

duje się nad jednym, czy też nad dwoma torami. W razie wiaduktu sklepionego wzniesienie to okaże się jeszcze większe.

Z powyższego wynika, że różnica poziomów torowiska kolejowego i drogi zwyczajnej w razie urządzenia przejazdu górą jest o 1,15 do 1,35 saż. (2,46 do 2,88 m) większa, niż w razie urządzenia przejazdu dołem.

Wiadukty nad koleją żelazną bywają przeważnie metalowe, gdyż wtedy wysokość wiaduktu otrzymuje się mniejsza, nadto zaś, stosując słupy metalowe dla podtrzymania dźwigarów (rys. 78), otrzymuje się widok otwarty z pociągu na tor kolejowy, co ma ważne znaczenie dla bezpieczeństwa ruchu.

Wiadukty drewniane nad koleją żelazną winny być zabezpieczone od pożaru za pomocą osłon z blachy żelaznej lub przez pociągnięcie mieszaniną przeciwpalną.

Według warunków technicznych budowy dróg żelaznych magistralnych w Rosyi koleje żelazne z motorami parowymi lub innymi, tramwaje, jako też wskazane przez Ministerium szosy i inne drogi, przeznaczone do jazdy powozowej, nie powinny wogóle krzyżować się z kolejami żelaznymi w jednym poziomie. Kolej żelazna nie powinna również przecinać w jednym poziomie dróg zwyczajnych w razie, gdy głębokość wykopu przewyższa 3 saż., jeżeli te drogi nie zostaną odprowadzone do innych dogodniejszych miejsc skrzyżowania z koleją żelazną.

W razie krzyżowania się w jednym poziomie kolei dojazdowej z głównymi liniami kolejowymi lub z innymi kolejami dojazdowymi powinny być ustawione w odpowiednich miejscach stałe sygnały i urządzone posterunki dla straży.

---

## ROZDZIAŁ VI.

### Poszukiwania techniczne.

Poszukiwania techniczne mogą mieć cel dwojaki: dostarczenie ogólnych danych technicznych do ocenienia zyskowności budowy projektowanej drogi żelaznej lub też szczegółowego materiału, potrzebnego do wypracowania całkowitego jej projektu. Stosownie do tego poszukiwania dzielą się na ogólnikowe czyli rozpoznawcze i szczegółowe.

*Poszukiwania ogólnikowe* polegają na wyjaśnieniu możliwości urzeczywistnienia oraz względnej zyskowności rozmaitych typów i kierunków drogi żelaznej, przyjmując pod uwagę wyniki badań handlowych i inne warunki finansowe jej budowy.

*Poszukiwania szczegółowe* mają mniej szerokie i bardziej określone zadanie wyszukania na gruncie najkorzystniejszego położenia linii kolejowej, której typ i ogólny kierunek zostały już ustalone. Zadanie to zwykle nie odrazu daje się osiągnąć i w większości przypadków należy poszukiwania szczegółowe powtarzać, zbliżając się stopniowo ku ostatecznemu jego rozwiązaniu. Pod względem porządku, w jakim prowadzi się poszukiwania szczegółowe, przyjęto rozróżniać *poszukiwania początkowe, sprawdzające i ostateczne*.

Do prowadzenia poszukiwań technicznych nie jest wymagane pozwolenie władz, o ile właściciele lub dzierżawcy gruntów, na których poszukiwania te mają być dokonane, wyrażą na to swoją zgodę. W razie jeżeli takiej zgody nie ma, na prowadzenie poszukiwań powinno być wyjednanie pozwolenie Ministerium (dla

kolei dojazdowej miejscowego gubernatora), a wynagrodzenia za szkody i straty, wynikłe z powodu dokonywania poszukiwań, osoby interesowane dochodzić mogą na drodze sądowej.

## 1. Poszukiwania ogólnikowe.

### a) Nakreślenie linii na mapach.

Poszukiwania ogólnikowe rozpocząć należy od rozpatrzenia posiadanych map i rozpoznania miejscowości.

Dla miejscowości położonych w Państwie Rosyjskiem znajdują się w sprzedaży następujące mapy:

1. Mapa dróg lądowych i wodnych Rosyi Europejskiej w podziałce 40 wiorst na cal i Rosyi Azyatyckiej w podziałce 100 wiorst na cal.

2. Mapa Rosyi Europejskiej, wydana przez wydział wojenno-topograficzny Sztabu Głównego, w podziałce 10 wiorst na cal (1 : 420 000).

3. Mapa Sztabu Głównego w podziałce 3 wiorsty na cal (1 : 126 000), obejmująca Królestwo Polskie i całą zachodnią część Rosyi Europejskiej. Dla niektórych miejscowości istnieją także mapy w podziałce 1 i 2 wiorsty na cal.

4. Na zamówienie specjalne można otrzymać kopie fotograficzne z oryginalnych planów wydziału wojenno-topograficznego w podziałce 250 saż. na cal (1 : 21 000), z oznaczeniem warstwic.

Rozpatrzenie map i nakreślenie na nich zamierzonego kierunku projektowanej linii kolejowej należy rozpoczynać od map w mniejszej podziałce, na których objąć można duży obszar jednym rzutem oka, i następnie dopiero przechodzić stopniowo do map bardziej szczegółowych. Punkty, przez które ma przechodzić kolej, łączą się na mapie liniami prostymi lub łamanymi, obchodząc przeszkody naturalne, zbliżając się do punktów zaludnionych, w których mają być urządzone stacje, i krzyżując rzeki i znaczniejsze drogi o ile można najdogodniej. Najlepsze pojęcie o kształtach terenu daje kierunek rzek i potoków, na co winna być zwrócona szczególna uwaga. Pociągnięcie farbą na mapie wszystkich rzek i rzeczek bardzo ułatwia rozpatrzenie jej pod tym względem.

### b) Rozpoznanie miejscowości.

Dokładniejsze pojęcie o charakterze miejscowości w kierunkach, uprzednio wyznaczonych na mapie, daje rozpoznanie przyległej okolicy. Zaczynając rozpoznanie od pewnego punktu, należy się przekonać, jakie byłyby warunki poprowadzenia linii w rozmaitych założeniach pod względem kierunku wyjścia z tego punktu i dalszego postępowania do punktu następnego, przez który projektowana linia kolejowa powinna obowiązkowo przechodzić. Bardzo znaczne obejście może niekiedy okazać się korzystniejszym od najkrótszego kierunku, jeżeli warunki terenu są trudne. Dlatego też oględziny miejscowości winny obejmować cały obszar w granicach możliwych kierunków i obszar ten winien być zbadany wszechstronnie i bez uprzedzeń.

Co się tyczy *ogólnego kierunku* projektowanej linii kolejowej, to może być ona całkowicie położona w dolinie jednej i tej samej rzeki, lub też biec równolegle do niej po wododziale, lub wreszcie przecinać jeden lub kilka wododziałów, gdy punkty, przez które droga żelazna ma być poprowadzona, położone są w różnych zlewiskach.

Kolej żelazna, prowadzona *doliną rzeki*, przecina jej dopływy przy ujściach, co zwykle pociąga za sobą budowanie znacznej ilości dzieł sztuki. Z drugiej znów strony punkty zaludnione, dostarczające drodze żelaznej podróży i ładunki, położone są najczęściej w dolinach rzek.

Poprowadzenie linii kolejowej *po wododziale* jest dogodnie pod tym względem, że nie przecina ona wówczas bocznych parowów i rzeczek, albo przecina je u źródeł, wskutek czego nie zachodzi potrzeba wykonania znacznych dzieł sztuki i robót ziemnych. Za to oddalenie linii kolejowej od rzek może okazać się niedogodnym wskutek braku wody do zasilania parowozów i stacyi. Doświadczenie wskazuje, że koleje żelazne, poprowadzone po wododziale, podlegają zaspom śnieżnym w większym stopniu, niż koleje poprowadzone w dolinach. Oczywiście, że poprowadzenie kolei żelaznej po wododziale możliwe jest tylko w tym wypadku, gdy ma on kształt wzniesienia mniej więcej płaskiego, nie zaś pasma gór.

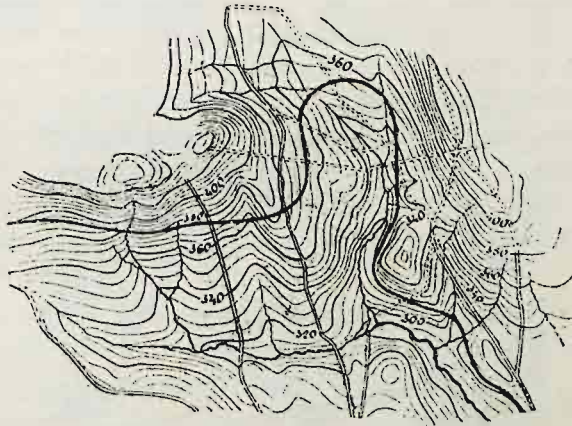
*Przecięcie wododziału linią kolejową*, zwłaszcza w miejscowościach górzystych, jest trudniejsze, niż poprowadzenie jej w kierunku doliny rzeki, gdyż profil terenu w kierunku najkrótszym, przecinającym wododział, ma znaczne pochylenia. Z tego względu, przecinając wododział, należy wybierać dla przeprowadzenia linii kolejowej najniższą przełęcz. Gdy miejsce to zostało wybrane i *wysokość przejścia* przez grzbiety wyniosłości, tworzących wododział (za pomocą głębokiego wykopu lub tunelu) została określona, należy wznosić się do poziomu tego przejścia o ile możliwości ciąglem pochyleniem krańcowem. Długość wzniesienia na przełęcz i rozwinięcia linii, gdyby się ono okazało potrzebnem, określa się w zależności od ogólnej wysokości wzniesienia.

*Rozwinięcie linii* można osiągnąć za pomocą wyjazdów w doliny boczne (rys. 79) lub całkowitych zwrotów w teje dolinie (rys. 80), albo też za pomocą

pętlic i spirali, które nieraz urządzać wypada w tunelach (rys. 81). W trudnych warunkach topograficznych stosowany bywa również tani, chociaż niedogodny sposób prowadzenia linii kolejowej zygzakami, z torami martwymi zamiast skrętów (rys. 82).

*Rozpoznanie miejscowości z mapą w rękę* (o ile mapa wogóle istnieje) usku-

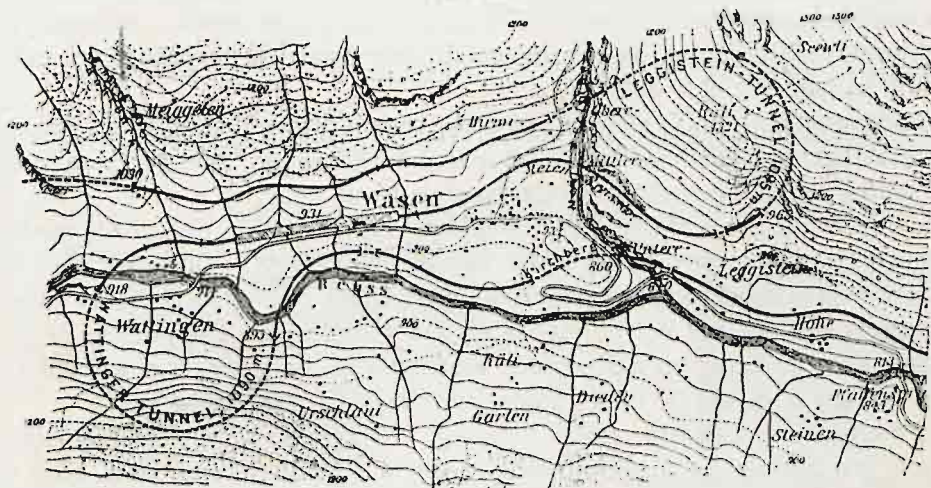
Rys. 79.





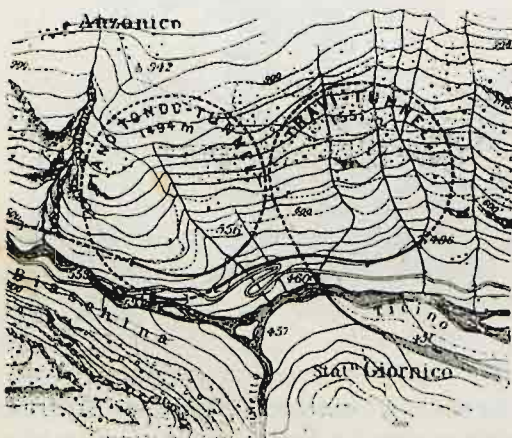
teczniać należy piechotą, zwłaszcza w miejscowościach trudnych pod względem terenu. Przy tej czynności należy sprawdzić i uzupełnić najważniejsze dane, które nie mogą być określone z dostateczną dokładnością na mapach. *Odległości*, zmierzane na mapie, sprawdza się i uzupełnia w ważniejszych punktach, mierząc

Rys. 80.



krokami lub za pomocą lunety z dalekomierzem. W miejscowościach, nie posiadających map, wnioskuje się niekiedy o odległościach przebytych przez człowieka lub konia na podstawie czasu, jaki na przebycie tych odległości okazał się potrzebny. Do określenia *różnic poziomów* używane są niwelatory kieszonkowe najprostszej konstrukcji (naprz. samoustawiające się przy pomocy pionu), zaś w miejscowościach górzystych przeważnie barometry sprężynowe.

Rys. 81.

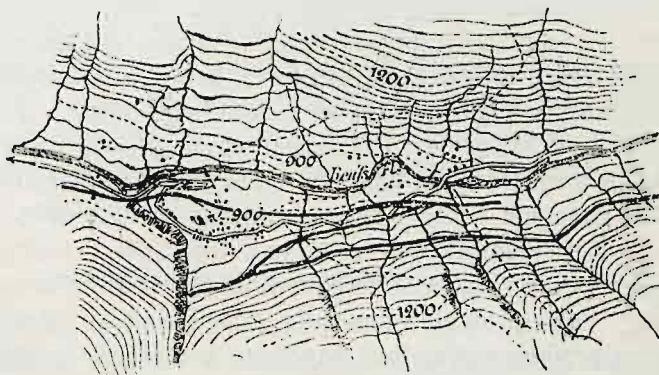


latory kieszonkowe najprostszej konstrukcji (naprz. samoustawiające się przy pomocy pionu), zaś w miejscowościach górzystych przeważnie barometry sprężynowe.

Rozpoznając miejscowość należy zwracać uwagę na *układ terenu*, *miejscowe przeszkody* przyrodzone i inne (kosztowne, zabudowane działki, cmentarze i t. p.), utrudniające przeprowadzenie linii kolejowej; na *warunki geologiczne* miejscowości (miejsca, gdzie można się obawiać zawaleń lub osunięć gruntu); na *rodzaj gruntu* (błotnisty, torfiasty, skalisty i t. p.); na *dojazdy do miast*, *przecięcie rzek*, *poziomy wysokich wód*, *źródła wody dla wodociągów* i wogóle należy zebrać możliwie jak

najwięcej wiadomości o okolicznościach, mogących wpływać na kierunek projektowanej linii kolejowej oraz warunki jej budowy i eksploatacji. Technik, zajmujący się rozpoznaniem miejscowości, powinien umieć *ocenić koszt budowy drogi żelaznej* w danym kierunku i *znaczenie dla eksploatacji* takiego, a nie innego jej poprowa-

Rys. 82.



dzenia. Tylko wtedy będzie on w stanie osądzić, czy należy oddać pierwszeństwo temu lub też innemu kierunkowi linii kolejowej i jakie kierunki uznać należy za najlepsze i jedynie zasługujące na bliższe zbadanie w celu ostatecznego między nimi wyboru.

Aby zdać sobie sprawę, jakie względne znaczenie mogą mieć rozmaite pozycje rozchodów przy budowie i eksploatacji drogi żelaznej, pożytecznym będzie przypomnieć to, co powiedziano powyżej w rozdz. IV, p. 1 i 2. Tak naprz. koszt budowy spodniej, t. j. torowiska i dzieł sztuki, wynosi przecięciowo nie więcej niż trzecią część ogólnego kosztu budowy drogi żelaznej (patrz str. 107), procenty zaś od całego kapitału budowy są prawie o połowę mniejsze niż roczny rozchód eksploatacji. W przypuszczeniu zatem, że projektowana droga żelazna nie będzie przynosić strat, t. j. że dochody jej po potrąceniu wydatków eksploatacji będą pokrywać procenty od kapitału budowy, opłaci się kapitał ten podwoić, kosztu zaś budowy spodniej zwiększyć czterokrotnie, jeżeli za pomocą jednego z tych środków można zwiększyć dochód ogólny przynajmniej o  $\frac{1}{3}$ .

Rozpoznanie miejscowości ma bardzo ważne znaczenie przy poszukiwaniach ogólnikowych, dla tego też czynność tę winni wykonywać doświadczeni inżynierowie. Jeżeli przy rozpoznaniu miejscowości kierunek najdogodniejszy nie będzie wykryty wskutek niedbalstwa lub niedoświadczenia, to okoliczność ta może się stać przyczyną, że projektowana komunikacja kolejowa kosztować będzie drożej niż należy lub wogóle nie dojdzie do skutku; jeżeli niedopatrzenie to będzie zauważone zbyt późno, spowodzi ono bezużyteczną stratę pracy na badanie kierunków, które następnie trzeba będzie zarzucić. Z drugiej strony, w tymże celu zmniejszenia pracy przy poszukiwaniach, rozpoznanie miejscowości winno możliwie ograniczyć ilość kierunków, podlegających bliższemu zbadaniu.



## c) Pomiary i poziomowanie linii przy poszukiwaniach ogólnikowych.

Gdy rozpoznanie miejscowości wyjaśniło już, jakie kierunki nadają się do poprowadzenia linii, albo który z nich okazuje się bezwarunkowo najlepszym, należy określić kształt linii oraz ilość i koszt robót w tych kierunkach.

Ponieważ zadanie polega tu na zebraniu przybliżonych danych dla osądzenia, w jakich warunkach może być urzeczywistniona budowa projektowanej drogi żelaznej i jakie względne korzyści mogą przedstawiać rozmaite jej kierunki, należy więc przy wszystkich pomiarach unikać takiej ścisłości, która nie wpływałaby na rozstrzygnięcie tych pytań, lecz pochłaniałaby tylko dużo pracy i czasu, a przeto byłaby zbyteczna i nawet szkodliwa. O ile miejscowość pozwala na prowadzenie pomiarów w kierunku projektowanej linii, wytycza się ją w kształcie linii łamanej i mierzy długość prostych i kąty zawarte między niemi. Wysokości określa się tylko dla najbardziej charakterystycznych punktów linii i niektórych innych, znamionujących poprzeczną pochyłość terenu, oraz dla poziomów wysokich wód, znaczniejszych dróg, które projektowana linia przecina i t. p. Jeżeli wytyczanie i pomiar w kierunku projektowanej linii napotyka trudności, to określenie położenia w planie oraz wysokości poszczególnych jej punktów może być dokonane, wiążąc te punkty z linią pomocniczą, przeprowadzoną w pewnej odległości od linii projektowanej, naprz. po istniejącej drodze.

*Przyrządy* najdogodniejsze do zdjęć rozpoznawczych są: busola z przeziernikami i niwelator o silnej lunecie, łatwo dający się ustawiać, albo też stół mierniczy i celownica. Odległości mierzy się przeważnie za pomocą dalekomierza, w który winny być zaopatrzone lunety przy niwelatorze i celownicy. Wysokości mogą być określane za pomocą zdjęcia kątów w płaszczyźnie pionowej, niwelator zaś używany bywa przeważnie do poziomowania przelotnego punktów stałych (reperów) w odległości 1 do 1½ wiorsty wzdłuż linii. W miejscowościach górzystych do określania wysokości może być używany barometr sprężynowy.

Wyniki pomiarów i poziomowania przenoszą się na plan przebytej miejscowości i profil podłużny projektowanej linii.

Na *planie* miejscowości, którego podziałka w zależności od warunków miejscowych przyjmuje się zwykle 1 : 10000 do 1 : 2000, należy oznaczyć linię zasadniczą (wielobok), wymierzoną w kierunku projektowanym, albo linię pomocniczą, oraz szczegóły przyległej miejscowości, zdjęte na oko lub za pomocą przyrządów.

Szerokość pasa, objętego planem, zależy od układu terenu. W miejscowości równej i gdzie projektowana linia może być bezpośrednio wytyczona w danym kierunku, odchylenie zaś tego kierunku (czego potrzeba może wyniknąć w następstwie) nie napotka trudności, dostatecznem bywa niekiedy wyznaczyć na oko położenie rzeczek, dróg, granic lasów, łąk i t. p., które przecina projektowana linia. Przeciwnie, jeżeli wskutek pochyłości lub nierówności terenu, zabudowania i t. p. miejscowość posiada szczegóły, wymagające zbadania, to wobec możliwych zmian w kierunku linii szerokość pasa, którego plan winien być zdjęty, może dosięgać 2 do 3 wiorst. Wskazanie, jaka winna być szerokość zdejmowanego pasa gruntu i jakie szczegóły winien plan ten obejmować, stanowi ważne zadanie kieru-

jącego poszukiwaniami ogólnikowymi, gdyż od trafności tego wskazania zależy celowość i powodzenie poszukiwań.

Przy poszukiwaniach rozpoznawczych zachodzi zwykle potrzeba oznaczenia położenia w planie i wysokości pewnych najważniejszych punktów. Zdjęcie planu z oznaczeniem krzywych jednakich wzniesień (warstwic) może stać się potrzebne tylko w szczególnie trudnych miejscowościach górzystych, zwykle zaś wykonywa się przy poszukiwaniach szczegółowych.

*Profil podłużny* projektowanej linii kreśli się w skróconej podziałce podłużnej, zwykle 1:50 000. Ponieważ przy poszukiwaniach rozpoznawczych poziomowanie ciągłe na całej długości linii nie wykonywa się, zwykle więc za podstawę do profilu podłużnego służą wysokości poszczególnych punktów, określone przy wyznaczaniu linii i zdejmowaniu planu.

d) Porównanie różnych kierunków projektowanej linii.

aa) *Zależność wydatków rocznych linii od jej kształtu.*

Jeżeli rozmaite kierunki projektowanej linii różnią się znacznie między sobą pod względem kosztu ich budowy lub oczekiwanych korzyści, to wybór pomiędzy nimi nie przedstawia szczególnych trudności. Jeżeli jednak zalety pewnego kierunku pod względem zwiększenia dochodów lub zmniejszenia wydatków na eksploatację wypada okupić, jak to często bywa, większym kosztem budowy, to należy rozstrzygnąć pytanie, o ile takie zwiększenie kosztów budowy opłaci się w danych warunkach.

Wydatki eksploatacyjne można określić ze średnich danych dr. żel. rosyjskich, podanych na str. 114, jeżeli wiadoma jest długość linii i ilość przewozu, a także jeżeli będą określone dla danych warunków ciężar pociągu i wymagana siła pociągowa parowozów. Dodając do kosztów eksploatacji procenty od kapitału budowy według kosztorysu, łatwo przekonać się, dla którego kierunku całkowity wydatek roczny wypadnie najmniejszym. Obliczenie to znacznie się upraszcza, gdy się przypuści, że ilość stacji pozostaje jednakową dla każdego z porównywanych kierunków, co zwykle rzeczywiście ma miejsce, jeżeli wszystkie kierunki linii winny przechodzić przez pewne najważniejsze punkty. Określenie kosztów budowy można ograniczyć do wydatków liniowych (urządzenie wierzchniej i spodniej budowy z drobnymi dziełami sztuki i budynkami drogowymi), a także do tych urządzeń poza stacjami, które nie są jednakowe dla porównywanych kierunków.

W ten sposób dla porównania korzyści, jakie mogą przedstawiać poszczególne kierunki projektowanej linii, należy dla każdego z nich określić całkowity wydatek roczny według wzoru

$$K = (A_i + B)l + \left(C' + \frac{D'}{Q'_m} + E \frac{Z'_m}{Q'_m}\right)q'l + \left(C'' + \frac{D''}{Q''_m} + E \frac{Z''_m}{Q''_m}\right)q''l =$$

$$= k_0 l + k' q'l + k'' q''l \quad \dots \quad (90)$$

W tym wzorze  $B$ ,  $C'$ ,  $C''$ ,  $D'$ ,  $D''$  i  $E$  są współczynniki, których średnie wartości dla dr. żel. rosyjskich podane są powyżej na str. 114 i 115,  $A_i$  procenty





a zamiast wszystkich wielkości oprócz  $s_1$  i  $s_2$  ich wartości liczbowe, otrzymamy następujące wzory całkowitego wydatku linii głównej na ruch i trakcję (t. j. wydatków przewozowych, pociągowych i trakcyjnych) na 10000 pudowiorst wagonowych brutto:

$$\begin{aligned} 10^4 k' &= 0,171 + 2,99 \times \frac{1000}{Q'_m} + 20,28 \times \frac{Z'_m}{Q'_m} = \\ &= 0,171 + \frac{2,99}{0,9 \times 4,4} \times \frac{0,004 + s_1}{0,06 - 0,004 - s_1} + \\ &+ 20,28 \times \frac{0,9 \times 0,06 + 0,1 (0,004 + s_1)}{0,9 (0,06 - 0,004 - s_1)} \times \frac{0,004 + s_2'}{2} = \\ &= 0,171 + 0,775 \times \frac{0,004 + s_1}{0,056 - s_1} + 20,28 \times \frac{0,544 + s_1}{0,504 - 9 s_1} \times \frac{0,004 + s_2'}{2} \quad (96) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 10^4 k'' &= 0,115 + 3,09 \times \frac{1000}{Q''_m} + 20,28 \times \frac{Z''_m}{Q''_m} = \\ &= 0,115 + \frac{3,09}{0,75 \times 4,4} \times \frac{0,0033 + s_1}{0,10 - 0,0033 - s_1} + \\ &+ 20,28 \times \frac{0,75 \times 0,1 + 0,25 (0,0033 + s_1)}{0,75 (0,10 - 0,0033 - s_1)} \times \frac{0,0033 + s_2''}{2} = \\ &= 0,115 + 0,936 \times \frac{0,0033 + s_1}{0,0967 - s_1} + 20,28 \times \frac{0,3033 + s_1}{0,2901 - 3 s_1} \times \frac{0,0033 + s_2''}{2} \quad (97) \end{aligned}$$

na długości 0,1 l . . . . .	$\frac{1}{2} V$
„ „ 0,5 l . . . . .	$1 V$
„ „ 0,4 l . . . . .	$\frac{4}{3} V$

to średni opór na całym szlaku będzie:  $0,1 \left(\frac{1}{2}\right)^2 + 0,5 + 0,4 \left(\frac{4}{3}\right)^2 = 1,24$  razy większy od oporu, obliczonego według średniej prędkości.

Wobec tego we wzorach (94) i (95) wyrazy, zawierające  $V^2$  i obliczone według średniej prędkości, powinny być zwiększone w przybliżeniu o 25%.

Zwiększenie średniego oporu pod wpływem wiatru obliczymy w przypuszczeniu, że średnia roczna prędkość wiatru w kierunku wzdłuż pociągu (w jedną stronę przeciw biegowi, zaś w drugą z biegiem pociągu) i prostopadle do niego wynosi w przybliżeniu  $2 \text{ m/sek.} = 7 \text{ km/godz.}$  (średni wietrzyk). Powierzchnię boczną parowozu można przyjąć  $\omega_1 = 50 \text{ m}^2$ , wagonu osobowego  $\omega_2' = 40 \text{ m}^2$ , a towarowego  $\omega_2'' = 25 \text{ m}^2$ .

Na zasadzie tych danych i posilając się wzorami Frank'a oraz wzorem (19) na str. 44, średni opór pociągu w  $\text{kg/t}$  otrzymuje się dla pociągu osobowego;

$$\begin{aligned} w' &= 2,89 + 0,000519 (1,25 \times 40^2 + 7^2) + 0,1225 (50 + 40 \times 11) \times \frac{7^2}{6 \times 3,6^2 \times 278} = \\ &= 2,89 + 1,02 + 0,13 = 4,0 \text{ kg/t} \end{aligned}$$

a dla pociągu towarowego:

$$\begin{aligned} w'' &= 2,72 + 0,000512 (1,25 \times 24^2 + 7^2) + 0,1225 (50 + 25 \times 35) \times \frac{7^2}{6 \times 3,6^2 \times 505} = \\ &= 2,72 + 0,40 + 0,14 = 3,3 \text{ kg/t.} \end{aligned}$$

Dla wartości  $s_1$  od 0 do 0,012 i  $s_2$  od  $w$  do  $s_1$  wzory (96) i (97) mogą być wyrażone z dokładnością do  $1\frac{1}{2}\%$  w postaci funkcji liniowych tych zmiennych:

$$100k' = 0,251 + 22,3s_1 + 15,0s_2' \quad (98)$$

$$100k'' = 0,172 + 12,5s_1 + 12,5s_2'' \quad (99)$$

Podstawiając te wyrazy we wzór (90), otrzymamy całkowity wydatek roczny na budowę i eksploatację linii głównej poza stacjami (w rublach):

$$K = (Ai + 781)l + (0,231 + 22,3s_1 + 15,0s_2') \frac{q'l}{10^4} + (0,172 + 12,5s_1 + 12,5s_2'') \frac{q''l}{10^4} \quad (100)$$

Wydatek ten może być wyrażony w zależności od ilości przewozu netto, a mianowicie od ilości osobowiorst  $pl$  i pudowiorst towarów  $tl$ , jeżeli zauważymy, że według statystyki dr. żel. rosyjskich przypada 90 pudów brutto ciężaru pociągów osobowych (wagonów) na jednego podróżnego i 2,2 puda ciężaru brutto pociągów towarowych na jeden pud ładunku. Na zasadzie tych danych zamiast wzoru (100) można napisać:

$$K = (Ai + 781)l + (0,208 + 20,1s_1 + 13,5s_2') \frac{pl}{10^2} + (0,378 + 27,5s_1 + 27,5s_2'') \frac{tl}{10^4} \quad (101)$$

W tym wzorze oznacza  $p$  ilość podróżnych, a  $t$  ilość pudów ładunków, przebiegających całą długość linii.

Wzory (100) i (101) zestawiono na zasadzie rzeczywistych wyników eksploatacji dr. żel. rosyjskich za ostatnie lata. Wyrażają one całkowity wydatek roczny w rublach na budowę i eksploatację linii głównej poza stacjami w zależności od kształtu linii kolejowej, a mianowicie od jej długości  $l$  w wiorstach i pochylenia miarodajnego  $s_1$  i zastępczego  $s_2$ .

Gdy dla porównywanych kierunków linii kolejowej, która się projektuje, wiadome są wydatki liniowe  $A$  na budowę jednej wiorsty w każdym z tych kierunków oraz przewidywana ilość przewozu: pudowiorst brutto  $q'l$  i  $q''l$ , albo osobowiorst  $pl$  i pudowiorst ładunków netto  $tl$ , to można ocenić względne korzyści rozpatrywanych kierunków. Jeżeli pochylenie miarodajne linii dane jest według warunków projektu, albo pozostaje w zależności od pochylenia miarodajnego sąsiednich szlaków linii, to wielkościami zmiennymi we wzorach (100) lub (101) będą tylko: długość linii, koszt jednej wiorsty tejże i pochylenie zastępcze. Jeżeli zaś jest możliwość wyboru pochylenia miarodajnego, to posiłkując się wzorami (100) albo (101) można się przekonać, o ile w danym przypadku zmniejszenie lub zwiększenie jego może okazać się korzystnym. Gdyby porównywane kierunki obejmowały tylko część projektowanej linii, to należałoby przyjąć pod uwagę wydatki na budowę i eksploatację nie tylko porównywanych części linii, lecz całej linii, a mianowicie tę część pomienionych wydatków, która pozostaje w zależności od wielkości pochylenia miarodajnego linii, mającego wpływ na skład pociągów.

Kształt wzorów (100) i (101) wskazuje, że zwiększenie stromości pochylenia

linii, o ile za pomocą tego środka można osiągnąć zmniejszenie długości linii, będzie tem więcej korzystnem, im większe są wydatki liniowe na budowę i eksploatację jednej wiorsty linii w porównaniu z ilością przewozu. Przeciwnie, jeżeli oczekuje się znaczny ruch pociągów, korzystniejszym będzie rozwinięcie linii w celu otrzymania łagodniejszych pochyłości. Dla linii projektowanej rozmiary ruchu osobowego z trudnością wogóle dają się obliczyć. Przewidywana do przewiezienia ilość podróżnych określana bywa w cyfrach przeciętnych i może podlegać znacznym zmianom. Jeżeli zauważymy, że przy zmienianiu się pochylenia  $s_2$  od 0,003 do  $s_1$  wydatki na ruch i trakcję, wyrażone przez wyrazy drugi i trzeci wzoru (101), wynoszą na jednego podróżnego w przybliżeniu tyle, co na 62 pudy ładunku<sup>1)</sup>, to można wprowadzić do obliczeń przybliżonych zamiast podróżnych odpowiadającą im ilość ładunków i określać wydatek roczny wyłącznie w zależności od ruchu towarowego.  $K = 0,01 \cdot L \cdot (1 + p) (0,462 + 34s_1 + 34s_2)$

Z powyższego wynika, że dla określenia wydatku rocznego projektowanej linii, w celu porównania zyskowności różnych jej kierunków, należy do wydatków, zależnych od ruchu i trakcji i wynoszących  $0,378 + 27,5s_1 + 27,5s_2$  rubli na wiorstę i na każde 10000 pudów ładunków, albo na każdych 150 podróżnych, których przewóz przewiduje się, dodać procenty od kosztu budowy i wydatki liniowe na eksploatację, wynoszące w przybliżeniu po 800 rub. na wiorstę.

Dla bliższego objaśnienia tego obliczenia na przykładzie przypuścmy, że ilość przewozu oczekiwana na projektowanej linii wynosi rocznie około 200 000 osobowiorst i 50 000 000 pudowiorst na wiorstę kolei, t. j. że przewidywany jest przeciętny przewóz przez całą jej długość około 100 000 osób i 25 000 000 pudów ładunków rocznie w każdą stronę. Koszta przewozu 200 000 podróżnych odpowiadają w przybliżeniu kosztom przewozu 13 milionów pudów ładunków, wobec czego w dalszych obliczeniach będziemy przyjmować za podstawę wyłącznie tylko ruch towarowy, wynoszący  $50 + 13 = 63$  milionów pudów rocznie. Pochylenie krańcowe projektowanej linii wynosi 0,006 i zbiega się z łukiem o promieniu 300 saż., a zatem pochylenie miarodajne linii będzie:

$$0,006 + \frac{0,75}{2,133 \times 300} = 0,0072.$$

Na pewnej długości projektowanej linii są do wyboru dwa kierunki.

Pierwszy z nich ma długość 15,7 wiorsty, z których na poziomy i pochyłości mniejsze niż 0,0033 przypada 2,9 wiorsty, ogólna zaś wysokość pochyłości szkodliwych, t. j. takich których stromość przewyższa 0,0033, wynosi 37,5 saż. = 0,075 wiorsty. Suma kątów środkowych w łukach na pochyłościach nieszkodliwych równa się  $108^\circ$ , zaś na pochyłościach szkodliwych  $342^\circ$ . Tym sposobem pochylenie zastępcze pierwszego z rozpatrywanych kierunków linii będzie:

$$s_2 = \frac{1}{15,7} \cdot \{0,0033 \times 2,9 + 0,075 + 0,0000123 (2 \times 108 + 342)\} = 0,00582.$$

Koszta budowy linii głównej w tym kierunku obrachowano na 440 000 rub.

Długość linii w drugim kierunku wynosi 16,1 wiorsty, z których na poziomy i pochyłości nieszkodliwe przypada 14,3 wiorsty, ogólna zaś wysokość pochyłości szkodliwych wynosi 4,2 saż. = 0,0084 wiorsty. Suma kątów środkowych w łukach, położonych na pochyłościach nieszkodliwych, równa się  $113^\circ$ . Pochylenie zastępcze linii w drugim kierunku będzie:

$$s_2 = \frac{1}{16,1} \cdot \{0,0033 \times 14,3 + 0,0084 + 0,0000123 \times 2 \times 113\} = 0,00363.$$

Koszt budowy linii głównej w drugim kierunku obliczono na 470 000 rub.

<sup>1)</sup> Patrz powyżej str. 115.



Jeżeli wysokość procentu przyjmiemy  $4\frac{1}{2}\%$ , to koszt roczny budowy i eksploatacji linii w obu kierunkach przedstawi się jak następuje:

	Kierunek I.	Kierunek II.
1) Procenty od kapitału budowy linii głównej $Ail =$	19800	21150
2) Wydatki liniowe na eksploatację 800 $l =$ . . . .	12560	12880
3) Wydatki przewozowe, pociągowe i trakcyjne: ( $0,378 + 27,5 s_1 + 27,5 s_2$ ) 6300 $l =$		
( $0,378 + 27,5 \times 0,0072 + 27,5 \times 0,00582$ ) 6300 $\times 15,7 =$	72798	—
( $0,378 + 27,5 \times 0,0072 + 27,5 \times 0,00363$ ) 6300 $\times 16,1 =$	—	68568
Razem rub. . . . .	105158	102598

Z tego porównania wynika, że kierunek II pomimo, że jest dłuższy od pierwszego o 0,4 wiorsty i koszt jego budowy jest o 30000 rub. większy, w rzeczywistości okazuje się korzystniejszym, ponieważ daje w porównaniu z pierwszym roczną oszczędność, wynoszącą 2560 rub.

*bb) Wpływ niejednakowej ilości przewozu w obu kierunkach ruchu.*

We wszystkich rozumowaniach poprzednich przyjmowano, że ilość przewozu jest w obu kierunkach jednakowa. Założenie to w większości wypadków jest bliskie rzeczywistości, bo różnice w naładowaniu wagonów, wobec znacznego ich ciężaru własnego, mało wpływają na ogólny ciężar pociągów.

Gdy ilość przewozu w jednym kierunku jest znacznie mniejsza niż w drugim, to okoliczność ta nie będzie miała istotnego wpływu na wielkość wydatków rocznych linii głównej na pudowiorstę brutto i, posiłkując się wzorami (100) i (101), potrzeba będzie tylko wprowadzić do rachunku mniej korzystne naładowanie wagonów w jednym z kierunków. Przypuśćmy, że ilość ładunków, których przewóz przewiduje się, wynosi w jednym kierunku  $t'$ , zaś w kierunku odwrotnym  $t'' < t'$ . Przy wyprowadzaniu wzoru (101) ciężar pociągu brutto przyjęto 2,2 raza większy od obciążenia. Ciężar własny wagonów, które przejdą w obu kierunkach, pozostaje oczywiście bez zmiany i wynosi:

$$2t' (2,2 - 1) = 1,2 \times 2 t'$$

Ponieważ ilość ładunku użytecznego, który przewiozą te wagony, wynosi  $t' + t''$ , więc stosunek ciężaru pociągów brutto do ciężaru użytecznego, który można nazwać *współczynnikiem obciążenia*, wyniesie:

$$\beta = \frac{1,2 \times 2t' + t' + t''}{t' + t''} = 1,2 \times \frac{2 t'}{t' + t''} + 1 \dots (102)$$

Jeżeli naprz.  $t'' = \frac{1}{2} t'$ , to współczynnik obciążenia  $\beta = 2,6$ , zamiast przyjętego 2,2 i wobec tego wydatek, określony na zasadzie wzoru (101), powinien być zwiększony o  $\frac{2,6 - 2,2}{2,2} \times 100 = 18\%$ .

*cc) Eksploatacyjna długość zastępcza i współczynnik zastępczy linii kolejowej.*

Podany powyżej sposób porównania zyskowności różnych kierunków linii kolejowej powinien być stosowany tylko do linii projektowanych.

Gdy jednak potrzeba porównać zyskowność przewozu kolejami już istniejącymi, to przy takim porównaniu nie należy przyjmować w rachubę kosztów liniowych budowy i eksploatacji. Zmiana ilości przewozu nie może mieć wpływu na wielkość kosztów liniowych, a więc z punktu widzenia ogólnie ekonomicznego przy rozpatrywaniu zmian w ilościach przewozu wielkość ta jest obojętną. Inne wydatki linii głównej, zależne od ruchu i trakcyi i pozostające w stosunku prostym

do ilości przewozu, wynoszą, zgodnie z wzorami (98) i (99), na 10 000 pudowiorst wagonów brutto:

$$\text{osobowych: } 10^4 k' = 0,231 + 22,3 s_1 + 15,0 s_2' \dots \dots \dots (98)$$

$$\text{i towarowych: } 10^4 k'' = 0,172 + 12,5 s_1 + 12,5 s_2'' \dots \dots \dots (99)$$

Dla linii, która byłaby na całej swej długości prosta i pozioma, a więc dla której:

$$s_1 = 0; \quad s_2' = 0,004 \text{ i } s_2'' = 0,0033 \quad \lambda = 0,179.$$

wydatki, które wyrażają wzory (98) i (99), wynoszą

$$10^4 k_0' = 0,291 \text{ i } 10^4 k_0'' = 0,213.$$

Wynika stąd, że *eksploatacyjna długość zastępcza linii kolejowej*, t. j. długość  $\lambda$  linii prostej i poziomej, na której wydatki, zależne od ruchu i trakcyi, byłyby takie same jak na danej linii o długości  $l$ , otrzyma się ze wzorów dla ruchu osobowego:

$$\lambda' = \frac{k'}{k_0'} l = (0,794 + 76,6 s_1 + 51,5 s_2') l \dots \dots \dots (103)$$

i dla ruchu towarowego:

$$\lambda'' = \frac{k''}{k_0''} l = (0,808 + 58,7 s_1 + 58,7 s_2'') l \dots \dots \dots (104)$$

zaś *współczynnik zastępczy*  $\eta$  otrzyma się odpowiednio:

$$\eta' = \frac{\lambda'}{l} = \frac{k'}{k_0'} = 0,794 + 76,6 s_1 + 51,5 s_2' \dots \dots \dots (105)$$

$$\eta'' = \frac{\lambda''}{l} = \frac{k''}{k_0''} = 0,808 + 58,7 s_1 + 58,7 s_2'' \dots \dots \dots (106)$$

Jak widać, współczynnik ten pozwala wnioskować, w jakim stopniu ilość przewozu wpływa na ogólne wydatki roczne danej linii kolejowej, zaś długość zastępcza wykazuje wielkość tych kosztów. Z tego powodu obie te wielkości mają bardzo ważne znaczenie przy rozstrzyganiu kwestyi, któremi z istniejących linii korzystniej jest z punktu widzenia ogólnie ekonomicznego kierować przewóz towarów, a także przy ocenianiu wyników eksploatacyi.

Oczywiście, że długość zastępcza może służyć również do porównywania kierunków linii budowanych, lecz wtedy należy ją pomnożyć przez koszt pudowiorsty na prostej poziomej i przez ilość pudowiorst i dodać do tego kosztu liniowe. Wobec tego prościej będzie przeprowadzić obliczenie na zasadzie wzorów (101) albo (102).

## 2. Poszukiwania szczegółowe.

- a) Sposoby wyznaczenia najkorzystniejszego położenia linii kolejowej. Linie próbne.  
Zdjęcia planów z oznaczeniem warstwic.

W przypuszczeniu, że poszukiwania ogólnikowe wyjaśniły dostatecznie pytania zasadnicze co do tego, o ile budowa projektowanej linii kolejowej wogóle się opłaca i jakiego typu linia ta być powinna, oraz że najkorzystniejszy jej *kierunek ogólny* został już mniej więcej postanowiony, zadanie szczegółowych poszukiwań

przedwstępnych będzie polegało na wyznaczeniu najkorzystniejszego położenia linii kolejowej na gruncie, na określeniu rodzaju i ilości robót podlegających wykonaniu oraz na obliczeniu ich kosztu, jednym słowem na wypracowaniu całkowitego projektu drogi żelaznej.

Często się zdarza, że poszukiwania ogólnikowe zostały przeprowadzone początkowo nie dość dokładnie, wskutek czego już po przychylnem rozstrzygnięciu pytania zasadniczego, czy projektowana droga żelazna ma się budować, i po przystąpieniu do poszukiwań szczegółowych, okazuje się koniecznem zmienić zupełnie kierunek linii i zaczynać na nowo poszukiwania rozpoznawcze. Taki porządek nie może jednak być uznany za prawidłowy.

Przy poszukiwaniach szczegółowych położenie linii bywa często po kilka razy zmieniane, zbliżając się stopniowo do położenia ostatecznie przyjętego do wykonania. Jednak zmiany te powinny dotyczyć ulepszenia linii w szczegółach, albo na niewielkich odstępach kierunku ogólnego, który powinien być ustalony przy badaniach rozpoznawczych dla uniknięcia nieprodukcyjnej pracy na szczegółowe opracowywanie kierunków nieprzydatnych.

Do wyznaczenia najkorzystniejszego położenia linii przy poszukiwaniach przedwstępnych można dojść dwojaką drogą: albo prowadząc linię na gruncie i szukając następnie najkorzystniejszego jej położenia za pomocą szeregu prób, albo też zdejmując plan miejscowości z oznaczeniem wysokości i określając według niego najkorzystniejsze położenie linii, którą następnie przenosi się na grunt.

Wybór jednego z tych sposobów pozostaje w zależności od warunków miejscowych, które nawet na różnych odstępach jednej i tej samej linii mogą nie być jednakowe. W miejscowości otwartej, równej lub słabo falistej i nie przedstawiającej szczególnych trudności do poprowadzenia linii, pierwszy z pomienionych sposobów prowadzi prędzej do celu. Przeciwnie, w górach, w miejscowościach zabudowanych i wogóle trudnych uprzednie zdjęcie planu w dużej podziałce (1 : 2000 do 1 : 1000) staje się nieodzownem.

Dla zdjęcia planu z oznaczeniem wysokości przeprowadza się w projektowanym kierunku linię magistralną (wielobok) i przekroje poprzeczne do niej, albo określa się wysokość poszczególnych punktów i położenie ich względnie do linii magistralnej współrzędnymi biegunowemi przy pomocy tachymetru.

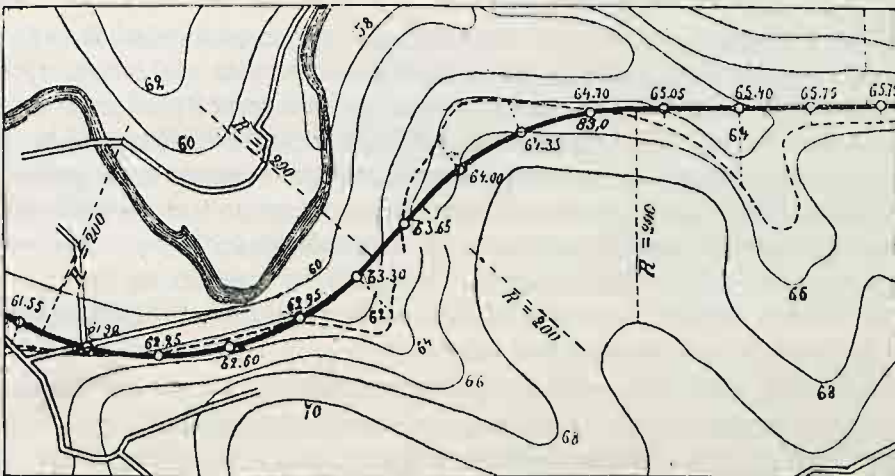
Na planie z oznaczeniem wysokości położenie krzywych o jednakowym poziomie określa się pośredkując pomiędzy dwoma punktami, których wysokości są wiadome. Bardzo dogodny do zdjęć planów jest stolik mierniczy z celownicą. Wadą tego instrumentu jest jednak niemożność używania go podczas niepogody. Długość przekrojów poprzecznych albo szerokość pasa gruntu, którego plan z oznaczeniem warstwic zdjąć wypada, zależne są od warunków miejscowych. Ponieważ ogólny kierunek linii powinien być już wyjaśniony podczas rozpoznania miejscowości, za pomocą pomiarów wówczas dokonanych, więc szerokość pasa, zdejmowanego podczas poszukiwań szczegółowych, wynosi zwykle nie więcej jak 50 do 150 saż. (100 m do 300 m).

W trudnych warunkach terenu plan z oznaczeniem warstwic ułatwia bardzo



znalezienie najkorzystniejszego położenia linii dla danego pochylenia krańcowego. W tym celu bierze się w cyrkiel długość, odpowiadającą różnicy wysokości warstw i danemu pochyleniu, i zaczynając od jednego z punktów, przez które linia kolejowa powinna obowiązkowo przechodzić, odkłada się tę długość w kierunku projektowanej linii (rys. 83), bacząc, aby każdy krok cyrkla o ile możliwości nie wychodził z granic dwóch warstw sąsiednich i aby zakręty linii nie były ostrzejsze, niż na to pozwalają warunki techniczne projektu. Jeżeli w punktach, odkłótych cyrklem, będą wypisane wysokości projektowanej linii (na rys. 83 punkty te są oznaczone krążkami) i z tych punktów będą wyprowadzone prostopadłe, to odkładając na tych prostopadłych punkty terenu, posiadające tę samą wysokość, co i odpowiadające im punkty linii, można przedstawić poglądowo wysokość nasypów, głębokość wykopów i ich długość, a zatem wnioskować o korzyściach tego lub innego kierunku pod względem ilości robót ziemnych.

Rys. 83.



Podziałka 1 : 8000.

Wymiary w sażenach.

Linia, łącząca punkty terenu, położone na prostopadłych wyprowadzonych z punktów projektowanej linii kolejowej i posiadające też samą wysokość, co i pomienione punkty, nazywa się *linią robót zerowych*. Gdyby linia kolejowa mogła się dostosować do zwrotów linii robót zerowych, to ilość robót ziemnych byłaby wtedy bezwzględnie najmniejszą.

Wyznaczywszy na planie za pomocą szeregu prób najkorzystniejszy kierunek linii, przenosi się go następnie na grunt. Jednak plan z oznaczeniem warstw, nakreślonych według wysokości pojedynczych punktów charakterystycznych, nie może obejmować wszystkich szczegółów układu terenu. Wskutek tego linię przeniesioną z planu wypadnie poprawiać na gruncie, niekiedy nawet po kilka razy.

Z powyższego widać, że sposoby wyznaczenia najkorzystniejszego położenia linii według planu z oznaczeniem wysokości i za pomocą stopniowych prób wytykania bezpośrednio na gruncie wzajemnie się dopełniają.

## b) Wytykanie, pomiary i poziomowanie linii.

Roboty w polu, dotyczące poszukiwań technicznych, wykonywa zależnie od długości linii jedna lub kilka partyi inżynierów i techników.

Skład partyi bywa zwykle następujący:

1) *Naczelnik partyi*, który prowadzi linię, wytyka ją i mierzy kąty przecięcia się prostych kierunków linii. Przy nim znajduje się do pomocy dziesiętnik z dwoma robotnikami do tyczek lub żalonów i jeden robotnik, niosący kątomierz.

2) *Technik mierniczy*, który, idąc po linii wytkniętej, mierzy ją, oznacza palikami oraz wytyka łuki. Dodani mu są do pomocy dwaj robotnicy z taśmą mierniczą (lub łańcuchem) i jeden z palikami.

3) *Dwaj technicy poziomniczowie*, podążający w pewnej odległości jeden za drugim, którzy poziomują linię w punktach oznaczonych przez technika mierzącego linię, oznaczają lub ustawiają stałe punkty poziomnicze (repery) i określają ich wysokości. Każdy z tych techników ma do pomocy po 3-ch robotników: jednego przy niwelatorze i dwóch przy łątach.

Zdjęcie planów i przekrojów poprzecznych miejsc trudniejszych oraz planów dojścia linii do miast i przecięcia się jej z rzekami, pomiar głębokości tych ostatnich, wytykanie długich łuków i inne tego rodzaju prace poruczane są zwykle osobnym technikom, albo rozdzielane pomiędzy techników, dokonywujących pomiaru i poziomowania linii, w zależności od czasu potrzebnego na te prace.

Od naczelnika partyi, prowadzącego linię, wymagana jest umiejętność orientowania się w miejscowości i oceniania na oko odległości i wysokości punktów, ostrości zakrętów i stromości pochyłości oraz wprawa w wyborze na gruncie kierunku linii, któryby najlepiej odpowiadał warunkom, powyżej szczegółowo rozpatrzonemu, i pociągał za sobą najmniejsze koszty.

*Wytykanie linii* wykonywa się za pomocą żalonów i tyczek. Zamiast żalonów, przenoszonych naprzód, wbijają się w ziemię okrągłe niskie kołki w celu zachowania śladów linii. W punktach zmiany kierunku linii ustawiają się wysokie wiechy. Wierzchołki kątów przecięcia się dwóch linii prostych oznaczają się mocnymi kołkami. Położenie wierzchołka kąta wskazuje ściślej gwóźdź lub krzyż nacięty na wierzchu koła. Wielkości kąta, promienia, długości łuku, oraz stycznej wypisują się na osobnym kołku, który zabija się w ziemię obok powyżej pomienionego z napisem, zwróconym ku środkowi łuku.

*Pomiar linii* wykonywa się za pomocą stalowej taśmy mierniczej lub łańcucha o długości 10 saż. (20 m). Co każde 50 saż. (100 m) zabija się równo z ziemią kołek (punkt poziomniczy), a obok niego palik (pikiet), wystający ponad ziemię na wysokość około 0,10 saż. (0,20 m) i zwrócony napisem ku początkowi linii z oznaczeniem na nim numeru porządkowego. Takież kołki zabijają się również w punktach pośrednich pomiędzy pikietami, na załamaniach powierzchni gruntu, na brzegach rzek dla oznaczenia granic rozlewu i poziomu wody, na przecięciach z innymi drogami i t. p. W punktach pośrednich (plusach) wypisuje się ze znakiem  $+$  odległość ich od poprzedzającego pikietu. Pomiar prostej prowadzi się do wierzchołka kąta zwrotu, od którego odmierza się następnie długość stycznych,

poczem w punktach początkowym i końcowym łuku wbijają się w ziemię paliki z odpowiednim napisem. Odległość pierwszego pikietu, następującego po łuku, od palika, oznaczającego koniec łuku, określa się według teoretycznej długości łuku, dla uniknięcia niedokładności przy pomiarze po łuku. Pikiety na łuku rozstawiają się według oddzielnego pomiaru, po wytknięciu łuku.

Przy poszukiwaniach przedwstępnych w miejscowości równej i gdy kąty zwrotu są niewielkie, łuki albo się wcale nie wytykają i oznacza się tylko ich początek i koniec, albo wytykają się co 50 saż. (100 m). Ścisłe wytknięcie, zwykle co 10 saż. (20 m), wykonywa się dopiero przy ostatecznem ustalaniu linii.

Do obowiązków technika mierniczego, w związku ze wskazaniami powyżej jego zajęciami, należy prowadzenie książki pomiarowej i sytuacyjnej, w której odnotowuje się w odpowiedniej podziałce, na kratkowanym papierze, wszystkie punkty oznaczone na gruncie kołkami, kreśli się od ręki sytuacja miejscowości wzdłuż linii w granicach pasa o szerokości około 50 saż. (100 m), z oznaczeniem ważniejszych odległości, kątów przecięcia z drogami, kierunkiem rzek, rzeczek, rowów, granic gubernii i powiatów, granic lasów, łąk, pól, właściwości gruntu, położenia budowli, nazw wsi, rzek i zapisuje się wogóle wszystkie wiadomości, mogące mieć znaczenie przy projektowaniu drogi żelaznej. Niektóre z tych wiadomości i danych są tak ważne i przedstawiają takie znaczenie dla projektowanej linii, że bardzo często wymagają w następstwie szczegółowego opracowania. Do takich danych należą wiadomości o właściwościach i uwarstwieniu gruntu, o naturalnych zbiornikach wody, o miejscach znajdowania się i właściwościach materiałów budowlanych i t. p. W zależności od miejscowych warunków każda z tych wiadomości może być przedmiotem osobnych poszukiwań.

*Poziomowania* główne i sprawdzające powinny być codziennie porównywane po ukończeniu roboty i, w razie jeżeli po sprawdzeniu nie ujawnią się omyłki, powinien być według nich wykreślony w głównych zarysach profil odręczny z oznaczeniem linii projektowanych pochyłości, aby można było osądzić, jakie roboty otrzymują się na długości linii przebytej w ciągu dnia i czy nie zachodzi potrzeba zmienić jej kierunku.

Przy sprawdzaniu poziomowań dla linii kolejowych przyjmuje się zwykle, że różnica pomiędzy dwoma poziomowaniami nie powinna przewyższać na długości do 10 wiorst 0,01 saż. na wiorstę, a na znacznie większych długościach 0,005 saż. na wiorstę (2 cm/km i 1 cm/km).

Punkty poziomnicze stałe, których poziomowanie bywa dokonywane jednocześnie z poziomowaniem linii, powinny być rozstawione dla dogodności sprawdzania i wykonywania robót nie rzadziej jak co wiorstę i przeważnie w bliskości znaczniejszych budowli, przewidzianych w projekcie. Punktami stałymi mogą być cokoły budynków murowanych położonych w bliskości linii, duże kamienie, zacięcia na drzewach, albo zakopane w grunt poza obrębem pasa ziemi, gdzie będą wykonywane roboty, mocne słupy umocowane u dołu krzyżami, zabezpieczającymi je od osiadania. Punkt stały winien posiadać miejsce wyrównane do poziomu, dogodne do postawienia na niem łąty poziomniczej. Miejsce do postawienia łąty



oznacza się krzyżem lub pokrywa farbą, obok zaś wypisuje się numer punktu stałego.

W razie znacznej pochyłości poprzecznej gruntu (większej niż 1:5), oprócz podłużnego poziomowania linii, powinny być zdjęte we wszystkich punktach poprzeczne przekroje dostatecznej długości dla określenia ilości robót ziemnych i warunków budowy innych budowli.

Oprócz poziomowania gruntu pod torowisko kolei, niezbędnym jest dokonanie przy poszukiwaniach technicznych niektórych innych poziomowań w związku z przecięciem rzek i określeniem otworów dzieł sztuki, przecięciem i odchyleniem dróg i t. p.

Do obliczenia otworów dzieł sztuki na suchych parowach potrzebne są dane, dotyczące wielkości zlewiska, pochylenia ścieku parowu na długości około 100 saż. (200 m) przed dziełem sztuki, średniego pochylenia ścieku całej doliny od dzieła sztuki do wododziału i przekroju poprzecznego parowu w miejscu przecięcia go linią kolejową. Dla rzek i rzeczek określa się przekrój poprzeczny koryta i spadek podłużny rzeki, poziomy wód wysoki, średni i niski oraz poziom przepływu kry.

#### c) Plany i profile linii.

Pomiary i poziomowania, wykonane na gruncie, winny stanowić podstawę do sporządzenia planów i profilów, które pozwoliłyby sądzić o warunkach budowy projektowanej drogi żelaznej i obliczyć ilość robót, które trzeba będzie wykonać.

Plany sytuacyjne i plany z oznaczeniem warstwic, wykonywane przy poszukiwaniach kolejowych, nie różnią się zasadniczo od innych planów tego rodzaju. Podziałka planów przyjmuje się zwykle 1 : 2000 do 1 : 1000, pionowa zaś odległość pomiędzy warstwicami zwykle 1,00 do 0,50 saż. (2 do 1 m).

Szczegółowy profil podłużny linii przygotowuje się w podziałce 1 : 10000 dla odległości poziomych i 1 : 1000 dla wysokości. Po nakreśleniu linii gruntu<sup>1)</sup> oznacza się na profilu linię projektowanych pochyłości, kierując się pod względem jej kształtu wskazówkami rozdziału V działu II. Przy tem wyznacza się położenie poziomów dla stacy i mijanek, rozmieszczenie przejazdów w poziomie szyn i budynków liniowych, oraz wyjaśnia się na zasadzie zebranych danych warunki krzyżowania dróg w różnych poziomach, przepuszczenia wód pod torowiskiem i ich odprowadzenia, oznacza się otwory dzieł sztuki, rowy ochronne, miejsca, wymagające urządzenia murów oporowych i wogóle wyjaśnia się wszystkie okoliczności, dotyczące kształtu spodniej budowy projektowanej linii. Oprócz linii gruntu i linii pochyłości z odnoszącymi się do nich rzędnymi oraz rzędnymi nasypów i wykopów, na profilu podłużnym oznacza się w dolnej jego części długość i stromość (zwykle w tyśiącznych częściach) projektowanych pochyłości linii, a także długość prostych i łuków oraz ich kąty, promienie i stycznice. Tu również oznaczają się odległości

---

<sup>1)</sup> Na dr. żel. rosyjskich przyjętem jest wykreślać profil podłużny linii w kierunku z zachodu na wschód lub z północy na południe.



# WZÓR CAŁKOWITEGO PROFILU PODŁUŻNEGO DROGI ŻELAZNEJ

Skala pozioma 1:10.000 Skala pionowa 1:1000.

OZNACZENIA

GUB. WARSZAWSKA GUB. PIOTRKOWSKA

POW. ŁOWICKI

POW. BRZEZIŃSKI

folw. Warcholów.  
w prawo.

ST. GŁÓWNO

wieś Wysokoły  
w lewo.

Przejazd.

Dom dla droźnika.

Dom dla dwóch droźników.

Dom dla dozorca drogowego.

M.Z. 15.00

K.M. 1.00

WIADUKT 3.00

M.Z. 1.00

do mijanki Domaniewice do stacyi Stryków

9 w. 169.72 9 w. 405.2

Rzędne planu

Poziome i pokłyt planu

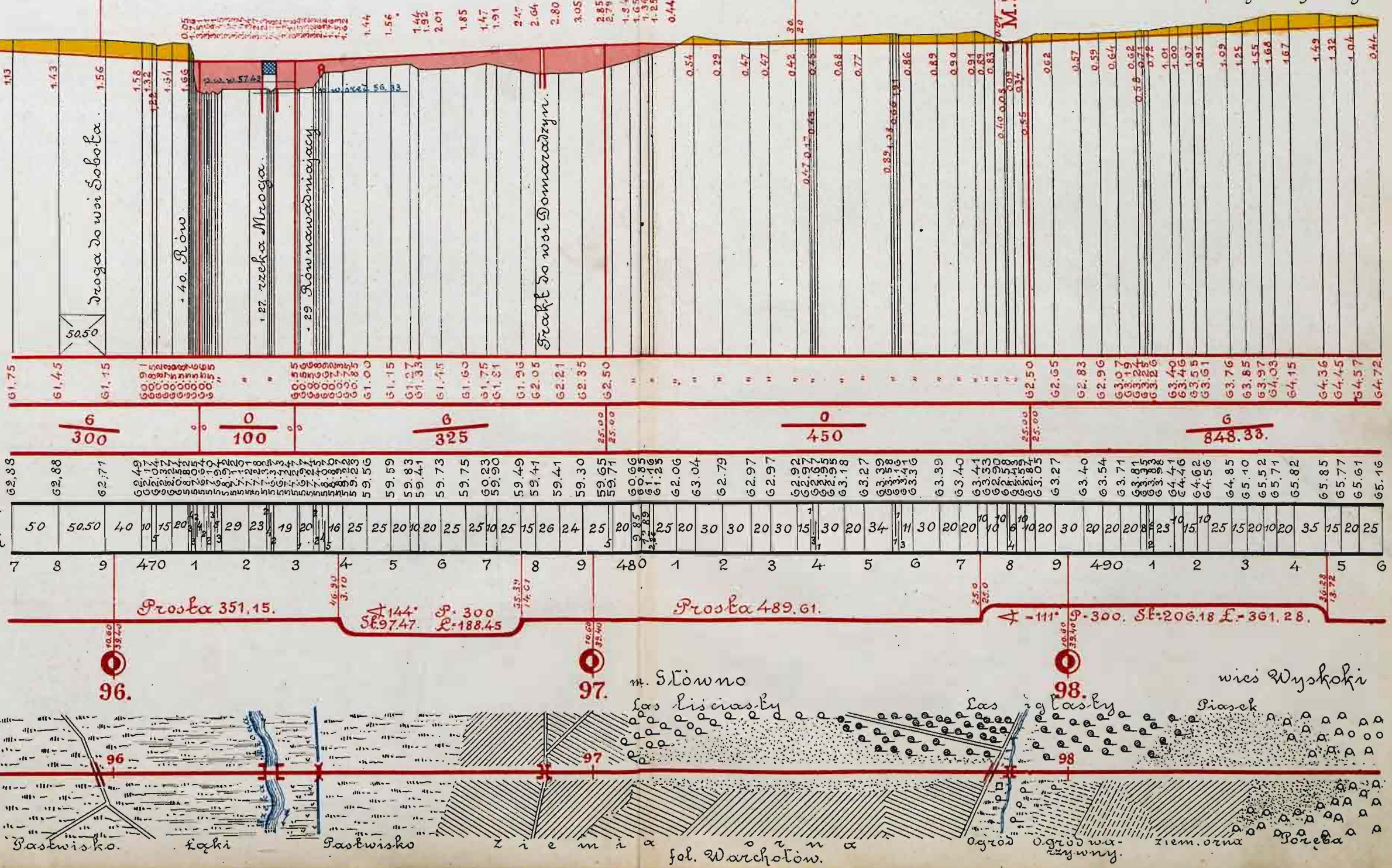
Rzędne terenu.

Odległości między pikietami

Pikiety

Proste i łuki.

Wzrosty.





od najbliższych pikietów punktów załamania profilu, punktów przejścia z prostych na łuki oraz wiorst, licząc od początku linii.

W odpowiednich miejscach przy rzędnych profilu wypisują się nazwy rzek, rzeczek i dróg, które przecina linia kolejowa, zaś na liniach gruntu i pochyłości oznaczają się projektowane dzieła sztuki, mosty, rury, wiadukty, ze wskazaniem ich otworów, poziomów wód i t. p. Nad linią pochyłości oznacza się przyjętymi znakami położenie stacyi, przystanków, mijanek, ze wskazaniem ich nazw i wzajemnych odległości, oraz położenie budowli liniowych: domów mieszkalnych dla dozorców drogowych i starszych robotników, domków dróżniczych i przejazdów w poziomie szyn.

Nad profilem wypisują się nazwy osad i wsi położonych wzdłuż linii, granic powiatów, gubernii i t. p.

U dołu lub u góry profilu umieszczany bywa zwykle plan sytuacyjny linii w tejże podziałce podłużnej, co i profil, z zachowaniem krzywości linii lub w kształcie rozwiniętego pasa, z oznaczeniem przecinanych pól, łąk, lasów, kierunku rzek i dróg, budynków podlegających rozbiórce i t. p.

Oprócz szczegółowego profilu podłużnego, który służy za podstawę do wypracowania projektu drogi żelaznej, wykreślany bywa zwięźlejszy, a więc dogodniejszy do szybkiego oryentowania się skrócony profil podłużny linii w podziałce 1 : 50 000, z oznaczeniem wysokości co 100 saż. i z niektórymi innymi uproszczeniami.

Wzory profilów podłużnych szczegółowego i skróconego podane są na tablicach I i II.

Profile poprzeczne wykreśla się zwykle w podziałce skazonej 1 : 200 dla odległości poziomych i 1 : 100 dla wysokości.

Profil podłużny i profile poprzeczne dają możność obliczenia ilości robót ziemnych dla torowiska kolejowego, o ile zaś oprócz układu terenu uwzględnione będą koszt wywłaszczenia i właściwości gruntów, pozwalają również ustalić najkorzystniejszy sposób wykonania tychże robót. Obliczenie objętości mas ziemnych i najdogodniejszego ich rozkładu znacznie się upraszcza przez zastosowanie wiadomych sposobów wykreślnych. Następnie może być określona powierzchnia wywłaszczenia, potrzebnego pod torowisko kolejowe wraz z bocznymi ukopami, odwałami i t. p., a także, zależnie od przyjętej wysokości nasypów i wyznaczonych otworów dzieł sztuki, mogą być określone główne wymiary tychże dzieł sztuki, objętość muru, ciężar dźwigarów mostowych i t. p.

#### d) Skład projektu przedwstępnego drogi żelaznej.

Na podstawie poszukiwań handlowych i technicznych wypracowuje się przedwstępny projekt drogi żelaznej, który winien być przedstawiony do Ministerstw Skarbu i Komunikacji w celu otrzymania pozwolenia na jej budowę.

Projekt ten zawiera w sobie wymienione poniżej dokumenty charakteru ekonomicznego i technicznego oraz wykazy robót i dostaw, dotyczących budowy drogi żelaznej:

I. *Memoryał ekonomiczny*, w którym wyłożony być winien cel budowy projektowanej drogi żelaznej, opisane warunki ekonomiczne miejscowości, którą dro-



ga ta przecina, i usprawiedliwiony pod względem ekonomicznym wybrany kierunek linii kolejowej i zyskowość jej budowy. Do memoriału ekonomicznego należy dołączyć:

1) Dane statystyczne o zaludnieniu miejscowości, przez którą ma przechodzić projektowana droga żelazna, o wytwórczości i spożyciu tej miejscowości, o jej bogactwach przyrodzonych, rozwoju przemysłu, ilości fabryk i zakładów przemysłowych, o rozwoju handlu i t. p.

2) Obliczenie przewidywanej ilości przewozu i dochodu z tego źródła, oparte na powyższych danych i wyrachowaniach, dotyczących rozmiarów ruchu miejscowego i przejściowego (tranzytowego), oraz obliczenie zwiększenia lub zmniejszenia przewozu i dochodu sąsiednich dróg żelaznych, o ile samo przedsiębiorstwo lub skarb mogą być w tem zainteresowane.

3) Obliczenie kosztów eksploatacji na zasadzie danych technicznych projektu, oraz danych o ilości przewozu, przewidywanej organizacji zarządu i t. p.

4) Obliczenie zyskowości całego przedsięwzięcia w zależności od kosztów budowy według kosztorysu, kosztów eksploatacji i przewidywanych dochodów.

II. *Memoriał techniczny*, w którym należy opisać pod względem topograficznym, geologicznym i klimatycznym miejscowość, przez którą ma przechodzić projektowana droga żelazna, uzasadnić pod względem technicznym wybrany kierunek linii kolejowej, opisać jej kształt w planie i w przekroju, ustrój ważniejszych budowli i t. p.

Do memoriału technicznego należy dołączyć:

- 1) plan kolei żelaznej na mapie w podziałce 10 wiorst na cal;
- 2) plan kolei żelaznej w większej podziałce, zależnie od tego, jakie mapy wydano dla danej miejscowości;
- 3) profil podłużny kolei żelaznej w podziałce 1:10000 dla odległości poziomych i 1:1000 dla wysokości;
- 4) skrócony profil podłużny kolei żelaznej w podziałce 1:50000 dla odległości poziomych i 1:1000 dla wysokości;
- 5) normalne przekroje poprzeczne torowiska i budowy wierzchniej pod jeden i pod dwa tory, w podziałce 1:100;
- 6) dla części kolei położonych na stokach, mających pochylenie większe niż 1:5, poprzeczne przekroje terenu i torowiska, w podziałce 1:200 dla odległości poziomych i 1:100 dla wysokości, z oznaczeniem linią przerywaną torowiska pod tor drugi;
- 7) plany i przekroje poprzeczne wszystkich znaczniejszych przepływów wód, z oznaczeniem geologicznego przekroju gruntu, a dla wszystkich rzek spławnych i żeglownych z dołączeniem opinii zarządów miejscowych okręgów komunikacji względem miejsca przecięcia rzeki, wzniesienia mostu nad poziomem wody w rzece, wpływu położenia mostu i jego otworów na spław i żeglugę, potrzeby urządzenia przystani, połączonych torami kolejowymi z projektowaną drogą żelazną i t. p.; również plany i przekroje rzek i rzeczek, które ludność posilkuje się do celów nawadniania, z dołączeniem opinii odpowiednich władz.

- 8) plany dojść do miast z załączeniem opinii właściwych zarządów miejskich;
- 9) plan miejscowości z oznaczeniem warstwic, o ile plan taki jest potrzebny do wyjaśnienia wyższości wybranego kierunku;
- 10) wykaz robót ziemnych do urządzenia torowiska pod kolej żelazną;
- 11) wykaz prostych i łuków, pochyłości i poziomów, ze wskazaniem ich stosunku procentowego do całkowitej długości linii;
- 12) wykaz zastępczych długości szlaków pomiędzy stacyami w obu kierunkach, ze wskazaniem współczynnika zastępczego dla każdego poszczególnego szlaku i dla całej długości linii;
- 13) wykresy ruchu pociągów z obliczeniem czasu, potrzebnego na przebieg szlaków pociągami zwykłymi i wojskowymi;
- 14) wykresy obiegu parowozów ze wskazaniem rozmieszczenia parowozowni.

*III. Wykaz kosztu robót i dostaw na budowę drogi żelaznej z podaniem cen jednostkowych, według działów, przytoczonych na str. 106 i 107.*

Wykaz taki przygotowuje się na zasadzie ilości robót i dostaw, określonej przy poszukiwaniach, biorąc pod uwagę zaopatrzenie drogi żelaznej, jakie okaże się niezbędnym w zależności od oczekiwanego ruchu, i posiłkując się zebranymi wiadomościami o cenach materiałów i robocizny. Ilości robót i dostaw przyjęte w tym wykazie winny być usprawiedliwione obliczeniami i wykazami: 1) wywłaszczenia gruntów i budynków podlegających rozbiórce; 2) cięcia lasu i karczowania; robót ziemnych (podług pikietów); umocowania skarp; 3) dzieł sztuki z podaniem ich otworów, sposobu posadowienia, ilości muru i t. d.; 4) długości linii głównych i stacyjnych i ilości materiałów do budowy wierzchniej; 5) przydatków drogowych i ochron śnieżnych; 6) linii telegraficznej i aparatów; 7) przejazdów i budynków drogowych; 8) stacy i budynków stacyjnych; 9) urządzeń wodociągowych; 10) przydatków stacyjnych i oporządzenia stacy; 11) taboru, oporządzenia warsztatów i t. p.

e) Poszukiwania ostateczne, ostateczny projekt drogi żelaznej i jego wykonanie.

W przedwstępnym projekcie drogi żelaznej projekty poszczególnych budowli i urządzeń nie są opracowywane szczegółowo, lecz tylko wskazują się ich typy, materiały i ustrój ogólny. Opracowaniem zaś szczegółowych projektów dzieł sztuki, budynków architektonicznych, układu torów na stacjach, taboru i t. p. i opracowaniem rysunków poszczególnych budowli i urządzeń z przystosowaniem się do terenu i innych warunków miejscowych zajmują się inżynierowie i technicy, którym poruczona została budowa drogi żelaznej, po zatwierdzeniu przez Ministerium przedwstępnego projektu i po uzyskaniu Najwyższego zezwolenia na budowę<sup>1)</sup>.

---

<sup>1)</sup> Zezwolenie to jest wymagane i dla kolei dojazdowych, jeżeli dla ich urzeczywistnienia wydzielane jest wywłaszczenie przymusowe majątności lub ulgi i zapomogi od rządu, oraz jeżeli koleje te projektowane są do użytku ogólnego, z motorami mechanicznymi.

Ciż sami inżynierowie i technicy przed przystąpieniem do budowy zwykle wykonywują również poszukiwania ostateczne, w celu ustalenia ostatecznego kształtu linii.

*Poszukiwania ostateczne* obejmują też same roboty, które były opisane powyżej dla poszukiwań początkowych z tą tylko różnicą, że przy poszukiwaniach ostatecznych zwraca się większą uwagę na szczegółowe opracowanie projektu. Cała linia winna być wytknięta, wymierzona i spoziomowana na nowo, przyczem należy sprawdzić, czy jej położenie, ustalone przy poszukiwaniach początkowych, było wybrane prawidłowo, i o ile możliwości poprawić to położenie, zwiększając promienie łuków, zmniejszając pochyłości, długość linii, ilość i koszt robót i t. p. W celu ulepszenia dojść do miast, przecięć z rzekami i położenia linii w innych trudnych miejscach, wykonywują się szczegółowe plany, o ile nie były już przedtem wykonane. W miejscach, gdzie przy poszukiwaniach początkowych położenie linii zostało określone podług planu z oznaczeniem warstwic, bez wytknięcia krzywych na gruncie, wytknięcie to wykonywa się z wymaganą dokładnością (zwykle co 10 saż.) i w razie potrzeby poprawia się położenie linii.

Istotne ulepszenie linii może być w wielu razach osiągnięte bez zmiany jej kierunku, lecz tylko za pomocą umiejętnego przerobienia linii pochyłeń na profilu podłużnym.

Obliczenia otworów dzieł sztuki, wydajności źródeł wody dla wodociągów, rozwoju i zaopatrzenia stacy i t. p. wykonane przy poszukiwaniach początkowych, sprawdzają się i uzupełniają nowemi danemi. W celu określenia głębokości posadowienia podpór dzieł sztuki, zbadania właściwości gruntów, wyszukania wody i materiałów budowlanych, kopią się studnie próbne i wykonywują się wiercenia.

Po ostatecznem ustaleniu kształtu projektowanej linii w planie i w profilu i po wyjaśnieniu ustroju torowiska, położenia bocznych ukopów, odwałów, budynków i innych budowli, określa się szerokość pasa wywłaszczenia, poczem geometrycy przystępują do opracowania *planu wywłaszczenia gruntów* z oznaczeniem granic działek, należących do poszczególnych właścicieli.

Nabycie majątności pod budowę drogi żelaznej dokonywa się o ile możliwości na zasadzie umów dobrowolnych z ich właścicielami. W tym celu i dla wyjaśnienia kosztu wywłaszczenia przed ustaleniem ostatecznego kierunku linii, gdy ceny ziemi sztucznie idą w górę, powinny być zebrane podczas poszukiwań przedwstępnych wiadomości o rzeczywistych cenach ziemi podług dokonanych sprzedaży i, o ile to jest możliwem, należy od właścicieli gruntów ściągać deklaracje z wymienieniem warunków sprzedaży, na które się oni zgadzają. Jeżeli projektowana droga żelazna potrzebna jest do celów państwowych lub społecznych, to na zasadzie Najwyższego ukazu może być przyznane prawo przymusowego wywłaszczenia majątności nieruchomości pod jej budowę. Jeżeli korzysta się z tego prawa z powodu niemożności dojścia do porozumienia dobrowolnego z właścicielami majątności, to osobna komisya dokonywa opisu i oceny tych majątności, poczem, oraz po zabezpieczeniu wynagrodzenia, przypadającego właścicielom, majątności te mogą być zajęte pod budowę drogi żelaznej.

*Opracowanie projektów ostatecznych* i nadzór nad ich wykonaniem sprawia Zarząd budowy drogi żelaznej, na czele którego stoi inżynier główny budowy.

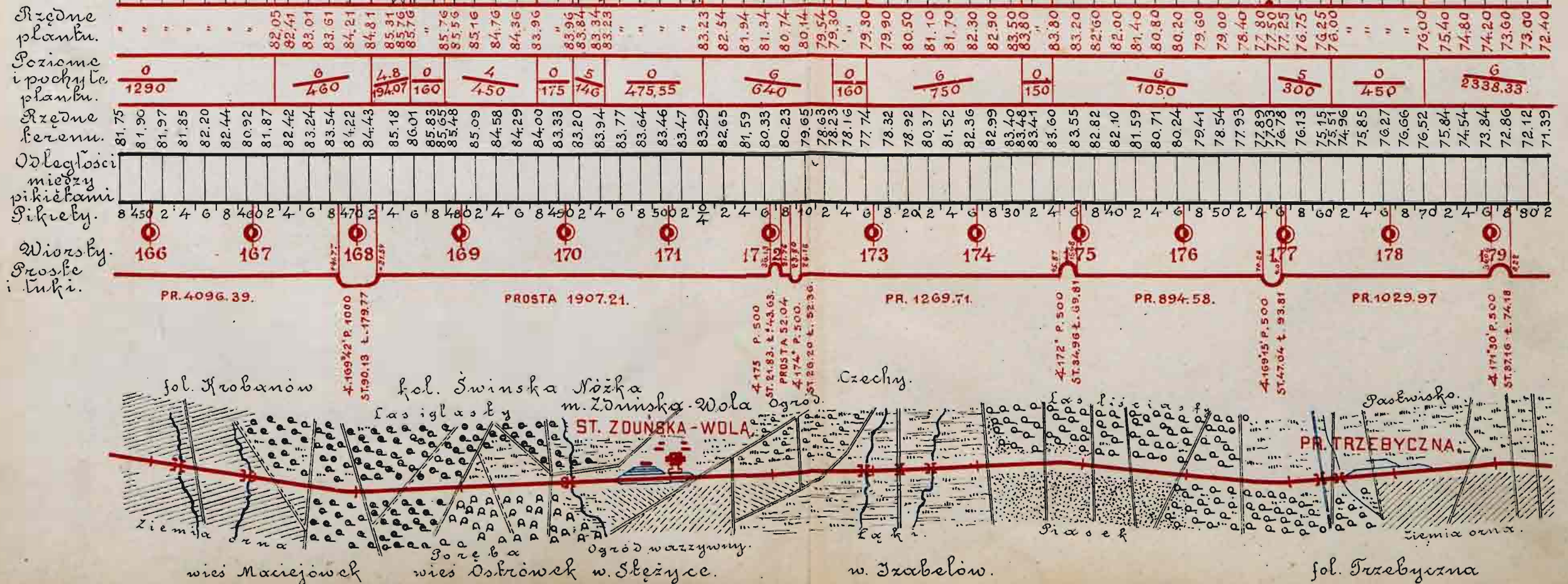


# WZÓR SKRÓCONEGO PROFILU PODŁUŻNEGO DROGI ŻELAZNEJ

Skala pozioma 1:50.000 - Skala pionowa 1:1000.

ST. ZDUŃSKA - WOLA

PRZ. TRZEBYCZNA.





Wszystkie sprawy, dotyczące budowy drogi żelaznej, ześrodkowują się w biurze budowlanem inżyniera głównego, które do opracowania normalnych typów budowli, warunków technicznych i instrukcyi prowadzenia robót posiada wydział techniczny.

Organami miejscowymi Zarządu budowy drogi żelaznej są naczelnicy oddziałów (50—100 wiorst) i ich pomocnicy albo naczelnicy dystansów (25—50 wiorst), których obowiązkiem jest opracowanie szczegółowych projektów oddzielnych budowli i nadzór nad ich wykonaniem zgodnie z ogólnymi wskazówkami biura budowlanego.

Ostateczny plan i profil podłużny linii, normalny przekrój poprzeczny torowiska i wykresy ruchu pociągów, normalne rysunki dzieł sztuki, budowy wierzchniej, budynków drogowych i stacyjnych, przydatków drogowych i stacyjnych, oraz projekty mostów o wielkich otworach, układu torów na stacyach i zaopatrzenia stacy i taboru w wodę, powinny być zatwierdzone przed przystąpieniem do robót przez Ministerium Komunikacyi.

Po ukończeniu budowy wszystkie roboty podlegają oględzinom przez komisję odbiorczą, wyznaczoną przez Ministerium Komunikacyi, która stwierdza należyte wykonanie robót zgodnie z zatwierdzonymi projektami i zaświadcza o gotowości drogi żelaznej do otwarcia ruchu i eksploatacyi.