

TRANSPORTO PRIEMONĖS VAIRUOTOJO SĖDĖJIMO POZICIJOS ĮTAKOS MATOMUMUI TYRIMAS

Dovydas Kurlinkus, Tomas Mickevičius

Vytauto Didžiojo universitetas

Straipsnyje analizuojama transporto priemonės vairuotojo sėdėjimo pozicijos įtaka matomumui. Transporto priemonės operatoriui suteikti kuo daugiau informacijos, leidžiančios tinkamai reaguoti į aplinką, apibudinama, kaip viena iš svarbesnių aktyviosios saugos sistemų priemonių. Informaciją apie aplinką transporto priemonės operatoriui suteikia rega, todėl matomumas yra viena iš sričių, užtikrinančių eismo saugumą kelyje. Tyrimas atskleidė, kad aklosios zonos, kurias sukelia automobilio stogo stovai, gali apriboti vairuotojo matomumą. Aklosios zonos išlieka didelė problema, ypač sankryžose, nes gali užgožti kitas transporto priemones. Vairuotojui sunkiau matyti, kas vyksta kairėje pusėje, todėl dėl besikeičiančio matomumo į kairę jų reikšmė saugumui keliuose gali didėti. Matomumui užtikrinti operatorius turi tinkamai sureguliuoti vairuotojo sėdynę, veidrodėlius ir vairo padėtį, kad būtų užtikrintas geriausias matomumas. Tyrimo pastebėta, kad mažiausias uždengimo kampų pokytis, esant 20 % atlošo kampui, buvo fiksuojamas reglamentuotoje (0) pozicijoje, tuo tarpu didžiausias uždengimo kampų pokytis gautas antroje sėdėsenos pozicijoje, daugiau pristumtoje į priekį ir maksimaliai nuleistoje į apačią. Gauti rezultatai parodo, kaip automobilio kėbulo tipas ir sėdėseną turi įtakos vairuotojo matomumui ir saugumui kelyje.

Raktiniai žodžiai: stogo stovas, matomumas, vairuotojas, sėdėjimo pozicija.

Įvadas

Automobilių transporto pagrindinė paskirtis yra saugus, greitas ir patogus keleivių bei krovinių pervežimas. Siekiant sumažinti avarių riziką vis svarbesnę reikšmę įgauna aktyvusis saugumas pagal sistemą žmogus – transporto priemonė – kelias – eismo aplinka. Tarp šių veiksnių neabejotinai dominuoja dvi pirmosios grandys – žmogus ir transporto priemonė. Transporto priemonės (TP) operatorius yra uždaroje kabinoje ar salone, todėl pirmiausia jam reikia užtikrinti gerą matomumą pro priekinį stiklą. TP operatoriui informaciją apie aplinką suteikia rega (Sagberg ir kt., 2015). Vairuotojo matomumas iš transporto priemonės vertinamas kaip vienas iš pagrindinių veiksnių, įtakančių eismo saugumą kelyje (Theeuwes, Van Der Horst, 2017). Matomumo užtikrinimas reglamentuojamas tarptautinių standartų, kuriuose nustatomi minimalūs reikalavimai, apibrėžiantys matymo lauko kriterijus transporto priemonėse.

Remiantis statistiniais duomenimis, pastebima, kad aktyvaus eismo saugumo sistemoje mažiausia patikima grandis yra žmogus. Dėl žmogiškojo faktoriaus įvyksta dauguma eismo įvykių. Mokantis vairuoti TP, vairavimo instruktorių dažnai akcentuojamas aklųjų zonų stebėjimas. Dviračių transporto priemonių vairuotojai turi didžiausią matymo lauką, kurį maža dalimi gali riboti galvos saugos šalmas. Naudojantis didesnėmis kelių transporto priemonėmis, matymo lauką mažina priekinio stiklo rėmo stovų matmenis, sėdynių galvos atlošai durų rėmai ar veidrodžiai. Šie konstrukciniai komponentai sudaro akląsias zonas, kurios gali apsunkinti vairuotojo galimybę stebėti aplinką ir laiku reaguoti į galimus pavojus. Sudėtingesnė situacija gali būti vertinama krovinių transporto priemonių vairuotojų, kurių vairuojamuose sunkvežimiuose nėra šoninių ir galinių langų, todėl vairuojamo automobilio operatoriui tenka pasitikėti pagalbinėmis matomumą didinančiomis priemonėmis (Summerskill, Marshall, 2015).

Vertinant matomumo sąlygas, neišvengiamai susiduriame su konstrukciniais elementais. Įstiklintų paviršių dydį ir formą riboja techniniai apribojimai – aerodinamika, estetika, dideli stiklai mažina kėbulo standumą ir stiprumą. Didesni įstiklinti paviršiai apsunkina temperatūrinio režimo palaikymą salone. Kita iš sudėtingesnių problemų, susijusių su matomumu, yra racionaliai nustatyti priekinio stiklo rėmo stovų matmenis. Diegiami konstrukciniai sprendimai transporto priemonėse turi užtikrinti nepertraukiamą matomumo lauką, mažinantį avarių riziką keliuose. Dauguma eismo įvykių įvyksta dėl to, kad vairuotojai nepastebi pėsčiųjų ar kitų transporto priemonių, ypač sankryžose. Statramsčiai, kurie užtikrina automobilio konstrukcinį tvirtumą, tuo pačiu riboja matymo lauką. Šoniniai stiklo stovai sudaro akląsias zonas, kurios gali trukdyti vairuotojui pastebėti pėsčiuosius, dviratinius ar kitus objektus, ypač posūkių metu į kairę. Dešinysis stovas gali užstoti kelio ženklus (Matsui, Oikawa, 2024).

Vidutinis atstumas tarp žmogaus akių yra apie 65 mm, todėl siauresni stovai gali mažinti akląsias zonas. Šiuolaikinės konstrukcijos dažnai naudoja vairuotojo link siaurėjančius stovus, kurie didina matomumą, tačiau šių sprendimų galimybės yra ribotos dėl saugos standartų ir stiprumui keliamų reikalavimų (Euro NCAP, 2022). Sėdynės padėties reguliavimo galimybės leidžia vairuotojui geriau prisitaikyti prie transporto priemonės konstrukcijos, tačiau ne visada užtikrina gerą matomumą. Mokslininkų atliktas tyrimas parodė, kad vairuotojo sėdynės padėtis tiesiogiai susijusi su saugaus vairavimo elgsena ir nelaimingų atsitikimų rizika (Watanuki et al., 2024). Vairuotojo sėdynės nustatymas į tinkamą padėtį yra labai svarbus užtikrinant būtiną

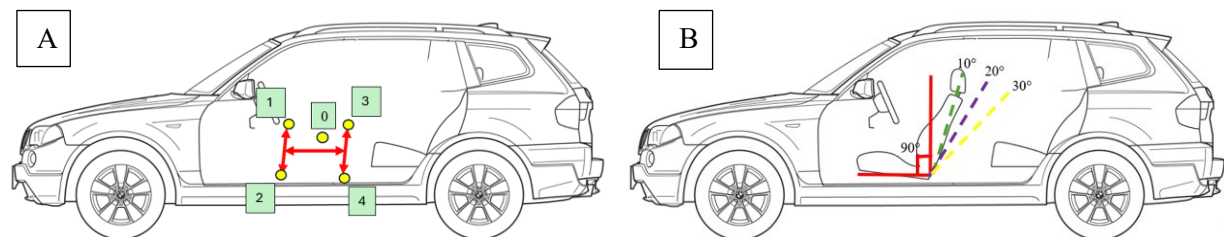
matomumą saugiam vairavimui ir mažinant su vairavimu susijusį nuovargį. Automobilio vairuotojo sėdynė turi įvairias reguliavimo funkcijas. Šios funkcijos sumontuotos aplink vairuotojo sėdynę, kad būtų užtikrintas saugus vairavimas. Netinkamai sureguliuota sėdynė gali sukelti ne tik fizinius nepatogumus, bet ir padidinti eismo įvykių riziką, dėl riboto matomumo ar sunkesnio avarinių veiksmų atlikimo. Norint sumažinti visus šiuos išvardytus veiksnius, būtina ir aktualu spręsti susidariusias problemas ir ieškoti būdų, kad būtų užtikrintas maksimalus saugumas vairuotojams.

Tyrimo tikslas – ištirti vairuotojo sėdėjimo pozicijos įtaką matomumui ir pateikti sprendimus, kurie padėtų sumažinti aklųjų zonų efektą.

Tyrimų metodika

Tyrimo buvo analizuojamas vairuotojo matomumas iš vairuotojo sėdynės, ypatingą dėmesį skiriant aklosioms zonoms, kurias sukelia transporto priemonės konstrukciniai elementai. Regėjimo laukas apibrėžiamas kaip erdvė, kurioje vairuotojas gali tiesiogiai arba per veidrodėlius stebėti aplinką. Vairuotojo sėdėjimo pozicijos įtakos matomumui bandymas buvo atliekamas su manekenu, prie kurio akių lygyje buvo pritvirtinti vertikalaus ir horizontalaus lygio išlaikymo lazeriai. Manekeno lazerių spindulio aukštis buvo prilyginamas vairuotojo 182 cm. ūgio akių aukščiui.

Bandymas buvo atliekamas su SUV kėbulo tipo automobiliu BMW X3. 1 pav. pateiktos tyrinėjamos sėdėsenos pozicijos. Pradžioje vairuotojo sėdėjimo pozicija (0) buvo nustatyta atsižvelgiant į reglamentuojamą sėdėsenos poziciją pagal galiojantį SAE J941_201003 standartą. Atliekant tyrimus (0) pozicijoje, buvo sureguliuota sėdynės horizontali pozicija, nustatytas kojų iki paminos ilgis. Buvo atsižvelgiama, kad stabdžių pamina būtų spaudžiama ne vidurine pėdos dalimi, o akceleratoriaus pėdos viršutine dalimi. Reguluojant poziciją buvo įvertintas kelių atstumas nuo prietaisų skydelio priekinės dalies paliekant ne mažesnę kaip 10 cm atstumą. Kojų sulenkimo kampas buvo 127°. Vertikalus sėdynės reguliavimas buvo pakeltas į viršų, kad akys būtų aukščiau puse vairo, visiškai matytusi priekinis stiklas ir prietaisų skydelis. Vairas nukreiptas krūtinės kryptimi. Sėdynės atlošo reguliavimo kampas buvo 20°. Ištiesus ranką ties vairo viršumi, padėtis buvo lygi delno centrui. Atliekant bandymus buvo laikomasi, kad atstumas nuo vairo iki krūtinės būtų ne mažesnis 25 cm.

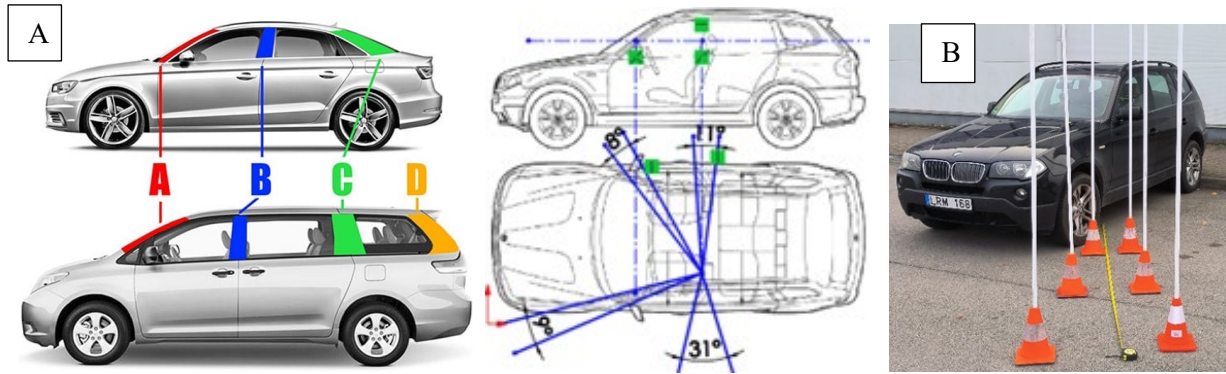


1 pav. **A** poz. – maksimaliai į priekį ir maksimaliai į viršų, **2** poz. – maksimaliai į priekį ir maksimaliai į apačią, **3** poz. – maksimaliai į galą ir maksimaliai į viršų, **4** poz. – maksimaliai į galą ir maksimaliai į apačią, **0** poz. – SAE J1517 reglamentuota sėdėjimo pozicija. **B** – kiekvienai nustatyta pozicijai sėdynės atlošo didinimas 10°, 20°, 30°

Fig. 1. **A** 1 pos. – Maximum forward and maximum up, 2 pos. – Maximum forward and maximum downward, 3 pos. – Maximum to the back and maximum to the top, 4 pos. – Maximum to the back and maximum to the bottom, 0 pos. – SAE J1517 Regulated seating position. **B** – For each set position, increasing the seat back by 10°, 20°, 30°

Tyrimo matavimas buvo atliekamas su priekiniais stogo stovais žymimais (A) ir vidiniais (B) (2 pav. A). Matavimai buvo atliekami kiekvienoje nustatytoje pozicijoje, naudojant prie manekeno pritvirtytą kampamatį. Lazerio spinduliais buvo nustatomas statramsčio aklos zonos užstojimo kampas, keičiama vairuotojo sėdynės pozicija ir matavimai pakartojami. Viso buvo vertinamos penkios vairuotojo sėdėjimo pozicijos bei kiekvienoje iš jų didinamas sėdynės atlošo kampas 10°, 20° ir 30° (1 pav. B).

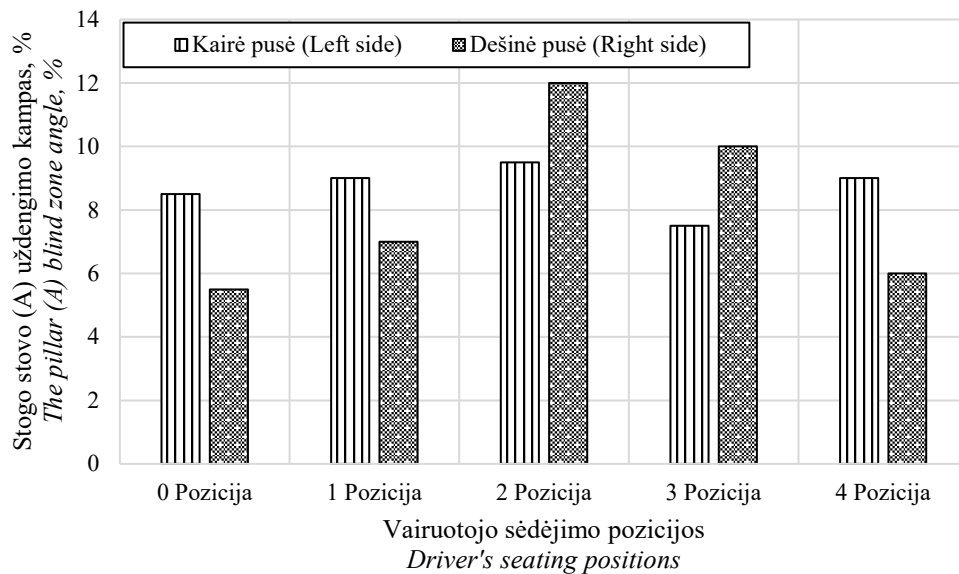
Lazerio horizontaliu spinduliu buvo nustatomas aklosios zonos plotis, kuris buvo vertinamas 1 m, 2 m, 3 m, 5 m ir 10 m atstumu ties užstojimo zonos riba (2 pav. B). Aklosios zonos plotas išreikštas kvadratiniais metrais, buvo apskaičiuotas taikant trikampio ploto skaičiavimo formulę. Gauti duomenys buvo susisteminti „Microsoft Excel 2019“ programa ir pavaizduoti grafiškai. Straipsnyje pateikiami stogo stovo (A), 20Æ sėdynės atlošo kampo sėdėjimo pozicijos rezultatai.



2 pav. Stogo stovų aklujų zonų kampų ir pločio matavimas
 Fig. 2. Measuring the blind area angles and invisible area

Rezultatai ir aptarimas

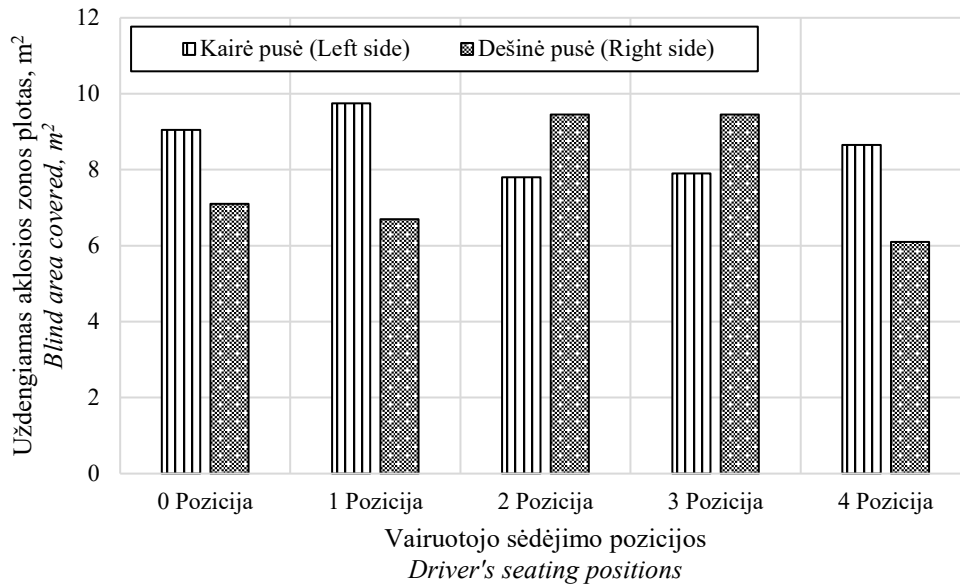
3 pav. pateikti priekinio kairės ir dešinės pusės stogo stovo (A) kampų matavimo duomenys. Analizuojant gautus duomenis matyti, kad priekinio kairės pusės (A) stogo stovo didžiausias uždengimo kampas $9,5^\circ$ buvo gautas antroje sėdėsenos pozicijoje. Tuo tarpu mažiausias uždengimo kampas $7,5^\circ$ pastebimas trečioje sėdėsenos pozicijoje su 20° atlošo kampu. Gautose tyrimų rezultatuose galima pastebėti, kad matomumo laukas tiesiogiai priklauso nuo vairuotojo sėdėjimo pozicijos. Netinkamas vairuotojo sėdėsenos suregulavimas tampa dažna avarijų sukėlimo priežastimi. Automobilių gamintojai apibrėžia optimalią sėdėjimo poziciją pagal operatoriaus akių padėties vietas.



3 pav. Priekinio kairės pusės (A) stogo stovo uždengimo kampų matavimai, esant 20° atlošo kampui
 Fig. 3. Data on the cover angles of the front left side (A) pillar, at a backrest angle of 20°

Iš pateiktų dešinio priekinio (A) stogo stovo matomumo uždengimo kampų, priklausomai nuo vairuotojo sėdėjimo pozicijos, matyti, kad didžiausias uždengimo kampas 12° , buvo fiksuojamas antroje pozicijoje su 20° atlošo kampu. Mažiausias uždengimo kampas $5,5^\circ$ buvo gautas reglamentuojamoje (0) sėdėsenos pozicijoje. Kaip matyti, mažiausias uždengimo kampų pokytis, esant 20° atlošo kampui, buvo fiksuojamas reglamentuotoje (0) pozicijoje, tuo tarpu didžiausias uždengimo kampų pokytis gautas antroje sėdėsenos pozicijoje, daugiau pristumtoje į priekį ir maksimaliai nuleistoje į apačią. Iš gautų tyrimo rezultatų galima daryti prielaidą, kad matomumo laukas glaudžiai susijęs su vairuotojo sėdėseną, todėl tinkamas sėdynės suregulavimas yra būtinas saugiam vairavimu.

4 pav. pateikti priekinio kairės ir dešinės pusės (A) stogo stovo aklosios zonos ploto duomenys, išreikšti kvadratiniais metrais 10 metrų atstumu. Analizuodami pateiktą grafiką matome, kad esant 20° atlošo kampui ir esant vairuotojo 2, 3 ir 4 pozicijos sėdėsenai, priekinio kairės stogo stovo aklosios zonos plotai atitinkamai 16 %, 14 % ir 4 % mažėja, palyginti su reglamentuojama vairuotojo sėdėsenos pozicija. Didžiausias priekinio kairės stogo stovo aklos zonos plotas $9,7 \text{ m}^2$ buvo gautas vairuotojo sėdėsenos pirmoje pozicijoje. Mažiausias plotas $7,5 \text{ m}^2$ fiksuotas antroje pozicijoje.



4 pav. Priekinio kairės pusės (A) stogo stovo aklosios zonos plotas 10 metrų atstumu, esant 20° atlošo kampui

Fig.4. Front left side (A) pillar blind zone areas 10 meters distance, at a backrest angle of 20°

Vertinant priekinio dešinės pusės (A) stogo stovo aklosios zonos plotus, priklausomai nuo vairuotojo sėdėsenos pozicijos, buvo pastebėta, kad didžiausias uždengiamas plotas buvo gautas antroje ir trečioje vairuotojo sėdėsenos pozicijose. Iš paveikslu matyti, kad mažiausias priekinio dešinės pusės (A) stogo stovo aklosios zonos plotas, buvo fiksuojamas ketvirtoje pozicijoje. Analizuodami pateiktą grafiką matome, kad esant 20° atlošo kampui ir esant vairuotojo 2 ir 3 pozicijos sėdėsenai, priekinio dešinės stogo stovo aklosios zonos plotai 33 % didėja, palyginti su reglamentuojama vairuotojo sėdėsenos pozicija.

Mažiausias priekinio kairės ir dešinės pusės (A) stogo stovo uždengiamo aklosios zonos ploto pokytis, esant 20° atlošo kampui, buvo fiksuojamas ketvirtoje pozicijoje, tuo tarpu didžiausias uždengimo kampų pokytis gautas trečioje sėdėsenos pozicijoje daugiau pristumtoje į galą ir maksimaliai pakeltoje į viršų. Esant vairuotojo 4 pozicijos sėdėsenai, daugiau pristumtoje į galą ir nuleistoje į apačią, priekinio stogo stovo aklosios zonos plotas pokytis gautas 16 % mažesnis, lyginant su reglamentuojama vairuotojo sėdėsenos pozicija.

5 ir 6 pav. pateiktas iš vairuotojo vietos matymo lauko vaizdas priklausomai nuo sėdėsenos pozicijos. Vertinant vairuotojo sėdėsenos matymo lauką, esant ketvirtai vairuotojo sėdėjimo pozicijai, galima pastebėti, kad ši pozicija turi įtakos priekiniam matymo laukui (6 pav.). Mažesnis regėjimo laukas gali prailginti reakcijos laiką kritinėse situacijose. Galima daryti prielaidą, kad aukščiau ar per žemai sėdintis vairuotojas gali turėti ribotą matomumą per priekinį stiklą ar veidrodėlius, tuo tarpu arčiau vairo esanti vairuotojo sėdėsenos pozicija gali apriboti galimybę stebėti kelio ženklus ir šviesoforus.



5 pav. Vairuotojo vietos matymo lauko vaizdas esant reglamentuotai (0) vairuotojo sėdėsenos pozicijai

Fig. 5. Driver's place of vision image from the reglamented (0) driver seating position



6 pav. Vairuotojo vietos matymo lauko vaizdas esant ketvirtai vairuotojo sėdėsenos pozicijai

Fig. 6. Driver's place of vision image from the fourth driver seating position

Iš gautų tyrimo rezultatų galima teigti, kad matymo laukas glaudžiai susijęs su vairuotojo sėdėseną, todėl tinkamas sėdynės suregulavimas yra būtinas saugiam vairavimui.

Išvados

1. Priekinio kairės pusės (A) stogo stovo didžiausias uždengimo kampas $9,5^\circ$ buvo gautas antroje sėdėsenos pozicijoje. Tuo tarpu mažiausias uždengimo kampas $7,5^\circ$ pastebimas trečioje sėdėsenos pozicijoje su 20° atlošo kampu.
2. Dešinio priekinio (A) stogo stovo didžiausias uždengimo kampas 12° buvo fiksuojamas antroje pozicijoje su 20° atlošo kampu. Mažiausias uždengimo kampas $5,5^\circ$ buvo gautas reglamentuojamoje (0) sėdėsenos pozicijoje.
3. Mažiausias uždengimo kampų pokytis, esant 20° atlošo kampui, buvo fiksuojamas reglamentuotoje (0) pozicijoje, tuo tarpu didžiausias uždengimo kampų pokytis gautas antroje sėdėsenos pozicijoje, daugiau pristumtoje į priekį ir maksimaliai nuleistoje į apačią.
4. Mažiausias priekinio kairės ir dešinės pusės (A) stogo stovo uždengiamo aklosios zonos ploto pokytis, esant 20° atlošo kampui, buvo fiksuojamas ketvirtoje pozicijoje, didžiausias uždengimo kampų pokytis gautas trečioje sėdėsenos pozicijoje, daugiau pristumtoje į galą ir maksimaliai pakeltoje į viršų.
5. Matomumo laukas yra glaudžiai susijęs su vairuotojo sėdėseną, todėl tinkamas sėdynės suregulavimas yra būtinas saugiam vairavimui, netinkama vairuotojo pozicija gali būti viena iš avarių priežasčių, nes sumažina regėjimo lauką ir gali prailginti reakcijos laiką.

Literatūra

1. Baba, K., Kaede, K., Watanuki, K. (2023). Biometric Information-Based Optimization of Driving Seat Position to Promote Safe Driving Behavior. In Shuichi Fukuda (eds.), *Affective and Pleasurable Design*. AHFE (2023) International Conference. AHFE Open Access, vol 71. AHFE International, USA. <http://doi.org/10.54941/ahfe1003242>
2. Euro, N. C. A. P. (2022). Euro NCAP Vision 2030: a safer future for mobility. *European New Car Assessment Programme (Euro NCAP)*.
3. ISO 4513. (2022). *Road Vehicles – Visibility – Method for Establishment of Eyellipses for Driver's Eye Location*. ISO: Geneva, Switzerland.
4. Matsui, Y., & Oikawa, S. (2024). Effect of A-Pillar Blind Spots on a Driver's Pedestrian Visibility during Vehicle Turns at an Intersection. *Stapp Car Crash Journal*, 68(2024-22-0002), 14–30.
5. No, R. *125 of the Economic Commission for Europe of the United Nations (UN/ECE) – Uniform Provisions Concerning the Approval of Motor Vehicles with Regard to the Forward Field of Vision of the Motor Vehicle Driver: ECE R125*. 2010.
6. SAE International. (2010). *Motor Vehicle Drivers' Eye Locations*. https://www.sae.org/standards/content/j941_201003/?src=j1100_200911 (žiūrėta 2025-01-27)
7. Sagberg, F., Selpi, Bianchi Piccinini, G. F., & Engström, J. (2015). A review of research on driving styles and road safety. *Human factors*, 57(7), 1248–1275.

8. Summerskill, S., & Marshall, R. (2015). The development of a truck concept to allow improved direct vision of vulnerable road users by drivers. *Procedia Manufacturing*, 3, 3717–3724.
9. Theeuwes, J., & Van Der Horst, R. (2017). *Designing safe road systems: A human factors perspective*. CRC Press.

Dovydas Kurlinkus, Tomas Mickevičius

A Study of Visibility Influence on Vehicle Driver's Seating Position

This article analyses the effect of the driver's seating position on visibility. Providing the driver with as much information as possible to react appropriately to his environment is described as one of the most important measures of active safety systems. The information about the environment provided to the driver by vision makes visibility one of the areas of road safety. The study has shown that blind spots caused by car roof mounts can limit the driver's visibility. Blind spots remain a major problem, particularly at junctions, where they can obscure other vehicles. They make it difficult for the driver to see what is happening to the left and their importance to road safety can increase as visibility changes to the left. Visibility requires the driver to adjust the seat, mirrors and steering wheel position to get the best view. The study showed that the lowest change in blockage angles at 20 % recline was recorded in the regulated (0) position, while the largest change in blockage angles was recorded in the second seat position, with the seat more forward and the seat lowered as far as possible. The results show that the body type of the car and the seating position have an impact on the driver's visibility and safety on the road.

Keywords: Pilar, blind spots, visibility, driver, seating position.

Gauta 2025 m. kovo mėn., atiduota spaudai 2025 m. balandžio mėn.

Dovydas KURLINKUS. Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos Inžinerijos fakulteto Mechanikos, energetikos ir biotechnologijų inžinerijos katedros magistrantas. Adresas: Studentų g. 15A, LT-53362 Akademija, Kauno r., el. paštas: dovydas.kurlinkus@vdu.lt

Dovydas KURLINKUS. Vytautas Magnus University Agriculture Academy, Faculty of Engineering, Department of Mechanical, Energy and Biotechnology Engineering, Master student. Address: Studentų str. 15A, LT-53362 Akademija, Kaunas dist., e-mail: dovydas.kurlinkus@vdu.lt

Tomas MICKEVIČIUS. Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos Inžinerijos fakulteto Mechanikos, energetikos ir biotechnologijų inžinerijos katedros lektorius. Adresas: Studentų g. 15A, LT-53362 Akademija, Kauno r., tel. +370 616 45666, el. paštas: tomas.mickevicius1@vdu.lt

Tomas MICKEVICIUS. Vytautas Magnus University Agriculture Academy, Faculty of Engineering, Department of Mechanical, Energy and Biotechnology Engineering, lector. Address: Studentų str. 15A, LT-53362 Akademija, Kaunas dist. Phone: +370 616 45666, e-mail: tomas.mickevicius1@vdu.lt