

**ARISTOTELES UNIVERSITÄT THESSALONIKI
FAKULTÄT FÜR GEOTECHNISCHE WISSENSCHAFTEN
ABTEILUNG FÜR FORSTWISSENSCHAFTEN UND
NATÜRLICHE UMWELT
INSTITUT FÜR BAUINGENIEURWESEN UND VERMESSUNGSKUNDE**

**Einwirkung überladener Achsenlasten auf Verformung und
Lebensdauer von schotterbedeckten Wegen**

Eskioglou Pan¹., Doukas K.², Karagiannis K.¹, Karagiannis E.¹, Kararizos Pl.³

THESSALONIKI 2000

¹ Assos. Professor

² Ass. Professor

³ Lektor

Einwirkung überladener Achsenlasten auf Verformung und Lebensdauer von schotterbedeckten Wegen

Eskioglou Pan^{1.}, Doukas K.², Karagiannis K.¹, Karagiannis E.¹, Kararizos Pl.³

EINFÜHRUNG

In Griechenland sind die Forstwege meistens Erd- und schotterbedeckte Wege, während die Holz transportierende Fahrzeuge 2achsige, 3achsige Lastwagen, 4achsige Sattelschlepper und Züge mit insgesamt 5 Achse sind.

Diese Lastwagen verkehren selten nach den von der Konstruktionsfirma angegebenen Last und Normen aber gewöhnlich bis 40% vom zulässiger Last überladen (Eskioglou 1989,1995).

Diese Überladung ist, in Verbindung mit den großen Querneigungen, der unregelmässigen Achsenverteilung und den Regenfällen, die grundsätzlichen Ursachen der Verformung und Verminderung der Gebrauchtauglichkeit der schotterbedeckten Waldwege (Heinimann, 1997).

Frühere Messungen, auf biegsamen Oberbau, zeigten, daß um 15% überladene Fahrzeuge die Lebensdauer des Oberbaus um 14% vermindern, während eine Überladung um 40% die Gebrauchsfähigkeit des Oberbaus um 30% vermindert.

Im vorliegenden Beitrag versucht man, die Schadenwirkung der überlasteten Achsenlasten auf dem schotterbedeckten Wege zu untersuchen.

MATERIALIEN UND UNTERSUCHUNGSMETHODEN

Die Untersuchung basiert sich auf den modernsten Methoden zur Berechnung der Verkehrsbelastung (Whitcomp-USDA 1990) und zur Dimensionierung von schotterbedeckten Wegen mit niedriger Verkehrsbelastung (AASHTO 1986).

Mit diesen Methoden kann man einerseits für jeden Lastwagen die äquivalente Achsenlast und andererseits die Dicke des schotterbedeckten Oberbaus und seine Verformung nach einer Anzahl von Achslastfahrten berechnen.

Als Forschungsgebiet wurde der schotterbedeckte Waldweg I des Komplexes von Pefkoto bei Aridaia gewählt. Der geologische Untergrund ist fester Kalkstein, die Böden sind tonsiltig mit mittlerem CBR-Wert = 5.5%.

Man hat gemessen, daß auf diesem Weg jährlich 20000 m³ Holz transportiert wird, besonders mit 3-, 2-, 4-achsigen und Lastwagen mit insgesamt 5achsigen Sattelschlepper.

Aus dem Transportbericht berechnete man, daß 70% der Holzmenge von 3achsigen, 15% von 2achsigen und das Restliche 15% von 4achsigen und 5achsigen Fahrzeugen transportiert werden.

Aus den gleichen Unterlagen ergab sich, daß 60-80% der verkehrenden Lastwagen bis 40% überladen sind.

Für unsere Forschung sollte die gesamte Verkehrsbelastung in äquivalenten Achsen berechnet, wie auch die Belastung, wenn die gleiche Menge von nicht überladenen Fahrzeugen transportiert wurde berechnet.

In diesem Fall wurden die Vorschriften der Konstruktionsfirmen verwendet.

Aufgrund der vorherangeführten Methoden (AASHTO 1986 und USDA 1990) wurden die obenerwähnten Beweise berechnet und in den Tabellen I und II auch

die Veränderung der gesamten Achsenlast in den überladenen Fahrzeugen angegeben (Eskioglou 2000).

Zur Berechnung des Gebrauchsfähigkeitsindex, der Verminderung der Befahrbarkeit und der Lebensdauer des Oberbaus beim Verkehr von überladenen

Tab. I . Technische Kennzeichen von repräsentativen Lastwagen und äquivalente Achsen je transportierende Menge auf schotterbedeckten Wegen.

Fahrzeugtyp	Achsenverteilung (Brutto) Vrn.achse/Hint.achse KN* 10 ⁻¹	Äquivalente Lasten je Achse und (insgesamt) KN* 10 ⁻¹	Transportierende Holzmenge insgesamt m ³
1	2	3	4
Mercedes 1924 und 1926 Daf DH 385 Magirus 64 Steyer K38 Volvo GT 10	6/13 (19)	0.75/2.6 (3.35)	14.4
Mercedes 2626 2632	6.5/2X10 (27)	0.9/2.19 (3.1)	2.3
Volvo 38	8/10/2X10 (38)	1.4/1.55/2.19 (5.2)	35
Mercedes 5achs. Sattelschlepper	6/14/20 (40)	0.75/1.2/2.2 (4.2)	35

Tab. II . Technische Kennzeichen von repräsentativen um 40% überladenen Lastwagen und äquivalente Achsen je transportierende Menge auf schotterbedeckten Wegen.

Fahrzeugtyp	Achsenverteilung (Brutto) Vrn.achse/Hint.achse KN* 10 ⁻¹	Äquivalente Lasten je Achse und (insgesamt) KN* 10 ⁻¹	Transportierende Holzmenge insgesamt m ³
1	2	3	4
Mercedes 1924 und 1926 Daf DH 385 Magirus 64 Steyer K38 Volvo GT 10	7/15.9 (23)	1.2/3.8 (5)	20.1
Mercedes 2626 2632	8/2X12.5 (33)	1.4/3.2 (4.6)	32
Volvo 38	8/12/2X14 (48)	1.4/2.3/4 (7.7)	49
Mercedes 5achs. Sattelschlepper	6/16/28 (50)	0.75/3.2/4 (8)	49

Lastwagen werden die Gleichungen (1) und (2) eingesetzt, die Lebensdauer des Oberbaus und Verminderung der Befahrbarkeit entsprechend angeben.

$$T_{OL} = T \frac{(ESAL)_N}{(ESAL)_{OL}} \quad (1)$$

wobei:

T_{OL} = Lebensdauer des schotterbedeckten Oberbaus unter Überladungsverhältnissen

T = Lebensdauer des schotterbedeckten Oberbaus unter gewöhnlichen Verkehrsverhältnissen

(ESAL)_N = die gesamten äquivalenten verkehrenden Achsen unter gewöhnlichen Verkehrsverhältnissen

(ESAL)_N = die gesamten äquivalenten verkehrenden Achsen unter Überladungsverhältnissen

und

$$RD = 5.8230 \frac{R^{0.2476}}{(\log t)^{2.002} C_1^{0.9335} C_2^{0.2848}} \quad (2)$$

wobei:

RD = Spuren in Schotterdeckung

t = Schotterdicke in in

R = Wiederholungen in Lasten oder Fährten

C₁ = CBR der Schotterdeckung

C₂ = CBR des Untergrundes

RESULTATE

Aus der Forschung (Tab. III und IV) ergab sich, daß man beim Verkehr von überladenen 2achsigen Fahrzeugen eine Zunahme der äquivalenten Achsen für die gleiche transportierende Menge um 10% bemerkt, während die Lastwagen um 23% weniger sind.

Bei den 3achsigen sind die entsprechenden Prozente um 23% und Erhöhung um 11, bei den 4achsigen Abnahme um 26% und Zunahme um 8%, während im Sattelschlepper Verminderung um 24% und Vergrößerung um 38% sind.

Tab. III. Gegenwärtiger Verkehrszustand (R = regelmäßige Belastung, Ü = überladenes Fahrzeug) und äquivalente Achsen

Lastwagentyp	Anzahl von Lastwagen	Transportierende Holzmenge m ³	Verkehrende äquivalente Achsen
2achsige	R : 30	432	100
	Ü : 130	2613	660
3achige	R : 110	2530	350
	Ü : 364	11670	1775
4achige	R : 10	350	62
	Ü : 30	1470	240
Sattelschlepper	R : 5	175	25
	Ü : 27	1300	220
Insgesamt	706	20546	3432

Tab. IV. Verkehrsbelastung ohne Überladung

Lastwagentyp	Anzahl von Lastwagen	Transportierende Holzmenge m ³	Verkehrende äquivalente Achsen
2achsige	R : 208	2995	697
3achige	R : 617	14191	1912
4achige	R : 54	1890	280
Sattelschlepper	R : 42	1470	176
Insgesamt	921	20546	3065

Insgesamt sind die Fahrzeuge, wie sie verkehren, 23,5% weniger im Vergleich zum Fall, als ob Fahrzeuge nach den technischen Normen verkehrten. Für die gleiche transportierende Holzmenge ergab sich, daß mit den vorhandenen Transportverhältnissen der schotterbedeckte Weg um 12% mehr belastet wird. D.h. jährlich um 370 äquivalente Achsen und in seiner Lebensdauer um 7400 Achsen, was einer Vermehrung des Lastwagenverkehrs um etwa 2500 Fahrzeugen entspricht.

Bei der Anwendung der Dimensionierungsmethode (low-volume) nach AASHTO berechnet man, daß die Oberbaudicke um 3,5 cm verstärkt wird, um die Überlastungsverhältnisse befriedigen zu können. Mit der Methode USDA können wir bemerken, daß wir mit dem Verkehr von überladenen Lastwagen im Forschungsgebiet je lfm und für einen Waldweg 3,5 m breit eine Verkleinerung der Schotterdeckung um $0,12 \text{ m}^3$ haben.

Durch Ersetzung der berechneten Größen in der Gleichung (1) finden wir, daß unter den vorhandenen Verhältnissen die Lebensdauer des Oberbaus um 2,5 Jahre oder um 12% vermindert wird.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Der Verkehr von überladenen Fahrzeugen ist kein schmerzloses Phänomen für die Waldwege.

Leider gibt es in unserer Heimat keine genügende Kontrolle zur Beseitigung dieses Phänomens und man bemerkt, daß mindestens 80% der verkehrenden Fahrzeuge um 40-60% überladen verkehrt.

Aus der Lösung der mathematischen Gleichungen für das Forschungsgebiet ergab sich, daß man, falls diese Fahrzeuge regelmäßig verkehrten, jährlich 370 weniger äquivalente Achsen und gleichzeitige Erhöhung der Lebensdauer des Oberbaus um 12% bekommt.

Überladene Fahrzeuge erhöhen die Verformung der Schotterdeckung, während sie ihre Befahrbarkeit vermindern. Für das bestimmte Forschungsgebiet ergab sich unter den vorhandenen Verkehrsverhältnissen, daß je lfm und für einen Waldweg 3,5 m breit eine Verkleinerung um $0,12 \text{ m}^3$ verursacht wird.

Die Differenz der Oberbaudicke scheint nicht so bedeutend, zeigt aber ihren Einfluß und die Bedeutung des Verkehrs von überladenen Fahrzeugen, wenn wir auch berücksichtigen, daß dieser Verkehr in Strassen mit weniger Belastung zu erwarten ist.

ZUSAMMENFASSUNG

In Griechenland sind die Waldwege Erd- oder schotterbedeckte Wege. Die darauf verkehrenden Lastwagen sind bis etwa 40% überladen, was die Verkleinerung der Lebensdauer des Oberbaus und die Erhöhung ihrer Verformung verursacht, wegen der Zunahme der Verkehrsbelastung.

Im vorliegenden Bericht ergab sich, daß überladene Lastwagen den Oberbau um 12% mehr mit äquivalenten Achsen belasten, für die gleiche transportierende Holzmenge, mit gleichzeitiger Abnahme der Befahrbarkeit und der Lebensdauer des Oberbaus um 2,5 Jahre.

The impact of the overloaded axle load on the surface damage and on the life duration of the aggregate surfaced forest roads

SUMMARY

In Greece, the forest roads are usually earth or aggregate surfaced roads. Based on statistical analysis of the transported loads from each vehicle, we have found that 60-80% of vehicles are overloaded at 40% above the load allowed. Because of the number of equivalent standard axle load – for the same amount of wood transported - is increased and the life duration is reduced.

The present study examines the impact of the overloaded vehicles on the life duration of the aggregate pavement which accelerates the appearance of surface damages and shows that in the aggregate surfaced forest roads the damaging effect is up 12% (increase of the number of equivalent standard axle load) and the reduction of the life of duration is 2.5 years.

LITERATURHINWEIS

- AASHTO , 1986. Pavement guide for low volume road. Washington D.C.
- Doukas K., Karagiannis E., Karagiannis K., Eskioglou P., Kararizos Pl. 1997. Wechselwirkungen zwischen Walderschließung und Forstmechanisierung, Brno.
- Eskioglou P., Efthymiou P. 1996. The impact of wood transport with overloaded vehicles on the dimension and the duration of road pavements. Proceedings of the Cost Effectively Early Thinings seminar (56-63), Thessaloniki.
- Eskioglou P. 1996. Low-volume road design. Application in the forest road. 2o Int. Congress Asphalt mixtures and pavement pp.456-462. Thessaloniki.
- Eskioglou P. 2000. Aggregate - surfaced forest roads. Minimization of wear because of vehicle's axial and transport ability. 3o Int. Congress Asphalt mixtures and pavement. Thessaloniki.
- Heinimann H.R. 1997. Aggregate – surfaced forest roads – Analysis of vulnerability due to surface erosion. Proceedings of the IUFRO – FAO seminar on Forest Operations in Himalayan Forest, Bhutan.
- William G. Whitcomb. 1990. Aggregate surfacing design Guide. USDA – Forest Service USA.