

C

Nr. 11850

Polltechnika Warszawska

1
STEFAN BRYŁA i WENCZESŁAW PONIŻ

2
**WYNIKI POMIARÓW STATYCZNYCH
I DYNAMICZNYCH MOSTU DROGOWEGO
NA SANIE W PRZEMYŚLU**

-1

Odbitka z „Wiadomości Drogowych” Nr. 94. 1935.

WARSZAWA 1935

STEFAN BRYŁA i WENCZESŁAW PONIŻ

**WYNIKI POMIARÓW STATYCZNYCH
I DYNAMICZNYCH MOSTU DROGOWEGO
NA SANIE W PRZEMYSŁU**

Odbitka z „*Wiadomości Drogowych*” Nr. 94, 1935.

WARSZAWA 1935

C-11850

BIBLIOTEKA
POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ
Warszawa
drogi Książki 1

29989



nr. 740

Druk. J. Jankowski i S-ka, Warszawa, Zielna 20. Telefon 5.19.77.

BG04A/004-35

1. Powód badania.

Badanie mostu zostało przeprowadzone z uwagi na bardzo wielkie drgania, szczególnie przęsła środkowego, podczas normalnego ruchu pojazdów przez most. Większe ciężary ruchome (jak n. p. walce parowe) przestano przez most przepuszczać. Przęsła skrajne, aczkolwiek starszej konstrukcji aniżeli środkowe, nie wykazywały drgań w tak silnym stopniu jak to ostatnie. Drgania w przęśle środkowym odczuć można było jednak bardzo wyraźnie.

Z uwagi na powyższe wykonano rewizję mostu w dniach od 19 sierpnia do 26 września 1933. Wykonana podczas rewizji mostu niwelacja przęseł nie dała żadnych uderzających wyników. Natomiast bardzo ciekawie przedstawia się kwestja badania nitów. W przęśle Przemyskim i Zasańskim znaleziono brak 5 nitów (2 + 3), gdy ilość brakujących lub rozluźnionych nitów w przęśle środkowym wynosiła 435 sztuk, z czego dziur pustych w tym przęśle było 6. (Rys. 3). Ilość rozluźnionych nitów w obu kratkach przęsła środkowego była mniej więcej równa. Najbardziej wyniszczone były nity w pasach, a to szczególnie nity pionowe w ilości 420 sztuk (w pasie górnym i dolnym obu krat przęsła środkowego) na ogólną ilość defektów nitów w tym przęśle: 435. Przeważna ilość rozluźnionych nitów znajdowała się w środkowych prętach pasa górnego i dolnego przęsła środkowego.

Badanie nitów odbywało się przez opukiwanie nitów młotkiem. Gdyby badanie to było wykonane przy pomocy stetoskopu, ilość rozluźnionych nitów napewno okazałaby się jeszcze większa.

Co do rozluźnienia się nitów należy zwrócić uwagę na fakt następujący: Podczas wojny światowej most był wysadzony w powietrze, a po wojnie podczas rekonstrukcji mostu zostało rusztowanie zabrane przez pochód lodów; niedokończony most runął do Sanu, poczem konstrukcję podniesiono, pręty silnie pogięte odrzucono, mniej pogięte wyprostowano i w ten sposób prawdopodobnie dokończono montażu, nie zwracając uwagi na rozluźnione podczas upadku nity. Skutkiem tego, że most znajduje się z powodu drgań stale w ruchu pionowym, rozluźnienie nitów powiększało się coraz bardziej.

2. *Ogólne dane oraz uwagi co do konstrukcji mostowej i stanu mostu.*

Most składa się z trzech przęseł (rys. 1) przyczem rozpiętość przęśla środkowego wynosi 72,73 m, przęseł skrajnych

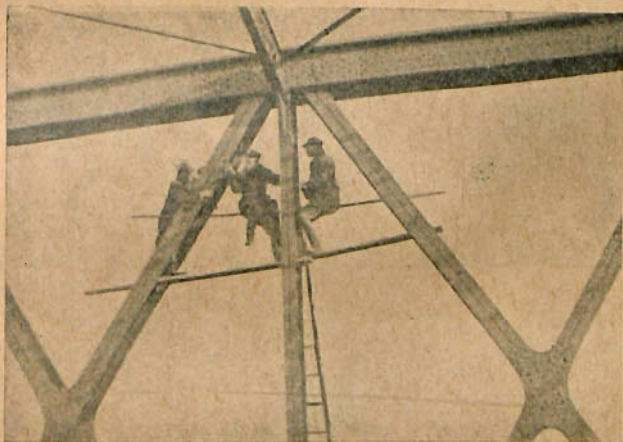


Rys. 1.

po 37,66 m. Most założony jest w ukosie, z powodu czego kraty są niesymetryczne. Dźwigary przęseł przybrzeżnych, mają kratę dwukrotną, o pasach równoległych. Składają się

one z 6 pól po 5,60 m, oraz jednego 4,03 m. Wysokość od spodu pasa dolnego do górnej płaszczyzny pasa górnego wynosi 6,60 m. Pas górny i dolny wykonany jest w kształcie litery T, przekątnie spadające ku podporom są z kątówek spadające ku środkowi przeszła wykonane są z płaskowników, słupy z kątówek. Przymocowanie kraty do pasów wprost do blachy pionowej przekroju T, bez blach węzłowych. Zarys teoretyczny kraty, oraz zarys środków ciężkości prętów nie zgadzają się.

Dźwigary przeszła środkowego są kratownicami o pasie dolnym prostym, zaś górnym zakrzywionym z kratą również dwukrotną. Krata składa się z 12 pól po 5,72 m. oraz jednego 4,09 m. Nierówność pól spowodowane jest ukośnem założeniem mostu. Wysokość krat na podporze 6,60 m. w środku 9,00 m. Pas górny jest skrzynkowy pas dolny dwuteowy,



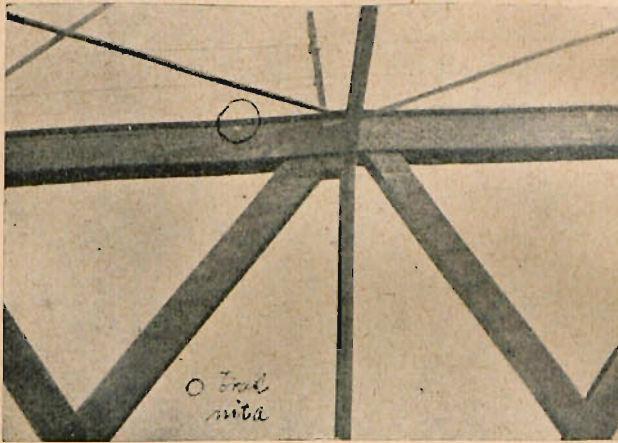
Rys. 2.

słupy i przekroje prętów spadających ku podporom, wykonane są z kątówek, przekątnie spadające ku środkowi kraty — z płaskowników. Przymocowanie prętów kraty do pasów wykonane jest mimośrodkowo i bez blach węzłowych (rys. 2). Uderzająca jest ilość blach poziomych pasów; mianowicie w pasie górnym (prętach środkowych pasa) *ilość ich dochodzi do 7, w pasie dolnym nawet do 8.*

Również rozmieszczenie nitów na blasze pionowej pasów nie jest symetryczne względem osi prętów przymocowanych do pasów.

Szerokość jezdni wynosi 10,80 m. nazewnątrz na wspornikach znajdują się dwa chodniki po 2,08 m. Odstęp osiowy krat wynosi 11,60 m. Poprzecznice wykonane są jako blachownice, przymocowane do węzłów krat zapomocą blach i kątowników. Podłużnice wykonane również jako blachownice spoczywają na poprzecznicach jako wolno podparte. Nawierzchnia jezdni żwirowana, ułożona na zoresówkach.

Wiatrownice zastosowano we wszystkich przęsłach dołem i górą (rys. 3).



Rys 3.

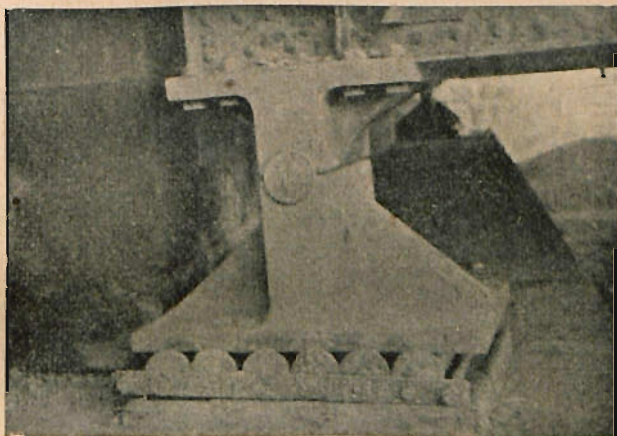
Malowanie mostu zakonserwowane było dobrze poza częściami konstrukcyjnymi, znajdującymi się pod chodnikami, gdzie zabłocenie i rdza z powodu dziurawych chodników doszły już do samej stali. Blachy poziome pasa dolnego na filarze zasańskim zjedzone były rdzą miejscami do 40%.

Skutkiem złego stanu chodników ucierpiały również i łożyska ruchome.

W przęsłach przybrzeżnych sztaby łączące wałki miały pościnane bolce, wałki były więc niczem nie połączone i jedne pary rozjeżdżały się a inne stykały obrzeżami (rys. 4). Początki zjawiska ścinania bolców można było zaobserwować i w łożyskach ruchomych przęsła środkowego. Z tych ostatnich górne (licząc podług prądu Sanu) wykazywało zniekształcenie w przegubie (rys. 5). Na rysunku tym widoczne jest również niesy-

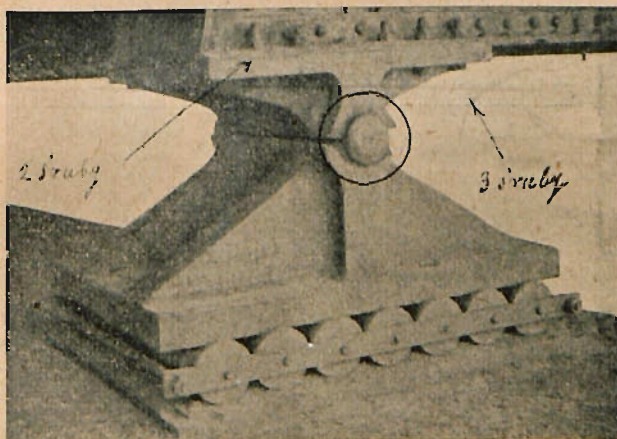
metryczne rozmieszczenie śrub w płycie górnej: na prawo od osi są trzy śruby a na lewo tylko dwie.

Łożyska uległy bardzo silnemu zaśmieceniu a płyty i wałki porzewiały. Obecnie chodniki są dobrze utrzymane i wykazują dobitnie jak bardzo niszcząco działa woda opadowa.



Rys. 4.

Pobieżne badania drgań na przęsłach przybrzeżnych wykazały mniejszą amplitudę, oraz dużo wyższą frekwencję aniżeli drgania przęsła środkowego.



Rys. 5.

Dokładne pomiary wykonano tylko na przęśle środkowem.

Badania przeprowadzono dwojako: a) badanie statyczne, oraz b) badanie dynamiczne. Do badań statycznych użyto czterech aparatów Manet-Rabut o długości pomiarowej $l=500$ m/m, badanie dynamiczne wykonano aparatem Geigera.

3. Badania mostu.

a) Badania statyczne.

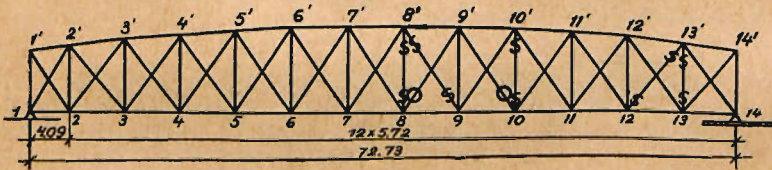
Badanie statyczne miało za zadanie wyświetlenia kwestyj następujących:

I. Ustalenie różnicy pomiędzy naprężeniami, uzyskanemi drogą pomiarów i drogą rachunkową.

II. Ustalenie wielkości naprężeń drugorzędnych, będących wskaźnikiem sztywnego połączenia węzłów.

III. Ustalenie wielkości naprężeń trzeciorzędnych, będących wskaźnikiem sztywnego połączenia ustrojów konstrukcyjnych w przekroju poprzecznym mostu (słupów poprzecznic i stężenia górą).

*o aparat Geigera
s aparat Manet-Rabut*



Rys. 6.

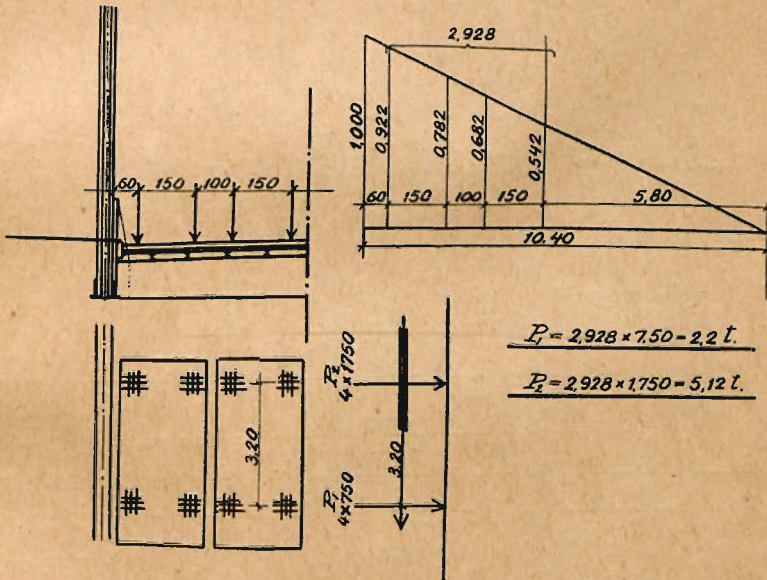
Dla obciążenia dźwigarów posługiwano się dwcma samochodami (beczkowozami) o łącznym ciężarze $2 \times 5 = 10$ tonn, przyczem na pierwsze koła przypada trzy tonny (na koło 750 kg) zaś na tylne 7 tonn (na koło 1750 kg) samochody posuwały się obok siebie (jak na rys. 7). Pomiary wykonano w sposób następujący: samochody zatrzymywały się równocześnie przy każdym węzle kraty badanej, począwszy od pierwszego, a skończywszy na ostatnim.

Natychmiast po zatrzymaniu ich robiono odczyty. Z uwagi

na to, że koła tylne były bardziej obciążone od przednich, zatrzymywanie się samochodów przy danym węźle rozumie się w ten sposób, że tylne koła stały na węźle, przednie zaś o 3,20 m dalej.

Do pomiarów służyły aparaty Manet-Rabut. Odchylenia wskazówek tych aparatów są proporcjonalne do odkształceń pręta (wydłużeń i skróceń) a tem samym w myśl prawa Hooke'a do naprężeń. Jednostka skali aparatu odpowiada naprężeniu 20 kg/cm².

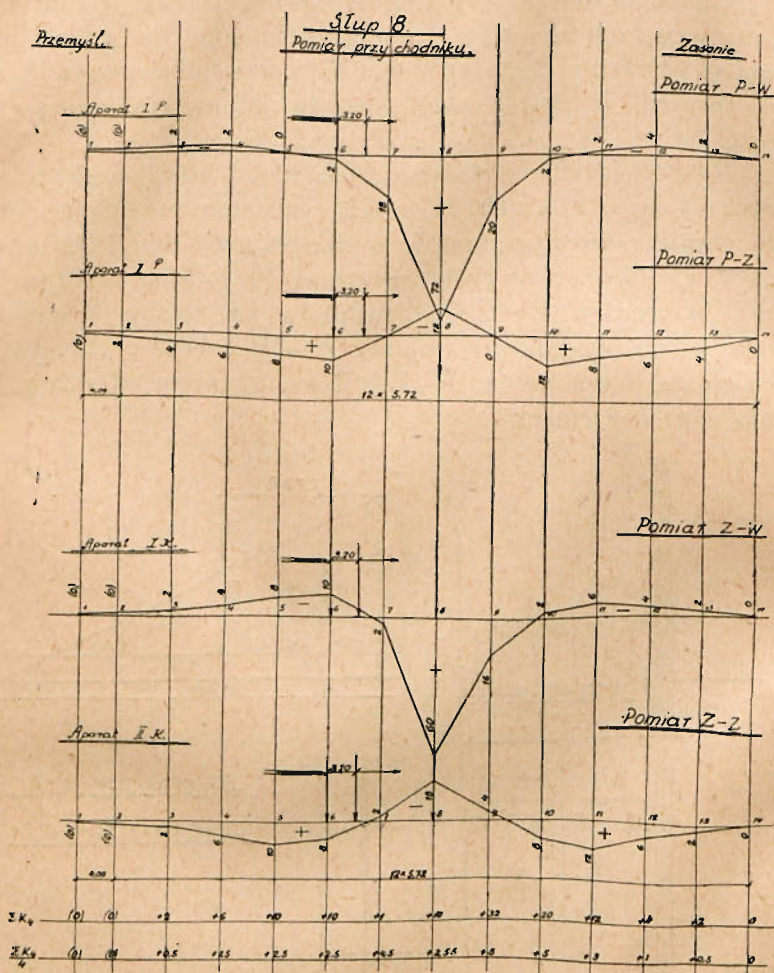
Rozporządzano czterema aparatami, które umieszczano jednocześnie w czterech narożach badanego przekroju pręta. Oznaczenie czterech aparatów w danym przekroju było następujące: P—W naroże pręta od strony Przemysła, zwrócone do jezdni (wewnątrz), P—Z naroże pręta od strony Przemysła, zwrócone do chodnika (zewnątrz). Z—W naroże pręta od strony Zasania wewnątrz mostu, Z—Z naroże pręta od strony Zasania zewnątrz mostu.



Rys. 7.

Podczas odczytywania odchyłeń wskazówek na aparatach przy jednoczesnem zatrzymywaniu się samochodów przy każdym węźle, zamykano ruch przez jezdnię mostu zupełnie. Z uwagi

jednak na bardzo silne natężenie ruchu, szczególnie pieszych, puszczono, po skontrolowaniu na aparatach, że to nie wywiera żadnego wpływu na pomiary — co kilka minut po dwie osoby chodnikiem przeciwnym do badanego dźwigara.



Rys. 8.

Celem skontrolowania wyników pomiarów wykonywano ten sam pomiar dwukrotnie, t. j. przy ruchu samochodów w kierunku Przemysł—Zasanie oraz z powrotem do Przemysła.

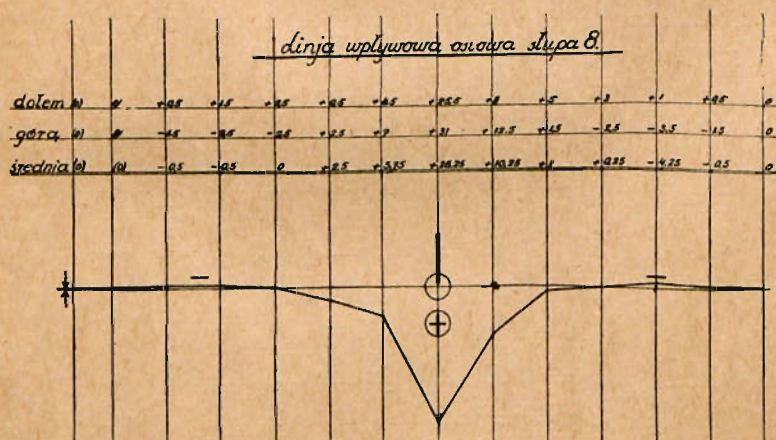
Badaniom poddano 5 prętów dźwigara dolnego (licząc po-

że na aparatach nie dała się odczytać. W węzle 14 rzędna równa się ściśle zeru, ponieważ w tem położeniu koła przednie znajdują się już poza przęsłem.

Każdemu prętowi odpowiada 8 linii wpływowych: 4 dla 4 naroży przekroju dolnego przy chodniku i 4 dla 4 naroży przekroju górnego pod pasem górnym. Prócz tego sporządzono dla każdego prętu linie wpływowe średnie, których rzędne są średniami arytmetycznymi rzędnych 8 linii wpływowych narożnikowych. Przedstawiają one naprężenia w osi pręta i dlatego nazwano je osiowemi. Kształt tych linii przypomina zupełnie linie wpływowe kraty dwuprzekątniowej znalezione sposobem dokładnym.

Odczyty aparatów są zestawione w tablicach na końcu. Linie wpływowe naprężeń w narożach słupa 8 przedstawiono na rys. 8 i 9. Linie wpływowe narożnikowe innych prętów pominięto z braku miejsca. Na rys. 10 — 14 przedstawiono linie wpływowe osiowe pięciu badanych prętów, a na rys. 15 — 19 największe naprężenia w narożach.

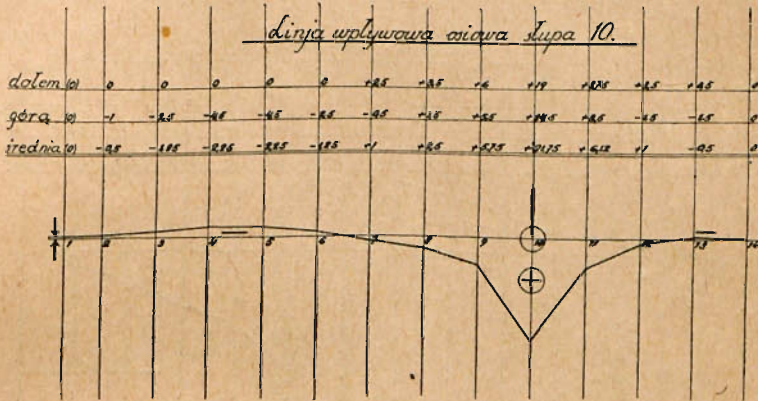
Rys. 8 przedstawia 4 linie wpływowe dla słupa 8 uzyskane z pomiarów tuż nad chodnikiem. Rys. 9 to samo dla pomiaru pod pasem górnym. Największe wartości naprężeń narysowano na rys. 15 a linję wpływową dla osi słupa na rys. 10.



Rys. 10.

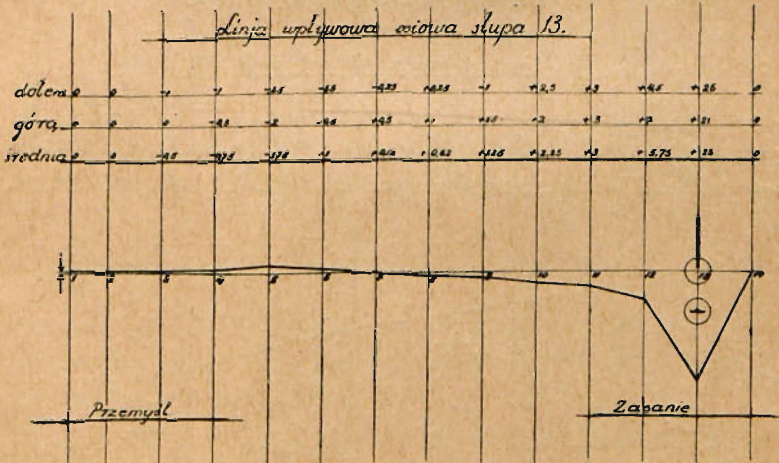
Pomiar na chodniku wykazuje wpływ przytwierdzenia poprzecznic do słupa zapomocą blachy. Naprężenia trzeciorzędne

występują dobitnie, naprężeń drugorzędnych brak (z powodu braku sztywności połączeń prętów w węźle) Natomiast pomiar górą wykazuje naprężenie prawie jednostajne w całym przekroju. Powód leży w rozluźnieniu nitów.



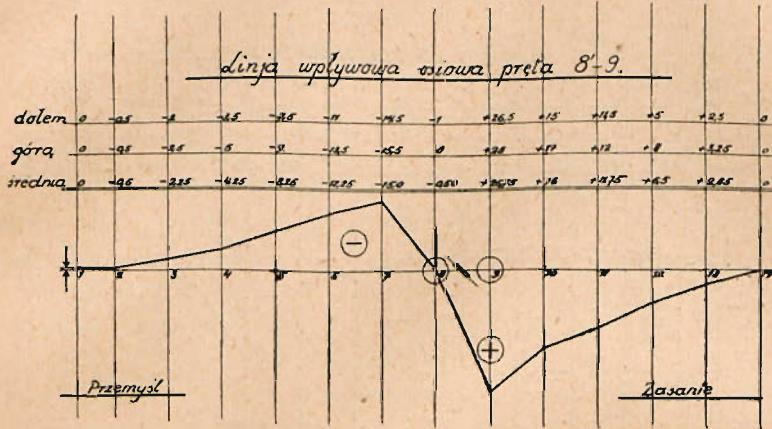
Rys. 11.

Wyniki badań w słupie 10 przekroju nad chodnikiem są podobne jak dla słupa 8. Pomiar przy pasie górnym wykazuje już większą sztywność połączenia słupa z wiatrownicą górną, aniżeli przy słupie 8. Największe naprężenia wyrysowano na rys. 16, a linję wpływową ośiową na rys. 11.



Rys. 12.

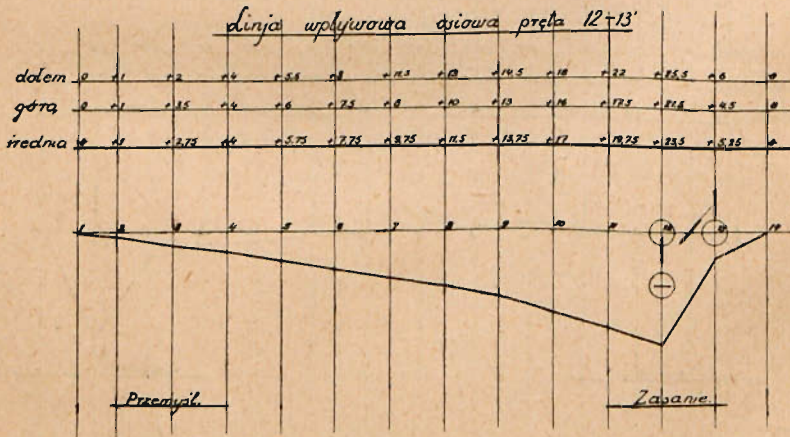
To samo dotyczy naprężeń w słupie 13, których pomiary są podane na rys. 17, a linja wpływa osiowa na rys. 12. Ja widać występują tu wyłącznie naprężenia rozciągające.



Rys. 13.

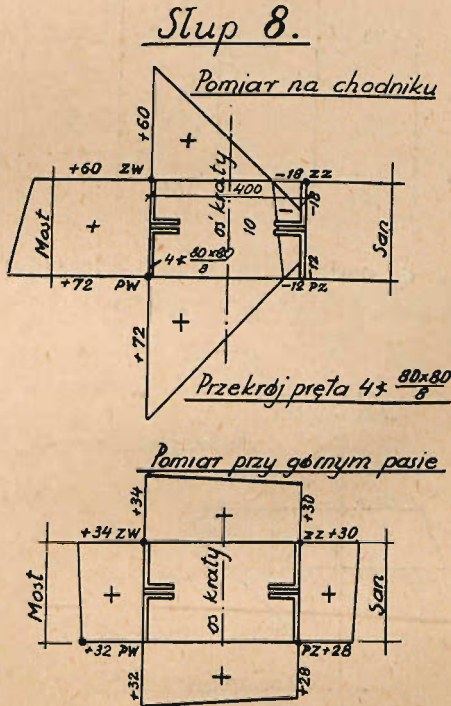
Podobny jest rozkład naprężeń w przekątnej 8'—9 (spadającej ku podporze), przedstawiony na rys. 13 i 18. Maximum (względnie minimum) naprężeń dodatnich dla dodatniej gałęzi linji włp. sumowej znajduje się w tym samym punkcie przęsla co i max (min) dla ujemnej gałęzi. l. włp.

Pręt 12—13' (rys. 14 i 19) wykonany jako gibki z blach



Rys. 14.

płaskich, nie wykazuje żadnych naprężeń ściskających, pomimo że teoretyczna linia wpływowa (znaleziona sposobem przybliżonym) posiada również i powierzchnię ujemną. Z uwagi na to, że pręt ten nie może pracować na ściskanie, oddaje prawdopodobnie siłę ściskającą, która z teoret. l. wpl. wypada bardzo mała do przeniesienia prętom sąsiednim, których przekroje są sztywniejsze, (lub też siła ściskająca nie dochodzi do głosu z uwagi na ciężar własny).



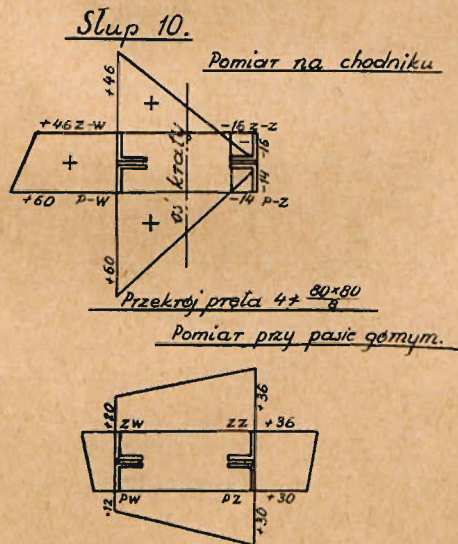
Rys. 15.

Na rys. 20, 21, 22 podane są linie wpływowe teoretyczne dla badanych prętów, oraz obliczone naprężenia dla obciążenia jakiego użyto przy badaniu.

Poniższe zestawienie podaje procentową różnicę pomiędzy naprężeniami uzyskanymi na podstawie badań a teoretycznymi:

a	P r ę t:	8—8	10—10	13—13	8—9	12—13	
b	Najw. napr. śred. nadchodu Kg/cm ²	+25.5	+19.0	+25.0	+26.5	-14.5	+25.5
c	Najw. napr. przy pasie gór. kg/cm ²	+31.0	+24.5	+21.0	+25.0	-15.5	+21.5
d	Błąd odczytu %	21.5%	29.0%	19.0%	6.0%	7.0%	18.5%
e	Średnio $\frac{b+c}{2}$ kg/cm ²	+28.25	+21.75	+23.0	+25.75	-15.0	+23.5
f	Napr. teoret. kg/cm ²	+61	+61	+61	+25.5	-25.0	+22.5
g	$\frac{e-f}{f}$ lub $\frac{f-e}{e}$ %	116%	180%	165%	1%	67%	4.5%

W pozycji d podane są błędy odczytów. Średni błąd z pięciu błędów (bez naprężeń ujemnych w pręcie 8 — 9) wynosi 19%.

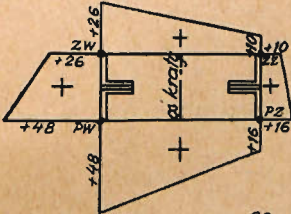


Rys. 16.

Błąd ten powstał z tego powodu, że obciążenie użyte do badania mostu było stosunkowo niewielkie. Przy większym obciążeniu procent błędu jest znacznie mniejszy.

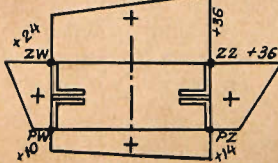
Slup 13.

Pomiar na chodniku



Przekrój słupa 4x $\frac{80 \times 80}{8}$

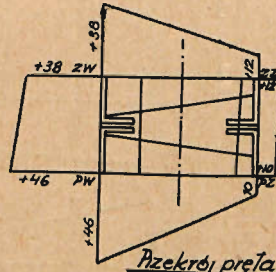
Pomiar przy pasie górnym



Rys. 17.

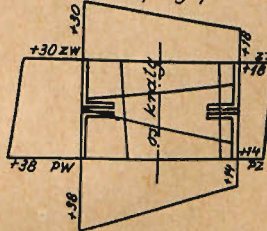
Pręt 8'-9.

Pomiar na chodniku



Przekrój pręta 4x $\frac{120 \times 80}{10}$

Pomiar przy pasie górnym



Rys. 18.

Porównyując pozycje e) i f) zauważymy, co następuje: Słupy nie przyjmują na siebie obciążenia, jakie im przypada na podstawie teoretycznej powierzchni wpływowej. Na słup środkowy 8 wypada tylko około połowy naprężenia obliczonego, a stosunek ten prawdopodobnie maleje ku podporom.

Pręt 12 — 13 (spadający ku środkowi) zgadza się pod względem naprężeń prawie zupełnie z teorią (104,5%), natomiast pręt 8 — 9 (spadający ku podporze) jest obciążony silniej aniżeli wynikało z teoretycznych obliczeń.

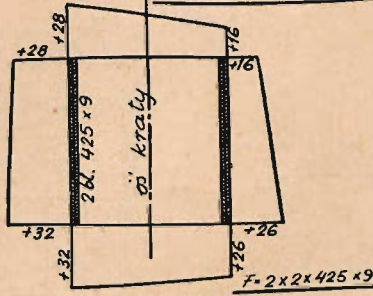
Reasumując powyższe dochodzimy do wniosku, że: 1) wielkości naprężeń, uzyskane drogą pomiarów, tylko w jednym wypadku przekraczają wielkości naprężeń, obliczonych teoretycznie, pozatem są wszędzie mniejsze. Przekroje prętów więc nie są za małe.



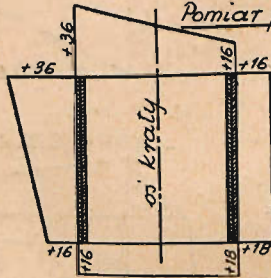
nr. 740

Pręt 12-13:

Pomiar na chodniku

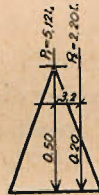


Pomiar przy pasie górnym



Rys. 19.

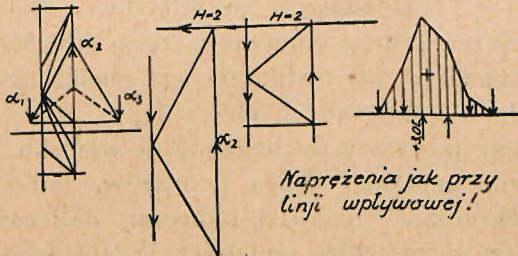
linja wpływową
dla słupów 8, 10, 13.



$$P = 5,12 \times 0,5 + 2,2 \times 0,20 = 3,00 t$$

$$F = 48,64 \text{ cm}^2$$

$$K = \frac{3000}{48,64} = 61 \text{ kg/cm}^2$$



Naprężenia jak przy
linji wpływowej!

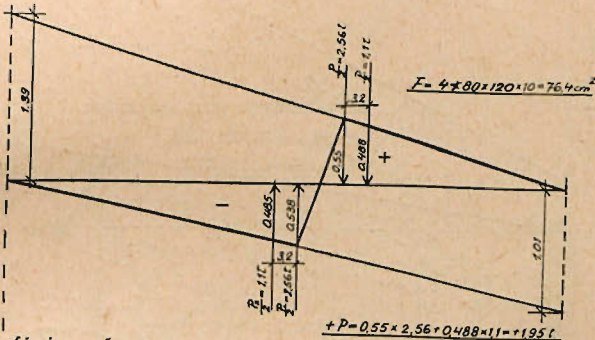
Rys. 20.

ad 2) naprężeń drugorzędnych niema prawie zupełnie, a różnice między naprężeniami (P—W), (P—Z) oraz (Z—W), (Z—Z) są minimalne. Stąd wniosek: połączenia węzłowe prętów są mało sztywne.

linia wpływowa pręta 8'-9.

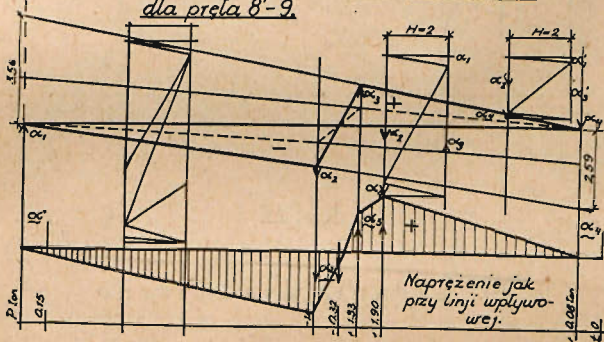
$$-P = (0,538 \times 2,56 + 0,485 \times 11) = -11$$

$$-K = \frac{1910}{76,4} = -25 \text{ kg/cm}^2$$



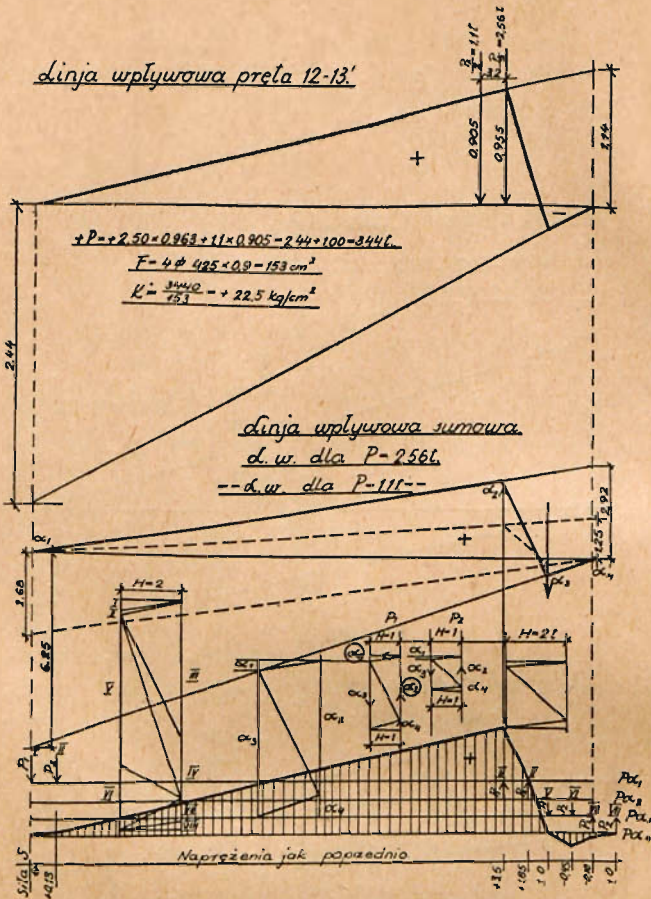
linia wpływowa sumowa dla pręta 8'-9.

$$+K = \frac{1950}{76,4} = 25,5 \text{ kg/cm}^2$$



Rys. 21.

ad 3) większą sztywność połączeń wykazują połączenia poprzecznic ze słupami kraty (uskutecznione zapomocą blachy). Połączenie górnej wiatrownicy ze słupem można uważać raczej za przegubowe niż za sztywne.



Rys. 22.

b) Badania dynamiczne.

Celem badań dynamicznych było ustalenie ilości drgań kraty.

Postawione pytanie było przytem następujące:

- I) Jaki wpływ na drgania konstrukcji mostowej ma chyżość pojazdów mechanicznych?
- II) Jaki wpływ wywiera tłum ludzi?

I. Do badań dynamicznych użyto tych samych samochodów, co poprzednio do badań statycznych, t. j. dwu beczkowozów o ciężarze łącznym 10 tonn. Ruch samochodów odbywał

się wzdłuż kraty badanej. Drgania spowodowane przejazdem samochodów przez most są znikome. Na rys. 23 przedstawiony jest wykres dla przejazdu samochodów w kierunku Przemyśl—Zasanie z prędkością $v = 30$ km/godz. Na fig. 24 przejazd w tym samym kierunku przy chyżości $v = 5$ km/godz.

Aparat przymocowany był na pręcie 8 — 9', 0,95 m nad poziomem chodnika i to w narożu P—W, z uwagi na to, że tu można się było spodziewać największych naprężeń.

Jak widać z rys. 23 i 24 różnica w naprężeniach dla $v = 30$ km/godz. oraz $v = 5$ km/godz. jest minimalna. Natomiast drgania występują jaskrawiej przy $v = 5$ km/godz. aniżeli przy $v = 30$. Tłumaczyć można to sobie tem, że przy prędkości 30 km/godz. samochód przeskakuje wyboje, gdy przy mniejszej chyżości pojazdów każda nierówność jezdni wywołuje wstrząs. Dlatego też przy przejeździe na drodze najw. wstrząśnienia nie występują nigdy dla max. szybkości.

Ilość drgań jest bardzo mała i wynosi dla $v = 5$ km/godz. np. w czasokresie od 15 sekund do 20 sekund około 6 dostrzegalnych wahnień, co daje około 70 drgań na minutę. Dla $v = 30$ km/godz. ilość ta jest dużo mniejsza.

Podobne drgania wykazuje przejazd samochodu ciężarowego pełno naładowanego, przyczem prędkość pojazdu wynosiła od 5 do 8 km/godz. Przejazd ten był przypadkowy. Dokładnego czasu przejazdu nie notowano (rys. 26).

II. W celu zbadania jaki wpływ wywiera tłum ludzi na drganie mostu użyto kompanji wojska w liczbie około 150 ludzi, która przemaszzerowała przez most ostrym krokiem defiladowym według chronometru 2 kroki/sek. Krzywa na rys. 25 przedstawia przebieg przemarszu wojska. Aparat Geigera był umieszczony w taki sam sposób, jak przy przejazdach beczkowsów, t. j. na pręcie 8 — 9' około 0,95 m nad poziomem chodnika, w narożu P—W. Ponieważ ciężar żołnierza wynosi około 70 kg przeto łączne obciążenie wojskiem było około 10 lub najwyżej 12 tonn. Efekt tegoż winien być raczej mniejszy aniżeli obciążenia beczkowsami. W danym bowiem wypadku obciążenie to było jednostajnie rozłożone, podczas gdy beczkowsy dawały siły skupione. Jak widać z grafikonu naprężenia wynikłe z obciążenia wojskiem są o około 20% wyższe aniżeli

naprężenia powstałe z przejazdu beczkowozów, dla naprężeń dodatnich.

Częstość drgań wynosi przeciętnie około 2/sek. czyli 120/min. (pomiędzy 20 i 25 sekundą ilość ich wynosi 9/5 na sekundę czyli około 110 na min. podczas gdy w 15 sekundzie drgania te są wyższe i wynoszą około 130/min.).

Pórownywając drgania mostu wskutek przemarszu wojska z ilością wykonanych przez to wojsko kroków, dojdziemy do zadziwiającej zgodności między drganiem a ilością wykonanych kroków przez wojsko. Drgania te są zatem w rezonansie z ilością kroków żołnierzy.

Jeżeli staniamiy spokojnie na chodniku, możemy zaobserwować zgodność poddawania się mostu w rytm kroków żołnierzy.

Podobnie też można było zauważyć zgodność pomiędzy poddawaniem się mostu a klusem konia zaprzęzonego do przejeżdżającej przez most dorożki.

Reasumując powyższe można stwierdzić:

a) Drgania wywołane przez pojazdy mechaniczne zależne są tylko od wybojów w nawierzchni, przez co prędkości mniejsze wywołują w danej nawierzchni większą ilość wstrząsów, aniżeli prędkości duże. Należałoby utrzymywać bardzo starannie nawierzchnię ze żwirówki lub, co byłoby bardziej wskazane należy wykonać ją możliwie gładko a więc z asfaltu;

b) Drgania wywołane ruchem pieszych i fur wykazują zgodność z częstotliwością kroków. Powód leży nie w masie mostu, która jest dużo większa od masy pojazdów lub pieszych ale w braku sztywności na węzłach, a być może, że i w rozluźnieniu nitów.

c) Drgania własne mostu, któreby można obliczyć według Pohlhausena lub Rayleigha, wykazują wielokrotność drgań dla obciążeń ruchomych ($n_{70} = n_{130}$), czyli że są co pewien okres w rezonansie z temi ostatniemi.

Z przeprowadzonych w ten sposób badań dały się wyprowadzić nast. wnioski:

Należy doprowadzić do:

- 1) jaknajlepszego usztywnienia prętów kraty,
- 2) jaknajlepszego przeniesienia siły z prętów kraty na pasy górne i dolne, a to przez kątowniki na blachy poziome górnego i dolnego pasa.

Uzyskać się to dałoby najłatwiej przez dodanie (przyspójonych) blach węzłowych, przez dodatkowe przyspojenie prętów kraty do pasów górnych, przez przedłużenie tych prętów aż do blach poziomych pasów.

Pomiar dla słupa L. 8. (pomiar na chodniku).

Tylne osi aut w węźle Nr.	P o m i a r w p u n k c i e :			
	P — W	P — Z	Z — W	Z — Z
1.	44.5	50.5	55.8	34.6
2.	44.5	50.6	55.8	34.6
3.	44.4	50.7	55.65	34.7
4.	44.4	50.8	55.6	34.9
5.	44.5	50.9	55.4	35.1
6.	44.6	51.0	55.3	35.0
7.	45.4	50.5	55.9	34.5
8.	49.1	49.9	58.8	33.7
9.	45.5	50.5	56.6	34.4
10.	44.6	51.1	55.7	35.0
11.	44.4	50,9	55.5	35.2
12.	44.3	50.8	55.6	34.9
13.	44.4	50.7	55.7	34.7
14.	44.5	50.5	55.8	34.6

Pomiar dla słupa L. 8. (pomiar przy pasie górnym).

Tylne osi aut w węźle Nr.	P o m i a r w p u n k c i e :			
	P — W	P — Z	Z — W	Z — Z
1.	49.4	62.6	62.0	35.8
2.	49.4	62.6	62.0	35.8
3.	49.5	62.5	61.9	35.6
4.	49.6	62.5	61.8	35.6
5.	49.8	62.3	62.0	35.2
6.	50.1	62.4	62.3	35.5
7.	50.3	62.7	62.5	35.7
8.	51.0	64.0	63.7	37.3
9.	50.5	63.3	62.5	36.0
10.	50.0	62.6	61.7	35.8
11.	49.7	62.4	61.5	35.7
12.	49.4	62,4	61.7	35.7
13.	49.3	62.5	61.9	35.8
14.	49.4	62,6	62.0	35.8

Pomiar dla słupa L. 10. (pomiar na chodniku).

Tylne osi aut w węźle Nr.	P o m i a r w p u n k c i e:			
	P — W	P — Z	Z — W	Z — Z
1.	56,2	32,4	66,6	38,0
2.	56,2	32,4	66,6	38,0
3.	56,1	32,5	66,5	38,1
4.	56,1	32,6	66,3	38,2
5.	56,1	32,7	66,2	38,2
6.	56,2	32,8	66,1	38,1
7.	56,5	33,0	66,2	38,0
8.	56,9	32,9	66,2	37,9
9.	57,7	32,4	66,6	37,7
10.	59,2	31,7	68,9	37,2
11.	57,2	32,5	66,55	37,7
12.	56,7	32,6	66,5	38,1
13.	56,2	32,5	66,5	38,1
14.	56,2	32,4	66,6	38,0

Pomiar dla słupa L. 10. (pomiar przy pasie górnym).

Tylne osi aut w węźle Nr.	P o m i a r w p u n k c i e:			
	P — W	P — Z	Z — W	Z — Z
1.	33,8	65,0	28,6	50,0
2.	33,9	64,9	28,6	50,0
3.	33,9	64,8	28,5	49,9
4.	33,6	64,7	28,4	49,8
5.	33,5	64,8	28,3	49,9
6.	33,6	64,9	28,4	50,0
7.	33,7	65,0	28,5	50,1
8.	33,8	65,1	28,6	50,2
9.	34,0	65,2	28,8	50,5
10.	34,4	66,5	29,6	51,8
11.	34,2	65,3	29,1	50,5
12.	34,0	64,9	28,4	49,8
13.	33,9	64,9	28,5	49,8
14.	33,8	65,0	28,6	50,0

Pomiar dla słupa L. 13. (pomiar przy chodniku).

Tylne osi aut w węźle Nr.	P o m i a r w p u n k c i e:			
	P — W	P — Z	Z — W	Z — Z
1.	49,6	55,8	37,6	69,8
2.	49,6	55,8	37,6	69,8
3.	49,7	55,7	37,5	69,7
4.	49,7	55,7	37,5	69,7
5.	49,7	55,6	37,5	69,7
6.	49,7	55,7	37,6	69,5
7.	49,75	55,7	37,7	69,6
8.	49,75	55,7	37,7	69,7
9.	49,8	55,8	37,7	69,7
10.	49,8	55,9	37,8	69,8
11.	49,8	55,9	37,8	69,9
12.	50,0	55,9	37,9	69,9
13.	52,0	56,6	38,9	70,3
14.	49,6	55,8	37,6	69,8

Pomiar dla słupa L. 13. (pomiar przy pasie górnym).

Tylne osi aut w węźle Nr.	P o m i a r w p u n k c i e:			
	P — W	P — Z	Z — W	Z — Z
1.	56,8	26,2	28,6	44,4
2.	56,8	26,2	28,6	44,4
3.	56,7	26,1	28,7	44,5
4.	56,6	26,1	28,7	44,5
5.	56,5	26,0	26,8	44,5
6.	56,5	26,0	28,8	44,6
7.	56,6	26,0	28,9	44,6
8.	56,6	26,0	28,9	44,7
9.	56,7	26,1	28,8	44,7
10.	56,7	26,1	28,8	44,8
11.	56,8	26,2	28,8	44,8
12.	56,9	26,6	28,9	45,0
13.	57,3	26,9	29,8	46,2
14.	56,8	26,2	28,6	44,4

Pomiar dla pręta 8'—9 (pomiar na chodniku).

Tylne osi aut w węźle Nr.	P o m i a r w p u n k c i e :			
	P — W	P — Z	Z — W	Z — Z
1.	56,6	22,8	84,6	50,0
2.	56,5	22,8	84,6	50,0
3.	56,4	22,8	84,4	50,0
4.	56,3	22,8	84,2	50,0
5.	56,0	22,7	83,9	49,9
6.	55,9	22,5	83,7	49,9
7.	55,6	22,3	83,6	49,6
8.	56,8	22,7	84,5	49,8
9.	58,9	23,3	86,5	50,6
10.	57,6	23,2	85,6	50,5
11.	57,4	23,2	85,3	50,4
12.	56,7	23,0	85,0	50,3
13.	56,6	22,9	84,8	50,2
14.	56,6	22,8	84,6	50,0

Pomiar dla pręta 8'—9 (pomiar przy pasie górnym).

Tylne osi aut w węźle Nr.	P o m i a r w p u n k c i e :			
	P — W	P — Z	Z — W	Z — Z
1.	64,2	66,6	37,4	57,6
2.	64,1	66,6	37,4	57,6
3.	63,9	66,6	37,2	57,6
4.	63,7	66,6	37,1	57,4
5.	63,5	66,4	36,8	57,3
6.	63,2	66,3	36,5	57,1
7.	63,0	66,2	36,4	57,1
8.	64,3	66,8	37,2	57,5
9.	66,1	67,3	38,9	58,5
10.	65,7	67,1	38,3	58,1
11.	65,2	67,0	37,9	58,1
12.	64,9	66,9	37,7	57,9
13.	64,35	66,8	37,6	57,7
14.	64,2	66,6	37,4	57,6

Pomiar dla pręta 12—13' (pomiar na chodniku).

Tylne osi aut w węzle Nr.	P o m i a r w p u n k c i e :			
	P — W	P — Z	Z — W	Z — Z
1.	33,6	42,8	55,0	50,0
2.	33,8	42,8	55,0	50,0
3.	34,0	42,8	55,0	50,0
4.	34,1	42,9	55,1	50,1
5.	34,3	43,0	55,1	50,1
6.	34,4	43,1	55,2	50,3
7.	34,5	43,3	55,5	50,4
8.	34,6	43,4	55,5	50,5
9.	34,6	43,5	55,6	50,6
10.	34,7	43,7	55,9	50,7
11.	35,0	43,9	56,2	50,7
12.	35,2	44,1	56,4	50,8
13.	33,9	42,9	55,5.	50,3
14.	33,6	42,8	55,0	50,0

Pomiar dla pręta 12—13' (pomiar przy pasie górnym).

Tylne osi aut w węzle Nr.	P o m i a r w p u n k c i e :			
	P — W	P — Z	Z — W	Z — Z
1.	64,4	33,8	53,6	22,2
2.	64,5	33,8	53,7	22,2
3.	64,6	33,9	53,9	22,3
4.	64,6	33,9	54,0	22,3
5.	64,7	34,0	54,1	22,4
6.	64,8	34,1	54,1	22,5
7.	64,8	34,1	54,2	22,5
8.	64,9	34,2	54,4	22,5
9.	64,9	34,4	54,6	22,7
10.	65,0	34,5	54,9	22,8
11.	65,0	34,6	55,1	22,8
12.	65,2	34,7	55,4	23,0
13.	64,7	34,0	53,9	22,3
14.	64,4	33,8	53,6	22,2

BIBLIOTEKA
 POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ
 Warszawa
 ul. Armii Krajowej 1



nr. 740