeśli na jakiej linii kolei, daleko więcej ciężarów w dół, aniżeli w górę ma być przewożonych. Użycie zatem równi pochyłych musiało wkrótce być zaniechanem, i pozostało tylko jednem z przechodnich ulepszeń, które jako punkt wyjścia do dalszych udoskonaleń posłużyły.

§. 8.

W owym czasie siła pary była już znaną, lecz zdołano ją dopiero zastosować do poruszania maszyn stałych, to jest stale na jednem ustawionych miejscu. W r. 1808 postanowiono użyć tej siły do przewozu na kolejach, w miejscach gdzie poprzednio przy spadkach zbyt gwałtownych były urządzone równie pochyłe. Ustawiona u wierzchołka spadku maszyna poruszała bęben, na którym obwijała się lina ciągnąca za sobą wagony, lub rozwijając się, wstrzymywała ruch zbyt przyspieszony pociągów w dół spadku idących.

W ten sposób po raz pierwszy została zastosowana do ruchu na kolejach siła pary. Systemat ten mógł być użytym nie tylko na wielkich spadkach, lecz i na częściach poziomych, lub małe mających pochyłości, przez ustawienie w pewnych odległościach 2 lub 3 kilometry wynoszących, stałych maszyn; niedogodności jednak od podobnego urządzenia nieodłączne, dały powód do nowych usiłowań, mających na celu wynalezienie maszyn ruchomych. Usiłowania te, jak wiadomo, pomyślnym zostały uwieńczone skutkiem.

§. 9.

Pierwszą lokomotywę, przeznaczoną do użycia na drogach zwyczajnych zbudował francuzki inżynier Cugnot. Wówczas jednak nie znano jeszcze maszyn parowych o wysokim ciśnieniu, lokomotywa zatem Cugnota, podług pierwiastkowego systematu zbudowana nie mogła odpowiedzieć potrzebie i została zaniechaną. Inne usiłowania również bezowocnemi się okazały. Trewithich zbudował pierwszą lokomotywę o wysokim ciśnieniu, lecz w maszynie tej koła obrotowe

zbyt mało były obciążone, gdy przytem działanie pary w cylindrze było zbyt silne, powstawał ztąd ruch kół w miejscu, to jest, iż koła lokomotywy obracały się, nie posuwając się naprzód. Niedokładność ta budowy doprowadziła do mylnego przekonania, jakoby koła lokomotywy nie mogły znaleść na powierzchni szyn dostatecznego oporu, któryby przeszkodził ich ślizganiu się, czyli ich obracaniu się w miejscu. Ztąd też powstał nowy, błędny kierunek w usiłowaniach wynalazców. Starano się sztucznie powiększyć tarcie kół na szynach. Zaczęto próbować wyrabianie kół z obwodem zewnętrznym ponącinanym w karby, urządzenia ruchomych drążków, któreby opierając się o ziemię popychały naprzód maszynę; wreszcie kół trybowych zazębianych i odpowiednio do tego powycinanych szyn. Dziś, kiedy nam są już znane wszystkie ulepszenia, na jakie przez lat kilkadziesiąt umysł ludzki zdobyć się potrafił, łatwo spostrzedz błędność ówczesnego kierunku, zapominać jednak nie należy, iż były to pierwsze kroki na drodze do nieznanego do owych czasów wynalazku, że usiłowania te, jakkolwiek na błędnej oparte zasadzie, przyczyniły się w wielu pojedynczych szczegółach, do ostatecznego rozwiązania trudności.

§. 10.

W r. 1812 Blackett udowodnił za pomocą rachunku, popartego doświadczeniami, iż jeżeli koła lokomotywy zostaną dostatecznie obciążone, tarcie ich o szyny uczyni bezpotrzebnemi wszelkie zazębienia, i wystarczy do nadania maszynie ruchu postępowego. Na tych obliczeniach Jerzy Stephenson oparł budowę pierwszej swej lokomotywy, która została po raz pierwszy puszczona w ruch 14. Lipca 1814 r. Lokomotywa ta ciągnąc 8 wagonów ważących 30 ton (60 centnarów) przebiegała na godzinę 6 do 7 kilometrów (1 milę(po spadkach $0^m,0025$. na $1^m,00$ wynoszących.

Pierwsza lokomotywa Stephensona miała trzy pary kół obrotowych, połączonych z sobą za pomocą łańcuchów bez końca systemu Vaucansona. Połączenie to było rzeczywistem przezwyciężeniem natrafionych dotychczas trudności, robiąc bowiem zależnemi od siebie trzy pary kół, zużytkowało cały ciężar lokomotywy, i powiększyło tarcie na szynach do tego stopnia, że już o obracanie się kół na miejscu obawy być nie mogło.

Od tej chwili wszystkie dotychczasowe trudności uważać można za usunięte — lokomotywa wynaleziona i przyszłość kolei żelaznych stanowczo została zapewnioną. Pozostało tylko wynalazek już dokonany uzupełnić, rozwinąć i w niektórych szczegółach udo-

skonalić. Zadanie to podjął w części sam wynalazca, w części jego następcy, którzy aż dotąd pracują bezustannie, aby wynalazek Stephensona rozmaitemi wzbogacić ulepszeniami.

§. 11.

Ulepszenia w budowie lokomotyw wprowadzone przez Jerzego Stephensona były następujące: W miejscu trzech par kół obrotowych, połączonych z sobą łańcuchami, w zbudowanych później maszynach Stephenson używał tylko dwóch par i łączył je z sobą nie za pomocą łańcucha, lecz ramienia jednolitego (bielle). Ulepszenie to pozostało aż dotąd w użyciu.

Wprowadził użycie dwóch połączonych z sobą cylindrów i rozliczne do tego zastosował ulepszenia.

Wynalazł on używany aż dotąd przyrząd za pomocą którego stempel pistonu nadaje ruch kołom. Wreszcie przez puszczenie pary do komina uczynił łatwem dowolne powiększenie ciągu powietrza. Urządzenie to pozwalało w miarę potrzeby wzmacniać ogień i przyspieszać wydobycie większej ilości pary.

Wszystkie te ulepszenia, usuwając natrafione w początkach trudności zapewniły lokomotywom rozpowszechnione w przyszłości zastosowanie. W lokomotywach Stephensona pozostała jednak jedna ważna niedogodność, miały one tylko pojedyńcze ogrzewacze, ztąd ilość wydobywanej pary musiała być stosunkowo mała, a zatem i bieg maszyny powolny.

§. 12.

Lokomotywa wynaleziona przez Stephensona, używaną była przez dosyć długi przeciąg czasu, jedynie na kolei przy kopalniach węgla w Kellingworth zbudowanej. Grunt naturalny w tej miejscowości przedstawiał prawie poziomą płaszczyznę, spadki więc tej kolei zaledwie $0^m,003$ na $1^m,00$ dochodziły.

Od 1819 do 1822 r. Stephenson zbudował nową linię kolei dla użytku kopalni węgla w Hetton. Miała ona 12 kilometrów długości i przechodziła okolice górzyste. Trudność ta, przy ówczasowym stanie wiadomości, nie mogła być przełamaną w ten sposób, aby na całej linii jednostajny sposób przewozu dał się zastosować. Podzielono więc całą linię na części tak, iż na częściach poziomych, lub lekkie nieprzechodzące $0^m,003$ na $1^m,00$ spadki przedstawiających, ruch odbywał się za pomocą lokomotyw, lub koni. Na częściach, których spadki dochodziły do $0^m,03$ na $1^m,00$ zastosowano urządzenie równi pochyłych, o których obszerniej mówiliśmy już po-

wyżej (§. 7.) Wreszcie na spadkach od $0^m,03$ do $0^m,05$ zastosowano do przewozu maszyny stałe.

Tym sposobem urządzona linia kolei 12 kilometrów długa, miała trzy maszyny stałe, pięć równi pochyłych i tylko 4 kilometry pozostawało w warunkach takich, iż po nich ówczesne lokomotywy przebiegać mogły.

§. 13.

Po ukończeniu powyżej opisanej linii, powierzono Stephensonowie budowę innej z Stocktonu do Darlington wiodącej. Kolej ta była pierwszą w świecie koleją publiczną, nie tylko bowiem jak wszystkie poprzednie przeznaczoną była do przewozu węgla kamiennego, lecz nadto zajmowała się przewozem osób i towarów. Do budowy jej zastosowano system w poprzednim paragrafie opisany, to jest użyto, jako siły przewozowej stosownie do wielkości spadków, lokomotyw, koni i maszyn stałych. Fig. 6 przedstawia szkic profilu podłużnego całej linii i rozkład środków przewozowych, użytych na niej.

Długość linii tej wynosiła 40 kilometrów. Zbudowanie jej pociągnęło za sobą potrzebę postawienia znacznej liczby mostów nad i pod koleją, przejazdów, zaprowadzenia służby drożników i tych wszystkich urządzeń, które wówczas były zupełnie nieznane, a dziś stały się nieodłącznym warunkiem istnienia każdej, chociażby najmniejszej linii kolei żelaznej.

Szerokość kolei tej wynosiła, pomiędzy szynami $1^m,435$, w później zbudowanych liniach we wszystkich prawie krajach przyjęto, jako stałą szerokość $1^m,44$ do $1^m,45$. Prawie jedyny wyjątek od tego stanowi Rosya, która dla wzniesienia pewnej przeszkody w ruchu, łączyć ją mającym z innemi krajami Europy, przyjęła dla swych kolei szerokość wynoszącą $1^m,50$ pomiędzy szynami. Tym sposobem lokomotywy i wagony europejskich kolei na liniach rosyjskich użytemi być nie mogą. Granicę pomiędzy europejskiemi a rossyjskiemi kolejami stanowi Wisła. Koleje zbudowane w Królewstwie Polskiem, na lewem brzegu tej rzeki, mają zwykłą szerokość, po prawym zaś brzegu należą do sieci kolei obecnie w Cessarstwie budujących się z odmienną szerokością.

Szyny użyte do budowy kolei Darlingtońskiej były wystające, zmiennej wysokości, (Fig. 5.) wyrabiane z żelaza walcowanego i ważyły około 13 kilogramów na metr bieżący.

Przy budowie tej kolei pierwszy raz wszedł do służby, pod kierunkiem swojego ojca Robert Stephenson, którego sława w późniejszych czasach tak wielkiego nabrać miała rozgłosu.

§. 14.

To wszystko, co do owego czasu zrobiono w przedmiocie budowy kolei, uważać można za próby, które w późniejszym czasie miały znaleźć tak obszerne zastosowanie i zmienić wszystkie warunki przemysłowego i handlowego ruchu. Przed osiągnieniem tego celu jednak należało jeszcze zwalczyć tysiączne przeszkody. Trudności techniczne były już przezwyciężone, pozostawały trudności z ogólnego prawie niezrozumienia rzeczy, z przyzwyczajeń wiekami uświęconych, a przedewszystkiem z interesów osobistych pewnej liczby ludzi wypływające.

W takim stanie były rzeczy, gdy w r. 1827 powzięto myśl zbudowania kolei żelaznej pomiędzy Liwerpolem a Manszestrem. Dwa te miasta, z których pierwsze jest jednym z najważniejszych portów, drugie środkowym punktem nadzwyczaj przemysłowej okolicy, były już z sobą połączone doskonałą drogą wozową i dwoma kanałami, służącemi do przewozu niezmiernej ilości towarów. Ruch pomiędzy dwoma temi punktami był tak wielki, iż akcye towarzystwa budowy kanałów wypuszczone pierwiastkowo po 70 funtów szterlingów, w skutek osiągnięcia ogromnych zysków płacono po 1250 funtów.

W takiem położeniu rzeczy myśl zbudowania kolei musiała natrafić na nadzwyczaj silną opozycyę, podniesioną przedewszystkiem przez posiadaczy akcyi kanałowych, którzy w tem nowem przedsiębiorstwie współzawodnictwo i zagrożenie własnym interesom spostrzegali.

I te ostatnie przeszkody zostały jednak szczęśliwie usunięte, przedsiębiorczość i zdrowy sąd narodu angielskiego, nie pozwoliły na przytłumienie w zarodku jednej z najdonioślejszych zdobyczy umysłu ludzkiego. Po kilkudniowych rozprawach w Parlamencie projekt kolei między Liwerpolem i Manszestrem został przyjęty i zatwierdzony i od tej chwili koleje żelazne z dziedziny teoryi, prób i doświadczeń przeszły na pole jak najobszerniejszego zastosowania, i stały się nabytkiem, którym wiek XIX słusznie pochlubić się może.

§. 15.

Trudności techniczne nowej linii były dosyć znaczne. Do najważniejszych zaliczyć należy: Wiadukt 21 metrów wysoki, składający się z 9 arkad, po 15 metrów otworu; tunel 3 kilometry, długi, wyżłobić się mający w twardym czerwonym piaskowcu; przekop w skale na 21 metrów głęboki, w końcu przejście przez grzązkie błoto. Wszystkie te trudności szczęśliwie zostały przezwyciężone. Pozostawała jeszcze jedna, to jest wybór najstosowniejszego środka przewozowego. Dotychczasowe lokomotywy wiele jeszcze pozostawiały do życzenia, początkowo zatem wahano się, i silne głosy przemawiały za urządzeniem na całej przestrzeni w pewnych odległościach maszyn stałych, przeznaczonych do nadawania ruchu pociągom. Stephenson przedstawieniami swemi przeważył szalę na korzyść lokomotyw, w skutku czego towarzystwo ogłosiło nagrodę 500 funtów szterlingów za zbudowanie lokomotywy, któraby wypełniła oznaczone naprzód warunki.

Warunki te były następujące: Waga nowej lokomotywy nie miała przechodzić 6 ton. (120 cent.), dym z ogniska wychodzący powinien był być spalony, wreszcie żądano, aby lokomotywa była w stanie uciągnąć po płaszczyznie poziomej ciężar dwa razy wagę jej przewyższający z szybkością 15 kilometrów (około 2 mil) na godzinę. Ostatni warunek wykazuje, jak słabe jeszcze wówczas miano pojęcie o szybkości, jaką siła pary osięgnąć jest zdolna.

Z czterech maszyn na naznaczony termin przedstawionych, lokomotywa pomysłu Stephensona, niezaprzeczone odniosła pierwszeństwo. Ważyła tylko 4 tony, lecz mogła z ciężarem 17 ton przebiegać 22 kilometry na godzinę, sama zaś bez ciężaru przebiegała w tym czasie 48 kilometrów. Próby więc okazały się pomyślnemi, i jako środek przewozowy na nowej linii przyjęto stanowczo lokomotywę, z wyjątkiem jednego spadku $0^m,02$ na $1^m,00$ przy wejściu do Liwerpolu, który za pomocą maszyny stałej miał być obsługiwany.

Nowa linia została otwartą 16. września 1830 r. i wkrótce potem urządzono na niej stały bieg pociągów, tak towarowych, jak i do przewożenia podróżnych przeznaczonych.

Od tej chwili, coraz nowe linie kolei żelaznych w Anglii budować rozpoczęto, głównie za wpływem i pod kierunkiem ojca i syna Stephensonów, Jerzy Stephenson wreszcie usunąwszy się od życia czynnego osiadł w własności swojej, na prowincyi, syn zaś wsławiwszy się nietylko licznemi, pod kierunkiem jego zbudowanemi

kolejami, lecz nadto pomysłem i wykonaniem budowy mostów żelaznych, naprzód rurowych, a potem innych systemów, i wielu innemi pracami, umarł w r. 1859.

§. 16.

We Francyi, podobnie jak w Anglii, pierwsze koleje żelazne założone zostały dla użytku kopalni węgla. W r. 1821 dwaj francuzcy inżynierowie min Gallois i Beaunier, odbyli podróż do Anglii dla zbadania zbudowanych już tam kolei żelaznych. Po powrocie Beaunier otrzymał od rządu koncessyę na zbudowanie kolei od St. Etienne, do Adrezieux, miasta położonego nad rzeką Ligierą. Pierwsza ta kolej żelazna we Francyi wykonaną została zupełnie wedle wzoru istniejących na ówczas kolei w Anglii. Szyny miała wystające, z żelaza lanego na 1 metr długie, wysokość ich w środku większa była niż przy końcach. Opierały się one na kamieniach ciosowych w kostkę obrobionych. Spadki były dosyć znaczne, nie wykonano bowiem prawie żadnych robót ziemnych, lecz ułożono szyny na powierzchni gruntu naturalnego. Nie unikano również zbyt gwałtownych skrętów, krzywe bowiem niektóre miały zaledwie 50 metrów promienia, co przy przewozie pojedynczych i niezbyt wielkich wagonów końmi, żadnej nie stanowiło trudności.

Wkrótce potem, inny Inżynier francuzki Seguin otrzymał upoważnienie rządu do zbudowania nowej linii kolei od St. Etienne do Lionu. Kolej ta zbudowaną została na wzór opisanej już powyżej kolei Derlingstońskiej, z tą odmianą, iż przyjęto szyny $4^{m},50$ długie, z jednostajną w całej długości wysokością. Było to ulepszenie, które jak wiadomo do dziś, przy wyrobie szyn pozostało w użyciu.

W roku 1835 zbudowano trzecią linię kolei, połączoną z dwiema poprzedniemi i prowadzącą do Roanne. Linia ta przeznaczoną była do przewozu węgla, i miała na celu ułatwienie dostawy tego materiału wprost do miasta Roanne położonego nad Ligierą, unikając tym sposobem niedogodnego spławu tą rzeką, na przestrzeni między Audrezieux i Roanne.

Trzy te linie, jak powiedzieliśmy wyżej, zbudowane były głównie dla przewozu węgla z kopalni, jednakże przewoziły one i podróżnych. Budowa ich była niedokładna, z powodu szczupłości funduszów, w skutku czego musiano przyjąć spadki zbyt gwałtowne, i zastosować do nich rozmaite środki przewozowe. Były więc tam użyte konie, opisane powyżej równie pochyłe, maszyny stałe itd.

Wszystkie te niedogodności razem wzięte były powodem, iż założyciele tych kolei nie osiągnęli pod względem finansowym, zbyt świetnych korzyści.

W czasie późniejszym po ustaleniu zasad budowy kolei i obszerniejszym rozwoju tej nowej gałęzi przemysłu, linie te na nowo przebudowane zostały.

W r. 1837 otwartą została pierwsza francuzka publiczna kolej żelazna, wiodąca z Paryża do St. Germain. Projekt jej i budowa wykonane zostały pod kierunkiem znakomitego w swym zawodzie inżyniera Clapeyrona. Wybór kierunku i wypracowanie wszystkich szczegółów projektu było wykonane z największą starannością, bliżej się jednak nad projektem tym zastanawiając, łatwo spostrzedz można ówczesny brak doświadczenia i pewną bojaźliwość w przełamywaniu napotykanych trudności, przez co koszta budowy wzrastać koniecznie muszą.

I tak: linie krzywe na kolei tej mają promienie najmniej 2000 metrów wynoszące, i wszystkie są położone na płaszczyznach poziomych. W liniach prostych spadki nie przechodzą nigdzie pochyłości $0^m,002$ na $1^m,00$. Wreszcie mając głównie na uwadze dwa krańcowe punkta linii, zaniedbano miejscowości pośrednie, pomijano je jakby z umysłu i tym sposobem pozbawiono korzyści, jakie przechodząca w pobliżu kolej przynieśćby im musiała.

§. 17.

Wyliczone powyżej niedostatki projektu linii z Paryża do St. Germain, były wynikiem owczesnego stanu nauki i odbiły się w pierwszych projektach wielkich linii francuzkich. Jednakże Anglia, która była, jakeśmy to już wykazali kolebką kolei żelaznych, stała się obecnie polem obszernych doświadczeń. Swieżo zbudowane jej większe linie i coraz nowe ulepszenia w budowie lokomotyw zaprowadzane, wykazały, iż z mniejszemi, niż dotąd wydawało się trudnościami, można osiągnąć cel zamierzony. I tak przekonano się, że linie krzywe nie tylko na poziomych, lecz i na spadkach mogą być urządzane, że zmniejszenie promieni krzywych nie wpływa niekorzystnie na ruch pociągów, że spadki, które jak widzieliśmy w czasie budowy linii z Paryża do St. Germain, starano się ograniczyć do $0^m,002$ na $1^m,00$ mogą być znacznie podwyższone. Okazało się wreszcie z nabytego już doświadczenia, iż zbudowanie kolei zwykle obudza ruch handlowy i przemysłowy, nie tylko w skrajnych kolei punktach, lecz na całym jej przebiegu, że zatem

koniecznością jest pośrednie punkta przy przeprowadzeniu nowej linii tak uwzględniać, aby w sposób najdogodniejszy i najmniej kosztowny z bliskości kolei korzystać mogły *).

Wszystkie te prawdy stwierdzone doświadczeniem, wpłynęły na zmianę pierwszych projektów wielkich linii we Francyi i dozwoliły na zaprowadzenie znacznej liczby ulepszeń.

Pierwsza większa linia północną zwana, prowadząca z Paryża do Brukselli, której budowa rozpoczętą została przez rząd, a ukończoną przez zawiązane w tym celu towarzystwo, ma już spadki $0^m,005$ na $1^m,00$ wynoszące, a promienie krzywych zmniejszono na niej do 500 metrów. Od tego czasu budowa kolei żelaznych, tak we Francyi, jak i w innych krajach na właściwą wszedłszy drogę, i w coraz szybszym postępując rozwoju, dosięgła takich rozmiarów, i nabyła takiej ważności, jakich w pierwszych chwilach istnienia kolei, żaden najśmielszy umysł przewidzieć nie był w stanie.

§. 18.

Na zakończenie krótkiego tego rysu historycznego rozwoju kolei żelaznych, uczynimy wzmiankę o kolejach na ziemi polskiej zbudowanych.

Pierwszą z nich była kolej z Warszawy do Krakowa z odgałęzieniem do Łowicza, łącząca się w Krakowie z linią Wiedeńską. Towarzystwo zawiązane za staraniem Piotra Steinkellera, bankiera zasłużonego na drodze rozwoju przemysłu polskiego, rozpoczęło budowę tej linii w r. 1843. Trudności jednak napotkane, głównie pochodzące z powodu powszechnego u nas braku przedsiębiorczości

*) Zasada, iż kolej równie, jak każda inna droga winna być przeprowadzona z uwzględnieniem potrzeb punktów pośrednich, równie jest ważną dla dogodności ogółu mieszkańców, jak i dla samej kolei. Przeprowadzenie bowiem kolei przez miasta i urządzenie w odpowiedniem miejscu stacyi, podnosi ruch handlowy i przemysłowy samego miasta i całej jego okolicy, ztąd też i kolej zyskuje na powiększeniu liczby podróżnych i przewozów. Prawda ta w innych krajach została od lat kilkudziesięciu doświadczeniem sprawdzoną, dziwić się przeto należy, dla czego towarzystwa budujące koleje w Galicyi, nic o niej nie wiedzą. i jakby z umysłu pomijają zupełnie znaczne miasta, lub zmuszone przez ich teritoria przechodzić, stawiają stacye o $^1/_2$ a czasem o całą milę od miasta odległe. Jedno tu tylko wytłomaczenie znaleźćby można, iż założycielom tych towarzystw, nie chodzi ani o korzyści dla kraju, ani nawet o słuszne zyski dla towarzystwa, lecz po prostu o jak najznaczniejszy i jak najspieszniej dający się osiągnąć zysk na ich akcyach *gründerskich*, bez względu na to, jakie ten zysk przyniesie straty tak dla kraju, jak i dla samego towarzystwa w przyszłości.

BIBLIOTEKA MUZEUM KOLEJNICTWA Warszawa 44 PKP 2. 2732

zachwiały byt tego towarzystwa, tak dalece, iż rząd królestwa zmuszony był wykupiwszy akcye od prywatnych posiadaczy, swoim kosztem rozpoczętą budowę wykończyć. Kolej ta przez długi czas była jedyną koleją na ziemi polskiej i pozostawała aż do r. 1857 w posiadaniu rządu. Następnie została nabytą, a raczej wydzierżawioną przez prywatne akcyjne towarzystwo. W tym samym czasie inne Towarzystwo otrzymało koncesyę na budowę nowej linii przedłużającej gałęź Łowicką do Bydgoszczy, zkąd zbudowane już przez rząd pruski linie prowadziły do Poznania, Berlina, Królewca itd.

Po ukończeniu wojny krymskiej w r. 1857 towarzystwo francuzkie otrzymało koncesyę na budowę kolei z Warszawy do Petersburga, która w większej swej połowie przerzyna ziemie Polskie przechodząc przez Białystok, Grodno, Wilno itd.

Pomijając inne linie obecnie w prowincyach polskich przez rząd rossyjski budowane, wspomniemy tu jeszcze o kolei z Krakowa do Lwowa i ze Lwowa na wschód do Jass prowadzącej i budujących się już, lub projektowanych liniach, mających łączyć koleje galicyjskie z siecią kolei węgierskich, jako to kolei przemyślsko-łupkowskiej; ze Lwowa przez Stryj do Munkacza; tarnowsko-preszowskiej z odgałęzieniami itd.

W ogóle kraj nasz o wiele, pod względem przemysłu pozostający wtyle po za krajami zachodniej Europy i pod względem ilości zbudowanych, lub budujących się kolei dorównać im nie może. Projektowane obecnie dosyć liczne linie w Galicyi, jeżeli będą mogły przyjść do skutku, częściowo przynajmniej, brak ten usuną.

Rozdział II.

OPÓR NAPOTYKANY PRZEZ POCIĄG W RUCHU.

§. 19.

Wprzód nim przystąpimy do przedstawienia zasad, na których wypracowanie projektu i wykonanie robót, przy budowie kolei żelaznych oprzeć się powinno, zastanowić się nam wypada nad różnemi rodzajami oporu, które siła pociągowa na kolei natrafiwszy, zwalczyć jest zmuszona. Ażeby zaś należycie wpływ tego oporu ocenić

było można, należy poznać w ogólnych przynajmniej zarysach urządzenie kolei i wozów po niej przechodzić mających. Ten zatem szczegół przedewszystkiem wyjaśnić nam należy *).

§. 20.

Kolej składa się z dwóch szeregów szyn, równolegle do siebie ułożonych w odstępie $1^m,44$ do $1^m,45$. Szyny te mają u góry grubości około $0^m,06$ i wystawać muszą nad powierzchnię ziemi przynajmniej $0^m,05$.

Koła wozów kolejowych, tak lokomotyw, jak i wagonów mają kształt ostrokręgów ściętych, z wystającą od strony wewnętrznej obręczą. Przeznaczeniem tych wystających obręczy, jak to wskazuje Fig. 7, jest utrzymanie stale wozu na kolei i stawienie oporu wszelkim zboczeniom. Szerokość kół lokomotywy wynosi $0^m,14$, kół zaś wagonowych $0^m,12$. Obręcze lokomotyw wystają na $0^m,4$, obręcze zaś wagonów na $0^m,035$ po nad powierzchnią dzwon.

Jeżeli przez tarcie obwód koła, czyli dzwona zaczynają się zużywać, powstaje w nich zagłębienie, a zatem obręcz staje się bardziej wystającą, i dla tego to, szyny wystawać muszą nad powierzchnią ziemi przynajmniej $0^m,05$, w przeciwnym bowiem razie obręcze cokolwiek zużytych kół dosięgałyby ziemi, przez co i zwiększenie tarcia i częste wyskoczenia wozu z kolei następowaćby musiały.

Koła wozów kolejowych w inny zupełnie sposób są urządzone, jak w wozach zwyczajnych. Gdy te ostatnie są od siebie niezależne, i każde oddzielnie obraca się na osi, która przez środek jego piasty przechodzi, w wozach kolejowych piasty kół są stale na osiach osadzone i razem z osiami odbywają swój obrót, w urządzonych na ten cel panwiach.

Tym sposobem każda para kół w wozach kolejowych stanowi jedną nierozłączną całość. Okoliczność tę należy zawsze mieć na uwadze, przy obliczeniu oporu przez wozy kolejowe w biegu napotykanego.

Odległość, w której koła na osi są osadzone, wynosi $1^m,365$, a grubość obręczy na obu kołach razem około $0^m,07$. Gdy zaś

*) Zwracamy uwagę, iż opisy czczegółowe tak urządzenia kolei, jak budowy lokomotyw i wagonów podane będą oddzielnie w właściwych sobie miejscach, tu zaś poprzestajemy na pobieżnem obeznaniu czytelnika z głównemi tych urządzeń zasadami otyle, o ile to jest potrzebnem do zrozumienia warunków jakim budowa kolei odpowiadać powinna.

kolej, jakeśmy to już wspomnieli ma szerokość pomiędzy szynami $1^m,45$, przeto obręcze kół nie wchodzą ściśle pomiędzy szyny, lecz mają pozostawionego wolnego miejsca około $0^m,015$. W skutku zużycia brzegów szyn i obręczy, wolne to miejsce może się zwiększyć bez niebezpieczeństwa do $0^m,035$ tak, iż można liczyć przeciętnie, że przy właściwém położeniu, to jest gdy wóz znajduje się na środku kolei, z każdej strony pomiędzy szyną a obręczą koła pozostaje najmniej $0^m,01$ wolnego miejsca.

§. 21.

Koła wozów jak to już wiemy mają kształt ostrokręgów ściętych tak zwróconych, iż mniejszy obwód znajduje się zawsze po stronie zewnętrznej, a większy po wewnętrznej. Urządzenie to ma na celu usunięcie częściowe dwóch następujących niedogodności:

Gdy kolej przeprowadzona jest w linii krzywej, szereg szyn stanowiących łuk od strony zewnętrznej przedstawiać musi linię dłuższą, od łuku po stronie wewnętrznej położonego. Ponieważ zaś każde dwa koła wozu połączone są z sobą stale i jednostajną liczbę obrotów odbywają, gdyby ich obwody były równe i drogi przebiegane równemiby być musiały, koło więc po wewnętrznym łuku bieżące wyprzedzałoby idące na zewnętrznej stronie, tak iż to ostatnie tylko ślizgając się po szynach mogłoby pierwszemu w biegu dorównać. Gdy jednak wóz pod wpływem działania siły odśrodkowej na liniach krzywych stara się zbliżyć do strony zewnętrznej, koło więc, po tym zewnętrznym łuku bieżące, w skutku swego kształtu stożkowego, toczy się po szynach swoim największym obwodem, gdy tymczasem koło od strony wewnętrznej znajdujące się, styka się z szynami swoim obwodem mniejszym. Tym sposobem następuje w pewnej przynajmniej części zrównoważenie dróg przebieganych przez obadwa koła i zmniejsza się ślizganie, o którem wyżej wspomnieliśmy, a które równie dla wozów, jak i dla szyn kolei musi być szkodliwem.

Drugą niedogodnością, której zaradza stożkowy kształt kół jest następna: Gdyby obwód kół w całej grubości był jednostajny, czyli gdyby koła przedstawiały kształt walca, wóz z jakiegokolwiek powodu zepchnięty ze środka kolei w jedną stronę, szczególniej w liniach prostych, biegłby dalej w raz nadanym mu kierunku tak, iż jeśliby np. obręcz koła znalazła się w zetknięciu z szyną, nie byłoby żadnej siły dążącej do oddalenia jej i nadania kołu właściwego położenia, w którem jak to już poprzednio wykazaliśmy pomiędzy

obręczą koła a szyną kolei około 0.m01 wolnego miejsca zostawać powinno. — Ztąd powstawać by musiało tarcie obręczy o szynę i bieg opóźniające i niszczące wóz i kolej. Tymczasem wskutek stożkowatości kół, wypadek taki miejsca mieć nie może. Koło zepchnięte w bok napotyka wprawdzie chwilowo swoją obręczą szynę, lecz nie pozostaje w tem zbliżeniu, powierzchnia bowiem pochyła obwodu naprowadza je zaraz do właściwego położenia.

§. 22.

Stożkowatość kół wynosi zwykle $^1/_{20}$ ich grubości, to jest, iż taka zachodzi różnica pomiędzy długością ich obwodu zewnętrznego i wewnętrznego, iż linia przeprowadzona na obwodzie, normalnie do dwóch tych okręgów kół jest nachyloną o $^1/_{20}$ swej długości. Z drugiej strony, szyny kolei toż samo zazwyczaj mają nachylenie, nie utwierdza ich się bowiem pionowo na podkładach, lecz z nachyleniem ku środkowi $^1/_{20}$ ich wysokości wynoszącem. Dwa te więc nachylenia, to jest szyn i obwodu kół odpowiadają sobie tak, iż koła normalnie czyli prostopadle opierają się na szynach.

§. 23.

Koła wszelkich wozów kolejowych, jak to już powiedzieliśmy poprzednio są stale osadzone na osiach, i razem z niemi swój obrót odbywają w panwiach *B* (Fig. 8 i 9.) Na panwiach przytwierdzone są resory stalowe, urządzone w kształcie na figurze 8 wskazanym, i podtrzymujące pudło wagonu. Resory te uginając się wskutek wstrząśnień przez wagon w ciągu ruchu doznawanych, dozwalają pudłu wagonu podnosić się, lub zniżać w kierunku pionowym, lecz widły *A* przytwierdzone do spodu pudła wagonu, nie dozwalają mu żadnego zboczenia w kierunku poziomym.

Z powyższego ogólnego opisu urządzenia wozów kolejowych wynika, iż osi ich są stale w kierunku prostopadłym do szyn, a zatem równolegle względem siebie osadzone. Odległość między niemi w wagonach wynosi od 2m,40 do 3m,50, przy niektórych zaś lokomotywach odległość ta od 5 do 6 metrów dochodzi.

Przecięcie poprzeczne wozów kolejowych daje od 5 do 6 metrów kwadratowych powierzchni stawiającej opór przerzynanemu powietrzu.

§. 24.

Przystąpimy teraz do oznaczenia oporu, który zwalczyć musi siła ciągnąca wóz jakiegokolwiek rodzaju.

Jakkolwiek wozy dwa, cztery, lub więcej kół mieć muszą, gdy jednak urządzenie wozu powinno być takie, aby wszystkie te koła jednakowo były obciążone, co w rzeczywistości, szczególniej przy wozach kolejowych zawsze ma miejsce, w rachunku zatem naszem jednem tylko kołem zajmować się będziemy.

Jeżeli oznaczymy przez

T Siłę pociągową działającą w kierunku poziomym.

P Ciężar wozu wraz z ładunkiem.

R Promień obwodu koła.

r Promień obwodu osi.

K. współczynnik tarcia wywoływanego przez obrót koła w punkcie gdzie obwód ten styka się z powierzchnią ziemi, bruku, szyny kolejowej itd. Wielkość tego współczynnika zależy od natury powierzchni stykających się z sobą.

f spółczynnik tarcia osi w piaście, lub panwi, bez względu na to, czy około osi stałej obraca się koło, czy też jak w wozach kolejowych oś jest ruchoma, i odbywa swój obrót w stale osadzonej panwi.

Tarcie stanowiące opór ma miejsce w dwóch punktach: na obwodzie koła i na osi. Pierwsze z nich jest proporcyonalne do ciężaru, odwrotnie zaś proporcyonalne do promienia koła, wyrazi się więc przez $\frac{K\,P}{R}$; drugie, na tej samej opierające się podstawie, wyrażone będzie przez $f\,\frac{P\,r}{R}$. Dwie te ilości razem wzięte, zrównoważonemi być muszą przez siłę pociągową, będziemy więc mieli

$$T = \frac{K\,P}{R} + f\,\frac{P\,r}{R}$$

Równanie to daje stosunek siły pociągowej do oporu na drodze poziomej i przy stosunkowo małej szybkości ruchu. Wynika z niego iż przy danym ciężarze P, należy się starać o zmniejszenie współczynników $\frac{K}{R}$ i $\frac{fr}{R}$ Potrzeba się zatem starać o powiększenie R promienia koła, i zmniejszenie r promienia obwodu osi. Dwie te ilości jednak w pewnych tylko granicach zmieniane być mogą i to o tyle tylko, o ile na to rodzaj budowy wozu i jego wytrzymałość pozwala.

Zmniejszenie wielkości oporu zależy następnie od zmniejszenia wartości współczynników tarcia K i f. Średnica kół wozów kolejowych wynosi zwykle od $0^m,90$ do $1^m,00$ a zatem $R = 0^m,45$, lub $0^m,50$; średnica zaś osi od $0^m,065$ do $0^m,085$, czyli $r = 0^m,0325$ lub $0^m,0425$.

Współczynnik tarcia f zmiennym jest i zależy od materjału z którego oś i wewnętrzna część piasty, lub panwi jest wyrobiona i dobroci użytego smarowidła. W przypadku obecnie nas zajmującym mamy tarcie żelaza o bronz, w którym to przypadku przy zwykłych warunkach f=0.05, przez udoskonalenie jednak używanego smarowidła i zastosowanie ulepszeń w konstrukcyi wozów otrzymano znaczne zmniejszenie tej wartości tak, iż w obliczeniach przyjmować można f=0.015.

Dane powyższe opierają się na licznych doświadczeniach, o których ogólne damy tu wyobrażenie.

Celem pomienionych doświadczeń było wynalezienie dwóch ilości od siebie niezależnych, to jest tarcia koła o powierzchnię drogi i tarcia osi w piaście, trzeba więc było urządzić próby tak, aby każda z tych ilości oddzielnie oznaczoną być mogła. W tym celu robiono naprzód doświadczenia, które dozwoliły oznaczyć dla rozmaitego rodzaju dróg, jako to dróg bitych, bruków itd., całkowitą ilość oporu przez tarcie, tak kół, jak i osi wywoływanego. Doświadczenia te wykazały, iż dla dróg bitych (chausées) przy szybkości 1 metra na sekundę i dobrym stanie drogi

$$T = 0{,}030\ P$$

przy tej samej zaś szybkości na drodze brukowanej

$$T = 0{,}015\ P$$

czyli że opór napotykany przez siłę pociągową w pierwszym przypadku wynosi 30 kilogramów na tonę (1000 kilogramów) ciężaru, w drugim 15 kilogramów. Jeżeli zamiast drogi zwyczajnej bitej, lub brukowanej, przyjmiemy do doświadczeń drogę wyłożoną gładkiemi flizami kamiennemi, wartość powyżej oznaczona, znacznie się jeszcze zmniejszy. Lecz w porównaniu z wszystkiemi dotąd znanemi rodzajami dróg, koleje żelazne najmniejszy, przez tarcie kół, stawiają sile pociągowej opór. Doświadczenia, o których wyżej mówiliśmy, z największą prowadzone ścisłością wykazały, iż na kolejach żelaznych przy szybkości 1 metra na sekundę, siła pociągowa napotyka opór 2 do 3 kilogramów na tonę, czyli

$$T = 0{,}003\ P$$

Następnie dla oznaczenia samego tarcia kół o powierzchnię drogi, puszczano wolno parę kół połączonych z sobą osią stale w nich osadzoną, po kolei żelaznej pod pewnym spadkiem nachylonej. W doświadczeniu tem usunięto więc zupełnie tarcie osi w piastach, lub panwiach, i pozostało tylko tarcie kół o szyny. Jakkolwiek wypadki doświadczeń w ten sposób dotąd dokonanych,

niezupełnie z sobą są zgodne, jednakże w przybliżeniu przyjąć można, iż tarcie kół o szyny wynosi od 1 do 1,5 kilogramu na tonę ciężaru.

§. 25.

Powyżej oznaczone wypadki doświadczeń oznaczają dosyć dokładnie opór, który siła pociągowa ma do pokonania w przypadku, gdy wóz postępuje po linii prostej i poziomej, z stosunkowo małą szybkością, którąśmy poprzednio oznaczyli na 1^m, na sekundę, co odpowiada szybkości konia idącego stępo, opór ten jednak znacznie się powiększa, przy większej szybkości jazdy, tak iż przy szybkości 2^m do $2^m,50$ na sekundę, co odpowiada zwykłemu biegowi konia truchtem, trzeba powiększyć powyżej podane wypadki o 25% dla dróg bitych, a o 50% dla dróg brukowanych.

Przy biegu z szybkością 3^m do $3^m,50$ na sekundę, odpowiadającą biegowi kłusem, zwiększenie to wynosi dla dróg bitych 50%, dla dróg zaś brukowanych 100%.

Strata ta siły jest spowodowaną, przy większej szybkości ruchu przez uderzenia kół o nierówności powierzchni drogi, które na drogach brukowanych bardziej niż na makademizowanych czuć się dają. Rozumie się samo przez się, iż dane powyższe odnoszą się do dróg w zupełnie dobrym zastających stanie. Nadto zwrócić należy uwagę na to, iż doświadczenia te wykazują siłę potrzebną do ciągnięcia wozu, już w ruchu będącego, że zatem w pierwszej chwili, gdy chodzi o zwyciężenie oporu wozu w spoczynku zostającego, siła musi być większą.

Przy ruchu na kolejach żelaznych siła pociągowa napotyka podobne przeszkody, jak i na zwykłych drogach wozowych, nadto urządzenie odmienne wozów i samejże kolei wywołuje jeszcze inne, nieznane przy zwykłych wozach przeszkody. I tak: Przy wejściu i wyjściu z linii krzywych, obręcze kół docierają brzegami swemi do szyn; toż samo ma miejsce, jeśli jedna szyna wyżej, niż druga jest położona. Inne niedokładności w ułożeniu szyn, jak np. złe połączenie na składach itp. wywołują uderzenie kół o części wystające. Jeśli wagon nie postępuje zupełnie środkiem kolei, to jest, jeśli zbliża się cokolwiek do jednej z szyn, co się zdarza bardzo często, wówczas oba koła jednej osi, z powodu swego kształtu stożkowatego, nie przebiegają jednocześnie równych długości drogi, z tej przyczyny musi następować ślizganie jednego z kół. Przez użycie hamulca koła w niektórych miejscach ścierają się, tak iż zamiast dokładnej i jednostajnej okrągłości, na obwodzie ich natrafiać można

małe płaszczyzny. Wszystkie te przyczyny zwiększają opór, a zwiększają go, tym bardziej, im z większą szybkością wóz postępuje.

Przy szybkim ruchu, równie ważny opór napotyka siła pociągowa w powietrzu, które pociąg w biegu swym przerzynać jest zmuszony. Przy stanie spokojnym powietrza opór ten jest proporcionalny do kwadratów z szybkości. Jeśli jednak pociąg zmuszony jest postępować pod wiatr, lub spotyka się z jego kierunkiem pod mniej, lub więcej ostrym kątem, wówczas opór ten zwiększa się jeszcze znacznie.

W pociągach złożonych z kilku, lub więcej wagonów, wartości oporów napotykanych przez pojedyncze wagony, dodają się do siebie i nadto zwiększają się oporem wywoływanym przez sprzężenie jednych wagonów z drugiemi w taki sposób, iż każdy wagon, do pewnego stopnia niezależne od drugich odbywając ruchy, oddzielny sile pociągowej stawia opór.

Doświadczenia, o których powyżej już wspomnieliśmy, okazały, iż wszystkie te rodzaje oporu jakie siła pociągowa ma do zwalczenia wzrastają w miarę zwiększenia się szybkości biegu, i tak pociąg złożony z samych wagonów, (o oporze lokomotywy oddzielnie mówić będziemy) postępujący po linii prostej i poziomej w czasie spokojnym następujący natrafia opór:

1. Przy szybkości 25 do 30 kilometrów na godzinę opór wynosi 4,50 kilogramów na tonę (1000 kil.).
2. Przy szybkości 38 kilometrów 7.^{k}70 na tonę.
3. „ „ 45 „ 8.^{k}50 „ „
4. „ „ 56 „ 10.^{k}00 „ „

Jak już wspomnieliśmy powyżej, lokomotywa inne jeszcze rodzaje oporu ma do przezwyciężenia. Rozdzielić je można na trzy:

1. Opór wywoływany temi samemi przyczynami, które mówiąc o ruchu wagonów opisaliśmy szczegółowo, jako to: tarcie kół o osie i o szyny, uderzenia kół o nierówności szyn, płaszczyzny na obwodach kół, zboczenia w biegu itd.

2. Opór wywoływany przez bezużyteczne ruchy pistonów, mimośrodów (ekscentryków), pomp itd.

3. Opór wynikający z ciśnienia pary wpuszczonej do walca, dla wprowadzenia w ruch pociągu.

Wypadki doświadczeń wykonanych przez inżynierów Flachat, Lechatellier i innych dla oznaczenia wielkości oporów pod l. 1 i 2 wymienionych, pozostawiają pod względem ścisłości wiele do życzenia,

jednakże w braku danych dokładniejszych, przyjąć je w obliczeniach naszych jesteśmy zmuszeni. Wielkość oporów tych zależy, nie tylko od szybkości ruchu, wpływającej głównie na zwiększenie oporu przy ruchu wagonów, ale także od lepszej lub gorszej budowy samej lokomotywy. Wypadki tych doświadczeń są następujące:

a) Lokomotywy towarowo-osobowe przy szybkości średniej 30 kilometrów, na godzinę mają do zwalczenia opór, wynoszący około 8 kilogramów na tonę.

b) Lokomotywy do szybszej jazdy przeznaczone, przy prędkości 45 kilometrów, lub więcej na godzinę, przezwyciężają opór 11 kilogramów na tonę.

Co do ostatniego rodzaju oporu pod Nr 3. wymienionego, zależy on również od rodzaju budowy lokomotywy, a szczególniej od ilości kół poruszających (moteurs).

a) Dla maszyn o jednej parze kół poruszających, wynosi on 0,15 całego oporu stawionego przez pociąg, który porusza lokomotywa.

b) Przy maszynach o dwóch parach kół poruszających, opór ten wynosi 0,22 całkowitego oporu

c) Wreszcie maszyny o trzech parach kół poruszających, mają do zwalczenia z powodu powyżej przytoczonego, opór dodatkowy równający się 0.30 całkowitego oporu.

Wszystkie, powyżej przytoczone dane wystarczają do obliczenia w każdym przypadku oporu napotykanego przez pociąg, po linii prostej i poziomej postępujący. Dla lepszego wyjaśnienia podamy tu dwa przykłady.

I.

Niech będzie pociąg ważący 300.000 kilogramów (300 ton), ciągniony przez maszynę ważącą 50.000 kilogramów (50 ton) z szybkością $v=25$ do 30 kilometrów na godzinę.

Wedle danych poprzednich otrzymamy:

Opór wagonów =	$300 \times 4.50 =$	1350 kil.
Lokomotywa rachując 8 kil. na tonę	$50 \times 8 =$	400 kil.
Ciśnienie pary przy maszynie z trzema parami kół poruszających	$0.30 \times 1350 =$	405 kil.
Opór całkowity		2155 kil.

Że zaś cały ciężar pociągu wynosi 350.000 kilogramów, czyli 350 ton, opór na tonę, wynosić będzie $\frac{2155}{350} = 6$ kilogramów.

II.

Weźmy pociąg ważący 100.000 kilogramów (100 ton) z lokomotywą ważącą 40 ton i szybkością v=53 kilometrów na godzinę.

Będziemy mieli:

Opór wagonów	100×10=1000 kil.
Opór maszyny 11^k na tonę daje	40×11= 440 kil.
Ciśnienie pary w maszynie o jednej parze kół poruszających	1000×0.15= 150 kil.
Opór całkowity	1590 kil.

Czyli na tonę $\frac{1590}{140}$ = 11 kilogramów.

§. 26.

Inżynierowie angielscy do obliczania oporu pociągów używają formuły podanej przez inżyniera Wyndhama Hardinga. Formuła ta jest następująca.

$$T = 2.72 + 0.094\ v + 0{,}00484\ S\frac{v^2}{p}$$

W formule tej v oznacza szybkość ruchu, p ciężar pociągu, S powierzchnię czoła pociągu. Pierwszy jej wyraz oznacza opór przy małej szybkości ruchu, drugi daje opór wywoływany przez uderzenia kół, nierówności kolei itd., trzeci wreszcie wyraża opór powietrza.

Dla wprowadzenia w rachunek oporu właściwego samej lokomotywie, inżynierowie angielscy wypadki otrzymane podług powyżej podanego wzoru zwiększają o 25%. Wstawiając tę ważność do powyższego wzoru i przyjmując S=6 metrów kwadratowych, otrzymujemy nowy wzór:

$$T = 3.40 + 0.118\ v + 0.036\ \frac{v^2}{p}$$

Jeśli do tego wzoru wprowadzimy wartości w II. przykładzie przyjęte będzie

$$T = 3.40 + 0.118 \times 53 + 0.036\frac{(53)^2}{100} = 10.^k 37.$$

Różnica więc jest mało znaczna, w porównaniu wypadku 11 kilogramów, za pomocą ściślejszych formuł otrzymanego.

Następna formuła daleko prościejsza podaje sposób szybkiego obliczenia oporu w każdym danym przypadku, kształt jej jest następujący:

$$T = \frac{1}{5}\ V$$

v prędkość oznacza się w kilometrach na godzinę. Podstawiając we wzorze powyższym, wartości dla v przyjęte w dwóch poprzednich przykładach, otrzymujemy w przypadku pierwszym

$$T = \frac{30}{5} = 6 \text{ kilogramów na tonę}$$

w drugim

$$T = \frac{53}{5} = 10,^{k}6$$

Wypadki te prawie w zupełności zgadzają się z poprzednio otrzymanemi.

§. 27.

Dotąd zastanawialiśmy się nad oporem, który siła poruszająca ma do przezwyciężenia w biegu pociągów po linii prostej, poziomej i w stanie spokojnym powietrza. Pozostaje nam obecnie do zbadania wpływ, jaki wywiera na zwiększenie tego oporu wiatr, linie krzywe i spadki.

W spółczynnikach otrzymanych przez doświadczenia, któreśmy poprzednio opisali, objęty jest wpływ powietrza w stanie spokojnym zostającego. Przy wolnym biegu pociągów wpływ ten jest mało znaczący, np. pociąg ubiegający 20 lub 25 kilometrów na godzinę, czyli 5 do 6 metrów na sekundę, ma prędkość nie wielkiego wiatru, którego ciśnienie na 5 kilogramów na 1 metr kwadratowy zwykle się ocenia. Czoło pociągu w rzucie ma około 6 metrów kwadratowych powierzchni, cały zatem opór stawiony pociągowi przez powietrze w stanie spokojnym zostające, wynosi $5 \times 6 = 30$ kilogramów.

Lecz opór wiatru wzrasta w stosunku kwadratów z prędkości, jeśli zatem weźmiemy pociąg pospieszny przebiegający 72 kilometry na godzinę, czyli 20 metrów w jednej sekundzie, ciśnienie powietrza na 6 metrów kwadratowych frontowej jego powierzchni, wynosić będzie od 300 do 360 kilogramów. Pociągi pospieszne są lekkie i ważą zwykle około 100 ton, opór zatem powietrza napotykany przez pociąg, z powyżej oznaczoną szybkością postępujący, wynosi 3 kilogramy na tonę. Zwrócić jednak należy uwagę na to, iż wypadek powyższy oparty na teoretycznem obliczeniu, w zastosowaniu jest trochę za wielkim z następującej przyczyny: W skład współczynników ogólnego oporu, podanych przez nas poprzednio, wchodzą opory pojedyncze, napotykane tak przez czoło pociągu, to jest lokomotywę, jak i przez idące za nią wagony. Jeśli w wypadku tym zechcemy oznaczyć, w sposób powyższy, część ich składową, to

jest opór powietrza, to opór ten jednakowo tak przy lokomotywie jak i przy wagonach będzie obliczony. W rzeczywistości jednak inaczej się dzieje. Czoło pociągu napotyka warstwy powietrza zostające w spoczynku, musi je przedrzeć i poruszyć, co z większą, lub mniejszą stratą siły, odpowiednio swej szybkości dokonywa. Gdyby za czołem pociągu postępowały wagony w znacznem oddaleniu, tak aby poruszone przez czoło warstwy powietrza, mogły przyjść do równowagi i na nowo musiały być przecinane, obliczeczenie nasze byłoby prawdziwe, w rzeczywistości jednak wagony natrafiają na warstwy powietrza już poruszone i pociągnięte przez czoło pociągu w kierunku biegu, mają więc do przezwyciężenia opór daleko mniejszy i dla tego powiedzieliśmy, iż wypadek naszego obliczenia oporu powietrza, jako części składowej ogólnego oporu, pokonywanego przez pociąg w biegu, jest za wielki.

Tak się rzecz ma przy spokojnym stanie powietrza, jeżeli jednak pociąg w biegu ma do zwalczenia prąd wiatru działający bądź ukośnie, bądź wprost w przeciwnym kierunku, wówczas opór wzrasta i to do tego stopnia, iż zdarzały się wypadki, w których pociągi były zupełnie przez wiatr zatrzymane w biegu.

Jeżeli wiatr działa w kierunku wprost przeciwnym biegowi pociągu, wówczas całe jego ciśnienie na czoło pociągu dodaje się do oporu obliczonego, według podanych powyżej wzorów. Powierzchnia ta frontowa ma, jak już powiedzieliśmy 6 metrów kwadratowych, przypuściwszy siłę wiatru 60 kilogramów na 1 metr kwadratowy, otrzymany, jako zwiększenie oporu 360 kilogramów. Lecz działanie wiatru nie ogranicza się na samą powierzchnię frontową, zapędza on powietrze w przerwy pomiędzy wagonami istniejące, przez co opór znacznie jeszcze zostaje powiększony. Skutek ten najbardziej czuć się daje w czasie przechodu pociągów po liniach krzywych. Wówczas powierzchnia, na którą wiatr działa bezpośrednio, zwiększa się znacznie i dochodzi do 8 a nawet do 12 metrów kwadratowych. Opór się zatem zdwaja i zamiast 360 do 720 kilogramów dochodzi, dla pociągów więc 100 ton ważących zwiększenie oporu przez wiatr wywołane wynosić może 7,2 kilogramów na tonę.

Przy ukośnym kierunku wiatru powierzchnia oporowa jest równą powierzchni rzutu pociągu na płaszczyznę prostopadłą do kierunku wiatru, a zatem o wiele większą od obliczonej poprzednio. Prócz tego wiatr zapędza pomiędzy wagony powietrze i wzmaga opór. Wreszcie silny wiatr jest w stanie zepchnąć pociąg ze środka kolei, tak dalece iż obręcze kół od strony przeciwnej, aż do samej

szyny przyparte, zwiększają tarcie w bardzo znacznym stosunku. Z tego wynika, iż wiatr ukośny trudniejszy jest do pokonania, aniżeli wprost przeciwny kierunkowi biegu pociągu, i taki to wiatr ukośny jest czasem w stanie, w zupełności pociąg w biegu zatrzymać.

Dla zmniejszenia skutków oporu wiatru należy unikać przy składaniu pociągów, przedzielania wagonów krytych odkrytemi platformami, nadto lokomotywa powinna mieć zawsze zapasową siłę w pogotowiu, aby módz przezwyciężyć opór nagle powstającej burzy.

§. 28.

Obecnie wypada nam zastanowić się nad wpływem, jaki wywierają linie krzywe na siłę pociągową.

Widoczną jest rzeczą, iż jeżeli na kolei zbudowanej w łuk, umieścimy wóz, kształtulinią prostą oznaczyć się mogącego, wówczas ta linia będzie bokiem wielokąta wpisanego w koło, którego część łuk kolei stanowi. Fig. 10. przedstawia podobny wypadek. Widzimy na niej, iż koła przednie i tylne wozu znajdujące się na jednej linii prostej, zmuszone są postępować po linii krzywej, że zatem obręcze ich nie mogą być równoległe do szyn kolei, że sprzeczność ta musi wywoływać tarcie, zwiększające opór, stawiany sile pociągowej, wyjąwszy wypadku, jeśli bok tego wielokąta w stosunku do promienia łuku, jest tak mały, iż prawie w zupełności zlewa się z obwodem. Im zatem promień łuku jest większy, czyli im bardziej łuk sam zbliża się do linii prostej, i im wóz jest krótszy, tym tarcie wywołane przez krzywiznę jest mniejsze. Dokonane doświadczenia wykazały, iż granicą, po za którą krzywizna łuków żadnego prawie wpływu na siłę pociągową nie wywiera, jest promień około 600 metrów wynoszący. Zwiększenie oporu na łukach 600 metrów, lub więcej promienia mających, jest tak małe, iż w obliczeniach zupełnie zaniedbanem być może, po niżej tej granicy opór wzrasta w odwrotnym stosunku do wielkości promienia. Wagony krótkie czterokołowe, w których odległość między osiami wynosi najwięcej $3^{m},00$, przechodzić mogą nawet po krzywych bardzo małego promienia. Cała trudność zachodzi przy wagonach długich i lokomotywach, gdzie oddalenie od siebie osi skrajnych 4 do 5 metrów wynosi. Dla ułatwienia w przejściu tym wagonom i lokomotywom po łukach, wprowadzono w budowie tak kolei jak i samych wozów rozmaite urządzenia, które jakkol-

wiek nie usuwają zupełnie trudności, starają się jednak o ile możności ją zmniejszyć.

Zaliczyć tu potrzeba naprzód kształt stożkowy kół, o którym mówiliśmy już poprzednio, a skutkiem którego wagon postępujący po łuku, pod wpływem siły odśrodkowej, zbliża się do strony zewnętrznej łuku. Tym sposobem koło znajdujące się po tej stronie, toczy się po szynie obwodem większym, aniżeli koło po przeciwnej stronie położone, gdy zaś szyna wewnętrzna łuku musi być krótszą od zewnętrznej, przeto różnica długości szyn, odpowiada różnicy długości dróg przebieżonych przez koła wagonu. Widzimy ztąd, iż im mniejszy jest promień łuku, tym większe powinno być nachylenie powierzchni bocznej stożka, stanowiącej obwód kół. Odpowiednio zatem do wielkości promieni łuków przyjętych dla danej linii, należy oznaczyć wielkość nachylenia obwodów kół wozów do użytku na tej linii przeznaczonych. Nachylenie to zwykle wynosi od $^1/_{20}$ do $^1/_{10}$ szerokości dzwon.

Drugiem ułatwieniem dla przechodzenia wozów po łukach, jest nadawanie kolei większej, niż odstęp kół, szerokości. Wiemy już z poprzedniego, iż szerokość kolei zwykle jest taką, aby pomiędzy szynami, a kołami wagonu ustawionego na środku kolei znajdowało się, z każdej strony, wolnego miejsca od $0^m,01$ do $0^m,015$. Cały zatem odstęp pomiędzy szynami a kołami od $0^m,02$ do $0^m,03$ wynosi, a w skutku zużycia obręczy kół i brzegów szyn, dochodzi często do $0^m,04$. Nadto na łukach małego promienia, często przy układaniu szyn, zwiększa się szerokość kolei z $1^m,45$ na $1^m,47$. Tym sposobem wozy postępujące po łukach mogą przybierać najdogodniejsze dla siebie położenie, to jest ustawiać się tak, aby bez wywołania tarcia kół o szyny, stanowiły niejako boki wielokąta w łuk wpisanego.

Urządzenie osi wozów kolejowych, jak to już powyżej opisaliśmy jest takie, iż osi te pozostają wciąż równoległe względem siebie, jednakże równoległość ta przy przejściu wagonów po łukach do pewnego tylko stopnia jest zachowaną. Opisane już przez nas widły boczne obejmują osi, i stale je w jednem utrzymują położeniu, jednakże z każdej strony, pomiędzy osią a wycięciem wideł pozostawione jest wolne miejsce $0^m,005$ wynoszące. (Fig. 16) w tych to małych stosunkowo granicach, osi mogą przybierać względem siebie nachylenie. Nachylenie to w każdym końcu osi wynosi $0^m,01$ czyli razem $0^m,02$. Przy przejściu wozów po łukach, osi starają się przybrać kierunek promieni łuków, co przez powyżej opisane urządzenie, do pewnego stopnia osięgnąć mogą.

Wreszcie osadzenie osi jest takie, iż mogą w czasie biegu pozostając równoległemi zbliżać się, lub oddalać od siebie, jakkolwiek w granicach bardzo szczupłych to jest $0^m,01$ nie przechodzących.

Wszystkie opisane powyżej urządzenia służą jedynie do zmniejszenia niedogodności nieodłącznych od przechodzenia wozów kolejowych po łukach, nie usuwają ich jednak w zupełności, tak iż łuki z mniejszym, niż 600 metrów promieniem, jak to już powiedzieliśmy wyżej, wywołują przy przejściu pociągów zwiększenie tarcia, a zatem i zwiększenie oporu przez siłę pociągową pokonywanego. Wedle dokonanych doświadczeń zwiększenie to wynosi:

1. Dla łuków promienia 500 metrów, 1 kilogram na tonę
2. „ „ „ 250 „ 2 „ „ „
3. „ „ „ 125 „ 4 „ „ „

Do poprzednich zatem obliczeń oporu, zwiększenie powyższe odpowiednio wielkości łuków dodać należy.

§. 29.

Pozostaje nam jeszcze do ocenienia, jaki wpływ na siłę pociągową, wywierają spadki kolei.

Ciężar ciała, położonego na płaszczyznie pochyłej, rozdziela się, jak wiadomo na dwie siły, z których jedna działa prostopadle, druga równolegle do plaszczyzny. Fig. 12. przedstawia podobną płaszczyznę pochyłą, na której znajdujący się ciężar P, rozdziela się na dwie siły Q i S, Wartości sił tych będą następujące:

$$Q = P\frac{a}{l}$$

$$S = P\frac{h}{l}$$

Jeżeli pociąg zjeżdża po spadku z góry, wówczas siła S, równoległa do powierzchni spadku, działa w tym samym kierunku, co siła pociągowa, dwie więc te wartości dodają się do siebie. Przeciwnie jeśli wóz idzie pod górę, dwie te siły działają w kierunku wprost sobie przeciwnym i siła S od wartości siły pociągowej odjętą być powinna. Czyli iż w przypadku pierwszym opór zmniejsza się o całą wartość siły S, w drugim o tęż samą ilość powiększa. Oznaczywszy więc wynalezioną dotychczas wartość oporu przez O będziemy mieli

$$T = O + P\frac{h}{l}$$

Jako wartość dla ułomka $\frac{a}{l}$ można przyjąć 1 przy bardzo bowiem wielkich, jak dla kolei spadkach *np.* $0^m,040$ na $1^m,00$

wynosi ona 0.99920, w wyrażeniu zatem $Q = S \frac{a}{l}$, ułamek ten można opuścić. Widzimy ztąd, iż ciężar P na spadkach wartości swej nie zmienia.

Drugi ułamek $\frac{h}{l}$ można zamienić na $\frac{h}{a}$, gdyż l i a to jest długość mierzona po spadku i długość rzeczywista mierzona po poziomie, tak mało różnią się od siebie, iż je jako równe uważać można. Ztąd wyrażenie wartości dla S zmieni się na

$$S = P\frac{h}{a}$$

$\frac{h}{a}$ wyraża spadek. Jeśli w otrzymaną powyżej formułę, wyrażającą wartość oporu na spadkach dla wozów idących pod górę, wstawimy tę wartość będzie

$$T = O + P\frac{h}{a}$$

czyli iż opór na padkach przy biegu wozu pod górę, równa się oporowi przez inne przyczyny wywołanemu, więcej ciężarem pomnożonym przez spadek, to jest, iż do otrzymanej za pomocą poprzednich obliczeń wartości oporu, dodać należy na spadkach na każdy milimetr spadku i na każdą tonę jeden kilogram.

Rozdział III.

PRACA LOKOMOTYWY.

§. 30.

Lokomotywy spoczywają na kołach, z których jedna para, lub więcej, oprócz zwykłego użytku kół wozowych, inne jeszcze ma przeznaczenie, a mianowicie ulegając działaniu pary służy do nadania ruchu całej maszynie. Koła takie zowią się kołami poruszającemi.

Przez oznaczenie pracy lokomotywy rozumiemy wyrażenie w jednostkach wagi, działania, jakie lokomotywa na drodze poziomej wywierać jest zdolną.

Jeżeli oznaczymy przez:

T jak poprzednio siłę pociągową działającą w kierunku poziomym,

p ciśnienie pary wywierane w cylindrze na metr kwadratowy powierzchni, czyli iloczyn z liczby atmosfer ciśnienia wskazanych na manometrze, przez ciśnienie zwykłe powietrza

d średnicę cylindra wyrażoną w metrach

c długość drogi przebiegu tłoka

D średnicę koła poruszającego lokomotywy, zmierzoną do tego punktu obwodu koła, który się styka z szynami kolei. (Fig. 13).

Jeśli nadto przypuścimy, iż opór stawiany przez ciężar pociągu i samejże maszyny, skupia się na obwodzie koła poruszającego i działa równolegle do szyn kolei, oznaczywszy ten opór przez O będziemy mieli na każdy obrót koła poruszającego.

$$O = T \times \pi D$$

Z drugiej strony w tymże samym czasie, który potrzebny był na dokonanie obrotu koła, tłok drogę swą przebiega dwa razy czyli $2\ c$, pod wpływem ciśnienia pary w cylindrze, co wyrażone być może przez $p \times \frac{\pi d^2}{4}$, a ponieważ lokomotywa ma dwa symetryczne cylindry, oznaczywszy pracę lokomotywy przez E, będzie

$$E = 2 \times 2c \times p \times \frac{\pi d^2}{4}$$

ponieważ praca równą być winna oporowi czyli $O = E$ będzie

$$T \pi D = 4\ c\ p\ \frac{\pi d^2}{4} \text{ ztąd}$$

$$T = \frac{p\ c\ d^2}{D} \quad - \quad - \quad - \quad - \quad - \quad - \quad (1)$$

§. 31.

Praca lokomotywy, której wyrażenie matematyczne podajemy powyżej, powinna być zużytkowaną, czyli zamienioną w ruch postępowy maszyny. Cel ten osięga się za pomocą kół poruszających. Koła te w zetknięciu się swem z szynami, napotykają na ich powierzchni drobne nierówności, sam zaś ich obwód podobnemi nierównościami jest najeżony; skoro więc pod wpływem siły pary, kołu poruszającemu zostanie nadany ruch obrotowy, nierówności obwodu koła zaczepiają się o nierówności powierzchni szyny i następuje skutek podobny, jaki widzieć można przy obrocie koła zębatego po stale przytwierdzonej kremalierze, to jest następuje ruch postępowy koła poruszającego i ruch ten udziela się całej maszynie, a za jej pośrednictwem całemu pociągowi.

Jeżeli oznaczymy przez P pionowe ciśnienie koła poruszającego na szynę, czyli jego własny ciężar, wraz z częścią ciężaru lokomotywy na temże kole spoczywającego, przez f zaś współczynnik tarcia koła o szynę: $f\ P$ oznaczy siłę przylegania czyli zazębiania drobnych nierówności obwodu koła o szynę, na mocy której następuje ruch postępowy. Współczynnik f zmiennym jest i zależy od stanu powierzchni koła i szyn. Przy powierzchniach bardzo wyślizganych, zmoczonych przez deszcz, pokrytych cienką warstwą lodu, lub śniegu, współczynnik ten, a z nim i siła pociągowa maszyny znacznie się zmniejsza.

Drugą ilością, wchodzącą w skład powyżej podanego wyrazenia algebraicznego, jest P, ciężar spoczywający na kole poruszającem. Siła pociągowa maszyny zwiększa się odpowiednio zwiększeniu tej ilości, lokomotywa zatem tak powinna być zbudowana, aby koła poruszające były dostatecznie obciążonemi.

Jeżeli z jakichkolwiek powodów $f\ P$ staje się mniejszem od oporu pociągu wówczas ruch postępowy miejsca mieć nie może, koła pod działaniem siły poruszającej, mogą być wówczas w ruch wprawione, lecz będzie to ruch obrotowy w miejscu, a lokomotywa i związany z nią pociąg, naprzód nie będzie postępować. Wypadki takie zdarzają się często w zimie, podczas gołoledzi pokrywającej szyny cienką warstewką lodu.

Rozumie się samo przez się, iż $f\ P$ musi być dostatecznie wielkiem, aby zrównoważyć opór pociągu, nietylko normalny, to jest na linii prostej i poziomej, lecz również i wszelkie zwiększenia tegoż oporu na liniach krzywych, spadkach i t. p, nad których szczegółowem ocenieniem jużeśmy się w poprzedniem rozdziale zastanawiali.

Współczynnik f jak to już wyżej wspomnieliśmy jest zmiennym i wielkość jego zależy od stanu stykających się powierzchni; i tak jeśli szyny są niezużyte i bardzo suche, wartość f dochodzi do 0,33 P; na szynach zaś potłuszczonych i slizkich f zaledwie 0.07 lub 0.06 wynosi. W ogóle jako średnią wartość tego współczynnika przyjąć można 0.14 P, lub 0.15 P, w zimie jednak, i na liniach kolei przechodzących przez pasmo wysokich gór, należy liczyć najwyżej 0.12, lub 0,13 P.

Często zdarza się, iż pociąg zatrzymany na stacyi, z trudnością z miejsca rusza, a koła poruszające lokomotywy w miejsce postępowego odbywają ruch tylko obrotowy. — Takie wypadki wykazują brak dostatecznego przylegania, czyli zazębiania kół o szyny, w chwili bowiem ruszenia pociągu z miejsca, przyleganie to musi być większe, aniżeli w ciągu biegu. Zwrócić jednak należy uwagę na to, iż na stacyach lokomotywy wszystkich pociągów zwykle w je-

dnem i tem samem zatrzymują się miejscu. Szyny tam zwykle bywają potłuszczone uronionem smarowidłem, i przez to współczynnik tarcia kół znacznie się zmniejsza. W takim przypadku dostatecznem jest zwykle, posypanie szyn suchym piaskiem. Niektóre maszyny bywają nawet opatrzone stałym przyrządem do posypywania szyn piaskiem, w razie niedostatecznego przylegania kół.

Trudność poruszenia się z miejsca, jaką spotyka lokomotywa zostająca w spoczynku, jest jednym z powodów, jak to poniżej zobaczymy, dla których stacye kolei, to jest miejsca, na których pociągi się zatrzymują, powinny być zakładane, albo w poziomych, albo w bardzo łagodnych spadkach, nieprzenoszących $0^m,0015$ na $1^m,00$.

Dla powiększenia przylegania i tarcia kół o szyny, w miejsce jednej pary kół poruszających, przy niektórych maszynach bywają połączone z sobą dwie, trzy, a nawet cztery pary. Wówczas wszystkie te koła połączone z sobą, stają się poruszającemi i cały ciężar maszyny zużytkowany jest na powiększenie przylegania. Maszyny takie są przydatne do przewożenia wielkich ciężarów, to jednak, co się zyskuje na sile maszyny przy takiem urządzeniu, traci się na jej szybkości. Koła bowiem połączone z sobą stałemi ramionami, muszą ściśle jednakową liczbę obrotów odbywać, i stale w jednem pozostawać oddaleniu. Wiemy już z poprzedniego, iż na liniach krzywych, takie stałe połączenie kół między sobą, musi szkodliwy na bieg maszyny wpływ wywierać. Różnica długości dróg przebieganych przez koła po obu stronach lokomotywy położone, zrównoważoną być może, tylko przez ślizganie kół po szynach, co i na szybkość biegu i na prędkie zużycie szyn i kół, niekorzystny wpływ wywiera. Maszyny więc z większą ilością kół poruszających połączonych, korzystnie użytemi być mogą tylko do pociągów wolnych, lub też do pociągów szybkich, lecz przeznaczonych na linie z wielkiemi spadkami, gdzie powiększenie przylegania kół jest koniecznem.

Jeżeli oznaczymy przez m liczbę osi na których są osadzone koła poruszające, przez $\frac{P}{n}$ zaś ciężar na każdej z tych osi spoczywający; przyjmujac wreszcie jako współczynnik tarcia f=0.140, siła przylegania całej maszyny wyrażoną będzie przez 0,14 $\frac{P}{n}$ m.

$\frac{P}{n}$ ciężar spoczywający na każdej osi, nie powinien przenosić 13.000 kilogramów, w razie bowiem większego obciążenia koła, maszyny i szyny kolei nadzwyczaj szybkiemu ulegają zniszczeniu. Inżynierowie angielscy obciążają wprawdzie bardziej osi kół poru-

szających, starają się jednak wynagrodzić tę niedogodność wzmocnieniem szyn i kół; podobne jednak urządzenie tylko wyjątkowo i w razie konieczności z korzyścią zastosowanem być może, pociąga bowiem za sobą znaczne zwiększenie kosztów budowy i utrzymania, tak samej kolei jak i lokomotyw, i skraca czas ich służby.

§. 32.

Jako wyrażenie pracy lokomotywy otrzymaliśmy równanie

$$T = p \frac{c\, d^2}{D} \quad — \quad — \quad — \quad — \quad (I).$$

Zastanowimy się teraz nad sposobem, w jaki siła pary działa w lokomotywach.

Na jeden obrót koła poruszającego, w ciągu którego maszyna przebiega drogę równą πD, para wypełnia dwa razy każdy z dwóch cylindrów, czyli 4 cylindry pod ciśnieniem p. Objętość jednego cylindra równa się

$$\frac{\pi\, d^2\, c}{4}$$

dla czterech zatem cylindrów, wypełnionych parą w ciągu jednego obrotu koła poruszającego, będzie $\pi\, d^2\, c$. Jeżeli następnie oznaczymy przez V prędkość biegu maszyny, $\frac{V}{\pi D}$ wyrazi liczbę obrotów koła poruszającego na sekundę, ilość zaś zużytej pary da się oznaczyć przez

$$\frac{V}{\pi D}\, \pi\, d^2\, c = \frac{V\, d^2\, c}{D}$$

Ilość ta jest widocznie proporcyonalną do wielkości powierzchni ogrzewanej, którą oznaczymy przez S. Jeśli prócz tego współczynnik otrzymany przez odpowiednie doświadczenia i dający ilość otrzymywanej pary na jednostkę powierzchni ogrzewanej, oznaczymy przez A będzie

$$\frac{V\, d^2\, c}{D} = AS$$

zkąd

$$V = \frac{ASD}{d^2\, c} \quad — \quad — \quad — \quad — \quad — \quad — \quad (2)$$

Jeżeli dwa otrzymane powyżej wzory (1) i (2) rozmnożymy przez siebie otrzymamy

$$T\, V = p\, AS \quad — \quad — \quad — \quad — \quad — \quad (3)$$

Wyrażenie to oznacza, iż siła maszyny jest proporcyonalną do wielkości powierzchni ogrzewanej kotła. Okazuje się z niego ró-

wnież, iż przy równem ciśnieniu pary i równości powierzchni ogrzewanej maszyna może poruszać, mały ciężar z wielką szybkością, lub wielki ciężar z małą szybkością.

§. 33.

Z tego cośmy dotąd powiedzieli o pracy lokomotyw wynika, iż aby lokomotywa mogła odpowiedzieć swemu przeznaczeniu, potrzeba, aby opór, siła poruszająca i siła przylegania (adhezya), były sobie równe. Koniecznem następstwem niespełnienia tego warunku musiała by być, albo bezużyteczna strata siły, albo zatrzymanie ruchu. Dla dokładniejszego zrozumienia zastosujmy powyżej otrzymane formuły do szczególnego przykładu. Weźmy np. lokomotywę systemu Cramptona, z jedną parą wielkich kół poruszających i wielką powierzchnią ogrzewaną. Lokomotywy te służą do pociągów najszybszych. Możliwe ciśnienie pary w tych maszynach równa się 8 atmosferom a w rzeczywistości wynosi zwykle 7 atmosfer. Inne dane są następujące:

$A = 0.036$

$S = 97$ metrów kwadratowych

$d = 0^m,42$

$e = 0^m,55$

$D = 2^m,10$

$p = 7 \times 10333^k = 72310^k$ na metr kwadratowy.

W cylindrach jednak ciśnienie to jest mniejsze. Jako współczynnik straty przyjmuje się od 0,25 do 0,50 stosownie do urządzenia maszyny. Przyjmując średnią stratę 0,40, ciśnienie całkowite wynosić będzie w cylindrach nie 72310^k lecz $72310 \times 0.60 = 43386$.

Wstawiając powyższe wartości w formułę (1) będzie

$$T = \frac{43386 \times 0.42^2 \times 0.55}{2.10} = 2004^k$$

Siła zatem poruszająca maszyny wynosi około 2000^k.

Równanie (2) posłuży nam do wynalezienia szybkości, z jaką pociąg ten postępować może. Będziemy mieli

$$V = \frac{0.036 \times 97 \times 2.10}{0.42^2 \times 0.55} = 75 \text{ kilometrów}$$

Przejdźmy do ocenienia oporu:

Maszyna tego rodzaju próżna waży 25 ton; napełniona wodą 28 ton; tender obciążony 18 ton; pociąg lekki (expres) złożony z 7 wagonów waży 54 tony. Przypuściwszy, iż na linii, do której obliczeuie nasze ma być zastosowane, największe spadki nie

przechodzą $0^m,005$ na $1^m,00$, najmniejsze zaś krzywe mają 600 metrów promienia. Pociąg przebiega 75 kilometrów na godzinę Wedle udowodnionych już poprzednio zasad, opór wyrazi się przez

1. Dla pociągu

$$(^{75}/_{5} + 5)\ 54 = (15 + 5)\ 54 = 1080^k$$

2. dla lokomotywy

$$(18 + 28)\ 20 = 46 \times 20 = 920^k$$

Opór całkowity 2000^k

W przypadku zatem, który przyjęliśmy za przykład, opór nie przewyższa siły poruszającej, lokomotywa więc tego rodzaju jest w stanie pociąg z 7 wagonów złożony, w tych warunkach i z taką szybkością poruszać.

W końcu ocenić nam wypada siłę przylegania. Oś, na której są osadzone koła poruszające, w lokomotywach tej budowy, jest obciążona przeszło 13000 kilogramów. Przyjmując dla f wartość 0,15 P będzie

$$F = 0.15 \times 13000 = 1950^k \text{ czyli prawie } 2000^k$$

Tym sposobem pociąg wzięty za przykład w naszem obliczeniu warunkowi, któryśmy na początku postawili, aby siła poruszająca, siła przylegania i opór były sobie równe, czyni zadosyć, i w ruch wprowadzony być może.

§. 34.

Mówiąc szczegółowo o taborze kolejnym rozpoznamy bliżej skład i budowę rozmaitego rodzaju lokomotyw, w razie więc potrzeby, do tej części naszej pracy odsyłamy czytelnika, obecnie ograniczyliśmy się na podaniu ogólnych zasad i wiadomości, których znajomość konieczną jest przy wygotowaniu projektu każdej kolei. Wiadomości te, wraz z obliczeniami odnoszącomi się do siły poruszającej w lokomotywach i zwalczanego przez nie oporu, które podaliśmy powyżej, będą wystarczającemi do postawienia zasad, na jakich budowa kolei opartą być winna. Na tem więc kończymy wiadomości przygotowawcze, przystępując do przedstawienia prawideł odnoszących się do budowy kolei.

CZĘŚĆ DRUGA.

PROJEKT KOLEI I WYKONANIE ROBÓT ZIEMNYCH.

Rozdział 1.

WYBÓR KIERUNKU*).

§. 35.

Wybór najodpowiedniejszego kierunku, w którym projektowana kolej przeprowadzoną być winna, nie w zupełności zależy od inżyniera, któremu wykonanie projektu powierzonem zostało. Oprócz technicznych i handlowo administracyjnych względów, które przy wypracowaniu projektu kolei, na wybór jej kierunku wpływać muszą, są jeszcze inne ważniejsze, bezpieczeństwo kraju i jego interesa polityczne mające na uwadze. Przed temi ostatniemi ustępować muszą względy podrzędne, najczęściej mające na swe poparcie tylko pewną oszczędność w kosztach budowy, lub miejscową dogodność. Zazwyczaj przeto przy zamierzonej budowie kolei, punkta skrajne, i pewna

*) W tomie 2-im dzieła „O budowie dróg i mostów“, mówiąc o wyborze kierunku drogi (Część 2, Rozdział 2), podaliśmy szczegółowo zasady, na których wybór ten opierać się powinien. Zasady służące za podstawę do wyboru kierunku dróg kołowych, prawie w zupełności i przy kolejach żelaznych znajdują zastosowanie, moglibyśmy zatem czytelnika do tej części dawniejszej naszej pracy odesłać. Gdy jednak wykład o kolejach żelaznych, jakkolwiek objęty został ogólnym programem, jakiśmy sobie nakreślili, zamierzając przedstawić całkowitą teorję budowy dróg i mostów, jednakże z natury swej stanowi niejako odrębną całość, dla zachowania jej przeto w streszczeniu przynajmniej przypomnieć chcemy zasady, na których wybór kierunku kolei oparty być winien.

liczba pośrednich wskazane są naprzód, jako obowiązkowe, przez Rząd, od którego zależy wydanie koncessyi na budowę, a którego obowiązkiem jest czuwanie nie tylko nad interesami przemysłowemi, lecz nad bezpieczeństwem kraju, pod względem politycznym i wojskowym.

W tak zakreślonych naprzód granicach, wybór kierunku kolei jest już obowiązkiem tego, który się wypracowaniem jej projektu zajmuje i w tych to właśnie granicach przedmiot ten wchodzi w zakres naszej pracy.

§. 36.

Przy wyborze ostatecznym kierunku kolei pomiędzy dwoma wskazanemi naprzód, bądź skrajnemi, bądź pośredniemi punktami przedstawiają się dwie okoliczności, częstokroć sprzeczne z sobą, i tak: pod względem technicznym i kosztów budowy, droga najprostsza i najkrótsza, jeśli nie ma do przełamania szczególnych przeszkód, podwyższających wydatki, jest najkorzystniejszą. W razie napotykania przeszkód, ominienie ich, lub zwalczenie, o ile możności jak najmniej kosztowne, czyni zadosyć w zupełności warunkom technicznym projektu. Jednakże w ten sposób obrany kierunek, nie odpowiadałby częstokroć potrzebom ogólnego gospodarstwa krajowego, pomijając punkta ważne, handlowe, lub przemysłowe, których połączenie z koleją, a przez to rozwój i wzrost pomyślności, w ogólnym leżą interesie. Stają więc naprzeciw siebie względy techniczne i względy ogólnego pożytku, a dokładne ocenienie dwóch tych sprzecznych z sobą okoliczności i oddanie pierwszeństwa tej, która rzeczywiście na to zasługuje, stanowi najważniejsze, a zarazem częstokroć najtrudniejsze zadanie, przy wypracowaniu projektu budować się mających kolei. Nie dosyć jest przekonać się, czy zwrócenie kolei z najkrótszego i najkorzystniejszego pod względem technicznym kierunku, dla przeprowadzenia jej przez dane np. miasto, byłoby korzystnem, lecz nadto trzeba liczebnie tę korzyść ocenić i porównać ją ze stratami, jakie przyniesie przedłużenie drogi w kosztach budowy, a szczególniej w kosztach przewozu ogólnej ilości towarów, między dwoma naprzód oznaczonemi dla kolei skrajnemi punktami.

Pytanie to najczęściej z zupełną ścisłością rozwiązać się nie daje, odpowiedź bowiem zależeć musi od ocenienia wpływu, jaki przeprowadzenie kolei przez daną miejscowość wywrze na podniesienie jej handlu i przemysłu; a ocenienie to częstokroć mylnem

być może. Jedynie dokładna znajomość miejscowych stosunków i pewna wprawa w ich ocenianiu, mogą tu służyć za wskazówkę.

W każdym razie ostateczne rozstrzygnienie w wątpliwych przypadkach, oparte być winno na danych statystycznych, które jakkolwiek nie mogą być ścisłemi, posłużą jednakże choć w przybliżeniu do rozwiązania trudności.

Jeżeli np. zachodzi pytanie, czy należy zboczyć z korzystniejszego kierunku, dla przeprowadzenia kolei przez daną miejscowość, następujące dane wejść powinny w rachunek:

1. Przypuszczalna ilość towarów, jaką miejscowość ta do przewozu dostarczyć może. W razie, gdyby znajdowały się w niej fabryki, można by oprzeć obliczenie na dzisiejszej tych fabryk produkcyi, z pewnem podwyższeniem, którego zawsze spodziewać się należy. W razie przeciwnym, gdy liczyć należy jedynie na przewóz płodów surowych, jak to po największej części w naszej prowincyi się dzieje, należy zebrać dane statystyczne, wskazujące wiele okolica cała dostarcza do wywozu zboża, bydła, drzewa itd.

2. Podobne dane zebrać należy dla okolicy, która przez zmianę kierunku, kolei zostałaby opuszczoną i z tego nowego środka przewozu korzystaćby nie mogła. Różnica pomiędzy dwiema w ten sposób otrzymanemi liczbami wskaże, który z dwóch kierunków, pod względem przewozu towarów miejscowych, będzie korzystniejszym.

3. Podobne obliczenie przypuszczalne zrobić należy, co do przewozu osób w dwóch przypadkach. Zwrócić jednak przytem uwagę należy, nie tylko na większe, lub mniejsze zaludnienie dwóch okolic, lecz jeśli się tak wyrazić można, na jakość ludności. Ludność wiejska bez porównania mniej ruchliwa, cztery, lub pięć razy mniej dostarcza do przewozu podróżnych, aniżeli miejska.

4. Należy następnie obliczyć przypuszczalnie ilość towarów i osób, na których przewóz, pomiędzy dwoma głównemi punktami kolei, liczyć można. Raz ustanowiwszy tę liczbę, łatwo będzie obliczyć, o ile powiększonym by był koszt całego tego przewozu, przez przedłużenie linii.

5. Podwyższenie kosztów budowy, wywołane przez zboczenie.

6. Podwyższenie kosztów utrzymania.

Jeżeli po zebraniu danych powyżej wyliczonych okaże się, iż opłata za przewóz towarów i podróżnych, przy dłuższym kierunku pokryje wszystkie straty, a mianowicie:

a) Zwiększenie kosztu w przewozie ogólnej ilości towarów i osób

b) Podwyższenie kosztów utrzymania,

c) Procent od przewyżki kapitału na budowę wyłożonego: wówczas widoczną jest rzeczą, że zboczenie od pierwiastkowego kierunku jest korzystnem i przyjętem być powinno.(*)

Zbadanie w powyżej opisany sposób, okoliczności przemawiających za wyborem pewnego kierunku, daje znowu pewną ilość punktów przez które kolej przeprowadzoną być powinna, dalszy więc wybór już w bardziej określonych dokonywa się granicach, a na rozstrzygnienie wszelkich wątpliwości, już tylko zastosowanie zasad technicznych, wpływać powinno. Zwrócić tu jednak musimy uwagę na jedną jeszcze okoliczność.

Miasta i wszelkie punkta handlowe, przez które kolej ma przechodzić i w których stacye urządzone być mają, powinny być o ile możności jak najdogodniej obsłużone. Stacye zatem powinny być umieszczone, jeśli nie w samych miastach, to o ile możności jak najbliżej, nadto powinien być zapewniony do nich dogodny dojazd. Przeprowadzenie takie kolei i urządzenie stacyi w bliskości miast

---

*) Przy zwykłym sposobie udzielania koncessyi na budowę kolei żelaznych, w którym Rząd poręcza towarzystwu pewien dochód od jednostki długości kolei, pozornie, obliczenie powyższe zdawaćby się mogło obojętnem, dla właścicieli kolei. W rzeczywistości jednak tak nie jest. Gwarancya rządowa zabezpieczać winna tylko, towarzystwo od strat uniknąć się niedających, korzystanie z niej jednak jest zawsze szkodliwem dla przedsiębiorstwa kolejowego. Te tylko towarzystwa kolei rozwijają się pomyślnie, które do tej ostateczności uciekać się nie potrzebują i własnemi mogą żyć dochodami. Pierwszym zaś warunkiem pomyślnego rozwoju danej linii kolei, jest wybranie najodpowiedniejszego dla niej kierunku. Z drugiej strony obowiązkiem jest rządu, przy zatwierdzaniu ostatecznem kierunku nowej linii, strzeżenie interesów ogółu. Zatwierdzenie więc to powinno następować jedynie, po usprawiedliwieniu ze strony towarzystwa wyboru wszystkich ważniejszych punktów, opartem na powyżej podanem obliczeniu. Dodać tu musimy, iż udzielanie koncessyi z poręczeniem ogólnem, pewnej wysokości dochodu z całej linii, nie tylko nie usuwa powyżej wskazanych niedogodności, ale przeciwnie staje się najczęściej powodem, dla którego budujące towarzystwa, starają się o przeprowadzenie kolei w sposób, jak najmniej kosztowny, bez względu na dogodności i potrzeby ekonomiczne kraju, bez względu na trwałość i dokładność robót, bez względu nawet na korzyści samego towarzystwa, później osiągnąć się mogące. Koncessyonaryuszóm w takich razach chodzi tylko o wybudowanie kolei, jak najtańsze, i osiągnienie tym sposobem nieprawych często zysków. Naprawy walących się mostow i zabudowań pójdą potem na rachunek kosztów utrzymania, a rząd poręczywszy pewien dochód, brak uzupełnić będzie zmuszony. Smutne przykłady takiego gospodarstwa mamy i w Galicyi przed oczami.

może niewątpliwie w niektórych razach podwyższyć koszta budowy, z powodu większych trudności do zwalczenia i drożyzny gruntów, które pod kolej wywłaszczyć trzeba. Dobrze jednak zrozumiany interes kolei, po największej części poświęcenie takie nakazuje, im bowiem łatwiejszy i dogodniejszy jest przystęp do stacyi, tym więcej zgłasza się do przewozu i podróżnych i towarów, dogodność zatem zrobiona dla publiczności, nawet z pewnym kosztem, opłaca się powiększeniem dochodów kolei. Przeciwnie umieszczenie stacyi w znacznej od miasta odległości, zła droga dojazdowa, brak środków komunikacyjnych między stacyą a miastem, koniecznie niekorzystny wpływ na ruch na kolei, a zatem i na jej dochód wywierać muszą.

Powiedzieliśmy, iż dobrze zrozumiany interes towarzystw kolejowych, winien je skłaniać do jak najdogodniejszego dla publiczności urządzania swych linii. Jednakże w wielu razach towarzystwa te, a raczej ich kierownicy, mało się troszcząc o rzeczywisty, tak dla kraju, jak dla samychże towarzystw pożytek ubiegają się o osiągnięcie natychmiastowych, choćby szkodliwych na później oszczędności w budowie, które ich osobistemu dogadzają inreresowi. Z tąd też często widzieć można, tak umieszczone stacye, iż dojazd do nich z najbliższego miasteczka, więcej trudów i kosztów wymaga, aniżeli podróż po całej linii. W takich razach rząd udzielający koncessyę na budowę kolei, jako stróż interesów ogółu, obowiązany jest swoim wpływem równie kraj, jak i samo towarzystwo od błędów, lub nieudolności zabezpieczyć, i takiej od towarzystwa kolei zmiany kierunku zażądać, jaka dla dobra ogólnego najwięcej przynosić będzie pożytku.*)

*) Uwagi powyższe nastręczają się pomimowolnie każdemu z podróżujących koleją w naszej prowincyi. Rzeczywiście dziwić się należy, tak daleko posuniętemu niedbalstwu ze strony rządu, i tak wyraźnie okazującej się złej woli towarzystw kolejowych. Kierunek istniejących dotąd kolei wskazuje największe lekceważenie interesów ogólnych, i zdawać by się mogło, iż w przekonaniu tych towarzystw, nie koleje dla dogodności i pożytku kraju zostały zbudowane, lecz przeciwnie, cały kraj dla użytku kolei jest przeznaczony. I tak Lwów stolica prowincyi z czterema oddzielnemi liniami kolei, zaledwie w połowie odnosi tę korzyść, jaką każde miasto znaczniejsze, przez takie połączenie środków komunikacyjnych osięga zazwyczaj. Przyczyną tego oddalenie dworców, i pochodzący ztąd koszt przewozu towarów i podróżnych między miastem a dworcem, który często całą korzyść z przewozu koleją pochłania. Ta sama niedogodność i to samo lekceważenie potrzeb miejscowych widzieć się daje w obraniu najnieodpowiedniejszych miejsc na stacye, przy znacznej liczbie miast pomniejszych.

§. 37.

Wybór kierunku kolei, pod względem wyłącznie technicznym ogranicza się, jak to już powiedzieliśmy powyżej do przeprowadzenia najkorzystniejszego linii, pomiędzy punktami wskazanemi naprzód bądź przez rząd, bądź przez badania administracyjno — ekonomiczne. Jeśli grunt jest płaski, niepoprzecinany przeszkodami, wówczas wybór kierunku żadnej nie przedstawia trudności. Linia prosta, lub o ile możności, jak najbardziej do prostej zbliżona będzie najkrótszą i najkorzystniejszą. Jeśli przeciwnie, grunt naturalny przedstawia nierówności z nachyleniami większemi, aniżeli spadki, z któremi kolej zbudowaną być może, wówczas szczegółowe badania stają się koniecznemi. Przy mniejszych nierównościach gruntu pewna wprawa w wybieraniu najwłaściwszego kierunku, i dokładne rozpoznanie miejscowości, po największej części jest wystarczającem. Często jednak i w takim razie może zajść potrzeba w miejscach wątpliwych wypracowania projektu częściowego w dwóch, lub trzech kierunkach. Porównanie kosztów budowy, dla każdego z tych kierunków, wskaże dopiero, który z nich jest najodpowiedniejszym.

Właściwe jednak trudności w wyborze kierunku napotykają się dopiero w okolicach górzystych, poprzecinanych rzekami, potokami i głębokiemi parowami, a przedewszystkiem przy przejściu pasm gór wysokich. Im większe nierówności napotyka się na gruncie, tym trudniejszym staje się wybór kierunku, tym dłuższe i sumienniejsze poprzedzić go powinny badania.

Gdy idzie o przeprowadzenie kolei przez jedno, lub dwa wzniesienia, przez jeden punkt w pośród gór położony, najdogodniejszem jest użycie planów, na dosyć wielką podziałkę (0.001 lub 0.002) sporządzonych i opatrzonych krzywemi, poziomemi. Sposób sporządzania i użycia planów takich podaliśmy już w Tomie 2im Dzieła „O budowie dróg i mostów“. (Rozdział I. §. 10, 11, 12 i 13) ograniczamy się tu więc tylko na przypomnieniu, iż dają one najdokładniejsze wyobrażenie o kształtach gruntu, i dozwalają uskutecznić wybór kierunku drogi, z całą świadomością, do jakiej przez badanie miejscowości wprost na gruncie nigdy dojść nie podobna.

W razie braku, lub trudności sporządzenia podobnych planów, należy wykonać niwelacyą podłużną w kierunku wybranym na oko, a zatem mniej więcej zbliżonym do najwłaściwszego. Prócz tego należy zdjąć dostateczną liczbę profilów poprzecznych, o tyle w obie strony przedłużonych, aby obejmowały całą przestrzeń, na której kolej pomieszczoną być musi. Dokonanie takiej niwelacyi

dozwala uskutecznić wybór najodpowiedniejszego kierunku w biurze, rozpatrzenie bowiem szczegółowe profilów poprzecznych wskazuje, w którą stronę ma być posuniętą oś kolei, jaki kierunek i jakie kształty nadać jej najwłaściwiej.

Jeśli wreszcie dla przeszkód naturalnych niwelacya w podobny sposób przeprowadzoną być nie może, należy poprzestać na zniwelowaniu wszystkich dróg, miedz, ścieżek, najwyższych i najniższych punktów okolicy, i wypisaniu na planie wszystkich rzędnych, punktom tym odpowiadających. Sposób ten mniej ścisły od poprzedzających posłużyć jednak może do oznaczenia przybliżonego kierunku osi kolei, który w razie potrzeby przy ostatecznej niwelacyi sprostowanym jeszcze być może.

§. 38.

Z tego cośmy powyżej powiedzieli, okazuje się, iż wytknięcie na gruncie projektowanej kolei w okolicach górzystych zawiera w sobie dwie zupełnie oddzielne czynności, pod ogólną nazwą, *trasowania* znane. Pierwsza z tych czynności jest przygotowawczą i służy do o ile możności najdokładniejszego zbadania kształtów powierzchni gruntu, uwydatnienia i oznaczenia wszelkich jej nierówności, i przedstawienia wyniku tych badań na stosownie przygotowanych planach sytuacyjnych. Druga obejmująca właściwe wytknięcie ostatecznie obranego kierunku, jest tylko przeniesieniem na grunt linii nakreślonej już, na poprzednio przygotowanych planach sytuacyjnych, której kierunek został oznaczony na zasadzie owych badań przygotowawczych.

W poprzednim paragrafie wspomnieliśmy, iż do badań tego rodzaju najdogodniejszemi są plany sytuacyjne opatrzone krzywemi poziomemi. Sposoby przygotowania takich planów, jakoteż zasady, na których się opierają wszystkie prace przygotowawcze na gruncie, jakoto zdejmowanie planów, wszelkiego rodzaju niwelacye itd. zostały podane przez nas z wszelkiemi szczegółami w dziele: „O budowie dróg i mostów“. W pracy niniejszej pomijamy dział ten w zupełności odsyłając czytelnika, chcącego przedmiot ten bliżej poznać do wspomnianego powyżej dzieła, jeden jednak wyjątek w tym względzie wypada nam uczynić. Od niedawnego czasu rozpowszechnił się dogodny i pośpieszny sposób wykonywania na gruncie, badań przygotowawczych za pomocą narzędzia *tacheometrem* zwanego, ponieważ sposób ten w dziele powyżej wspomnionem nie został podany, brak ten przeto uzupełnić zamierzamy pobieżnym opisem narzędzia i sposobów jego użycia.

Narzędzie to pomysłu P. Moinot inżyniera cywilnego francuzkiego, jest rodzajem teodolitu opatrzonego stadją czyli lunetą do mierzenia odległości zastosowaną. *) Nie podajemy tu rysunku tacheometru, ponieważ każdy, kto jest obeznany z użyciem teodolitu i tacheometrem posługiwać się potrafi. Wskażemy więc tylko różnice pomiędzy tem narzędziem, a zwykłym teodolitem zachodzące.

Koło poziome służące do mierzenia kątów poziomych, w tacheometrze podzielone jest, nie na 360°, jak w zwykłych teodolitach, lecz na 400°. Numerowanie stopni idzie od 0 aż do 400. Zmianę tę wprowadził wynalazca, dla ułatwienia i przyspieszenia obliczeń. Nadto we wszystkich narzędziach do mierzenia kątów poziomych, używanych, kpło to bywa stale osadzonem, tak, iż dla zmierzenia jakiegokolwiek kąta, potrzeba odczytać przy dwóch celowaniach odpowiednie liczby na podziale i różnica dwóch tych odczytań daje dopiero wartość mierzonego kąta. Ulepszenie wprowadzone przez P. Moinot w tacheometrze czynność tę o wiele upraszcza i skraca. Koło poziome będąc ruchomem, daje się zawsze po ustawieniu narzędzia na obranym punkcie, tak naprowadzić, aby linia operacyjna przechodziła przez zero podziałki. Ponieważ za pomocą tacheometru z jednego stanowiska zdejmuje się zwykle znaczną liczbę punktów, ułatwienie to jest nadzwyczaj ważnem. Potrzeba tylko raz zgodziwszy zero podziałki z linią operacyjną, celować następnie do wszystkich innych punktów, a wartość kąta odczytuje się za każdym razem wprost na podziałce koła i żadnych już nie wymaga obliczeń.

Koło pionowe również na 400° podzielone, osadzone jest stale, tak iż po ustawieniu narzędzia do poziomu, zero podziałki tego koła znajduje się na pionowej, przechodzącej przez środek narzędzia. Kąty odczytywane za pomocą tego przyrządu, są więc *odległościami zenitalnemi*, to jest kątami linii celu z pionową, przez środek narzędzia przechodzącą. Wszystkie kąty mniejsze od 100° wskazują, iż punkt, do którego celujemy, leży wyżej, większe zaś od 100°, że się znajduje niżej, aniżeli narzędzie.

Tacheometr opatrzony jest nadto bardzo czułą busolą, przeznaczoną do orientowania jednostajnego narzędzia, na każdem sta-

---

*) Opis szczegółowy stadii, zasady, na których się opiera budowa tego narzędzia, i jego użycie podaliśmy w dziele: „O budowle dróg i mostów“. Tom Iszy, §. 21 i następne Stadia przy tacheometrze używana jest stadją z włosami nieruchomemi.

nowisku. Reszta urządzenia w tacheometrze, jakoto libelle, noniusze itd. nie różni się w niczem od zwykłych teodolitów, lub tak nazwanych narzędzi uniwersalnych.

Z powyższego opisu widzieć można, iż tacheometr służy do mierzenia odległości, zdejmowania kątów poziomych i kątów pionowych. Celując zatem do jakiegokolwiek punktu, możemy oznaczyć jego oddalenie od narzędzia, położenie poziome i różnicę wysokości pomiędzy tym punktem, a stanowiskiem narzędzia zachodzącą, czyli możemy zdjąć plan sytuacyjny i zniwelować wszystkie jego punkta ważniejsze. Czynność ta dokonywa się pospiesznie, bez przenoszenia się na inne stanowisko, pomocnik tylko przechodzi z łatą stosownie urządzoną, z jednego punktu na drugi i zatrzymuje się na nim tak długo, dopóki inżynier znajdujący się przy narzędziu, ukończywszy potrzebne odczytywania, nie poleci mu przejść na punkt następny.

§. 39.

Dane w powyższy sposób za pomocą tacheometru zebrane przed użyciem, to jest przeniesieniem ich na plan sytuacyjny wymagają odpowiednich obliczeń; a obliczenia te, gdyby w zwykły sposób, za pomocą logarytmów i rozwiązywania formuł trygonometrycznych dokonywanemi być miały, wymagałyby tyle czasu, iż cały pożytek z pospiesznego przeprowadzenia czynności na gruncie, byłby zniweczony, i użyteczność samego narzędzia stałaby się wątpliwą. — Gdy jednak tacheometr jest przeznaczony wyłącznie do robót tylko przygotowawczych, służyć mających za podstawę robotom ściślejszym i ostatecznym, przeto wypadki za pomocą tego sposobu otrzymywane, nie wymagają ścisłości matematycznej. Poprzestać tu można na przybliżeniu ograniczającem błędy do pewnych, mało zresztą znaczących rozmiarów. Okoliczność ta dozwala zatem na użycie sposobów pospiesznych obliczeń, które podać tu zamierzamy.

Obliczenie odległości. Wiadomo, iż stadia tak powinna być urządzoną, aby odczytanie ilości podziałów na łacie włosami lunety objętych dawało od razu odległość szukaną. Wypadek jednak w ten sposób otrzymany wówczas będzie tylko prawdziwym, gdy narzędzie i łata na jednym są ustawione poziomie, co oczywiście nadzwyczaj rzadko ma miejsce. W razie przeciwnym, dla sprowadzenia odczytanej odległości do poziomu, potrzeba ją pomnożyć przez dostawę kąta nachylenia, który nazwijmy α. Odległość zaś odczytaną oznaczmy przez d. Będzie więc

$$D = d \cos \alpha$$

Oprócz powyżej wymienionej niedokładności, w wypadkach otrzymywanych za pomocą stadii, zachodzi jeszcze inna. Łata w chwili odczytywania powinna być ustawioną pionowo. Jeżeli jednak linia celu jest nachyloną, obraz łaty w lunecie przedstawia się w takiej wielkości, jak gdyby ta łata była prostopadłą do linii celu, czyli do pochyłości gruntu. Złudzenie to optyczne ma ten skutek, iż odległość, jaką nam narzędzie wskaże, będzie za wielką, jeżeli łata stoi niżej od narzędzia, i przeciwnie, jeżeli narzędzie niżej, a łata wyżej będzie umieszczoną, długość otrzymana będzie za krótką. Chcąc usunąć tę niedokładność potrzeba dojść za pomocą stosownego obliczenia, jakiej wielkości byłby obraz łaty ustawionej w tymże samym punkcie nie pionowo, lecz prostopadle do linii celu. Potrzeba zatem pomnożyć odczytaną w lunecie liczbę, przez dostawę kąta utworzonego przez linię pionową i linię prostopadłą do linii celu. Kąt ten będzie równy kątowi pomiędzy linią celu i poziomą, któryśmy oznaczyli przez α, odległość zatem otrzymaną potrzeba pomnożyć po raz drugi przez dostawę α, będziemy zatem mieli jako wyrażenie dające odległość już sprowadzoną do poziomu

$$D = d \cos^2 \alpha \quad - \quad - \quad - \quad - \quad (1)$$

Obliczenie wysokości. Odczytawszy kąt nachylenia linii celu i obliczywszy na zasadzie powyżej podanego wzoru (1) odległość punktu szukanego od narzędzia, łatwo możemy obliczyć różnicę wysokości między dwoma tymi punktami. Jeżeli używamy właściwego tacheometru*), czyli jeżeli odczytany kąt nachylenia linii celu, jest odległością zenitalną, szukana wysokość będzie wyrażona przez

$$H = D \cot \alpha$$

Jeżeli przeciwnie kąt odczytany będzie za pomocą zwykłego teodolitu i będzie wyrażał kąt przez poziomę i linię celu utworzony, czyli tak zwaną *wysokość kątową*, wówczas wysokość szukana da się obliczyć za pomocą wzoru:

$$H = D \text{ tang } \alpha \quad - \quad - \quad - \quad - \quad (2)$$

lub

$$H = d\,{}^1/_2\text{-sin } 2\alpha \quad - \quad - \quad - \quad (2^1)$$

W jednym jak drugim przypadku H nie oznacza różnicy wysokości między punktem, w którym ustawione jest narzędzie a punktem, na którym stoi łata, lecz różnicę wysokości pomiędzy ogniskiem soczewki, a środkiem tej części łaty, której obraz w ognisku so-

*) W braku tacheometru użyć można do robót tego rodzaju zwykłego teodolitu ze stadią, lub tak zwanego narzędzia uniwersalnego.

czewki objęty jest włosami. Jeśli oznaczymy wysokość narzędzia ustawionego w danym punkcie przez h, a wysokość odczytaną na łacie przez l, wówczas następujące wzory dadzą nam właściwe różnice wysokości dwóch punktów:

1. Jeśli łata stoi wyżej aniżeli narzędzie:

$$H' = H + h - l \quad - \quad - \quad - \quad (3)$$

2. Jeśli narzędzie wyżej od łaty jest ustawione:

$$H' = H + l - h \quad - \quad - \quad - \quad (3')$$

Do otrzymanego więc wypadku za pomocą wzoru (2) lub (2'), trzeba wedle wskazówek formuły (3) lub (3'), dodać lub odjąć odpowiednie ilości.

Ułatwienia w obliczeniach. Wspomnieliśmy już powyżej, iż rozwiązywanie sposobem zwykłym, za pomocą logarytmów, wzorów powyżej podanych, wymaga znacznego czasu, gdy zaś główną zaletą robót tachometrycznych ma być szybkość, potrzeba było zatem obmyślić inny, pospieszniejszy sposób otrzymywania wypadków.

Do tego celu służą następujące trzy sposoby: Tablice, liniał rachunkowy (regle a calcul) i trójkąt.

Tablice, jakkolwiek najdokładniejsze dają wypadki, nie w zupełności odpowiadają jednak celowi, służą bowiem tylko do sprowadzania do poziomu, odczytanych odległości. Są one obliczone na wszystkie pochyłości od 0 do 60° co pół minuty i na odległości od 20 do 500 metrów. Tym sposobem ta jedna tylko część naszego zadania, może być za pomocą tablic z pospiechem uskutecznioną. Pozostaje obliczenie wysokości, do czego innego sposobu użyć należy.

Liniał rachunkowy jest najdogodniejszym w użyciu. Składa się on z dwóch części: stałej wyżłobionej i ruchomej posuwającej się w tem wyżłobieniu. Na części stałej, po obu stronach oznaczone są kreskami podług pewnej podziałki logarytmy liczb od 10 do 1000, oraz wypisane odpowiadające im liczby.

Na części ruchomej z jednej strony oznaczone są logarytmy funkcyi $^1/_2 \sin 2\alpha$ dla kątów od 17' do 45° z wypisaniem wartości odpowiednich kątów. Logarytmy funkcyi tej dla kątów 34' 23" i 5°44'21", których wielkość jest 8.0000 i 9.0000 oznaczone są przez dłuższe kreski i odpowiednie liczby charakterystyki 8 i 9.

Na drugim brzegu części ruchomej oznaczone są logarytmy funkcyi $\cos^2\alpha$ od $\alpha = 0$ do $\alpha = 60°$, w ten sposób, iż zero tej podziałki odpowiada i znajduje się na jednej linii z charakterystyką 9, po drugiej stronie umieszczonych logarytmów, tak iż ustawiwszy którąkolwiek z tych dwóch kresek głównych, na odpowiedniej licz-

bie części stałej liniału, druga po przeciwnej stronie odpowiada tej samej liczbie.

Chcąc za pomocą liniału rozwiązać wzór (1), używa się strony dolnej. Ustawia się kreskę oznaczoną przez *o* na części ruchomej, na przeciw liczby oznaczającej odczytaną odległość. Odszukuje się następnie kąta odczytanego na części ruchomej i na podziałce części stałej, odczytuje odpowiadającą mu liczbę.

Dla rozwiązania wzoru (2') ustawia się kreskę oznaczoną charakterystyką 9 na wyższej części linii ruchomej, naprzeciw odczytanej odległości, odszukuje na linii ruchomej kąt odczytany, a odpowiadająca mu liczba na linii stałej, będzie wypadkiem szukanym, który jednak należy podzielić przez 10. Jeśli odległość i kąt są zbyt wielkie, wówczas okazać się może, iż podziałka jest za krótką do odczytania. Dzieli się wtedy odległość przez 10 i ustawia linię ruchomą na liczbie 10 razy mniejszej. Odczytuje się następnie wypadek w sposób już wskazany, lecz otrzymanej tym sposobem wartości, nie potrzeba już dzielić przez 10.

Z drugiej strony przy kątach mniejszych jak 29' odczytać wprost wartości na liniale nie możemy. Wówczas mnoży się kąt przez 10, odczytuje wypadek i dzieli takowy, już nie przez 10, lecz przez 100.

Wypadki otrzymywane są za pomocą opisanego powyżej sposobu nadzwyczaj szybko, jednakże dokładność wiele pozostawia do życzenia. Zgadzają się one zaledwie w pierwszej dziesiętnej, z obliczeniami za pomocą logarytmów wykonywanemi.

Trzeci sposób obliczania, polega na użyciu trójkąta rachunkowego. Urządzenie jego jest następujące: Przedstawmy sobie trójkąt prostokątny, (Fig. 38 bis), w którym oba ramiona kąta prostego podzielone są na 100 równych części. Każdy z tych podziałów dzieli się jeszcze na odpowiednią liczbę części *np.* 5.

W wierzchołku dolnego kąta *a* osadzona jest ruchoma linia, w taki sposób, iż punkt ten stanowi jej oś obrotową, około której poruszając się linia, może przybierać wszelkie położenia na trójkącie.

Zasada na której opiera się użycie tego trójkąta leży w podobieństwie trójkątów *a b d* i *a c e*. Mamy tu

$$ac : ab = ec : bd \text{ ztąd}$$

$$bd = \frac{ab \times ec}{ac}$$

$$\text{że zaś } ac = 100 \text{ więc}$$

$$bd = \frac{ab \times ec}{100}$$

Wartość dla *bd* możemy odczytać wprost na podziałce trójkąta, gdyż *bd* jest rzędną punktu *d*, którego odciętą jest *ab*.

Na tej samej zasadzie opierając się, jeżeli zamiast *ec*, które jak powiedziano równa się 100, weźmiemy jakąkolwiek ilość *np. ge* i naprowadzimy linię ruchomą na punkt *g*, utworzy nam się trójkąt *agc*. Jeżeli dalej zamiast odciętej *ab*, weźmiemy liczbę, która ma stanowić drugi wyraz naszej proporcyi *np. ah*, wówczas rzędna *fh* będzie czwartym wyrazem tej proporcyi, a jej wielkość wprost na podziałce trójkąta może być odczytaną. Będzie więc

$$fh = \frac{ah \times gc}{100}$$

Słowem, za pomocą opisanego tu trójkąta można zawsze wynaleźć czwarty wyraz proporcyi, której pierwszym wyrazem będzie stale *ac* = 100, a dwa średnie wyrazy będą stanowić jakiekolwiek dwie liczby, czyli można wynaleźć iloczyn dwóch liczb jakichkolwiek.

Jeżeli więc przy ramieniu kąta prostego *ec* oznaczymy na skalę wielkości naturalne funkcyi trygonometrycznych, które wchodzą w nasze formuły, mianowicie $tg\ \alpha$ i $cos^2\ \alpha$, będziemy mogli od razu odczytywać w sposób wyżej wskazany wypadki.

Wspomnieć tu jeszcze musimy o przenośniku używanym do nanoszenia na planach sytuacyjnych, danych, zebranych na gruncie za pomocą tacheometru. Przenośnik ten jest tak urządzony, iż może się obracać na około igły zatkniętej w jego środku. Średnica jego jest opatrzona podziałką. Urządzenie to pozwala nadzwyczaj szybko oznaczać na planie, położenie wszelkich punktów. Zatyka się igiełkę przechodzącą przez środek przenośnika w punkcie odpowiadającym stanowisku zajmowanemu na gruncie przez narzędzie, a następnie mierzy się kolejno wszystkie kąty odczytane na gruncie. Przy każdem położeniu przenośnika za pomocą skali, znajdującej się na średnicy, można oznaczyć odległość punktu szukanego i zapisać jego wysokość. Nie potrzeba zatem wykreślać na papierze kątów, punkt bowiem każdy od razu w właściwem sobie miejscu, wraz z odpowiadającą mu wysokością zostaje oznaczony.

Przeprowadzenie roboty w polu. Roboty przygotowawcze za pomocą tacheometru w polu przeprowadzają się w sposób następujący:

Wytyka się linia operacyjna, której kierunek powinien się zbliżać o ile można najwięcej, do wynaleźć się mającej linii ostatecznej projektu. Kierunek ten z łatwością, od oka obranym być może. Na tej linii obiera się stanowisko, z którego znaczną liczbę punktów zdjąć można, ustawia się na niem narzędzie i przystępuje do kolejnego oznaczenia położenia punktów na około położonych.

Wybór tych punktów jest ważny. Nie oznaczają się one palikami na gruncie, trzeba zatem wprawy i znajomości w ich wyborze, dla tego wyborem tym zajmować się powinien inżynier prowadzący robotę. W tym celu znajdować się on musi ciągle przy robotniku przenoszącym łatę i wskazywać mu punkta, na których ma ją ustawić. Dwóch pomocników inżyniera znajduje się przy narzędziu. Jeden z nich zajęty jest wyłącznie prowadzeniem obserwacyi, drugi zapisuje w raptularzu ich wypadki. Po zdjęciu wszystkich punktów widzialnych z jednego stanowiska, przechodzi się z narzędziem na następne. Odległości pomiędzy stanowiskami, dla większej dokładności, mierzą się nie za pomocą stadii, lecz zwykłemi sposobami, to jest łańcuchem, lub łatą.

Ważną jest rzeczą prowadzenie porządne raptularza, przy wielkiej bowiem liczbie obserwacyi i odczytywaniu rozmaitego rodzaju wypadków, łatwo przez nieporządek w zapisywaniu, błąd wkraść się może.

Pobieżny opis użycia tacheometru, i pomocniczych narzędzi, jaki tu podajemy, ze względu na zakres naszej pracy nie mógł być wyczerpującym. Chcieliśmy tylko obznajmić czytelnika w ogólnych zarysach z tym przedmiotem i odsyłamy chcących go poznać bliżej do dziełka P. Moigniot, który ten przedmiot szczegółowo rozbiera. Z opisu jednak powyższego okazuje się, iż plan sytuacyjny, za pomocą tacheometru przygotowany, obejmować będzie znaczną bardzo liczbę punktów, po obu stronach linii operacyjnej położonych, z oznaczeniem ich wysokości. Na planie takim, z łatwością już można nakreślić krzywe poziome zwykłym sposobem, poczem przystępuje się do obrania stanowczego kierunku dla linii projektu.

Na tem kończą się roboty przygotowawcze. Linia wystudiowana na planie powinna być następnie przeniesiona na grunt, to jest wytknięta, wypalikowana, wymierzona dokładnie i zwykłym sposobem zniwelowana. Cała ta czynność wytknięcia stanowczego kierunku na gruncie przedstawiona jest dokładnie w dziele „O Budowie dróg i mostów“, tu więc w szczegółowy jej rozbiór, wchodzić nie będziemy.

§. 40.

Podane powyżej sposoby przeprowadzenia robót przygotowawczych, dla ostatecznego wytknięcia linii projektowanej kolei, ograniczają się do zbadania mniej lub więcej szerokiego pasa gruntu, i wyboru najodpowiedniejszego na tej przestrzeni kierunku. Gdy

jednak chodzi o przeprowadzenie kolei w okolicy górzystej, wzdłuż, albo w poprzek znaczniejszego pasma gór, wprzód zanim się przystąpi do takich przygotowawczych robót na gruncie, potrzeba poznać o tyle kształty powierzchni całej okolicy, aby wybrać najodpowiedniejszy jeden, lub więcej takich pasów do dokładniejszego zbadania przeznaczonych. Dojść do tego można jedynie opierając badania na podstawie ogólnych praw, wedle których odbywała się formacya wierzchniej części kuli ziemskiej. Prawa te będące przedmiotem geologii podajemy tu tylko w streszczeniu, o tyle, o ile do wyboru kierunku projektowanej kolei, koniecznemi się nam wydają. *) Nierówności pokrywające powierzchnię kuli ziemskiej, na pierwszy rzut oka, wydają się porozrzucanemi w rozmaitych kierunkach, bez żadnego ładu i porządku, bliższe jednak badania wykazują, iż wstrząśnienia, które spowodowały wzdęcia powłoki ziemskiej, dziś w kształcie gór przedstawiające się, ulegały pewnym prawidłom stałym i nieodmiennym.

Wynioślejsze góry ciągną się zwykle w jednym szeregu *pasmem* albo *łańcuchem* zwanym. Pominąwszy mniej znaczne nierówności, cały taki łańcuch gór uważać można, jako utworzony przez nachylenie dwóch płaszczyzn na szczytach łańcucha wzajemnie się przecinających, w kształcie kąta dwuściennego, wierzchołkiem obróconego w górę. Znakomity francuzki geolog P. Eliasz de Beaumont stawia następną hypotezę powstania tych nierówności skorupy ziemskiej:

Wszystkie dotychczasowe badania stwierdzają przypuszczenie, iż ziemia była pierwiastkowo kulą ognistą, złożoną z materyi płynnej, stopionej w tej wysokiej temperaturze. W skutku powolnego stygnięcia utworzyła się naprzód powłoka twarda, pokrywająca roztopioną materię, wnętrze kuli wypełniającą. W miarę dalszego stygnienia powłoka tu grubiała, lecz jednocześnie przez zniżenie temperatury, zmniejszała się objętość materyi, wypełniającej wnętrze ziemi. Ztąd powstawały próżnie i nikła równowaga ciśnienia wewnętrznego i zewnętrznego, na zastygłą już powłokę ziemi, wywieranego. Dla wypełnienia tej próżni twarda owa powłoka musiała się zniżyć, stygnąca kula zmniejszyła się cokolwiek, a do nowych jej rozmiarów powłoka okazała się zbyt wielką, ztąd jednocześnie z jej odpadnięciem pewne części, nie znajdując dla siebie miejsca

*) Prawie w tej samej rozciągłości podaliśmy te prawidła w Tomie 2. Części 2. Rozdz. I. dzieła „O budowie dróg i mostów“, mówiąc o wyborze kierunku dróg kołowych.

na tym samym poziomie, musiały się w górę powydymać, a przy wydęciu tem nastąpiło pewne pęknienie powłoki, w jednej długiej i nieprzezwanej linii. Tym sposobem powstały główne pasma gór, zwane *pierwszorzędnemi*, a kształt ich, któryśmy do kąta dwuściennego przyrównali, tłómaczy się właśnie owem gwałtownem wydęciem i przełamaniem powłoki ziemi

Najwybitniejszy przykład takiego pierwszorzędnego łańcucha gór znajdujemy w Ameryce, przeciętej w całej swej długości z północy na południe, nieprzerwanym prawie gór szeregiem.

Pasma gór pierwszego rzędu mniej, więcej do siebie równoległe, są skutkiem zmniejszenia się objętości kuli ziemskiej w jednym kierunku, lecz zmniejszenie to nastąpić musiało i w drugim kierunku mniej, więcej do pierwszego prostopadłym, w skutek czego powstały łańcuchy drugiego rzędu, prostopadle do pierwszych. Powłoka jednak ziemska uległszy dopiero co opisanym wstrząśnieniom, nie mogła jeszcze ułożyć się dokładnie i przybrać kształtu zmniejszonej kuli, musiały następować dalsze wzdęcia, zkąd powstały łańcuchy gór trzeciego rzędu, prostopadle do drugorzędnych, a równoległe do pierwszorzędnych, następnie łańcuchy czwartego rzędu prostopadłe do trzeciorzędnych itd. Rozumie się samo przez się, iż w naturze systemat opisany powyżej, nie jest zachowany z matematyczną ścisłością, ogólny jednak układ łańcuchów gór, w zupełności zatwierdza wyniki tych badań geologicznych, które podaliśmy tu w streszczeniu.

§. 41.

Przypatrzmy się obecnie samej budowie łańcuchów gór i oznaczmy rozmaite jej części.

Linia przecięcia dwóch płaszczyzn, stanowiących kąt dwuścienny, nazywa się *grzbietem* łańcucha (ligne de faite). Linia ta jest zarazem linią przedziału wód, wszystkie bowiem wody, tak źródlane jak deszczowe, z jednej i drugiej strony linii grzbietu zbierające się, znajdują się na pochyłościach w przeciwne strony nachylonych i w przeciwnym też sobie odpływać muszą kierunku.

Płaszczyzny nachylone ku sobie i tworzące łańcuch gór nazywają się *stokami* (versant). Przestrzeń ziemi zawarta pomiędzy dwoma najbliższemi sobie pasmami gór, stanowi pewne zaklęśnienie, które się zowie kotliną (bassin). Tak jak łańcuchy gór, tak i zawarte między niemi kotliny, dzielą się na pierwszego, drugiego, trzeciego itd. rzędu, odpowiednio do tego, pomiędzy jakiego rzędu łańcuchami są położone.

Środkiem kotliny ciągnie się zazwyczaj szereg punktów najniżej położonych, do których dążą wody po stokach spływające. W ten sposób utworzona linia mniej, więcej do obu łańcuchów gór równoległa nazywa się *linią ścieku*, lub *ściekiem* (thalweg).

Tak jak góry pierwszego rzędu, są zwykle najwynioślejsze, tak i pierwszorzędne kotliny muszą być najgłębszemi, a linie ich ścieku najniżej są położone. Do tych pierwszorzędnych linii ścieku, nachylone są kotliny drugiego rzędu i oddają im wody płynące po należących do nich ściekach, same zaś przyjmują wody, spływające ściekami trzeciego rzędu itd.

Jeśli nad ogólnemi kształtami powierzchni całej kuli ziemskiej zastanawiać się zechcemy, wówczas pierwszorzędne łańcuchy gór będą położone na dwóch, oddzielonych od siebie oceanem lądach, właściwą zaś pomiędzy niemi kotlinę stanowić będzie ocean. W kotlinach drugiego rzędu, liniami ścieku spływają rzeki wpadające do oceanu. Rzeki mniejsze, po większej części do tych pierwszorzędnych wpadające, płyną ściekami kotlin trzeciego rzędu, przyjmują zaś wody rzek i strumieni w kotlinach czwartego rzędu płynących i t. d. Rozkład podobny śledząc dokładnie kształty powierzchni ziemi, posunąć można aż do kotlin, obejmujących koryta najmniejszych rzeczek i strumyków.

§. 42.

Uważne zbadanie karty danej okolicy, pozwoli zawsze przy pomocy powyżej podanych zasad utworzyć sobie wyobrażenie ogólne o kształtach jej powierzchni, oraz kierunku gór, kotlin i ścieków; pozostanie więc jeszcze tylko wyszukanie najniższych punktów na grzbietach gór, przez które kolej w zamierzonym kierunku przeprowadzić by można. Położenie podobnych punktów zwanych *siodłami*, lub *szyjami* (col) nie jest również przypadkowem i podlega stałym prawidłom, których znajomość wyszukanie to ułatwi.

Przedstawmy sobie naprzód pasmo gór jakiegokolwiek rzędu. Podług tego cośmy powyżej powiedzieli, obadwa stoki pasmo to tworzące, poprzerzynane być muszą od góry ku dołowi przez pewną ilość ścieków mniej, więcej prostopadłych do ogólnego kierunku łańcucha. Sciek te należeć będą do kotlin i gór następnego rzędu, a położenie ich na dwóch przeciwnych sobie stokach może być rozmaite, to jest albo początki dwóch ścieków, na dwóch przeciwnych stokach położone, znajdują się na przeciw siebie, na jednej prostopadłej do linii grzbietu, lub też zupełnie sobie nie odpowiadają. W tym ostatnim przypadku nie mogą one wpływać na obni-

żenie linii grzbietu; przeciwnie jeśli znajdują się na przeciw siebie, lub w małem zboczeniu, musi im odpowiadać zaklęśnięcie grzbietu czyli siodło, które na linii łączącej je z sobą, znajdować się będzie (Fig. 14).

Jeżeli na dwóch przeciwnych sobie stokach pasma gór, znajdują się dwie linie scieków, nieprostopadłe do linii grzbietu, lecz mniej więcej względem niej i siebie równoległe, wówczas dwa przypadki mogą mieć miejsce. Albo dwie te linie ścieków mają spadki w jedną stronę nachylone, a wówczas położenie siodła na grzbiecie jest od nich niezależnem, i może być tylko spowodowane przez inne dwa ścieki następnego rzędu, albo też spadki ich idą w kierunkach przeciwnych sobie. W tym drugim razie, linia grzbietu szczególniej przy początku ścieków, ma nachylenie w tę samą stronę, co i linia ścieków skierowane. Tym sposobem jedna część grzbietu przy początkach pierwszego ścieku położona, mieć będzie to samo, co i ten ściek nachylenie; podobnież część druga grzbietu odpowiadająca drugiemu ściekowi w tę stronę, co i ten ściek będzie nachyloną. Dwie więc części grzbietu mają dwa przeciwne sobie nachylenia i spotykając się z sobą muszą utworzyć pewną zaklęsłość, stanowiącą siodło, o którego wynalezienie nam chodziło. (Fig. 15).

Przy dwóch ściekach wreszcie, płynących równolegle i w jednym kierunku, po obu stronach linii grzbietu może także znajdować się siodło, jeśli te ścieki z początku równoległe, następnie w dwie przeciwne rozchodzą się strony. Przypadek taki zdarza się zwykle przy spotkaniu łańcucha gór następnego rzędu, przecinającego się z głównym. Przecięcie takie poprzedzone jest zwykle obniżeniem grzbietu łańcucha głównego, które to obniżenie stanowi jego siodło. (Fig. 15.)

Prawidła powyżej podane, posłużą w każdym przypadku do przybliżonego oznaczenia najdogodniejszych punktów przejścia przez łańcuch gór. Rozumie się samo przez się, iż oznaczenie to, nie może być zupełnie dokładnem i ułatwi tylko poszukiwanie, które za pomocą sposobów ścisłych, na gruncie musi być przeprowadzonem.

§. 43.

Po rozpoznaniu w sposób powyżej podany kształtów powierzchni całej okolicy i wybraniu tymczasowo jednego, lub kilku kierunków prawdopodobnie najodpowiedniejszych, przystąpić należy do wykonania na gruncie rekonesansu, co posłuży do obznajmienia nas z wszelkiemi trudnościami i zaletami, jakie przedstawiać mogą w tych kierunkach miejscowe okoliczności. Jeżeli pierwiastkowo,

na zasadzie badań ogólnych, na mapie dokonanych obrano kilka kierunków, jednakowe na pozór przedstawiających korzyści, rekonesans posłuży do bliższego ocenienia tych korzyści, i zaniechania tych kierunków, które widocznie najmniej łączą w sobie odpowiednich potrzebom warunków. Tym sposobem następne ściślejsze badania ograniczać się będą do małej już tylko liczby, przejść wątpliwych, które od oka ocenione być nie mogły.

Przy dalszych badaniach, częstokroć dogodnem będzie wykonanie pośpieszne niwelacyi barometrycznej, znacznej liczby punktów położonych w każdym, ze zbadać się mających kierunków. Zasady i sposób wykonania takich niwelacyi podaliśmy w dziele „O Budowie dróg i mostów“, dodać tu tylko musimy iż użycie do tego celu rozpowszechnionych od pewnego czasu aneroidów, czyli barometrów metalowych, jest nadzwyczaj dogodnem, i pośpiesznem.

Niwelacya barometryczna posłuży do bliższego jeszcze oznaczenia najwłaściwszego kierunku zaprojektować się mającej kolei. Opierając się na danych, otrzymanych w ten sposób, przystąpić już można do wykonania robót tacheometrycznych, których opis podaliśmy powyżej, a następnie do wytknięcia ostatecznie obranego kierunku i wypracowania projektu.

Kilka tu tylko jeszcze podamy uwag, które przy wyborze kierunku zastosowanie znaleźć mogą.

Jeżeli pomiędzy dwoma wskazanemi naprzód punktami znajduje się do przebycia jeden, lub kilka łańcuchów gór, zacząć należy od wyszukania wszystkich takich punktów, mniej więcej w kierunku projektowanej linii położonych, w których grzbiety łańcuchów zniżając się tworzą opisane już siodła, czyli szyje. Z tak wynalezionych punktów wybiera się te, które najmniej przy przejściu przedstawiają trudności, zazwyczaj są to najniższe. Czasami jednak powierzchnia gruntu może mieć takie kształty, że doprowadzenie kolei ze stosownemi spadkami, do takiego najniższego punktu, byłoby trudniejszem i kosztowniejszem, aniżeli osiągnięcie szczytu cokolwiek wyższego, do którego jednak łagodne gruntu naturalnego pochyłości, bez zbytecznych doprowadzają przeszkód.

W razie wątpliwości w ostatecznym wyborze najdogodniejszego kierunku, jaka się może przedstawić po zbadaniu ogółowem nierówności gruntu, pozostaje jedyny i stanowczo rzecz rozstrzygający środek, wypracowanie dwóch, lub więcej, porównawczych projektów w kierunkach owemi badaniami wskazanych, z zachowaniem przepisów podanych już powyżej. Środek ten usuwa, już wszelkie nastręczyć się mogące wątpliwości, i pozwala z matematyczną nie-

jako ścisłością, ocenić korzyści i niedogodności każdego z przedstawiających się kierunków.

Pozostaje nam jeszcze wykazać, w jaki sposób szukać należy kierunku doprowadzającego najłatwiej i najkorzystniej, do wybranych na grzbiecie łańcucha gór, punktów. W takich przypadkach starać się o to należy, aby obrana linia, o ile możności z jak najłagodniejszemi spadkami, stopniowo, aż do osiągnięcia zamierzonego celu, postępowała w górę i w taki sam sposób po przebyciu najwyższego punktu na dół była sprowadzona.

Z tego cośmy już powyżej o układzie nierówności gruntu, powiedzieli okazuje się, iż zazwyczaj dla dojścia do obranego siodła, czyli szyi na grzbiecie łańcucha, postępować należy po stoku łańcucha następnego rzędu, prowadząc linię prawie do jego kierunku równoległą i stopniowo w górę się podnoszącą. Takiej jednak linii trojakie można nadać położenie to jest:

1. Zbliżone do grzbietu łańcucha
2. Idące blizko linii ścieku, lub wreszcie
3. W połowie mniej, więcej odległości, pomiędzy dwiema dopiero wymienionemi położeniami.

Kierunek środkowy zazwyczaj najmniej bywa korzystnym, na połowie bowiem wysokości każdego stoku gór, napotyka się pasma i kotliny następnego rzędu, w całem ich rozwinięciu, z najwyraźniejszemi kształtami, przeprowadzenie linii kolei utrudniającemi. Nadto kolej przeprowadzona w tym kierunku napotykałaby rzeki i strumienie, od szczytów gór płynące, w połowie ich długości, to jest w punkcie, w którym wody szybkości właściwej początkom wszystkich odpływów, jeszcze nie straciły, przez zasilenie jednak przypływami bocznemi, znacznie już swoją szerokość powiększyły. W takich miejscach zbudowane mosty, muszą być dłuższe od położonych bliżej grzbietu łańcucha, a pomimo to nie unikają niebezpieczeństwa na jakie każda budowa wodna, na górskich potokach jest narażona.

Kierunek idący doliną w blizkości linii ścieku, ma główną tę niegodność, iż z początku zbyt wolno wznosi się w górę, w końcu w bliskości już łańcucha gór, który przebyć należy wymaga na stosunkowo małej długości, zbyt szybkiego podniesienia się, co tylko za pomocą ostrych spadków, osiągnąć można. Dogodniejszym on jest od poprzedniego z tego względu, iż kotliny i grzbiety łańcuchów gór następnego rzędu, w bliskości linii ścieku nikną już prawie w zupełności i żadnej w przepowadzeniu kolei nie stanowią przeszkody. Z drugiej jednak strony zwrócić należy uwagę na to, że

rzeki i strumienie dochodząc do linii ścieku następnego rzędu, płyną już w całem swem rozwinięciu, mosty zatem stawiane na nich, muszą być długie i kosztowne. Prócz tego grunt zazwyczaj w dolinie wilgotny, daje złą dla kolei podstawę, przez co wzmagają się koszta utrzymania; W końcu nabycie gruntów pod kolej potrzebnych, zazwyczaj w dolinach, gdzie ziemia jest żyźniejsza, kosztowniejszem bywa, niż w okolicy wyżej położonej.

Kierunek w bliskości grzbietu łańcucha przechodzący zazwyczaj bywa najkorzystniejszem, unika bowiem wszystkich wyliczonych dotąd niedogodności. W tem położeniu pasma gór następnego rzędu jeszcze nie są rozwinięte, a zatem łatwe do przybycia; rzeki i strumyki w samym początku przecinane wymagają mostów małoznaczących, linia prowadzona na znacznej wysokości, łatwo przy przejściu przez sam grzbiet uniknie spadków, zbyt gwałtownych, a grunt suchy twardą i dobrą zapewni jej podstawę. Jeśli przy przeprowadzeniu linii w opisanym powyżej kierunku położenie jest takie, iż równie korzystne przejścia przedstawia stok południowy i północny, lub wschodni i zachodni, wówczas wybrać należy południowy, albo wschodni, przez co kolej bardziej na działanie słońca wystawiona, z mniejszym utrzymywać da się kosztem. Przeciwnie wpływ mroźnych i wilgotnych wiatrów na stokach północnych i zachodnich, zwykle panujących, na koszta utrzymania, działa bardzo niekorzystnie.

Pomimo zastosowania się do wszystkich powyżej przytoczonych zasad, w okolicach bardzo górzystych zdarza się czasami, iż przeprowadzenie kolei przez grzbiet łańcucha, ze spadkami przyjętemi okazuje się niepodobnem. Ostatecznym wówczas jest środkiem przebicie pod górą podziemia, czyli tunelu. W takim razie nie tyle już chodzi o wynalezie punktów, w których łańcuch gór najmniejszą ma wysokość, ile o to, aby w miejscu, gdzie podziemie ma być przeprowadzonem, podstawa jego była najwęższą, a zatem tunel najkrótszy. Wysokość jednak także do pewnego stopnia na uwagę zasługuje, od niej bowiem zależy głębokość szybów przewietrznych, które przy podobnych budowach zakładane być muszą. Ważny przy tem wzgląd stanowi układ geologiczny góry, w której tunel ma być zbudowany, roboty bowiem podziemne napotkawszy pokłady ruchome, nie posiadające dostatecznej ścisłości, lub zawierające znaczną ilość wody, stają się nadzwyczaj kosztownemi i trudnemi do przeprowadzenia. Dla tego to zaprojektowanie tunelu opierać się powinno na dokładnem zbadaniu układu geologicznego góry, do czego służy wykonanie odpowiednich sondowań, za pomocą świdra,

lub wykopania odpowiedniej ilości szybów, prowadzonych do głębokości spodu tunelu. Poznanie w ten sposób, układu warstw wskaże, na jakiej wysokości tunel powinien być przeprowadzony. Często bowiem niższe pokłady mogą się okazać o tyle dogodniejszymi, iż przeprowadzenie w nich tunelu, jakkolwiek w takim razie koniecznie dłuższego, będzie mniej kosztownem i z mniejszemi połączonem trudnościami, aniżeli w warstwach wyższych, nie posiadających odpowiednich przymiotów.

W końcu przy wyborze kierunku drogi, zbadać należy zwykły kierunek wiatrów zimowych, w każdej prawie okolicy odmienny. Badanie to jest potrzebnem dla uniknienia o ile możności zasp śniegowych podwyższających na kolei koszta utrzymania, i często ruch pociągów przerywających. Wybór stoku południowego i w tym względzie bywa korzystnym, grzbiet bowiem łańcucha od północnej, w takim razie znajdując się strony, zasłania kolej w części przynajmniej od wiejących z tej strony wiatrów.

W ogóle starać się należy o to, aby głębsze przekopy były zwrócone w kierunku wiatru, wiatr bowiem prostopadle do linii przekopu działający, najłatwiej śniegiem go zasypuje. O przedmiocie tym w właściwem miejscu mówić jeszcze będziemy, poprzestajemy tu więc tylko na ogólnej tej wzmiance, podającej wskazówki przy wyborze kierunku zastosować się dające.

Podane w rozdziale niniejszym zasady, wedle których wybór kierunku dla kolei przeprowadzonym być winien, w każdym prawie wypadku okażą się dostatecznemi, dodać tu tylko musimy, że w razie konieczności wypracowania kosztorysów porównawczych, dla dwóch, lub więcej kierunków na pozór jednakowe przedstawiających korzyści, o czem mowiliśmy już wyżej, pożytecznem będzie zastosowanie metody P. Favier, inspektora dróg i mostów we Francyi, której treść i tablice do użycia jej potrzebne, podaliśmy w tomie II. dzieła „O Budowie dróg i mostów“. (Część 2. Rozdział 2, §. 59 i następne.)

Rozdział II.

PROFIL PODŁUŻNY, SPADKI I ŁUKI.

Po obraniu stanowczem i oznaczeniu na planach kierunku projektować się mającej kolei, przystąpić należy do wykonania ni-

welacyi, na zasadzie której sporządza się profil podłużny, przedstawiający kształty gruntu naturalnego w kierunku osi projektowanej kolei, i dostateczna liczba profilów poprzecznych. Na tak przygotowanych profilach nakreśla się linią projektu, wedle której roboty ziemne wykonane być mają; a nakreślenie to, oznaczające już stanowczo spadki projektowanej kolei, zastosowane być musi do zasad, które wyprowadzić się dadzą z prawideł podanych w części 1-ej, rozdziale 2-im i 3-im niniejszego naszego wykładu.

Najpierwszym warunkiem odpowiedniego zastosowania wspomnianych powyżej prawideł, jest ocenienie właściwe rodzaju użytku, do jakiego zbudować się mająca kolej jest przeznaczoną, a mianowicie, czy przeznaczeniem jej głównem będzie przewóz towarów ciężkich, np. płodów surowych i t. p., które z małą stosunkowo szybkością i jak najmniejszym kosztem przewożone być winny, czy też przeciwnie największą część dochodu stanowić ma przewóz podróżnych i tego rodzaju towarów, na których szybkiem przewiezieniu wiele zależeć musi. Wiemy już, iż do każdego z tych użytków inne lokomotywy są przeznaczone, że gdy idzie o ruch szybki z małym stosunkowo ciężarem i po drodze z małemi spadkami, najodpowiedniejsze będą lokomotywy, o jednej tylko, lub najwięcej, dwóch parach kół poruszających i z sobą sprzężonych, dogodne do ruchu prędkiego, lecz nieodpowiednie do przewozu wielkich ciężarów i nie mogące przezwyciężyć trudności podjeżdzania na zbyt strome spadki. Przeciwnie lokomotywy z trzema, lub czterma parami sprzężonych z sobą kół poruszających, urządzone tak, aby cały ich ciężar, jako siła przylegania był zużytkowany, do prędkiego ruchu, z powodów wyżej już przywiedzionych, są nieodpowiednemi, wielkie jednak przewozić ciężary i po bez porównania ostrzejszych spadkach z łatwością poruszać się mogą. Jeśli zatem będziemy w stanie odpowiednio okolicznościom miejscowym ocenić, jakiego rodzaju przewóz przeważającym będzie na budować się mającej kolei, odpowiednio temu oznaczymy rodzaj lokomotyw, jakie użytemi być winny, a oznaczenie to pozwoli nam za pomocą prostego zastosowania podanych już formuł obliczyć, jakie spadki na projektowanej kolei odpowiednemi być mogą.

Dla dokładniejszego zrozumienia weźmy dwa przykłady następujące:

Siła poruszająca lokomotyw systemu Cramptona, jak wiemy już z poprzedniego wynosi 2000^k

Maszyna tego rodzaju napełniona wodą, wraz z tenderem waży 46 ton. Pociąg złożony z 7 wagonów ważyć będzie 54 tony, czyli ogólna waga wyniesie 100 ton. Przyjmijmy, jako prędkość biegu

pociągu 75 kilometrów na godzinę. Opór stawiony przez pociąg i ciężar samej maszyny, wedle poprzednio udowodnionych formuł, wyrazi się przez

$$O = 100 \left(\frac{75}{5} + X\right)$$

W równaniu powyższem X oznacza opór wyrażony w kilogramach i wywołany przez postępowanie pociągu po spadkach w górę, idących. Wiemy zkąd innąd (Część I. Roz. 2. §. 29), iż liczba kilogramów tego oporu, równa się liczbie milimetrów spadku na jeden metr, czyli, iż X oznacza w milimetrach największy spadek, po którym pociąg powyżej opisany, przez tego rodzaju lokomotywę ciągnionym być może.

Opór winien być równy sile poruszającej; będzie więc

$$100 \left(\frac{75}{5} + X\right) = 2000 \text{ ztąd}$$

$$X = \frac{500}{100} = 5$$

To jest, iż w warunkach powyższych, największy spadek 5 milimetrów na metr przenosić nie powinien. Weźmy teraz lokomotywę do wolnego przewozu towarów przeznaczoną z trzema parami kół sprzężonych. Waga takiej maszyny wraz z tendrem wynosi 54 tony, a rzeczywista siła jej poruszająca obliczoną jest na 5000 kilogramów. Przyjmijmy 150 ton, jako wagę pociągu i jako prędkość 30 kilometrów na godzinę. Wedle poprzednio zastosowanej formuły będzie

$$\left(\frac{30}{5} + X\right) 204 = 5000 \text{ ztąd}$$

$$X = \frac{3774}{204} = 18^{m}/_{m}5$$

Czyli, że lokomotywy tego rodzaju użytemi być mogą na spadkach $18^{1}/_{2}$ milimetrów na 1 metr wynoszących i że po tych spadkach przewozić będą pociągi, których waga równać się prawie będzie potrójnemu ciężarowi samychże lokomotyw, wraz z ich obciążeniem. Rozumie się samo przez się, iż przyjmując w powyższem naszem obliczeniu większy ciężar przewozić się mających pociągów, lub chcąc im nadać ruch prędszy, odtrzymalibyśmy wypadek mniejszy, coby oznaczało, iż w razie przewidywania potrzeby pociągów cięższych, lub większej prędkości jazdy spadki łagodniejsze dawać należy.

§. 45.

Im obszerniejszego projektowana kolej ruchu spodziewać się może, tym jej kierunek i profil podłużny staranniej powinny być

obmyślane. Dla pociągów prędkich potrzeba kolei z małemi spadkami i krzywemi o wielkich promieniach. Również dla bardzo ciężkich pociągów towarowych, spadki powinny być jak najmniejsze. Kolej wreszcie, która ma być przebieganą przez znaczną liczbę pociągów, rozmaitej prędkości, ze względu na bezpieczeństwo, powinna ile możności, mieć kierunek jak najprostszy i profil jak najdogodniejszy. Ile razy zatem projektowana linia w jednym z wymienionych wyżej przypadków znajdować się będzie, należy się starać, nawet z powiększeniem kosztów, o przeprowadzenie jej takie, aby kierunek przedstawiał o ile być może jak najdłuższe linie proste, połączone z sobą łukami o wielkich promieniach, i aby profil podłużny miał spadki jak najsłabsze. W takim przypadku znajdują się wszystkie wielkie linii kolei, łączące z sobą stolice dwóch państw sąsiednich, lub stolice państwa z miastami portowemi, handlowemi, lub przemysłowemi. Wszystkie linie boczne stanowiące odgałęzienia tych linii głównych, na których ruch stosunkowo bywa mniejszy, mogą celowi swojemu odpowiedzieć, przy mniej nawet starannem i kosztownem obmyśleniu kierunku i profilu, tak dalece, że im spodziewany ruch będzie mniejszy, tym łuki mniejszych promieni i ostrzejsze spadki przyjętemi być mogą.

Dla owych głównych, pierwszorzędnych linii przyjąć można za zasadę, iż spadki ich, granicy $0^m,005$ na 1^m przekraczać nie powinny. Wyjątkowo jednak i na takich liniach większe spadki, dochodzące do 0.01 na 1^m, dopuszczone być mogą, pod warunkiem, aby były krótkie i poprzedzielane dłuższemi poziomemi, lub spadkami w przeciwną nachylonemi stronę, lub wreszcie spadkami z bardzo słabem nachyleniem, w tęż samą stronę skierowanem.

Spadki takie zwykłemi maszynami, bez znacznego zmniejszenia prędkości biegu, przebywane być mogą, wymagają tylko przytomności i pewnej wprawy ze strony maszynisty pociąg prowadzącego. Powinien on umieć skorzystać z siły nabytej prędkości, powinien przyprowadzić maszynę do początku spadku pod najwyższem ciśnieniem pary, i unikać potrzeby dokładania do ognia, w czasie biegu pod górę. Gdyby jednak spadek był zbyt długim, pomimo najumiejętniejszego zachowania się maszynisty, pociąg musiałby zwolnieć w biegu, dla tego też jeden tylko jest wypadek, w którym większy taki spadek na znaczniejszej długości, dopuszczonym być może. Mianowicie: umieszczenie przed dojściem do stacyi ostrzejszego, a zarazem dosyć długiego spadku idącego pod górę, nie jest szkodliwem, w tem bowiem miejscu wszystkie pociągi dochodzące do stacyi bieg zwalniać muszą. Wypadek taki zdarza się często

jeśli miasto, w którem ma być urządzona stacya, położone jest na górze, albo też na stoku góry, wzdłuż której podnóża kolej ma być przeprowadzona. W tym ostatnim przypadku, jeśli po stronie przeciwnej miasta znajdują się przeszkody naturalne, potrzeba kolej prowadzić, albo przez samo miasto, co zazwyczaj jest i niedogodnem i bardzo kosztownem, albo też ominąć miasto po stronie góry, umieszczając stacyę na najwyższym punkcie i doprowadzając do niej z obu stron spadkami, po stoku zwolna w górę postępującemi. Przy takich spadkach granica 0.005, bez żadnej niedogodności przekroczoną być może.

W ogóle spadek przyjęty dla danej linii jako *maximum* powinien być zachowany ściśle w całej jej długości, z wyjątkiem tylko wymienionych powyżej przypadków, w razie bowiem przeciwnym lokomotywy zastosowane do słabszych spadków, i obciążone pociągami tym spadkom odpowiedniemi, wszedłszy na spadek ostrzejszy, nie tylko zwalniać bieg, lecz podczas deszczu, śniegu, lub gołoledzi, zupełnie zatrzymywać się byłyby zmuszone. Jeżeli jednak linia, w znacznej części swej długości, idzie po równinach, a następnie przerzyna łańcuch gór, w takim razie starać się należy, aby na całej jej długości zachowane były spadki łagodne, i tylko w jednem, lub dwóch miejscach, gdzie tego już uniknąć niepodobna; przy przejściu gór można spadki znacznie ostrzejsze zaprojektować. Trzy są sposoby przeprowadzania pociągów, po tak skupionych na jedno miejsce ostrych spadkach:

1. Zmiana na stacyi, od której ostrzejsze spadki rozpoczynają się, lokomotywy przeznaczonej dla równin, na inną, której budowa do przykrzejszych spadków jest zastosowaną.
2. Rozdzielanie na dwie, lub więcej części pociągów nadchodzących z równin i przewożenie ich przez góry osobnemi lokomotywami.
3. Dodanie do pociągu drugiej lokomotywy pomocniczej.

Ile razy zdarzy się konieczność zaprojektowania na jakiej linii takich ostrzejszych spadków, trzeba naprzód starać się o to, aby te spadki były o ile możności do siebie zbliżone, a następnie trzeba naprzód obrać, z trzech powyżej wyliczonych sposobów przewozu pociągów, najodpowiedniejszy do okoliczności miejscowych i do tego projektowane nachylenia zastosować.

I tak jeśli obranym będzie sposób pierwszy, to wiedząc naprzód, jakiego rodzaju lokomotywa na tej części linii ma być używana, łatwo znanemi już nam sposobami obliczyć, jak wielkie

spadki przyjętemi być mogą. Sposób ten jest dogodnym jeśli spadki nie wiele zwiększonemi być potrzebują.

Podobnież jeśli pociągi na dwie, lub trzy części, do przewozu przez góry mają być rozdzielane, można obliczyć, po jakich je spadkach dana lokomotywa przewozić będzie w stanie. Zwrócić jednak należy uwagę, iż sposób ten rzadko dogodnym się okazuje, wymaga bowiem znacznej liczby lokomotyw zapasowych, i przez rozdzielanie na części pociągów, wprowadza w ruchu konieczne opóźnienie, co na liniach bardziej uczęszczanych wielkiem jest utrudnieniem.

Jeśli wreszcie przyjmiemy trzeci sposób przewozu pociągów, przez dodanie drugiej pomocniczej lokomotywy, należy obliczyć i urządzić spadki w ten sposób, aby cała siła tej dodatkowej lokomotywy zużytkowaną być mogła. Sposób ten pozwala na zaprojektowanie spadków najostrzejszych, a zatem zazwyczaj największą pozwala zaprowadzić oszczędność w budowie. Podajemy tu przykłady obliczeń zastosowanych do podobnego przypadku.

Maszyna ważąca 50 ton wraz z tenderem, może po spadkach 5 milimetrów na 1 metr wynoszących, prowadzić pociągi 400 ton ważące, z prędkością 30 kilometrów na godzinę. Będzie więc ogólny ciężar pociągu $400 + 50 = 450$ a praca maszyny wedle znanej już formuły wyrazi się przez

$$\left(\frac{30}{5} + 5\right) 450 = 4950$$

Jeżeli dla przebycia spadku x dodamy drugą lokomotywę tego samego rodzaju, ciężar pociągu powiększy się o 50 ton, a zatem wynosić będzie 500 ton. Praca maszyny się zdwoi, czyli będzie $4950 \times 2 = 9900$. Przyjmując tą samą prędkość będzie

$$\left(\frac{30}{5} + x\right) 500 = 9900 \text{ ztąd}$$

$x = 14$ milimetrów blisko.

Inny przykład:

Lokomotywa z trzema parami kół sprzężonych, ważąca 50 ton, może z prędkością 35 kilometrów na godzinę, prowadzić pociąg wagi 200 ton, po spadkach 13 milimetrów na 1 metr wynoszących. Praca jej będzie

$$\left(\frac{35}{5} + 13\right) (200 + 50) = 5000$$

Dodając do pociągu drugą podobną maszynę będziemy mieli

$$\left(\frac{35}{5} + x\right) (200 + 100) = 10000 \text{ ztąd}$$

$x = 26,3$ milimetry.

Gdybyśmy więc w pierwszym przypadku przyjęli *np.* tylko 10, a w drugim 18, lub 20 milimetrów spadku, siła drugiej maszyny nie byłaby w całości zużytkowana, samo zaś złagodzenie spadków musiałoby przy budowie, większe pociągnąć wydatki, a wydatki te byłyby bezużytecznemi, gdyż nie polepszyłyby w niczem warunków, w których ruch odbywać się musi. W takim więc razie, najwłaściwszą jest rzeczą spadkom projektowanym nadać takie całkowite nachylenie, jakie wypadnie, z obliczenia w sposób powyższy siły pociągowej dwóch lokomotyw. Zwrócimy w końcu jeszcze uwagę na to, iż użycie dwóch maszyn do jednego pociągu, połączone jest także z wielkiemi niedogodnościami, nadzwyczaj bowiem trudnem jest uregulowanie z matematyczną dokładnością działania i prędkości biegu dwóch oddzielnych maszyn. Czasami tego rodzaju pociągi bywają urządzane w ten sposób, iż jedna lokomotywa na przodzie, druga z tyłu jest umieszczona, w takim razie zbyt silne działanie tej ostatniej, spycha wagony ku sobie, nadaje całemu pociągowi sztywność niekorzystną, a nawet na łukach małego promienia może stać się niebezpiecznem i spowodować częściowe, lub całkowite wyskoczenie z szyn pociągu. Dla tych to przyczyn, podobny układ pociągu powinien być stanowczo wzbroniony.

§. 46.

Powiedzieliśmy poprzednio, iż dla głównych linii kolei spadek 0,005 na 1 metr, jako *maximum* najodpowiedniej przyjętym być może, zasada jednak ta, wtedy tylko właściwe znajdzie zastosowanie, jeśli kolej, prowadzoną być ma przeważnie w równinach. Jeśli przeciwnie okolicę górzystą mieć będziemy do przebycia, usiłowanie pozostania w tak szczupłych granicach spadków, musiałoby pociągnąć za sobą niesłychane powiększenie kosztów budowy. Wówczas w miejsce 0,005 śmiało przyjąć można spadki do $0^m,010$ na 1 metr dochodzące, a w wypadkach wyjątkowych, któreśmy wyliczyli, i z zachowaniem wskazanych ostrożności spadki te do 0,020, lub 0,025 powiększone być mogą.

W szczególnych wypadkach daleko jeszcze większe spadki przyjąć można dla kolei. I tak np. dla przebycia gór Niebieskich, w stanie Wirginii, w Ameryce północnej potrzeba było przebić w skale porfirowej tunel 1300 metrów długości. Robota w tak twardej skale musiała postępować wolniej, aniżeli na całej linii. ztąd też, gdy po obu stronach góry cała kolej była już gotową, pozostała tylko przerwa przy niewykończonym tunelu, postanowiono więc tymczasowo połączyć te dwie rozdzielone części, umyślnie na

ten cel zbudowaną przez góry koleją. Na przestrzeni 4 kilometrów dano jej spadki 0,050 i 0,056 na 1 metr wynoszące. Do tak gwałtownych spadków zastosowano urządzenie umyślnie na ten cel zbudowanych lokomotyw, z trzema parami małych kół poruszających. Oś, na którą bezpośrednio działa piston, miała w tych maszynach stałe położenie, inne jakkolwiek z nią połączone, mogły przybierać względem niej nachylenie $0^m,02$ do 0,03 wynoszące. Odległość pomiędzy skrajnemi ośiami wynosiła $2^m,25$. Maszyny te, na krótkiej tylko odległości służbę swą odbywające, nie potrzebowały być zaopatrzone tendrem, dla przewozu znaczniejszych zapasów wody i paliwa. Ważyły 25 ton i były w stanie po wyżej wymienionych spadkach prowadzić pociągi ważące 50 ton. Przykład ten wskazuje najwyraźniej, do jak bystrych spadków, przewóz lokomotywami zastosowanym być może.

Przy budowie największego dotąd w świecie tunelu, przez Mont Cenis na granicy Włoch i Francyi, zbudowano dla tymczasowego użytku przez górę kolej, z równie gwałtownemi spadkami, i zastostosowano do niej toż samo prawie urządzenie, I w tym przypadku okazało się ono odpowiedniem i dobre przez cały czas trwania oddawało usługi.

§. 47.

Przy projektowaniu profilu podłużnego kolei, zwrócić należy uwagę, nietylko na dogodne ułożenie spadków, lecz również i naturę gruntu, po którym kolej ma przechodzić. Głębokie wykopy, w złym wykonane gruncie, ulegają częstokroć zupełnemu zniszczeniu, nasypy zaś, na które zła ziemia bez należytych ostrożności została użytą, lub oparte na gruncie nieodpowiednim, wymagają ciągłych napraw i bardzo kosztownego utrzymania. Najszkodliwszemi bywają wielkie wykopy na uboczu góry, jeśli są wykonane w gruncie gliniastym, lub iłowatym, poprzecinanym źródłami, a szczególniej, jeśli rozmaite pokłady, z których góra jest złożoną mają pochylenie ku wykopowi, co zwykle w takim razie ma miejsce. W takich przypadkach deszczowe wody, przenikając przez warstwy górne, zatrzymują się na nieprzemakalnej warstwie gliny, spływają po niej ku przekopowi i wkrótce wszystkie warstwy powyżej położone, pociągają za sobą. Następuje ślizganie pokładów po sobie, obsypywanie się i obrywanie góry i częstokroć zupełne zniszczenie wykopu. Zapobieżenie temu, jak to w właściwem zobaczemy miejscu jest albo nadzwyczaj kosztowne, albo też czasami zupełnie staje się niepodobnem. Ilekroć projektowana linia na podobną natrafia miejscowość, należy starać się, albo o zmienienie kierunku i obejście

niebezpiecznego miejsca, albo jeśli to jest niepodobnem, tak ułożyć spadki, aby ani zbyt wysokie nasypy, ani tem bardziej głębokie wykopy, w tych niebezpiecznych miejscach nie były projektowane.

Zdarza się czasami, iż wierzchnie warstwy gruntu naturalnego są dobre i do wykonania wszelkich robót odpowiednie, a w pewnej dopiero głębokości napotyka się na warstwy, opisanej powyżej natury. W takim razie spadki profilu podłużnego, tak powinny być ułożone, aby głębokość przekopu do szkodliwych warstw nie dochodziła. Aby warunkowi temu zadosyć uczynić, we wszystkich miejscach, gdzie się pokazuje potrzeba większych wykopów, przed stanowczem zaprojektowaniem, powinny być wykonane w dostatecznej ilości sondy, lub świdrowania, za pomocą których zostanie zbadany układ geologiczny gruntu naturalnego, i wówczas dopiero spadki profilu podłużnego z zupełną świadomością, zaprojektowanemi być mogą.

Nadzwyczaj ważnym warunkiem trwałości każdego przekopu jest utrzymywanie go w stanie, o ile możności, jak najsuchszym. Dla tego też dno przekopu nigdy poziomem być niepowinno, wody bowiem deszczowe, nie znajdując dogodnego odpływu, rozmiękczają podstawę, na której oparte są skarpy, przez co obrywanie się tych skarp i zasypywanie przekopu pociągać muszą.

Jeszcze szkodliwszem dla trwałości przekopu byłoby zaprojektowanie w przekopie, dwóch spadków ku sobie nachylonych jak to na Fig. 16 linie *ac* i *cb* wskazują, w takim bowiem układzie nachyleń, punkt spotkania się spadków stałby się zbiorowiskiem wody z całego przekopu spływającej.

§. 48.

Umieszczenie dogodne stacyi na linii kolei, nie tylko pod względem jej położenia na planie, lecz i pod względem spadków profilu, wymaga pewnych warunków, jednocześnie zatem z projektem profilu powinno być obmyślane.

Stacya powinna być, o ile możności położona na linii poziomej, lub na bardzo łagodnych, $0^{m},001$, lub najwyżej 0,002 na 1 metr, nieprzechodzących spadkach. Wprawdzie okoliczności miejscowe, zmuszają czasami do umieszczenia stacyi, na większej pochyłości, jednakże środka tego używać należy, tylko w razie udowodnionej konieczności, pociąga on bowiem za sobą zwiększenie kosztów ruchu, naraża na niebezpieczne wypadki i z innemi połączony jest niedogodnościami.

Na spadkach 3 milimetry na metr wynoszących, silny wiatr może wagon stojący na bocznej kolei popchnąć, na główną wprowadzić linię, narazić go przez to na zniszczenie, równie jak na uszkodzenie pociąg nadchodzący. Wprawdzie na kolejach bocznych ułożonych na spadku, zwykle używa się *zastaw*, przeznaczonych do zatrzymania w danem miejscu wagonów, któreby przypadkowo w ruch zostały wprowadzone, zastawy te jednak czasami, albo zapomniane, albo źle założone być mogą, a wtenczas wagony bez przeszkody, na główną linię przez wiatr zapędzone być by mogły. Nadto na każdej stacyi potrzeba często przeprowadzać w różnych kierunkach z miejsca na miejsce, stojące na bocznych kolejach wagony. Na poziomie, lub bardzo słabych spadkach przeprowadzanie to z łatwością, siłą ludzką dokonane być może. Jeśli jednak spadki są zbyt gwałtowne, okazuje się potrzeba, użyć do poruszania wagonów albo większej liczby robotników, albo nawet, jak to się dzieje, na niektórych stacyach większych, zbudowanych na znacznych pochyłościach, odbywać tak nazwane *manewra*, za pomocą lokomotywy wyłącznie na ten cel przeznaczonej, która zawsze opalona w pogotowiu do użycia być musi, co znaczne pociąga koszta.

Dla pociągów idących pod górę i zatrzymujących się na stacyach na spadku zbudowanych, ruszenie z miejsca staje się trudniejszem. Podczas deszczu, śniegu, lub gołoledzi, zdarzać się tu może wypadek, o którym już mówiliśmy poprzednio, obracania się kół lokomotywy w miejscu, co także do niedogodności takiego urządzenia policzyć należy.

Powiedzieliśmy już poprzednio, iż dno wykopów nie powinno być nigdy poziome, widzimy zaś obecnie, że dla stacyi najodpowiedniejszem jest położenie zupełnie poziome, wynika ztąd, iż stacyi o ile możności w wykopach umieszczać nie należy. Umieszczenie stacyi w wykopie jest przy tem zazwyczaj kosztowniejszem i tak dla budynków, jak dla trwałości samej kolei, narażonej na wilgoć niedogodnem. Starać się zatem należy w ten sposób układać spadki profilu podłużnego, aby stacye albo w połowie w nasypie i wykopie były położone, albo co lepiej, całe na niewielkim nasypie mogły być zbudowane, przez co zapewnienie odpływu wodom deszczowym daleko łatwiejszem się staje.

O stacyach obszerniej na innem miejscu mówić będziemy, obecnie więc zwrócimy uwagę na to tylko, iż położenie ich pod względem profilu podłużnego, może być trojakie, jak to Fig. 17, 18 i 19 wykazują. Położenie na Fig. 17 oznaczone z dwoma spadkami, po obu stronach stacyi, w dół idącemi jest najdogodniejsze, tak dla

utrzymania w suchości samej stacyi, jak i dla ruchu pociągów, które dochodząc do stacyi postępują w górę, bieg swój przez to zwalniają, i w danym punkcie z łatwością zatrzymać się mogą. Ruszając przeciwnie ze stacyi, wchodzą na spadki na dół idące, które im służą do przyspieszenia ruchu. Przeciwnie położenie na Fig. 18 przedstawione, jest najniedogodniejszem, tak dla wilgoci spływającej z obu stron stacyi, po spadkach ku niej nachylonych, jak również dla ruchu pociągów, które z góry nadchodząc z trudnością bieg swój, tak umiarkować mogą, aby ściśle na naznaczonem miejscu zatrzymać się były w stanie. Fig. wreszcie 19 podaje położenie z jednej strony odpowiadające warunkom przez nas postawionym, z drugiej równie jak poprzedzające niedogodne. W takim jednak położeniu odpływ wody zawsze zapewniony być może.

§. 49.

Porządek w jakim spadki po sobie następują, ma także wielki wpływ na dogodność profilu podłużnego i umiejętnie ułożony być powinien.

Dwa *np.* spadki ku sobie nachylone, nie powinny spotykać się z sobą. Połączyć je zawsze należy, albo poziomą najmniej 100 metrów długości mającą, jak to wskazuje fig. 20, albo co lepiej dwoma, lub czterma łagodniejszemi spadkami związanemi w środku krótką poziomą (Fig. 21). Takie złagodzenie spotkania się dwóch spadków, dla tego jest potrzebne, że przy przechodzeniu pociągów, w chwili, gdy środek pociągu znajduje się na spotkaniu dwóch spadków, czoło jego, które już zaczęło postępować pod górę, zwalniając swój bieg, zatrzymywać musi resztę wagonów, nabytą prędkością, biegnących, koniec zaś postępując jeszcze po spadku biegiem przyspieszonym popycha cały pociąg naprzód. Tym sposobem środek pociągu z dwóch przeciwnych stron naciskany, mógłby się podnieść do góry i z szyn kolei wyskoczyć.

Gdy dwa spadki spotykające się z sobą, są nachylone w strony przeciwne, podobne złagodzenie ich spotkania (Fig. 22) równie jest pożytecznem, zwłaszcza jeśli dwa te spadki są dosyć ostremi. Wówczas bowiem, gdy jedna część pociągu zacznie już po spadku w dół idącym, przyspieszonym postępować biegiem, druga nie dosiągłszy jeszcze najwyższego punktu, musi zwalczać opór stawiany mu przez spadek w górę idący. Z tego powodu w środku pociągu łańcuchy łączące wagony z sobą, wystawione są na zbyt mocne działanie dwóch sił przeciwnych, i czasami ulegając temu zbytniemu naprężeniu, zerwać by się mogły. Równie w pierwszym jak drugim

przypadku wstawienie pomiędzy dwa główne spadki, kilku innych łagodniejsze mających nachylenie, jeśli nie usuwa zupełnie, to przynajmniej znacznie zmniejsza, opisane powyżej niedogodności. W ogóle każda zmiana raptowna spadku, jest zawsze niedogodna, pożyteczną jest więc rzeczą złagodzenie jej szeregiem słabszych nachyleń w sposób wskazany na Fig. 23, gdzie spotkanie poziomej *AB* i spadku *CD* zastąpione jest szeregiem *Ba*, *ab*, *bc*, i *cC* wstawionych pomiędzy nie spadków.

Przy przejściu znaczniejszego pasma gór, na bardzo znacznej częstokroć przestrzeni, grunt naturalny wznosi się stopniowo do góry. Z naturalnego takiego ukształtowania powierzchni korzystać należy o ile możności. Dla tego to w takich okolicznościach należy unikać spadków w dół idących, mając bowiem dojść do pewnej oznaczonej wysokości na grzbiecie łańcucha, raz osiągniętej wysokości schodzeniem w dół, tracić się nie powinno. W takich zatem razach pomija się małe spadki w dół jakieby się przypadkowo natrafić mogło, choćby to nawet z nieco większemi kosztami budowy połączone być miało, a wydatek taki w dalszym przeprowadzeniu linii, w okolicy bardziej do grzbietu gór zbliżonej, gdzie spadki naturalne bywają ostrzejsze, zazwyczaj hojnie się wynagradza. Zmiany spadków na przemian w górę i w dół idących, są także niedogodnemi dla biegu pociągów, natężenie bowiem pary w lokomotywach na takich liniach, ciągle zmienianem być musi, przez co znaczna część siły pociągowej napróżno się marnuje.

§. 50.

Postawiliśmy już poprzednio zasadę, iż na głównych liniach kolei, przeznaczonych do jazdy szybkiej, łuki powinny mieć wielkie promienie, przynajmniej 600, lub 700 metrów wynoszące, jednakże jak przy spadkach w miejscach, gdzie pociągi bieg swój dla innych przyczyn, zwalniać są zmuszone, można ostrzejsze przyjąć nachylenia, tak również w miejscach takich i łuki mniejszych promieni dopuszczone być mogą. Nie można jednak dwóch tych utrudnień, to jest ostrych spadków i małego promienia łuków na jednem łączyć miejscu. Przeciwnie łuki o małych promieniach, choćby były położone w miejscu, gdzie pociągi wolno postępują *np.* w blizkości stacyi, powinny o ile można być urządzone, albo na poziomych, albo przynajmniej na bardzo łagodnych spadkach.

W ogóle im dana linia do szybszej jazdy jest przeznaczona; im dłuższe pociągi po niej przechodzić mają, tym łagodniejsze, czyli większych promieni łuki projektować należy. Zasada jednak po-

wyższa znajduje zupełne zastosowanie tylko w równinach i miejscach nie poprzecinanych naturalnemi, lub sztucznemi przeszkodami, ścisłe jej jednak zachowanie w okolicach górzystych, przy przejściu kolei przez miasta itp. pociągnąćby musiało za sobą, niedające się obliczyć, zwiększenie kosztów budowy.

Łuki o małych promieniach, oprócz zwiększenia tarcia przy przechodzeniu pociągów, o czem mówiliśmy już poprzednio, inną jeszcze przedstawiają niedogodność. Dla uniknienia wypadków, maszynista pociąg prowadzący powinien, o ile możności, jak największą długość położonej przed sobą kolei, wzrokiem swym obejmować. I z tego więc względu linie proste i łuki wielkich promieni są najdogodniejszemi dla kolei. Krzywe jednak, zbyt wielkich promieni, przechodzących *np.* 2000 metrów, nie przedstawiają żadnych szczególnych dogodności, a trudniejsze są w budowie i utrzymaniu od linii prostych. Ile więc razy nie zachodzi szczególny jakiś powód, na korzyść tak wielkiego łuku przemawiający, właściwiej będzie przyjąć promień mniejszy 1000 *np.* metrów wynoszący.

Niedogodności linii krzywych powyżej wyliczone, stają się jeszcze szkodliwszemi, jeśli dwa łuki z wypukłościami w przeciwną stronę zwróconemi, w kształcie litery *S*, bezpośrednio po sobie następują. Przy przejściu przez takie dwa połączone z sobą łuki zwłaszcza, jeśli ich promień jest mały, lub jeśli są urządzone na spadku, długie pociągi doznają bez porównania większego niż na pojedynczych łukach oporu. Przychodzi bowiem w takim razie chwila, w której początek pociągu na jednym, a koniec jego na drugim znajdując się łuku, ulegają siłom odśrodkowym, w dwóch przeciwnych kierunkach działającym. Każdy wagon przechodząc z jednego łuku na drugi, znajduje się w ukośnem położeniu, pod działaniem dwóch tych przeciwnych sobie sił, w skutek czego obręcze kół jego docierają do szyn kolei, podobnie jak hamulce zatrzymujących je w biegu.

Dla uniknienia tych niedogodności starać się należy taki dla projektowanej kolei obrać zawsze kierunek, aby dwa następujące po sobie łuki, przedzielone być mogły linią prostą. Przepisy obowiące we Francyi wymagają, aby długość tej linii przynajmniej 100 metrów wynosiła, *) ścisłe jednak zastosowanie się do tego rozporządzenia w okolicach bardzo górzystych częstokroć staje się nie-

*) W Austryi długość prostej, dwa przeciwnie zwrócone łuki łączącej, wedle przepisów rządowych, $40^{m},00$ wynosić winna. Jest to jednak zbyt mała długość i jedynie jako minimum, w konieczności przyjętą być może.

podobnem, lub przynajmniej nadzwyczaj kosztownem. Z drugiej strony długość 100 metrów nie jest nieodzownie konieczną, opór bowiem głównie powstaje w punkcie przejścia z jednego łuku na drugi i chodzi tylko o to, aby to przejście było złagodzonem, do czego linia prosta 50, lub 60 metrów wynosząca jest dostateczną. Można zatem przyjąć jako zasadę, iż przy liniach głównych i na równinach, długość prostej łączącej z sobą dwa łuki w przeciwne zwrócone strony, wynosić powinna 100 metrów, na liniach zaś drugorzędnych kolei, przez okolice górzyste prowadzonych, 50 metrów w razie konieczności będzie wystarczającem.

§. 51.

Na stacyach krzywe, mogą być dwojakiego rodzaju, to jest albo linia główna zwraca się na stacyi z prostego kierunku i wtenczas cała stacya znajduje się na łuku, albo też linia główna pozostaje prostą i tylko koleje boczne, krzywemi z główną są połączone. W pierwszym przypadku łuk powinien mieć przynajmniej 500 metrów promienia, w drugim wielkość promienia zależną jest od użytku, do jakiego jest przeznaczona kolej, na której łuk umieścić chcemy. Jeśli zatem po kolei tej przechodzić mają całkowite pociągi, promień łuków na niej się znajdujących 300 metrów przynajmniej mieć powinien. Na kolejach przeznaczonych do przechodu luzem lokomotyw, lub przeprowadzania za ich pomocą pojedynczych wagonów z jednej kolei na drugą 200, lub nawet 150 metrów, promienia będzie wystarczającem. Koleje wreszcie przeznaczone do przepychania siłą ludzką pojedynczych wagonów mogą jeszcze mniejsze mieć łuki. Jako granicę, której i w takim razie przekraczać nie należy, przyjąć można 80 metrów.

§. 52.

Wiemy już z poprzedniego, iż głównym powodem, dla którego krzywizny kolei muszą się składać z łuków wielkich promieni, jest sposób urządzenia wozów kolejowych. Kiedy zwykłe wozy, opatrzone na przodzie skrętem, obracającym się na sworzniu, mogą z łatwością do raptownych nadawać się zwrotów, wozy kolejowe o osiach obracających się wraz z kołami i nie mogących zmieniać swego równoległego położenia, właściwie tylko do biegu po liniach prostych, powinny by być używane. Przez drobne jedynie ułatwienia, jak to już wykazaliśmy, zwykłe wozy kolejowe mogą być użyte na krzywych, lecz krzywe te muszą być wielkiemi zakreślone promieniami. Chcąc tej niedogodności zaradzić stanowczo, inżynier francuzki Arnould, obmyślił zupełnie nowe, zbliżone do zwykłych wozów urządzenie. Wozy jego opatrzone są skrętami na sworzniach

z przodu osadzonemi. Nie osi, które są stale przytwierdzone, lecz koła obracają się na osiach. Tym sposobem, osi mogą przybierać wedle potrzeby takie względem siebie nachylenie, aby zawsze były prostopadłemi do łuku, czyli aby stanowiły przedłużenie jego promienia. Koło więc, które postępuje po łuku zewnętrznym, może robić więcej obrotów, i dłuższą przebiega drogę, niż koło po przeciwnej znajdujące się stronie. Przy takiem urządzeniu wozy te po łukach, najmniejszych nawet promieni, bez wywoływania zwiększonego tarcia kół o szyny, przechodzić mogą.

Pomysł p. Arnould zastosowano na linii z Paryża do Sceaux prowadzącej, która zbudowaną została z łukami 30 a nawet 25 tylko, metrów promienia mającemi. Ruch na tej linii jest dosyć ożywiony i pociągi po tak ostrych łukach bez przypadków przebiegają z szybkością 30, lub 35 kilometrów na godzinę. Pomimo tych dogodności system ten od lat kilkunastu na tej linii wprowadzony w życie, obszerniejszego nie znalazł zastosowania. Głównym, jaki mu czyniono zarzutem, jest to, iż budowa wozów ze skrętami jest kosztowniejsza, bardziej skomplikowana, i częstszych wymaga napraw. Dodać jednak tu należy, iż gdyby pomysł p. Arnould był znany w chwili, kiedy jeszcze nie było zbudowanych tyle kolei, bez wątpienia znalazłby był naśladowców, teraz jednak gdy cała Europa została już pokrytą siecią kolei, według jednego zbudowanych systematu, wszystkie pomysła choćby najtrafniejsze, lecz systemat ten zmieniające niełatwo, przychylne znaleźć mogą przyjęcie.

§. 53.

Pozostaje nam jeszcze zastanowić się nad skutkami, jakie wywiera siła odśrodkowa, na pociąg łuk przebiegający. Siła ta popycha pociąg ku zewnętrznej stronie łuku. Jak widzieliśmy już, przy opisie urządzenia kół wozów kolejowych, dla zrównoważenia jej, koła te mają kształt stożkowy, ostrożność ta jednak nie jest dostateczną, i przy większej szybkości brzegi kół docierają do szyny zewnętrznej, a nawet gdyby w inny sposób temu nie zapobieżono, musiałyby po za nią być wyrzucone. Niebezpieczeństwu temu zapobiega się przez podwyższenie zewnętrznej szyny, w taki sposób, iż w łukach obie szyny nie znajdują się na jednej poziomej, lecz są umieszczone na płaszczyźnie, ku wewnętrznej stronie luku pochylonej (Fig. 24.) W skutku takiego urządzenia wóz postępujący po łuku i działaniem siły odśrodkowej ku zewnętrznej jego stronie popychany, siłą ciężkości przyciągany jest do najniższego punktu, to jest ku szynie wewnętrznej. Dwie więc siły, siła odśrodkowa

i siła ciężkości działają tu w kierunkach przeciwnych i chodzi tylko o to, aby nachylenie kolei, czyli podwyższenie szyny zewnętrznej, tak było obliczone, żeby zupełna równowaga między temi siłami utrzymaną być mogła. Obliczenie to na następujących opiera się zasadach:

Jeśli oznaczymy przez

V = prędkość biegu

R promień łuku

M massę pociągu.

Siła odśrodkowa F wyrazi się

$$F = \frac{MV^2}{R}$$

Wiadomo zaś z mechaniki, iż $M = \frac{P}{g}$

wstawiając więc za M jego wartość będzie:

$$F = \frac{PV^2}{gR}$$

Z drugiej strony ciężar pociągu P, może być rozłożony na dwie siły: jednę n prostopadłą do płaszczyzny pochyłej, na której leżą szyny (Fig. 24), drugą m, równoległą do niej i działającą w kierunku przeciwnym sile odśrodkowej. Siła ta m wyrazi się przez

$$m = P \sin \alpha$$

Jeżeli zaś oznaczymy przez X wysokość podwyższenia szyny zewnętrznej, przez e zaś szerokość kolei będzie

$$\sin \alpha = \frac{X}{e}$$

wstawiwszy tę wartość otrzymamy:

$$m = \frac{PX}{e}$$

Siła m działa w kierunku przeciwnym sile odśrodkowej F, dla zrównoważenia jej, zatem musi być jej równą, będzie więc:

$$\frac{PX}{e} = \frac{PV^2}{gR} \text{ ztąd}$$

$$X = \frac{eV^2}{gR}$$

Wiadomo, iż $g = 9{,}81$, szerokość zaś kolei $e = 1.45 + 0.06 = 1.51$, wzór więc powyższy przybierze kształt następujący

$$X = \frac{1.51, V^2}{9.81\ R}$$

W którym dwie ilości V i R to jest prędkość i prromień łuku pozostają zmienne i wedle okoliczności rozmaite im można nadawać

wartości. Na zasadzie tego wzoru na każdą daną prędkość i promień łuku, obliczyć można wysokość podwyższenia, jakie nadać należy szynie zewnętrznej. Tablica następująca podaje podwyższenia, na zasadzie powyższej dla rozmaitych prędkości i łuków obliczone:

Promień łuku w metrach	Podwyższenie szyny zewnętrznej w milimetrach przy prędkości biegu na godzinę							
	30 kilometrów	40 kil.	50 kil.	60 kil.	70 kil.	80 kil.	90 kil.	100 kil.
300	35	63	98	142	192	252	318	393
400	27	47	74	106	145	186	238	295
500	21	38	59	85	116	151	191	235
600	18	31	49	71	96	126	159	196
700	15	27	42	61	83	108	135	168
800	13	24	37	53	72	94	120	148
900	12	21	33	47	64	84	106	131
1000	11	20	29	42	58	76	96	118
1100	10	17	26	38	52	68	85	106
1200	9	16	25	35	48	63	80	98
1300	8	15	23	33	45	58	74	91
1400	8	14	21	30	41	54	68	84
1500	7	13	20	28	38	50	64	79
1800	6	11	16	24	32	42	53	66
2000	5	10	15	21	29	33	48	59
2500	4	8	12	17	23	30	38	47
3000	4	6	12	14	19	25	32	39

Rozdział 3.

PROFILE POPRZECZNE.

§. 54.

Pierwsze koleje zbudowane w Anglii miały 4 stopy $8^1/_2$ cali angielskich, czyli $1^m,435$ szerokości. Szerokość ta z małą zmianą została przyjętą i na stałym lądzie, i dzisiaj prawie wszystkie koleje w Europie mają $1^m,44$ lub $1^m,45$ wewnętrznej między szynami szerokości. Niektórzy autorowie oznaczają szerokość kolei na $1^m,50$, lecz w takim razie, wymiar ten jest liczony od środka, do środka szyny i łatwo w błąd wprowadzić może. Jako szerokość kolei

uważać należy, oddalenie szyn od siebie, które jak to już powiedzieliśmy, zwyczajnie $1^m,44$, lub $1^m,45$ wynosi. W późniejszych czasach, gdy znaczna już liczba kolei została zbudowaną i gdy ulepszenia w budowie lokomotyw zaprowadzone, zdołały bieg pociągów do nadspodziewanej doprowadzić prędkości, zaczęto się niepokoić zbyt małą szerokością kolei. Niektórzy inżynierowie a między niemi Brunel w Anglii, utrzymywali, iż szerokość dotychczasowa nie daje wozom dostatecznej podstawy, i że przy szybkim biegu, zwłaszcza po łukach może się stać przyczyną wywracania się wagonów. Z tem wszystkiem szerokość pierwiastkowo przyjęta powszechnie się utrzymała, a komissya wyznaczona przez parlament angielski, dla zbadania tej kwestyi orzekła, iż wprawdzie przy kolejach szerszych możnaby zwiększyć jeszcze szybkość biegu pociągów, jednakże gdy teraźniejszej szerokości koleje, pozwalają bez niebezpieczeństwa przebiegać 100 kilometrów na godzinę, nie ma potrzeby budować szerszych, większa bowiem prędkość biegu pociągów jak 100 kilometrów na godzinę, z innych powodów byłaby niebezpieczną.

Tym sposobem szerokość od początku przyjęta, powszechnie się utrzymała, i dziś koleje szersze, są tylko od ogólnego prawidła wyjątkami. Pierwszym takim wyjątkiem była linia zbudowana przez Brunela z Bristol do Londynu z szerokością 7 stóp angielskich czyli $2^m,135$. Była to przesada, która nigdzie naśladowców nie znalazła, jakkolwiek bowiem dzisiaj przyjęta szerokość, może być cokolwiek za małą, i gdyby obecnie na nowo, cała sieć kolei budować się miała, zwiększono by ją niezawodnie, powiększenie jednak tak wielkie nigdy nie byłoby uzasadnionem, a znacznie koszta budowy podwyższyć by musiało.

Prócz powyżej wymienionej linii, wszystkie koleje w Irlandyi mają większą od zwykłej szerokości 6 stóp angielskich, czyli $1^m,83$ wynosząca. Koleje Holenderskie zbudowano z szerokością $1^m,93$, Hiszpańskie $1^m,70$ wreszcie rosyjskie $1^m,54$. Nadto koleje w Indjach i niektóre w Ameryce, większą także od zwyczajnej mają szerokość.

Dzisiaj kiedy dla szybkości i taniości przewozu towarów i stosunków pomiędzy rozlicznemi Towarzystwami kolei, często wagony z jednej linii na inną przechodzić muszą, budowanie nowych linii z odmienną szerokością, przeszkadzające takiemu przechodzeniu z linii na linię wagonów, byłoby niczem nieusprawiedliwionem utrudnieniem, równie właścicielom kolei, jak i publiczności szkodę przynoszącem.

§. 55.

Koleje bywają pojedyncze lub podwójne, stosownie do więcej, lub mniej ożywionego na nich ruchu. W Francyi przyjęto za zasadę, iż linie, na których wystarcza 6 pociągów dziennie w jednę wysyłanych stronę, mogą być o jednej zbudowane kolei, przeciwnie gdzie się okazuje potrzeba częstszego wysyłania pociągów, tam podwójna kolej powinna być położona. Jednakże zasada ta ściśle zastosowaną być nie może, jak o tem przekonywa znaczna ilość linii niemieckich, z pojedynczemi zbudowanych kolejami, na których ruch dosyć jest ożywiony. Nie można zatem oznaczyć ściśle liczby dziennych pociągów, jaka wymaga podwójnej kolei, zależy to bowiem od miejscowych okoliczności, odległości pomiędzy stacyami itd. ograniczyć się więc musimy na postawieniu zasady, iż ilekroć ruch pociągów z rozmaitą postępujących szybkością na danej linii, staje się tak wielki, iż zaczyna wprowadzać zamieszanie w służbie codziennej, natenczas druga kolej dodaną być powinna. W przewidzeniu takiego powiększenia ruchu rządy w niektórych krajach, wymagają od towarzystw kolejowych, które otrzymują koncessye na zbudowanie linii z pojedynczą koleją, aby mosty, tunele, a czasem nawet i roboty ziemne wykonane były od razu na podwójną szerokość, tak aby w razie potrzeby druga kolej dodaną być mogła.

Pociągi w przeciwne idące strony, na pojedynczej kolei zmijać się muszą na stacyach, przy powszechnem więc zaprowadzeniu na kolejach telegrafów elektrycznych, dających w każdej chwili możność porozumienia tię ze stacyami sąsiedniemi, z łatwością uniknąć można spotykania się pociągów.

Przy podwójnych kolejach, każda z nich jest stale przeznaczoną dla pociągów w jedną idących stronę, tak iż spotkanie się w drodze, miejsca mieć nie może. Zazwyczaj pociągi idą koleją położoną po lewej stronie względnie do kierunku ich biegu, prawa zaś kolej pozostaje wolna.

§. 56.

Przy podwójnych kolejach ważną jest rzeczą zachowanie potrzebnej pomiędzy kolejami odległości, która tak powinna być obliczoną, aby przy zmijaniu się dwóch pociągów, żadne nie groziło niebezpieczeństwo. Obliczenie to jest następujące:

Wagony naładowane towarami mają szerokości, najwyżej 3 metry, licząc zatem od osi kolei, zajmują one w każdą stronę po $1^m,50$. Do tego dodać należy $0^m,10$ na zboczenia i nachylenia, jakie

wagon w czasie biegu przybierać może, razem więc $1^m,60$. Połowa szerokości kolei wynosi 0,785, licząc do zewnętrznych brzegów szyn. Wagon więc taki zajmuje na zewnątrz kolei szerokość $1^m,60—0,785=0,815$, czyli dla obu kolei $1^m,63$. Że zaś potrzeba pozostawić wolnego miejsca przynajmniej $0^m,20$, najmniejszą zatem odległością pomiędzy kolejami, dla takich wagonów będzie $1^m,83$.

Dla wagonów do przewozu osób przeznaczonych, odległość między kolejami jeszcze większą być powinna. Mają one zwykle szerokości $2^m,65$, czyli od osi kolei $1^m,325$. Dodając jak poprzednio 0,10 na zboczenie, będzie 1,425. Odjąwszy od tego pół szerokości kolei otrzymomy $1,425—0,785=0,640$. Gdyby jednak w ciągu jazdy otworzyły się drzwiczki wagonu, do powyższej liczby dodać by należało ich szerokość, czyli 0,62, co razem uczyniłoby $1^m,26$ szerokości, zajętej przez wagon na zewnątrz kolei, a razem dla obu kolei wyniosłoby $2^m,52$. Najczęściej jednak nie liczy się na rzadki wypadek, dwóch wagonów mijających się z drzwiczkami otwartemi i przyjmuje się 2 metry, jako stałą pomiędzy dwiema kolejami odległość.

Dla zapewnienia się, iż ładunek wagonów odkrytych nie wystaje zanadto po za ich brzegi, na każdej stacyi urządzone być powinny szablony, do mierzenia tego ładunku przeznaczone. Szablony te zbudowane z drzewa, (Fig. 25) w kształcie bramy, umieszczonej po nad jedną z kolei bocznych stacyi, opatrzone są prętami żelaznemi ograniczającemi dokładnie przestrzeń, którą ładunek może zajmować bez niebezpieczeństwa zawadzenia o mijające go wagony, mosty, budynki, lub słupy, około których przechodzić będzie. Do prętów przymocowane powinny być dzwonki. Jeśli wagon przeprowadzony po naładowaniu pod szablonem, zawadzi, choćby najlżej o pręty żelazne, dzwonek daje się słyszeć, co jest znakiem, iż ładunek poprawiony być winien.

§. 57.

Szyny kolei osadzone są zwykle na progach, czyli podkładach drewnianych, prostopadle do kierunku kolei ułożonych. Na platformie, to jest na górnej powierzchni tak nasypów jak i wykopów, usypana być winna w regularnych kształtach warstwa grubego piasku, zwiru, lub szabru zwana balastem, i w tym balaście zakopane są podkłady, tak iż górna ich powierzchnia na 1, lub 2 centymetry powinna być zagłębiona. Przeznaczeniem przepuszczalnej warstwy balastu jest utrzymanie w suchości powierzchni drogi, zabezpieczenie od zbyt szybkiego gnicia podkładów, i rozdzielenie

na większą powierzchnię ciśnienia wywieranego przez przechodzące pociągi, które w razie gdyby podkłady spoczywały wprost na nasypach, w czasie wilgotnym wgniatały by je w ziemię. Balast prócz tego nadaje pewną elastyczność podstawie, na której się opiera kolej i przez to czyni jazdę mniej trzęsącą i nieprzyjemną. Nazwa balastu powstała ztąd, iż przy pierwszych kolejach zbudowanych w Anglii, na zrobienie tej warstwy elastycznego nasypu, użyto balastu służącego do obciążenia okrętów, wracających próżno do portów, po odwiezieniu swego ładunku na miejsce przeznaczenia.

Grubość warstwy balastu powinna być zastosowana do rodzaju gruntu, na którym roboty ziemne są wykonane. Im wilgotniejszą jest ziemia, tym warstwa balastu grubszą być powinna, przeciwnie grubość jej zmniejszyć można na gruncie suchym z natury. W miejscach gdzie roboty ziemne wykonane są w piasku lub zwirze, balast staje się zupełnie niepotrzebnym. Zwykła grubość warstwy balastu wynosi od $0^m,40$ do, $0^m,60$, średnio zatem przyjąć możemy $0^m,50$.

Podkłady mają długości od $2^m,50$, do $2^m,80$, jako średnią zatem długość przyjąć można $2^m,70$. Szyny są osadzone symetrycznie na podkładach, to jest, iż po obu stronach kolei, jednakowa długość około $0^m,55$ podkładu zostaje wystającą; od zewnętrznego brzegu szyny, do górnego brzegu balastu powinno być około $1^m,00$ pozostawione, a to w celu, aby podkłady przy przechodzeniu pociągów nie mogły posuwać się w kierunku swej długości, co następuje wskutek parcia pociągów na boki szyn w łukach, a nawet i w liniach prostych, jeśli podkłady nie znajdują w obsypującym je balaście dosyć silnego oporu.

Nachylenie skarpy balastu winno wynosić jednę wysokość na $1^1/_2$ podstawy, czyli na $0^m,50$ wysokości 0,75 podstawy. Wreszcie od spodu balastu, do krawędzi nasypu, lub brzegu rowu w wykopach, powinna być pozostawiona ława $0^m,50$ szerokości mająca. Figura 26 wskazuje układ profilu poprzecznego kolei, z zachowaniem wyliczonych powyżej warunków.

§. 58.

Powyżej oznaczony kształt profilu poprzecznego, ulega czasami zmianie w wykopach, dla zmniejszenia ich szerokości. Wówczas w miejsce skarpy balastu, daje się murek z kamienia suchego $0^m,30$ grubości mający, który w sposób wskazany na figurze 27 utrzymuje balast. W skutek takiego urządzenia zamiast szerokości $1^m,75$, która przy poprzednio opisanym układzie, pomiędzy spodem balastu a brzegiem szyny była potrzebną, wystarczającem będzie $1^m,30$. Urzą-

dzenie takie tę jednak ma niedogodność, iż murki z suchego kamienia łatwo się psują i ciągle starannego wymagają utrzymania, nadto zbudowanie ich wymaga większego wydatku i wtedy tylko jest korzystnem, jeśli kamień znajduje się na miejscu, *np.* jeśli wykop ma być wykonany w skale, i dostarcza bez kosztu materiału potrzebnego do budowy.

Szerokość $0^m,50$, którą zajmują ławy po obu stronach kolei, jest potrzebna szczególniej przy wielkich nasypach i wykopach wykonanych w ziemi miękkiej i wilgotnej, lecz zachowanie jej w takich razach wymaga pewnych ostrożności. Wiadomo jest, iż wysokie nasypy osiadają po pewnym czasie. Nasyp np. *ABCD* (Fig. 28) osiadłszy, przybierze kształt *AB'C'D*. Chcąc więc, aby w takim razie szyny pozostały na zaprojektowanej wysokości, trzeba, albo dać grubszą warstwę balastu, w sposób wskazany na figurze, co musi zmniejszyć szerokość ław, albo dopełniać nasyp dowożeniem ziemi na boki i wierzch, co jest kosztownem i trudnem do wykonania.

Dla zaradzenia tej uiedogodności najlepiej przy wykonywaniu większych nasypów zwiększyć od razu ich wymiary, nadając w koronie większą szerokość *np.* o $^1/_8$ wysokości z każdej strony i podnosząc je wyżej o $^1/_{12}$ projektowanej wysokości (Fig. 29.) Tym sposobem wykonany nasyp w kształcie *AB'C'D*, osiadłszy przybierze kształt *ABCD*, który właściwie otrzymać chcieliśmy. Wymiary podane tutaj $^1/_{12}$ i $^1/_8$ wysokości są tylko średnią wartością, wielkość bowiem osiadania zależy od gatunku ziemi i wielkości nasypu, przy wykonaniu zatem robót, może się okazać potrzeba zwiększenia, lub zmniejszenia tej nadwyżki.

Podane powyżej zasady wskazują warunki, jakim odpowiadać powinny profile poprzeczne kolei żelaznych. Na tych zasadach opierając się, można w każdym przypadku najodpowiedniejszy typ ułożyć. Figura 30 przedstawia taki typ dla podwójnej, figura zaś 31, dla pojedynczej kolei.

§. 59.

Dotąd mówiliśmy o urządzeniu najodpowiedniejszem, wierzchniej części profilu poprzecznego, które raz obmyślane i przyjęte na całej zastosowuje się linii, obecnie zastanowimy się nad częścią dolną, i podamy zasady wykonania i ubezpieczenia robót ziemnych, na których ta część górna, czyli właściwa kolej się opiera.

Wiemy już, iż sporządzenie projektu budować się mającej kolei poprzedzone być winno wykonaniem niwelacyi, na zasadzie której przygotowuje się profil podłużny i odpowiednia ilość profilów

poprzecznych, przedstawiających kształty gruntu naturalnego. Na tak przygotowanych profilach kreśli się kolorem czerwonym projekt, czyli oznacza się kształty, jakie w miejsce istniejących, w naturze, projektowanej drodze nadać zamierzamy. Tym sposobem dochodzi się do oznaczenia na każdym punkcie robót ziemnych, czyli nasypów, lub wykopów, których wykonanie jest potrzebnem. Wiemy z poprzedniego rozdziału, jakie zasady powinny być zachowane, przy nakreśleniu projektu na profilu podłużnym, przechodzimy teraz do wskazania prawideł odnoszących się do profilów poprzecznych.

Typ profilu poprzecznego daje szerokość, jaką droga w koronie, to jest u góry mieć powinna. Po oznaczeniu na danym profilu tej szerokości, na właściwym poziomie należy przystąpić do oznaczenia skarp, których nachylenie może być rozmaite. Nachylenie skarp oznacza się przez stosunek podstawy do wysokości trójkąta uformowanego przez linię oznaczającą to pochylenie, poziomą od spodu tej linii wyprowadzoną i prostopadłą spuszczoną z jej wierzchołka. (Fig. 32.) Mówi się więc nachylenie skarpy 1 wysokości na 1 podstawy, czyli 45°; 1 wysokości na $1^1/_2$, 2, $2^1/_2$ itd. podstawy. Przy nasypach nachylenie zwykłe wynosi $1^1/_2$ podstawy na 1 wysokości, jeżeli jednak nasyp ma być wykonany z gliny, iłu, lub ziemi łatwo rozmiękającej, nachylenie to będzie zbyt ostrem. Na 1 podstawy daje się wówczas 2, $2^1/_2$ a nawet i 3 podstawy. Przy wysokich nasypach skarpy przedzielają się czasem wschodami w sposób wskazany na figurze 33 urządzonemi. Wschody takie 1 metr szerokości mające, urządzają się co 5 metrów wysokości. Urządzenie to przy utrzymywaniu skarp nie jest dogodnem, i powiększa objętość nasypów, tylko więc przy nasypach z ziemi łatwo się rozsuwającej, lub w razie zbytku ziemi z wykopów pochodzącej odpowiednie znajduje zastosowanie.

Jeśli nasyp ma być wykonany na gruncie pochyłym, wysokość skarp po obu stronach kolei nie będzie jednakową, w takim przypadku daje się czasami nachylenie łagodniejsze skarpie położonej po stronie, gdzie grunt naturalny ma większą wysokość (Fig. 34.)

W wykopach najważniejszą jest rzeczą zapewnienie odpływu wody. W tym celu daje się platformie nachylenie podłużne najmniej $0^m,001$ na 1 metr wynoszące, jak to już przy profilu podłużnym powiedziano. To jednak nachylenie nie jest dostatecznem do osuszenia wykopu i dla tego dodaje się zwykle w wykopach rowy boczne, których szerokość i głębokość, do większej lub mniejszej ilości wody przepływać w nich mającej powinna być zastosowaną. Profil poprzeczny przybiera wówczas kształt na figurze 35 wskazany.

Rowy boczne są koniecznie w każdym wykopie potrzebne, bez nich bowiem woda, przy spadku nawet podłużnym, zbierałaby się pod balastem i całą szerokość platformy rozmiękczała, z drugiej strony nie należy projektować zbyt szerokich rowów, gdyż przez to powiększa się bardzo znacznie wykop i wzrastają koszta budowy. Szerokość dna rowów może od $0^m,30$ do 0.75 wynosić.

Jeżeli w danym wykopie można się spodziewać znacznego przepływu wody, wówczas można bez rozszerzenia rowów większą im nadać głębokość i ostrzejszy spadek, ale w takim razie trzeba je koniecznie obrukować. Przecięcie takiego obrukowanego rowu przedstawia figura 36. Skarpa wykopu może albo zaczynać się od krawędzi rowu podług linni AB, albo być cokolwiek w tył posunięta, jak to linia $A'B'$ wskazuje. Urządzenie rowów wązkich brukowanych jest zazwyczaj korzystnem, zmniejsza bowiem wykopy dosyć znacznie.

Po za rowem rozpoczyna się skarpa wykopu, albo wprost jako przedłużenie skarpy zewnętrznej rowu albo też z odstępem w tył. Nachylenie skarpy zależy od rodzaju gruntu, w którym wykop ma być wykonany. Mówiliśmy już poprzednio, że w miejscach, gdzie przypadają znaczniejsze wykopy, dla zbadania geologicznej natury pokładów, powinny być wykonane świdrowania w dostatecznej liczbie. Osiągnięta tym sposobem znajomość gatunków ziemi i ich układu, dozwoli w każdym wypadku najodpowiedniejsze dla skarp zaprojektować nachylenie. Nachylenie to może być bardzo różnem. Dla wykopów *np.* w skale kutych na 1 podstawy daje się 5, lub więcej nawet wysokości. Im grunt jest mniej spoistym, tym nachylenie skarpy łagodniejszem być winno. 1 podstawy na 1 wysokości, czyli 45° nachylenia, często przy wykopach w ziemi ścisłej bywa używane. Zazwyczaj jednak jest ono za przykrem, stanowi bowiem granicę obsypywania się ziemi, jesli zatem dla obsiania skarp, powierzchnia ich zostanie skopaną, część ziemi poruszonej z łatwością się obsypuje, lub spływa uniesiona wodą z deszczem spadającą. Lepiej więc jako średnie nachylenie przyjąć $1\frac{1}{4}$ podstawy na 1 wysokości. Przy gatunkach ziemi łatwo się obsypujących, a szczególniej wilgotnych gliniastych, nachylenie powyższe zbyt jest przykrem, w takich przypadkach na 1 wysokości daje się $1\frac{1}{2}$, 2, $2\frac{1}{2}$ a nawet 3 podstawy. Jednakże tak łagodne pochylenie skarp, pociągają za sobą najczęściej bardzo znaczne zwiększenie wykopów, korzystniej jest zatem w takich razach przyjąć ostrzejsze nachylenie i ubezpieczyć skarpy jednym ze sposobów, które niżej podajemy.

Przy bardzo ostrych nachyleniach skarp, nawet w skalistym wykonanych gruncie, pożytecznem jest dla ich ustalenia, obmurowanie rowków kamieniem na wapno, jak to figura 37 wskazuje.

Przy wykopach na gruncie pochylonym wykonać się mających, daje się czasami łagodniejsze nachylenie skarpie od strony, gdzie wykop jest głębszy (Fig. 38.) Za łagodnem w ogóle nachyleniem skarp, o ile to bez zbytecznych nakładów wykonanem być może, przemawia i ta okoliczność, iż przechodzenie pociągów wstrząsa skarpy i przy ostrych nachyleniach, na zniszczenie ich wpływa. Wstrząśnienia te większemi i szkodliwszemi są, aniżeli by się to na pierwszy rzut oka, wydawać mogło. Próby wykonane z narzędziami bardzo dokładnemi, wykazały, iż przy przejściu pociągu wstrząśnienie na 1 kilometr odległości jeszcze czuć się daje.

Prawidła, któreśmy podali dotychczas, dozwalają na każdym profilu poprzecznym oznaczyć szerokość zająć się mającego pod kolej pasa ziemi. Dodać tu jeszcze należy, iż poza skarpami, tak w nasypach, jak i wykopach pozostawia się około $0^m,50$ wolnego miejsca do granicy zająć się mającego gruntu, na samej zaś granicy, stawia się ogrodzenie. Jeśli jednak zamiast zwykłego ogrodzenia zamierzamy urządzić żywe płoty, szerokość $0^m,50$ nie będzie wystarczającą, i dodać do niej należy szerokość projektowanego żywego płotu.

§. 60.

Przedstawiliśmy dotąd wszystkie zasady, na których zaprojektowanie profilu podłużnego i profilów poprzecznych każdej kolei opierać się powinno. Są to główne podstawy, do wypracowania ogólnego projektu nieodzowne. W wykładzie naszym pominęliśmy wszystkie roboty przedwstępne, jakoto zdjęcie planów na gruncie, wykonanie niwelacyi, narysowanie profilów niwelacyjnych, szczegóły odnoszące się do nakreślenia na nich linii projektu, i obliczenie bryłowatości robót ziemnych, prawidła bowiem, wedle których te części projektu wykonane być winny, znajdzie czytelnik w dziełku naszem „O budowie dróg i mostów,“ lub innych źródłach, obecnie chodziło nam jedynie o przedstawienie zasad do budowy kolei wyłącznie zastosowanych, a opartych na wiadomościach przedwstępnych, jakie do ich zrozumienia i zużytkowania koniecznie są potrzebnemi.

§. 61.

Chcąc zapoznać czytelnika z zewnętrzną formą w jakiej projekt budować się mającej kolei przedstawiony być winien, podajemy

tu ważniejsze części składowe projektu, wypracowanego dla małego kawałka kolei, a mianowicie:

1. Plan sytuacyjny ogólny nakreślony na mapie sztabu generalnego (Fig. 39).
2. Plan sytuacyjny szczegółowy (Fig. 40).
3. Profil podłużny ogólny (Fig. 41).
4. Profil podłużny szczegółowy (Fig. 42).
5. Zbiór profilów poprzecznych (Fig. 43).

Nad każdą z pojedynczych tych części projektu zastanowimy się oddzielnie, wskazując do jakiego użytku jest przeznaczoną i w jaki sposób wykonaną być winna.

1. *Plan ogólny* ma na celu przedstawić w ogólnym zarysie kierunek projektowanej linii, i uwydatnić go w ten sposób, aby jednym rzutem oka całość objąć i ocenić było można. Do celu tego używa się zwykle map sztabu generalnego, które we wszystkich prawie krajach Europy z mniejszą, lub większą dokładnością oddawna zostały już wykonane. Na karcie takiej oznacza się czerwoną linią kierunek projektowanej kolei, uwydatniając linie proste i łuki, oznaczając położenie projektowanych stacyi i podziały linii na przyjętą w kraju miarę *np.* mile, kilometry itp.

Podziałki map tego rodzaju są rozmaite, lecz zwykle bardzo niedogodne, wykonanie bowiem prac topograficznych, których te mapy są wynikiem sięga po większej części czasów, w których systemat metryczny nie był jeszcze rozpowszechniony. Przyjmowano wówczas podziałki tego rodzaju, jak *np.* 400 sążni, 800 sążni, 1600 sążni, w jednym calu, czyli $\frac{1}{28800}$, $\frac{1}{57600}$, $\frac{1}{115200}$ naturalnej wielkości, wykonane w owych czasach mapy stały się podstawą dalszych prac i uzupełnień i tym sposobem podziałki, z tak niedogodnemi ułamkowemi stosunkami, aż dotąd się przechowały. Chcąc użyć do nakreślenia projektu map istniejących, co zwykle ma miejsce, nie można mieć wyboru, trzeba się więc do przyjętej zastosować podziałki. Najdogodniejszą jednak tak w tym, jak i w każdym innym przypadku, jest podziałka metryczna, to jest zostająca w stosunku dziesiętnym do naturalnej wielkości *np.* $\frac{1}{10000}$, $\frac{1}{100000}$ itd., czyli jak zwyczajnie się wyraża podziałka 0,0001, 0,00001 na $1^{m},00$. Dla tej też przyczyny we wzorze, który tu na Fig. 39. podajemy, przyjęliśmy podziałkę 0,00001.

2. *Plan sytuacyjny szczegółowy.* Plan ten przeznaczony jest do przedstawienia w rzucie na płaszczyznę poziomą projektowanej

kolei z wszelkiemi szczegółami tak jej kierunku jak i sposobu wykonania dotyczącemi, powinien zatem być sporządzony na dostatecznie wielką podziałkę, aby wszystkie te szczegóły dokładnie mogły być uwidocznione. Najodpowiedniejszą do tego celu jest podziałka 0,001 na $1^m,00$ ($\frac{1}{1000}$); wzór przedstawiony przez nas na figurze 40, podług tej podziałki został wykonany. Pomimo, iż dogodność powyżej oznaczonej podziałki powszechnie jest uznaną i ocenioną, często jednakże przy wykonaniu projektu od podanej przez nas zasady odstąpić wypada, podobnie bowiem jak mapy ogólne, tak w wielu krajach wykonane zostały oddawna i plany tak zwane kadastralne według przyjętych w owym czasie podziałek. Plany te jakkolwiek mniej dogodne mogą jednak służyć do nakreślania projektu kolei, zamiast więc umyślnego na cel ten zdejmowania, co dłuższego czasu i dosyć znacznych wymaga wydatków, używa się planów kadastralnych, dla niektórych tylko części, gdzie projektowane roboty bardziej szczegółowego wymagają przedstawienia sporządzając osobne na dostatecznie wielką skalę wypracowane plany. Plany kadastralne austryackie sporządzone są na podziałkę 1:2880.

Plan szczegółowy projektowanej kolei następujące obejmować winien szczegóły:

Kierunek osi kolei, dokładnie oznaczony i o ile być może odniesiony do punktów stałych na gruncie się znajdujących, jak *np.* budynków, kopców granicznych, znaków triangulacyjnych itp. Przy łukach powinny być wskazsne punkta ich styczności z liniami prostemi, długość stycznych i kąt pomiędzy niemi zawarty.

Dwie linie równoległe do osi oznaczać powinny na planie burty, czyli szerokość drogi w koronie.

Po obu stronach burt oznaczone być winny skarpy robót ziemnych, a raczej linie przecięcia skarp z gruntem naturalnym. W nasypach linie te oznaczać będą dolną, w wykopach górną krawędź skarpy. Ponieważ nasypy i wykopy rozmaitej są wysokości przeto i skarpy mające zwykle jednostajne nachylenie, większemi, lub mniejszemi być muszą — linia zatem oznaczająca ich przecięcia z gruntem naturalnym, nie może być równoległą do osi, lecz oddala się od niej, lub zbliża, stosownie do zwiększenia się, lub zmniejszenia skarpy. Powstają ztąd linie łamane, które w punktach przejścia z nasypów do wykopów, gdzie wysokość skarp równa się zeru, zlewają się z liniami oznaczającemi burty. Punkta przejścia na skarpach po obu stronach położonych nie koniecznie mają się znajdować na prostopadłej

przechodzącej przez oś. Przeciwnie przy nachyleniu poprzecznem gruntu naturalnego punkta przejścia obu skarp i osi mogą się znajdować na linii ukośnej, prostej, lub łamanej. Linia ta przejścia powinna być na planie oznaczoną, jak to widzimy na figurze 40, pomiędzy profilami 89—90 i 90—91. Do oznaczenia linii skarp służą profile poprzeczne, o których poniżej mówić będziemy, tu tylko nadmienić nam wypada, iż na każdym profilu poprzecznym, znajduje się dokładnie oznaczona odległość przecięcia się skarpy z gruntem naturalnym. Dostatecznem więc jest nakreślenie linii prostopadłych do osi, oznaczających położenie profilów poprzecznych i poodcinanie na tych liniach odpowiednich odległości wskazujących przecięcia skarp. Połączenie liniami prostemi tak oznaczonych na każdym profilu punktów przecięcia, da linię łamaną wskazującą przecięcia gruntu naturalnego ze skarpami. Dla łatwiejszego odróżnienia na planie na pierwszy rzut ok. nasypów od wykopów, zwykle w koronie drogi nasypy przeciąga się lekkim kolorem różowym wykopy ześ żółtym. Skarpy nasypów oznaczają się zazwyczaj kolorem zielonym, wykopów żółtym, od strony światła jaśniejszym. (Zobacz Fig. 40.).

Następnie na planie oznaczone być winny rowy, tak odprowadzające wodę, jak i materiałowe, czyli tak nazwane pożyczkowe w miejscach, gdzie się takowe znajdują. W końcu oznaczają się rysunkiem i stosownym napisem mosty, przepusty, przejazdy, domki dróżnicze itd.

Mile, lub kilometry i paliki, również powinny być oznaczone właściwemi liczbami.

Dla rozróżnienia stanu, w jakim się grunt znajduje przed rozpoczęciem budowy, od zmian projektowanych przyjęto za zasadę, iż wszystko, co się na gruncie znajduje przed rozpoczęciem budowy, powinno być oznaczone kolorem czarnym, wszystko zaś co się do projektu odnosi czerwonym.

3. Profil podłużny ogólny, służy do przedstawienia pobieżnego nierówności powierzchni ziemi w kierunku osi projektowanej kolei. Aby profil taki odpowiadał swojemu celowi, to jest dawał ogólne wyobrażenie o kształtach gruntu bez trudzenia uwagi zbytniemi szczegółami, powinien być sporządzony na małą podziałkę, i uwydatniać, o ile możności, jak najbardziej główne nierówności powierzchni, czyli podziałka dla wysokości powinna być, o wiele większą, niż dla długości.

Wedle stopnia dokładności, jaki profilowi takiemu nadać zamierzamy, zastosować należy podziałkę. Używana czasami podziałka 0:00001 (1:100000) dla długości; 0.0005 (1:2000) dla wysokości

jest tak małą, iż jedynie do wskazania projektowanych spadków posłużyć może, nierówności zaś gruntu, zaledwie w bardzo niedokładnem przybliżeniu, oznaczyć można za jej pomocą. Dla tej przyczyny należy jej używać tylko wtedy, jeśli obowiązujące przepisy wyraźnie przedstawienia na podziałkę tę sporządzonego profilu wymagają.

Odpowiedniejszą jest podziałka 0.00005 na 1.00 (1:20000) dla długości i czterdzieści razy większa, czyli 0.002 na 1 (1:500) dla wysokości. Wzór profilu ogólnego przedstawiony na figurze 41 według tej podziałki został sporządzony.

Oprócz nierówności gruntu naturalnego, profil podłużny powinien wskazywać kształty, jakie przez wykonanie robót powierzchni ziemi nadać zamierzamy i różnice, jakie zachodzą pomiędzy tem, co istnieje w naturze, a tem co wykonać zamierzamy, czyli powinien oznaczać wysokości projektowanych nasypów i wykopów. Aby wszystkie te szczegóły mogły być na profilu w właściwy uwydatniony sposób, należy je stosownie ułożyć i uporządkować. Układ tego rodzaju może być rozmaity, najdogodniejszy podajemy na wzorze (Figura 41).

W górze znajdują się linie oznaczające kształty gruntu naturalnego i projektu. Pierwsza z nich kolorem czarnym. Druga czerwonym wyciągnięta. W dole dziewięć linii poziomych równoległych służy do oznaczenia różnych szczegółów, odnoszących się do dwóch, powyżej wspomnianych linii.

I tak linia pierwsza oznacza płaszczyznę porównawczą, za którą przyjmuje się zwykle, średni poziom powierzchni morza. Od linii tej wyprowadzone prostopadłe w górę nazywają się rzędnemi. Długość ich wedle przyjętej podziałki (0.002 na 1.) oznaczona, daje na każdym punkcie wzniesienie po nad poziom morza gruntu i projektu. Ponieważ często się zdarzyć może, iż długość ta byłaby zbyt wielką, przeto odejmuje się w takim razie od niej stałą ilość, czyli podnosi się o tę ilość płaszczyznę porównawczą. W przedstawionym wzorze płaszczyzna ta została podniesioną o 200 metrów.

Rzędne przedłużone są poniżej płaszczyzny porównawczej. Na tych przedłużeniach pomiędzy pierwszą a drugą linią, wypisane są wysokości rzędnych projektu kolorem czerwonym, w całkowitej ich wartości, to jest bez potrącania odjętej stałej ilości, o której mówiliśmy powyżej. Pomiędzy drugą a trzecią linią piszą się wartości rzędnych gruntu naturalnego kolorem czarnym.

Pole między trzecią a czwartą linią służy do wskazania spadków i poziomych projektu, co się czerwonym oznacza kolorem.

W następnem czwartem polu oznaczają się również kolorem czerwonym długości linii prostych i łuków epromieniitych ostatnich. Czasami, dla uwydatnienia na pierwszy rzut oka, kierunku projektowanej kolei, oznacza się na profilu proste, liniami prostemi, łuki zaś krzywemi, wygiętemi w właściwym kierunku; taki jednak układ nie wiele dopomaga do powzięcia wyobrażenia o kształtach projektowanej linii, a z innych względów jest niedogodnym, lepiej zatem ograniczyć się na piśmiennem wskazaniu wszelkich zmian kierunku.

Piąte pole służy do oznaczenia numerów porządkowych palików. Paliki główne powinny mieć stałą od siebie odległość *np.* 100^{m},00. W razie zaś, jeśli nierówności gruntu wymagają oznaczenia wysokości punktów, pomiędzy dwoma głównemi palikami położonych, w takim razie przy niwelacyi zabija się paliki pośrednie tymże samym, co poprzedzający je palik główny oznaczone numerem, z dodaniem porządkowej litery alfabetu. Na profilu podłużnym ogólnym, te tylko z pomiędzy takich przednich palików oznaczone być winny, które główne zmiany kształtów powierzchni uwydatniają.

Pole szóste przeznaczone jest do zapisywania odległości p- między pojedynczemi palikami; siódme odległości zbiorowych, to jest liczonych od początku profilu, w ostatniem wreszcie ósmem polu wpisują się numera porządkowe kilometrów, mil itp. Liczby wypełniające cztery ostatnie pola piszą się kolorem czarnym.

Różnice pomiędzy rzędnemi gruntu naturalnego, oznaczają wysokości nasypów i wykopów. Różnice te piszą się czerwono, na każdej rzędnej w górze przy liniach gruntu i projektu. Różnice oznaczające nasyp powinny być umieszczone poniżej, wykop zaś powyżej linii gruntu naturalnego. Często się zdarza widzieć profile, w których różnice w przeciwnym względnie linii gruntu, umieszczone są porządku, układ jednak taki jest błędny, liczby bowiem do większych nasypów odnoszące się, są zbyt oddalone od końca swoich rzędnych, co przy małych odległościach, może się stać powodem pomyłek.

Oprócz wyliczonych dotąd danych, profil podłużny zawierać powinien oznaczenie tak rysunkowe jak i przez odpowiednie napisy:

a) wszelkich rzek, potoków, strumyków i projektowanych na nich mostów,

b) Dróg przecinanych, ze wskazaniem piśmiennem zmian, jakie w ich kierunku mają być wprowadzone, i oznaczeniem przejazdów do przeprowadzenia dróg tych przez kolej służyć mających,

c) Położenie domków drożniczych, stacyi itd.

Wszystkie te szczegóły, o ile się odnoszą do stanu istniejącego, oznaczają się kolorem czarnym, zmiany zaś projektowane czerwonym.

W końcu dwie linie poziome, w samej górze profilu umieszczone, służą do oznaczenia granic pierwsza gmin, druga powiatów, przez które projektowana kolej przechodzić będzie.

4. *Profil podłużny szczegółowy.* Profil ten różni się od poprzedniego większą tylko dokładnością. W profilu ogólnym, jak to już powiedzieliśmy, większa część punktów pośrednich, pomiędzy głównemi palikami położonych, musi być pominięta, w szczegółowym przeciwnie, wszelkie zmiany wysokości gruntu uwydatnione być winny; z tego powodu podziałka dla długości, o wiele większą być musi. Najwłaściwszą dla takiego profilu jest podziałka 0.001 na 1.00 (1:1000) dla długości, i 0.01 na 1.00 (1:100) dla wysokości. Czasami używa się podziałki o połowę mniejszej od wskazanej powyżej, lecz wówczas uwydatnienie wszystkich nierówności gruntu staje się trudniejszem. W każdym razie, jakiejkolwiek podziałki użyjemy dla długości, podziałka dla wysokości powinna być dziesięć razy od niej większa.

Zresztą układ profilu szczegółowego nie powinien się niczem różnić od profilu ogólnego, jedna tylko linia pozioma zwykle dodaje się w dole i służy do wpisania wysokości rzędnych szyn kolei. Stosownie do projektowanej grubości warstwy balastu, czyli szabru rzędne te są większe o pewną stałą ilość, od rzędnych projektu. W górze profilu na oznaczonej w ten sposób wysokości, przeciąga się równolegle do linii projektu, linia oznaczająca położenie górnej powierzchni szyn. Linia ta, równie, jak i odnoszące się do niej rzędne, są zwykle koloru niebieskiego, dla odróżnienia ich od linii gruntu i projektu. Wzór tak wykonanego profilu szczegółowego podajemy na figurze 42.

5. *Profile poprzeczne* przedstawiają kształt gruntu naturalnego i projektu w kierunku prostopadłym do osi projektowanej kolei. W miejscach, gdzie powierzchnia gruntu zbliża się bardzo do poziomu, profile poprzeczne nie są koniecznie potrzebne, przeciwnie, przy nierównym gruncie, na każdym paliku tak głównym, jak pośrednim profilu podłużnego, powinny być sporządzone.

Profile poprzeczne rysują się w sposób dwojaki. Figura 43 przedstawia sposób pierwszy. Płaszczyzna porównawcza jest tu umieszczona u dołu i na każdem załamaniu linii gruntu, lub projektu, wyprowadzona jest rzędna, na której się pisze wartość odpowiadająca temu punktowi, dla gruntu kolorem czarnym, dla pro-

jektu zaś, kolorem czerwonym. Płaszczyzna porównawcza powinna być taż sama, jaką przyjęto przy profilu podłużnym, stosownie jednak do potrzeby, o mniejszą, lub większą ilość na rysunku podniesiona. Rzędna na osi profilu poprzecznego jest równą rzędnej profilu podłużnego. Rzędne innych punktów powinny być, albo zdjęte na gruncie, albo ze spadków obliczone.

Odległości pomiędzy rzędnemi piszą się w dole po nad płaszczyzną porównawczą. Różnice zaś w górze dla nasypów, powyżej, dla wykopów, poniżej linii gruntu naturalnego. Odległości punktów przejścia, lub przecięcia linii gruntu naturalnego z linią projektu, powinny być oznaczone kolorem czerwonym. Tym sposobem narysowany i opisany profil poprzeczny daje wszystkie wymiary powierzchni, zawartej pomiędzy linią gruntu naturalnego, a linią projektu, powierzchnia więc ta z zupełną ścisłością obliczoną być może, tak przy nasypach jak i przy wykopach.

Zwrócić tu jednak należy uwagę, iż jeżeli do obliczania powierzchni tych, ma być użyty planimetr, który mechanicznie obliczenie to wykonywa, wówczas rysowanie i wyrachowywanie rzędnych wszystkich punktów, odległości pomiędzy temi rzędnemi, punktów przejścia itd., staje się nie potrzebnem i dostatecznem jest zapisanie rzędnej, tak gruntu, jak i projektu na osi, i narysowanie o ile można najdokładniejsze całego profilu.

Drugi sposób przedstawienia profilów poprzecznych jest pośpieszniejszy, lecz zarazem mniej jasny i dogodny, i przy znacznych tylko nierównościach gruntu, może być z korzyścią użyty. Polega on na tem, iż w miejsce rysowania płaszczyzny porównawczej u dołu i odnoszenia do niej wszystkich punktów gruntu i projektu, przypuszcza się, iż płaszczyzna ta przechodzi na wysokości rzędnej gruntu naturalnego na osi. Narysowana w ten sposób płaszczyzna ta styka się na osi z gruntem naturalnym, inne zaś punkta gruntu naturalnego będą się znajdowały powyżej, lub poniżej. W miejsce zatem pisania rzędnych odniesionych do płaszczyzny porównawczej, pisze się tylko kolorem czarnym, dla każdego punktu różnice w dół, lub w górę, względnie wysokości na osi. Na tak przedstawionej linii gruntu naturalnego, kreśli się linia projektu, z oznaczeniem jej odległości i różnic za pomocą koloru czerwonego. Obliczenie wreszcie powierzchni odbywa się w ten sam sposób, jak przy profilach odnoszonych do płaszczyzny porównawczej, to jest albo przez szczegółowe pojedynczych figur obliczanie, albo za pomocą planimetru.

Wzór w ten sposób sporządzonych profilów poprzecznych daje figura 44.

Wyliczone powyżej plany stanowią główne części składowe projektu, który prócz tego obejmować winien szczegółowe projekta mostów, przejazdów, budynków, murów podtrzymujących itd. Wzorów projektów tych szczegółowych, jako należących do oddzielnych gałęzi nauki inżynierskiej obecnie nie podajemy. Drugą część projektu stanowi obliczenie bryłowatości robót ziemnych, rozkład ziemi i rozmaite wykazy i cenniki służące do ostatecznego obliczenia kosztów projektowanej kolei. Wzory tych wszystkich obliczeń podajemy w dodatku przy końcu niniejszego tomu umieszczonym. Nie wymagają one szczegółowych objaśnień, a rozpatrzenie się uważne w ich, układzie wskaże każdemu sposób użycia.

Wszystkie zamieszczone w dodatku tym obliczenia odnoszą się do projektu części kolei przedstawionego na figurach 39, 40, 41, 42 i 43.

Rozdział IV.

PRZEWÓZ ZIEMI.

§. 62.

Po narysowaniu profilu podłużnego i profilów poprzecznych, po nakreśleniu na nich linii projektu i obliczeniu bryłowatości robót ziemnych, pozostaje jeszcze obliczenie kosztów budowy, a do tego potrzebnem jest obmyślenie sposobów, do wykonania robót użyć się mających.

Szczegółowe prawidła, wedle których roboty ziemne, naprzód wytknięte, a następnie wykonane być winny na gruncie, podaliśmy już w tomie 2-im dzieła „O budowie dróg i mostów.“ Prawidła te w zupełności znajdują zastosowanie przy budowie kolei, obecnie zatem ograniczymy się tylko, na dodaniu tych szczegółów, które wyłącznie odnoszą się do robót kolejowych i powtórzeniu tego, co do zrozumienia rzeczy i przedstawienia pewnej całości koniecznem się okaże.

Wykonanie robót ziemnych na cztery podzielić można części.

1. Wykopanie ziemi.
2. Nakładanie jej na wozy, taczki, lub odrzucanie na bok.
3. Przewóz.
4. Użycie przewiezionej ziemi na nasyp, lub złożenie jej w groblę boczną.

Wiadomości odnoszące się do 1, 2 i 4 z tych podziałów podane są szczegółowo w wymienionem powyżej dziele i w zupełności znajdują tu zastosowanie. Co do punktu 3. to jest przewozu ziemi, to środki używane przy budowie dróg kołowych, dla budowy kolei, częstokroć są niedostatecznemi. Roboty ziemne przy kolejach bez porównania większe, niż przy zwykłych drogach przybierają rozmiary, ziemia wykopana w wielkich ilościach, na większe też odległości przewożoną być musi. Do przewozu jej zatem odpowiednich i donioślejszych, niż przy budowie dróg zwykłych używać trzeba środków.

§. 63.

Na wysokość kosztów wykonania danego nasypu, wpływa przeważnie odległość, z jakiej ziemia na ten nasyp przeznaczona, na być przewożoną. Im przewóz jest dalszy, tym siła do wykonania go użyta, większą być powinna; tak *np.* przewożenie na mniejsze odległości przez pojedynczych robotników taczkami z korzyścią może być dokonane. Przy większych nieco odległościach dogodnemi są wózki ręczne, przez kilku ludzi ciągnione. Następują potem wagoniki ręczne siłą ludzką popychane, które do większych jesze odległości dogodnie użytemi być mogą. W miarę zwiększania odległości, odpowiedniejszem się staje użycie wozów, jedno, lub kilkokonnych, wreszcie znaczne bardzo ilości ziemi, na wielką odległość najkorzystniej, tak pod względem prędkości wykonania, jak i kosztów, wagonami po tymczasowo ułożonej kolei, przewiezione być mogą. Zastanowimy się szczegółowo nad każdym z wyliczonych tu sposobów przewozu, i oznaczymy prawidła, wedle których w danym wypadku najodpowiedniejszy środek przewozowy zastosowanym być winien. Zastosowanie to polega na tem, aby na każdą odległość użyć najtańszego środka przewozu, zawsze bowiem pomiędzy dwoma środkami przewozowemi znajduje się pewna odległość stanowiąca granicę, w której użycie jednego z nich, lub drugiego jednakowy, za sobą pociąga wydatek. Oznaczenie zatem tych granic stanowić musi o wyborze.

§. 64.

Przewóz ziemi taczkami odbywać się powinien w sposób następujący. Stosownie do odległości, na jaką ziemia ma być przewożona, urządza się oddziały robotnicze, osobno pracujące, złożone z jednego nakładacza i odpowiedniej liczby przewożących. Liczba ta zależy od wielkości taczek i odległości przewozu. Jeżeli *np.* czas potrzebny do nałożenia taczek, wystarcza przewożącemu, do odwiezienia drugich, już napełnionych na miejsce przeznaczenia, do wyrzucenia ziemi i powrócenia z taczkami już próżnemi, w takim razie jeden przewożący wystarcza, na jednego nakładającego. Jeżeli przeciwnie odległość jest większa i przebieżenie jej w jedną stronę z taczkami napełnionemi, w drugą z próżnemi, wymaga dłuższego czasu, niż nakładający do napełnienia pozostawionych sobie taczek potrzebuje, dzieli się wtedy ta odległość na części, czyli stacye, takiej wielkości, aby przebieżenie każdej z nich tam i napowrót tyle zabierało czasu, ile na nałożenie taczek potrzeba. Robota przy podobnem urządzeniu postępuje w sposób następujący: Pierwszy przewożący bierze taczki napełnione przez nakładacza i prowadzi je do końca pierwszej stacyi, tam znajduje inne próżne, zostawia więc napełnione, a próżne z sobą zabiera i powraca do nakładacza, który przez ten czas inne taczki już napełnił. Tymczasem pełne taczki pozostawione na końcu pierwszej stacyi, podejmuje drugi przewożący i do końca drugiej stacyi prowadzi, gdzie znowu próżne zabiera i nazad z niemi powraca. Na ostatniej stacyi robotnik nie zmienia taczek, lecz wysypuje przywiezioną ziemię i też same taczki napowrót zabiera.

Długość stacyi, jak powiedzieliśmy, zależy od objętości taczek, im bowiem taczki są większe i dłuższego na napełnienie wymagają czasu, tym przewożący dalej, w tym samym czasie, taczki już naładowane zaprowadzić może. Objętość zwykłych taczek wynosi około 0.03 metra sześciennego. Długość stacyi przy użyciu takich taczek od 30 do 40 metrów dochodzić może.

Przejdźmy teraz do wyprowadzenia wzoru, za pomocą którego cena przewozu ziemi taczkami, wynaleziona być może. W tym celu oznaczymy przez:

P. Cenę dnia roboczego.

C. Objętość ziemi, która za jednym ładunkiem przewiezioną być może.

L. Całą drogę przebieganą przez czas trwania pracy dziennej, wyrażoną w metrach, rachując połowę tej drogi na przewóz ziemi, drugą zaś na powrót z próżnemi taczkami.

D. Odległość, na jaką ziemia ma być przewożoną.

X. Cenę przewozu metra sześciennego ziemi, na odległość powyższą D.

d. Drogę jakaby mogła być przebieżoną przez czas potrzebny na nałożenie ziemi na taczki.

Jeżeli czas trwania pracy w ciągu jednego dnia przyjmiemy za jedność, czas potrzebny na przebieżenie jednego metra drogi wyrazi się przez $\frac{1}{L}$.

Żeby dokonać przewozu na odległość D, trzeba przebiedz całą drogę tam i napowrót, czyli przebiedz $2D$, nadto doliczyć tu należy koszt nałożenia ziemi na taczki, który zamieniając na odpowiednią mu drogę, oznaczyliśmy przez d, czas więc potrzebny na jeden obrót wyrażony będzie przez:

$$(2\,D + d)\frac{1}{L}$$

Wyrażenie powyższe rozmnożywszy przez P otrzymamy $\frac{P(2\,D+d)}{L}$

Ułamek ten oznaczy wysokość kosztu na jeden obrót przypadającego, ponieważ zaś za tę cenę przewozi się ilość ziemi oznaczona przez C, dzieląc więc powyższe wyrażenie przez C, otrzymamy cenę przewozu na odległość D, jednego metra sześciennego ziemi. Będzie więc:

$$X = \frac{P\,(2\,D + d)}{L\,C} \quad - \quad - \quad - \quad - \quad (1)$$

Robotnik pracujący taczkami, przebiega w ciągu 10 godzin dziennej pracy, około 30000 metrów, licząc połowę tej ilości na drogę z ładunkiem a drugą połowę na powrót z próżnemi taczkami, będzie więc $L = 30000$.

Objętość taczek zwykłych, jak to już powiedzieliśmy wynosi około $0^m,033$.

d. droga odpowiadająca czasowi potrzebnemu na nałodowanie taczek wynosi około $30^m,00$ (*)

Wstawiwszy te wartości w równanie (1) będzie:

$$X = \frac{P\,(2\,D + 30)}{30000 \times 0.033} = \frac{P\,(2\,D + 30)}{1000}$$

*) We Francyi przy przewozie taczkami zwykle nie liczy się żadnej straty czasu na nakładanie taczek, co przy dobrze uorganizowanej robocie, rzeczywiście może być przyjętem. U nas gdzie zła organizacya roboty naraża zwykle na znaczne straty, przyjęliśmy dla d wartość 30 metrów.

§. 65.

Przewóz ziemi wózkami ręcznemi. Wózki takie, zwyczajnie dwukołowe, obejmują 0,20 metra sześciennego ziemi. Do przewozu ich potrzeba dwóch ludzi, ciągniących z przodu za dyszel i dwóch do popychania z tyłu. Tym sposobem jeden człowiek przewozi $0.05^{m\ k}$ ziemi, czyli blizko dwa razy więcej, niż taczkami. Droga przebiegana w obu przypadkach jest taż sama, nadto ciągnienie wózka mniej wymaga wprawy, niż robota taczkami, łatwiej zatem do takiego przewozu, odpowiednich znaleźć robotników.

Robotnicy i wózki powinni być równie, jak przy robocie taczkami rozdzieleni na osobne oddziały. Do nakładania użyć należy dwóch robotników, którzy w ciągu 4, lub 5 minut są w stanie wózek taki ziemią napełnić. Jest to czas wystarczający na odwiezienie wózka na 200 metrów odległości, wypróżnienie go i powrót nazad. Dla wynalezienia ceny przewozu ziemi wózkami ręcznemi, zatrzymajmy oznaczenie głoskami, w paragrafiie poprzednim użytemi, rozmaitych ilości składowych.

Równanie (1) przybierze teraz kształt

$$X = \frac{4P(2D + d)}{L\ C} \quad - - - - (2)$$

W równanie powyższe ustawiwszy znane już nam wartości za d, L i C będzie:

$$X = \frac{4P(2D + 200)}{30000 \times 0.20} = \frac{P(2D + 200)}{1500} \quad - - - (2')$$

§. 66.

Przewóz ziemi wagonikami ręcznemi. Sposób ten przewozenia ziemi mało jest u nas używany, jest on jednak bardzo dogodnym, pośpiesznym i tanim, byłoby więc użyteczną rzeczą, aby w przyszłości użycie jego rozpowszechnić się mogło. Wagoniki ręczne do robót ziemnych używane są dwukołowe. Objętość ich równie jak opisanych powyżej wózków wynosi około 0,20 metra sześciennego a urządzenie nadzwyczaj prostem być powinno. Skrzynia z desek, lub blachy osadzona jest na ramie z drzewa, a do niej przymocowany dyszel. To wszystko spoczywa na osi żelaznej, z kołami z lanego żelaza, obracającemi się na osi. (Fig. 45.) Kolej dla takich wózków może być albo drewniana, z bali zwykłych, albo z szyn kolejowych na płask położonych, tak, aby koła wózka toczyły się w zaklęśnięciu szyn. Kolej taka powinna mieć $0^{m},70$ szerokości. Wagonik ziemią naładowany jeden człowiek z łatwością z tyłu po-

pycha, potrzeba tylko, aby mały chłopiec trzymając za dyszel, kierunek mu nadawał. Tym sposobem ilość ziemi przewożonej wagonikami będzie taż sama, co i wózkami, a do wykonania przewozu zamiast czterech, dwóch robotników wystarcza. Wagoniki z tego szczególniej względu są dogodne, iż mało mają szerokości, kolej więc dla nich może być układana, albo na wschodach wykopów, albo w wązkim rowie, lub wreszcie innych miejscach, które dla urządzenia przejazdu zwykłemi wozami, byłyby za szczupłe.

Z powyższego opisu widzimy, iż wagoniki służą do przewożenia tej samej ilości ziemi, co i opisane poprzednio wózki, robota jednak ta, przy ich użyciu wykonaną być może przez mniejszą o połowę liczbę robotników, z tegoby wnosić należało, iż cena przewozu o połowę mniejszą być winna. Zwrócić tu jednak należy uwagę, iż wzór powyższy nie obejmuje kosztów nabycia wagoników i ich zużycia, oraz kosztów ułożenia kolei. Wagonik opisany powyżej ze skrzynią żelazną, kosztować może około 40 zł. reńskich. Przypuściwszy, iż wystarczy na przewiezienie 1000 metrów sześciennych ziemi, zużycie na 1 metr sześcienny wynosi 4 centy (0·04). Część kosztu ułożenia kolei na 1 metr sześcienny, przewieźć się mającej ziemi przypadająca, zależną jest głównie od wielkości wykopu, średnio oznaczyć ją można przez 0,0004 D. Do ceny zatem przewozu dodać należy $0.04 + 0.0004\ D$. Wstawiając więc w równanie (2) zamiast P wartość jego, to jest $\frac{P}{2}$ i dodając powyżej wyprowadzone wyrażenie, otrzymamy, jako cenę przewozu 1 metra sześciennego ziemi wagonikami:

$$X = \frac{P\ (2\ D + 200)}{3000} + 0.04 + 0{,}0004\ D \quad — \quad — \quad (3)$$

§. 67.

Przewóz ziemi wozami. Do wykonania robót ziemnych wozy dwu, lub czterokołowe, zarówno użytemi być mogą, pierwsze z nich jednak przedstawiają bez porównania więcej dogodności i korzyści. Wóz dwukołowy jednym zaprzężony koniem, mniej potrzebuje miejsca do przechodzenia i nawracania, co bardzo ważnem jest przy robotach ziemnych, gdzie zwykle szczupłość miejsca, nie dozwala na użycie takiej liczby wozów, jakaby do pospiesznego wykonania ro-

boty była potrzebną.*) Przy wozach dwukołowych tarcie jest mniejsze, ładunek zatem stosunkowo większym być może. Wreszcie zrzucanie ziemi, przy stosownem urządzeniu wozu, nadzwyczaj mało wymaga czasu. Z tych to powodów w kraju naszym, gdzie użycie czterokołowych włościańskich wózków, jest prawie wyłącznie rozpowszechnione, i znacznie podnosi cenę robót ziemnych, byłoby do życzenia, aby przy znaczniejszych robotach *np.* przy budowie kolei żelaznych, starano się w zwyczaj wpyowadzić wozy dwukołowe. — Opis szczegółowy urządzenia przewozu ziemi wozami podaliśmy w „Budowie dróg i mostów“ tu dodamy tylko, iż podobnie jak przy robocie taczkowej, jeśli ma być użyta znaczniejsza liczba wozów jednocześnie, należy ją podzielić na tyle części, aby każda osobno pracując, pewną stanowiła całość. Do nakładania powinni być przeznaczeni oddzielni robotnicy w takiej liczbie, aby żaden wóz powracający po odwiezieniu ziemi, nie czekał na nakładających. Liczba więc nakładaczy i wozów zastosowaną być winna do odległości przewozu.

Ładunek wózków parokonnych używanych u nas wynosi około 0.30 metra sześciennego ziemi. Przez czas trwania pracy dziennej przebiegają one około 38.000 metrów. Przy wyprowadzeniu zatem wzoru służącego do obliczenia kosztów przewozu jednego metra sześciennego ziemi, będziemy mieli

$$C = 0.30,$$
$$L = 38000,$$
$$d = 750$$

pozostawiając innym głoskom znaczenie, jakieśmy im przy wyprowadzeniu poprzednich wzorów nadali. Nadto przez P' oznaczymy cenę dnia roboczego ciągłego, to jest cenę najmu wozu wraz z zaprzęgiem i woźnicą.

Wstawiając powyższe wartości we wzorze (1) otrzymamy:

$$X = \frac{P(2\,D + 750)}{38000 \times 0.3} = \frac{P\,(D + 375)}{5700} \quad - - - - \quad (4)$$

Przyjęte przez nas wartość dla L i C można uważać za średnie i odnoszące się do dróg zwyczajnych niemakademizowanych,

*) Opis i rysunek używanego we Francyi do robót ziemnych wozu dwukołowego, znajduje się w dziełku „O budowie dróg i mostów“ Tom II. §. 138.

lub brukowanych. Przy obliczeniu jednak kosztów robót w danej miejscowości wykonać się mających, należy zawsze zebrać dane odpowiednie miejscowym okolicznościom i zwyczajom, i zamiast powyższych średnich wartości, wprowadzić je do wzoru (4). Dla dróg bitych (makademizowanych) przyjąć można ładunek dwa razy większy, będzie więc $C = 0{,}60$ metr. sześć. W skutek tego czas do naładowania wozu potrzebny również dwa razy większy czyli $d = 1500^m.00$.

Ztąd formuła powyższa przybierze kształt $X = \frac{P\,(D + 750)}{11400}$ (4')

§. 68.

Przewóz ziemi wagonami. Do wykonania bardzo wielkich robót ziemnych, jakie szczególnie przy budowie kolei żelaznych często się wydarzają, użycie opisanych dotąd środków przewozu ziemi nie jest wystarczającem, zwłaszcza gdy chodzi o przewiezienie wielkiej ilości ziemi, na znaczne odległości. Roboty tego rodzaju najczęściej w ściśle oznaczonym terminie wykonane być muszą, chodzi więc o pospiech, którego przy użyciu zwyczajnych środków przewozowych, osiągnąć nie podobna. Dodać tu należy jeszcze niedogodność, która jest koniecznem następstwem przechodzenia wielkiej ilości wozów ziemią obciążonych, po drogach niebudowanych, lecz tylko tymczasowo do użytku służących. Drogi takie podczas deszczów częstokroć niepodobnemi stają się do przebycia. Wszystkie te niedogodności usuniętemi być mogą, przez ułożenie tymczasowej kolei, i urządzenie po niej przewozu, przeznaczonemi na ten cel wagonami.

Wagony takie są czterokołowe. Koła $0^m,60$, do $0^m,65$ średnicy mające, osadzone są stale na żelaznych osiach, obracających się w panwiach, które są przytwierdzone do dolnej ramy wagonu, mocno z drzewa zbudowanej. Odległość pomiędzy osiami wynosi zwykle 1 metr. Kształt kół jest stożkowy, z wystającemi brzegami, tak jak to już opisaliśmy, mówiąc w ogóle, o urządzeniu kół kolejowych. Mała odległość pomiędzy osiami, stożkowatość kół i pozostawienie wolnego miejsca między brzegami kół, a szynami, co się przez nadanie osiom mniejszej długości osiąga, dozwalają tego rodzaju wagonom przechodzić z łatwością po krzywych, bardzo małego promienia.

Na opisanej powyżej spodniej części wagonu, osadzona jest za pomocą stosownego przyrządu, skrzynia z desek, szersza u góry niż u spodu. Skrzynia ta oparta jest w swym środku na pewnym

rodzaju osi żelaznej, mogącej się obracać w panwii, przytwierdzonej do spodniej części wagonu. Do utrzymania jej w położeniu poziomem służy haczyk, zakładający się z tyłu. Przyrząd ten pozwala przechylać skrzynię ku przodowi wagonu. Czasami skrzynie tak bywają urządzone, iż mogą dowolnie naprzód, lub na bok być przechylane. Celem całego tego urządzenia jest ułatwienie zrzucania z wagonów, przywiezionej na przeznaczone miejsce ziemi, i dla tego po przewróceniu skrzyni, nachylenie jej powinno przynajmniej 45° wynosić, a deski, spód stanowiące, powinny być ułożone w kierunku, w którym ziemia ma się zsuwać. Skrzynia powinna być zbudowana mocno, tak aby była w stanie wytrzymać uderzenia ziemi, często z dosyć znacznej wysokości rzucanej. Z drugiej strony nie należy umieszczać skrzyni wyżej jak na 2 metry, od spodu kół rachując, czasami bowiem trzeba ziemię do skrzyń rzucać z dołu, w razie więc większej wysokości, ładowanie bardzo byłoby utrudnionem.

Ten z boków skrzyni, który od strony nachylenia się znajduje, osadzony jest na zawiasach, u spodu skrzyni umieszczonych, w taki sposób, iż przed wyrzuceniem ziemi może być otworzony i stanowi przedłużenie dna skrzyni. Tym sposobem chroni on koła i osi wagonu, od obsypania ich ziemią.

Skrzynie takich wagonów, mają zwykle od dwóch i pół do trzech metrów sześciennych objętości. Ładunek tak powinien być w nich rozłożony, aby wszystkie cztery koła jednakowo były obciążone, jednakże zwykle cokolwiek większy ciężar daje się z tyłu, a to w celu, aby w drodze, w razie przypadkowego odłożenia się haczyka, skrzynia się nie przechyliła. To zwiększenie obciążenia tylnej części powinno jednak być bardzo małe, gdyż w przeciwnym razie, przechylenie skrzyni przy wyładowywaniu byłoby utrudnione.

Wagon opisany powyżej, kosztuje około 300 złotych reńskich, i może służyć dwa lata. Licząc zatem po 6% procentu od kapitału wkładowego, będziemy mieli na lat dwa:

Kapitał nakładowy	300 złr.
Procent	36 „
Utrzymanie, naprawy, smarowidło rocznie po 75 zł.	150 „
Nieprzewidziane wypadki	14 „
Koszt ogólny . .	500 złr.

Od którego odtrącić należy wartość starego żelaza, około 125 złr. pozostaje wydatku 375 złr. Przyjmując iż wagon przez 500 dni był używany, otrzymamy wydatku dziennego 75 centów.

§. 69.

Użycie wagonów do robót ziemnych wymaga stosownego urządzenia i robót przygotowawczych. Robota rozpoczyna się zwykle taczkami, wózkami, lub wozami, przy pomocy których otwiera się przekop, przygotowuje droga i t. d.

Przy robotach ziemnych, za pomocą wagonów wykonywanych, na trzy główne punkta zwracać należy uwagę: Miejsce z którego się ziemia bierze, miejsce, na którem się ta ziemia składa i odległość dwa te punkta rozdzielającą. W miejscu, w którym się ziemia na wagony nakłada, urządza się dwie, trzy, lub więcej kolei, na których stojące wagony, mogą być jednocześnie napełniane. Wszystkie te koleje łączą się z sobą przy wyjściu z wykopu, i zwykle na całej przestrzeni między punktem nakładania, a punktem zrzucania ziemi, położonej, przewóz odbywa się za pomocą pojedynczej kolei, która się znowu w miejscu do zrzucania ziemi przeznaczonem dzieli na kilka.

Nakładanie ziemi na wagony powinno być tak urządzone, aby dostarczało taką liczbę wagonów naładowanych, jaka jest potrzebna do zajęcia całego czasu roboty przy zrzucaniu ziemi, że zaś ładowanie trwa dłużej niż zrzucanie, przeto powinno być więcej wagonów przy ładowaniu, tak *np.* jeśli zrzucanie wymaga $^1/_3$ czasu potrzebnego na naładowanie, trzeba, aby na jeden wagon wypróżniany, jednocześnie trzy nakładano, w ten sposób, aby pierwszy był na ukończeniu, drugi w $^2/_3$, trzeci w $^1/_3$ naładowany.

Ażeby warunek powyższy mógł być dopełniony, trzeba o ile możności, rozszerzyć miejsce do nakładania przeznaczone, i tak je urządzić, aby jednocześnie, jak największa liczba wagonów mogła być nakładana. Nadto trzeba się starać urządzić robotę w ten sposób, aby ziemia mogła być zawsze z góry do wagonu rzucana, i tylko te części wykopu, które inaczej naładowane być nie mogą, wyrzucać z dołu w górę na wagony.

Jeżeli wykop nie jest głęboki, rozpoczyna się zwykle robota przez otworzenie wązkiego przekopu, z którego ziemia na boki rydlami się odrzuca. Na dnie przekopu układa się kolej i na wprowadzane po niej wagony, nakłada się naprzód ziemia wyrzucona z przekopu. Następnie przekop się rozszerza w jedną stronę *np. b*, (Fig. 46), aż dopóki cała ta strona wykopu nie zostanie wykończoną. Wreszcie przenosi się robota na stronę przeciwną *c*. W miarę posuwania się roboty w jedną, lub drugą stronę, oddalenie od wagonu stojącego na kolei zwiększa się tak, iż robotnicy nie byliby

w stanie dorzucić rydlami ziemi, na wagon zbyt oddalony. W miarę więc zwiększania się tego oddalenia, przesuwa się i kolej tak, aby oddalenie zawsze, mniej więcej było jednostajne.

Jednocześnie robotnicy w głębi przekopu ustawieni, przedłużają go, wyrzucając, jak poprzednio ziemię na boki. Częstokroć po rezszerzeniu dostatecznem przekopu, układa się drugą kolej obok pierwszej i robota wówczas, jednocześnie po obu stronach postępuje. Prócz tego często przed przekopem urządza się kolej objazdowa, dla wymijania i ustawiania wagonów próżnych przeznaczona.

Jeśli głębokość wykopu wynosi więcej, niż 2 metry wówczas na wysokości wagonu urządza się w wykopie wschody $x\,x$ (Fig. 47), na których stojąc robotnicy, mogą nakładać na wagony wszystką ziemię pochodzącą z części wykopu m, m, powyżej wagonu położonych. W takim razie pozostają tylko części n, n, które na wagony w górę rzucać potrzeba.

Figury 48, 49 i 50 przedstawiają najdogodniejsze urządzenie nakładania przy głębokim wykopie. W takim przypadku rozpoczyna się robota, jak to już wyżej powiedzieliśmy, od otworzenia przekopu a, który w dole ma 3 do 4 metrów szerokości. Na wysokości wynoszącej 2 metry, licząc od dna wykopu, urządzony jest wschód b, z trzech stron przekop otaczający, który służy do dowożenia ziemi na wagony taczkami. Szerokość tego wschodu od 1 do 2 metrów wynosić powinna. Na wysokości H' urządza się drugi wschód podobny do pierwszego, toż samo mający przeznaczenie. Wreszcie po za tym wschodem, pozostaje jeszcze do uskutecznienia wykop wysokości nieoznaczonej H^2, która już przedzielaną być nie potrzebuje.

Dwóch robotników umieszczonych w punkcie a, pracuje nad przedłużeniem przekopu, wyrzucając ziemię z dołu na pierwszy wagon. W punktach b, b, znajduje się również dwóch robotników, przeznaczonych do posuwania naprzód przekopu, na wysokości pierwszego wschodu. Ziemię wybraną rzucają oni, albo na pierwszy wagon rydlami, albo dowożą ją taczkami na drugi wagon. Na ten cel urządza się zwykle dojazd z bala f, opartego pod pewnem nachyleniem na stosownej podporze. Dojazd taki doprowadza robotnika, aż po nad drugi wagon, tak, iż przez proste przewrócenie taczki, zawartą w niej ziemią wysypać do wagonu może.

Drugi wschód C, zwykle szerszy od poprzedniego, obsadzony być winien większą liczbą robotników, z których jedni do kopania ziemi, drudzy do nakładania, trzeci wreszcie do odwożenia są przezna-

czeni. Ci ostatni mają wolny przejazd na bocznych wschodach *y y*, tak iż mogą po kolei, jeden za drugim wagon napełniać, albo wysypując ziemię, w urządzone na ten cel rynwy z desek, które ją do wagonów odprowadzają, albo wprost za pośrednictwem przenośnych mostków, idących z jednej strony przekopu na drugą, dowożąc ziemię po nad wagony i bezpośrednio do nich ją wrzucając.

Czasami urządza się jeszsze trzeci wschód w podobny sposób jak poprzednie, a w takim razie ziemia na nim wydobyta, dowozi się również taczkami na mosty, po nad wagonami położone i z góry wysypuje. To urządzenie mniej jest dogodnem i dla tego rzadko bywa używanem.

Jednocześnie z robotą powyżej opisaną, która prowadzi się w głębi przekopu, na urządzonych na ten cel przy wejściu do przekopu bocznych kolejach *ik* i *lm*, nakłada się wagony ziemią po bokach przekoku *P*, pozostałą. Tym sposobem przekop się rozszerza, koleje więc te przesuwane być muszą.

Przed wejściem do wykopu powinna być urządzona kolej objazdowa *gh*, na której ustawiają się wagony próżne. W miarę potrzeby wagony te zostają doprowadzane na miejsce, w którem się nakładanie odbywa.

Całe powyżej podane opisanie urządzenia robót w wykopie, które przedstawiliśmy w zupełnem już rozwinięciu, w miarę postępu robót stopniowo tylko, do takiego stopnia doprowadzonem być może. I tak pierwszy przekop otwiera się, albo przez odrzucenie ziemi na boki, albo przy większej głębokości, przez odwiezienie jej taczkami, lub wozami na miejsce przeznaczone. Następnie w wązkim tym przekopie, układa się kolej i rozpoczyna robota wagonowa Przekop jednocześnie rozszerza się i przedłuża, tak, iż w miarę posuwania się naprzód, zakładają się nowe szyny, w przedłużeniu szyn położonej już kolei, skoro zaś przy wejściu do przekopu znajdzie się dosyć wolnego miejsca, układa się druga, boczna kolej. Jeżeli robota ma być prowadzona z pośpiechem, należy otworzyć wązki przekop w sposób dopiero opisany, w całej długości projektowanego wykopu, aby robota wagonowa od razu na większej przestrzeni rozpoczętą być mogła.

Czasami przekop otwiera się nie w środku, lecz po jednej stronie wykopu, jak to Fig. 51 wskazuje. Wówczas przesuwanie kolei, lub układanie drugiej, bocznej, z jednej się tylko odbywa strony.

Powyżej opisany sposób prowadzenia robót ziemnych, przy wykopach głębszych niż 10 metrów, nie jest dogodnym. Jeżeli zatem

wykop większą ma mieć głębokość, lub jeżeli ziemia jest tego rodzaju, iż utrzymać się nie może na wysokich i prawie pionowych skarpach, wówczas należy urządzić robotę jednocześnie na dwóch piętrach w sposób wskazany na figurze 52 i 53. Jeżeli jednak spadek jest tak gwałtowny, iż kolej na wyższem piętrze położona, nie dałaby się połączyć z koleją dolną, w takim razie przekop otwiera się w całej głębokości na jednę tylko kolej, a w miarę rozszerzenia, urządzają się koleje boczne z główną połączone. Wzór takiego urządzenia przedstawia figura 54.

W ostatnim przypadku można jeszcze urządzić robotę w sposób używany w Anglii. W miejsce przekopu otwiera się pod górą galerya, czyli rodzaj tunelu tymczasowego, w którym układa się kolej. Po nad tym tunelem kopie się studnię w taki sposób, aby ziemia z jej boków obsypywana, spadać mogła wprost na wagony, pod spód studni podprowadzane. Sposób ten bardzo ułatwiający robotę, może być tylko w bardzo twardej ziemi użyty i wymaga wielkich ostrożności. Figura 55. przedstawia urządzenie dopiero co opisane.

Jeżeli ziemia wydobyta z wykopu ma być użyta na dwa nasypy, jeden przed, drugi za wykopem położony, można jednocześnie z dwóch stron robotę rozpoczynać. Sposobu tego użyć można nawet wtedy, gdy ziemia na jeden tylko nasyp jest przeznaczona, jeśli miejscowość dozwala na urządzenie kolei okalającej przekopywane wzgórze.

Czasami nasyp, wykonać się mający z wydobytej z wykopu ziemi ma mieć spadek ku wykopowi nachylony. Wówczas należy wykop rozdzielić na dwie części. Część *np.* W' (Fig. 56) może być użyta naprzód, na zrobienie nasypu N', następnie dopiero doprowadza się wykop do głębokości projektem oznaczonej a wydobyta ziemia z tej drugiej części W^2, zostaje odwieziona na część nasypu N^2

Przy obliczaniu kosztów nakładania zjemi na wagony, na następujące części pojedyncze wydatków zwracać należy uwagę.

1. Koszt otworzenia przekopu, który rozdziela się na całą ilość wykopać się mającej ziemi.
2. Koszt najmu koni przeznaczonych do rozprowadzania wagonów próżnych na miejsca, w których mają być ładowane i odprowadzania napełnionych. Wydatek dzienny na ten cel powinien być rozdzielony na średnią ilość ziemi dziennie wydobywanej.
3. Dozór robót i stróż przy zwrotnicach. Koszt rozdziela się na całą ilość wykopać się mającej ziemi.

4. Przewóz pewnej części ziemi taczkami na wagony, *np.* $^1/_4$ ogólnej ilości.
5. Nakładanie ziemi na taczki, lub wprost na wagony. Robota w ścieśnionem miejscu dokonywana, idzie powolniej, niż w zwykłych okolicznościach, tak, iż robotnik najwyżej $^2/_3$ zwykłej ilości, to jest 10 metrów sześciennych ziemi, naładować jest w stanie.

Oznaczywszy dla każdej z powyżej wyliczonych części roboty odpowiednie miejscowym okolicznościom ceny, można na każdy wypadek obliczyć koszt nałożenia na wagony 1 metra sześciennego ziemi.

§. 70.

Zastanowimy się obecnie nad najodpowiedniejszym sposobem urządzenia przy zrzucaniu ziemi z wagonów. Powiedzieliśmy już poprzednio, że szybkość całej roboty, zależy głównie od prędkości, z jaką odbywa się to zrzucanie, jakkolwiek bowiem nakładanie ziemi, więcej, niż zrzucanie wymaga czasu, jednakże w wykopie używając sposobów już opisanych, można liczbę wagonów jednocześnie nakładanych dowolnie zwiększać, tak, aby zawsze dostarczyć tyle napełnionych, ile ich w danym czasie wypróżnionych być może. Przeciwnie przy użyciu ziemi na nasyp, zazwyczaj miejsce, na którem ziemia ma być składana, ma szerokość ograniczoną, to jest szerokość projektowaną dla drogi. Nie można zatem dowolnie zwiększać liczby kolei, do zaprowadzania wagonów służących, na każdą zaś kolej, jeden tylko wagon na raz, może być dla zrzucenia swej ziemi wprowadzony.

Wiemy już, iż szerokość drogi w koronie dla podwójnej kolei wynosi około $9^m,50$ dla pojedynczej zaś około 6 metrów. Pierwsza szerokość wystarcza na pomieszczenie dwóch, druga zaś jednej tylko kolei. Że jednak skarpy, nasypów zwykle są projektowane z nachyleniem łagodniejszem niż 45^0, można zatem rozszerzyć tymczasowo drogę, dając skarpom nachylenie 45^0. Zbytek ziemi w ten sposób zrzuconej na skarpy, przy wykończeniu nasypu, może być na wierzch podrzucony. Takie rozszerzenie górnej części nasypu dozwala na ułożenie w pierwszym przypadku trzech, w drugim dwóch przynajmniej kolei równoległych. Przy bardzo wysokich nasypach można w pierwszym przypadku cztery, w drugim trzy koleje urządzić.

Figura 57. przedstawia plan najdogodniejszego urządzenia przy zrzucaniu ziemi z wagonów, dla trzech połączonych z sobą

kolei. Główną koleją *a*, przychodzą pociągi napełnione ziemią i zatrzymują się w punkcie *M* odległym mniej więcej na 80 metrów od początku nasypu. Na kolei objazdowej *b* powinny się już znajdować próżne wagony sprzężone z sobą w pociąg. Czy to lokomotywa, czy konie użyte są do przewozu pociągów, natychmiast po zatrzymaniu się pociągu przyprowadzonego, przechodzą na kolej objazdową i zabierają napowrót przygotowany próżny pociąg. Tymczasem wagony pełne wprowadzają się pojedynczo, na każdą z trzech kolei do wyładowywania przeznaczonych. Do tego rozprowadzania, powinien być przeznaczony na każdą kolej, jeden koń i woźnica. Jeśli pociąg składa się z większej ilości wagonów, aniżeli jest kolei, wówczas po wypróżnieniu pierwszych wagonów, odprowadza się je na kolej objazdową *b* i następne wagony do zrzucania prowadzi. Cała ta robota powinna być ukończona przed nadejściem nowego pociągu.

Do rozwożenia wagonów po kolejach, konie zaprzęgają się do nich na przedłużnicach (prolonge) zakończonych hakiem (Fig. 58), który za pociągnięciem sznurka *a* z łatwością się odkłada. Na końcu wykonanego już nasypu, kolej powinna mieć ostry spadek $0^m,10$, do $0^m,20$ na 1 metr wynoszący, a w końcu tego spadku winna być umieszczona zapora, z zagiętych szyn, poprzecznie położonych pokładów, lub inny jaki sposób, urządzona. (Fig. 59). Koń zaprzężony do wagonu idzie kłusem. Dochodząc do opisanego wyżej spadku, woźnica zwraca go raptownie w bok i pociąga za sznurek otwierający hak przedłużnicy. Jednocześnie jeden z robotników, do równania ziemi przeznaczonych, otwiera haczyk utrzymujący skrzynię wagonu w położeniu poziomem i zasuwkę zamykającą przedni bok skrzyni. Tym sposobem wagon pozostawiony sobie przyspieszoną prędkością toczy się po spadku, i uderza kołami o zaporę. Przez uderzenie to skrzynia się przechyla i otwiera się bok jej przedni, w sposób przedstawiony na figurze 59, a ziemia nie znajdując już żadnej przeszkody zsuwa się po płaszczyznie pochyłej. Tak wyrzuconą ziemię, robotnicy na ten cel przeznaczeni, natychmiast równać i ubijać powinni, woźnica zaś wypróżniony wagon kłusem, na kolej objazdową odprowadza.

W miarę jak robota nasypu postępuje naprzód, przedłuża się trzy rozwozowe koleje, dokładając w ich końcach szyny. Przedłużanie jednak to, tylko do pewnego stopnia może być korzystnem. Jeśli koleje te są zbyt długiemi, odległość między punktem, w którym się pociągi zatrzymują, a punktami składania ziemi staję się za wielką i zbyt długiego czasu do rozwożenia wymaga. W takim

przypadku korzystniej jest cały system kolei, to jest punkt, w którym się zatrzymują pociągi, kolej objazdową i punkt połączenia się kolei, posunąć naprzód.

Czas potrzebny na wypróżnienie jednego wagonu oblicza się, jak następuje: Zaprzężenie i wyprzężenie konia, wraz z samem wyrzuceniem ziemi, to jest przechyleniem się skrzyni i postawieniem jej na nowo poziomo, wymaga 1 minuty czasu. Przebiegnięcie kłusem z wagonem tam i napowrót odległości, pomiędzy punktem zatrzymania pociągu, a miejscem w którem ziemia się zrzuca, 4 minuty. Rachując prócz tego 1 minutę straty czasu na nieprzewidziane wypadki, będziemy mieć ogółem 6 minut, na wypróżnienie jednego wagonu. Zatem na jednej rozwozowej kolei można, w ciągu godziny, wypróżnić 10 wagonów, w ciągu zaś 10 godzin, które stanowią czas trwania pracy dziennej, 100 wagonów. Przy dobrem urządzeniu pracy można nawet liczbę tę przewyższyć. Zwrócić jednak należy uwagę na to, iż z powiększeniem liczby rozwozowych kolei, nie wzrasta w tym samym stosunku ilość, wypróżnić się mogących wagonów, zawsze bowiem przy większej liczbie ludzi i koni, pewne się wkrada zamieszanie, postęp roboty opóźniające. Doświadczenia wykazują, iż

1. kolej rozwozowa wystarczą do wypróżnienia 100 wagonów,
2. koleje „ „ „ „ 200 „
3. „ „ „ „ „ 250 „
4. „ „ „ „ „ 300 „

Do obliczenia kosztów zrzucania ziemi z wagonów na trzech *np.* kolejach rozwozowych, na następne punkta zwrócić należy uwagę.

1. Cena najmu trzech koni wraz z woźnicami.
2. 7 robotników do równania i ubijania ziemi.
3. Stróż przy zwrotnicach.

§. 71.

Przy urządzeniu stacyi, tak do układania, jak i zrzucania ziemi z wagonów, mówiliśmy o połączeniu dwóch, lub więcej kolei z sobą. Połączenie to wymaga osobnego przyrządu *zwrotnicą* lub *wexlem* zwanego. O zwrotnicach na kolejach stałych mówić będziemy w właściwem miejscu, tu więc podamy tylko opis zwrotnicy uproszczonej, która przy tymczasowych kolejach, do robót ziemnych przeznaczonych, używa się zwykle.

Dwie szyny *ab* i *cd* (Fig. 60) kolei głównej *xx*, *yy* połączone z sobą prętami żelaznemi *ef*, *gh*, *ik*, *lm*, są stale na sworzniach

przytwierdzone w punktach *a* i *c*, końce zaś ich *b* i *d* mogą się przesuwać i stosownie do potrzeby, albo stanowić część kolei głównej, albo przybrawszy położenie *b'* *d'*, zgadzać się z koleją boczną *r*, *s*. Kolej ta od punktów *b'* i *d'* rozpoczynająca się, idzie łukiem, stopniowo oddalającym się od kierunku głównej linii. Szyny jej położone po stronie, w którą skierowane jest zboczenie, nie napotykają żadnej przeszkody, szyny zaś po stronie przeciwnej znajdujące się, muszą się spotkać z szynami *x x* kolei głównej, a przecięcie to wymaga osobnego przyrządu, zwanego rozjazdem, lub *krzyżem*. Rozjazd składa się z *serca m*, wyrobionego z jednej sztuki i dwóch szyn *n n*, odgiętych pod stosownym kątem. Część ruchoma kolei, przy końcach mogących zbaczać, opatrzona jest prętem prostopadłym do jej kierunku, na zewnątrz wychodzącym i zakończonym *okiem*, w które zakłada się drążek służący do przesuwania tej częćci z jednego, w drugie położenie. Widzimy zatem, iż stosownie do położenia, jakie nadamy części ruchomej kolei, wagon do punktu *a* przychodzący, zastaje jednę kolej zamkniętą, drugą otwartą, zwraca się więc na tę, na której zadnej nie znajduje przeszkody.

Przy urządzaniu zwrotnic tymczasowych zwracać należy uwagę na to, aby szyny *ab* i *cd* miały długość zwykłych szyn, rozjazd zaś *m*, pół tej długości. Ostrożność ta jest konieczną, jak to już bowiem wiemy, stosownie do postępu roboty, zwrotnice takie muszą być przenoszone z miejsca, na miejsce. Trzeba się więc starać, aby je można umieścić w każdem innem miejscu, zamiast dwóch szyn z bieżącej kolei wyrzuconych.

§. 72.

Pomiędzy dwiema stacyami końcowemi do nakładania i zrzucania ziemi z wagonów przeznaczonemi, przewóz odbywa się po jednej zwykle kolei, w razach tylko, jeśli odległość jest znaczna *np.* 2000 metrów przenosząca, urządza się po środku jednę, lub dwie koleje objazdowe, dla wymijania się pociągów służące. Do przewozu użyte być mogą konie, lub lokomotywa, ta jednak ostatnia wtenczas tylko może być korzystną, jeśli odległość przewozu jest wielką.

Koszta przewozu są tak zmienne, iż trudno je ująć w ogólną formułę, przedstawimy więc tylko zasady, na których obliczenia tych kosztów, oparte być mogą w każdym danym przypadku.

Przypuśćmy, iż jest trzy koleje przeznaczone do zrzucania ziemi z wagonów. Na tych kolejach wypróżnia się w ciągu 10 go-

dzin dziennej pracy 240 wagonów, z których każdy 2, 5 metrów sześciennych ziemi obejmuje. Każdy pociąg złożony z 6 wagonów potrzebuje 15 minut, do zrzucenia ziemi przywiezionej. Ażeby zatem zajęty był cały czas przy zrzucaniu ziemi, potrzeba dostarczyć na każdy kwadrans $6 \times 2^{mk} 5 = 15$ metrów sześciennych, czyli na 10 godzin dziennej pracy, 600 metrów sześciennych. Przy nakładaniu, więcej jak 4 robotników na jeden wagon, użytych być nie może. Tych czterech ludzi w ciągu kwadransa, zaledwie $^1/_3$ wagonu napełnić mogą. Potrzeba zatem przy nakładaniu, trzy razy większej, niż przy zrzucaniu liczby wagonów, to jest potrzeba 18 wagonów, z których by w chwili nadejścia pociągu próżnego, znajdowało się zawsze 6 zupełnie naładowanych, 6 w $^2/_3$ i 6 w $^1/_3$ napełnionych. Ponieważ robota powinna iść bez przerwy, w oznaczonym raz porządku, w każdej więc chwili będzie 18 wagonów zajętych nakładaniem ziemi, a 6 zrzucaniem, ogółem 24 wagony.

Pozostaje teraz do oznaczenia liczba wagonów, które w tymże samym czasie bądź to próżne, bądź napełnione, w drodze znajdować się powinny. Przedstawmy sobie, iż wykop W (Fig. 61 i 62) ma być przewieziony na nasyp N. Odległość pomiędzy punktami A i B to jest między punktem, z którego rusza pociąg naładowany i punktem, w którym się zatrzymuje, oznaczmy przez D. Drogę tę pociąg przebywa dwa razy, to jest raz z ładunkiem, drugi raz wracając próżno. Czas stracony na zaprzęganie, wyprzęganie, zmiany kolei itp. odpowiada odległości najwyżej 600 metrów, którą pociąg przez ten czas mógłby przebyć. Zwykła prędkość pociągów przewożących ziemię końmi, wynosi 50 metrów na minutę, czyli 750 metrów w ciągu 15 minut, Liczba zatem L potrzebnych w ciągu jednego kwandransa pociągów, wyrazi się przez:

$$L = \frac{2\,D + 600}{750}$$

ilość zaś wagonów W z dodatkiem już oznaczonej na 24, na stacyach będzie

$$6 \times \frac{2\,D + 600}{750} + 24 = 0.016\,D + 29$$

Do wartości tej dodać należy 10% na wagony zapasowe, zepsute, w reperacyi itd. otrzymamy więc:

$$W = 0.018\,D + 32.$$

Wykazaliśmy już (§. 68), iż koszt zużycia wagonu w przeciętniu 75 cent. dziennie wynosi, pomnożywszy zatem powyżej otrzymaną wartość dla W przez 0.75 otrzymamy

$$(0{,}018\ D + 32)\ 0{,}75$$

jako dzienny koszt zużycia wszystkich wagonów, że zaś przewóz dzienny w przypadku, który wzięliśmy jako przykład, wynosi 600 metrów sześciennych, przeto, koszt ten na 1 metr sześcienny będzie

$$W' = \frac{(0{,}018\ D + 32)\ 0{,}75}{600} = 0{,}0000225\ D + 0{,}04 \ldots\ldots (a)$$

Na przewiezienie jednego pociągu z 6 wagonów złożonego, potrzeba trzech koni i jednego woźnicy. — Cenę najmu ich oznaczmy przez P. Droga, którą w ciągu dziennej pracy konie przebiegać mogą, wynosi 36000 do 38000 metrów, a strata czasu przy zaprzęganiu i odprzęganiu koni odpowiada odległości 600 metrów, liczba zatem obrotów. które jedna trójka koni tam i napowrót wykonać może, wyrazi się przez

$$\frac{36000}{2\ D + 600}$$

ponieważ zaś każdy pociąg przywozi 15 metrów sześciennych ziemi, przeto ogólna ilość ziemi przez jedną trójkę koni przewiezionej będzie

$$\frac{36000}{2\ d + 600} \times 15$$

przez co podzieliwszy cenę najmu koni P, otrzymamy jako cenę pyzewozu jednego metra sześciennego

$$Z = \frac{P}{\frac{36000 \times 15}{2\ D + 600}} = \frac{P\ (2\ D + 600)}{540000} \ldots\ldots (b)$$

formułę zgodną z wzorem wyprowadzonym przez nas, dla oznaczenia ceny przewozu wozami. Dwa wyprowadzone powyżej wzory (a) i (b) dodając do siebie, otrzymamy wyrażenie dające całkowity koszt przewozu za pomocą wagonów jednego metra szesciennego ziemi. Będzie więc:

$$W + Z = X = \frac{P(2\ D + 600)}{540{,}000} + 0.000225\ D + 0{,}04 \ldots\ldots (5)$$

§. 73.

W wyprowadzonym powyżej wzorze (5) nie został uwzględniony koszt ułożenia kolei, po której przewóz ziemi wagonami ma być uskuteczniony. Jest to wydatek znaczny i tym uciążliwszy, im

odległość przewozu jest większa, i im mniejsza ilość ziemi, do przewozu przeznaczonej. Kolej taka ma zwykle też same, co i stałe koleje wymiary. Chcąc ją zbudować z nowych szyn, które po skończeniu robót mogą być odprzedane, wydatek na kolej wynosiłby najmniej od 4 do $4^1/_2$ złotych reńskich na 1 metr bieżący. Dla oszczędności używa się czasami do zbudowania takiej kolei tymczasowej, tych samych szyn, które później do kolei stałej mają być użyte. Sposób ten zmniejsza wydatki prawie o połowę, ma jednak swoje niedogodności. Zazwyczaj kolej tymczasowa mniej starannie, niż stała jest ułożona i utrzymywana, z tego powodu końce szyn się niszczą, a niektóre szyny wyginają, tak, iż później na kolei stałej, już użytemi być nie mogą. Te uszkodzenia czasami dosyć znaczne straty za sobą pociągać mogą. W każdym razie szyny do stałej kolei przeznaczone, mogą być tylko użyte na kolej do przewozu między stacyami służącą, na stacyach zaś rozprowadzone koleje, tak do nakładania ziemi, jak i do zrzucania jej z wagonów, najbardziej wystawione na uszkodzenia, równie jak rozjazdy, powinny być wykonane z szyn, wyłącznie na ten cel przeznaczonych. Podkłady, czyli progi użyte do kolei tymczasowej, również dla stałej służyć już nie mogą.

Najczęściej jednak do ułożenia kolei tymczasowej, używa się szyn wybrakowanych przy wyrobie, albo szyn starych, już do użytku na stałej kolei niezdatnych. W takim razie nie grożą straty powyżej wymienione. Szyny stare zawsze po ukończeniu roboty, z małą stratą mogą być odprzedane. Przy użyciu szyn starych, kolej tymczasowa do robót ziemnych, wraz z ułożeniem i drewnianemi podkładami, najwyżej może kosztować 1.50 złotych r. na 1 metr bieżący.

Na powyżej podanych zasadach, można oprzeć w każdym danym przypadku, obliczenie kosztów zbudowania kolei tymczasowej, do wykonania robót ziemnych przeznaczonej, a podzieliwszy wypadającą z tego obliczenia summę, przez ilość metrów sześciennych ziemi przewieść się mającej, wynajdziemy koszt, na jeden metr sześcienny ziemi przewiezionej przypadający. W ten sposób wynalezioną liczbę dodać należy do wypadku, jaki otrzymamy przez podstawienie odpowiednich wartości we wzorze (5).

Z tego cośmy dotychczas powiedzieli, wynika, iż koszta przewozu jednego metra sześciennego ziemi za pomocą wagonów, składają się z następujących oddzielnych części:

1. *Z* kosztów właściwego przewozu za pomocą wzoru (*b*) obliczyć się dających.

2. R kosztów ładowania ziemi na wagony, które oznaczywszy przez p. cenę dzienną najmu jednego robotnika, wynoszą $0.1\ p$

3. W kosztów zakupna, naprawy, zużycia, smarowania itd. wagonów wedle wzoru (a) obliczonych. W miejsce obliczenia tego wyrazu można przyjąć dla niego średnią wartość opartą na doświadczeniu i dającą w przybliżeniu też same wypadki $= 0.0000155\ D$

4. K kosztów ułożenia, przesuwania, utrzymywania i częściowego zużycia kolei. Koszta te mogą być obliczone na zasadzie powyżej przytoczonych danych, lub wreszcie przyjąć tu można na doświadczeniu opartą wartość $=$

$$= \frac{1.17}{M} F$$

w wyrażeniu tem, oznaczamy przez M całkowitą ilość przewieźć się mającej koleją ziemi.

F długość kolei razem wziętych, na obu końcowych stacyach i na całej odległości przewozu.

Tym sposobem otrzymamy jako ostateczną cenę przewozu jednego metra sześciennego ziemi wagonami.

$$X = Z + R + W + K$$

czyli wstawiając odpowiednie wartości

$$X = \frac{P(2D + 600)}{540000} + 0.1\,p + 0.0000155\,D + \frac{1.17}{M} F \quad \ldots \quad (5')$$

Przy znacznych ilościach ziemi do przewozu przeznaczonej, użycie wagonów, nie tylko służy do przyspieszenia roboty, ale i cenę jej zmniejsza prawie do połowy, w porównaniu z cenami przewozu za pomocą wozów, lub innych jakichkolwiek sposobów.

Częstokroć korzystnem jest dla przedsiębiorcy, który po ukończeniu wielkich wykopów, ma już gotowe wszystkie przyrządy kolejowe, do mniejszych nawet zastosować je robót, wówczas bowiem jedynym wydatkiem nadzwyczajnym, będzie ułożenie kolei. W takim przypadku, nie jest potrzebnem urządzanie stacyi końcowych takich, jakie opisaliśmy poprzednio — dostatecznem będzie ułożenie, na całej długości przewozu, pojedynczej kolei i jednej objazdowej dla wymijania. Obliczenie kosztów, wykonane za pomocą podanych już wzorów, wskaże w każdym danym przypadku, o ile może być korzystnem zastosowanie kolei do przewozu ziemi, jako

wskazówkę podamy tu tylko, iż *np.* przy wykopie zawierającym 8000 metrów sześciennych ziemi, która ma być przewiezioną na 600 metrów odległości, przewoz ziemi koleją, poprzednio już do innych robót użytą, jest blisko o połowę tańszy, aniżeli za pomocą wozów zwyczajnych.

§. 74

Mówiliśmy dotąd o przewożeniu pociągów z ziemią za pomocą koni, jeśli jednak odległość przewozu jest znaczną, może być korzystnem użycie, zamiast koni, lokomotywy. Urządzenie roboty w takim wypadku jest prawie takie, jak przy przewozie końmi, z tą różnicą, iż pociągi z większej liczby wagonów składać się powinny.

Jako przykład weźmy stacyą do zrzucania ziemi z wagonów, urządzoną na trzy koleje. Przypuśćmy nadto, iż czas potrzebny do przewiezienia pociągu naładowanego i powrót lokomotywy z pociągiem próżnym, wystarcza na napełnienie 21 wagonów, do których wypróżnienia 3 koleje są przeznaczone, na każdą z nich zatem po 7 wagonów przypada. Wiemy już z poprzedniego, że wypróżnienie jednego wagonu, z odprowadzeniem go na kolej objazdową, wymaga 6 minut. Wyładowanie zatem całego pociągu 42 minut trwać będzie. Czas ten wystarcza dla lokomotywy na przebieżenie odległości 4500 metrów, tam i napowrót, przyjmując jako średnią prędkość 15 kilometrów na godzinę i licząc 6 minut czasu straconego przy każdym przejeździe.

Jeśli zatem stacye końcowe oddalone są od siebie o 4500 metrów, będziemy mieli jeden pociąg złożony z 21 wagonów przy nakładaniu, drugi takąż samą ilość wagonów zawierający przy zrzucaniu, trzeci w biegu, czyli ogółem 63 wagony użyte naraz. Licząc na możebne uszkodzenia wagonów, trzeba ich mieć pewną liczbę w zapasie, liczmy zatem 70 wagonów. Wagony przeznaczone do przewożenia ziemi siłą lokomotywy, powinny być większe od tych, jakie opisaliśmy przy robotach końmi wykonywanych. Zwykle obejmują one 4 metry sześcienne ziemi. Koszt zatem ich zbudowania i utrzymania jest większy, i gdy dla tamtych przyjęliśmy dzienny koszt 75 centów wynoszący, dla tych możemy oznaczyć wydatek na 1 złr. 25 cent.

Koszt przewozu dziennego będzie zatem następujący:

70 wagonów po 1 złr. 25 cent. . . 87 złr. 50 cent

Lokomotywa: 10% kosztu zakupna na, pro cent i umorzenie kapitału, utrzymanie, zużycie, opał, smarowidło, maszynistę i palacza itd. . 75 złr.

Ogółem wydatek dzienny 162 złr. 50 cent.

Czas dziesięciogodzinnej pracy dziennej, wystarcza dla lokomotywy na przewiezienie 14 pociągów, objętość zatem przewiezionej ziemi będzie:

$$14 \times 21 \times 4 = 1176 \text{ metrów sześciennych}$$

czyli koszt przewozu na 1 metr sześcienny

$$\frac{162{,}50}{1176} = 0, \text{ złr. } 13\,^1/_2 \text{ cent.}$$

Obliczenie kosztów przewozu końmi, na tęż samą odległość i w tychże samych warunkach dokonanego, wedle wzoru (*b*), wykaże różnicę pomiędzy użyciem dwóch tych sposobów zachodzącą. Wysokość kosztów przewozu końmi zależy głównie od ceny najmu koni, która jest nadzwyczaj zmienną u nas, nie możemy zatem stanowczego wyprowadzić porównania, średnio jednak biorąc w przykładzie naszym, koszt przewozu za pomocą lokomotywy, zaledwie $^1/_3$ kosztu przewozu konmi wyniesie.

Ze zmniejszeniem jednak odległości. zmniejszają się i korzyści z użycia lokomotywy wynikające; tak dalece, iż na odległość 1000 metrów, już przewóz końmi może być korzystniejszym.

Przewóz ziemi za pomocą lokomotywy, w inny jeszcze sposób może być urządzony. Zamiast stacyi przeznaczonej do zrzucania ziemi, na kilku oddzielnie kolejach, urządza się tylko jednę kolej, którą się przedłuża w miarę posuwunia się roboty naprzód. Nasyp prowadzić należy w ten sposób, aby zawsze był zakończony skarpą, najwyżej 0,02 na 1 spadku mającą. Pociąg napełniony zatrzymuje się przy końcu nasypu, to jest na wspomnianej dopiero pochyłości. Robotnicy zrzucają ziemię z wagonów na obie strony, a gdy wypróżniony pociąg odejdzie, równają ziemię wyrzuconą. Tym sposobem obok tymczasowo położonej kolei na spadku, nasyp się podnosi poczem kolej przesuwa się na to podwyższenie, a przywieziona następnym pociągiem ziemia, służy do uzupełnienia nasypu w miejscu, gdzie się znajdowała pierwiastkowo kolei. Tym sposobem przez kolejne podwyższenie i przesuwanie kolei, nasyp się uzupełnia i naprzód postępuje. Figura 63 wskazuje sposób, w jaki robota tak urządzona, warstwami pochyłemi i około $0^m,40$ grubemi, postępować

powinna. Skoro jedna część A w ten sposób zostanie ukończona, robota posuwa się naprzód, kolej się przedłuża i rozpoczyna się następną część B. Sposoby obliczenia kosztów przewozu, podane już przez nas i do takiego urządzenia roboty, z stosownemi do danych okoliczności zmianami, zastosować się dadzą.

§. 75.

Przeszliśmy po kolei, wszelkie używane przy robotach sposoby przewożenia ziemi, z miejsca na miejsce, wyprowadzając dla każdego z nich wzór ogólny, dający możność obliczenia kosztów przewozu w każdym z wypadków zdarzyć się mogących. Wzory te posłużyć mogą również do wyboru najstosowniejszego w danym przypadku sposobu przewozu. Wiadomo już z poprzedniego, iż na najbliższe odległości, najdogodniejszym środkiem przewozowym są taczki. Przy większych odległościach korzystniejszem jest użycie wózków ręcznych, które w miarę zwiększania się odległości wagonikom ręcznym miejsca ustąpić powinny, jeżeli takowe mają być użyte. Następnie przewóz wozami zwykłemi staje się odpowiedniejszym, a w razie potrzeby przewożenia znacznych ilości ziemi na wielkie odległości, urządzenie tymczasowej kolei i przewożenie ziemi wagonami, końmi zaprzężonemi, znaczną oszczędność w kosztach przewozu zaprowadza. Na największe wreszcie odległości, użycie lokomotywy do przewozu wagonów, jest najkorzystniejszym i najdogodniejszym środkiem przewozowym. Ogólne to jednak oznaczenie, nie wystarcza do wybrania, w każdym zdarzyć się mogącym wypadku, najwłaściwszego sposobu przewożenia, pomiędzy bowiem jednym, a drugim sposobem przewożenia istnieje granica, to jest taka odległość, w której użycie któregokolwiek z nich, jest jednakowo korzystnem, przy zmniejszeniu zaś, lub zwiększeniu odległości jeden, lub drugi z tych sposobów staje się odpowiedniejszym. Wzory, o których mówimy, właśnie w każdym wypadku do wynalezienia tej granicy posłużyć mogą.

Weźmy *np.* wzór (1) do obliczenia przewozu taczkami służący i wzór (2) zastosowany do wózków ręcznych będziemy mieli

$$X = \frac{P\,(2\,D + 30)}{1000}$$

$$X = \frac{P\,(2\,D + 200)}{1500}$$

Wynalezienie odpowiedniej granicy, pomiędzy dwoma temi sposobami przewożenia ziemi, jest to wynalezienie takiej odległości,

dla której przewóz taczkami, lub też wózkami, jednakowe pociąga koszta. W dwóch zatem powyższych równaniach $X = X$ czyli

$$\frac{P\,(2\,D + 30)}{1000} = \frac{P\,(2\,D + 200)}{1500}$$

z równania tego wynajdziemy odpowiednią wartość dla D, będzie więc

$$PD = 155\,P$$

$$D = 155 \text{ metrów}$$

Czyli iż na odległość 155 metrów obojętną jest rzeczą, który z dwóch sposobów przewozu będzie użyty, przy zwiększeniu jednak tej odległości wózki stają się odpowiedniejszemi, przeciwnie dla mniejszych odległości korzystniejszem jest użycie taczek.

W podobny sposób wynaleźć można granice, pomiędzy każdemi dwoma sposobami przewożenia.

Rozdział V.

WYKONANIE I UBEZPIECZENIE ROBÓT ZIEMNYCH.

§. 76.

Sposoby wytknięcia i wykonania robót ziemnych w zwyczajnych warunkach, wskazane są w dziele „O budowie dróg i mostów (Tom II. Część 3. Rozdział I.) obecnie przedstawimy tylko uzupełnienie podanych tam wiadomości, zastanawiając się szczególniej nad robotami większych rozmiarów, mającemi się wykonać w ziemiach gliniastych, iłowatych i w ogóle źle się utrzymujących, w raz nadanych im kształtach. Roboty tego rodzaju i połączone z niemi trudności, dosyć rzadko zdarzają się przy budowie dróg kołowych, gdy przeciwnie koleje żelazne, wymągające spadków nadzwyczaj łagodnych, pociągają za sobą często konieczność wykonywania w bardzo wielkich rozmiarach nasypów i wykopów, przedmiot więc, który nas zajmuje, właściwie znajdzie tu pomieszczenie.

Rodzaj ziemi, w której znaczniejsze roboty wykonane być mają, wpływa przeważnie na koszta budowy i sposoby samego wykonania i ubezpieczenia. Ziemie *np.* łatwo obsypujące się, lub skłonne do obsuwania się i slizgania po dolnych pokładach, utrudniają częstokroć robotę do tego stopnia, że zdarzały się przykłady, iż wykonane już z wielkim kosztem i w wielkich rozmiarach wy-

kopy, musiano opuścić i zmienić zupełnie kierunek drogi, lub też w miejsce zawalonego wykopu wykonać o wiele jeszcze kosztowniejszy tunel. Przy dzisiejszym stanie nauki niebezpieczeństwo to, już nie jest tak groźnem liczne bowiem wypadki tego rodzaju zmusiły do bliższego badania przyczyn niszczących i wynalezienia skutecznych środków dozwalających, w każdym przypadku zaradzić złemu i od szkodliwych zabezpieczyć się skutków.

Zastanówmy się naprzód nad wykopami. Rozmaitego gatunku ziemie, stosownie do swego składu wewnętrznego i ułożenia warstw, mają większą, lub mniejszą wytrzymałość i z większą lub mniejszą łatwością przepuszczają wodę. W średnim stanie suchości, glina ma najwięcej spojności i najlepiej utrzymuje się w nadanym jej kształcie, piasek zaś najłatwiej się obsypuje. Im w skład jakiej ziemi więcej wchodzi gliny, tym większą ma ona spójność i tym jest wytrzymalszą. Jest ona nieprzepuszczalna, lecz ulega bardzo łatwo wpływom atmosferycznym. W skutek zbytniej suchości kurczy się, kruszy i pęka, tworząc rozpadliny. Podobny skutek wywierają na niej i mrozy. Za nadejściem pory wilgotnej, woda przez utworzone poprzednio szczeliny, dostaje się do niższych pokładów, które rozmiękają i tracą swą wytrzymałość, albo też stają się ślizkiemi.

W wyliczonych powyżej własnościach gliny i innych gatunków ziemi, leżą główne przyczyny uszkodzeń, jakim ulegają wykopy w niektórych przypadkach. Przyczyny te w dwojaki sposób określić by można: Pewna massa ziemi, nieporuszona w stanie naturalnym, bez względu na jakość i stan składających ją warstw geologicznych, pozostaje w równowadze, pokłady bowiem rozmiękające, lub nie mające dosyć spójni, napotykają na opór innych warstw i pokładów i stale w jednym utrzymują się położeniu. Po wykonaniu głębokiego wykopu, równowaga ta zostaje zepsutą, przestrzeń bowiem, z której została usunięta ziemia, nie stawia już oporu cisnącym na nią pokładom, które w razie rozmięknięcia w skutek dostającej się do ich wnętrza wody, obrywają się niszcząc i zasypując wykop. Chcąc więc w takim przypadku zaradzić złemu, trzeba przywrócić zniszczoną równowagę, to jest w miejsce oporu wykopanej ziemi, podstawić wyrównywający mu opór sztuczny, co się osięga za pomocą zbudowania murów podtrzymujących, odpowiednich wymiarów.

Z innego punktu widzenia wychodząc, przyczyny zniszczeń robót ziemnych można określić w sposób następujący: Woda przenikająca górne warstwy ziemi, rozmiękcza powierzchnie przedzielające rozmaite pokłady, co szczególniej na pokładach gliniastych

wywiera ten skutek, iż powierzchnie stają się ślizkiemi, ztąd tarcie warstw o siebie, które w zwykłym czasie było dostatecznem do utrzymania ziemi po nad wykopem w równowadze, zmniejsza się, następuje ślizganie się pokładów, obsuwanie i zawalenie wykopu. Środkiem zaradzenia złemu w takim razie, jest zapewnienie dogodnego odpływu wodom, wewnątrz pokładów ziemi przenikającym i osuszanie tym sposobem warstw, które w stanie wilgotnym staćby się mogły powodem zniszczenia wykopu.

Z dwóch tych sposobów zapatrywania się na przyczyny zerwania równowagi w pokładach położonych w bliskości wykopów, powstają dwa systemata zabezpieczeń: mury podtrzymujące i osuszenie. Dwa te sposoby wedle miejscowych okoliczności używają się, albo każdy oddzielnie, albo czasami obadwa razem znajdują zastosowanie.

Zastanowmy się teraz nad kilkoma szczegółowemi przypadkami, które jakkolwiek pod powyższe dwa działy podciągnąć się dadzą, jednakże jako najczęściej się wydarzające na bliższe rozpoznanie zasługują. I tak: woda stojąca w bliskości wykopów w kałużach, sadzawkach i t. p. zasycana deszczami i przesiąkająca aż do pokładów nieprzepuszczalnych, często stać się może przyczyną zupełnego zniszczenia wykopu. Figura 64 przedstawia podobny wypadek, w którym cała część *A* oparta na pokładzie iłowatym, rozmoczonym przez przesiąkanie wody stojącej w kałuży *b* musi obsunąć się i zawalić obok położony wykop.

Podobny skutek wywierają czasami rowy boczne, poprowadzone równolegle do wykopu, po nad jego skarpami w sposób przedstawiony na figurze 65. Rowy te przeznaczone do przejmowania i odprowadzania wody spływającej z przestrzeni po bokach wykopu położonych, nie dopuszczając jej na skarpy, jeżeli są wykonane w gruncie przepuszczalnym, mogą się stać przyczyną zniszczenia skarp, woda bowiem zbierając się w nich, zamiast odpływania drogami na ten cel urządzonemi, przesiąka w części przynajmniej aż do pokładów nie przepuszczalnych, rozmiękcza je, i czyni niezdolnemi do oparcia się ciśnieniu, przez górne warstwy na nie wywieranemu.

Jeżeli górne pokłady gruntu naturalnego łatwo wodę przepuszczające, spoczywają na warstwie tłustej gliny, lub iłu, woda deszczowa nie zatrzymując się nawet w żadnem zbiorowisku, dostateczną być może przyczyną do zniszczenia skarp i zawalenia wykopu, przesiąkanie bowiem wody nawet w bardzo małej ilości

pociąga te same skutki, które już powyżej opisaliśmy. Skutki te potęgują się jeszcze, jeśli naturalny układ warstw geologicznych jest taki, że ich nachylenie ku stronie wykopu jest zwrócone.

Jeżeli dwa różne pokłady ziemi, bezpośrednio stykające się z sobą, mają mało spójności, i nie są z sobą ściśle połączone, wówczas rozdzielająca je powierzchnia nazywa się *płaszczyzną ślizgania* (plan de glissement). Płaszczyzny te, jeśli zostaną przecięte wykopem, dają się poznać po sączeniu wody, które czasami bardzo małe, trudne nawet do odkrycia, jest nadzwyczaj szkodliwem. Podczas wykonania wykopów należy pilnie śledzić układ warstw ziemi, i jeśli się natrafi na pokłady, pomiędzy któremi istnienia *płaszczyzny ślizgania* domyślać się można, należy na punkt ten szczególną zwrócić uwagę. Z rana o wschodzie słońca badając skarpę świeżo wykonanego wykopu, najłatwiej odkryć ślady wydobywającej się wilgoci. Rozsypanie na skarpie suchego popiołu, jest w wątpliwych razach niezawodnym środkiem, pozwalającym odkryć sączenie, popiół bowiem w miejscach wilgotnych ciemniejszy przybiera kolor. Przecięcie pokładów sączących ze skarpą, najczęściej ma kształt linii krzywej, wklęsłej. Naturalną jest rzeczą, iż w najniższym jej punkcie, najłatwiej odkryć ślady sączenia.

Wpływy atmosferyczne wywierają niszczący wpływ na skarpy, wykonane w niektórych rodzajach ziemi, gliny, a nawet skały, łatwo się rozkładającej pod działaniem powietrza. Wstrząśnienia wywołane przechodem pociągów zwiększają jeszcze zniszczenie temi przyczynami spowodowane. W takich przypadkach skarpy, powoli na pewnej grubości rozkruszone, obsuwają się, a pozostała powierzchnia znowu pod wpływem powietrza rozkrusza się i nowe obsypywanie powoduje. Figura 66 przedstawia takie częściowe następujące po sobie uszkodzenia. Skarpa wykonana podług linii *ab*, po pierwszem obsypaniu, przybiera kształt *a'b'*, następnie *a''b''* itd. Skarpy zwrócone ku północy, prędzej niż wystawione na południe, ulegają takiemu zniszczeniu.

Wpływ powietrza i działanie wód wewnętrznych czasami w połączeniu z sobą szerzą wspólnie zniszczenie na skarpach wykopów. Skarpa *np. ab* (Fig. 67) rozkrusza się ulegając wpływom atmosferycznym. Część wód sączących się, spływając po płaszczyznie *x S* dostaje się do rozkruszonej już warstwy. Część tej warstwy *P* rozmięka wskutek tego i upada, co pociąga za sobą obsunięcie się części *P'*, bezpośrednio na niej wspartej. Ziemia obsypana zatrzymuje dalszy odpływ sączącej się wody, która coraz głębiej w skarpę przenika, rozmiękcza ją, i nowe, coraz większe oberwania powoduje.

Zbyt ostre nachylenie skarp jest także często powodem ich zniszczenia. Zwrócić tu jednak należy uwagę, iż częstokroć nie sama siła ciężkości, na ostre skarpy wpływ niszczący wywiera, przy wykopach bowiem jest zwyczaj pozostawiania tak nazwanych *świadków*, ze skarpami prawie pionowemi, które utrzymują się bez zniszczenia. Obrywanie się więc ziemi na skarpach z ostrem nachyleniem, przypisać należy również działaniu wód wewnętrznych, które szkodliwe działanie siły ciężkoćci w takich razach ułatwiają i potęgują.

Takie są najczęściej natrafiane przyczyny uszkodzania skarp, a czasami zasypania całego wykopu i zupełnego zniszczenia drogi, celem więc robót ubezpieczających musi być, albo usunięcie tych przyczyn, albo wywołanym przez nie siłom, i sile ciężkości, stawienie równoważącego oporu.

§. 77.

Wykazaliśmy powyżej, iż częściowe uszkodzenia, a nawet czasami zupełne zasypanie drogi, wywoływane są zwykle przez siłę ciężkości, której w tem dziele zniszczenia przychodzi w pomoc przesiąkanie wód, w sposób powyżej już opisany. W razie zatem, jeżeli grożące w danym wypadku uszkodzenia wykopów, tego rodzaju przyczynom przypisać można, należy im zapobiegać przez *podtrzymanie*.

Mury podtrzymujące w rozmaity mogą być urządzone sposób:

Najczęściej w celu podtrzymania obsuwać się mogącej skarpy, buduje się *oporowe filary* z muru suchego z pochyleniem, odpowiadającem nachyleniu skarpy (Fig. 68 i 69). Filary te oddalone od siebie stosownie do rodzaju ziemi podtrzymywanej, na mniej więcej 10 metrów, wspierają się na skarpie, w tym celu we wschody powycinanej. Grubość ich jest zmienną, i zależy od rodzaju ziemi i wysokości skarpy; średnio biorąc wynosić ona winna $^1/_3$ wysokości skarpy, pionowo wziętej. Spodnia część filaru na skarpie się opierająca, pominąwszy wschody, o których już wspomnieliśmy, powinna mieć kształt cykloidalny, gdyż obsypująca się skarpa, ten właśnie zazwyczaj kształt przybiera. Zbudowanie takich filarów przedziela na części masę ziemi obsunąć się mogącej, oddalenie ich więc powinno być takie, aby część ziemi między dwoma filarami się znajdująca, napotykała na dosyć silny opór w tarciu, któryby jej oddzielnie od części, bezpośrednio podtrzymywanych, obsunąć się nie dozwolił. W takim razie obsunięcie mogłoby na-

stąpić tylko całą masą od razu, i musiałoby być połączone z przewróceniem filarów, filary zaś powinny być dosyć silne, aby się oprzeć takiemu ogólnemu obsunięciu. W przypadku, jeśliby gatunek ziemi był tak zły, iż byłaby obawa, aby się ziemia między filarami nie obsuwała, dopiero co opisane filary połączyć można sklepieniami z muru suchego, w sposób wskazany na figurze 70, wykonane. Sklepienia takie, stosownie do wysokości skarpy, mogą być o jednem, dwóch, lub więcej piętrach. Przez zabezpieczenie takie, część ziemi między dwoma filarami położona zostaje przedzielona, w kierunku wysokości na dwie, lub więcej części, z których każda, albo by oddzielnie obsuwać się musiała, czemu spojeność ziemi i tarcie stawia opór, albo obsuwając się masą, musiałaby zwyciężyć opór stawiany przez filary i sklepienia.

Jeśli spodziewane parcie ziemi nie jest tak wielkie, częstokroć obrukowanie skarpy jest dostatecznem do jej utrzymania. Czasami nawet wystarcza obrukowanie częściowe w kształcie wielkich zębów, łuków lub szachownicy wykonane, jak to wskazują figury 71 i 72. W takim przypadku części skarpy, nie pokryte brukiem powinny być odarniowane. W razie potrzeby bruk może być wykonany z większą starannoscią i oparty na podsypce zwirowej. Grubość jego w takim przypadku powinna się zwiększać ku dołowi, u spodu zaś dla wzmocnienia stawiają się, co pewną odległość, murki oporowe przez które przeprowadzają się w kształciee sklepionego kanału boczne odpływowe rowy. (Fig. 73.)

Inny sposób stawienia oporu, obsuwać się mogącym skarpom, polega na zbudowaniu murów podtrzymujących, które w rozmaity sposób mogą być urządzone. Najprostszą ich formę przedstawia Fig. 74. Jest to mur znacznej grubości, zbudowany u spodu skarpy z kamienia suchego, lub też w części swej grubości na wapno. Wysokość tego muru jest tylko taka, aby wspartej na nim skarpie, można było nadać łagodniejszą, wedle potrzeby pochyłość. Czasami, w miejsce ciągłego suchego muru znacznej grubości, stawia się mur na wapnie cieńszy, lecz uzbrojony w pewnych od siebie odległościach, umieszczonemi oporami, przez które rów boczny jest przeprowadzony. W jednym, jak drugim przypadku, skarpa opierająca się na murze, której, jak już powiedzieliśmy, nadaje się wedle potrzeby łagodniejsze nachylenie, powinna być wydarniowaną. (75)

Figury 76, 77, 78 i 79 przedstawiają rozmaite kształty i urządzenia murów podtrzymujących, które z zmianami, odpowiada-

jącemi okolicznościom miejscowym, ten sam, co wyżej opisane, mają cel i na tych samych opierają się zasadach.

Jeśli spodziewane parcie skarpy może być bardzo wielkie, w takich razach zamiast opisanych wyżej oporów, od spodu muru prowadzi się pod balastem, rodzaj podziemnego odwróconego sklepienia, które otrzymane ze strony skarpy parcie przesyła murom i skarpom po stronie przeciwnej położonym. Fig. 80 przedstawia tego rodzaju urządzenie, z krzywemi murami podtrzymującemi.

Czasami wreszcie, sklepienie podobne nie daje się w całej długości, lecz tylko przy filarach oporowych. (Fig. 81.)

Przy wszelkiego rodzaju murach podtrzymujących, koniecznem jest ułatwienie odpływu wodzie, po za murem zbierać się mogącej, w tym celu urządza się co pewną odległość, wązkie podłużne otwory, *barbakanami*, zwane, przez które zaskórna woda odpływa. W razie potrzeby dla doprowadzenia wody zbierającej się po za murem do barbakanów, urządza się rodzaj drenu podłużnego *a*. (Fig. 81.) wypełnionego tłuczonym kamieniem, lub żwirem.

Grubość murów podtrzymujących, zastosowaną być winna do wielkości parcia ziemi, które pokonać zamierzamy, parcie zaś to zależy od gatunku ziemi, układu warstw i t. d. W każdym więc danym przypadku należy za pomocą stosownych obliczeń grubość tę oznaczyć. Teoryi na której opierają się obliczenia wytrzymałości murów podtrzymujących, jako należącej do zupełnie innego działu nauki inżynierskiej, w tem miejscu podać nie możemy. Brak ten zastępujemy poniżej umieszczoną tablicą, w której podajemy wymiary prostych murów podtrzymujących w wykopach, oparte na obliczeniach i doświadczeniem stwierdzone. Kształt i urządzenie takiego muru podtrzymującego przedstawia w przecięciu figura 77. Sciana tylna, czyli dotykająca do ziemi jest tu pionową, przeciwnie ścianą zewnętrzna jest nachylona, tak iż mur u góry cieńszym jest niż u dołu. Nachylenie to wynosi $^1/_5$ wysokości. Tak więc oznaczywszy grubość muru u góry i jego wysokość, łatwo już grubość u dołu obliczyć. W tablicy więc tu załączonej te dwa tylko wymiary podajemy. Nadto na obciążenie muru podtrzymującego, wpływa przeważnie wysokość skarpy wykopu, ponad murem się znajdująca, tablica więc nasza podaje grubości muru przy rozmaitych wysokościach skarpy, nachylonej na, $^1/_2$ podstawy na 1 wysokości.

Tablica podająca grubość murów podtrzymujących u góry [wykopy.]

Wysokość murów	Wysokość skarpy wykopu po nad murem znajdującej się wyrażona w metrach							
	0—3	3—6	6—9	9—12	12 - 15	15—18	18—21	21—24
	Grubość murów w górze							
1.00	0.50	0 50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
1.50	0.58	0 58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58
2.00	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
2.50	0.74	0.74	0 74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74
3.00	0.83	0.83	0.84	0.84	0 84	0.84	0.84	0.84
3.50	0.92	0.93	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94
4.00	1.01	1.03	1 04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
4.50	1.10	1.12	1.14	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
5.00	1.19	1.22	1.25	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26
5.50	1.28	1.32	1.35	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36
6.00	1.36	1.41	1.44	1.46	1.47	1.47	1.47	1.47
6.50	1.45	1.50	1.54	1.56	1.57	1.57	1.57	1.57
7.00	1.53	1.58	1.62	1.65	1.67	1.68	1.68	1.68
7 50	1.61	1.67	1.72	1.75	1.77	1.78	1.78	1.78
8.00	1.69	1.75	1.80	1.84	1.86	1.88	1.89	1.89
8.50	1.77	1.84	1.90	1.94	1.97	1.98	1.99	1.99
9.00	1.85	1.92	1.97	2.02	2.05	2.08	2.09	2,10
9.50	1.94	2.01	2.07	2.12	2 16	2.18	2.20	2.20
10.00	2.03	2 10	2.16	2.22	2.26	2 28	2.30	2.31

Wymiary w powyższej tablicy podane obliczone są dla ziemi średniej spójności. W ziemi bardzo ścisłej można je cokolwiek zmniejszyć, i przeciwnie przy ziemi łatwo się obsuwającej, powiększyć je wypada.

§. 78.

Wyliczone w poprzednim paragrafie środki ubezpieczenia skarp wykopów, miały na celu stawienie skutecznego oporu sile ciężkości, pod której działaniem, spotęgowanem przez wpływ wilgoci przenikającej wewnątrz ziemi, skarpy wykopów mają dążność obsuwania się i opadania ku dołowi, obecnie zastanowimy się nad sposobami, zapobiegającemi szkodliwemu przesiąkaniu wód w pokłady ziemi, znajdujące się w pobliżu wykopów i uchronienia skarp od niszczących je wpływów atmosferycznych.

Ażeby zapobiedz przesiąkaniu wód, aż do pokładów gliniastych, które, jak już wiemy, rozmiękają i stają się slizkiemi, należy w pewnej głębokości,, urządzić odpowiednie zbiorniki, i ściągającą

się do nich wodę, odpowiedniemi odprowadzić drogami. Głębokość, w której tego rodzaju zbiorniki umieszczone być mają, winna być taka, aby jej podczas zimy mrozy dosięgnąć nie były w stanie.

Jeżeli na skarpie wykopu zostanie odkryty pokład sączący, należy natychmiast obmyśleć środki zabezpieczające, częstokroć bowiem na pozór nic prawie nieznaczące zbieranie się wilgoci, stać się może przyczyną ogromnych szkód, których naprawa większe daleko pociągnie za sobą wydatki, aniżeli ubezpieczenia, wykonane od początku, wedle zastosowanego do miejscowych okoliczności planu.

Sposób następny najczęściej bywa używany:

Jeżeli skarpa wykopu *xy* (Fig. 82), przecina płaszczyznę sączącą w punkcie *np. S.* trzeba cokolwiek poniżej urządzić wewnątrz skarpy zbiornik, ściągający i odprowadzający wodę. W sym celu obcina się skarpę prawie pionowo wedle linii *E. F.* U spodu tej linii kopie się rów kształtu *ABCDE.* Linia *AB* powinna się znajdować niżej płaszczyzny sączącej; długość jej zwyczajnie od $0^m,20$ do $0^m,25$ wynosi. Spód rowu wykłada się cieńkiemi, zwykle na ten cel umyślnie zrobionemi cegłami, lub dachówkami, osadzonemi na bardzo hydraulicznej zaprawie, lub nawet na cemencie. Tym sposobem spód rowu przyjmie kształt na Figurze 82 wskazany. Następnie całą przestrzeń *BcdEF* wypełnia się zwirem, kamieniem tłuczonym, kawałkami cegły, zuzlem, lub jakimkolwiek materiałem w wodzie nierozpuszczalnym, nie łatwo zanieczyszczającym się ziemią i dającym łatwy odpływ wodzie. U spodu rowu umieszczają się największe kamyki, wielkości *np.* zwykłego szabru do dróg używanego. Tak usypany zwir, pokrywa się podług linii *BF* świeżą darniną, z trawą do spodu zwróconą, a to w celu uchronienia zbiornika, od zanieczyszczenia ziemią. W braku darniny użyć można do pokrycia mchu, lub słomy. W końcu uzupełnia się skarpę według linii *AF*, przez dosypanie i ubicie części ziemi z początku roboty odrzuconej.

Opisany powyżej zbiornik, powinien zawsze znajdować się niżej, aniżeli powierzchnia sączenia, ponieważ zaś ta powierzchnia przecina się zwykle ze skarpą, w kształcie linii krzywych, przeto zbiornik w kierunku swej długości mieć będzie spadki, po których spływająca woda, zbierać się będzie w najnizszych jego punktach. W punktach tych powinny być urządzone rynsztoki poprzeczne, lub założona rura drenowa, którą woda odpływa do rowów bocznych. Budowa takich zbiorników rozpoczynać się winna od punktów najwyżej położonych.

Jeśli na skarpie, którą ubezpieczyć zamierzamy, znajduje się dwa lub więcej pokładów sączących, należy dla każdego z nich osobny urządzić zbiornik, wyjąwszy przypadku, gdyby pokłady te były bardzo do siebie zbliżone, *np.* na $0^m,50$, wówczas robi się dla kilku wspólny zbiornik (Fig. 83), z wymiarami odpowiednio do ilości wody przepływać mogącej powiększonemi. Wykonanie takiego zbiornika, niczem się od opisanego poprzednio, nie różni.

Kształt i sposób wykonania opisanego powyżej zbiornika, najczęściej bywa używany, czasami jednak, jeśli soodziewać się należy obfitszego odpływu wody, urządza się zbiorniki głębsze, z podeszwą wyłożoną cegłami, na zaprawie hydraulicznej osadzonemi (Fig. 84). Zbiornik taki wypełnia się żwirem, lub kamieniem tłuczonym, tak, aby pokrycie jego z cegieł, płaskiego kamienia lub darniny, było cokolwiek wypukłe. Inne szczegóły urządzenia pozostają bez zmiany. Figura 84 przedstawia taki zbiornik, pokryty ziemią, stanowiącą wschód skarpy.

Jeśli zamiast pojedynczych pokładów sączących, napotyka się wodę, wydobywającą się na całej skarpie, lub znacznej jej części, urządza się zbiornik poniżej powierzchni sączącej położony, tak, aby cała ta część skarpy była pokrytą naprzód żwirem, przyodzianym darnininą, następnie warstwą ziemi powierzchnię skarpy stanowić mającą. Gdyby pokład nieprzepuszczalny miał być położony poniżej dna rowów bocznych, wówczas u spodu skarpy urządza się w sposób już opisany zbiornik, który z odpowiednio pogłębionym i obrukowanym rowem, połączony być winien.

§. 79.

Dla zabezpieczenia skarp od wpływów atmosferycznych, używa się tak nazwana *odzież* z ziemi, darniny, lub kamienia.

Skarpy wykopów, wykonanych z ziemi gliniastej z nachyleniem od $1^1/_4$ do $1^1/_2$ podstawy na 1 wysokości mogą być dostatecznie ubezpieczone przez pokrycie odzieżą z ziemi roślinnej, lub piasku gliniastego. Grubość takiej odzieży wynosić winna około $0^m,30$. Odzież z ziemi roślinnej przedstawia tę dogodność, iż może być obsiana różnego rodzaju trawami, przez co zwykle wszelkie niebezpieczeństwo uszkodzeń bywa usunięte. Ziemi roślinnej na pokrycie skarp dostarcza zwykle górna warstwa ziemi, z wykopu wydobytej, która w takim razie na boku osobno powinna być złożona, aż do czasu użycia. Piasek gliniasty, użyty jako odzież, ma tę wyższość nad ziemią roślinną, iż lepiej się ubija i stanowi warstwę mniej

przypuszczającą wilgoci, do obsiewania jednak trawami nie tyle jest odpowiedni.

Odzież, czy to z piasku gliniastego, czy z ziemi roślinnej ma być wykonana, powinna się składać z warstw poziomych, a raczej pochylonych z lekka ku skarpie (Fig. 85). Układanie takich warstw około $0^m,15$ grubych, rozpoczyna się od dołu. Każda z nich oddzielnie powinna być odpowiedniem zacięciem z skarpą połączona i dokładnie ubita, za pomocą baby pochyło na drążku osadzonej. (Fig. 86).

Pomimo najstaranniejszego ubicia, odzież zawsze jest przepuszczalną do pewnego przynajmniej stopnia, a zatem pomiędzy jej spodem, a powierzchnią ziemi gliniastej stanowiącej skarpę, a nieporuszonej, przesiąkająca woda zbierać się może. Dla odprowadzenia tej wody, urządza się czasami u spodu odzieży rodzaj małego drenu *abcd* (Fig. 87) wypełnionego zwirem, do którego woda spływa z pochyłości, a następnie bocznemi otworami zostaje do rowu odprowadzoną.

Jeżeli nie ma obawy, aby woda zbierająca się w ten sposób, pomiędzy odzieżą a ziemią nieporuszoną, sprawiała uszkodzenia, wówczas dren staje się niepotrzebnym, lecz odzież powinna być o ile możności, jak najsilniej ze skarpą połączona, co się osiąga przez głębsze zacięcia w skarpie wykonane, w sposób wskazany na (Fig. 88.)

W razie uznania za niedostateczne ubezpieczenia skarp powyżej opisaną odzieżą z ziemi, użyć należy darniowania, które jest dwojakiego rodzaju: *kożuchowe* i *murowe*.

Darniowaniem kożuchowem nazywa się pokrycie skarp, darniami na płask ułożonemi, z trawą do góry obróconą. Darnie powinny być cięte regularnie, w kształcie kwadratów, lub prostokatów i układane rzędami poczynając od dołu, z zachowaniem tej ostrożności, aby stosugi jednego rzędu, przypadały na środki drugiego itd. Każda pojedyncza darń powinna być kołkiem drewnianym do ziemi przybita. Darniowanie takie o tyle jest skutecznem, o ile się trawa w ten sposób przesadzona, przyjmie i rozrośnie, jeśli więc robota została wykonaną w czasie suchym, należy aż do zupełnego przyjęcia, darninę ułożoną zlewać wodą.

Skuteczniejszem, ale zarazem i o wiele kosztowniejszem jest darniowanie murowe, które się wykonywa z darnin ułożonych w ten sposób, jak cegły w murze, i obracanych trawą do dołu. Darniowanie takie, z powodu drogości, używa się tylko w miejscach, gdzie

skarpy dla jakichkolwiek powodów mają ostrzejsze, niż zwykle nachylenie, oraz przy mostach i innych budowlach.

Odzież z kamienia, czyli obrukowanie skarp, jest niewątpliwie najlepszym, ale zarazem i najkosztowniejszym sposobem ubezpieczenia od wpływów atmosferycznych, powierzchni ziemi na skarpach położonej. Z tego też powodu, jako ogólny środek ubezpieczenia może być tylko użyte tam, gdzie kamień znajduje się w blizkości, i nie wymaga kosztownej dostawy; w razie przeciwnym należy ograniczyć obrukowanie do miejsc, koniecznie tego rodzaju ubezpieczenia wymagających, jak *np.* skarp z bardzo ostrem nachyleniem itp. Wykonanie bruków powinno być staranne, kamienie ustawiane na sztorc, dobierane dokładnie, aby o ile możności jak najlepiej do siebie przystawały, stosugi winny być wypełnione piaskiem. Łoże, czyli spód bruku, powinna stanowić cienka warstwa piasku, lub drobnego zwiru, do ułatwienia odpływu wody służąca.

W braku kamienia, w miejscach, które koniecznie wymagają pokrycia brukiem, można użyć cegły; bruk jednak ceglany jest zazwyczaj bardzo kosztowny.

Czasami nie całą skarpę, lecz tylko jej dolną część brukiem się pokrywa. Urządzenie takie wtenczas jest usprawiedliwione, jeśli rowem wykopu przepływać ma znaczna ilość wody, a zatem jeśli dolna część skarpy na podmycie jest narażoną, gdy tymczasem górna, z natury swej wpływów atmosferycznych nie obawia się. W takim razie obrukowuje się cały rów, to jest skarpa położona od strony drogi, dno i skarpa wykopu do wysokości odpowiedniej. W miejscu bruku na skarpie od strony drogi, daje się czasami murek podtrzymujący, ułożony na sucho. Urządzenie takie przedstawia figura 89.

§. 80.

Dotąd mówiliśmy głównie o ubezpieczeniu skarp wykopów, wykonanych w ziemiach gliniastych i iłowatych, pozostaje nam jeszcze wspomnieć o wykopach w piaskach *wodonośnych*. Ubezpieczenie skarp takich czasami, więcej jeszcze przedstawia trudności; sposoby jednak ubezpieczenia pozostają te same. I tak dla ujęcia i odprowadzenia wydobywającej się wody, z odkrytych na skarpie źródlisk, urządza się zbiorniki wypełnione zwirem, w sposób już opisany. Zbiorniki takie mogą być, albo dla każdej warstwy sączącej wodą osobno urządzone, albo jeśli warstwy te są do siebie zbliżone, wystarcza jeden zbiornik ogólny, zbudowany pod najniższą warstwą sączącą. Oprócz urządzenia w ten sposób od

pływu wody, przy skarpach wykopów w piaskach wodonośnych, prawie zawsze okazuje się potrzeba pokrycia powierzchni brukiem, darniowaniem, lub wreszcie warstwą ziemi urodzajnej.

Wszystkie te sposoby ubezpieczeń, któreśmy dotąd opisali, mogą się jednak okazać niedostatecznemi, jeśli na skarpach wykopu okażą się pokłady ślizgające. Układ geologiczny gruntu mogący być przyczyną, ślizgania i obsuwania się warstw wyższych, opisaliśmy już poprzednio. Polega on na tem, iż jeżeli wierzchnie warstwy gruntu naturalnego przepuszczalne spoczywają na pokładzie gliny, lub iłu, woda przesiąkająca rozmiękcza tę glinę i czyni ją śliską. Jeżeli przy tem pokłady gruntu naturalnego są tak ułożone, iż mają nachylenie skierowane ku wykopowi, rozmiękczony pokład gliny, staje się pokładem ślizgającym i cała masa ziemi po nad nim położonej, pod działaniem siły ciężkości obsuwa się, czyli ślizga po glinie. Samo wykonanie wykopu w takich warunkach, psuje równowagę, ziemia bowiem usunięta z wykopu, w stanie naturalnym stawiała opór naciskowi tej obsuwającej się masy, po wykonaniu zaś wykopu, opór ten jest usuniętym i wszystko co się nad podkładem ślizgającym znajduje, obsuwa się ku wykopowi. Zabezpieczenie w takich przypadkach polega na urządzeniu sztucznego oporu, którego przeznaczeniem jest zastąpić opór naturalny, jaki stawiała ziemia wydobyta z wykopu. Mury podtrzymujące, opisane w paragrafie 77., mogą w takim przypadku z korzyścią być użyte, niekoniecznie jednak mur taki, od spodu skarpy potrzebuje być wyprowadzony. Przeciwnie, jeśli pokład ślizgający znajduje się w pewnej wysokości po nad spodem wykopu, można fundament muru umieścić na skarpie, poniżej pokładu ślizgającego (Fig. 90).

Czasami w takich wypadkach, można zastąpić mur podtrzymujący *wałem oporowym*, z ziemi ścisłej i dobrze ubitej wykonanym. Wał taki urządza się na skarpie w ten sposób, aby podstawa jego AB' (Fig. 91) spotykała się w punkcie A to jest na skarpie, z przedłużeniem linii ślizgającej AB. Podstawa wału powinna mieć nachylenie, w kierunku przeciwnym względem skarpy od 0,10 do 0,15 na 1 metr wynoszące. Skarpa wału może być dosyć ostra *np.* $1^1/_4$ wysokości na 1 podstawy. Po za wałem, od strony skarpy powinien być umieszczony zbiornik DB' wypełniony zwirem, który odprowadza wody, po za wałem się zbierające, do poprzecznych rynsztoków, a następnie do rowów wykopu. Zbiornik ten powinien być starannie wykonany i utrzymywany, głównym bowiem warunkiem użyteczności i trwałości wału oporowego, jest uchronienie go od wpływu wilgoci i niszczącego działania wód zaskórnych.

Jeżeli nachylenie linii ślizgającej jest znaczne *np.* 5° wynoszące, wówczas należy podstawie wału oporowego nadać kształt wycięty we wschody (Fig. 92). Płaszczyzny *AE* i *GB'* stanowiące podstawę wału, powinny mieć nachylenie ku skarpie zwrócone.

Jeżeli na jednej skarpie, znajdują się dwa, lub więcej pokładów ślizgających, wówczas można dla każdego z osobna urządzać oddzielny wał oporowy, lub też jeden wielki, dla wszystkich pokładów wspólny. Ten ostatni środek najczęściej się używa; jeżeli jednak pokłady ślizgające znacznie są od siebie oddalone, dla oszczędności można dla każdego z nich oddzielne urządzać wały.

§. 81.

Często zdarzają się wykopy ze skarpami z dobrej ziemi, lecz z dnem gliniastym. Wada ta, zwłaszcza jeśli spadki rowów nie są dostateczne, może się stać powodem wielkiego zniszczenia kolei. Glina bowiem rozmiękła ustępuje pod naciskiem podkładów i po ich bokach tworzy podwyższenia (Fig. 93), miesza się z balastem, a przez to stawiając przeszkody odpływowi wód, coraz większe szerzy zniszczenie. Jedynym środkiem zapobiegającym w takich przypadkach, jest dokładne osuszenie dna wykopu, co w następujący osiągnąć można sposób. Pogłębia się wykop o $0^m,25$ w ten sposób, aby środek platformy był po nad jej brzegi wzniesiony, to jest aby od środka ku rowom, zachowany był spadek przynajmniej, 0,02 na 1 metr, wynoszący. W miejsce usuniętej ziemi, rozścieła się równej grubości warstwa grubego piasku, lub zwiru. W tej warszcie urządza się dreny, a raczej rowki *p p p* poczynające się od środka i ukośnie ku rowom idące (Fig. 94 i 95) mniej więcej pod kątem 45° wynoszącym. Rowki te wypełnia się czystym grubym zwirem, lub kamieniem grubotłuczonym i układanym rękami. Wreszcie jeśliby położenie nie pozwalało nadać rowom bocznym dostatecznego spadku, urządza się obok nich dwa podłużne dreny, w ten sam sposób kamieniem wypełnione. Drenom tym nadaje się potrzebny spadek podłużny i odprowadza za ich pomocą, wodę na zewnątrz wykopu. Tym sposobem osuszona platforma z łatwością znosi ciśnienie podkładów, czyli przechodzących po nich pociągów.

§. 82.

Rozpoznaliśmy kolejno wszystkie, najczęściej napotykane przyczyny uszkodzenia robót ziemnych w wykopach i na każdy z tych wypadków podaliśmy środki zaradcze, obecnie przychodzi nam zastanowić się nad uszkodzeniami, jakim nasypy podlegać mogą.

Wiemy już z poprzedniego, iż większe nasypy ulegają zawsze osiadaniu, które stosownie do rodzaju ziemi na nasyp użytej, może być większe, lub mniejsze. Jako środek zaradczy wskazaliśmy, wykonanie nasypów z nadaniem im, nieco większej w koronie szerokości i wysokości i dopiero po pewnym czasie, kiedy już osiadanie zupełnie ustało, dopełnienie, w razie potrzeby, nowym dowozem ziemi, do zamierzonej wysokości. Czasami wykonywa się nasypy, nadając im od razu wysokość o tyle powiększoną, o ile spodziewać się można jej zmniejszenia przez osiadanie. Środek ten nie uwalnia od konieczności uregulowania nasypu, po pewnym przeciągu czasu. Osiadanie nie może być zupełnie jednostajnem, przed układaniem przeto szyn, trzeba platformę wyrównać i do zamierzonej doprowadzić wysokości.

Inne wszelkie uszkodzenia nasypów z następujących mogą pochodzić przyczyn:

1. Nachylenie gruntu, na którym nasyp ma być wykonany
2. Gatunek ziemi, na której wspierać się ma nasyp.
3. Gatunek ziemi na nasyp użyć się mającej.
4. Szkodliwy wpływ wody.

Nad wszystkiemi temi przyczynami uszkodzeń nasypów kolejno zastanawiać się będziemy, podając na każdy wypadek odpowiednie środki zaradcze.

Co do 1. Zbudowanie nasypu na gruncie pochyłym pociąga za sobą obsuwanie się, ślizganie po powierzchni gruntu naturalnego, całej masy ziemi nasypanej, jeśli przy wykonaniu nasypu nie zostały zachowane odpowiednie środki ostrożności. Zabezpieczanie się od podobnych skutków jest łatwem, wystarcza tu bowiem, aby przed rozpoczęciem nasypu, na gruncie, który ma mu służyć za podstawę, powycinać wschody w sposób na figurze 97. wskazany, z nachyleniem ku środkowi nasypu skierowanem. Ziemia ztąd pochodząca może być zaraz użyta, na usypanie wału oporowego, lub oddzielnych co kilka metrów położonych oporów. Wały, lub opory powinny być mocno warstwami cienkiemi ubijane. Dla utrzymania tej części w suchości i nadania jej dosyć wytrzymałości, aby naciskowi całego nasypu, opór stawić była w stanie. Należy po za nią urządzić zbiornik *ab*, (Fig. 97) który wszystkie wody spływające doń, z dalszych części nasypu, przejmuje i za pośrednictwem poprzecznych kanałów, lub rynsztoków, na bok odprowadza. Ten sposób ubezpieczenia nasypu może być również zastosowany w przypadku, jeśli wierzchnia warstwa gruntu naturalnego, z natury swej przepuszczalna spoczywa na pokładzie pochyłym i ślizgającym. Wówczas spód wału, lub pojedynczych oporów, powinien być oparty na pokładzie, ślizgającym

należy zatem górną warstwę odkopać i ubezpieczenie, aż do pokładu stałego zapuścić (Fig. 98).

Co do 2. Jeżeli wierzchnia warstwa gruntu, na którym nasyp jest wykonany, nie ma dostatecznej wytrzymałości, w pewnej zaś głębokości, znajduje się pokład stały, wówczas nasyp osiada dopóty, dopóki oparłszy się na stałym pokładzie, nie dojdzie do równowagi. Pokład górny ustępując pod naciskiem nasypu, zwykle w takim przypadku wznosi się po jego bokach (Fig. 99.) Ażeby przeszkodzić takiemu osiadaniu, należy wzdymające się części gruntu na bokach, tak obciążyć, aby nasyp w równowadze utrzymać mogły. W tym celu sypie się, po obu stronach nasypu, wały *CC* (Fig. 100).

Jeżeli nasyp osiada, nie podnosząc ziemi po bokach, często dostatecznem będzie, w miarę osiadania, dopełniać go nowym dowozem ziemi. Czasem osiadanie nasypu, na takim gruncie opartego, jest bardzo znaczne, kilka nawet metrów wynoszące, skoro jednak nasyp, w ten sposób dopełniony, dojdzie raz do ustalenia się i przestanie osiadać, wówczas nowych uszkodzeń, już się obawiać nie potrzeba.

Inne sposoby, których użyć można, w przypadku konieczności zbudowania nasypu na gruncie ugniatającym się i ustępującym pod ciężarem są: Osuszenie gruntu różnemi używanemi sposobami; Wydobycie i odrzucenie na bok warstwy ugniatającej się *np.* torfu i t. p., i oparcie nasypu na stałym pokładzie; ustalenie podstawy za pomocą faszyn, pali, albo studni sięgających do pokładu stałego i wypełnionych ziemią i kamieniami, nie ustępującemi pod naciskiem; rozszerzenie podstawy nasypu, z nadaniem skarpom bardzo łagodnej pochyłości, i t. d.

Jako przykład przełamania tego rodzaju trudności, może służyć kolej z Liverpol do Manchester. Linia ta przechodzi przez bagna torfowiska na 7 kilometrach długości. Inżynier Jerzy Stephenson przeprowadził przez te bagna kolej, częścią w nasypie, częścią na wysokości gruntu naturalnego, a częścią nawet w wykopie. Grubość warstwy torfowej wynosiła miejscami, do 12 metrów. — Na częściach, na których miały być wykonane nasypy, zaczęto robotę od wybicia dwóch wielkich bocznych rowów, 4 do 5 metrów szerokości mających. Pomiędzy temi rowami wykonano nasyp z dowożonej ziemi. Nasyp ten dopełniano w miarę, jak osiadał, tak, iż wyszło na cztery razy więcej ziemi, aniżeli obliczenie wskazywało. Na częściach, na których kolej miała być przeprowadzona, na poziomie gruntu naturalnego, oprócz dwóch podłużnych rowów, rznięto jeszcze

rowy poprzeczne, łączące dwa główne z sobą. Rowy te poprzeczne wypełniano faszynami i ziemią dobrego gatunku, i tym sposobem cała ta część drogi została osuszoną i ustaloną.

Przy wykopach wreszcie, pokopano rowy boczne na $1^m,50$ głębokości. Tym sposobem, wierzchnia warstwa bagna została osuszoną, wykonano więc na niej wykop, od $0^m,25$ do $0^m,30$ głęboki. Następnie pogłębiono rowy, i nową warstwę wykopu już osuszoną uprzątnięto, postępując w ten sposób aż do dojścia do zamierzonej głębokości.

Co do 3. Rodzaj ziemi na nasyp użytej, i sam sposób wykonania, mają wielki wpływ na trwałość nasypu. I tak *np.* nasypy wykonywane z ziemi dowożonej wagonami, zazwyczaj większym ulegają uszkodzeniom. Pochodzi to ze sposobu wykonania roboty. Najczęściej po usypanej naprzód wązkiej grobli, przechodzą wagony i zrzucają na boki przywiezioną ziemię. Tym sposobem tworzą się wewnątrz nasypu żyły, z rozmaitego gatunku ziemi złożone i idące pochyło z góry ku dołowi. Rozdział pomiędzy dwoma rodzajami ziemi stać się może łatwo, powierzchnią ślizgającą i wpłynąć na zniszczenie nasypu. Jeśli *np.* pomiędzy dwiema częściami zewnętrznemi nasypu, z gliny wykonanego, (Fig. 101) znajduje się żyła piasku, ukośnie z góry do dołu idąca, wówczas kilka deszczów ulewnych, których woda piasczystą żyłą przesiąknie, stać się może powodem zupełnego zrujnowania nasypu. — Nasypy wykonane z gliny wilgotnej, również ulegają niebezpieczeństwu zawalenia się, wierzchnia bowiem ich część wysycha szybko i zamyka wewnątrz wilgoć niemogącą się ulotnić. Wilgoć ta powoli zbiera się w pewnych punktach, rozmiękcza ziemię i staje się powodem zapadania znacznych części nasypu.

Pierwszym warunkiem trwałości nasypu jest, zachowanie tej ostrożności, aby ziemia gliniasta, lub inna łatwo rozmakająca, tylko w stanie zupełnie suchym, była na nasyp używana. Często jednak przy konieczności szybkiego prowadzenia robót, ostrożności tej zachować niepodobna i dla tego należy naprzód obmyśleć środki zapobiegające, wydarzyć się mogącym uszkodzeniom. W ogóle, jeśli tylko miejscowe okoliczności na to pozwalają, większe nasypy nigdy całkowicie z gliny samej nie powinny być wykonane. Środek nasypu z gliny, okryty ze wszystkich stron ziemią dobrego gatunku (Fig. 102) daje nasyp trwały. Grubość jednak takiego okrycia tym

większą być powinna, im glina, lub ił, na wewnętrzną część nasypu użyta, gorszego jest gatunku. Przy wykonywaniu nasypu z ziemi wydobytej z rowów bocznych, czyli pożyczki, zdarza się czasem, iż wierzchnia warstwa kopać się mającej ziemi jest dobrego gatunku, głębiej zaś natrafiają się pokłady gliny, lub iłu, w takim razie przy wykonaniu roboty zwykłym porządkiem, dobra ziemia dostałaby się na spód i w środek nasypu, wierzch zaś byłby pokryty gliną, co musiałoby cały nasyp, na konieczne narazić uszkodzenia. Dla uniknienia tej niedogodności, należy wierzchnią warstwę ziemi odrzucić na bok, następnie wykonać nasyp z warstw niższych, w końcu pokryć go w sposób powyżej opisany, ziemią poprzednio na bok odrzuconą.

W razie braku ziemi dobrej, któraby na pokrycie nasypu z gliny wykonanego użytą być mogła, można co kilka, lub kilkanaście metrów, urządzać zbiorniki wypełnione kamieniem, zagłębione w nasyp i idące od góry skarp, do dołu. Zbiorniki takie odprowadzają wodę wydobywającą się z wnętrza nasypu, i zwiększają przez to jego wytrzymałość, nadto swoim oporem utrzymują go w nadanym mu kształcie.

Drenowanie nasypów jest także środkiem, w podobnych przypadkach z korzyścią użyć się dającym. Figura 103 przedstawia rury drenowe u spodu nasypu prostopadle do jego osi, i z nachyleniem na zewnątrz nasypu, urządzone. Odległość drenów przy bardzo złym gatunku ziemi, powinna wynosić około 5 metrów, przy lepszej ziemi zwiększyć ją można do 10, a nawet 15 metrów.

Zamiast drenowania rurami używa się czasem drenowania faszynowego, którego wzór przedstawiony jest na figurze 104. W takim razie w pewnej głębokości, równolegle do pochyłości skarp układa się obok siebie dwie kiszki faszynowe, wypełnione wewnątrz zwirem. Na dwóch tych faszynach umieszcza się trzecią, w ten sam sposób przygotowaną, i cały tak urządzony dren, pokrywa dobrze ubitą ziemią. Spód drenu powinien być odprowadzony na zewnątrz nasypu, w sposób na figurze 104 wskazany.

Drenowanie opisane powyżej, tak za pomocą rur, jakoteż i faszyn, rzadko używa się przy wykonaniu nowych nasypów, inne bowiem podane już, sposoby ubezpieczeń, pozwalają w mniej kosztowny sposób, osiągnąć cel zamierzony, drenowan.e jednak jest

jednym z najskuteczniejszych środków naprawy i ustalenia wykonanych bez należytych ostrożności i psujących się nasypów.

Co do 4. Woda tak zbierająca się wewnątrz nasypów, jak i oblewająca je zewnątrz, szkodliwy wpływ na ich trwałość wywiera. Przeciw działaniu wód wewnętrznych podaliśmy już zaradcze środki, pozostaje nam jeszcze wspomnieć o ubezpieczeniu nasypów od uszkodzeń, jakie wywoływać może woda, na zewnątrz ich stojąca, lub przepływająca. Jeżeli położenie gruntu jest takie, iż nasypu od stałego, lub czasami powtarzającego się oblewania wodą, przez jej odprowadzenie ochronić niepodobna, należy skarpy, wystawione na działanie wody ubezpieczyć, bądź odarniowaniem, bądź całkowitem obrukowaniem, bądź wreszcie, obrukowaniem pewnego pasa położonego na wysokości, do której woda dochodzi, w razie zalewu. Ten ostatni sposób wskazany na figurze 105, wystarczającym jest do ubezpieczenia nasypów, od działania wód stojących, lub wolnym płynących biegiem. Nasypy wystawione na działanie, choćby czasowe, wód bystro płynących, powinny być w całej wysokości, aż po nad najwyższy stan zalewów, z wielką starannością obrukowane. Jeżeli wreszcie woda, bystro płynąca, ciągle lub w przerwach, lecz przez dłuższy przeciąg czasu trwających, jak *np.* przy wylewach rzek, oblewa skarpy nasypu, wówczas koniecznem się staje, zbudowanie murów podtrzymujących, których wysokość po nad najwyższe wody przynajmniej o $0^m,50$ sięgać powinna. Mury podtrzymujące, również stają się koniecznemi, jeżeli nasyp przechodzi przez miejsce ścieśnione *np.* w bliskości budynków, wąwozu, lub rzeki tak, iż niema dostatecznej szerokości na zbudowanie skarp, zwyczajne mających nachylenie. W takim razie zbudować należy mur podtrzymujący, który wedle potrzeby sięgać może swą wysokością albo aż do korony nasypu, albo zastępywać tę część skarpy, dla pomieszczenia której okazał się brak miejsca. Sięga on wtedy tylko do pewnej wysokości, po nad którą skarpa ze zwykłem nachyleniem może już być wykonaną. Kształt takiego muru podtrzymującego, jest taki sam, jak murów podtrzymujących prostych, w wykopach. (Fig. 77.) Wymiary jednak murów podtrzymujących w nasypach muszą być nieco mocniejsze, jak w wykopach, mury te bowiem są przeznaczone do stawiania oporu ziemi świeżo nasypanej, a zatem większy nacisk wywierającej. Poniżej umieszczona tablica ułożona w podobny sposób, jak dla wykopów, daje grubości murów podtrzymujących u góry na rozmaite wysokości. Grubość u dołu łatwo już obliczoną być mo

Tablica podająca grubość murów podtrzymujących u góry [nasypy.]

Wysokość muru	Wysokość skarpy nasypu po nad murem się znajdującej wyrażona w metrach								
	0–3	3–6	6–9	9–12	12–15	15–18	18–21	21–24	24–27
	Grubość murów w górze								
1.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
1.50	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67
2.00	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79
2.50	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88
3.00	0.98	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3.50	1.12	1.16	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17
4.00	1.23	1.28	1.32	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33
4.50	1.35	1.45	1.48	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
5.00	1.48	1.58	1.65	1.67	1.67	1 67	1.67	1.67	1.67
5.50	1.57	1.68	1.76	1.81	1.83	1.83	1.83	1.83	1.83
6.00	1.69	1.82	1.92	1.98	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
6.50	1.77	1.92	2.03	2.11	2.15	2.17	2.17	2.17	2.17
7.00	1.89	2.05	2.17	2.26	2.31	2.33	2.33	2.33	2.33
7.50	1.97	2.13	2.26	2 37	2.44	2.49	2.50	2.50	2.50
8.00	2.08	2.26	2.41	2.52	2.60	2.65	2.67	2.67	2.67
8.50	2.17	2.34	2.49	2.61	2.71	2.78	2.82	2.83	2.83
9.00	2.27	2.47	2.63	2.76	2.86	2.94	2.98	3.00	3.00
9.50	2.38	2.59	2.77	2.91	3.03	3.11	3.15	3.17	3.17
10.00	2.46	2.66	2.84	2.99	3.11	3.21	3.28	3.52	3.33

Skarpy nasypów ubezpieczają się także czasami od działania wód za pomocą faszyn. Ten jednak rodzaj ubezpieczenia jedynie wtenczas jest trwałym i z korzyścią użytym być może, jeżeli w okolicy znajduje się łozina, która użyta na faszyny, zwłaszcza w miejscach, na ciągłą wystawionych wilgoć, rozrasta się i stanowczo skarpy ustala.

§. 83.

Oprócz powyżej opisanych sposobów ubezpieczeń skarp, tak wykopów, jak nasypów, używa się jeszcze w bardzo obszernych rozmiarach obsiewania, lub obsadzania, co jest jednym z najmniej kosztownych, a częstokroć najskuteczniejszych sposobów, ochronienia skarp od wpływów atmosferycznych. Najczęściej skarpy obsiewają się nasionami rozmaitych traw, których korzenie ustalają ziemię, i przeszkadzają jej rozkruszaniu, obsypywaniu się i unoszeniu jej części, przez wodę deszczową, spływającą po skarpach.

Nasypy jak to już widzieliśmy poprzednio, powinny o ile możności mieć skarpy, pokryte ziemią urodzajną, obsiewanie więc takich skarp, żadnej nie ulega trudności. Jeśli jednak na skarpach, bądź nasypów, bądź wykopów, znajduje się ziemia jałowa i bezpłodna, wówczas, chcąc zastosować sposób ten ubezpieczenia, należy skarpy okryć warstwą ziemi rodzajnej, od 10 do 15 centymetrów grubą. — W razie, jeśli ziemia ns skarpach jest odpowiednią, należy tylko jej powierzchnię wzruszyć motykami, a po zasianiu ugrabić, urównać, a jeśli można uwalcować.

Ważną jest rzeczą, wybór odpowiedniego gatunku nasienia. Wybór ten zależy od rodzaju ziemi, na której zasiew ma być wykonany. Rozmaite rodzaje rejgrasu, trawa St. Tymoteusza, lucerna, koniczyna, esparceta, użyte oddzielnie, lub pomieszane z sobą, są trawami, do obsiewania skarp najodpowiedniejszemi. Piasczyste i łatwo obsypujące się skarpy, obsiewać można perzem, który puszczając wielką ilość korzeni, szybciej od innych gatunków traw, nadaje ziemi potrzebną jej scisłość.

§. 84.

Skarpy, zwłaszcza wykonane z ziemi tego rodzaju, na której zasiewem traw, ubezpieczenie od uszkodzeń osiągniętem być nie może, obsiewają się, lub obsadzają rozmaitego rodzaju drzewami. — Grunta wapienne i piasczyste, do tego sposobu ubezpieczenia są najodpowiedniejszemi. Wszystkie prawie gatunki drzew w lasach naszych rosnące, do plantacyi takich użytemi być mogą, prócz tego, platany, kasztany dzikie, akacye, a szczególniej te ostatnie, jako szybko i bujnie rosnące, na polecenie zasługują. Przeciwnie topole najczęściej nad drogami naszemi sadzone, powinny być zupełnie wyłączone z pomiędzy drzew, mających ozdabiać i ochraniać koleje żelazne i drogi, są one bowiem zbiorowiskiem owadów, tak dla kolei, jak i dla przyległych pól, szkodliwych, a nadto dają drzewo, żadnej prawie nie mające wartości.

Nastręczające się tu pytanie, który z dwóch sposobów, to jest obsiewanie, czy obsadzanie drzewami skarp, jest dogodniejszym, stanowczo rozwiązanem być nie może. I tak niektóre rodzaje drzew, a przedewszystkiem drzewa iglaste, z trudnością się przyjmują po przesadzeniu, chcąc więc mieć tego rodzaju drzewa, lepiej jest użyć sposobu zasiewania. Przy drzewach liściowych, jeśli chodzi o to, aby w jak najprędszym czasie, zagajniki mogły dosięgnąć pewnego stopnia rozwinięcia, sadzenie staje się dogodniejszem, do sadzenia bowiem bierze się drzewka przynajmniej dwa lata mające,

o te dwa lata zatem, osiągnięcie zamierzonego skutku przyspieszonem będzie. Wreszcie wybór, jednego z tych dwóch sposobów, zależeć musi także od większej, lub mniejszej pochyłości gruntu, na którym plantacya ma być zaprowadzona. Ostro nachylone skarpy, odpowiedniejszemi są do zasiewu, płaszczyzny zaś lekko nachylone, lub poziome, z korzyścią obsadzonemi być mogą.

Zasiew może być wykonany nieregularnym rzutem, w rzędy, lub wreszcie w przygotowane na ten cel dołki. Pierwszy z tych trzech sposobów, rzadko udaje się pomyślnie, nasienie bowiem, w ten sposób rzucone w ziemię, przez zagrabienie, zbyt cienko ziemią bywa przykryte, młode więc rośliny, najczęściej wysychają wprzód, nim głębiej zapuszczą swe korzenie.

Zasiew w dołki lepiej zazwyczaj udaje się od powyżej opisanego. Dołki głębokości od 6 do 8 centymetrów a na $0^m,50$ od siebie odległe, urządzają się w rzędy, pomiędzy któremi również około $0^m,50$ odległości, pozostawione być winno. Dołki jednego rzędu powinny przypadać na środek odległości między dołkami dwóch rzędów sąsiednich. W każdy tak przygotowany dołek rzuca się kilka ziarn nasienia i przykrywa ziemią z dołku wydobytą, zachowując tę ostrożność, aby dołek nawet po przykryciu przedstawiał małe zagłębienie, w którem wilgoć łatwiej się utrzymuje.

Pod zasiew w rzędy, przygotowuje się rowki idące w kierunku drogi i odległe od siebie na 1 metr, do $1^m,50$ stosownie do tego, czy skarpa większe, lub mniejsze ma nachylenie. Rowki te powinny mieć od 6 do 8 centymetrów głębokości, a około 16 centymetrów szerokości. Wydobyta z nich ziemia i darnina układa się w mały wał, od strony spadku (Fig. 106). Ziemia na spodzie rowków porusza się motyką i zasiew się w nią rzuca i zagrabia. Zasiew w rzędy zazwyczaj najlepsze daje zagajniki.

Którykolwiek z wyżej opisanych sposobów zasiewu użytym będzie, pożytecznem jest pokrycie gałęziami całej obsianej przestrzeni, przynajmniej w ciągu pierwszego roku.

§. 85.

Sadzenie drzewek bywa dwojakie: w rzędy, lub szachownicę. Do sadzenia w rzędy przygotowują się rowki mające $0^m,80$ szerokości i około $0^m,40$ głębokości. Ziemia z tych rowków wyrzuca się na stronę spadku, i formuje się z niej rodzaj wschodów, w kształcie na figurze 107 oznaczonym. Wschody te powinny mieć nachylenie skierowane w stronę skarpy, prócz tego, przy każdem drzewku od strony spadku, robi się z ziemi małe podwyższenie. Urządzenie

to ma na celu utrzymanie wilgoci, na około korzeni drzewek a nadto przedstawia tę korzyść, iż zabezpiecza do pewnego przynajmniej stopnia skarpy od uszkodzeń, wywoływanych przez spływania szybkie wód deszczowych po spadkach. Rzędy drzewek powinny być oddalone od siebie od 1^{m},50, do 2 metrów, stosownie do większej lub mniejszej pochyłości. Drzewka sadzą się w odległości około 1 metra, uważając, aby drzewka jednego rzędu, odpowiadały połowie odległości drzewek drugiego rzędu, przez co po zasadzeniu tworzy się ukośna szachownica. Przy sadzeniu należy zachować tę ostrożność, aby ziemia z wierzchniej warstwy pochodząca, dostawała się na spód rowków i przeciwnie, aby spodnie warstwy, na wierzch były wyrzucane.

Sadzenie w szachownicę mniej wymaga staranności. Dołki, w których drzewka sadzić się mają, powinny mieć średnicy około 0^{m},40, a głębokości 0^{m},30. Oddalenie ich od siebie wynosi zwykle, około 0^{m},80. Jeżeli na skarpach ziemia jest jałowa, pożytecznem jest podsypanie w każdy dołek dowiezionej umyślnie na ten cel ziemi rodzajnej. — W każdy dołek sadzi się dwa drzewka, w odległości około 10 centymetrów od siebie.

Przy sadzeniu wierzchołki młodych drzewek ucinają się. Najdogodniejszą porą do przesadzania wszystkich drzew liściowych, jest miesiąc marzec, jednakże można sadzić i w jesieni, w miesiącu listopadzie.

Dla zaprowadzenia i utrzymania w dobrym stanie plantacyi drzew, powinny być urządzone szkółki, które młodych, zdrowych flanców na każdą potrzebę dostarczą. Do sadzenia bierze się zwykle drzewka dwuletnie.

Rozdział VI.

OSUSZENIE PLATFORMY DROGI, OSUSZENIE STACYI, WAŁY ŚNIEGOWE, PRZEJAZDY, OGRODZENIA.

---

§. 86.

Wspomnieliśmy już, o zdarzającej się czasami, potrzebie ustalenia gliniastej platformy drogi, która pod wpływem wilgoci rozmaka i ustępuje pod naciskiem pokładów, szyny kolei utrzymujących.

Nad przedmiotem tym obszerniej zastanowić się nam wypada. Powierzchnia drogi powinna być, o ile możności w najsuchszym stanie utrzymana. Położenie danej miejscowości, a szczególniej rodzaj ziemi, wpływać musi przeważnie na wybór sposobu, w jaki to osuszenie najłatwiej i najoszczędniej osiągniętem być może.

Zwrócić tu musimy uwagę, iż osuszanie nasypów, tylko w wyjątkowych wypadkach może być potrzebnem, głównie więc, prawidła, które tu podajemy, znajdą zastosowanie przy wykopach, lub w miejscach, gdzie droga przeprowadzoną być ma, prawie na poziomie gruntu naturalnego. W ostatnich dwóch przypadkach, po obu stronach drogi, powinny być urządzone rowy boczne z dokładnie obliczonemi spadkami i otworzonemi w najniższych miejscach odpływami, dla odprowadzenia wody, która bezwarunkowo w rowach zatrzymywać się nie powinna. Prócz tego należy ułatwić spływanie wody, z powierzchni platformy do rowów. W tym celu, jeśli grunt platformy nie jest z natury bardzo rozmiękający, dostatecznem będzie urządzenie poprzecznych spadków, ku rowom bocznym, tak, aby oś drogi znajdowała się na wyższym, aniżeli burty poziomie. Spadki te, stosownie do natury gruntu od $0^m,01$ do $0^m,04$ na 1 metr wynosić powinny. Przy takiem urządzeniu woda deszczowa, przesiąkająca przez balast, natrafia na powierzchnię gładką, nieprzepuszczalną i nachyloną ku rowom, łatwo więc po niej odpływa.

W gruntach gliniastych i innych, łatwo rozmiękających, urządzenie powyżej opisane, nie jest dostatecznem do osuszenia drogi. W takich razach robią się zwykle rowki poprzeczne, wypełnione zwirem, lub tłuczonym kamieniem, z nachyleniem od osi drogi, ku rowom bocznym skierowanem, w sposób wskazany na figurze 108. Rowki takie urządzają się stosownie do potrzeby, w odległości wynoszącej od 5, do 20 metrów, z zachowaniem tej ostrożności, aby rowki po jednej stronie drogi położone, przypadały na połowie odległości, między rowkami drugiej strony. Głębokość ich od $0^m,15$ do $0^m,20$ wynosić powinna.

W razie niedostateczności powyższego środka, urządza się oprócz rowków poprzecznych, podłużne, przecinające się z tamtemi. (Fig. 109.) Dno tych podłużnych rowków powinno być przedzielone w połowie długości w ten sposób, aby od tego punktu, który powinien być najwyższym, dwa spadki w przeciwne strony skierowane, odprowadzały wodę do rowków poprzecznych. Rowki te równie, jak opisane poprzednio, wypełniają się zwirem.

Osuszenie platformy, za pomocą opisanych powyżej rowków, jest zupełnie dostatecznem, jeżeli wilgoć nie przenika zbyt głęboko

w ziemię, jeżeli zatem chodzi tylko o ustalenie wierzchniej warstwy. Jeżeli jednak gatunek ziemi jest taki, że można się obawiać rozmiękania grubszej warstwy, wówczas skuteczniejszem będzie osuszenie za pomocą drenowania. Dreny układają się, albo tylko poprzecznie, albo też w połączeniu z głównym drenem podłużnym, środkiem drogi przeprowadzonym. W jednym i drugim przypadku rozkład ich powinien być taki, jaki opisaliśmy powyżej przy urządzeniu rowków.

§. 87.

Osuszenie stacyi częstokroć temi samemi daje się osiągnąć sposobami, jakie podaliśmy w paragrafie poprzednim, mówiąc o osuszeniu platformy, jednakże jeżeli stacya jest obszerna, grunt gliniasty, położenie nizkie, jeżeli wreszcie znaczna liczba budynków ma się na niej znajdować, w takich razach środki te mogą się okazać niedostatecznemi. Drenowanie i w takich przypadkach, jest środkiem najskuteczniejszym, jednakże dla odpływu wód, ściągających się, rozprowadzonemi po całej stacyi rurami, urządza się zwykle kanał murowany. Kanał taki, wyjąwszy szczególnych przypadków, powinien być, o ile możności jak najprostszej budowy, i jak najmniejszego wymagać nakładu. Wzór przedstawiony na figurze 110, w największej liczbie przypadków znajdzie odpowiednie zastosowanie.

Na stacyach pierwszorzędnych, w wielkich miastach, może się okazać potrzeba urządzenia kanalizacyi systematycznej. Prawidła przedmiotu tego dotyczące, podaliśmy w dziele „O budowie dróg i mostów“, w razie więc potrzeby, czytelnik znajdzie tam potrzebne objaśnienia. Nie podajemy tu również szczegółowych objaśnień, co do sposobów urządzania i rozkładu rur drenowych, jako nienależących ściśle do przedmiotu, który nas zajmuje.

§. 88.

Wały i ochrony od zasp śniegowych. Jednocześnie z wykonaniem robót ziemnych, należy obmyśleć sposoby zabezpieczenia drogi, od zasp śniegowych, które w klimacie naszym częstokroć stają się przyczyną zupełnego przerwania ruchu na kolei. Śnieg, padający równo, choćby w największej obfitości, rzadko dochodzi do takiej grubości warstwy, aby mógł zatamować ruch pociągów, środki bowiem, które w właściwym podamy miejscu, wystarczają zwykle do odgarnięcia z szyn, pokrywającego je śniegu. Rzeczywistą przeszkodę dla ruchu na kolei, stanowią tylko zaspy śniegowe,

wiatrem naniesione i niekiedy do ogromnych sięgające rozmiarów. Nasypy są, po największej części, wolne od tej niedogodności, zaspy bowiem tworzą się tylko w takich miejscach, gdzie wiatr, napotykając na jakąś przeszkodę, część unoszonego śniegu opuszcza. Przeciwnie wykopy, są zwykle miejscem, w którem zaspy najłatwiej się gromadzą, doświadczenie uczy, iż wykopy głębokie mniej od płytkich na niedogodność tę są narażone. Te ostatnie częstokroć zupełnie bywają zasypywane, gdy tymczasem w wykopach głębokich, zwykle tylko przy wejściu gromadzą się zaspy.

Prócz tego kierunek drogi, ważną w tym względzie odgrywa rolę. Wiatr działający w kierunku osi wykopu, nie tworzy zasp w jego wnętrzu. Niebezpieczeństwo to grozi tylko, od wiatrów prostopadle, lub ukośnie względem osi wykopu skierowanych, że zaś wiatry zimowe, tworzące zaspy, zwykle w jednych, stałych wieją kierunkach, u nas wschodniopółnocnym i północnym, przeto takie tylko wykopy narażone są na zaspy, których kierunek krzyżuje się z kierunkiem tych wiatrów. Zbadanie zatem położenia wykopów i wiadomości, jakie w każdej miejscowości od mieszkańców zasięgnąć można, powinny być dostateczną wskazówką, w których miejscach, i jakie od zawiei śnieżnych urządzić należy ochrony.

§. 89.

Przy wykopach małej głębokości, nie przenoszącej 1 metra zazwyczaj dostatecznem zabezpieczeniem od zasp, będzie złagodzenie pochyłości skarp, tak aby na 1 wysokości 4 lub 5 nadać im podstawy. W takim przypadku, od strony panującego wiatru, urządza się u góry skarpy małe podwyższenie w sposób na figurze 111 wskazany Przy takiem urządzeniu lekkie zagłębienie, w jakie wykop zostanie zamieniony, nie przedstawia dostatecznego oporu wiatrom, które z łatwością, unoszony przez siebie śnieg, dalej pędzić mogą.

W razie niedostateczności powyżej podanego środka, co może mieć miejsce, przy wykopach bardzo wystawionych na działanie wiatrów, urządza się na skarpie, od strony wiatru ławę, czyli wschód, od 2 do 4 metrów szerokości, prócz tego, od tej samej strony w odległości kilku metrów, od górnej krawędzi skarpy, sypie się wał na 1 metr lub $1^m,50$ wysoki, w kierunku równoległym do wykopu. Tym sposobem oprócz rozszerzenia wykopu, utworzą się w całej jego długości, dwie powierzchnie poziome, na których śnieg przeniesiony górą, po nad ochronnym wałem, z łatwością się zatrzymywać będzie, przez co sama kolej od zasypania zostanie ochronioną.

Zamiast wałów używa się czasami parkanów ochronnych. Parkany takie do 2 metrów wysokie, robią się albo z desek, albo z gałęzi. Umieszcza się je równolegle do wykopu, w oddaleniu 7 do 10 metrów od górnej krawędzi skarpy. Środek ten ma tę niedogodność, iż wymaga stosunkowo dosyć kosztownego, utrzymania parkanów.

Najlepszym jednak sposobem ochronienia kolei, od zasp śniegowych, są plantacye drzew i krzewów, po nad skarpami zasadzonych. Drzewka sadzą się, albo w trzy równoległe do siebie i do wykopu rzędy, albo zasadza się pas 3 do 4 metrów szeroki, bez zachowania regularnego porządku między pojedynczemi drzewkami. Tego rodzaju żywy parkan, skoro dosięgnie 2 metrów wysokości, dostateczną przed zaspami staje się ochroną. Drzewa iglaste, nie tracące na zimę liści, najwłaściwszemi są na tego rodzaju ochrony.

§. 90.

Przejazdy. Wszystkie drogi kołowe, przecinające się z koleją, muszą być przez nią w odpowiedni sposób przeprowadzone. Trzy się tu przedstawiają przypadki, albo:

1. droga kołowa położona jest wyżej, aniżeli kolej, i w takim przypadku urządza się przejazd nad koleją.

2. Droga kołowa i kolej znajdują się na jednym i tym samym poziomie, lub przynajmniej do jednego poziomu sprowadzone być mogą i w takim razie właściwy przejazd urządzonym być może, lub wreszcie

3. Droga kołowa znajdująca się na znacznie niższym, aniżeli kolej poziomie, przeprowadza się zwykle przejazdem, pod koleją zbudowanym.

Przejazdy w pierwszym i trzecim z wymienionych powyżej przypadków, do przeprowadzenia drogi przez kolej służące, są właściwie mostami, przez które w pierwszym przypadku droga kołowa, w drugim kolej, musi być przeprowadzona. Zasady budowy mostów nie wchodzą w zakres obecnej naszej pracy, przedmiot więc ten pomijamy, odsyłając czytelnika, do dzieł wyłącznie temu rodzajowi budowy poświęconych, sami zaś obszerniej nad właściwemi przejazdami (passages à niveau), zastanowić się zamierzamy.

§. 91.

Droga kołowa przecinać się może z koleją, albo pod kątem prostym, albo też ukośnie. W pierwszym z tych dwóch przypadków przejazd, lub most w najdogodniejszych zbudowany być może warunkach i zazwyczaj o wiele mniej, od ukośnego, wymaga wydatków.

W drugim zwrócić trzeba uwagę, na rozwartość kąta, pod którym przecinają się dwie drogi. Kąt zbyt mały jest niedogodnym, tak dla budowy mostów, jak i właściwych przejazdów, zazwyczaj więc jeśli kąt przecięcia mniej niż 45° wynosi, kierunek drogi kołowej zmienia się w ten sposób, aby przecięcie dwóch dróg, albo pod kątem prostym, albo przynajmniej pod kątem większym, niż 45° następować mogło.

Częstokroć dwie, lub więcej dróg kołowych w blizkości siebie przecinają linię kolei. W takim przypadku obiera się jednę z nich najważniejszą, lub w środku położoną, i urządza się dla niej przejazd, pozostałe zaś zwraca się tak, aby je do tego samego doprowadzić przejazdu. Takie odwrócenie najczęściej urządza się w ten sposób, iż droga, którą odwrócić zamierzamy pozostaje przy dawnym kierunku, aż do punktu, w którym się spotyka z koleją, następnie zwraca się ją równolegle do kolei i doprowadza w ten sposób do przejazdu (Fig. 112).

Przy wypracowaniu projektu kolei zastanowić się najprzód wypada, który z trzech wyliczonych powyżej sposobów przeprowadzenia drogi przez linię, najkorzystniejszym się okaże. Jako zasadę przyjąć można, iż przy spotkaniu wielkich linii kolei, na których można się spodziewać znacznego ruchu pociągów, z drogami bardzo uczęszczanemi, należy ile możności unikać urządzania przejazdów właściwych (passages à niveau), często bowiem przechodzące pociągi, tamują ruch na drodze, i stać się mogą, przy najmniejszej nieostrożności, powodem przypadków zagrażających życiu podróżnych. Zasada ta na całym przebiegu znaczniejszej linii ściśle zachowaną być nie może, często bowiem zastąpienie przejazdu mostem, pod, lub nad koleją zbudowanym, zbyt wielkich wymagałoby kosztów, są jednak miejsca, jak np. ulice miast i przedmieść, przez kolej przecinanych, na których pod żadnym warunkiem, przejazdy zwykłe urządzane być nie powinny.*)

*) Smutny przykład odstąpienia od tej zasady, daje we Lwowie, kolej Brodzka, przecinająca zwykłym przejazdem jedną z ulic najbardziej uczęszczanych, wówczas kiedy urządzenie w tem miejscu przejazdu pod koleją, jakkolwiek nieco kosztowniejsze z łatwością jednak wykonane być mogło. Jest to dowód nadzwyczaj małej dbałości o wygodę i bezpieczeństwo publiczne, ze strony kompanii kolejowej i nie wytłomaczonego niedbalstwa ze strony władz rządowych, do których czu-

Linie kolei drugorzędnych, po których stosunkowo niewielka liczba pociągów przechodzić może, nie przedstawiają podobnej niedogodności. Na takich liniach, nie tylko nie ma potrzeby unikania przejazdów zwykłych, lecz przeciwnie najczęściej są one najkorzystniejszym sposobem przeprowadzenia drogi przez kolej. Porównawcze obliczenie kosztów w każdym danym wypadku, wskaże zawsze, który z dwóch środków jest korzystniejszym. Zwrócić tu jednak należy uwagę na tę okoliczność, iż przejazd zwykły wymaga bardzo często utrzymania stałego dozorcy, należy zatem w takim razie do kosztu urządzenia przejazdu, dołączyć skapitalizowany wydatek na utrzymanie dozorcy, i koszt budowy domku. W ten dopiero sposób otrzymana suma wykaże rzeczywisty koszt urządzenia przejazdu, który z kosztem budowy mostu porównanym być może. Rozumie się samo przez się, iż w razie jeżeli droga przecina kolej w bliskości domku dróżniczego, jeśli zatem obsługa przejazdu nie wymaga, ani utrzymania osobnego dróżnika, ani budowy oddzielnego domku, urządzenie przejazdu właściwego (passage à niveau) zawsze będzie korzystniejszem, aniżeli zbudowanie mostu.

§. 92.

Powiedzieliśmy już poprzednio, że urządzenie przejazdu zwykłego nie przedstawia trudności, jeżeli kolej i droga kołowa na jednym i tym samym znajdować się mają poziomie, często jednak warunki, które zachowane być muszą przy wypracowaniu projektu, nie dozwalają doprowadzić kolei, w punkcie przejścia przez drogę do poziomu tej ostatniej. Wówczas dwa mogą się przedstawić wypadki:

a) kolej na nasypie,

b) kolej w wykopie.

W jednym i drugim wypadku, dla urządzenia przejazdu, droga do poziomu kolei doprowadzoną być musi, w pierwszym więc razie robi się dla drogi nasyp, powolnym spadkiem drogę do wysokości kolei doprowadzający, w drugim wykop. W jednym i drugim przypadku część drogi przechodząca przez samą kolej, powinna być poziomą i znajdować się na wysokości górnej części szyn kolei.

---

wanie nad bezpieczeństwem ogółu należy. Niedogodności przejazdu, o którym mówimy, dziś już bardzo dotkliwe, niewątpliwie ze wzrostem miasta i spodziewanem rozwinięciem ruchu na kolei, zwiększą się jeszcze, i może z czasem zmuszą do obmyślenia zaradczych, lecz zarazem i bardzo kosztownych środków usunięcia tej niedogodności.

Część pozioma drogi przedłużoną być musi po obu stronach kolei przynajmniej na 12 metrów, a to w celu, aby wozy zatrzymane przed przejazdem z powodu nadchodzącego pociągu, wygodne na drodze, zupełnie poziomej, znaleźć mogły pomieszczenie. Po obu stronach tej części poziomej, urządza się łagodne spadki dla doprowadzenia drogi do jej naturalnego poziomu. Spadki te w żadnym wypadku nie powinny być większe nad $0^m,05$ na $1^m,00$, przy spadkach bowiem ostrzejszych w dół idących, trudno byłoby w razie potrzeby przed przejazdem wóz zatrzymać; przy spadkach zaś w górę idących, wozy ciężkie mogłyby się zatrzymywać i być wystawione na niebezpieczeństwo.

Droga w przejściu swem przez kolej, a zwłaszcza pomiędzy szynami, powinna być brukowana, dalej zaś po obu stronach makademizowana i starannie utrzymana, tak dla ułatwienia przechodu wozów, jakoteż dla uchronienia kolei od zanieczyszczenia błotem, z drogi przez koła nanoszonem.

Figury 113 i 114 przedstawiają profile podłużne gruntu naturalnego w kierunku obu dróg przeprowadzonych przejazdem przez kolej. Figury zaś 115 i 116 takież profile poprzeczne. Na tak zdjętych profilach gruntu naturalnego narysowany być winien projekt kolorem czerwonym, z czem już czytelnik na zasadzie podanych powyżej wiadomości, powinien być obzajomiony.

Przy znaczniejszych przejazdach zwykle buduje się domek dla dozorcy, (Fig. 112 i 117), który stale przejazdu dogląda, obowiązany jest przed nadejściem pociągu bramę zamykać i w tym czasie żadnego przejeżdżania, lub przechodzenia nie dozwalać. Przy mniej ważnych przejazdach, obowiązek zamykania i otwierania rogatki ciąży na najbliższym dróżniku, który tej czynności dopełnia za pomocą stosownego mechanizmu, nie odchodząc ze swego miejsca, w takich więc razach, domek przy przejeździe nie jest potrzebnym (Fig. 118). Prócz tego czasami urządza się przechody dla pieszych (Fig. 119) w podobny, jak przejazdy sposób.

Przy przejazdach, dla bezpieczeństwa pociągów, dają się szyny podwójne (przeciw szyny) urządzone w sposób, który w właściwem miejscu szczegółowo będzie opisany.

Poziom drogi powinien, jakeśmy to już powiedzieli, znajdować się na równi z poziomem górnej części szyn, ztąd wynika potrzeba odpowiedniego zastosowania przecięć skarp drogi, ze skarpami balastu, z ławą i skarpami kolei. Całe to urządzenie z oznaczeniem przecięć przedstawione jest na figurach 112, 117, 118 i 119.

Stosowne ogrodzenie i wrota, lub rogatki powinny przystęp do przejazdu otaczać, tak aby w danej chwili wszelkie przechodzenie przez kolej, z łatwością mogło być przecięte, i aby ogrodzenia po bokach obchodzić nie było można.

§. 93.

Ogrodzenia linii i stacyi. Linie kolei zwłaszcza te, na których ruch pociągów jest dosyć ożywiony, powinny być w całej swej długości ogrodzone. Ogrodzenie to ma na celu niedopuszczanie dowolnego przechodzenia przez linię ludzi, i bydła pasącego się po polach i zabezpiecza publiczność od nieuniknionych wypadków, a kolej od uszkodzeń. Najdogodniejszem i najmniej kosztownem przy utrzymaniu ogrodzeniem, są żywe płoty. Cierń, głóg, cierń wirgiński, grab, leszczyna itp. rodzaje drzew i krzewów, w klimacie naszym korzystnie na żywe płoty użytemi być mogą. Ogrodzenia tego rodzaju umieszczają się mniej więcej o $0^m,50$ od granicy zajętego przez kolej gruntu (Fig. 120). Sadzenie w jesieni udaje się najlepiej i wykonywa się w sposób następujący. W lecie kopie się rowek podłużny na $C^m,75$ głębokości i szerokości. W październiku, lub listopadzie sadzi się w rowku tym flance krzewów, w jeden, lub dwa rzędy, w odległości 7 do 10 centymetrów jedne od drugich. Korzenie przysypują się odrzuconą na bok ziemią z rowków w ten sposób, aby wierzchnia warstwa ziemi, zwykle najurodzajniejsza, w bezpośrednie zetknięcie z korzeniami przychodziła. Flance powinny być młode, zdrowe i cienkie. Grubość ich o $0^m,05$ nad ziemią, nie powinna być większą nad $0^m,005$.

Żywe płoty w ten sposób zasadzone i starannie utrzymywane o czem w właściwem miejscu mówić będziemy, zazwyczaj w trzecim roku, stanowią dostateczne dla ochrony kolei ogrodzenie.

§. 94.

W miejscach, gdzie żywe płoty udać się nie mogą i w ogóle na całej linii wprzód nim zasadzone krzewy rozrosną się dostatecznie ogrodzenie zwykłemi płotami urządzone być winno. Ogrodzenie takie powinno być, o ile możności, jak najtańsze. Słupki i dwa rzędy żerdzi przybitych, lub drutem żelaznym przywiązanych (Fig 121) zazwyczaj dostatecznem będą ogrodzeniem. W bliskości domów, lub w lasach, gdzie się zwykle pasą owce i nierogacizna, dodać można trzeci rząd żerdzi.

We Francyi, przy niektórych kolejach używają do ogrodzenia pewnego rodzaju sztachet, drutem żelaznym z sobą powiązanych.

Pręty drewniane, zazwyczaj na pół przełupywane, grubości takiej, jak zwykłe obręcze, przeplatają się cztery razy drutem żelaznym, w taki sposób, aby były jedne od drugich oddalone, mniej więcej, na 7 do 9 centymetrów. Przygotowana w fabryce tego rodzaju plecionka, dostarczoną bywa w zwojach, mających około 10 metrów długości. W miejscu, gdzie ma być urządzone ogrodzenie, wkopują słupki w odległości, mniej więcej, 2 metrów jedne od drugich. Słupki te mają wysokości $1^{m},10$ po nad ziemią i są połączone z sobą u dołu i u góry łatami. Na tak przygotowanych ramach, przytwierdza się plecionka naprzód gwoździami do słupków, a następnie przewiązkami drucianemi do łat. Figura 122 przedstawia tego rodzaju sztachety, wraz z furtką, do przechodzenia pieszych przeznaczoną. Ogrodzenie takie może być bardzo spiesznie wykonane i stosunkowo jest dosyć tanie, metr bowiem bieżący kosztuje około 80 centimów (40 centów).

§. 95.

Stacye wymagają ogrodzeń staranniejszych, wytrzymalszych i zazwyczaj ozdobniejszych od tych, któreśmy dotąd opisali. Najczęściej do tego przeznaczenia używają się sztachety z łat rzniętych a czasami i heblowanych. Figury 123, 124 i 125 podają wzory takich sztachet, najczęściej używanych. W ogóle im stacya ważniejsza, i bardziej uczęszczana, tym ogrodzenia, jak i inne jej części dogodniejszemi i ozdobniejszymi być powinny. Zresztą wzory podane przez nas, nie są wyłącznemi, projektujący więc ogrodzenia stacyi inżynier, dowolnie je zmieniać, lub innemi zastępować może.

§. 96.

Ogrodzenia przejazdów. W pobliżu przejazdów dają się zazwyczaj ogrodzenia wytrzymalsze, aniżeli w całym przebiegu linii, dla zamknięcia zaś przystępu na kolej, w chwili nadchodzenia pociągów, służą wrota rozmaitego rodzaju, lub rogatki. Wrota te stosownie do szerokości drogi i większej, lub mniejszej ilości przechodzących po niej wozów, mają zmienną szerokość 4, 6, lub 8 metrów wynoszącą. Wrota mniejszej otwartości mogą być pojedyncze, lub podwójne, większej zawsze podwójne. Figura 126 przedstawia wzór wrot pojedynczych sztachetowych, obracających się na zawiasach żelaznych, około słupka *A*. Głównym warunkiem trwałości tego rodzaju wrot, jest dokładne wzmocnienie wiązań w narożnikach, w celu zapobieżenia, aby wrota ustępując pod własnym ciężarem, nie opuszczały się ku dołowi wolnym swym końcem, i nie traciły przez

to kształtu prostokąta. Do wzmocnienia takiego, służą żelazne okucia, jako to: węgielnice *a*, *a* po rogach, pas *b* idący poziomo od zawiasy i pręty *c*, *c*, *c* przechodzące pionowo przez całą wysokość wrót i ściągane mutrami u góry umieszczonemi. Słup *A* około którego obrót się odbywa, musi być mocno osadzony, aby go ciężar wrot i częste ich poruszania nie nachyliły, lub nie zachwiały. W tym celu osadzony być winien na podwalinie i zastrzałami z czterech stron wzmocniony, w sposób wskazany na figurze. Jeśli ziemia jest ścisła, dostatecznem jest zasypanie tak umocnionego spodu słupa, i dokładne ubicie ziemi w około. Jeżeli przeciwnie ziemia nie jest dosyć wytrzymałą, spód ten obmurowuje się, w sposób wskazany na figurze 126. Słupek *B*, o który opiera się przy zamknięciu koniec wrót, powinien być również umocniony, gdy jednak słupek ten na mniejsze jest wystawiony wysilenie, wzmocnienie to w mniejszych robi się zwykle rozmiarach.

Figury 127 i 128 pod ają wzory wrot podwójnych sztacheto wych. W ogóle wrota sztachetowe są kosztowne i łatwym ulegają uszkodzeniom, należy je zatem używać jedynie przy przejazdach najważniejszych, gdy kolej przecina ulicę miejską, lub ważną i bardzo uczęszczaną drogę, pod samem miastem. W takich przypadkach dla ułatwienia przechodu pieszych, nawet w chwili, kiedy już wrota zostaną zamknięte, urządzają się zwykle boczne furtki, jak tego przykład na figurze 127 jest wskazany. Im przejazd bardziej jest uczęszczany, tym furtki tego rodzaju są potrzebniejsze, a nadto w niektórych razach, dla przeszkodzenia, aby tą drogą nie mogły się dostawać na kolej, wolno chodzące zwierzęta, np. owce, źrebięta itd. furtki urządzają się w ten sposób, aby tylko człowiek mógł z nich korzystać i aby po każdem przejściu natychmiast były zamknięte. Cel ten w rozmaity sposób może być osiągnięty. Wzór np. przedstawiony na figurze 127 polega na tem, iż furtka składa się z dwóch skrzydeł, prostopadle względem siebie na jednym osadzonych słupku. Urządzenie to, ma taki skutek, iż każdy przechodzący, otworzywszy dla przechodu jedno skrzydło, drugiem bez zwrócenia na to uwagi, przejście zamyka. Słupek powinien być na zawiasach cokolwiek pochyło umocowany, aby furtka nigdy na wpółotwartą pozostawać nie mogła, lecz po każdem przejściu własnym ciężarem dokładnie się zamykała.

Inny sposób urządzenia przechodu dla pieszych, przedstawia figura 129. Do przejścia służy tu małe wewnętrzne ogrodzenie,

z dwoma wychodami, jedną furtką na przemian zamykanemi. Przechodzący jeden z wychodów, dla przejścia otwierając, tem samem zamyka drogi.

Na tej samej zasadzie opiera się urządzenie przejścia wskazane figurą 130. Różnica polega jedynie na innym kształcie wewnętrznego ogrodzenia.

§. 97.

Przy bardzo szerokich przejazdach urządzają się czasami w miejsce wrót otwieranych, bariery odsuwane drewniane, lub żelazne. Drewniane zbyt ciężkie i trudne do poruszania, a przy tem łatwo się psujące, dziś już prawie zupełnie wyszły z użycia, przeciwnie żelazne we Francyi, coraz obszerniejsze znajdują zastosowanie.

Budowa barier żelaznych jest następująca: (Fig. 131). Wnętrze ramy z blachy $0^m,116$ szerokiej a 4, lub 5 milimetrów grubej, zapełnione jest krzyżami *a*, *a*, *a*, z narożnic (cornières) $0^m,035$ szerokich. Odległość między takiemi krzyżami nachylonemi pod 45^0 wynosi około $0^m,37$. Brzeg ramy objęty jest na około, dwiema narożnicami *bb*, tejże samej szerokości, które wzmacniają równie ramę, jak końce krzyżów i są do nich nitami przytwierdzone. Prócz tego blacha płaska *cccc* $0^m,10$ szeroka, przytwierdzona nitami do narożnic wzmacniających ramę, okala całą barierę. Cała tak zbudowana rama opiera się na dwóch kołach osadzonych w panwiach *d*, *d*, z lanego żelaza, umieszczonych u dołu. Koła te chodzą w kolei żelaznej *ee* mającej kształt litery *U* i osadzonej w przyciesi drewnianej. Kolej ta jest dwa razy dłuższą niż bariera. Dwa słupki drewniane *ff* wkopane w ziemię, ograniczają otwór, który przez barierę ma być zamykany. Trzeci podobny słupek umieszczony z jednej strony w takiej samej odległości zamyka przestrzeń, którą zajmować powinna bariera po otworzeniu. Na słupkach tych umieszczone u góry rolki, utrzymują barierę w położeniu poziomem i ułatwiają jej otwieranie i zamykanie. Bariera $8^m,50$ długości mająca, zbudowana w sposób powyżej opisany waży około 500 kilogramów, (10 centnarów).

§. 98.

Wszystkie opisane dotąd rodzaje wrót i barier są dosyć kosztowne i dla tego użycie ich tylko przy bardzo uczęszczanych

przejazdach może być właściwem. W ogóle u nas mało tego rodzaju przejazdów, najczęściej zatem wypada użyć do ich zamykania innych, prostszych i mniej kosztownych przyrządów. Jest ich kilka rodzajów.

Pierwszym z nich i najczęściej używanym są rogatki, mają one nad innemi sposobami zamykania przejazdów tę wyższość, iż mogą być zamykane i otwierane z oddalenia, że zatem przy ich użyciu, staje się zbytecznem utrzymywanie osobnego dozorcy przejazdu, dozór ten bowiem może być powierzony najbliższemu dróżnikowi, który nie oddalając się ze swego stanowiska, może rogatkę zamknąć, lub otworzyć. Urządzenie tego rodzaju rogatki przedstawione jest na figurze 132 i bliższych nie wymaga objaśnień, w razie jeśli dozorca ma mieszkanie przy samej rogatce położone. Jeśli przeciwnie zamykanie i otwieranie rogatki powierzone jest drożnikowi opodal zamieszkałemu, wówczas potrzebne jest dodanie przyrządu, do poruszania rogatki z odległego miejsca służącego. Przyrząd taki przedstawiony jest na figurze 135 w połączeniu z figurą 133. Zasadza się on na tem, iż obciążenie wystającego po za słupek końca rogatki, przeważa ją i podnosi w górę koniec przeciwny. Tym sposobem rogatka wolno pozostawiona otwiera się sama i wciąż pozostaje otwartą. Do zamknięcia rogatki służy przyrząd, o którym mówiliśmy. Jest on następujący: Do końca rogatki obciążonego, przytwierdzony jest łańcuszek. W niewielkim oddaleniu umieszczony jest słupek pionowy drewniany *a*, z blokiem żelaznym na jego wierzchu osadzonym. Opisany powyżej łańcuszek przechodzi przez ten blok i ma drugi koniec przytwierdzony do druta grubości $0^m,005$. Słupek *a* powinien być tej wysokości i tak blizko końca rogatki umieszczony, aby łańcuch w chwili gdy rogatka jest otwartą, miał położenie prawie pionowe. Drut, do którego łańcuszek jest przytwierdzony, służy do połączenia rogatki z punktem, w którym znajduje się dróżnik. Przechodzi on przez małe bloki, umieszczone na słupkach *b*, co dziesięć np. metrów w całej odległości, od siebie powkopywanych. Koniec druta znowu połączony jest z innym łańcuszkiem, który nawija się na walec *d* umieszczony na słupku *c*. Z walcem tym połączona jest korba i kółko zębate, służące do zatrzymania walca w danem położeniu przez założenie zastawki za ząb kółka. Jeśli zatem za pomocą korby nadamy obrót walcowi, łańcuszek końcowy nań się nawija, pociąga drut i drugi łańcuszek i tym sposobem, mały koniec rogatki zostaje w górę pociągnięty, większy zaś opuszcza się na dół i zamyka przystęp do

kolei. Poruszenie korby w stronę przeciwną, uwalnia koniec rogatki, który swym ciężarem opadając ku dołowi, otwiera całą rogatkę.

Dla zamknięcia obu stron przejazdu, potrzeba dwóch rogatek i tyluż przyrządów, zwykle oddzielnie poruszanych, można jednak połączyć z sobą, druty obu przyrządów, tak aby końce ich do jednego dochodziły łańcucha i jednocześnie przez obrót korby były poruszane. Przykład podobnego połączenia drutów przedstawia figura 134.

§. 99.

Inny rodzaj bariery do zamykania przejazdów służącej, przedstawiony jest na figurze 135. Bariera tego rodzaju w jednym z swych końców wystającym po za słupek, składa się z dwóch sztuk drzewa, zbitych z sobą. Pomiędzy dwiema temi sztukami drzewa, wydrążony jest otwór okrągły. Bariera założona jest w kierunku poziomym na słupek tak, iż wspomniany powyżej otwór znajduje się na wycięciu, odpowiednio na słupku przygotowanym. Wystający koniec bariery jest obciążony, przeciwny zaś, jeśli bariera jest zamknięta, opiera się na drugim słupku. Otwieranie i zamykanie odbywa się przez nadanie obrotu barierze w kierunku poziomym. Obrót ten powinien zwykle około ćwierć koła wynosić.

Prostszym jeszcze sposobem zamykania przejazdów, jest bariera zasuwana. Dwa słupki umieszczone są po obu stronach drogi, (Fig. 136) trzeci zaś znajduje się w równem, jak tamte oddaleniu po jednej stronie. We wszystkich tych słupkach znajdują się na jednej wysokości, odpowiadające sobie otwory. Bariera przesuwa się przez te otwory tak, iż raz pomiędzy dwoma pierwszemi znajdować się może, i wtedy przejazd zamyka, albo umieszczona jest pomiędzy drugim i trzecim słupkiem, i wtedy przystęp do przejazdu jest wolny.

Przy przejazdach znaczną mających szerokość, używa się czasami barier zamykanych w sposób wrot, podług wzoru przedstawionego na figurze 137. Dwa słupki w ziemię wkopane, a w razie potrzeby wzmocnione podwalinami i zastrzałami dolnemi, ograniczają szerokość przejazdu. Przy każdym z tych słupków osadzona jest na zawiasach bariera, której długość wynosi połowę szerokości przejazdu. Dla utrzymania bariery stale w kierunku poziomym, urządzone jest przy słupku wzmocnienie, razem z nią mogące się obracać na zawiasach. Wzmocnienie to składa się z listwy pionowej stale pod kątem prostym z barierą połączonej i zastrzału łączącego ukośnie też listwę z barierą i potrzymującego tę ostatnią

w jej położeniu poziomem. Końce barier opatrzone są skoblem i haczykiem, albo ryglem, aby je można było po zamknięciu bariery, utwierdzić w nadanem jej położeniu.

Najprostszy wreszcie sposób zamykania przejazdów przedstawia figura 138. Dwa słupki po obu stronach przejazdu umieszczone, z których jeden ma haczyk, a drugi skobel na wysokości bariery. Drążek opatrzony stosownem okuciem w końcach, w chwili gdy chcemy zamknąć przejazd, zakłada się na ów skobel i haczyk i stanowi barierę.

§. 100.

Którykolwiek ze sposobów, powyżej opisanych, zamykania przejazdów, użytym będzie, zawsze należy wrota, rogatkę, lub barierę, w takiem od kolei ustawić oddaleniu, aby ruchowi pociągów z żadnym razie przeszkadzać nie mogła, a zatem aby nie tylko nie stawiła przeszkody zwykłej szerokości pociągom, ale nadto, aby i przypadkowe zaczepienie zagrażać nie mogło, np. aby otwarte drzwiczki przechodzącego wagonu, nie mogły dosięgnąć bariery. Odległość 1^m,20 od brzegu zewnętrznej szyny, ściśle biorąc, jest wystarczającą i w dawniej budowanych kolejach zwykle przyjętą była, obecnie jednak dla większego bezpieczeństwa zwiększono ją na 1^m,50. Taż sama odległość zachowuje się przy umieszczaniu poręczy, mostów, w szerokości tunelów, przy stawianiu budynków i innych przedmiotów do kolei zbliżonych.

Odległość ta jednak przy rogatkach zamykanych za pomocą mechanizmu opisanego w §. 98. i działającego z oddalenia, w niektórych wypadkach może być niedostateczną zwłaszcza, gdy przeszkody naturalne, nie dozwalają dróżnikowi widzieć rogatki, którą zamyka w oddaleniu. W takim razie zdarzyć się może, iż w chwili zamykania rogatki, wóz przejeżdżający znajduje się na kolei, i z obu stron na raz zostaje zamknięty. Na taki wypadek należy mu zapewnić dostateczne dla schronienia się miejsce, co łatwo przez zwiększenie odległości rogatki od szyn na 10, lub 12 metrów osiągniętym być może.

§. 101.

Zamknięcia przejazdów umieszczają się zwykle w kierunku równoległym do szyn kolei. Jeżeli jednak przejazd ukośnie prze-

cina kolej, zwłaszcza jeśli kąt przecięcia jest ostrym, długość bariery umieszczanej równolegle do kolei, może być bardzo znaczną, zamknięcie więc także staje się i kosztownem i niedogodnem. W takim przypadku można umieścić barierę prostopadle do osi drogi kołowej, w sposób wskazany na figurze 107 tak, aby odległość jej końca bardziej do kolei zbliżonego, najmniej $1^{m},50$ wynosiła.

KONIEC TOMU I.

Dodatek.

Podaliśmy powyżej wzory wszystkich planów i rysunków, akie przy sporządzeniu projektu kolei, zazwyczaj są wymagane. Obecnie dla obznajmienia czytelnika z formą przyjętą powszechnie dla innych części projektu, załączamy tu zbiór wykazów, obliczeń i kosztorysów, które razem wzięte z wspomnianemi powyżej planami, stanowią całość projektu..

Obliczenia te i kosztorysy odnoszą się do części kolei przedstawionej na planach i profilach podanych na Tablicy: VI, VII, VIII, IX i X, czytelnik może zatem przez porównanie obliczeń z planami, usunąć wszelkie nastręczające się w szczegółach wątpliwości. Zwrócić tu jednak musimy uwagę, iż obliczenia nasze jedynie dla robót ziemnych, przeprowadziliśmy z wszelkiemi wymaganemi przy projektach szczegółami, tę bowiem tylko część robót kolejowych, szczegółowo dotąd w wykładzie naszym przedstawiliśmy. Chcąc dać wzór kosztorysu zupełnego, nie pominęliśmy i innych robót, pozostawiając jednak wszystkie szczegóły do następnego tomu, który zasady przeprowadzenia tych robót, a zatem i szczegółowe ich obliczenia i kosztorysy ma obejmować.

Kolej żelazna z N.... do N.... Nr. 1.

Sekcja od Prof. 80 do Prof. 120.

PROFIL PODŁUŻNY PISANY.

Numera profilów	Paliki pośr.	Odległość		Rzędne		Nasyp	Wykop	Spadki i poziome	Linie proste i łuki	Uwagi
		Pojedyncze	Zbiorowe	Gruntu naturalnego	Robot ziemnych					
80		100.00	100.00	229.400	230.307	0.907				
81		100.00	100.00	230.520	230.807	0.287				
		22.50	22.50	230.920	230.920	0.000				
82		77.50	100.00	232.300	231.307		0.993			
83		100.00	100.00	233.580	231.807		1.773			
	a	40.00	40.00	233.480	232.007		1.473			
		52.93	92.93	232.272	232.272		0.000			
84		7.07	100.00	232.100	232.307	0.207				
85		100.00	100.00	231.250	232.807	1.557				
86		100.00	100.00	230.450	233.307	2.857				Przepust 1m,50 otworu
	a	65.00	65.00	230.700	233.632	2.932				
87		35.00	100.00	231.850	233.807	1.957				
		28.08	28.08	233.947	233.947	0.000				
88		71.92	100.00	239.320	234.307		5.013			
	a	30.00	30.00	240.070	234.457		5.613			
89		70.00	100.00	238.500	234.807		3.693			
	a	38.50	38.50	236.621	235.000		1.621			
	b	20.50	59.00	235.752	235.000		0.752			
	c	15.25	74.25	235.283	235.000		0.283			
		4.78	79.03	235.000	235.000		0.000			
	d	3.22	82.25	230.810	235.000	0.190				
	e	6.25	88.50	234.691	235.000	0.309				
90		11.50	100.00	233.352	235.000	1.648				
	a	8.50	8.50	231.910	235.000	3.090				

Pozioma długości 661m,50 — X — Wzniesienie 0.005 na 1m,000 długości 938m,50

Prosta długości 1083m,50

Numera profilów	Paliki pośr.	Odległość		Rzędne		Nasyp	Wykop	Spadki i poziome	Linie proste i łuki	Uwagi
		Pojedyncze	Zbiorowe	Gruntu naturalnego	Robót ziemnych					
	b	4.00	12.50	230.256	235.000	4.744				Most 6m.00 otworu
	c	4.50	17.00	230.125	235.000	4.875				
	d	4.50	21.50	231.978	235.000	3.022				
	e	10.00	31.50	232.072	235.000	2.928				
	f	5.00	36.50	232.613	235.000	2.387				
	g	2.50	39.00	232.857	235.000	2.143				
	h	10 50	49.50	233.290	235.000	1.710				
	i	10.50	60.00	233.581	235.000	1.419				
	k	15.00	75.00	234.313	235.000	0.687				
	l	5.00	89.00	234.782	235.000	0.218				
		4.06	84.06	235.000	235.000	0.000				
	m	3.94	88.00	235.211	235.000		0.211			
91		12.00	100.00	235.710	235.000		0.710			
	a	13.00	13.00	236.615	235.000		1.615			
	b	5.00	18.00	236.781	235.000		1.781			
	c	14.00	32.00	236.525	235.000		1.525			
	d	7.60	39.60	235.250	235.000		0 250			
92		60.40	100.00	235.750	235.000		0.750			
		21.43	21.43	235.000	235.000		0.000			
93		78.57	100.00	232.250	235.000	2.750				Przepust 1m,00 otworu
94		100.00	100.00	232.900	235.000	2.100				
95		100.00	100.00	233.150	235.000	1.850				
96		100.00	100.00	233.900	235.000	1.100				
		80.88	80.88	235.243	235.243	0.000				
97		19.12	100.00	235.560	235.300		0.260			
98		100.00	100.00	236.800	235.600		1.200			
99		100.00	100.00	239.700	235.900		3.800			

Wznie. 0.003 na 1m,000 długości 500m,00 × Linia prosta długości 2824m,00 × Łuk w lewo dł. 92m,50 kąt 166°,45' P. 400,00 S. 46m,418 × Pozioma długości 661m,50

Numer profilów	Paliki pośr.	Odległość		Rzędne		Nasyp	Wykop	Spadki i poziome	Linie proste i łuki	Uwagi
		Pojedyncze	Zbiorowe	Gruntu naturalnego	Robót ziemnych					
	a	80.00	80.00	241.700	236 140		5.560			
100		20.00	100.00	241.400	236.200		5.200			
101		100.00	100.00	237.600	236.500		1.100			
		62.86	62.86	236.500	236.500		0.000			
102		37.14	100.00	235.850	236.500	0.650				
103		100.00	100.00	235.540	236.500	0.960				Droga do Grodziska-Przejazd
104		100.00	100.00	234.300	236.500	2.200				
105		100.00	100.00	234.250	236.500	2.250				
106		100.00	100.00	234.100	236.500	2.400				Przepust 0m,60 otworu
		81.09	81.09	236.500	236.500	0.000				
107		19.91	100.00	237.060	236.500		0.560			
	a	47.30	47.30	237.300	236.311		1.089			Droga polna — Przejazd
		44.46	91.76	236.133	236.133		0.000			
108		8.24	100.00	235.900	236.100	0.200				
109		100.00	100.00	235.400	235.700	0.300				
		26.08	26.08	235.596	235.596	0.000				
110		73.92	100.00	236.150	235.300		0.850			
		85.00	85.00	234.960	234.960		0.000			
111		15.00	100.00	234.750	234.900	0.150				
112		100.00	100.00	233.450	234.500	1.050				
		67.09	67.09	234.232	234.232	0.000				
113		32.91	100.00	234.600	234.100		0.500			
	a	49.50	49.50	235.000	233.902		1.098			
114		50.50	100.00	234.700	233.700		1.000			Droga polna — Przejazd
		40.00	40.00	233.540	233.540		0.000			
115		60.00	100.00	231.800	233.300	1.500				
116		100.00	100.00	231.700	232.900	4.200				Rura 0m,50 średnicy
117		100.00	100.00	231.700	232.500	0.800				
		88.88	88.88	232.145	232.145	0.000				
118		11.12	100.00	232.200	232.100		0.100			
119		100.00	100.00	232.520	231.700		0.820			
120		100.00	100.00	232.750	231.300		1.450	X	X	

X Pozioma 600m,00 dług. X

Spadek 0.004 na 1m,000 długości 1300m,000.

Linia prosta długości 1824m,00

Kolej żelazna z N.... do N....

Sekcja od Prof. 80° do Prof. 120°.

WYKAZ PUNKTÓW STAŁYCH NIWELACYJNYCH.

Numer porządkowy	Profil Nr.	Rzędne	Położenie punktu stałego względnie osi kolei	Oddalenie od osi kolei	Bliższe opisanie
1	80+0.00	230.893	w lewo	24.59	Ścięty dąb i gwóźdź wbity w pień
2	90+0.00	238.642	w prawo	19.65	Zacięcie na lipie nad brzegiem rzeczki, gwóźdź wbity
3	90+89.00	236.201	w lewo	22.50	Gwóźdź wbity w próg domu Nr. 14. w Łyścu
4	100+0.00	242.113	w prawo	20.00	Słup wkopany w ziemię
5	110+0.00	237.181	w prawo	20.00	Słup wkopany w ziemię
6	120+0.00	233.100	w lewo	21.30	Zacięcie na topoli z gwoździem wbitym

Kolej żelazna z N.... do N....

Sekcja od Prof. 80° do Prof. 120°.

WYKAZ LINII PROSTYCH I ŁUKÓW.

Nr. porząd.	Od Profilu	Do Profilu	Długość prostych	Łuki		Kąt zawartości między stycznemi	Długość stycznych	Kierunek łuku	Uwagi
				Długość	Promień				
1	80+0.00	90+83.50	1083.50						Linie proste N. 1. i 3. przedłużają się po za granice Sekcyi. Długość podana w niniejszym, równie jak i w innych wykazach, obejmuje tylko części do Sekcyi należące.
2	90+83.50	91+76.00	—	92.50	400.00	166°,45'	46.418	w lewo	
3	91+76.00	120+0.00	2824.00						
	Razem		3907.50	92.50					

Zestawienie

Linie proste	3907.50
Łuki	92.50
Długość całkowita	4000.00

Kolej żelazna z N.... do N....

Sekcja od Prof. 80° do Prof. 120°.

WYKAZ POZIOMYCH I SPADKÓW.

Od Profilu	Do Profilu	Gmina	Wysokość nad poziomem morza	Długość poziomych	Nachylenie na 1m,00.	Długość wzniesiona	Wysokość osiągnięta	Długość spadku	Zniżenie osiągnięte
80+0.00	89+38.50	Łysiec	230.307		0.005	938.50	4.693		
89+38.50	96+0.00	Łysiec	235.000	661.50	0.000				
96+0.00	101+0.00	Rybaki	235.000		0.003	500.00	1.500		
101+0.00	107+0.00	Grabów	236.500	600.00	0.000				
107+0.00	120+0.00	Grodzisk i Dębno	231.300		0.004			1300.00	5.200
	Razem			1261.50		1438.50	6.193	1300.00	5.200

Zestawienie

Poziome		1261.50						
Wzniesienia		1438.50						
Spadki		1300.00						
Razem		4000,00 m						
	230.307	+6.193	—5.200	=	231.300			

Kolej żelazna z N.... do N....

Sekcya od Prof. 80° do Prof. 120°.

WYKAZ MOSTÓW I PRZEPUSTÓW.

Numer porządkowy	Położenie	Oznaczenie	Rodzaj budowy	Liczba otworów	Światło	Wysokość od gruntu do korony nasypu	Uwagi
1	86+0.00	Przepust	Wiązanie żelazne	1	1.50	2.837	
2	90+14.75	Most	Sklepiony	1	6.00	4.870	
3	93+15.00	Przepust	Otwarty	1	1.00	2.800	
4	105+99.20	Przepust	Otwarty	1	0.60	2.500	
5	116+3.50	Rura	Surowcowa	1	0.30	1.250	

Kolej żelazna z N.... do N....

Sekcja od Prof. 80° do Prof. 120°.

WYKAZ PRZEJAZDÓW Z OZNACZENIEM SPOSOBU ICH ZAMYKANIA.

Nr. porząd.	Położenie	Szerokość	Wysokość nasypu	Głębokość wykopu	Obsłużony z domku drożniczego		Oddalenie przejazdu od domku drożniczego	Rodzaj zamknięcia	Uwagi
					Nr	Nr. Profilu			
1	81+0.00	6.00	0.20		1	80+90.00	10.00	Wrota	
2	90+26.50	4.00	2.98		2	90+93.00	66.30	Wrota	
3	91+80.60	6.00		0.60	2	90+93.00	87.60	Rogatka z mechanizmem	
4	102+75.00	6.00	0.93		3	102+60.00	15 00	Wrota	
5	107+49.30	4.00		0.35	3	102+60.00	489.30	Rogatka z mechanizmem	
6	114+50.00	4.00	1.10		4	114+35.00	15.00	Wrota	

Kolej żelazna z N.... do N....

Sekcja od Prof. 80° do Prof. 120°.

WYKAZ DOMKÓW DRÓŻNICZYCH I KOSZAR DROGOWYCH.

Numer porządkowy	Oznaczenie profilu przy którym domek położony	Domki dróżnicze		Koszary drogowe		Położenie względem osi drogi	Gmina	Uwagi
		Pojedyncze	Podwójne	Bez piętra	Jednopiętrowe			
1	80 + 90.00	1				Na lewo	Łysiec	
2	90 + 93.00	1				Na prawo	Łysiec	
3	102 + 60.00	1				Na lewo	Rybaki	
4	114 + 35.00	1				Na lewo	Grabów	

Kolej żelazna z N.... do N....

Nr. 8.

Sekcja od Prof 80°. do Prof. 120°.

WYKAZ BUDYNKÓW POŁOŻONYCH W PASIE NARAŻONYM NA NIEBEZPIECZEŃSTWO OGNIA.

Numer bieżący	Gmina	Numer domu	Imię i nazwisko właściciela	Rodzaj budowy	Wymiary		Materjał użyty do budowy	Rodzaj pokrycia	Oddalenie od osi kolei	Uwagi
					szerokość	długość				
1	Łysiec	12	Piotr Łyczak	Stajnia	6.50	11.00	Drewniana	Słoma	41.00	Pokryć gontami
2	„	13	Jan Kowalski	Dom mieszkalny	7.00	10.50	Drewniany	Słoma	42.50	Pokryć gontami
3	„	13	dto	Stodoła	7.00	15.00	Drewniana	Słoma	45.50	Pokryć gontami
4	„	14	Jan Słoboda	Dom mieszkalny	6.50	12.00	Drewniany	Gonty	25.50	Wywłaszczyć
5	„	14	dto	Obora	6.00	10.00	Drewniana	Słoma	22.50	Wywłaszczyć

Kolej żelazna z N.... do N....

Sekcja od Prof. 80°. do Prof. 120°

WYKAZ WYKONANYCH SĄDOWAŃ.

Dzień wykonania roboty	Nr. b. pokładu	Rodzaj ziemi	Głęb. od pow. ziemi do górnej pow. pokładu	Grubość pokładu	Głęb. od pow. ziemi do dolnej pow. pokładu	Rzędna niwelacyjna dolnej powierzchni pokładu	Głęb. w ciągu jednego dnia wykopana	Szkice i uwagi
		Sonda N. 1. przy profilu 80 + 0.00						
25/6 1873	1	Ziemia rodzajna	0.00	0.75	0.75	238.65	2.95	
	2	Piasek żółty	0.75	0.80	1.55	237.85		
	3	Glina żółta	1.55	0.50	2.05	237.35		
	4	Glina szara	2.05	0.90	2 95	236.45		
		Sonda N. 2. przy profilu 83 + 0.00						
25/6 i 26/6 1873	1	Ziemia rodzajna	0.00	0.60	0.60	232.98	1.90	
	2	Glina żółta	0.60	0.60	1'20	232.38		
	3	Twardy pokład żwiru z gliną	1.20	0.70	1.90	231.68		
	4	Miękki cienkoziarn. piaskowiec	1.90	0.65	2.55	231.03		
		Sonda N. 3 przy profilu 86 + 00.00						
25/6 26/6 1873	1	Glina żółta	0.00	1.05	1.05	229.40	1.80	
	2	Glina szara ze zwirem	1.05	0.80	1.85	228.60		
	3	Miękki piaskow.	1.85	0.85	2.70	227.75		

239.40

1 | 0.75 | Ziemia rodzajna 238.65

2 | 0.80 | Piasek żółty 237.85

3 | 0.50 | Glina żółta 237.35

4 | 0.90 | Glina szara 236.45

Do wydobywania ziemi użyto rydli i oskardów

233.58

1 | 0.60 | Ziemia rodzajna 232.98

2 | 0.60 | Glina żółta 232.38

3 | 0.70 | Twardy pokład żwiru z gliną 231.68

4 | 0.65 | Miękki cienkoziarnisty piask. 231.03

Pokład 1 i 2 daje się kopać rydlem, pokład 3 oskardem i kilofem. Do pokładu 4 należy użyć kilofu i klinów

230.45

1 | 1.05 | Glina żółta 229.40

2 | 0.80 | Glina szara ze zwirem 228.60

3 | 0.85 | Piaskowiec miękki 227.75

Pokład 1 i 2 daje się kopać rydlem, 3-ci kilofem i klinami.

Dzień wykonania roboty	Nr. bież. pokładu	Rodzaj ziemi	Głęb. od pow. ziemi do górnej pow. pokładu	Głębokość pokładu	Głęb. od pow. ziemi do dolnej pow. pokładu	Rzędna niwelacyjna dolnej powierzchni pokładu	Głęb. w ciągu jednego dnia wykopana	Szkice i uwagi
		Sonda N. 4. przy profilu 89 + 80.00						240.07
25/6 26/6	1	Ziemia rodzajna	0.00	0.75	0.75	239.52	1.30	1 | 0.75 | Ziemia rodzajna 239.32
27/6 28/6 i 29/6 1873	2	Glina żółta	0.75	1.60	2.35	337.72		2 | 1.60 | Glina żółta 237.72
	3	Zwir gliną szarą	2.35	0.70	3.05	237.02		3 | 0.70 | Zwir z gliną szarą 237.02
	4	Piaskowiec żółty miękki	3.05	1.70	4.75	235.32		4 | 1.70 | Piaskowiec miękki 235.32
	5	Twardy, szary, gruboziarnisty piaskowiec	4.75	1.50	6.25	233.82		5 | 1.50 | Twardy, szary gruboziar. pias. 233.82
								Pokłady 1 i 2 mogą być kopane rydlem, pokład 3 kilofem i oskardem, pokład 4 kilofem i klinami, do pokładu 5 użyć należy prochu, lub dynamitu.
		Sonda N. 5. przy profilu 90 + 8.50						231.91
26/6 27/6	1	Czarnoziem	0.00	1.50	1.50	230.41	1.20	1 | 1.50 | Czarnoziem 230.41
28/6 i 29/6 1873	2	Glina żółta	1.50	0.55	2.05	229.86		2 | 0.55 | Glina żółta 229.86
	3	Twardy pokład zwiru z gliną	2.05	1.50	3.55	228.36		3 | 1.50 | Twardy pokł. zwiru z gliną 228.36
	4	Miękki piaskow.	3.55	1.00	4.55	227.36		4 | 1.00 | Miękki piaskowiec 227.36
								Należy użyć do wydobywania ziemi z 1 i 2 pokładu rydla, do 3 pokładu kilofa i oskarda. Kamień 4 pok. może być za pomocą kilofa i klinów rozbijany.
		Sonda N. 6. przy profilu 91 + 18.00						236.78
27/6 i 28/6 1873	1	Piasek żółty gruboziarnisty	0.00	1.10	1.10	235.68	1.60	1 | 1.10 | Piasek żółty gruboziarnisty 235.68
	2	Piasek z gliną	1.10	0.90	2.00	234.78		2 | 0.90 | Piasek z gliną 234.78
	3	Twardy pokład zwiru z gliną	2.00	1.30	3.30	233.48		3 | 1.30 | Twardy pokł. zwiru z gliną 233.48
								Pokład 1 i 2 wydobywa się rydlem, 3 oskardem szpicakiem i kilofem

Dzień wykonania roboty	Nr. bież. pokładu	Rodzaj ziemi	Głęb. od pow. ziemi do górnej pow. pokładu	Głębokość pokładu	Głęb. od pow. ziemi do dolnej pow. pokładu	Rzędna niwelacyjna dolnej powierzchni pokładu	Głęb. w ciągu jednego dnia wykopana	Szkice i uwagi
		Sonda N. 7. przy profilu 93 + 0.00						
27/6 28/6	1	Żółty piasek z gliną	0.00	1.10	1.10	231.15	1.80	232.25
	2	Twardy pokład grubego zwiru i kamieni	1.10	1.60	2.70	229.55		1 | 1.10 | Żółty piasek z giiną 231.15 2 | 1.60 | Twardy pokł. grub. 229.55 zwiru i kam.
								Ziemia z pokładu 1. wydobywa się rydlem, z 2 szpicakiem i kilofem
		Sonda N. 8. przy profilu 99 + 80.0						
27/6 28/6	1	Ziemia gliniasta	0.00	1.10	1.10	240.60	1.30	241.70
9/6	2	Glina szara	1.10	1.40	2.50	239.20		1 | 1.10 | Ziemia gliniasta 240.60 2 | 1.40 | Glina szara 239.20
1/7 i 2/7	3	Piasek sączący wodę	2.50	0.50	3.00	238.70		3 | 0.50 | Piasek sącz. wodę 238.70
1873	4	Tłusta glina szara z żyłami zabarwiouemi tlenkiem żelaza	3.00	1.50	4.50	237.20		4 | 1.50 | Tłusta glina sz. z żył. zab. na czerw. tlenkiem żelaza 237.20
	5	Piasek wodonośny i zrodliska	4.50	0.60	5.10	236.60		5 | 0.60 | Piasek wodonośny źródliska 236.60
	6	Il szary	5.10	0.90	6.00	235.70		6 | 0.90 | Il szary 235.70
	7	Zwietrzały pokład piaskowca	6.00	1.00	7.00	234.70		7 | 1.00 | Zwietrzały pokład piaskowca 234.70
								Z sześciu pierwszych pokładów wydobywa się ziemia rydlem i oskardem, z 7. skała zwietrzała oskardem i kilofem
		Sonda N. 9. przy profilu 106 + 0.00						
1/7 i 2/7 1873	1	Czarnoziem	0.00	0.90	0.90	233.20	1.80	234.10
	2	Glina szara z piaskiem	0.90	0.90	1.80	532.30		1 | 0.90 | Czarnoziem 233.20 2 | 0.90 | Glina szara z piaskiem 232.30
	3	Twardy pokład zwiru	1.80	1.35	3.15	230.95		3 | 1.35 | Twardy pokład zwiru 230.95
								W pokładzie 1 i 2; można wydobywać ziemię rydlem i oskardem, w 3 szpicakiem i kilofem

Dzień wykonania roboty	Nr. bież. pokładu	Rodzaj ziemi	Głęb. od pow. ziemi do górnej pow. pokładu	Głębokość pokładu	Głęb. od pow. ziemi do dolnej pow. pokładu	Rzędna niwelacyjna dolnej powierzchni pokładu	Głęb. w ciągu jednego dnia wykopana	Szkice i uwagi
		Sonda N. 10. przy profilu 116 + 0.00						230.70
1/7 i 2/7 1873	1	Torf, woda stojąca	0.00	1.40	1.40	229.30	2.00	1.40 Torf. woda stojąca 229.30
	1	Glina żółta z małą przymieszką zwiru	1.40	2.60	4.00	226.70		2.60 Glina żółta z małą przymieszką zwiru 226.70

Kolej żelazna z N.... do N....

Sekcja od Prof. 80° do Prof. 120°.

OBLICZENIE BRYŁOWATOŚCI ROBÓT ZIEMNYCH.

Profil		Rzędna		Głębokość wykopu	Wysokość nasypu	Powierzchnie profilów		Średnia pow. najbliż siebie położonych		Odległość profilów	Bryłowatość		Summa w nieprzerw. szeregu następujących po sobie	
Numer	+ metrów	Gruntu naturalnego	Robót ziemnych			w wykopie	w nasypie	w wykopie	w nasypie		wykopu	nasypu	wykopów	nasypów
80		229.40	230.31		0.91		6.20							
									3.96	100.00		396.00		
81		230.52	230.81		0.29		1.71							
									0.86	22.50		19.35		415.35
	22.50	230.92	230.92		0.00	0.00	0.00							
								5.35		77.50	414.63			
82		232.30	231.31	0.99		10.69								
								15.64		100.00	1564.00			
83		233.58	231.81	1.77		20.59								
								18.58		40.00	743.20			
	40.00	233.48	232.01	1.47		16.57								
								8.29		52.93	438.80		3160.63	
	92.93	232.27	232.27	0.00		0.00	0.00							
									0.61	7.07		4.31		
84		232.10	232.31		0.21		1.21							
									6.68	100.00		668.00		
85		231.25	232.81		1.56		12.15							
									20.00	100.00		2000.00		
86		230.45	233.31		2.86		27.86							
									28.31	65.00		1840.15		
	65.00	230.70	233.63		2.93		28.85							
									22.65	35.00		792.75		
87		231.85	233.81		1.96		16.44							
									8.22	28.00		230.16		5535.37
	28.08	233.95	233.95		0.00	0.00	0.00							
								40.63		71.92	2922.11			
88		239.32	234.31	5.01		81.25								
								88.59		30.00	2657.70			
	30.00	240.07	234.46	5.61		95.93								
								74.33		70.00	5203.10			
89		238.50	234.81	3.69		52.73								
								30.64		38.50	1179.64			
	38.50	236.62	235.00	1.62		18.55								
								13.29		20.50	272.45			
	59.00	235.75	235.00	0.75		8.02								
								5.65		15.25	86.16			
	74.25	235.28	235.00	0.28		3.27								
								2.64		4.78	12.62			
	79.03	235.00	235.00	0.00		2.00	0.00							
								1.53	0.49	3.16	4.83	1.55		
	82.25	234.81	235.00		0.19	1.06	0.98							
								1.03	2.19	6.25	6.44	13.69		
	88.50	234.69	235.00		0.31	0.99	1.40							
											Do przeniesienia		3160.63	5950.72

Profil		Rzędna		Głębokość wykopu	Wysokość nasypu	Powierzchnie profilów		Średnia pow. najbliż. siebie położonych		Odległość profilów	Bryłowatość		Summa w nieprzerw. szeregu następujących po sobie	
Numer	+ metrów	Gruntu naturalnego	Robót ziemnych			w wykopie	w nasypie	w wykopie	w nasypie		wykopu	nasypu	wykopów	nasypów
											Z przeniesienia		3160.63	5950.72
	88.50	234.69	235.00		0.31	0.99	1.40							
								1.82	5.41	11.50	20.93	62.12		
90		233.35	235.00		1.65	2.65	9.42							
								1.33	20.29	8.50	11.30	171.62	12377.28	248.98
	8.50	231.91	235.00		3.09	0.00	31.16							
	17.00	239.13	235.00		4.87		42.37							
									36.21	4.50		162.95		
	21.50	231.98	235.00		3.02		30.04							
									29.15	10.00		291.50		
	31.50	232.07	235.00		2.93		28.25							
									24.09	5.00		120.45		
	36.50	232.61	235.00		2.39		19.92							
									18.82	2.50		47.05		
	39.00	232.86	235.00		2.14		17.71							
									15.71	10.50		164.95		
	49.50	233.29	235.00		1.71		13.71							
									12.24	10.50		128.52		
	60.00	233.58	235.00		1.42		10.76							
									7.65	15.00		114.75		
	75.00	234.31	235.00		0.69	0.00	4.54							
								0.24	3.04	5.00	1.20	15.20		
	80.00	234.78	235.00		0.22	0.48	1.54							1048.50
								0.78	0.77	4.06	3.17	3.13		
	84.06	235.00	235.00		0.00	1.07	0.00							
								1.32		3.94	5.20			
	88.00	235.21	235.00	0.21		1.54								
								5.61		12.00	67.32			
91		235.71	235.00	0.71		9.67								
								17.74		13.00	230.62			
	13.00	236.62	235.00	1.62		25.80								
								30.41		5.00	152.05			
	18.00	236.78	235.00	1.78		35.02								
								32.30		14.00	452.20			
	32.00	236.53	235.00	1.53		29.58								
								16.89		7.60	142.04			
	39.60	235.25	235.00	0.25		4.20								
								7.05		60.40	425.82			
92		235.75	235.00	0.75		9.90								
								4.95		21.43	106.08		1585.70	
	21.43	235.00	235.00	0.00		0.00	0.00							
									13.17	78.57		1034.77		
93		232.25	235.00		2.75		26.33							
									22.20	100.00		2220.00		
94		232.90	235.00		2.10		18.06							
									16.64	100.00		1664.00		
95		233.15	235.00		1.85		15.22							
											Do przeniesienia		17123.61	7248.20

Profil		Rzędna		Głębokość wykopu	Wysokość nasypu	Powierzchnie profilów		Średnia pow. najbliż. siebie położonych		Odległość profilów	Bryłowatość		Summa w nieprzerw. szeregu następujących po sobie	
Numer	+ metrów	Gruntu naturalnego	Robót ziemnych			w wykopie	w nasypie	w wykopie	w nasypie		wykopu	nasypu	wykopów	nasypów
95		233.15	235.00		1.85		15.22				Z przeniesienia		17123.61	7248.20
									11.52	100.00		1152.00		
96		233.90	235.00		1.10		7.81							
									3.91	80.88		316.24		6387.01
	80.88	235.24	235.24		0.00	0.00	0.00							
								1.54		19.12	20.44			
97		235.56	235.30	0.26		3.08								
								8.19		100.00	819.00			
98		236.80	235.60	1.20		13.30								
								34.11		100.00	3411.00			
99		239.70	235.90	3.80		54.91								
								74.79		80.00	598.32			
	80.00	241.70	236.14	5.56		94.67								
								90.23		20.00	1804.60			
100		241.40	236.20	5.20		85.78								
								48.88		100.00	4888.00			
101		237.60	236.50	1.10		11.98								
								5.99		62.86	376.53		11926.89	
	62.86	236.50	236.50	0.00		0.00								
									2.09	37.14		77.62		
102		235.85	236.50		0.65		4.18							
									5.40	100.00		504.00		
103		235.54	236.50		0.96		6.61							
									12.93	100.00		1293.00		
104		234.30	236.50		2.20		19.25							
									19.56	100.00		1956.00		
105		234.25	236.50		2.25		19.86							
									20.79	100.00		2079.00		
106		234.10	236.50		2.40		21.72							
									10.86	81.09		880.65		6826.26
	81.09	236.50	236.50		0.00	0.00	0.00							
								3.01		19.91	59.93			
107		237.06	236.50	0.56		6.02								
								8.94		47.30	422.86			
	47.30	237.30	236.31	1.09		11.86								
								5.93		44.46	263.65		746.44	
	91.76	236.13	236.13	0 00		0.00	0.00							
									0.58	8.24		4.78		
108		235.90	236.10		0.20		1.15							
									1.46	100.00		146.00		
109		235.40	235.70		0.30		1.77							
									0.89	26.08		23.21		173.99
	26.08	235.60	235.60		0.00	0.00	0.00							
								4.56		73.92	337.08			
110		236.15	235.30	0.85		9.11								
								4.56		85.00	387.60		724.68	
	85.00	234.96	234.96	0.00		0.00	0.00							
									0.43	15.00		6.45		
111		234.75	234.95		0. 15		0.85				Do przeniesienia		30521.62	20635.46

Profil		Rzędna		Głębokość wykopu	Wysokość nasypu	Powierzchnie profilów		Średnia pow. najbliż. siebie położonych		Odległość profilów	Bryłowatość		Summa w nieprzerw. szeregu następujących po sobie	
Numer	+ metrów	Gruntu naturalnego	Robót ziemnych			w wykopie	w nasypie	w wykopie	w nasypie		wykopu	nasypu	wykopów	nasypów
111		234.75	234.95		0.15		0.85				Z przeniesienia		30521.62	20635.46
									4.12	100.00		412.00		
112		233.45	234.50		1.05		7.38							666.01
									3.69	67 09		247.56		
	67.09	234.23	234.23		0.00	0.00	0.00							
								2.71		32.91	89.19			
113		234.60	234.10	0.50		5.41								
								8.70		49.50	430.65			
	49.50	235.00	233.90	1.10		11.98								
								11.40		50.50	575.70			
114		234.70	233.70	1.00		10.81							1311.94	
								5.41		40.00	216.40			
	40.00	233.54	233.54	0.00	0.00	0.00								
									5.78	60.00		346.80		
115		231.80	233.30		1.50		11.55							
									10.13	100.00		1013.00		
116		231.70	232.90		1.20		8.70							
									7.01	100.00		701.00		
117		231.70	232.50		0.80		5.32							2297.22
									2.66	88.88		236.42		
	88.88	232.15	232.15		0.00	0.00	0.00							
								0.82		11.12	9.19			
118		232.20	232.10	0.10		1.63								
								5.21		100.00	521.00			
119		232.52	237.70	0.82		8.78							1785.19	
								12.55		100.00	1255.00			
120		232.75	231.30	1.45		16.31							33618.75	23598.69
											Ogółem			

Kolej żelazna z N.... do N....

Sekcya od Prof. 80° do Prof. 120°.

ROZKŁAD ZIEMI.

I.	II.			III.			IV.					V.		
Numer porządk.	Wykop			Nasyp			Ziemia zużytkowana					Ziemia zbywająca		
	od profilu	do profilu	Bryłowatość	od profilu	do profilu	Bryłowatość	Z wykopu		Na nasyp		Bryłowatość	Bryłowatość	Do odwiezienia na groblę boczną	
							od	do	od	do			od	do
1				80+ 0.00	81+22.50	450.00	81+22.50	82+ 0.00	80+ 0.00	81+21.50	450.00			
2	81+22.50	83+92.93	3160.63											
3				83+92.93	87+28.08	5535.37	82+ 0.00	83+93.93	83+92.93	86+ 0.05	2710.63			
							87+28.03	88+ 0.00	86+ 0.00	87+28.08	2324.74			
4	87+28.08	90+ 8.50	12377.28				88+ 0.00	89+45.00				9003.56	87+28 08	90+ 8.50
5				89+79.03	90+ 8.50	248.98	89+45.00	90+80.50	89+79.03	90+ 8.50	248.98			
6				90+17.00	90+84.06	1348 50	90+84.06	91+39.60	90+17.00	90+84.06	1348.50			
7	90+75.00	92+21.40	1886.70											
8				92+21.43	96+80.88	6387.01	91+39.60	92+21.40	92+21.40	92+90.00	838.20			
							96+80.88	100+ 0.00	92+90.00	96+80.88	5548.81			
9	96+80.88	101+62.86	11926.89											
10				101+62.86	106+81.09	7657.50	100+ 0.00	101+62.86	101+62.86	105+50.00	6378.08			
									105+50.00	106+ 0.00				
							106+61.09	107+91.76	106+ 0.00	106+81.09	746.44			
11	106+81.09	107+91.76	746.44											
12				107+91.76	109+26.08	173.99	109+26.08	109+80.00	107+91.76	109+26.08	173.99			
13	109+26.08	110+85.00	724.68											
14				110+85.00	112+67.09	666.01	109+80.00	110+85.00	110+85.00	112+30 00	550.69			
							112+67.09	113+ 0.00	112+30.00	112+67.09	I15.32			
15	112+67.09	114+40 00	1311.94											
16				114+40.00	117+88.88	2597.22	113+ 0.00	114+40.00	114+40.00	115+30.00	1196.62			
							117+88.88	119+70.00	115+30.00	117+88.88	1400.60			
17	117+88.88	120+ 0.00	1785.19									384.59	119+70.00	120+ 0.00
		Suma .	33919.75			25064.58					24581.60	9388.15		

Uwaga. Granica przewozu taczkami i wózkami ręcznemi wynosi . 155m,00
wózkami zaś ręcznemi i wozami parokonnemi „ . 424m,00

VI.			VII.			VIII.									IX.
Ziemia brakująca			a	b	c	a	b	c	d		e				Uwagi
Bryłowatość	Wydobyć się mająca z rowów bocznych		odległość środków ciężkości			Bryłowatość ziemi do odrzucenia ryflem	Przewóz ziemi								
	od	do	pozioma	pionowa	wypadkowa		Taczkami		Wózkami ręcznemi		Wozami parokonnemi		Wagonami		
							Bryłowatość	Moment	Bryłowatość	Moment	Bryłowatość	Moment	Bryłowatość	Moment	
			135.00	0.00	135.00	20.00	430.00	58050							Przejazd 34m,65
			325.00	0.00	325.00	10.63	700.00	108500	2000.00	750000					
			175.00	0.00	175.00	24.74	2000.00	310000	800.00	140000					
			18.00	4.00	42.00	1003.56	8000.00	336000							
			45.00	0.00	45.00	18.98	230.00	10350							
			110.00	0.00	110.00	348.50	1000.00	110000							Przejazd 330m,00
															Przejazd 301m,00
			130.00	0.00	130.00	18 20	820.00	106600							
			680.00	0.00	680.00	48.81	1500.00	232500	2000.00	848000	2000.00	1360000			
			540.00	0.00	540.00	28.08	1350.00	209250	2000.00	848000	3000.00	1620000			Przejazd 881.24
532.98	105+50.00	106+ 0.00	14.00	1.20	21.20	132.98	400.00	8480							
			125.00	0.00	125.00	16.44	730.00	91250							
															Przejazd 0.00
			90.00	0.00	90.00	13.99	160.00	14400							
			200.00	0.00	200.00	10.69	340.00	52700	200.00	40000					
			60.00	0.00	60.00	15.32	100.00	6000							
			170.00	0.00	170.00	36.62	860.00	907300	300.00	51000					Przejazd 300m,00
			400.00	0.00	400.00	20.60	580.00	89900	800.00	320000					
			12.00	1.00	18.00	184.59	200.00	3600							
531.98						1952.73	19400.00	2654880	8100.00	2997000	5000.00	2980000			

Ztąd średnia odległość przewozu taczkami $S\,T = \frac{2654880}{19400} = 127^m,00$

„ „ wózkami ręcznemi $S\,K = \frac{2997000}{8100} = 370^m,00$

„ „ wozami parokonnemi $S\,W = \frac{2980000}{5000} = 596^m,00$

Kolej żelazna z N.... do N....

Sekcja od Prof. 80° do Prof. 120°.

WYWÓD CEN (a.)

Roboty ziemne.

Numer bieżący	Wymienienie robót i materjałów	Cena zł.	Cena cnt.	Uwagi
	I. Cena najmu.			
	Jako czas trwania pracy dziennej przyjmujemy równie dla dni pieszych, jak i ciągłych, 10 godzin na dobę i następujące ceny najmu:			
1	Zwykły robotnik	0	80	
2	Stawiarz	1	00	
3	Górnik	1	00	
4	Wóz parokonny biorący ładunku 0.30 metra kub. wraz z furmanem	4	00	
5	Najem jednego konia wraz z furmanem	2	50	
	II. Wydobycie ziemi i wykonanie wykopów.			
	Pod ogólnem mianem: wykonanie wykopów zawierają się następujące roboty:			
	a) Wydobycie, czyli wykopanie ziemi, lub wyłamanie skały, wedle kształtów oznaczonych w profilu podłużnym i profilach poprzecznych.			
	b) Uregulowanie skarp i rowów bocznych.			
	c) Naładowanie wydobytej ziemi na taczki, wozy, wagony itd. lub odrzucenie jej na bok, lub wreszcie użycie jej na nasyp w tym samym położony profilu.			
	d) Zrzucenie ziemi, lub kamienia z wozów, taczek itd.			
	e) Koszta dozoru i narzędzi.			

(a) Wywód ten służy wyłącznie do użytku inżyniera prowadzącego roboty, przedsiębiorcy zaś wręcza się zwykle tylko cennik, na zasadzie wywozu sporządzony.

Numer bieżący	Wymienienie robót i materjałów	Cena zlr.	Cena cnt.	Uwagi
	Rozmaite rodzaje ziemi, stosownie do trudności jej wydobycia, dzielimy w sposób następujący:			
6	**I. Klasa.**			
	Ziemia lekka i średnia, jakoto: ziemia rodzajna, piasek, zwir, glina, ił itd., słowem wszelkie rodzaje ziemi, które mogą być wydobywane za pomocą rydla, szpadla, lub oskardu. Wykopanie 1.00 metra sześciennego wymaga			
	$^1/_4$ dnia robotnika zwyczajnego 0.20			
	5% na nadzór i narzędzia 0.01 Razem	0	21	
7	**2. Klasa.**			
	Ziemia ciężka, jakoto ił łupkowy, twarde pokłady gliny, pokłady wapienne, zwir w zbitych szychtach i w ogóle wszelkie gatunki ziemi, które tylko za pomocą oskardu i kilofu wydobywać się dają. Do wydobycia 1.00 metra sześciennego potrzeba:			
	$^1/_2$ dnia zwykłego robotnika 0.40			
	5% na nadzór i narzędzia 0.02 Razem	0	42	
8	**3. Klasa.**			
	Skały zwietrzałe połupane, rozpadające się i w ogóle wszelkie gatunki skał miękkich, świeżych formacyi, które za pomocą kilofów i klinów wydobywane być mogą. Wydobycie 1.00 metra sześciennego wymaga:			
	$^1/_4$ dnia górnika. 0.25			
	$^1/_2$ dnia wykłego robotnika 0.40			
	7% na nadzór i narzędzia 0.05 Razem	0	70	
9	**4. Klasa.**			
	Skały twarde, starszych formacyj, które jedynie za pomocą rozstrzeliwania prochem, lub dynamitem wydobywane być mogą. Do wydobycia 1.00 metra sześciennego potrzeba			
	$^1/_2$ dnia górnika 0.50			
	$^3/_4$ dnia zwykłego robotnika 0.60			

Numer bieżący	Wymienienie robót i materjałów	Cena zł.	Cena cnt.	Uwagi
	10% na nadzór i narzędzia 0.11			
	0. 25 kilogramów prochu . 0.10			
	0.15 metrów lontu . . . 0.05 Razem	1	36	
	III. Wykonanie nasypów.			
	Wykonanie nasypów obejmuje następujące roboty:			
	a) Zdjęcie darni, lub warstwy rodzajnej ziemi z zająć się mającej pod nasyp przestrzeni i złożenie takowej w odpowiedniem miejscu, w celu późniejszego zużytkowania na pokrycie skarp.			
	b) Wykorczowanie dokładne korzeni drzew i krzaków.			
	c) Przy nasypach na stokach spadzistości, wykonanie zacięć w kształcie wschodów, mających 1.m00 wysokości i tyleż szerokości.			
	d) W bliskości mostów i przepustów zachowanie odpowiedniej ilości ziemi lekkiej, łatwo ubijać się dającej, w celu wykonania z niej nasypu z tyłu przyczołków, na długości równej dwa razy wziętej wysokości murów.			
	e) Przy mostach z odwróconemi skrzydłami wypełnienie kamieniem, wydobytym z przekopów, przestrzeni pomiędzy skrzydłami.			
	f) Przy nasypach około mostów, rozbijanie brył ziemi i ubijanie dokładne nasypu warstwami grubości 0m,25.			
	g) Ubijanie nasypów w całej długości warstwami od 0m,50 do 0m,60 grubemi.			
	h) Przy nasypach z gliny, która tylko w stanie suchym na nasyp użytą być może, dowóz odpowiedniej ilości piasku, zwiru, lub tłuczonego kamienia, tak aby poziome szychty gliny 0m,50 grubości mające, poprzedzielane były warstwami piasku, lub zwiru.			
	i) Uregulowanie skarp według kształtów oznaczonych na profilach poprzecznych i pokrycie takowych warstwą rodzajnej ziemi.			

Numer bieżący	Wymienienie robót i materjałów	Cena zł.	Cena cnt.	Uwagi
	Wykonanie 1.00 sześciennego metra nasypu, wraz z wyliczonemi powyżej dodatkowemi robotami wymaga:			
10	Z ziemi 1 i 2 klassy			
	$^1/_{50}$ dnia stawiarza 0.02			
	$^1/_{18}$ dnia zwykłego robotnika 0.04			
	5% na nadzór i narzędzia . 0.01 Razem	0	07	
11	Z materjału 3 i 4 klasy			
	$^1/_{33}$ dnia stawiarza 0.03			
	$^1/_{10}$ dnia zwykłego robotnika 0.08			
	5% na nadzór i narzędzia . 0.01 Razem	0	12	
	IV. Przewóz ziemi.			
	Ogólna formuła do obliczania kosztów jest następująca: $X = \frac{P(2D + d)}{L C} \quad . . . . . (1)$			
	w której oznaczamy przez			
	X Cenę przewozu 1 metra sześciennego ziemi na odległość *D*.			
	P Cenę dnia roboczego.			
	D Odległość na jaką ziemia ma być przewożoną.			
	d Odległość jakąby przebiedz można z ładunkiem, przez czas stracony na ładowanie i wyładowywanie ziemi.			
	L Całkowitą drogę wyrażoną w metrach, przebieganą przez czas trwania dziennej pracy, rachując połowę tej drogi na przewóz ziemi, drugą połowę na powrót próżno.			
	C Objętość ziemi w metrach sześciennych, która za jednym ładunkiem przewieziona być może.			
12	Przewóz ziemi taczkami. W powyższym wzorze (1) będzie:			

Numer bieżący	Wymienienie robót i materjałów	Cena zł.	Cena cnt.	Uwagi
	P = 0.80 + 5% za nadzór i narzędzia = 0.84			
	d = 30m,00			
	L = 30000m,00			
	C = 0mk,033 a zatem			
	X = 0.00168 D + 0.025			
13	Przewóz ziemi wózkami ręcznemi. Potrzeba robotników 4.			
	P = 0.80 + 5% za nadzór i narzędzia = 0.84 × 4 = 3.36			
	d = 200m,00			
	L = 30000m,00			
	C = 0mk20 z tąd			
	X = 0.00112 D + 0.112			
14	Przewóz ziemi wozami parokonnemi.			
	P = 4.00 + 5% za nadzór i narzędzia = 4.20			
	d = 750m,00			
	L = 38000m,00			
	C = 0mk,3 a zatem			
	X = 0.000737 D + 0.276			
15	Przewóz ziemi wagonami i końmi. Oprócz kosztów samego przewozu, który oznaczamy przez Z, uwzględniamy następujące wydatki:			
	1. Zakupno i zużycie wagonów, smarowidło i td. . . . . = W			
	2. Nakładanie i zrzucanie z wagonów — dowóz w razie potrzeby taczkami, otworzenie wykopów i t. d. . . . . = R			
	3. Ułożenie i przesuwanie kolei i strata na szynach i innych materjałach . . . . . = K			
	Będzie więc X = R + Z + W + K.			

Numer bieżący	Wymienienie robót i materjałów	Cena zł.	Cena cnt.	Uwagi
	P = 7.50 (3 konie) + 5% za nadzór i narzędzia = 7 fl. 87.			
	p = robotnik pieszy = 0. fl. 80 + 5% za nadzór i narzędzia = 0 84			
	d = 600m,00			
	L = 36000m,00			
	C = 15,mk00 (Pociąg z 6 wagonów) z tąd			
	Z = 0.0000292 D + 0.00876			
	R = 0.16p = 0.134			
	W = 0.0000155 D (wartość średnia oparta na doświadczeniu)			
	$K = \frac{1.17\ F}{M}$ (Wartość średnia również oparta na doświedczeniu, w której *F* oznacza długość kolei ułożyć się mającej, *M* zaś całkowitą ilość ziemi przeznaczonej do przewiezienia wagonami)			
	Z tąd			
	$X = 0.0000447\ D + 0.14276 + \frac{1.17\ F}{M}$			
	Dla wyualezienia granic pomiędzy różnemi wyliczonemi powyżej sposobami przewozu, należy odpowiednie wypadki porównać w sposób następujący:			
	Granica między przewozem taczkami a wózkami ręcznemi:			
	0.00168 D + 0.025 = 0.00112 D + 0.112 ztąd			
	D = 155 metrów			
	Granica przewozu wózkami ręcznemi i wozami parokonnemi:			
	0.00112 D + 0.112 = 0.000737 D + 0.276 ztąd			
	D = 424 metrów.			
	V. Ubezpieczenie robót ziemnych.			
	Pokrycie ziemią rodzajną skarp w wykopach z dowozem ziemi z boków. Skarpy powinny być ponacinane we wschody. Grubość średnia pokrycia wynosi 0m,20.			
16	Pokrycie skarp ziemią z boków dowożoną:			

Numer bieżący	Wymienienie robót i materjałów	Cena zł.	Cena cnt.	Uwagi
	Wykonanie wschodów na skarpach — Na $1^{mk},00$ skarpy.			
	Wykopu 1 klasy $0.^{m}10$ według ceny N. 6 po 0.21 = 0.021			
	Wydobycie ziemi rodzajnej w razie, jeśli takowa nie może być uzyskana w wykopie $0.^{m}10$ po 0.21 . . . . . 0 021			
	Wykonanie pokrycia według ceny N. 10 — $0^{m},20$ po 0.07 . 0.014			
	Razem	0	05.6	
	Koszta wywiezienia ziemi wydobytej przy wykonanin wschodów na skarpach, oraz koszta dowozu ziemi rodzajnej, powinny być w każdym przypadku oddzielnie obliczone podług podanych powyżej formuł.			
17	Pokrycie skarpy ziemią rodzajną z wykopu uzyskaną. Na $1^{m}.00$ skarpy.			
	Wykonanie wschodów na skarpie, wykop klassy 1. $0^{ms},10$ wedle ceny N. 6 po 0.21=0.021			
	Wykonanie pokrycia według ceny N. 10—0^{ms} po 0.07 0.014 Razem	0	03.5	
	Koszta wywiezienia ziemi wydobytej i przywozu ziemi rodzajnej podobnie jak pod N. 16 oddzielnie za pomocą właściwych formuł obliczone być winny.			
18	Obsianie skarp mieszaniną rozmaitych traw:			
	Na 1 Hektar potrzeba nasienia:			
	10 funt. Reigrasu angielskiego po 0. fl. 60 . . . . . 6. fl. 00			
	10 funt. Reigrasu francuzkiego po 0. fl. 50 . . . . . 5. „ 00			
	10. funt. czerwonej koniczyny po 0. fl. 50 . . . . . 5. „ 00			
	10 funt. białej koniczyny po 0. fl. 50 5 „ 00			
	10 funt. esparcety po 0. fl. 35 . . . 3 „ 50			
	1 korzec owsa . . . . . 4 „ 00			
	Razem 28.50			

Numer bieżący	Wymienienie robót i materjałów	Cena zł.	Cena cnt.	Uwagi
	Robotników 19 po 0. fl. 80 . . . . 15.20			
	5% na nadzór i narzędzia . . . 0.76	44	46	
	Czyli na 1 metr kwadratowy	0	00.44	
19	Darniowanie kożuchowe. Potrzeba na 1.00 metr kwadratowy pokrycia darniami, mającemi 0^m,10 grubości, 0^m,30 szerokości i tyleż długości, na płask ułożonemi.			Dowóz darni oblicza się oddzielnie, wedle odpowiednich formuł
	$^1/_{24}$ robotnika do wycinania darni po 0. fl. 80 . . . . . 0.fl.0333			
	$^1/_{20}$ robotnika do układania i przybijania darni po 0. fl. 80 . . 0. „ 0400			
	5% na nadzór i narzędzia . . . 0. „ 0037			
	Zakupno gruntu na wydobycie darni za 1.00 metr. kwadr. . . . . 0. „ 0360	0	11	
20	Darniowanie murowe. Na 1.00 metr. kwadratowy pokrycia darniami, mającemi 0^m,10 grubości, 0^m,30 szerokości i tyleż długości, ułożonemi jedna na drugiej, trawą do dołu i powiązanemi z sobą jak cegły w murze, potrzeba:			Dowóz darni oblicza się oddzielnie, wedle odpowiednich formuł
	$^1/_8$ robotnika do wycinania darni po 0 fl. 80. . . . . 0 fl. 100			
	$^1/_8$ robotnika do układania darni po 0 fl. 80 . . . . . 0 „ 100			
	5% za nadzór i narzędzia . . . 0 „ 005			
	Zakupno gruntu na wydobycie darni 0 „ 105	0	35	
21	Płotki ochronne w gruncie wilgotnym plecione z łoziny, z palikami 0^m,06 średnicy, oddalonemi od siebie na 0^m,70 do 1^m,00. Wysokość płotków 0^m,60. Potrzeba na 1.00 bieżący metr $^1/_4$ robotnika po 0 fl. 8 . . . . 0 fl. 20			
	5% Nadzór i narzędzia . . . . 0 „ 01			
	$^3/_4$ faszyny po 0 fl. 20 . . . . 0 „ 15			
	3 Paliki 1^m,00 długie 0.06 grube po 0 fl. 05 . . . . . 0 fl. 15	0	51	

Numer bieżący	Wymienienie robót i materjałów	Cena zł.	Cena cnt.	Uwagi
22	Faszynowanie z kiszek w kratę układanych i przytwierdzonych wiciami, z wypełnieniem wolnych miejsc żwirem lub tłuczonym kamieniem. Na 1.00 metr sześcienny potrzeba: $^1/_2$ robotnika po 0 fl. 80 0 fl. 40			
	5% za nadzór i narzędzia . . . 0 „ 02			
	5 sztuk kiszek $3^m,00$ długości $0^m,33$ grubości po 0 fl. 20 . . . . . 1 „ 00			
	3.00 metry wici po 0 fl. 03 . . . 0 „ 09			
	10 sztuk palików po 0 fl. 01 . . 0 „ 10			
	0.36 metrów sześciennych żwiru, lub kamienia tłuczonego . . . . . 0 fl. 70	2	31	

Kolej żelazna z N.... do N....

Sekcja od Prof. 80° do Prof. 120°.

CENNIK ROBÓT ZIEMNYCH.

Numer bieżący	Wymienienie robót i materjałów	Cena złr.	Cena cnt.	Uwagi
	I. Cena najmu.			
	Jako czas trwania roboty dziennej przyjmujemy, równie dla dni pieszych, jak i ciągłych, 10 godzin na dobę i następujące ceny najmu:			
1	Zwykły robotnik	0	80	
2	Stawiarz	1	00	
3	Górnik	1	00	
4	Wóz parokonny biorący ładunku 0.30 metra sześciennego wraz z furmanem . .	4	00	
5	Najem jednego konia wraz z furmanem	2	50	
	II. Wydobycie ziemi i wykonanie wykopów.			
	Pod ogólnem mianem: wykonanie wykopów zawierają się następujące roboty:			
	a) Wydobycie, czyli wykopanie ziemi, lub wyłamanie skały, wedle kształtów oznaczonych w profilu podłużnym i profilach poprzecznych.			
	b) Uregulowanie skarp i rowów bocznych.			
	c) Naładowanie wydobytej ziemi na taczki, wozy, wagony itd. lub odrzucenie jej na bok, lub wreszcie użycie jej na nasyp w tym samym położony profilu.			
	d) Zrzucenie ziemi, lub kamienia z wozów, taczek itd.			
	e) Koszta dozoru i narzędzi.			
6	Cena średnia wykonania 1 metra sześciennego wykopu, wraz z wymienionemi powyżej dodatkowemi robotami i przewiezieniem wydobytej ziemi na miejsce Tabellą rozkładu ziemi oznaczone, bez względu na rodzaj ziemi.	0	71	

Numer bieżący	Wymienienie robót i materjałów	Cena złr.	Cena cnt.	Uwagi
	III. Wykonanie nasypów.			
	Wykonanie nasypów obejmuje następujące roboty:			
	a) Zdjęcie darni, lub warstwy rodzajnej ziemi z zająć się mającej pod nasyp przestrzeni i złożenie takowej w odpowiedniem miejscu, w celu późniejszego zużytkowania na pokrycie skarp.			
	b) Wykorczowanie dokładne korzeni drzew i krzaków.			
	c) Przy nasypach na stokach spadzistości, wykonanie zacięć w kształcie wschodów, mających 1.^{m}00 wysokości i tyleż szerokości.			
	d) W bliskości mostów i przepustów, zachowanie odpowiedniej ilości ziemi lekkiej, łatwo ubijać się dającej, w celu wykonania z niej nasypu z tyłu przyczołków, na długości równej dwa razy wziętej wysokości murów.			
	e) Przy mostach z odwróconemi skrzydłami, wypełnienie kamieniem, wydobytym z przekopów, przestrzeni pomiędzy skrzydłami.			
	f) Przy nasypach około mostów, rozbijanie brył ziemi i ubijanie dokładne nasypu warstwami grubości 0^{m},25.			
	g) Ubijanie nasypów w całej długości warstwami od 0^{m},50 do 0^{m},60 grubemi.			
	h) Przy nasypach z gliny, która tylko w stanie suchym na nasyp użytą być może, dowóz odpowiedniej ilości piasku, zwiru, lub tłuczonego kamienia, tak aby poziome szychty gliny 0^{m},50 grubości mające, poprzedzielane były warstwami piasku, lub zwiru.			
	i) Uregulowanie skarp według kształtów oznaczonych na profilach poprzecznych i pokrycie takowych warstwą rodzajnej ziemi.			
7	Wykonanie 1 metra sześciennego nasypu, bez względu na rodzaj ziemi, cena średnia	0	07	

Numer bieżący	Wymienienie robót i materjałów	Cena zł.	Cena cnt.	Uwagi
	IV. Przewóz.			
8	Wynagrodzenie za przewóz ziemi, objęte jest ceną wykouania wykopów (Nr. 6.) W razie jednak wykonania robót dodatkowych, które oddzielnie przedsiębiorcy wynagrodzone być mają, należność za przewóz 1 metrasześciennego ziemi taczkami, wózkami, lub wozami parokonnemi podług następującej tabelli obliczoną będzie:			

TABELLA

dająca koszt przewozu 1.00 metra sześciennego ziemi na rozmaite odległości.

Odległość w metrach	Cena zł.	Cena cnt.	Odległość w metrach	Cena zł.	Cena cnt.	Odległość w metrach	Cena zł.	Cena cnt.	Odległość w metrach	Cena zł.	Cena cnt.
5	0	03.5	360	0	51.5	1000	1	01	2300	1	97
10	0	04	380	0	54	1050	1	05	2400	2	04
20	0	06	400	0	56	1100	1	08.5	2500	2	11
30	0	07.5	420	0	58	1150	1	12	2600	2	19
40	0	09	440	0	60	1200	1	16	2700	2	26
50	0	11	460	0	6.15	1250	1	20	2800	2	34
60	0	12.5	480	0	63	1300	1	23	2900	2	41
70	0	14	500	0	64	1350	1	27	3000	2	48
80	0	16	520	0	66	1400	1	30.5	3100	2	55
90	0	17.5	540	0	67	1450	1	34	3200	2	63
100	0	19	560	0	69	1500	1	38	3300	2	70.5
120	0	22.5	580	0	70	1550	1	42	3400	2	78
140	0	26	600	0	72	1600	1	45.5	3500	2	85.5
160	0	29	620	0	73	1650	1	49	3600	2	93
180	0	31	640	0	74.5	1700	1	53	3700	3	00
200	0	33.5	660	0	76	1750	1	56.5	3800	3	07.5
220	0	36	680	0	77.5	1800	1	60	3900	3	15
240	0	38	700	0	79	1850	1	64	4000	3	22
260	0	40	750	0	83	1900	1	67.5	4500	3	59
280	0	24.5	800	0	86.5	1950	1	71	5000	3	96
300	0	45	850	0	90	2000	1	75	5500	4	33
320	0	47	900	0	94	2100	1	82	6000	4	70
340	0	48	950	0	97.5	2200	1	90	7000	5	43

Uwaga.

1. Do $5^m,00$ odległości poziomej ziemia przerzuca się rydlem, nie liczy się zatem osobnego za przewóz wynagrodzenia.
2. Jako odległość przewozu uważa się linia prosta pozioma, łącząca środki ciężkości wykopu i nasypu. Jeżeli linia łącząca dwa te punkta nie jest poziomą, nachylenie jej jednak nie przenosi $0^m,05$ na $1^m,00$ ($^1/_{20}$), nie ma zwiększynia w kosztach przewozu, przeciwnie przy większych pochyłościach dodatkowe wynagrodzenie dolicza się na następnych zasadOch:

A. Przy przewozie taczkami.

a) Do odległości poziomej dolicza się 6 razy wziętą różnicę wysokości między środkiem ciężkości wykopu i nasypu, lub też
b) Mnoży się różnicę wysokości tych punktów przez 18 i to stanowić będzie odległość przewozu.

B. Przy przewozie wozami.

a) Do odległości poziomej dolicza się 10 razy wziętą różnicę wysokości między środkami ciężkości wykopu i nasypu, lub też
b) Mnoży się różnicę wysokości tych punktów przez 30 i to stanowi odległość przewozu.

Tak w pierwszym, jak drugim przypadku, używa się tego z dwóch powyżej podanych sposobów, który daje większe wypadki.

Numer bieżący	Wymienienie robót i materjałów	Cena zlr.	Cena cnt.	Uwagi
9	W razie, jeżeli wspomniany powyżej dodatkowy przewóz ziemi, wykonany być ma za pomocą wagonów do obliczenia należności za przewóz 1 metra sześciennego służy następująca formuła: $X = 0.0000447\ D + 0.14276 + \frac{1.17\ F}{M}$ w której oznaczamy przez D odległość przewozu; F długość kolei ułożyć się mającej dla przewozu wagonami; M całkowitą ilość ziemi przeznaczonej do przewiezienia wzgonami. Cena w powyżej oznaczony sposób obliczona, obejmuje oprócz kosztów samego przewozu: a) Wynagrodzenie za zakupno i zużycie wagonów, naprawy, smarowidło itd. b) Nakładanie i zrzucanie ziemi z wagonów, a w razie potrzeby dowóz ziemi na wagony taczkami, otworzenie wykopów itd. c) Ułożenie i przesuwanie kolei, stratę na szynach i innych materjałach.			

Numer bieżący	Wymienienie robót i materjałów	Cena zł.	Cena cnt.	Uwagi
10	W razie jeśliby roboty dodatkowe obejmowały przewóz wozami innych materjałów, to wynagrodzenie za takowy obliczonem zostanie na zasadzie następujących formuł:			
	a) Przewóz 1 metra sześciennego kamienia łamanego;			
	1° Po drodze zwykłej polowej			
	$X = 0.000884\ D + 0.331$			
	2° Po drodze bitej (makademizowanej)			
	$X = 0.000442\ D + 0\,331$			
	b) Przewóz 1000 sztuk cegły:			
	1° Po drodze zwykłej			
	$X = 0.00133\ D + 0.497$			
	2° Po drodze bitej			
	$X = 0.00066\ D + 0.497$			
	c) Przewóz 1° metra sześciennego kamienia ciosowego:			
	1° Po drodze zwykłej			
	$X = 0.000899\ D + 0.337$			
	2° Po drodze bitej			
	$X = 0.000449\ D + 0.337$			
	d) Przewóz 1 metra sześciennego drzewa twardego:			
	1° Na drogach zwykłych			
	$X = 0.000369\ D + 0.138$			
	2° Na drogach bitych			
	$X = 0.000185\ D + 0.138.$			
	e) Przewóz 1 metra sześciennego drzewa miękkiego:			
	1° Na drogach zwykłych			
	$X = 0.000246\ D + 0.092$			

Numer bieżący	Wymienienie robót i materjałów	Cena zł.	Cena cnt.	Uwagi
	2° Na drogach bitych			
	$X = 0.000123\ D + 0.092$			
	f) Przewóz 1 centnara wszelkiego rodzaju materjałów:			
	1° Na drogach zwykłych			
	$X = 0.000041\ D + 0.015$			
	2° Na drogach bitych			
	$X = 0.000021\ D + 0.015$			
	V. Ubezpieczenie robót ziemnych.			
11	Pokrycie ziemią rodzajną 1 metra kwadratowego skarp w wykopach, z dowozem ziemi z boków.			
	Skarpy powinny być ponacinane we wschody. Grubość średnia pokrycia wynosi $0^m,20$	0	056	
	Koszta wywiezienia ziemi wydobytej przy wykonaniu wschodów na skarpach, oraz koszta dowozu ziemi rodzajnej, powinny być w każdym przypadku oddzielnie obliczone, podług powyżej załączonej tabelli.			
12	Pokrycie 1 metra sześciennego skarpy w wykopach ziemią uzyskaną w tymże wykopie	0	035	
	Koszta wywiezienia ziemi wydobytej ze wschodów i koszta dowozu ziemi rodzajnej złożonej poprzednio na boku, powinny być oddzielnie, za pomocą powyższej tablicy obliczone.			
13	Obsianie 1 metra kwadratowego skarp mięszaniną złożoną z nasienia reigrasu francuzkiego, rejgrassu angielskiego, koniczyny białej, koniczyny czerwonej, esparcety i owsa	0	0044	
14	Odarniowanie kożuchowe 1 metra kwadratowego skarp darniami 0.10 grubości, 0.30 szerokości i tyleż długości mającemi i na płask ułożonemi	0	11	
	Dowóz darni oblicza się oddzielnie, zapomocą powyższej tabelli.			

Numer bieżący	Wymienienie robót i materjałów	Cena zł.	Cena cnt.	Uwagi
15	Wykonanie odarniowania murowego na 1 metrze kwadratowym skarpy, darniami $0^m,10$. grubości, $0^m,30$ szerokości i tyleż długości mającemi. Darnie powinny być układane jedna na drugiej, trawą do dołu, i powiązane z sobą jak cegły w murze . .	0	35	
	Dowóz darni oblicza się oddzielnie, zapomocą tabelli.			
16	Płotki ochronne w gruncie wilgotnym, plecione z łoziny z palikami $0^m,06$ średnicy oddalonemi od siebie $0^m,70$ do $1^m,00$. Wysokość płotków $0^m,60$. Cena 1.00 metra bieżącego	0	51	
17	Faszynowanie z k.szek w kratę układanych i przytwierdzonych wiciami, z wypełnieniem wolnych miejsc zwirem, lub kamieniem tłuczonym. Cena 1 metra sześciennego	2	31	

Kolej żelazna z N.... do N....

Sekcja od Prof. 80° do Prof. 120°.

OBLICZENIE KOSZTÓW ROBÓT ZIEMNYCH OPARTE NA KLASSYFIKACYI ZIEMI.

Numer porządkowy	N. porząd. tablicy rozkładu ziemi	Oznaczenie profilów, pomiędzy któremi ma być wykonany wykop	Bryłowatość wykopu ogółem	Bryłowatość wykopu wedle klasyfikacyj: Klassa 1. Rodzaje ziemi dającej się wydobywać za pomocą rydla i oskarda	Klassa 2. Rod. ziemi do których wydobycia użyć nal. oskardów szpicaków i kilof.	Klassa 3. Skała miękka dająca się wydobywać za pomocą klinów	Klassa 4. Skała twarda do której rozsadzenia użyć należy prochu lub dynamitu	Cena zł.	Cena ct.	Wydatek zł.	Wydatek ct.	Uwagi
1	2	81+22.50-83+92.93	3160.63	2560.00	600.63							
2	4	87+28.08-96+8.50	12377.28	7500.00	1370.28	2350.00	1157.00					
3	7	90+75.00-92+21.40	1886.70	1886.70								
4	9	96+80.88-101+62.86	11926.89	11700.00	226.89							
5	10	105+50-106+0.00	532.98	532.98								Z rowów bocznych
6	11	106+81.09-107+91.76	746.44	746.44								
7	13	109+26.08-110+85.00	724.68	724.68								
8	15	112+67.09-114+40.00	1311.94	1311.94								
9	17	117+88.88-120+0.00	1785.19	1785.19								
Wykopu ogółem			34452.73	28747.93	2197.80	2350.00	1157.00					
Do odwiezienia na boki .			9388.15	4510.87	1370.28	2350.00	1157.00					
Do użycia na nasyp . . .			25064.58	24237.06	827.52	—	—					

Koszta wykonania wykopów.

1				28747.93				0	21	6037	07	
2					2197.80			0	42	923	08	
3						2350.00		0	70	1645	00	
4							1157.00	1	36	1573	52	
		Ogółem . .	34452.73							10178	67	
		Czyli średnia cena wykonania 1 metra sześciennego wykopu=					10178.67 / 34452.73	=0	29.5			

Numer porządkowy	Nr. porząd. tablicy rozkładu ziemi	Oznaczenie profilów pomiędzy któremi ma być wykonany wykop	Bryłowatość wykopu ogółem	Bryłowatość wykopu wedle klassyfikacyj: Klassa 1. Rodzaje ziemi dające się wydobywać za pomocą rydla i oskardu	Klassa 2. Rod. ziemi do których wydobycia użyć nal. oskardów szpicaków i klof.	Klassa 3. Skała miękka dająca się wydobywać za pomocą klinów i klinów	Klassa 4. Skała twarda do której rozsadzenia użyć należy prochu lub dynamitu	Cena zł.	Cena ct.	Wydatek zł.	Wydatek ct.	Uwagi
		Koszta wykonania nasypów										
1				24237.06				0	07	1696	59	
2					827.52			0	07	57	93	
		Ogółem . .	25064.58							1754	52	
		Czyli cena średnia wykonania 1 metra sześć. nasypu =					1754.52 / 24237.06	0	07			
		Koszta przewozu ziemi.										Średnie odległości
1		Ziemi do odrzucenia rydlami					1952.73	0	03.5	68	35	$5^m,00$
2		„ do przewiezienia taczkami					19400.00	0	24	4656	00	$127^m,00$
3		„ „ wózkami ręcznemi . . .					8100.00	0	52.5	4252	50	$370^m,00$
4		„ „ wózkami parokonnemi . .					5000.00	0	71.5	3575	00	$596^m,00$
		Ogółem					34452.73			12551	85	
		Czyli cenn średnia przewozu 1 metra sześciennego=					12551.85 / 34452.73	0	36.5			
		Cena zatem średnia wykonania 1 metra sześciennego wykopu wraz z odwiezieniem ziemi na miejsce przeznaczone wynosi . . . . . 0.295+0.365=						0	66			
		Z ogólnej sumy wykopów przypada na wykopy grobli kolejowej					34141.73	0	66	22533	54	
		Nasypy wynoszą					22771.17	0	07	1593	98	
		Ogółem roboty ziemne grobli kolejowej								24112	52	
		Czyli cena średnia 1 metra sześciennego robót ziemnych w ogóle					24112.52 / 34141.73	=0	71			

Kolej żelazna z N.... do N....

Sekcja od Prof 80°. do Prof. 120°.

WYKAZ OBSIAĆ SIĘ MAJĄCYCH POWIERZCHNI SKARP, WYKOPÓW I NASYPÓW.

Nr. porząd.	Oznaczenie profilów.	Skarpa po jed. lub obu stronach	Wysokość mierzona po pochyłości skarpy			Długość	Powierzchnia	Uwagi
			Na początku profilu	Na końcu prof.	Średnia			
	I. Wykopy.							
1	od prof. 81+22.50 do prof. 83+92.93	2	0.00	1.70	0.85	77.50	131.75	
		2	1.70	3.12	2.41	100.00	482.00	
		2	3.12	2.70	2.91	100.00	582.00	
		2	2.70	0.00	1.35	92.93	250.92	
2	od prof. 87+28.08 do prof. 90+0.00	2	0.00	9.00	4.50	71.92	647.28	
		2	9.00	10.00	9.50	30.00	570.00	
		2	1000	6.55	8.28	70.00	1159.20	
		1	6.55	5.20	5.88	38.50	226.38	
		1	6.55	3.10	4.83	38.50	185.96	
		1	5.20	2.60	3.90	20.50	77.95	
		1	3.10	1.90	2.50	20.50	51.25	
		1	2.60	1.30	1.95	15.25	29.74	
		1	1.90	2.00	1.95	15.25	29.74	
		1	2.00	1.20	1.60	4.78	7.65	
		1	1.20	1.15	1.18	3.22	3.80	
		1	1.15	4.60	2.88	6.25	18.00	
		1	4.60	0.00	2.30	11.50	26.45	
3	od prof. 90+84.06 do prof. 92+21.43	1	0.00	0.45	0.23	3.94	0.91	
		1	0.00	1.00	0.50	3.94	1.97	
		1	0.45	3.20	1.83	12.00	21.96	
		1	1.00	1.30	1.15	12.00	13.80	
		1	3.20	7.30	5.25	13.00	68.25	
	Do przeniesienia . .						4586.96	

Nr. porząd.	Oznaczenie profilów.	Skarpa po jed. lub obu stronach	Wysokość mierzona po pochyłości skarpy: Na początku profilu	Na końcu prof.	Średnia	Długość	Powierzchnia	Uwagi
	Z przeniesienia . .						4586.96	
		1	1.30	3.60	2.45	13.00	31.85	
		1	7.30	9.00	8.15	5.00	40.75	
		1	3.60	3.65	3.63	5.00	18.15	
		1	9.00	7.60	8.30	14.00	116.20	
		1	3.65	2.60	3.13	14.00	43.82	
		1	7.60	1.80	4.70	7.60	35.72	
		1	2.60	0.80	1.70	7.60	12.92	
		1	1.80	1.30	1.55	60.40	93.62	
		1	0.80	1.10	0.95	60.40	57.38	
4	od prof. 96+80.88 do prof. 101+62.86	2	0.00	0.90	0.45	19.20	17.28	
		2	0.90	2.25	1.08	150.00	324.00	
		2	2.75	4.05	3.40	50.00	340.00	
		2	2.25	4.95	3.60	60.00	432.00	
		2	4.95	3.75	4.35	40.00	348.00	
		2	3.75	2.25	3.00	22.00	132.00	
		2	4.50	1.75	3.13	28.00	175.28	
		2	3.15	2.00	2.58	50.00	258.00	
		2	2.00	0.00	1.00	62.80	125.60	
5	od prof. 106+81.09 do prof. 107+44.46	2	0.00	1.70	0.85	19.91	33.84	
		2	1.70	2.70	2.20	47.30	208.12	
		2	2.70	0.00	1.35	44.46	120.04	
6	od prof. 109+26.08 do prof. 110+85.00	2	0.00	2.25	1.13	73.92	165.05	Do pokrycia ziemią rodzajną 357 mk. 15
		2	2.25	0.00	1.13	85.00	192.10	
7	od prof 112+67.09 do prof. 114+40.00	2	0.00	1.65	0.83	32.91	54.64	
		2	1.65	2.70	2.18	49.50	115.82	
	Do przeniesienia . .						8079.14	

Nr. porząd.	Oznaczenie profilów.	Skarpa po jed. lub obu stronach	Wysokość mierzona po pochyłości skarpy: Na początku profilu	Na końcu prof.	Średnia	Długość	Powierzchnia	Uwagi
	Z przeniesienia . .						8079.14	
		2	2.70	2.50	2.60	50.50	262.60	
		2	2.50	0.00	1.25	40.00	100.00	
8	od prof. 117+88.88 do prof. 120+0.00	2	0.00	0.95	0.48	11.12	10.68	
		2	0.95	2.25	1.60	100.00	320.00	
		2	2.25	3.30	2.78	100.00	556.09	
	Ogółem powierzchnia skarp w wykopach						9328.51	
	II. Nasypy.							
1	od prof. 80+0.00 do prof. 81+22.50	2	1.60	0.70	1.15	100.00	230.00	
		2	0.70	0.00	0.35	22.50	15.76	
2	od prof. 83+92.93 do prof. 88+28.08	2	0.00	0.50	0.25	7.07	3.54	
		2	0.50	2.80	1.65	100.00	330.00	
		2	2.80	5.00	3.90	100.00	780.00	
		2	5.00	5.20	5.10	65.00	663.00	
		2	5.20	3.40	4.30	35.00	131.00	
		2	3.40	0.00	1.70	28.08	95.48	
3	od prof. 86+79.03 do prof. 90+6.00	1	0.00	0.80	0.40	1.22	0.49	
		1	0.80	1.00	0.90	6.25	5.63	
		1	1.00	3.90	2.45	11.50	28 18	
		1	3.90	4.80	4.35	4.00	17.40	
		1	0.00	7.00	0.35	4.00	1.40	
		1	4.80	7.00	5.90	4.00	23.60	
4	od prof. 90+22.00 do prof. 90+84.06	2	5.40	5.00	5.20	5.00	52.00	
		1	3.00	2.00	2.50	3.50	8.75	
		1	4.20	5.20	4.70	3.50	14.45	
		1	2.00	2.00	2.00	10.50	21.00	
	Do przeniesienia . .						2421.68	

Nr. porząd.	Oznaczenie profilów.	Skarpa po jed. lub obu stronach	Wysokość mierzona po pochyłości skarpy: Na początku profilu	Na końcu prof.	Średnia	Długość	Powierzchnia	Uwagi
	Z przeniesienia . .						2421.68	
		1	4.20	2.80	3.50	10.50	36.75	
		1	2.00	2.80	2.40	10.50	25.20	
		1	2.80	2.20	2.50	10.50	26.25	
		1	2.80	1.60	2.20	15.00	33 00	
		1	2.20	0.50	1.35	15.00	20.25	
		1	1.60	0.80	1.20	5.00	6.00	
		1	0.50	0.00	0.25	5.00	1.25	
		1	0.50	0.00	0.25	4.06	1.02	
5	od prof. 92+21.43 do prof. 96+80.88	2	0.00	5.00	2.50	78.57	393.76	
		2	5.00	3.70	4.35	100.00	870.00	
		2	3.70	3.25	3.48	100.00	696.00	
		2	3.25	1.80	2.53	100.00	506.00	
		2	1.80	0.00	0.90	80.88	145.58	
6	od prof. 101+62.86 do pro. 106+81.09	2	0.00	1.20	0.60	37.14	44.56	
		2	1.20	1.70	1.45	100.00	290.00	
		2	1.70	3.30	2.50	100.00	500.00	
		2	3.30	4.00	3.65	100.00	730.00	
		2	4.00	3.80	3.90	100.00	780.00	
		2	3.80	0.00	1.90	81.09	308.14	
7	odprof. 107+91.06 do prof. 109+26.08	2	0.00	0.40	0.20	8.24	3.30	
		2	0.40	0.60	0.50	100.00	100.00	
		2	0.60	0.00	0.30	26.08	15.64	
8	od prof. 110+85.00 do prof. 112+67.09	2	0.00	0.25	0.13	15.00	3.90	
		2	0.25	1.80	1.03	100.00	206.00	
		2	2.60	0.00	1.30	67.09	174.44	
	Do przeniesienia . .						8338.72	

Nr. porząd.	Oznaczenie profilów.	Skarpa po jed. lub obu stronach	Wysokość mierzona po pochyłości skarpy			Długość	Powierzchnie	Uwagi
			Na pocz. profilu	Na kon. profilu	Średnia			
	Z przeniesienia . .						8338.72	
9	od prof. 114+40.00 do prof. 117+88.88	2	0.00	2.60	1.30	60.00	156.00	
		2	2.60	2.20	2.40	100.00	480.00	
		2	2.20	1.50	1.35	100.00	270.00	
		2	1.50	0.00	0.75	88.88	133.32	
	Ogólna powierzchnia skarp w nasypach						9378.04	

Uwaga. W wykazie powyższym obliczono wszystkie skarpy bez względu na wysokość, zwykle jednak skarpy mające mniej jak 1m,00 wysokości pozostawiają się bez obsiania.

Kolej żelazna z N.... do N....

Sekcya od Prof. 80° do Prof. 120°.

ZESTAWIENIE OBLICZENIA WYMIARÓW ROBÓT DO WYKONANIA PRZY PRZEJAZDACH.

Numer porządkowy przejazdu	Wyszczególnienie profilu przy którym przejazd jest położony	Głębokość wykopu	Wysokość nasypu	Szerokość przejazdu w koronie	Bryłowatość		Powierzchnia zwirowania	Bryłowatość muru w kanałach			Ogółem	Uwagi
					wykopu	nasypu		otworu 0.40	otworu 0.50	otworu 0.60		
1	81+ 0.00		0.28	6.00		34.65	236.00		7.40		7.40	
2	90+26.50		2.96	4.00		300 00	361.00		15.50		15.50	
3	91+80.60	0.75		6.00	301.00		240.00			18.90	18.90	
4	102+75.00		0:98	6.00		831.24	300.00					
5	107+49.30	0.35		4.00				8.80			8.80	
6	114+50.00		1.25	4.00		300.00	240.00	6.20	8.60		14.80	
	Razem				301.00	1465.89	1377.00				65.40	

Kolej żelazna z N.... do N....

Sekcja od Prof. 80° do Prof. 120°.

OBLICZENIE BRYŁOWATOŚCI MURÓW PODTRZYMUJĄCYCH I POWIERZCHNI BRUKÓW.

Numer profilu	+ metrów	Powierzchnia wykopu	Powierzchnia muru	Średnia powierzchni dwóch profilów najbliżej siebie położonych: wykopu	Średnia powierzchni dwóch profilów najbliżej siebie położonych: muru	Odległość między profilami	Bryłowatość częściowa: wykopu	Bryłowatość częściowa: muru	Bryłowatość ogólna: wykopu	Bryłowatość ogólna: muru	Uwagi
		I. Mury podtrzymujące.									
		Po lewej stronie kolei.									
98	57.50	1.60	2.40								
	97.50	1.80	2.60	1.70	2.50	40.00	68.00	100.00			
	97.50	2.70	3.50								
99		2.80	3.68	2.75	3.59	2.50	6.88	8.98			
	80.00	2.65	3.40	2.73	3.54	80.00	218.40	283.20			
100		2.65	3.40	2.65	3.40	20.00	53.00	68 00			
	22.00	2.70	3.70	2.68	3.55	22.00	58.96	78.10			
	22.00	1.10	1.80								
	66.00	1.05	1.70	1.08	1.75	44.00	47.52	77.00	452.76	615.28	
		Po prawej stronie kolei.									
98	70.00	1.20	1.90								
99		1.40	2.10	1.30	2.00	30.00	39.00	60.00			
99		2.06	3.17								
	30.00	2.14	3.28	2.10	3.23	80.00	168.00	258.40			
100		2.06	3.17	2.10	3.23	20.00	42.00	64.60			
100		1.00	1.30								
	40.00	0.70	1.00	0.85	1.15	40.00	34.00	46.00	283.00	429.00	
	Ogółem mury podtrzymujące								735.76	1044.38	

Numer profilu	+ metrów	Powierzchnia wykopu	Powierzchnia muru	Średnia powierzchni dwóch profilów najbliżej siebie położonych wykopu	Średnia powierzchni dwóch profilów najbliżej siebie położonych muru	Odległość między profilami	Bryłowatość częściowa wykopu	Bryłowatość częściowa muru	Bryłowatość ogólna wykopu	Bryłowatość ogólna muru	Uwagi
			II. Bruki.								
			Po lewej stronie kolei.								
90	6.00										
	11.50		17.46								
	17.50										
	24.50		19.62								
			Po prawej stronie kolei.								
90	5.50										
	11.50		19.40								
	17.50										
	24.50		21.60								
	Ogółem powierzchnia bruków .		77.64								

Kolej żelazna z N.... do N....

Sekcja od Prof. 80°. do Prof. 120°

KOSZTORYS ROBÓT DODATKOWYCH.

Numer bieżący	Wyszczególnienie robót	Ilość sztuk	Wymiary: Szerokość	Wymiary: Wysokość	Wymiary: Długość	Powierzchnia lub bryłowatość	Cena	Koszt: Po szczególe	Koszt: Ogółem	Uwagi
1	Mury podtrzymujące:									
	a) Wykop pod fundamenta w ziemi 2. klassy (od prof. 98+60.00 do Prof. 100+80.00) . .	2	1.20	1.50	220.00	792.00	0.42	332.64		
	b) Mury z kamienia suchego	2	0.90	1.80	40.00	129.60	6.05	784.08		*
	dto. dto.	2	1.20	2.40	140.00	806.40	6.05	4878.72		*
	dto. dto.	2	0.70	1.40	40.00	78.40	6.05	474.32		*
	Mury podtrzymujące ogółem					1014.40		6469.76	6469.76	
2	Obrukowanie skarp.									
	(Stożki przy moście na Łysicy Prof. 90+14.50)	2	10.00	$\frac{5.00}{2}$		50.00	2.50	125.00		*
	dto. dto.	2	9.50	$\frac{4.80}{2}$		45.60		114.00		*
	Obrukowanie skarp ogółem					95.60		239.00	239.00	
3	Pokrycie skarp w wykopach ziemią rodzajną (od Prof. 109+26.08 do Prof. 110+85.00)	2		$\frac{2.25}{2}$	73.92	165.05	0.056	9.24		Cennik N. 11.
	dto. dto.	2		$\frac{2.25}{2}$	85.00	192.10	0.056	10.78		Cennik N. 11.
	Pokrycie skarp ziemią . .					357.15		20.02	20.02	
4	Obsianie skarp:									
	a) W wykopach wedle wykazu					9330.92	0.0044	41.07		Cennik N. 13.
	b) W nasypach . . .					9378.04	0.0044	41.26		Cennik N. 13.
	Obsianie skarp ogółem .					18708.96		82.33	82.23	
							Do przeniesienia . . .		6811.01	

Numer bieżący	Wyszczególnienie robót	Ilość sztuk	Wymiary: Szerokość	Wymiary: Wysokość	Wymiary: Długość	Powierzchnia lub bryłowatość	Cena	Koszt: Poszczególe	Koszt: Ogółem	Uwagi
	Z przeniesienia . . .								6811 01	
5	Przejazdy	6								
	1. Roboty ziemne;									
	a) Wykop					301.00	0.71	213.71		Cennik N. 6
	b) Nasyp					1465.89	0.07	102.61		Cennik N, 7
	2. Zwirowanie					1377.00	1.50	2065.50		*
	3. Mury kanałów odpływowych					65.40	11.50	752.10		*
	Przejazdy ogółem .							3133.92	3133.92	Wedle oddzielnego obliczenia wymiarów
6	Drogi odwrócone od Prof. 97 do Prof. 103;									
	a) Wykopu w ziemi 1-ej klassy					624.00	0.21	131.04		Wedle oddzielnego obliczenia wymiarów
	b) Odrzucenie ziemi rydlami					624.00	0.035	21.84		
	Drogi odwrócone ogółem							152.88	152.88	
7	Drogi równoległe;									
	a) Wykop w ziemi 1-ej klassy					327 55	0.21	68.79		
	b) Odrzucenie ziemi rydlami					327.55	0.07	22.93		
	Drogi równoległe ogółem							91.72	91.72	dto. dto.
8	Drogi dojazdowe do Stacyi							0.00	0.00	
9	Rowy odpływowe;									
	a) Wykop w ziemi 1-ej klassy		$\frac{1.60+0.40}{2}$	0.40	8000.00	3200.00	0.21	672.00		
	b) Odrzucenie ziemi rydlami					3200.00	0.07	112.00		
	Rowy odpływowe ogółem							784.00	784.00	
	Do przeniesienia . . .								10973.63	

Numer bieżący	Wyszczególnienie robót	Ilość sztuk	Wymiary: Szerokość	Wymiary: Wysokość	Wymiary: Długość	Powierzchnia lub bryłowatość	Cena	Koszt: Poszczególe	Koszt: Ogółem	Uwagi
					Z przeniesienia . . .				10973 63	
10	Ubezpieczenie brzegów rzeczki Łysicy przy moście Prof. 90+14.50;									
	a) Obrukowanie prawego brzegu		3.00		61.00	183.00	2.50	457.50		*
	b) Obrukowanie lewego brzegu		2.10		60.00	126.00	2.50	315.00		*
	c) Oskałowanie prawego brzegu		1.00	1.00	61.00	61.00	4.78	291.58		*
	d) Oskałowanie lewego brzegu		1.00	1.00	60.00	60.00	4.78	285.00		*
	Ogółem ubezpieczenie brzegów							1329.08	1329.08	
11	Ogrodzenie linii w całej długości wykopów, oraz nasypów mniej aniżeli 2m,00 wysokości mających				7kil.200		300.00	2160.00		*
12	Ogrodzenie dróg równoległych				1kil.500		300.00	450.00		*
13	Ogrodzenie Stacyi . . .							0.00		
	Ogrodzenia ogółem . . .							2610.00	2610.00	
14	Poręcze przy przejeździe Prof. 90+30.00 . . .				40.00		1.25	50.00	50.00	*
15	Wrota i rogatki przy przejazdach;									
	a) Wrota otwierane ręcznie	8					56.00	448.00		*
	b) Rogatki otwierane za pomocą mechanizmu średnia długość druta 250m,00	4					250.00	1000.00		*
	Wrota i rogatki ogółem .							1448.00	1448.00	
16	Założenie ogrodów na Stacyach							0.00	0.00	
					Do przeniesienia . . .				16434.71	

Numer bieżący	Wyszczególnienie robót	Ilość sztuk	Wymiary			Powierzchnia lub bryłowatość	Cena	Koszta		Uwagi
			Szerokość	Wysokość	Długość			Po szczególe	Ogółem	
	Z przeniesienia . . .								16434.71	
17	Słupy kilometrowe . . .	36					6.00	24.00	24.00	*
18	Kamienie profilowe . . .	160					1.50	54.00	54.00	*
19	Kamienie graniczne . .	5					1.50	240.00	240.00	*
20	Tablice zmian spadków .	12					10.0	50.00	50.00	*
21	Tablice z ostrzeżeniami po 2 na każdy przejazd						8.00	96.00	96.00	*
22	Sygnały i telegraf, średni koszt ua kilometr kolei 220 fl. 00				4 kil. 00		220.00	880.00	880.00	*
	Ogólny koszt wykonania robót dodatkowych . .								17754.71	

Uwaga. Dla pozycyi oznaczonych * nie są podane ceny w zamieszczonym powyżej cenniku, jako obejmującym tylko roboty ziemne. Ceny podane przez nas są średniemi wyprowadzonemi z cen przyjętych przez kolejc żelazne w kraju naszym istniejące.

Kolej żelazna z N.... do N....

Sekcja od Prof. 80° do Prof. 120°.

KOSZTORYS ZAPROWADZENIA POTRZEBNYCH RUCHOMOŚCI I NARZĘDZI.

Numer bieżący	Wyszczególnienie przedmiotu.	Cena	Wydatek	Uwagi
1	Zaprowadzenie ruchomości w budynkach stacyjnych, salach gościnnych i biurach, przyrządy do oświetlenia i gaszenia ognia		0.00	
2	Zaprowadzenie ruchomości w domkach drożnlczych — 4 domki . . .	100.00	400.00	
3	Umundurowanie służby, jakoto: drożników, konduktorów, maszynistów, palaczy, hamulcowych itd. średnia $1^1/_2$ osoby na kilometr. — Na 4 kilometry 6 osób	70.00	420.00	
4	Zaprowadzenie narzędzi drożniczych do reperacyi kolei. Na 4 kilometry	100.00	400.00	
	Ogołem ruchomości i narzędzia . .		1220 00	

Kolej żelazna z N.... do N....

Sekcja od Prof. 80° do Prof. 120°.

Długości 4.000 kilometry.

KOSZTORYS OGÓLNY.

N. bieżący	Rodzaj robót	Wyliczenie szczegółowe robót.	Wydatki po szczególe zł.	ct.	Wydatki ogółem zł.	ct.	Koszt na 1 kilometr zł.	ct.	Uwagi
1	Roboty przygotowawcze i zarząd przy budowie	1) Wypracowanie projektu licząc na kilometr 560 złr.	2240	00					
		2) Zarząd techniczny i administracyjny podczas budowy, płaca i dyety urzędników, najem biur, zakupno narzędzi technicznych i potrzeb kancelaryjnych itd. przez 3 lat trwania robót licząc na 1 kilometr po 4000m,00 złr. . .	16000	00					
		Ogółem roboty przygotowawcze i zarząd	18240	00	18240	00	4560	00	
2	Zakupno gruntów	1) Zakupno gruntów pod jednotorową kolej długości 4 kilometry w średniej szerokości 25m,00. Ogółem zajętej przestrzeni 10 hektarów po 900 fl. 00	9000	00					
		2) Zakupno gruntów pod stacye przestrzeni hektarów po		00					
		3) Wywłaszczenie budynków wedle załączonego wykazu	1000	00					
		4) Pokrycie materjałem ogniotrwałym budynków położonych w pasie wystawionym na niebezpieczeństwo ognia	300	00					
		5) Wynagrodzenie strat właścicielom poprzecinanych gruntów	400	00					
		6) Najem czasowy gruntów na składy materjałów itd.	100	00					
		7) Koszta sądowe processów o wywłaszczenie gruntów, koszta komissyi szacunkowych, kontraktów itd. 10% .	1080	00					
		Ogółem zakupno gruntów . .	11880	00	11880	00	2970	00	
		Do przeniesienia . . .			30120	00	7530	00	

N. bieżący	Rodzaj robót	Wyliczenie szczegółowe robót	Wydatki po szczególe zł.	ct.	Wydatki ogółem zł.	ct.	Koszt na 1 kilometr zł.	ct.	Uwagi
		Z przeniesienia . .			30120	00	7530	00	
3	Roboty ziemne	1) Wykonanie robót ziemnych na grobli kolejowej wraz z przewozem ziemi, wedle załączonych obliczeń ogółem 34141.73 metrów sześciennych po 0fl 71	24.112	52					
		2) Wykonanie robót ziemnych na stacyach ogółem	0	00					
		Roboty ziemne ogółem . .	24112	52	24112	52	6028	13	
4	Roboty dodatkowe	1) Mury podtrzymujące z kamienia suchego	6469	76					
		2) Obrukowanie skarp	239	00					
		3) Pokrycie skarp w wykopach ziemią rodzajną	20	02					
		4) Obsianie skarp	82	33					
		5) Przejazdy	3133	92					
		6) Drogi odwrócone	152	88					
		7) Drogi równoległe	31	72					
		8) Drogi dojazdowe do stacyj	0	00					
		9) Rowy odpływowe	784	00					
		10) Ubezpieczenie brzegów rzeczki Łysicy	1349	08					
		11) Ogrodzenie linii	2160	00					
		12) Ogrodzenie dróg równoległych . .	450	00					
		13) Ogrodzenie stacyi	0	00					
		14) Poręcze przy przejazdach	50	00					
		15) Wrota i rogatki przy przejazdach .	1448	00					
		16) Założenie ogrodów na stacyach . .	0	00					
		17) Słupy kilometrowe	24	00					
		18) Kamienie profilowe	54	00					
		19) Kamienie graniczne	240	00					
		Do przeniesienia . .	16728	71	5423z	52	13558	13	

Nr. porząd.	Rodzaj robót	Wyliczenie szczegółowe robót.	Wydatki po szczególe zł.	ct.	Wydatki ogółem zł.	ct.	Koszt na 1 kilometr zł	ct.	Uwagi
		Z przeniesienia . .	16728	71	54232	52	13558	13	
		20) Tablice zmian spadków	50	00					
		21) Tablice z ostrzeżeniami	96	00					
		22) Telegraf i sygnały	880	00					
		Roboty dodatkowe ogółem . .	17754	71	17754	71	4438	68	
5	Mosty, przepusty, kanały	Wedle szczegółowych kosztorysów:							
		1) Przepust N. 1. przy prof. 86+0.00	864	00					
		2) Most sklepiony N. 2. przy prof. 90+14.75	4.234	75					
		3) Przepust N. 3. przy prof. 93+1.15 .	621	25					
		4) Przepust N. 4. przy prof. 105+99.20	459	61					
		5) Rura N. 5. przy prof. 116+3.50 . .	274	00					
		Mosty i przepusty ogółem . .	6453	61	6453	61	1613	40	
6	Kolej (voie, Oberbau)	1) Główna kolej, szyny, kleszcze, plaki, śruby, haki itd. wraz z dowozem i ułożeniem na 1 kilometr 12.200 fl.	48800	00					
		2) Boczne koleje na stacyach. Szyny, kleszcze, plaki, śruby, haki itd. wraz z dowozem i ułożeniem	0	00					
		3) Zwrotnice i rozjazdy (weksle) . . .	0	00					
		4) Obrotnice	0	00					
		5) Podkłady, wraz z dowozem i ułożeniem 1100 fl. na kilometr	4400	00					
		6) Zwirowanie (ballast) głównej kolei wraz z dowozem zwiru i wykonaniem nasypki 850 fl. na 1 kilometr . . .	3400	00					
		7) Zwirowanie kolei bocznych na stacyach	0	00					
		8) Zwirowanie podwórzy na stacyach	0	00					
		Kolej ogółem . .	56700	00	56600	00	14150	00	
		Do przeniesienia . .			135040	84	33760	21	

Nr. porząd.	Rodzaj robót.	Wyliczenie szczegółowe robot	Wydatki po szczególe zł.	ct.	Wydatki ogółem zł.	ct.	Koszt na 1 kilometr zł.	ct.	Uwagi
		Z przeniesienia . .			135040	84	33760	21	
7	Wodociągi	1) Zaprowadzenie na stacyach wodociągów, z wszelkiemi należącemi do nich przyrządami, zbiornikami, kolumnami, maszynami do pompowania itd. . .	0	00					
8	Budynki	1) Dworzec							
		2) Magazyny							
		3) Budynki na wodociągi							
		4) Pomosty do ładowania							
		5) Fosy do oczyszczenia ogniska . . .							
		6) Fundamenta pod obrotnice							
		7) Wozownie na lokomotywy							
		8) Wozownie na wagony							
		9) Warsztaty							
		10) Wychodki							
		11) Domy mieszkalne dla służby . . .							
		12) Koszary drogowe							
		13) Domki drożnicze — 4 po 1600 złr. .	6400	00					
		Budynki ogółem . .	6400	00	6400	00	1600	00	
9	Ruchomości i narzędzia	1) Ruchomości w dworcach, biurach, przyrządy do gaszenia ognia . . .	0	00					
		2) Ruchomości w domkach drożniczych i koszarach drogowych	400	00					
		3) Umundurowanie służby	420	00					
		4) Narzędzia drożnicze do reperacyi kolei	400	00					
		Ruchomości i narzędzia ogółem . .	1220	00	1220	00	305	00	
		Do przeniesienia . .			152660	84	34681	21	

Nr. porząd.	Rodzaj robót	Wyliczenie szczegółowe robót	Wydatki po szczególe zł.	ct	Wydatki ogółem zł.	ct	Koszt na 1 kilometr zł.	ct.	Uwagi
10		Z przeniesienia . .			152660	84	34681	21	
	Tabor	Ogółem po 22.000 fl. na 1 kilometr	88000	00	88000	00	22000	00	
		Wydatki ogółem . .			230660	84	57665	21	
		Nieprzewidziane wydatki . .			9339	16	2334	79	
		Ogółem . .			240.000	00	60000	00	
		Zestawienie ogólne kosztów.							
		1) Roboty przygotowawcze i zarząd .			18420	00			
		2) Zakupno gruntów			11880	00			
		3) Roboty ziemne			24112	52			
		4) Roboty dodatkowe			17754	71			
		5) Mosty i przepusty			6453	61			
		6) Kolej			56600	00			
		7) Wodociągi			0	00			
		8) Budynki			6400	00			
		9) Ruchomości i narzędzia			1220	00			
		10) Tabor			88000	00			
		Ogółem . .			230660	84			
		Nieprzewidziane wydatki . .			9339	16			
		Ogół wydatków . .			240000	00			

II Dr. zel.
2732

Jarmund

BUDOWA
KOLEI
ŻELAZNYCH

2732