

trzebnych gruntów, podana w przybliżeniu ogólna powierzchnia ich, bez podziału na poszczególnych właścicieli.

Przybliżony kosztorys powinien zawierać działy:

1. Koszt wykonania robót ziemnych (dobycia ziemi, przewiezienia ziemi, wykonania nasypów).

2. Koszt zabezpieczenia robót (darniowanie, brukowanie skarp, zabezpieczenie rowów od rozmycia, ewent. urządzenie kaskad na rowach i t. p. urządzeń).

3. Koszt budowy mostów i przepustów wraz z wykonaniem miejscowych regulacyj potoków, o ile są potrzebne przy wykonywaniu robót drogowych.

4. Koszt specjalnych urządzeń drogowych: ścian oporowych, drenowania, zabezpieczeń przed usuwiskami, budynków dróg i t. p.

5. Koszt budowy nawierzchni.

6. Koszt znaków drogowych, poręczy i t. p.

7. Koszt wywłaszczonych gruntów.

Po sporządzeniu kosztorysu winien być wyprowadzony koszt budowy 1 km. bież. projektowanej drogi.

Wszystkie załączniki projektu wstępnego drogi winny być tak złożone, aby dawały możliwość łatwego ich przesyłania i rozkładania. Z tego względu rysunki wszystkie składa się w tak zwane formaty. Najdogodniejszym dla projektów drogowych jest wymiar formatu ustalony przez Polski Komitet Normalizacyjny $29,7 \times 42,0$ cm. Dla opisów i kosztorysów może być format mniejszy $29,7 \times 21$ cm. — wymiar znormalizowanego arkusza papieru kancelaryjnego.

2. Projekt szczegółowy.

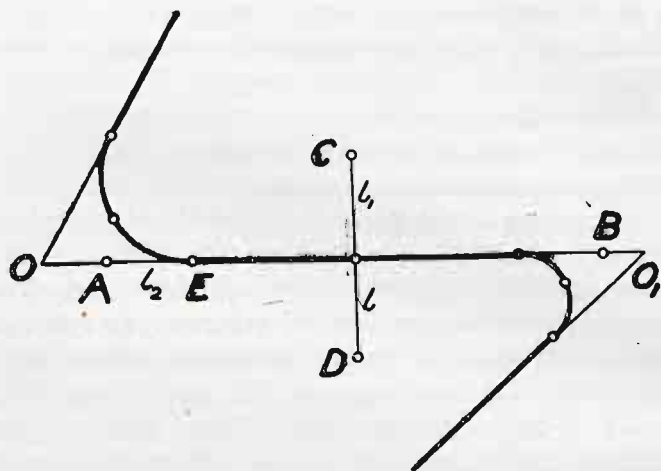
Prace pomiarowe.

Po zatwierdzeniu przez odpowiednie władze projektu wstępnego, przystępuje się do opracowania projektu szczegółowego, przytem uwzględnia się te zmiany i żądania, jakie postawiła władza zatwierdzająca projekt.

Projekt szczegółowy opiera się na pomiarach przeprowadzonych na gruncie: mając trasę z projektu wstępnego, prze-

nosimy ją na grunt lub też odrazu wytyczamy oś drogi według zdecydowanych kierunków w razie, gdy projekt wstępny był zbędny i odrazu przystępujemy do projektu szczegółowego. Metod tyczenia trasy nie przytaczamy, gdyż są one podawane w podręcznikach miernictwa.

Zaznaczyć tylko należy, że oś drogi musi być na gruncie utrwalona przez szereg pali kierunkowych o średnicy 10 — 15 cm., długości 60 — 80 cm. wbijanych równo z ziemią, aby je nie łatwo było wyciągnąć (rys. 116). Pale te wbija się na po-



Rys. 116.

czątku i końcu łuku oraz w wierzchołku, o ile jest to możliwe, jak również na prostych odcinkach w takich odległościach, aby między nimi było łatwo wytyczyć oś drogi. Gdy pale kierunkowe wypadają w wykopach, gdzie pal kierunkowy w czasie wykonywania robót będzie wykopany, w celu odtworzenia miejsca, gdzie był pal kierunkowy, w kierunku poprzecznym zabija się pomocnicze pale kierunkowe C i D. Zanotowane odległości l i l_1 dadzą możliwość odnalezienia miejsca wykopanego pala kierunkowego; również na początku łuku pal E może być łatwo wznowiony, gdy na stycznej zabijemy pal pomocniczy A w pewnej odległości l_2 od punktu E.

Wreszcie zabijamy pale kierunkowe w t. zw. punktach zerowych, w których nie będzie żadnych robót, i dlatego tam pale nie będą naruszane podczas robót ziemnych.

Pomiędzy palami kierunkowymi wbijamy kołki długości 30 cm. o poprzecznych wymiarach 4×6 cm.

Kołki te wbijamy na początku każdego kilometra i każdej setki (hektometra) i na każdym punkcie charakterystycznym. W tym celu prowadzimy pomiar długości osi trasy. Kołki te zabija się równo z ziemią. Aby pale kierunkowe i kołki łatwo można odnaleźć, albo przy nich, albo z jednej strony osi drogi w odległości kilku metrów od niej, gdy wzdłuż osi odbywa się ruch kołowy, wbija się t. zw. „świadki“ — kołki wystające z ziemi na 10 — 15 cm., na których są napisy wskazujące Nr. porządkowy pali kierunkowych lub kołków.

Np. napis 49 oznacza kołek na końcu 49 setki (hektometra).

$49 + 15,5$ — kołek na punkcie pośrednim (charakterystycznym) w 50 hektometrze w odległości 15,5 m. od początku hektometra.

Po wytknięciu osi trasy na gruncie przystępujemy do jej zniwelowania. Niwelujemy wszystkie pale kierunkowe i kołki. Niwelacja podłużna winna być podwójna. Różnica pomiędzy jedną i drugą niwelacją nie powinna być większa niż $h = 0,02 \times L$; gdzie h — oznacza różnicę wysokości w m, a L długość niwelacji w km.

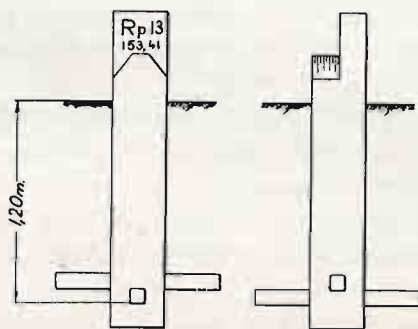
Jednocześnie z niwelacją podłużną prowadzi się niwelację poprzeczną na końcach każdej setki (hektometra) i na każdym punkcie charakterystycznym; niwelacja ta wykonywa się pojedynczo. Długość linii poprzecznych od osi drogi brana jest taka, aby na niej zmieściły się nasypy i wykopy, ewentualnie odkłady i wykopy materiałowe i t. p.; w każdym razie nie powinna ona wynosić mniej niż 15 m. z każdej strony.

Ilość i gęstość przekrojów zależna jest od rodzaju terenu: w terenie płaskim wystarczy zdjęcie przekrojów poprzecznych co 50 — 100 m.; w terenie pagórkowatym i górskim nieraz wypadnie robić zdjęcia co kilka metrów.

Jednocześnie niweluje się poziomy wysokich, średnich i niskich wód w rzekach i potokach, które trasa przecina, lub w pobliżu których przechodzi. Poziomy wód ustala się na zasadzie krytycznie ocenionych wskazówek mieszkańców zasłu-

gujących na wiarę lub też na zasadzie znaków pozostawionych w terenie zalewowym rzek lub potoków podczas trwania wysokich wód.

W celu określenia spadku rzek i potoków niweluje się różnice poziomu wód w odległości ± 200 m. wyżej trasy drogi i ± 100 m. niżej trasy drogi. Pożądane jest określenie różnicy poziomów wysokiej wody w takich samych odległościach od trasy drogi, np. na podstawie ustalonych poziomów *ww.* przez wiarogodnych mieszkańców lub na podstawie znaków pozostawionych przez wysokie wody. Jeżeli konturu zlewni nie można oznaczyć na mapie, należy ją zdjąć i określić powierzchnię. Również potrzebne są zdjęcia rzek i potoków w pobliżu trasy, jeżeli w związku z budową drogi zachodzi potrzeba ich miejscowej regulacji.



Rys. 117.

W celu utrwalenia niwelacji wzdłuż drogi trzeba co 1 — 2 km. urządzać w pobliżu trasy, poza zasięgiem robót ziemnych repéry — znaki niwelacyjne. Wykorzystane mogą być w tym celu budynki stałe (murowane), pomniki i t. p. stałe przedmioty, nawet stare drzewa; nie powinny być np. wykorzystywane słupy telegraficzne lub t. p., gdyż mogą być przestawiane.

Jeżeli niema w pobliżu takich budynków lub przedmiotów, które można wykorzystać w celu urządzenia na nich znaków niwelacyjnych (reperów), należy ustawić specjalne znaki drewniane lub żelazne tak skonstruowane, aby nie łatwo można było je uszkodzić, np. z okrągłaków, jak na rys. 117, zakopanych na głębokości około 1,20 m., a zaciosanych jak na rysunku.

Aby je łatwo można odszukać w czasie budowy, winien być sporządzony spis reperów z podaniem przy każdym szkicu sytuacyjnego odrębnego z wymiarami, który pozwoliłby łatwo je odszukać.

Do wyliczonych prac pomiarowych w celu opracowania projektu szczegółowego potrzebne są zdjęcia planów gruntów wywłaszczonych na drogi. Winien być przeprowadzony pomiar wywłaszczonych gruntów oddzielnie dla każdego właściciela. Szczegóły podane będą niżej przy opisie składu projektu szczegółowego.

Jednocześnie z pomiarami przeprowadzonymi w celu sporządzenia projektu szczegółowego należy przeprowadzać przy pomocy sond lub dołów próbnych badanie gruntów, przez które trasa przechodzi. Badania te są konieczne dla odpowiedniego wykonywania robót ziemnych i zabezpieczenia nawierzchni przed działaniem wód zaskórnych.

S k ł a d p r o j e k t u s z c z e g ó ł o w e g o .

Na zasadzie projektu wstępnego i prac pomiarowych do projektu szczegółowego może być sporządzony projekt szczegółowy, składający się z następujących części (załączników).

1. Mapy w podziałce 1 : 25000 lub większej z wykreśloną na niej trasą linią czerwoną — według ostatecznego kierunku.

2. Przekroju podłużnego w podziałce 1 : $\frac{1000}{100}$ lub 1 : $\frac{2000}{100}$
lub 1 : $\frac{2000}{200}$.

3. Zbioru obliczeń otworów mostów i przepustów oraz ich projektów szczegółowych.

4. Zbioru przekrojów poprzecznych w podziałce 1 : 100 lub większej.

5. Szczegółowego obliczenia ilości robót ziemnych wraz z podziałem mas (linią objętości mas i podziału mas) na przekroju podłużnym.

6. Szczegółowego planu sytuacyjnego w podziałce 1 : 1000 lub 1 : 1500 (p. tabl. E na końcu książki). Zaznaczona jest na nim oś drogi, krawędzie korony, ślady (krawędzie) skarp na-

sypów i wykopów, mury oporowe i inne urządzenia drogowe, odkłady i wykopy materiałowe. Przyjęte są pewne stałe kolory dla oznaczeń: np. koronę drogi maluje się bladym karminem lub szarym fioletem, skarpy nasypów — kolorem zielonym, skarpy wykopów żółtym ciemnym („sienną”); oś drogi wykreśla się linią czerwoną grubą jak również kółka dla oznaczenia kilometrów i setek, oznaczenia początków i końców łuków, wierzchołki kątów, widoczne części murów i wyloty mostów i przepustów.

Dno rowów jasno niebieskim; mosty i przepusty na zaprawie cementowej — czerwonym (cynobrem), mury suche — szaro - fioletowym. Opisuje się plan sytuacyjny, znacząc setki i kilometry, początki, środki i końce łuków, promienie, przepusty i mosty (wymiały otworów), nazwy rzek, dróg i t. p.

Poza tem zaznaczona być winna granica wywłaszczenia drogowego (linja czerwona przerywana); na załamaniach, gdzie postawione będą kopce graniczne, — czerwone małe kółka.

7. Wykaz znaków niwelacyjnych (reperów) oraz pali kierunkowych z dołączeniem odrębnych szkiców sytuacyjnych dla możliwości łatwiejszego ich odszukania.

8. Projekty szczegółów drogi: są to projekty takich szczegółów, które są zaznaczone na ogólnym projekcie, muszą jednak być opracowane oddzielnie, zwykle w większej podziałce, np. projekty serpentyn, łuków z poszerzoną jezdnią i jednostronnym spadkiem z przejściami krzywymi, łuków o specjalnych krzywych (np. lemniskaty), projekty ścian oporowych, budynków drogowych i t. p. Na opracowanie projektów tego rodzaju szczegółów winna być zwrócona uwaga, gdyż brak ich może przyczynić się zarówno do strat materialnych przy budowie, jak do popełnienia błędów technicznych.

9. Plan wywłaszczonych gruntów wraz z wykazem właścicieli gruntów i opisem wywłaszczonych od każdego z nich gruntów. (Patrz tablica *F* na końcu książki).

Plan ten sporządza się na zasadzie planu sytuacyjnego (p. 6) i stanowią jego kopję, na której zaznaczona jest oś drogi, a pominięte są inne szczegóły techniczne projektowanej drogi, natomiast oznaczone są granice działek gruntów poszczególnych właścicieli. Należy przytem zwrócić uwagę: 1) aby poza

krawędzią wykopów i poza stopą nasypów przy małych robotach było przynajmniej 0,75 m., a przy większych 1,0 m.; 2) linie odgraniczające teren drogowy były proste i możliwie długie, 3) punkty załamania linii odgraniczających należy umieszczać, o ile to tylko jest możliwe, na granicach (miedzach) działek.

10. Sprawozdanie techniczne właściwie jest powtórzeniem sprawozdania technicznego do projektu wstępnego, uzupełnione objaśnieniem tych zmian w stosunku do projektu wstępnego, jakich dokonano przy opracowaniu projektu szczegółowego.

11. Kosztorys szczegółowy z analizą cen jednostkowych, obejmujący koszt wszystkich robót projektowanych.

Projekt szczegółowy służy do wykonania robót na gruncie. Zwykle wykonywany jest w kilku egzemplarzach, odbijanych na papierach światłoczułych; oryginał przeto musi być odpowiednio wykonany na kalce.

Projekt szczegółowy również winien być złożony w formaty ustalonych wymiarów, jak projekt wstępny, aby dogodnie można było go przenosić lub przysyłać.

P o r ó w n a n i e w a r j a n t ó w .

Gdy droga może być przeprowadzona w różnych kierunkach, powstaje pytanie, czem należy się kierować przy wyborze kierunku drogi.

Na pytanie to nie można dać ogólnych przepisów czy rozważań. Zasadniczo z pomiędzy wszystkich możliwych kierunków drogi winien być wybrany ten, którego budowa i utrzymanie będzie najtaniej kosztować i na którym koszt ruchu kołowego będzie najmniejszy.

Na koszt budowy i utrzymania mają wpływ przedewszystkiem następujące czynniki: 1) długość linii, 2) długość i wielkość mostów i przepustów i 3) ilość robót ziemnych.

Na koszt ruchu kołowego mają wpływ czynniki: 1) długość drogi, 2) przekrój podłużny drogi, 3) rodzaj nawierzchni; gdy na warjantach projektowana jest jednakowa nawierzchnia, czynnik ten niema wpływu na wybór warjantu, a tylko dwa pierwsze.

Gdy mamy wątpliwości przy wyborze kierunku, należy ustalić przez odpowiednie obliczenie t. zw. koszty roczne drogi (p. wzór (1) str. 138) według wzoru:

Pierwsza pozycja B kosztów rocznych budowy i druga U kosztów rocznych utrzymania względnie łatwo daje się obliczyć z kosztorysu i danych praktyki, trzecia R — koszt roczny ruchu — jest trudniejsza do obliczenia i po części musi być oparta na mniej lub więcej dokładnych przypuszczeniach.

W literaturze drogowej spotykamy różne metody na różnych zasadach oparte ¹⁾ porównywania kosztów ruchu na różnych wariantach.

1) Launhardt'a²⁾ metoda polega na określeniu kosztu 1 tonnokilometra w sposób następujący:

[illegible]
$$Q = Q_1 + Q_2 \text{ — waga wozu}$$

[z ładunkiem]

s — wzniesienie lub spadek

Zamiast P podstawiamy podług znanego wzoru Maschek'a (str. 52 wz. (23))

$$P = P_0 \left(3 - \frac{v}{v_0} - \frac{t}{t_0} \right).$$

Wydajność pracy koni zmuszonych do zastosowania siły pociągowej P , różniacej się od P_0 , będzie największa wtedy, gdy

$$\frac{v}{v_0} = \frac{t}{t_0}$$

2) Launhardt. Die Steingugsverhältnisse der Strassen. Hannover 1880.

i wzór Maschek'a (pomijamy wywody) przyjmie formę następującą

$$P = P_0 \left(3 - 2 \cdot \frac{v}{v_0} \right) = P_0 \left(3 - 2 \cdot \frac{t}{t_0} \right). \quad (2)$$

Podstawiając w równanie (1) $P = P_0 \left(3 - 2 \cdot \frac{v}{v_0} \right)$

$$P_0 \left(3 - 2 \cdot \frac{v}{v_0} \right) = \varphi \cdot Q \pm (Q + G) s. \quad (3)$$

Przy ruchu na wzniesienie będzie szybkość

$$v = \frac{v_0}{2} \left(3 - \frac{\varphi \cdot Q + (Q + G) s}{P_0} \right). \quad (4)$$

Przy ruchu na spadku

$$v' = \frac{v_0}{2} \left(3 - \frac{\varphi \cdot Q - (Q + G) s}{P_0} \right). \quad (5)$$

Równania powyższe (4) i (5) uprościmy, wprowadzając oznaczenia:

$$\frac{Q}{P_0} = q \quad \text{ i } \quad \frac{G}{P_0} = g.$$

otrzymamy

$$v = \frac{v_0}{2} [3 - \varphi \cdot q - (q + g) s].$$

$$v' = \frac{v_0}{2} [3 - \varphi \cdot q + (q + g) s].$$

Przy znaczniejszych spadkach, gdy trzeba wóz hamować ($s > \varphi$) szybkość przyjmujemy jak na odcinkach poziomych.

Mając znalezione szybkości v i v' dla różnych wzniesień i spadków możemy określić czas potrzebny dla przebycia 1 km. w dniach roboczych t_0 .

$$\text{Czas ten } \tau = \frac{1000}{v} \text{ sek} = \frac{1000}{v \cdot 60 \cdot 60 \cdot t_0} \text{ dnia roboczego.}$$

Dla odcinka długości l czas potrzebny $= \tau \cdot l$.

Jeżeli obliczymy dla całej drogi czas potrzebny dla przebycia szeregu odcinków o różnych wzniesieniach (spadkach) otrzymamy $\Sigma \tau \cdot l = T$ — czas (w jednostkach dnia roboczego) potrzebny dla przebycia danej drogi.

Jeżeli K jest koszt dziennej normalnej pracy ($v_0 \cdot t_0 \cdot P_0$) zaprzęgu, koszt przewozu ładunku jednego pojazdu wyniesie

$K \cdot T$ i koszt przewozu 1 tonny ładunku $= \frac{K \cdot T}{Q_2}$; jeżeli droga

ma długość ogólną L km., koszt jednego tonnokilometra w da-

nym kierunku wyniesie $k_1 = \frac{K \cdot T}{Q_2 \cdot L}$;

Koszt przewozu w kierunku odwrotnym trzeba obliczyć oddzielnie

$$k_2 = \frac{K \cdot T_1}{Q_2 \cdot L}.$$

Przeciętny koszt tonnokilometra

$$k = \frac{k_1 + k_2}{2}.$$

Mając dla danej drogi obliczony spodziewany ruch w tonach na dobę dla różnych odcinków danej drogi możemy obliczyć koszt spodziewanych tonnokilometrów na danej drodze.

Jeżeli analogiczne obliczenia przeprowadzimy dla drugiego warjantu, możemy w równaniu

$$K = B + U + R$$

dla każdego kierunku wstawić odpowiednią dla tego kierunku wartość R i porównać, który warjant jest dogodniejszy.

O ile wozy, przewożąc w jednym kierunku ciężary, z powrotem wracają próżne, należy to uwzględnić, wprowadzając w obliczeniach szybkości v i v^1 warunek $Q = Q_1$ i obliczając koszty jazdy z próżnym wozem.

2. Metoda Léchalas'a polega również na określeniu czasu, potrzebnego dla przewiezienia wozu tam i z powrotem przy założeniu zastosowania stałego i równomiernego obciążenia siły pociągowej; przy porównaniu warjantów wybiera się ten, na

którym przy równych normalnych warunkach pojazdy mogą przebyć drogę w najkrótszym czasie. Suma oszczędności na czasie przy przewozie ładunków odpowiednio wyceniona odpowiada procentom od sumy, o którą może drożej kosztować budowa drogi i jej utrzymanie według kierunku, na którym przejazd może się szybciej odbywać, niż na tańszym co do kosztów budowy kierunku, na którym przejazd odbywać się musi dłużej.

Obliczenia swoje Léchalas opiera na tem, że przy równomiernem obciążeniu zwierząt pociągowych szybkość ruchu do siły pociągowej nie znajduje się w stosunku odwrotnie proporcjonalnym, ale w innym, wskazanym przez niego na wykresach znanych pod jego nazwiskiem.

Specjalnie tablice i wykresy Léchalas'a ułatwiają porównanie warjantów.

3. Metoda Durand - Claye polega na zamianie każdego odcinka z pewnem wzniesieniem lub spadkiem przez odcinek zastępczy poziomy takiej długości, aby praca zwierząt pociągowych na takim odcinku była równa pracy zwierząt pociągowych na danym odcinku. Gdy dla wszystkich odcinków danej drogi znajdziemy długości zastępcze i zsumujemy je, otrzymamy zastępczą długość drogi poziomej, na której praca siły pociągowej jest równa pracy siły pociągowej na projektowanej drodze w jednym kierunku (np. w kierunku AB). Gdy te same obliczenia przerobimy dla tej samej drogi (warjantu) w kierunku odwrotnym (w kierunku BA) otrzymamy długość zastępczą dla danej drogi w kierunku odwrotnym. Przeciętna arytmetyczna z tych długości da nam długość zastępczą dla danego warjantu. Gdy znajdziemy długości zastępcze dla wszystkich warjantów wchodzących w rachubę, możemy porównać koszty ruchu na poszczególnych warjantach i wstawić do wzoru $K = B + U + R$.

Porównanie warjantów dla ruchu samochodowego.

Może być wykonane na zasadach następujących:

a) Główną rubrykę kosztu ruchu samochodowego stanowi wydatek na materiały pędne, poważny zwłaszcza dla samochodów ciężarowych lub autobusów. Jeżeli przeto obliczymy zużycie materiałów pędnych na poszczególnych warjantach według

metody podanej na str. 104 dla typowych pojazdów, jakie będą kursować na projektowanej drodze, a których ilość jest nam wiadoma, i założymy, że inne wydatki są dla wszystkich warjantów jednakowe, możemy w przybliżeniu obliczyć koszt ruchu R we wzorze $K = B + U + R$ dla poszczególnych warjantów, dodając do kosztu materiałów pędnych inne wydatki, jak koszt obsługi, smarów, opon i napraw bieżących.

b) Możemy również dojść do kosztu ruchu rocznego przez obliczenie czasu potrzebnego dla przebycia poszczególnych warjantów przez typowe pojazdy mechaniczne przeciętne (ciężarowe, autobusy, osobowe) i, mając obliczony koszt ruchu pojazdu w ciągu jednostki czasu, obliczyć koszt ruchu rocznego.

Czasami na wybór warjantów wpływa decydująco — przy ruchu przeważnie osobowym — ilość czasu potrzebnego na przebycie drogi, jeżeli chodzi o umożliwienie szybkiego ruchu osobowego i jego przyspieszenie.

Jeżeli na projektowanej drodze spodziewany jest ruch mieszany, należy osobno obliczyć koszt roczny ruchu konnego (R_k) i osobno koszt roczny ruchu pojazdów mechanicznych (R_m), ogólny koszt roczny ruchu $R = R_k + R_m$ na poszczególnych warjantach podstawiony do wzoru $K = B + U + R$ da nam możliwość porównania warjantów.

3. Opracowanie szczegółów przy projektowaniu dróg.

W wyżej podanych rozważaniach przy opracowaniu projektu wstępnego pominięte zostały zasady projektowania pewnych szczegółów, które w projekcie szczegółowym winny być uwzględnione. Na szczegóły te należy zwrócić uwagę bądź ze względu na ruch konny, bądź ze względu na ruch samochodowy, bądź ze względu na jeden i drugi rodzaj ruchu.

Wymieniamy je kolejno z uwagą, że nie wyczerpują one wszystkich, gdyż może się zdarzyć szereg innych szczegółów rzadziej trafiających się w praktyce.

Ł a g o d z e n i e z a ł a m a ń n i w e l e t y.

Jest potrzebne ze względu na szybki ruch pojazdów mechanicznych, w celu uniknięcia znacznych nieraz wahań pionowych resorów, powstających podczas przechodzenia kół po-