

JAROSŁAW KIKULSKI, GRZEGORZ TRZCIŃSKI

## Znaczenie elementów leśnych dróg wywozowych według opinii kierowców i zarządców dróg

Significance of the elements of forest transport roads in the opinion of the drivers and road managers

### ABSTRACT

Kikulski J., Trzciniński G. 2018. Znaczenie elementów leśnych dróg wywozowych według opinii kierowców i zarządców dróg. Sylwan 162 (12): 1038-1046.

The purpose of the study was to determine the importance of various parameters of forest roads used by heavy goods vehicles for transporting timber based on the research conducted among drivers and employees working on the road infrastructure of a forest district (road managers). The study analyzed the road parameters presented in the site plan, its vertical structure and type of surface (material). A questionnaire was sent by post to all (430) forest districts in Poland, which resulted in the receipt of 296 correctly completed surveys. Additionally, individual questionnaire interviews (82) were conducted with drivers of heavy goods vehicles (trucks with dolly or semi-trailer, and trucks with trailer). The questionnaire used an analogue scale, where respondents marked a point corresponding to the intensity of their assessment. Non-parametric tests were used (Friedman ANOVA and Kendall compatibility factor, U Mann-Whitney) in the statistical analyses. According to drivers, the most important road parameters in the site plan are the width of intersections (widened sections in the form of arcs that facilitate turning onto a perpendicular road), the proper location of log-yards, widened curves and the roadway width. Forest district employees pointed the width of intersections and the roadway as the most important. The road elements in the situational plan are regarded as more important by drivers of vehicles with dolly or semi-trailer compared to the drivers of vehicles with a trailer, which is caused by the differences in the parameters of these vehicles (turning radius). The most important road parameter in terms of the vertical structure is its gradual course (no steep ascents and descents). The respondents attach great importance to the significance of the type of road surface used, and indicated bituminous and crushed stone pavements as the most useful on transport routes in the forest. The importance of road parameters was rated significantly higher by drivers of high tonnage vehicles. However, it should be emphasized that despite the differences found, the answers of forest district road managers also indicate that they attach great importance to having the transport roads in the forest meet specific design requirements. In general the respondents considered the parameters of all analyzed road elements important – the importance of individual parameters was evaluated to from 5 to 6.5 out of 7 pts.

### KEY WORDS

high haulage vehicles, roads parameters, roads users, questionnaire survey

### ADDRESSES

Jarosław Kikulski – e-mail: kikulski@wl.sggw.pl

Grzegorz Trzciniński – e-mail: grzegorz\_trzcinski@sggw.pl

Katedra Użytkowania Lasu, SGGW w Warszawie; ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa

## Wstęp

Leśne drogi wywozowe stanowią ważny element infrastruktury inżynierskiej w lasach. Parametry dróg wpływają na możliwość poruszania się po nich oraz związane z tym aspekty bezpieczeństwa ruchu, jak również oddziaływanie pojazdów na środowisko leśne. Jest to szczególnie ważne, zwłaszcza że w zdecydowanej większości drewno transportowane jest samochodami wysokotonażowymi [Trzciński 2011; Owusu-Ababio, Schmitt 2015; Liimatainen, Nykänen 2017; Trzciński i in. 2017]. Transport jest realizowany własnym taborem kupującego lub zlecany wyspecjalizowanym firmom [Tymendorf 2010; Sieniawski 2012]. Specyfika zestawów wywozowych generuje wysokie wymagania w zakresie parametrów poszczególnych elementów dróg leśnych [Kramer 2001; Ryan i in. 2004; Trzciński 2011; Owusu-Ababio, Schmitt 2015; Czerniak, Trzciński 2018]. Wysokotonażowe zestawy wywozowe stosowane do transportu drewna w Polsce mają różną postać: ciągnika siodłowego z łąwą kłonicową lub z naczepą oraz samochodu ciężarowego z przyczepą [Trzciński 2011; Trzciński i in. 2017, 2018; Trzciński, Tymendorf 2017].

Badania oczekiwań różnych użytkowników dróg w lasach nie są liczne, co oznacza potrzebę ich rozwijania. Do tego typu opracowań można zaliczyć poznanie preferencji społecznych odnośnie do kształtowania krajobrazu leśnego w otoczeniu dróg [Ulrich 1986; Sullivan 1994; Akbar i in. 2003; Janeczko 2012] czy ocenę komunikacyjnego udostępnienia lasu do celów turystycznych i rekreacyjnych [Sławski, Sławska 2009; Kikulski 2013; Panek 2018]. W odniesieniu do dróg publicznych Kruszyna [2013] dokonał przeglądu metod oceny i przedstawił uniwersalną metodę opisu elementów infrastruktury tych dróg, gdzie oprócz ujęcia tradycyjnych wielkości, charakteryzujących geometrię drogi oraz ruch pieszych i pojazdów, uwzględniono rolę wymagań poszczególnych użytkowników. Jednak zaproponowana metoda, ze względu na jej rozbudowany schemat (szczegółowy opis elementów infrastruktury, uwzględnienie sygnalizacji drogowej w ocenie warunków ruchu jej użytkowników), nie ma zastosowania do dróg wewnętrznych o bardzo małym natężeniu ruchu (np. dróg leśnych). Instytucje zajmujące się badaniem opinii publicznej jedynie przy analizach zachowań kierowców, jako uzupełnienie badań, wprowadzają zagadnienia elementów drogi [Kultura... 2004; Co... 2017]. Ocenę dotyczącą rozwiązań parametrów geometrycznych ulic przez różne grupy użytkowników (mieszkańców danej ulicy, pieszych, rowerzystów i kierowców samochodów) zlecają zarządcy dróg miejskich [Bożek i in. 2016].

Celem pracy było ustalenie znaczenia różnych elementów (parametrów) dróg leśnych pod kątem wywozu drewna samochodami wysokotonażowymi – na podstawie badań przeprowadzonych wśród kierowców oraz pracowników zajmujących się infrastrukturą drogową w nadleśnictwie (zarządców drogi). W ramach pracy uwzględniono parametry dróg w planie sytuacyjnym i w ukształtowaniu pionowym oraz rodzaj nawierzchni (materiał).

## Materiał i metody

W pracy wzięto pod uwagę elementy dróg ważne ze względu na inżynierię ruchu [Datka i in. 1999]: w planie sytuacyjnym (przebieg osi drogi i szerokość jej elementów, umieszczenie mijanek, składnic), w ukształtowaniu pionowym (ukształtowanie i pochylenia niwelety, widoczność) oraz zastosowany rodzaj nawierzchni (materiał). W badaniach uwzględniono najczęściej występujące na leśnych drogach wywozowych rodzaje nawierzchni, tj. tłuczniową, żwirową, żuźlową i bitumiczną [Trzciński 2011]. Wzięto pod uwagę również drogi gruntowe, gdyż po nich także odbywa się ruch pojazdów wysokotonażowych (w sytuacji niewielkiego potoku ładunku).

Badania przeprowadzono z wykorzystaniem kwestionariusza ankiety, który został wysłany pocztą do wszystkich (430) nadleśnictw w Polsce. Odesłano 296 poprawnie wypełnionych ankiet.

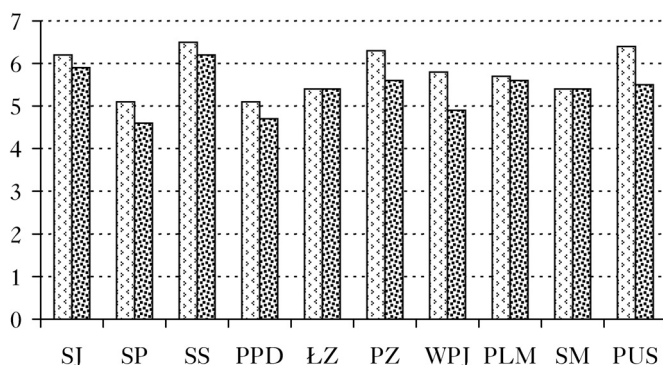
Natomiast w przypadku kierowców samochodów wysokotonażowych stosowanych w Polsce (z ławą kłonicową, z naczepą, z przyczepą) przeprowadzono indywidualny wywiad kwestionariuszowy (82).

W odniesieniu do znaczenia poszczególnych parametrów dróg w planie sytuacyjnym, ukształtowaniu pionowym oraz ważności zastosowanego rodzaju nawierzchni (materiału) zastosowano 7-stopniową skalę analogową, na której respondenci zaznaczali punkt odpowiadający natężeniu ich oceny [Stupnicki 2003]. Na skalach nie umieszczono wartości liczbowych, aby uniknąć ewentualnego wpływu preferowanych cyfr na udzielenie odpowiedzi (zwłaszcza w przypadku niezdecydowanych respondentów). Natomiast na etapie opracowania wyników badań przypisano poszczególnym punktom wartości od 1 do 7.

Do porównywania wielu prób zależnych (określenie, czy istnieją statystycznie istotne różnice w znaczeniu poszczególnych elementów drogi leśnej w planie sytuacyjnym i w ukształtowaniu pionowym oraz przydatności poszczególnych rodzajów nawierzchni) wykorzystano test ANOVA Friedmana i współczynnik zgodności Kendalla. Natomiast w przypadku porównywania dwóch prób niezależnych (porównanie odpowiedzi: kierowców i pracowników nadleśnictw, kierowców samochodów z ławą kłonicową lub naczepą i kierowców samochodów z przyczepą) użyto testu U Manna-Whitney'a. Różnice między uzyskanymi ocenami kwalifikowano jako statystycznie istotne przy  $p=0,05$ .

## Wyniki

PARAMETRY DROGI W PLANIE SYTUACYJNYM. Otrzymane wyniki badań wskazują, że według kierowców najważniejszymi parametrami drogi w planie sytuacyjnym są: szerokość skrzyżowań (poszerzenia w formie łuków na skrzyżowaniach ułatwiające skręt w drogę poprzeczną), prawidłowe usytuowanie składnic, poszerzenie na zakrętach i szerokość jezdni (ryc. 1). Natomiast elementami o najmniejszym znaczeniu okazały się prosty przebieg drogi i szerokość pobocza. Pracownicy nadleśnictw uważają, że najważniejszymi parametrami drogi w planie sytuacyjnym są szerokość skrzyżowań i szerokość jezdni (ryc. 1). Do elementów o najmniejszym znaczeniu



Ryc. 1.

Ocena [pkt] znaczenia elementów dróg leśnych w planie sytuacyjnym przez kierowców (jasny) i zarządców dróg (ciemny)

Evaluation [pts.] of the significance of forest road elements in the site plan by the drivers (light) and road managers (dark)

SJ – szerokość jezdni, SP – szerokość pobocza, SS – szerokość skrzyżowań, PPD – prosty przebieg drogi, ŁZ – łagodne zakręty, PZ – poszerzenie na zakrętach, WPJ – właściwe pochylenie jezdni na zakrętach, PLM – prawidłowa lokalizacja mijanek, SM – szerokość mijanek, PUS – prawidłowe usytuowanie składnic

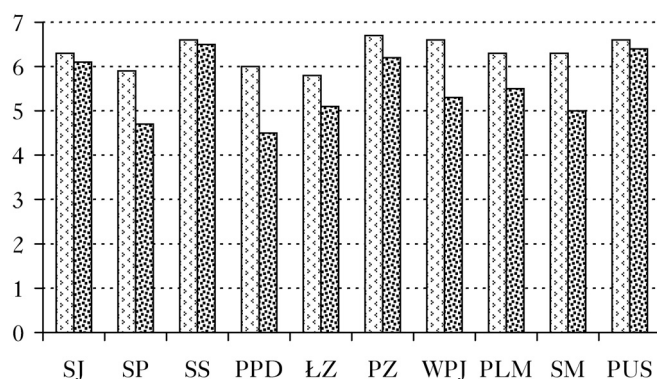
SJ – the width of the roadway, SP – the width of the shoulder, SS – the width of the intersections, PPD – straight course of the road, ŁZ – gentle curves, PZ – widened curves, WPJ – proper superelevation on curves, PLM – proper location of the passing places, SM – the width of the passing places, PUS – proper location of the log-yards

zarządcy dróg zaliczyli prosty przebieg drogi i szerokość pobocza. Różnice ważności poszczególnych parametrów drogi w planie sytuacyjnym są statystycznie istotne, co dotyczy zarówno odpowiedzi kierowców, jak i pracowników nadleśnictw (w obu przypadkach  $p < 0,001$ ). Jednocześnie wykazano statystycznie istotne różnice w ocenie znaczenia poszczególnych elementów przez badane grupy respondentów – ważniejsze dla kierowców, w porównaniu z pracownikami nadleśnictw, okazały się: szerokość jezdni ( $p = 0,001$ ), szerokość pobocza ( $p = 0,005$ ), szerokość skrzyżowań ( $p < 0,001$ ), prosty przebieg drogi ( $p = 0,011$ ), poszerzenie na zakrętach ( $p < 0,001$ ), właściwe pochylenie jezdni na zakrętach ( $p < 0,001$ ) oraz prawidłowe usytuowanie składnic ( $p < 0,001$ ).

W zależności od grupy ankietowanych kierowców wykazano, że kierowcy samochodów z łąwą kłonicową lub naczepą w porównaniu do kierowców samochodów z przyczepą przypisują statystycznie większe wartości punktowe (ryc. 2): szerokości pobocza ( $p = 0,018$ ), prostemu przebiegowi drogi ( $p = 0,002$ ), łagodnym zakrętom ( $p = 0,039$ ), poszerzeniom na zakrętach ( $p = 0,008$ ), właściwemu pochyleniu jezdni na zakrętach ( $p = 0,001$ ), prawidłowej lokalizacji mijanek ( $p = 0,038$ ) i szerokości mijanek ( $p = 0,002$ ).

PARAMETRY DROGI W UKSZTAŁTOWANIU PIONOWYM. Zdaniem respondentów najważniejszym parametrem drogi w ukształtowaniu pionowym jest jej łagodny przebieg (brak stromych podjazdów i zjazdów) (ryc. 3). Natomiast jako element o najmniejszym znaczeniu kierowcy wskazali niewielką liczbę podjazdów i zjazdów, a pracownicy nadleśnictw – dobrą widoczność na wzniesieniach. Różnice w ważności poszczególnych parametrów są statystycznie istotne, co dotyczy zarówno odpowiedzi kierowców, jak i pracowników nadleśnictw (w obu przypadkach  $p < 0,001$ ). Analiza statystyczna wykazała, że ważniejsze dla kierowców, w porównaniu z respondentami z nadleśnictw, są łagodny przebieg drogi ( $p = 0,022$ ) oraz dobra widoczność na wzniesieniach ( $p = 0,007$ ).

RODZAJ NAWIERZCHNI. Średnia wartość punktowa znaczenia zastosowanego rodzaju nawierzchni dróg leśnych wynosi zgodnie ze wskazaniami kierowców – 6,6, a w opinii pracowników nadleśnictw – 6,4. Różnica ta jest statystycznie istotna ( $p = 0,002$ ). Zdaniem obu grup ankietowanych osób najbardziej przydatnymi nawierzchniami na leśnych drogach wywozowych są nawierzchnie bitumiczne i tłuczniowe (ryc. 4). Natomiast jako najmniej przydatną respondenci wskazali

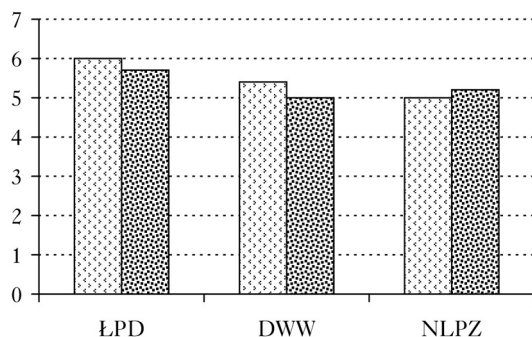


Ryc. 2.

Ocena [pkt] znaczenia elementów dróg leśnych w planie sytuacyjnym przez kierowców samochodów z łąwą kłonicową lub naczepą (jasny) albo przyczepą (ciemny)

Evaluation [pts.] of the significance of forest road elements in the site plan by the drivers of trucks with dolly or semi-trailer (light) and trailer (dark)

oznaczenia jak na rycinie 1; denotes as in figure 1



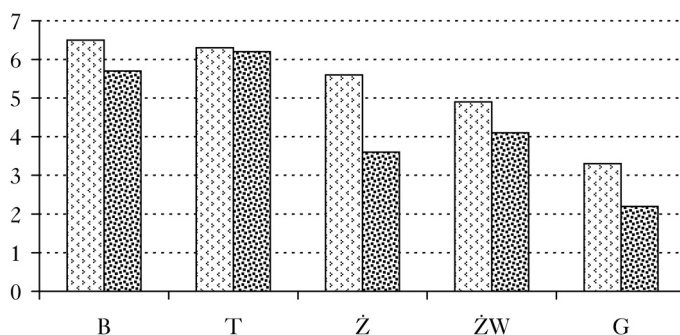
Ryc. 3.

Ocena [pkt] znaczenia elementów dróg leśnych w ukształtowaniu pionowym przez kierowców (jasny) i zarządców dróg (ciemny)

Evaluation [pts.] of the significance of forest road elements in their vertical structure by the drivers (light) and road managers (dark)

LPD – łagodny przebieg drogi (brak stromych podjazdów i zjazdów), DWW – dobra widoczność na wzniesieniach, NLPZ – niewielka liczba podjazdów i zjazdów

LPD – gradual course (no steep ascents and descents), DWW – good visibility on elevations, NLPZ – limited number of ascents and descents



Ryc. 4.

Ocena [pkt] przydatności poszczególnych rodzajów nawierzchni drogowych pod względem wywozu drewna samochodami wysokotonażowymi według kierowców (jasny) i zarządców dróg (ciemny)

Evaluation [pts.] of the usefulness of specific types of road surfaces for hauling timber by heavy goods vehicles according to the drivers (light) and road managers (dark)

B – bitumiczna, T – tłuczniowa, Ż – żużlowa, ŻW – żwirowa, G – gruntowa

B – bituminous, T – crushed stone, Ż – slag, ŻW – gravel, G – ground

nawierzchnię gruntową. Różnice w ocenie przydatności poszczególnych rodzajów nawierzchni są statystycznie istotne (w obu przypadkach  $p < 0,001$ ). Jednocześnie przydatność poszczególnych materiałów jest wyżej oceniana przez kierowców (nawierzchnie bitumiczne –  $p < 0,001$ , tłuczniowe –  $p = 0,05$ , żużlowe i żwirowe –  $p < 0,001$  oraz gruntowe –  $p = 0,001$ ).

## Dyskusja

Przedstawione w pracy wyniki badań wskazują na duże, pomimo różnic statystycznych, znaczenie wszystkich badanych parametrów dróg leśnych (w planie sytuacyjnym, w ukształtowaniu pionowym, zastosowany rodzaj nawierzchni) pod kątem przydatności do wywozu drewna samochodami wysokotonażowymi. Równocześnie należy zwrócić uwagę, że użyte w rozdziale „Wyniki” określenie „parametry o najmniejszym znaczeniu” dotyczy elementów drogi, którym przyznano 5 na 7 punktów i tym samym je również należy uznać za ważne. Uzyskane wyniki związane są ze specyfiką pojazdów wysokotonażowych, czyli takich, które charakteryzują się: dużą szerokością, długością, ograniczoną skrętnością (możliwością manewrowania), dużą masą całkowitą, dużymi jednostkowymi obciążeniami osi oraz wydłużoną drogą hamowania [Trzcziński i in. 2013; Czerniak, Trzcziński 2018].

W zakresie elementów drogi w planie sytuacyjnym nie wykazano statystycznie istotnych różnic w zależności od rodzaju zestawu wywozowego w odniesieniu do znaczenia szerokości jezdni.

Wynika to z faktu, że szerokości pojazdów z łąwą kłonicową lub z naczepą czy też z przyczepą są praktycznie takie same. Natomiast pod względem możliwości skrętu pojazdu poszczególne rodzaje samochodów wysokotonażowych różnią się w sposób wyraźny. Empiryczne minimalne wymagania w zakresie szerokości jezdni na łuku poziomym są większe dla samochodów z łąwą kłonicową lub naczepą [Trzciniński 2011; Czerniak, Trzciniński 2018]. Ma to odzwierciedlenie w przedstawionych w pracy wynikach – istotne różnice dotyczące ważności łagodnych zakrętów i ich poszerzeń. Obliczenia dotyczące minimalnych promieni łuków na skrzyżowaniu, zapewniających możliwość skrętu, wskazują na większe wymagania podczas poruszania się samochodem z łąwą kłonicową lub naczepą [Trzciniński 2011]. Wyniki badań nie wykazały jednak statystycznie istotnych różnic w ważności szerokości skrzyżowań w zależności od rodzaju pojazdu wywozowego, ale trzeba równocześnie podkreślić, że spośród elementów drogi w planie sytuacyjnym parametr ten został uznany przez wszystkich kierowców za najważniejszy.

Wśród elementów drogi w ukształtowaniu pionowym za najważniejszy respondenci uznali brak stromych podjazdów i zjazdów. Wynika to z dużej masy załadowanych drewnem pojazdów [Trzciniński i in. 2017, 2018], która wpływa nie tylko na trudności z pokonywaniem wzniesień, ale też zmniejsza bezpieczeństwo ruchu podczas zjazdów. Niewielka liczba podjazdów i zjazdów okazała się aspektem „najmniej ważnym”, ale należy uściślić, że większa ich liczba nie stanowi problemu podczas jazdy – pod warunkiem że nie są zbyt strome. W tym miejscu należy zwrócić uwagę na znaczenie projektowania drogi już na etapie jej trasowania, bowiem w sposób bardzo istotny wpływa to na późniejsze jej funkcjonowanie (w aspekcie możliwości podjazdu i bezpieczeństwa zjazdu), ale też i na odporność nawierzchni na erozję wodną. Jednocześnie należy zwrócić uwagę na bardzo duże siły ścinające powodowane przez koła samochodów wysokotonażowych, które uszkadzają nawierzchnię. Dobra widoczność na wzniesieniach dróg leśnych (czyli o jednym pasie ruchu) nie okazała się najważniejszym aspektem. Wynika to stąd, że o ile droga hamowania załadowanego drewnem pojazdu znacząco się wydłuża, o tyle prędkość poruszania się tych pojazdów na drogach leśnych, zwłaszcza na wzniesieniach, nie jest duża. Ponadto wysokie usytuowanie fotela kierowcy zapewnia możliwość obserwacji wzniesienia (łuku pionowego) na większą odległość.

Rodzaj zastosowanego materiału na leśnych drogach wywozowych uznany został przez respondentów za bardzo ważny, gdyż jednostkowe obciążenia osi pojazdów z drewnem są duże [Trzciniński 2011; Trzciniński i in. 2018]. Za najbardziej przydatne nawierzchnie uznano tłuczniowe, charakteryzujące się dużą nośnością, z kolei bitumiczne cechują się większym komfortem przejazdu [Trzciniński, Czerniak 2017]. Jednakże należy zwrócić uwagę, że przydatność w praktyce nawierzchni żwirowych czy też żużlowych, mimo że zostały ocenione niżej, jest duża (spełniająca wymagania stawiane drogom leśnym [Trzciniński 2011; Trzciniński, Kaczmarzyk 2006]), zwłaszcza na terenach, na których materiały te są ogólnodostępne. Ma to znaczenie z punktu widzenia optymalizacji kosztów związanych z funkcjonowaniem sieci drogowej, gdzie wykorzystanie materiałów miejscowych dobrej jakości powinno być priorytetowe. Nawierzchnia leśnych dróg wywozowych, również tych o największym obciążeniu ruchem, może zostać wykonana z różnych materiałów, pod warunkiem dostosowania konstrukcji drogi (grubości warstw) do obliczonego wcześniej obciążenia ruchem, z jednoczesnym uwzględnieniem nośności podłoża gruntowego (bardzo często jest ona ograniczona) [Martin i in. 1999; O’Mahony i in. 2000; Kamiński, Czerniak 2001]. Samodzielne nawierzchnie gruntowe są przydatne dla wywozu drewna w sytuacjach sporadycznych przejazdów samochodów wysokotonażowych. Mogą jednak stanowić dobrą podbudowę pod zasadniczą konstrukcję nawierzchni – przy wykorzystaniu możliwości stabilizacji gruntów rodzimych, co w znaczący sposób może obniżyć koszty inwestycji [Pieńkos 1994; Szewczyk 2000].

Wyniki badań wskazują, że ważność parametrów drogi w odniesieniu do ruchu samochodów wysokotonażowych wyżej ocenili kierowcy. Wynika to zapewne z faktu, że mają oni bezpośrednią „styczność” z drogą leśną podczas transportu drewna. Jednocześnie, pomimo różnic statystycznych, trzeba podkreślić, że również pracownicy nadleśnictw przywiązują wagę do poruszanej problematyki, co świadczy o rozumieniu konieczności spełnienia określonych wymagań odnośnie do infrastruktury komunikacyjnej. Jest to istotne tym bardziej, że natężenie ruchu pojazdów wywozowych będzie rosło w związku z coraz większym pozyskaniem drewna w Polsce.

Podczas kształtowania sieci dróg w lasach należy brać pod uwagę zarówno wartości empiryczne (parametry ruchu, m.in. obciążenia osi i prędkość projektową), jak i opinie kierowców samochodów wysokotonażowych oraz innych uczestników ruchu, przy czym coraz większym wyzwaniem staje się uwzględnienie potrzeb osób wypoczywających na obszarach leśnych. Zapewniając właściwe udostępnienie komunikacyjne do celów prowadzenia gospodarki leśnej, jednocześnie stwarzana jest możliwość realizacji takich rodzajów rekreacji jak np. spacer czy jazda rowerem. Możliwość bezkonfliktowego korzystania z dobrze utrzymanych dróg przez różnych użytkowników lasu wynika z czasowego i przestrzennego rozproszenia prac leśnych oraz ruchu turystyczno-rekreacyjnego [Kikulski 2009, 2011].

Znaczenie oceny elementów różnych dróg przez ich użytkowników jest duże. W prowadzonych badaniach respondenci wskazali jako ważny stan techniczny dróg i elementów drogi mających znaczenie dla bezpieczeństwa ruchu (szerokość jezdni, chodników, ścieżek rowerowych, oznakowanie drogi) oraz zapewnienia płynności ruchu (m.in. oznakowanie) [Kruszyzna 2013; Bożek i in. 2016; Co... 2017].

## Wnioski

- ✦ Wyniki dobrze przygotowanych badań ankietowych oceniających ważność elementów leśnych dróg wywozowych mogą być brane pod uwagę w pracach projektowych. Zarówno kierowcy samochodów wysokotonażowych, jak i pracownicy, którzy w nadleśnictwach zajmują się aspektami drogownictwa leśnego, przywiązują dużą wagę do kwestii spełniania przez drogi leśne określonych wymogów projektowych.
- ✦ Pomimo statystycznie istotnych różnic można stwierdzić, że respondenci uważają za ważne wszystkie analizowane elementy drogi – ważność poszczególnych parametrów waha się od 5 do 6,5 w przyjętej do obliczeń 7-stopniowej skali. Świadczy to o świadomości kierowców i pracowników nadleśnictw w zakresie znaczenia wszystkich badanych parametrów dróg w odniesieniu do bezpieczeństwa ruchu, trwałości drogi oraz zależności dotyczących specyfiki procesu transportowego w przestrzeni leśnej.
- ✦ Różnice w ocenie znaczenia elementów drogi w planie sytuacyjnym pomiędzy kierowcami różnych zestawów wywozowych stosowanych w transporcie drewna pokrywają się z empirycznie ustalonymi charakterystykami pojazdów wysokotonażowych, w szczególności ze stwierdzonymi większymi wymaganiami projektowania łuków poziomych pod kątem przejazdu samochodów z ławą kłonicową lub z naczepą. Tym samym te typy pojazdów należy brać pod uwagę podczas projektowania elementów drogi w planie sytuacyjnym.
- ✦ Przeprowadzona analiza potwierdziła potrzebę prowadzenia zarówno badań pomiarowych, w tym terenowych i laboratoryjnych (dotyczących konstrukcji elementów dróg), jak i zmierzających do poznania opinii i preferencji różnych użytkowników lasów wielofunkcyjnych, w tym m.in. kierowców pojazdów wywozowych.

## Literatura

- Akbar K. F., Hale W. H. G., Headley A. D. 2003. Assessment of scenic beauty of the roadside vegetation in northern England. *Landscape and Urban Planning* 63: 139-144.
- Bożek M., Chwastek K., Krzynowek-Franek A., Sapoń P., Szpóróg M., Wiertel B., Wykurz P. 2016. Analiza przestrzenna oraz ekonomiczna rozwiązań geometrycznych wybranych ulic w Warszawie. *Via Vistula Franek i Sapoń Sp. J.*, Kraków.
- Co denerwuje polskich kierowców. Raport z badań. 2017. TNS. <https://www.wyborkierowcow.pl/co-denerwuje-polskich-kierowcow-badanie-tns/>
- Czerniak A., Trzciniński G. 2018. Horizontal curve radii versus turning abilities of vehicle combinations for timber transport. *Infrastructure and Ecology of Rural Areas* 1 (1): 263-275.
- Datka S., Suchorzewski W., Tracz M. 1999. Inżynieria ruchu. WKiŁ, Warszawa.
- Janecko E. 2012. Preferencje społeczne w zakresie kształtowania krajobrazu leśnego w sąsiedztwie dróg. *Sylvan* 156 (1): 12-18.
- Kamiński B., Czerniak A. 2001. Wpływ podłoża gruntowego na nośność nawierzchni tłuczniowych. *Prace Komisji Nauk Rolniczych i Komisji Nauk Leśnych PTPN* 90: 47-59.
- Kikulski J. 2009. Model rekreacyjnego zagospodarowania lasów na terenach pojezierzy. *Studia i Materiały CEPL* 23 (4): 165-171.
- Kikulski J. 2011. Prowadzenie gospodarki leśnej a rekreacyjne użytkowanie lasu. *Sylvan* 155 (4): 269-278.
- Kikulski J. 2013. Społeczna ocena komunikacyjnego udostępnienia lasów do celów rekreacyjnych i turystycznych. *Studia i Materiały CEPL* 37 (4): 162-169.
- Kramer B. W. 2001. Forest road contracting, construction, and maintenance for small forest woodland owners. *Research Contribution* 35.
- Kruszyna M. 2013. Metody oceny elementów infrastruktury drogowej z uwzględnieniem potrzeb i specyfiki różnych grup użytkowników. *Prace Naukowe Instytutu Inżynierii Lądowej Politechniki Wrocławskiej* 56, Seria Monografie 24.
- Kultura i styl jazdy polskich kierowców. 2004. Komunikat z badań BS/168/2004. CBOS, Warszawa.
- Liimatainen H., Nykänen L. 2017. Impacts of increasing maximum truck weight – case Finland. *Transport Research Centre Verne, Tampere University of Technology*. Tampere, Finland.
- Martin A. M., Owende P. M. O., O'Mahony M. J., Ward S. M. 1999. Estimation of the serviceability of forest access roads. *Journal of Forest Engineering* 10: 55-61.
- O'Mahony M. J., Ueherschaer A., Owende P. M. O., Ward S. M. 2000. Bearing capacity of forest access roads built on peat soils. *Journal of Terramechanics* 37: 127-138.
- Owusu-Ababio S., Schmitt R. 2015. Analysis of data on heavier truck weights. Case study of logging trucks. *Transportation Research Record, Journal of the Transportation Research Board* 2478 (2): 82-92.
- Panek D. 2018. Społeczne uwarunkowania rozwoju turystyki i rekreacji na terenie Krasnobrodzkiego Parku Krajobrazowego. *Maszynopis pracy magisterskiej. Katedra Użytkowania Lasu, SGGW w Warszawie*.
- Pieńkos K. 1994. Badania wpływu wybranych czynników warunkujących stabilizację cementem gruntowych dróg leśnych. *Wydawnictwo SGGW, Warszawa*.
- Ryan T., Phillips H., Ramsay J., Dempsey J. 2004. *Forest road manual. Guidelines for the design, construction and management of forest roads*. COFORD, Dublin.
- Sieniawski W. 2012. Waloryzacja dostaw drewna do wybranych segmentów przemysłu drzewnego. *Maszynopis pracy doktorskiej. Biblioteka SGGW, Warszawa*.
- Sławski M., Sławska M. 2009. Las jako miejsce wypoczynku i rekreacji – analiza oczekiwań społecznych na przykładzie gminy Rogów. *Studia i Materiały CEPL* 23 (4): 140-150.
- Stupnicki R. 2003. *Analiza i prezentacja danych ankietowych*. AWF, Warszawa.
- Sullivan W. C. 1994. Perceptions of the rural-urban fringe: Citizen preferences for nature and developer settings. *Landscape and Urban Planning* 29: 85-101.
- Szewczyk J. 2000. Ocena komunikacyjnego udostępnienia lasów polskich i podstawy projektowania docelowej sieci dróg leśnych. W: Szewczyk J., Piękos K. [red.]. *Podstawy komunikacyjnego udostępnienia lasów w wielofunkcyjnej i zrównoważonej gospodarce leśnej. Materiały międzynarodowego seminarium „Problemy komunikacyjnego udostępnienia lasu”*. Rogów. 18-28.
- Trzciniński G. 2011. Analiza parametrów technicznych dróg leśnych w aspekcie wywozu drewna samochodami wysokotonażowymi. *Wydawnictwo SGGW, Warszawa*.
- Trzciniński G., Czerniak A. 2017. Stan techniczny dróg leśnych – potrzeby remontowe. *Sylvan* 161 (7): 539-547.
- Trzciniński G., Kaczmarszyk S. 2006. Estimation of the carrying capacity of slag and gravel forest road pavements. *Croatian Journal of Forest Engineering* 27: 27-36.
- Trzciniński G., Moskalik T., Wojtan R. 2018. Total weight and axle loads of truck units in the transport of timber depending on the timber cargo. *Forests* 9: 164.



- Trzeciński G., Moskalik T., Wojtan R., Tymendorf Ł. 2017. Zmienność ładunków i masy całkowitej zestawów wywozowych przy transporcie drewna. *Sylvan* 161 (12): 1026-1034.
- Trzeciński G., Sieniawski W., Moskalik T. 2013. Effects of Timber Loads on Gross Vehicle Weight. *Folia Forestalia Polonica A* 55 (4): 159-167.
- Trzeciński G., Tymendorf Ł. 2017. Dostawy drewna po wprowadzeniu normatywnych przeliczników gęstości drewna do określenia masy ładunku. *Sylvan* 161 (6): 451-459.
- Tymendorf Ł. 2010. Łańcuch dostaw drewna w firmach wielodziałowych. Praca dyplomowa. Kolegium Nauk o Przedsiębiorstwie. SGH, Warszawa.
- Ulrich R. S. 1986. Human responses to vegetation and landscapes. *Landscape and Urban Planning* 13: 29-44.