

BOGUSŁAW KAMIŃSKI, KRZYSZTOF JANASZEK

Ocena nośności bitumowanej drogi leśnej na różnych podbudowach

**Оценка несущей способности битумированной лесной
дороги с разными основаниями**

**Estimation of the wheel load capacity of bituminous forest
road with various roadbeds**

GENEZA I CEL PRACY

Stan techniczny nawierzchni większości dróg leśnych jest niezadowalający, a ich nośność jest najczęściej za niska. Natomiast nasilenie transportu leśnego, przypadające w okresie niekorzystnych warunków atmosferycznych, od jesieni do wiosny, dodatkowo przyspiesza dewastację nawierzchni. W związku z powyższym zachodzi potrzeba modernizacji wielu dróg leśnych. Problem polega na znalezieniu w miarę tani i szybkich w wykonawstwie technologii przebudowy istniejących nawierzchni.

W latach 1981—82 w lasach Nadleśnictwa Doświadczalnego AR w Poznaniu dokonano modernizacji leśnej drogi na trasie Zielonka — Murowana Goślina, zakładając na niej równocześnie cztery sekcje doświadczalne (A, B, C, D).

Sekcja A — to odcinek drogi gruntowej o długości 200 m, na który nawieziono warstwę żwiru, stabilizując go cementem w ilości 25 kg/m², przy grubości warstwy po zagęszczeniu 14 cm.

Sekcja B — to odcinek drogi o długości 150 m, na którym występowała stara jednowarstwowa żuźłowa nawierzchnia o grubości około 18 cm.

Sekcja C — to dalszy ciąg drogi o długości 250 m, o nawierzchni brukowcowej.

Sekcja D — to następny odcinek wymienionej drogi o długości 1400 m, ze starą nawierzchnią tłuczniową. Wszystkie sekcje przykryto dywanikiem smołobetonowym o grubości 4 cm.

Celem pracy było oznaczenie nośności nawierzchni na podstawie modułów odkształcenia i sprężystości w zależności od rodzaju podbudowy i warunków podłoża oraz określenie jej przydatności do odpowiednich kryteriów ruchu drogowego.

WARUNKI GEOLOGICZNE PODŁOŻA

W podłożu drogi, na której założono odcinki doświadczalne, znajdują się piaski od drobnych do grubych (sekcja A) oraz piaski gliniaste, przewarstwione piaskami średnimi i drobnymi (sekcja B, C, D).

Pod względem geologicznym są to utwory zandrowe na pograniczu z formami erozji lodowcowej i rzeczno-lodowcowej z okresu zlodowacenia bałtyckiego.

W trakcie odwiertów geotechnicznych stwierdzono, iż lustro wody gruntowej na całej badanej trasie zalega na głębokości poniżej 2 m pod powierzchnią.

METODYKA BADAŃ

Badania terenowe i laboratoryjne przeprowadzono zgodnie z obowiązującymi normami oraz zaleceniami literatury fachowej (2, 5, 6, 9, 10).

Wyznaczono punkty badawcze reprezentatywne dla czterech różnych typów podbudowy, w których pobrano próbki gruntu z podłoża oraz przeprowadzono zasadnicze badania płytą naciskową VSS.

Badania polowe obejmowały:

1. Wykonanie odwiertów w celu pobrania próbek gruntu i określenia jego rodzaju w podłożu oraz ustalenia zalegania poziomu wody gruntowej.

2. Oznaczenie wilgotności naturalnej warstw podłoża gruntowego metodą Speedy.

3. Oznaczenie modułów odkształcenia nawierzchni M_E z zastosowaniem płyty naciskowej VSS (1, 9). Moduły określono zgodnie z BN. W czasie badania dokonano dwukrotnego obciążenia i odciążenia nawierzchni w obranych punktach badawczych. Moduły odkształcenia pierwotne M_{EI} i wtórne M_{EII} wyliczono dla zakresów obciążeń jednostkowych: 0,05—0,15 MPa, 0,15—0,25 MPa, 0,25—0,35 MPa oraz 0,35—0,45 MPa.

4. Oznaczenie modułów sprężystości nawierzchni E_s z wykorzystaniem płyty VSS (5). Badanie modułów sprężystości wykonano w bezpośrednim sąsiedztwie (odl. 1,0 m) punktów badawczych modułów odkształcenia; moduły sprężystości E_s obliczono dla następujących zakresów obciążeń jednostkowych: 0,0—0,05 MPa, 0,0—0,15 MPa, 0,0—0,25 MPa, 0,0—0,35 MPa i 0,0—0,45 MPa.

Badania laboratoryjne objęły oznaczenie składu granulometrycznego gruntów podłoża metodą analizy sitowej wg PN-75/B-04481; dla frakcji mniejszych od 0,075 mm wykonano analizę areometryczną w modyfikacji Prószyńskiego przy użyciu „Colgenu”.

W opracowaniu wyników wyliczono również stosunek modułów odkształcenia wtórnego do pierwotnego (M_{EII}/M_{EI}) będący miarą zagęszczenia konstrukcji nawierzchni.

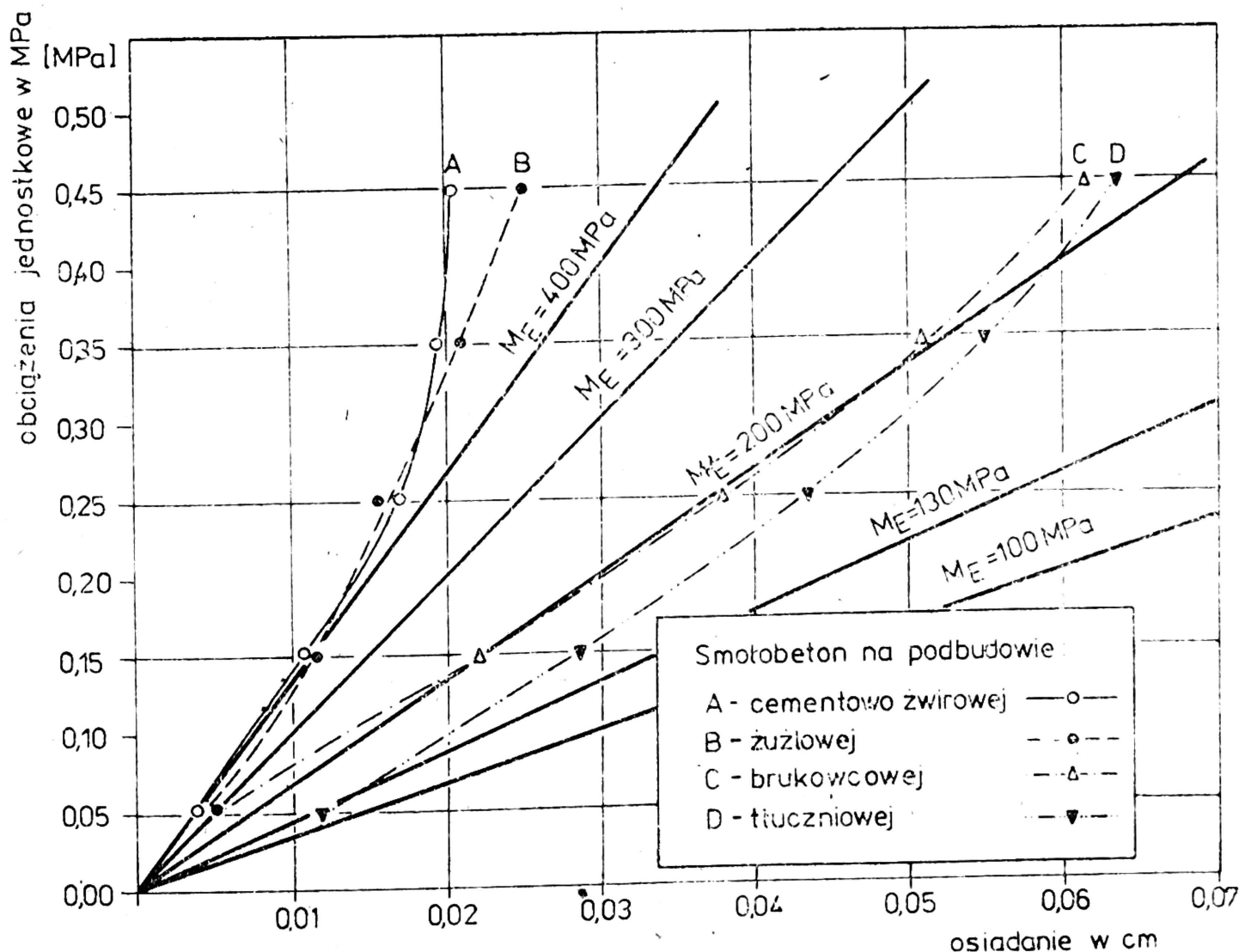
ANALIZA WYNIKÓW BADAŃ

Analizę wyników badań opracowano na podstawie modułów odkształcenia M_{EI} , M_{EII} i E_s (tabela) i krzywych odkształceń pierwotnych od obciążeń jednostkowych (ryc. 1) oraz krzywych odkształceń sprężystych (ryc. 2).

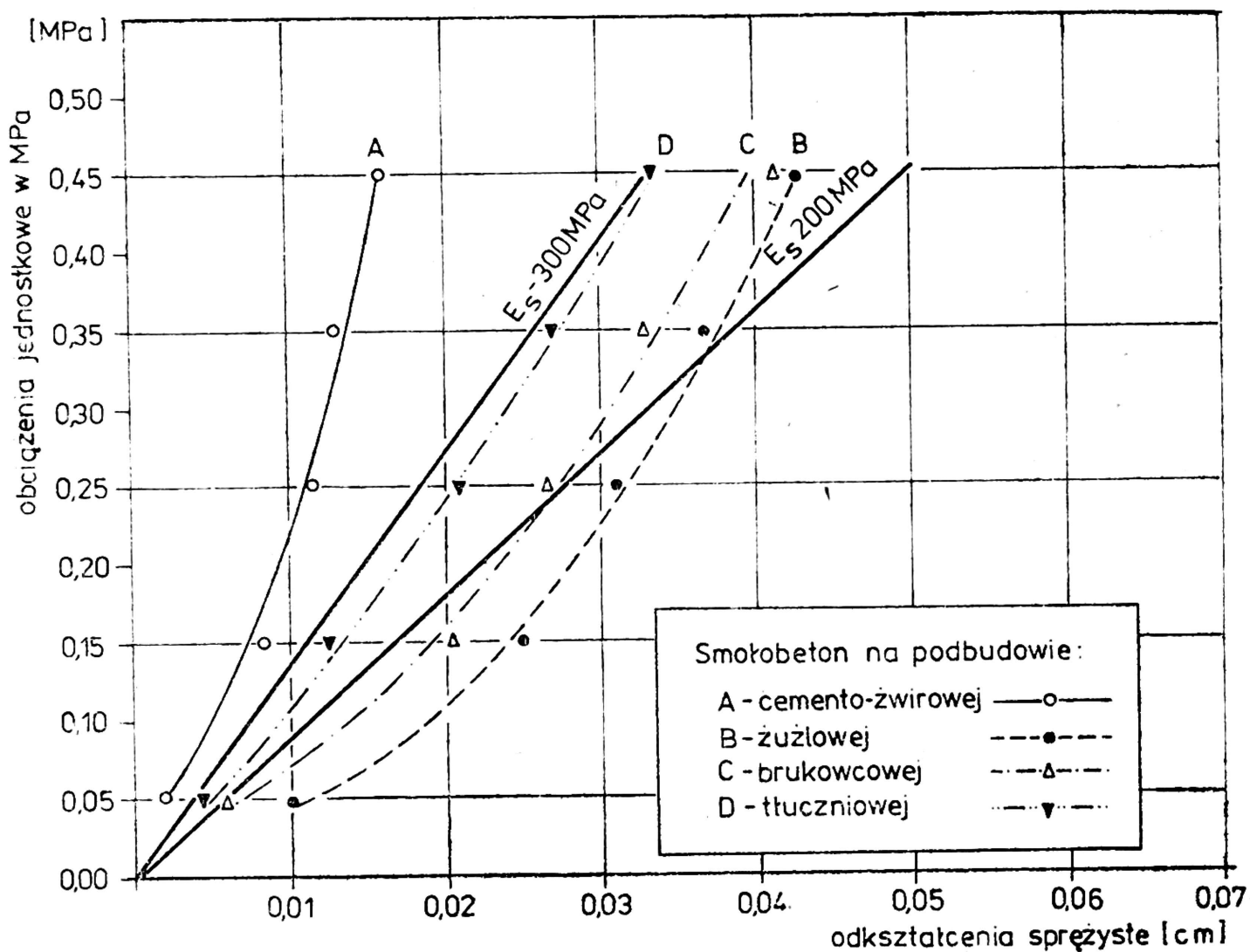
Generalnie na wszystkich odcinkach stwierdzono wzrost modułów M_{EI} i E_s wraz z zakresem obciążeń jednostkowych.

Najwyższą nośnością cechowała się nawierzchnia sekcji A, co potwierdzają moduły M_{EI} i E_s oraz krzywe odkształceń pierwotnych i krzywe odkształceń sprężystych, jak również kształtujące się ok. 1,0 wskaźniki M_{EII}/M_{EI} (4, 7). Wyraźny spadek modułów odkształcenia w zakresie obciążeń jednostkowych przyjmowanych dla nawierzchni Δp (0,25—0,35) MPa zaobserwowano na odcinku o podbudowie z żużla wielkopieczowego (sekcja B). Tym niemniej otrzymane moduły odkształcenia były wysokie i odpowiadały wymaganiom nawierzchni dla ruchu bardzo ciężkiego (4), na co wskazuje również przebieg krzywej B (ryc. 1).

Natomiast moduły E_s dla tej podbudowy charakteryzują się najniższymi wartościami spośród badanych sekcji, co można tłumaczyć niską



Ryc. 1. Krzywe odkształceń nawierzchni



Ryc. 2. Krzywe odkształceń sprężystych nawierzchni

Moduły odkształcenia i sprężystości odcinków drogi na różnych podbudowach

Odcinki doświadczalne	Moduły odkształcenia		Moduły sprężystości	
	Zakres obciążeń jednostkowych (MPa)	$M_{EI} \left(\frac{M_{EII}}{M_{EI}} \right)$	Zakres obciążeń w (MPa)	E_s (MPa)
A	0,05—0,15	315,8(1,71)	0,00—0,15	38,96
	0,15—0,25	600,0(1,00)	0,00—0,25	480,0
	0,25—0,35	1200,0(1,83)	0,00—0,35	594,4
	0,35—0,45	2000,0(1,00)	0,00—0,45	621,0
B	0,05—0,15	400,0(1,36)	0,0 —0,05	132,5
	0,05—0,25	500,0(1,33)	0,0 —25	178,0
	0,25—0,35	600,0(1,43)	0,0 —0,35	208,8
	0,35—0,45	1000,0(1,50)	0,0 —0,45	233,8

d.c. tab.

C	0,05—0,15	181,8(1,73)	0,0 —0,15	150,5
	0,15—0,25	181,8(1,94)	0,0 —0,25	286,2
	0,25—0,35	222,2(2,07)	0,0 —0,35	236,2
	0,35—0,45	272,7(2,20)	0,0 —0,45	235,0
D	0,05—0,15	166,6(1,89)	0,0 —0,15	263,2
	0,15—0,25	214,3(1,55)	0,0 —0,25	261,1
	0,25—0,35	272,7(1,47)	0,0 —0,45	294,6
	0,35—0,45	333,3(1,38)	0,0 —0,45	294,6

sprężystością żużli wielkopieczowych, nie przekraczającą według literatury CHADI 150—200 MPa (6). Zarówno nawierzchnie z podbudową brukowcową (C) i tłuczniową (D) wykazały zbliżone wartości modułów odkształceń i sprężystości w obu wypadkach niższe od M_E i E_S w sekcjach A i B. Zjawisko to można tłumaczyć znacznym stopniem niszczenia tych podbudów w trakcie długotrwałej eksploatacji, sięgającej okresu przedwojennego.

Dla poddanego badaniu odcinka drogi określono na podstawie miarodajnego dobowego obciążenia ruchem kategorię ruchu jako lekki R_2 w okresach intensywnej wywózki drewna i wzmożonego ruchu turystycznego jako lekko-średni R_3 (8).

Natomiast rodzaj gruntu występującego w podłożu zakwalifikowano jako suchy niewysadzinowy w sekcji A oraz suchy wątpliwy w pozostałych sekcjach.

Stwierdza się, że badane nawierzchnie spełniają kryteria dostatecznej nośności, które według danych z literatury fachowej dla ruchu lekkiego i średniego wynoszą $M_E = 100—200$ MPa (4). Ponadto nawierzchnie w sekcjach A i B spełniają warunki nośności dla ruchu ciężkiego i bardzo ciężkiego (4).

Badania na omówionym poligonie doświadczalnym będą kontynuowane w celu określenia wpływu czasu eksploatacji na nośność nawierzchni z różnymi podbudowami.

WNIOSKI

1. Przeprowadzone badania nośności płytą naciskową VSS dowiodły, że nawet znacznie zniszczone długotrwałą eksploatacją nawierzchnie typu tłuczniowego i brukowcowego mogą służyć jako podbudowy po przykryciu ich dywanikiem bitumicznym, spełniając warunki wymaganej nośności dla ruchu lekkiego.

2. Celowe jest wprowadzenie w wykonawstwie dróg leśnych nawierzchni na podbudowach typu żuźlowego lub cementowo-żwirowego, których parametry nośności pozwalają na eksploatację ich w warunkach ruchu lekkiego i okresowo ciężkiego bez większego uszczerbku dla stanu ich trwałości.

Z Katedry Inżynierii Leśnej
Akademii Rolniczej w Poznaniu

LITERATURA

1. Benel S.: Das VSS-Platten-Druckmessgerät. Strassen- und Tiefbau 1960 Nr. 5.
2. Grabowska-Olszewska B.: Gruntoznawstwo: Warszawa: Wyd. Geol. 1977.
3. Krygowski B.: Geografia fizyczna Niziny Wielkopolskiej. Cz. II. Geomorfologia. Poznań: Pozn. TPN, Wyd. Matem. Przyrodn. 1961.
4. Rolla S.: Badania materiałów i nawierzchni drogowych. Warszawa: Wyd. Kom. i Łączn. 1985.
5. Rolla S.: Projektowanie nawierzchni. Warszawa: Wyd. Kom. i Łączn. 1979.
6. Wiłun Z.: Zarys geotechniki. Warszawa: Wyd. Kom. i Łączn. 1982.
7. Wehner B., Siedek P., Schulze K.: Handbuch des Strassenbaus. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag 1978.
8. Wojdanowicz S.: Wymiarowanie konstrukcji jezdni dróg rolniczych. Drogownictwo 1985 nr 10.
9. BN-64/8931-02 Drogi samochodowe. Oznaczanie modułów odkształceń nawierzchni podatnych i podłoża przez obciążenie płytą.
10. PN-75/B-04481. Grunty budowlane. Badania laboratoryjne.

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego 23 kwietnia 1986 r.

Краткое содержание

На лесной дороге с разным настилом (грунтовая, без настила, со шлаком, с булыжником, со щебнем) заложены в 1982 г. четыре экспериментальные секции.

На грунтовом отрезке основание сделано из цемента-шлака, остальные три настила рассматривались как основание и были покрыты в целом смолобетонным слоем толщиной 4 см.

На отдельных секциях были стабилизированы постоянные исследовательские пункты, в которых проведены исследования грунтового основания и определены для настила модули деформации и упругости. После трехлетнего периода эксплуатации в условиях легкого и среднелегкого движения, результаты полученных модулей показывали хорошую несущую способность всех отрезков. Причем настил с цементношлаковым основанием отвечал условиям нагрузки для очень тяжелого движения, шлаковый для тяжёлого, в то время как булыжниковый и щебневый для среднего движения на границе с лёгким.

Summary

On a forest road with different pavements (natural soil surfaced road, slag, boulder, macadam) four experimental segments were established.

In the segment of soil surfaced road the foundation was made of cement and gravel, the other three pavements were adopted as foundations and the whole was covered with a 4 cm thick layer of tar concrete.

In particular segments, permanent study points were stabilized, in which the ground was examined and the moduli of deformation and elasticity were determined. After three years' exploitation in conditions of slight and slight-middle traffic, the determined moduli proved a good wheel load capacity of all segments. The pavement with foundation of cement and gravel answered the requirements for very heavy traffic, that one with slag foundation — for heavy traffic and those ones with boulder and macadam — for traffic between middle and slight one.