Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej 1973

Seria: Budownictwo z. 34 Nr kol. 367

Zbigniew Skoplak

UWAGI O EWOLUCJI I STANIE OBECNYM NORMOWYCH OBCIĄŻEŃ UŻYTKOWYCH DLA MOSTÓW DROGOWYCH

Streszczenie. Artykuł przedstawia zmiany obciążeń normowych w okresie ostatnich czterdziestu lat w Niemczech, Czechosłowacji, Stanach Zjednoczonych, Związku Radzieckim i w Polsce. Ponadto zawiera porównanie norm obciążeń aktualnie obowiązujących w tych krajach oraz perspektywy zmian.

1. Wstęp

Normy obciążeń użytkowych dla mostów drogowych, tak w Polsce jak i w innych krajach, przechodziły stopniowo ewolucję w miarę rozwoju środków transportowych. Stosunkowo szybkie zmiany obciążeń normowych dają się zauważyć począwszy od lat dwudziestych naszego stulecia i są one ściśle związane z rozwojem motoryzacji.

Mówiąc o rozwoju motoryzacji, mamy na myśli wzrost liczby pojazdów oraz ich prędkości, a w szczególności wzrost ciężaru przewożonych ładunków na jednostkach transportu drogowego.

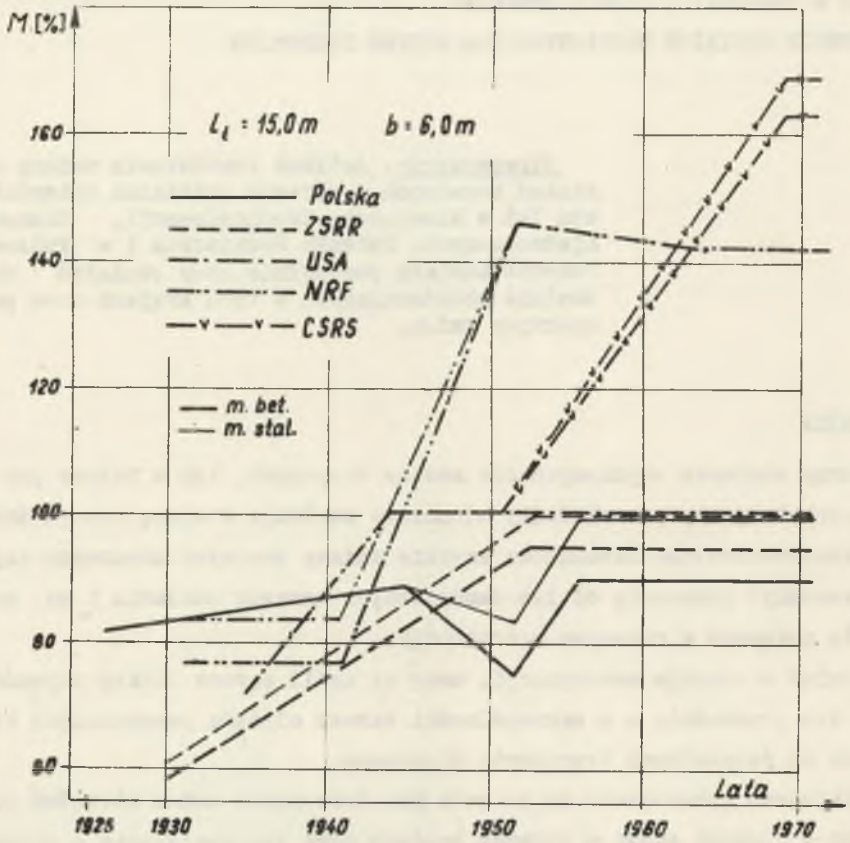
Niniejsze opracowanie ma na celu przedstawienie zmian obciążeń normowych w funkcji czasu w różnych krajach oraz ich porównanie w stosunku do obowiązującej u nas normy PN-66/B-02015.

Do porównania wzięto następujące normy:

- normy polskie od roku 1920,
- normy niemieckie od roku 1931,
- normy radzieckie od roku 1931,
- normy czechosłowackie od roku 1951,
- normy USA od roku 1934.

2. Zmiany obciążeń normowych w okresie ubiegłego czterdziestolecia

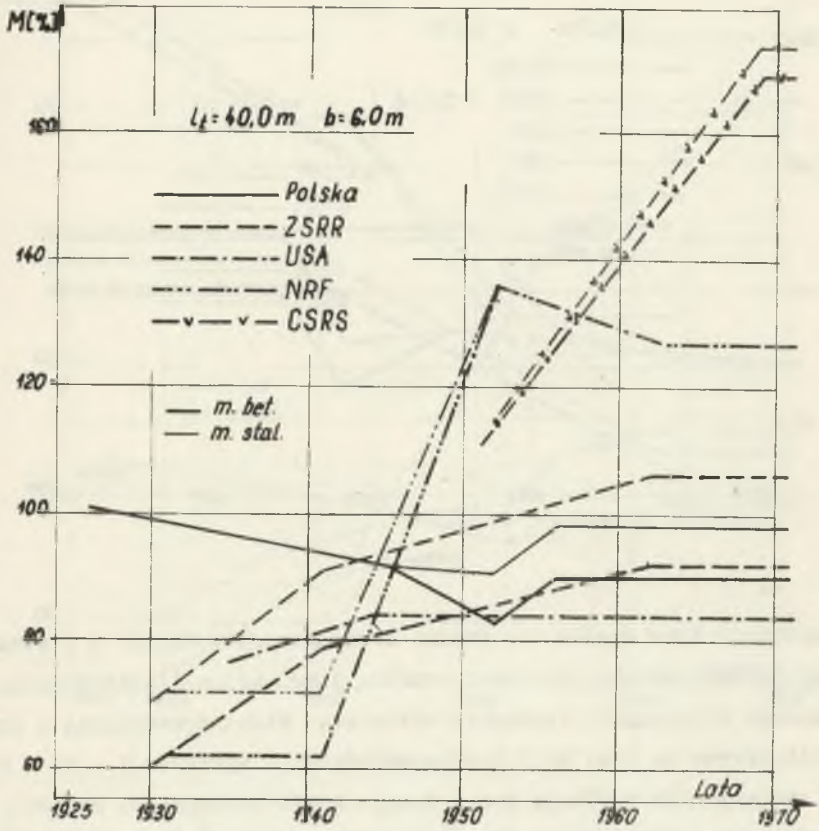
W celu prześledzenia procesu zmian obciążeń normowych w różnych krajach obliczono wartości momentów zginających od tych obciążeń dla schematów belki wolnopodpartej o rozpiętościach przęsła l_t = 15,0 i 40,0 m oraz szerokościach jezdni 6,0 i 9,0 m.



Rys. 1

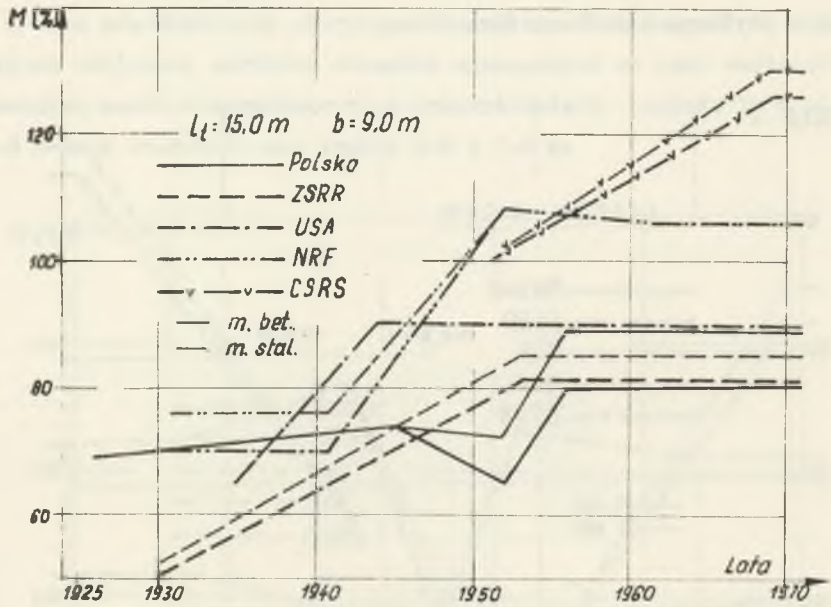
W oparciu o otrzymane wyniki sporządzono wykresy zmienności tych wielkości i przedstawiono je na rys. 1,2,3 i 4. Wykresy te obrazują tendencje zmian wartości momentów zginających od poszczególnych obcią-

żeń normowych w różnych okresach. Do obliczeń przyjęto największe obciążenie użytkowe określone daną normą.



Rys. 2

Wartości momentów zginających od obciążeń normowych w różnych krajach sprowadzono do porównywalnej szerokości pasa ruchu równej 3,00m i przedstawiono na rys. 1,2,3 i 4 w stosunku procentowym,gdzie za 100% przyjęto wartość momentów zginających dla mostów betonowych od obciążeń I klasy wg PN-66/B-02015 w odniesieniu do jednego pasa ruchu o szerokości b = 3,00 m. Porównania dokonano uwzględniając współczynniki dynamiczne i współczynniki redukcji obciążeń, lecz pominięto wpływ nierównomiernego rozkładu obciążeń w kierunku poprzecznym.

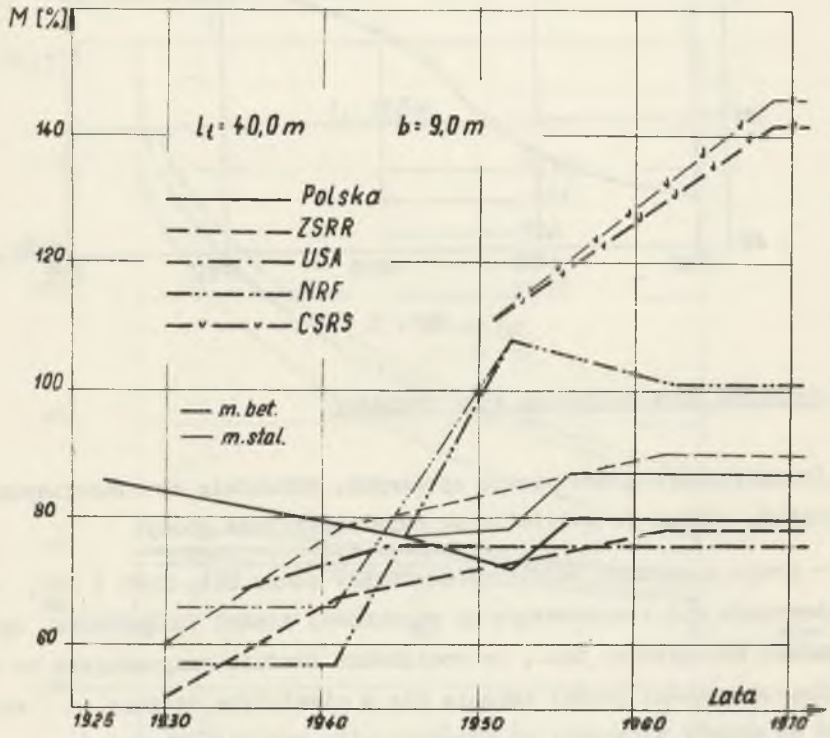


Rys. 3

Z wykresów tych wynika, że pomimo dość znacznych różnic w przebiegu obciążeń normowych, ich cechą wspólną jest ogólna i konsekwentna - poza małymi wyjątkami - tendencja wzrostowa, którą przedstawia w przybliżeniu krzywa na rys. nr 5 będąca wypadkową z wykresów 1 - 4. Dla linii obrazujących ewolucję normy danego kraju widoczne są ponadto wyraźne różnice, które zależą od rozpiętości przęseł, szerokości jezdni oraz rodzaju materiału konstrukcji nośnej.

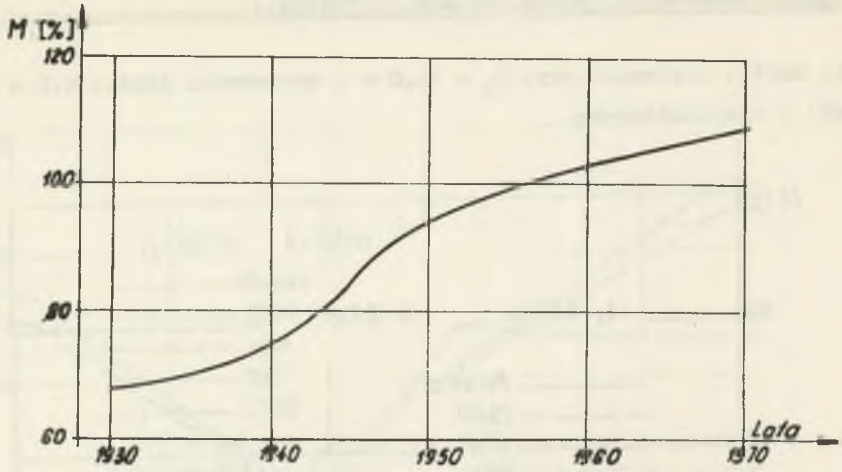
Przykładowo - różnica między wartościami dla normy polskiej z roku 1966 i 1926 przy l_t = 15,0 m i szerokości jezdni 9,0 m wynosi dla mostów stalowych 20%, podczas gdy dla mostów betonowych przy l_t = 40,0 m i szerokości jezdni 6,0 m jest ujemna (!) i wynosi - 11%. Największe, w omawianym okresie, przyrosty obciążeń wykazuje norma niemiecka (chociaż i tu notujemy duże zróżnicowanie np. dla mostów betonowych przy l_t = 40,0 m i szerokości jezdni 6,0 m przyrost wynosi 65%, podczas gdy

dla mostów stalowych przy l_t = 15,0 m i szerokości jezdni 9,0 m tylko 36%) i czechosłowacka.



Rys. 4

Różne wartości momentów zginających przy pozostałych parametrach identycznych, są wynikiem różnych dla obu materiałów (betonu i stali) współczynników dynamicznych. Jedynie obecne normy NRF i USA przyjmują jednakowe wartości współczynników dynamicznych bez względu na rodzaj materiału.



Rys. 5

3. Przegląd obowiązujących norm obciążeń

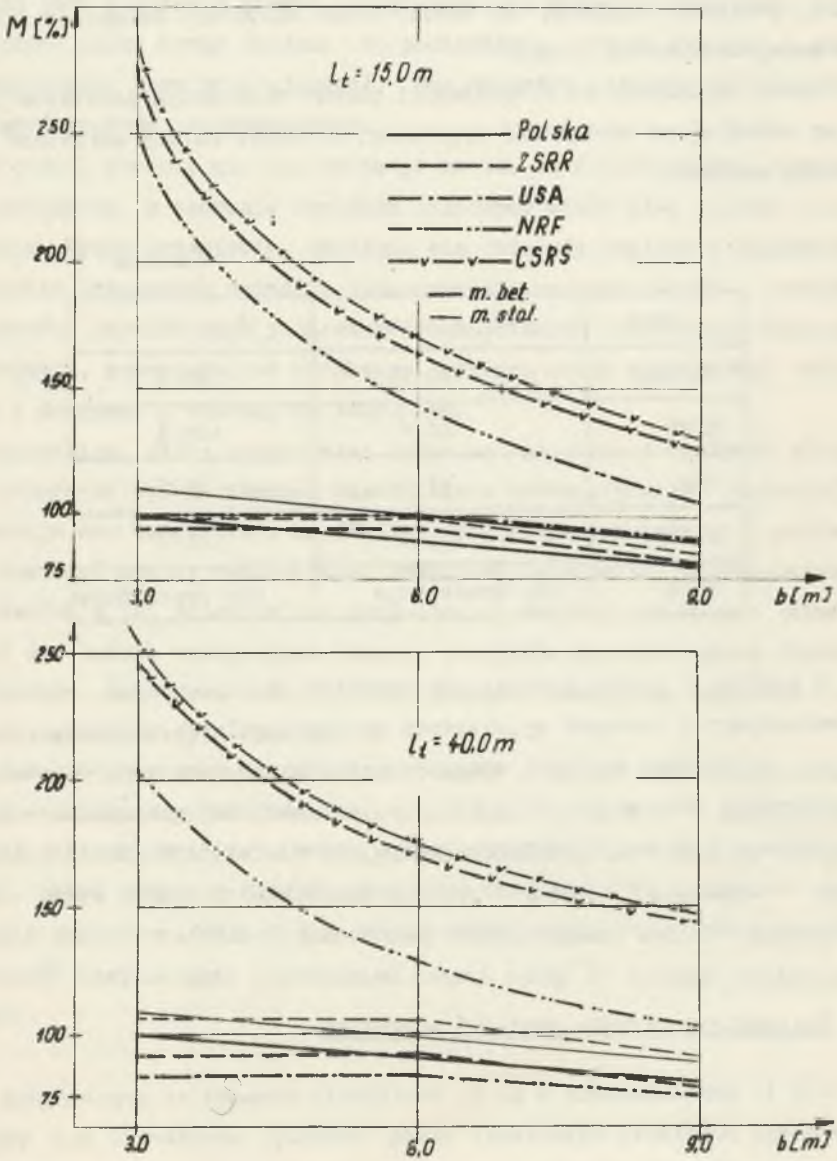
Dokonując przeglądu pięciu wybranych, aktualnie obowiązujących norm obciążeń, możemy je podzielić na dwie zasadnicze grupy:

- grupa pierwsza, do której zaliczamy normy USA, ZSRR i PRL, charakteryzuje się równomiernym na szerokości jezdni rozłożeniem intensywności obciążenia, tzn., że obciążenie średnie przypadające na jednostkę szerokości jezdni zmienia się w niewielkim stopniu, a zmienność ta zależy wyłącznie od współczynnika redukcji obciążeń,

- grupa druga, do której należą normy NRF, i CSRS, odznacza się tym, że na całej szerokości jezdni znajduje się jeden pojazd trzyosiowy o ciężarze 60,0 t i rozstawie osi równym 1,50 m zajmujący szerokość 3,00 m oraz obciążenie równomiernie rozłożone na całej powierzchni jezdni. Ze schematu tego wynika, że obciążenie średnie maleje wraz ze wzrostem szerokości jezdni.

Na rys. 6 przedstawiono wielkość momentu zginającego M jako funkcję szerokości jezdni b. Z wykresów można odczytać, że np. obciążenie normowe NRF dla jezdni o szerokości równej 9,0 m daje wyniki o około 18% większe od przewidzianego normą polską, dla jezdni o szero-

kości równej 6,0 m różnica ta wynosi średnio około 43%, zaś dla pojedynczego pasa ruchu o szerokości 3,0 m różnica wynosi aż 125%.



Rys. 6

Wartości te są miarodajne przy pominięciu wpływu nierównomiernego (rzeczywistego) rozkładu obciążenia na szerokości jezdni. Można przewidzieć, że uwzględnienie tego wpływu spowoduje dość znaczne zwiększenie wartości momentów zginających zwłaszcza dla obciążeń grupy drugiej, ponieważ przyjmują one bardzo silne skupienie dużego obciążenia na małej szerokości jezdni.

Warto wspomnieć, że w większości państw obowiązują dodatkowe przepisy określające obciążenia wyjątkowe, na które należy sprawdzać obiekty mostowe.

Tablica 1

Kraj	l_t = 15 m	l_t = 40 m
Polska	100 %	100 %
ZSRR	100 %	100 %
USA	64 %	68 %
NRF	153 %	164 %
CSRR	nie przewiduje	nie przewiduje

W tablicy 1 podano zestawienie momentów zginających od aktualnie obowiązujących obciążeń wyjątkowych w poszczególnych krajach. Jak widzimy, największe wartości momentów zginających otrzymano od obciążeń wyjątkowych obowiązujących w NRF, co jest wynikiem obciążenia mostu pojazdem o całkowitym ciężarze równym prawie 150 t. Wielkość i rodzaj tego obciążenia ustalona jest przepisami STANAG nr 2021, które obowiązują w państwach europejskich należących do NATO.

4. Perspektywy wzrostu obciążeń normowych

Jak to przedstawiono w p. 2, obciążenia normowe na przestrzeni ostatniego półwiecza wykazywały stałą tendencję wzrostową. Jej zobrazowanie graficzne stanowi rys. nr 5. Jak widzimy, końcowy odcinek krzy-

wej na tym rysunku nie ma charakteru stycznej do poziomu, co sugeruje że proces wzrostu obciążeń normowych ma i będzie miał miejsce nadal (przynajmniej w najbliższych latach).

Warto tu zaznaczyć, że rosnący charakter tej krzywej w ostatnich latach jest w głównej mierze spowodowany nie "doganianiem" norm najcięższych przez normy lżejsze (co podnosiłoby wartość średnią przy niezmienności norm przodujących), lecz wzrostem największych wartości obciążeń spośród rozpatrywanych.

W chwili obecnej nic nie wskazuje na to, by dotychczasowa tendencja wzrostowa w zakresie obciążeń normowych miała ulec nagłemu zahamowaniu. Wręcz przeciwnie, rysujące się ostatnio poglądy w dziedzinie ekonomiki transportu wskazują jednoznacznie na opłacalność wzrostu ładowności pojedynczych jednostek transportowych wszystkich rodzajów transportu, zaczynając od morskiego, poprzez wodny śródlądowy, kolejowy i drogowy, a kończąc na lotniczym.

Czynnikiem, który będzie miał wpływ na charakter i wielkość obciążeń normowych będzie również niewątpliwie konteneryzacja przewozów. Spowoduje ona zwiększenie współzależności co do gabarytów i wielkości obciążeń między wymienionymi rodzajami transportu. Należy sądzić, że również w tej dziedzinie - przynajmniej przez jakiś czas - utrzymywać się będzie występująca obecnie tendencja do zwiększania ciężaru kontenerów. Już teraz w Polsce - co prawda w niewielkim zakresie - używane są kontenery o ciężarze 20 t.

Postanowienia ISO przewidują stosowanie w transporcie międzynarodowym znormalizowanych kontenerów o ciężarach 10, 20 i 30 t (seria I ISO, typ 1A, 1S, 1D). Trzeba się liczyć z możliwością, że rodzajem obciążenia, które będzie determinować wielkości obciążeń normowych będą właśnie kontenery. Wystąpienie takiej ewentualności będzie oznaczać konieczność dostosowania postanowień naszej normy do wymagań międzynarodowych.

5. Uwagi końcowe

Należy podkreślić, że wszystkie uzyskane wartości liczbowe mają charakter orientacyjny, gdyż porównanie dokładniejsze, oprócz rozkładu poprzecznego obciążenia, musiałoby uwzględniać różnice w ustaleniach wartości naprężeń dopuszczalnych określanych przez poszczególne normy materiałowe. Niejednokrotnie bowiem duża część pozornie niskiego współczynnika bezpieczeństwa w normie materiałowej ukryta jest w zawyżonych wartościach obciążeń normowych i na odwrót. Niemniej jednak w oparciu o przeprowadzoną analizę można podać następujące spostrzeżenia, które mogą stanowić pewną informację odnośnie wielkości przyjmowanych obciążeń przy projektowaniu obiektów mostowych w różnych krajach:

1. Ewolucję obciążeń normowych dla mostów drogowych cechuje stała, utrzymująca się nadal, tendencja wzrostowa.
2. Rozpatrywane obciążenia normowe dzielą się wyraźnie na dwie grupy różniące się intensywnością i rozłożeniem obciążenia na szerokości jezdni.
3. Obecnie obowiązująca w Polsce norma PN-66/B-02015 przyjmuje obciążenia tego samego rzędu co normy USA i ZSRR charakteryzujące się również równomiernym rozłożeniem obciążenia na szerokości jezdni (grupa pierwsza).
4. Wartości momentów zginających od obciążeń normowych NRF i CSRS (grupa druga) różnią się między sobą, lecz są zdecydowanie większe od obciążeń grupy pierwszej.
5. W związku z rozpowszechnieniem się na całym świecie konteneryzacji transportu, należy się liczyć z koniecznością dostosowania polskiej normy obciążeń mostów drogowych do zwiększonych wymagań międzynarodowych.
6. Obciążenia militarne obowiązujące w europejskich państwach NATO dają większe wartości momentów zginających niż obciążenia wyjątkowe przewidziane przez normy Polskie i ZSRR.

LITERATURA

1. Przepisy o budowie i utrzymywaniu mostów drogowych. Ministerstwo Robót Publicznych, Warszawa, 1926.

2. A. Pszenicki: Kurs budowy mostów, część ogólna. Nakł.autora. Warszawa, 1938.

3. Przepisy o budowie i utrzymaniu mostów drogowych z 1945 r. wraz z projektami przepisów z 1946 r. Komisja Wydawn. Bratniej Pomocy Stud. Pol. Śląskiej, Gliwice,1947.

4. Mosty i konstrukcje. Przepisy o budowie i utrzymaniu mostów drogowych. Wyd. Sekcja Mostów i Konstrukcji Koła Nauk. Związku Stud. Inż. Wydz. Politechn. AGH, Kraków 1950.

5. Przepisy o budowie i utrzymaniu mostów drogowych i miejskich, cz. ogólna. Min. Transp. Drog.i Lotn., 1952.

6. J. Szczygieł: Wiadomości ogólne o mostach. Wyd. Komunikacyjne,Warszawa, 1955.

7. Normatyw techniczny projektowania mostów na drogach samochodowych. Obciążenia ruchome. Min. Transp. Drog. i Lotn.,Warszawa 1956.

8. Mosty, wiadukty i przepusty. Obciążenia i oddziaływania. PN - 66/ B-02015. Wyd. Normalizacyjne, Warszawa,1966.

9. Směrnice pro navrchování mostů. Min.Stav.Průmyslu, Praha, 1951.

10. Zatiženi mostů. ČSN 73 6203. Vydavatelstvi Úřadu pro normalizaci a měřeni.

11. Standard Specifications for Highways Bridges, Association General Offices, 917 National Press Building, Washington, 1957.

12. Strassenbrücken-Belastungsannahmen. DIN 1072. 1931 oraz 1941.

13. G. Unold: Stahlbau-Kalender 1937. Verlag von Wilhelm Ernest Sohn, Berlin, 1936.

14. Strassen - und Wegbrücken.Lastannahmen. DIN 1072. 1952, 1963,1967.

15. H. Unger: Massivbrücken. Teil 1. B.G. Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig, 1956.

16. H. Homberg. Berechnung von brücken unter militärlasten. Band 2. Werner-Verlag, Düsseldorf, 1970.

17. А.А. Герцог: Содержание городских мостов.Изд. Мин. Коммунального Хозяйства РСФСР, Москва, 1952.

18. Технические условия и нормы проектирования искусственных сооружений на городских путях сообщения. Изд. Мин. Коммунального Хозяйства РСФСР, Москва-Ленинград, 1948.

19. И.И. Кропотов: Мосты и трубы. Дориздат, Москва, 1953.

20. А.М. Островидов, И.А. Кузнецов: Таблицы для проектирования мостов. Автотрансиздат, Москва, 1959.

21. Технические условия проектирования железнодорожных, автодорожных и городских мостов и труб (СН 200-62). Всесоюзное издательско-полиграфическое объединение Министерства путей сообщения, Москва, 1962.

22. Э.Я. Бергер, С.Н. Коваленко: Примеры расчета балочных железнобетонных мостов на автомобильных дорогах. Изд. "Будивельник", Киев, 1966.

ЗАМЕЧАНИЯ О ЭВОЛЮЦИИ И НАСТОЯЩЕМ СОСТОЯНИИ НОРМАТИВНЫХ УПОТРЕБЛЯЕМЫХ НАГРУЗОК ДЛЯ ДОРОЖНЫХ МОСТОВ

Р е з ю м е

Статья представляет перемены нормативных нагрузок в периоде последних сорок лет в Германии, Чехословакии, Соединенных Штатах, Советском Союзе и в Польше. Кроме того она содержает сравнение норм нагрузок актуально обязательных в этих странах а также перспективы дальнейших перемен.

REMARQUES SUR L'ÉVOLUTION ET LA CONDITION PRÉSENTE
DES NORMES DES CHARGES UTILES POUR DES PONTS DE ROUTES

R é s u m é

L'article présente les alternances des normes des charges dans la période des derniers quarante ans en Allemagne, Tchéchoslovaquie, États-Unis, Union Sovietique et en Pologne. De plus il contient la comparaison des normes obligatoires actuellement dans ces pays et les perspectives des leurs changements.