

Environmental engineering Aplinkos inžinerija

HORIZONTALIOJO KELIŲ IR GATVIŲ DANGŲ ŽENKLINIMO ATSPINDIMOJO SKAISČIO TYRIMAI

Ignas VASILIAUSKAS, Audrius VAITKUS*

Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Vilnius, Lietuva

Gauta 2020 m. birželio 29 d.; priimta 2020 m. rugpjūčio 18 d.

Santrauka. Straipsnyje aprašomas moksliniame darbe ištirtas horizontaliojo ženklavimo atspindžio pokytis atsižvelgiant į kelių priežiūros ir eismo intensyvumo veiksnius. Tyrimui pritaikyti metodai pagal Europos Sąjungoje galiojančius standartus. Tam, kad tyrimas būtų sklandžiai įgyvendintas, moksliniame darbe analizuojamas kelio horizontaliojo ženklavimo medžiagiškumas, ženklavimo tipai, atspindžio pokytis esant prastoms eismo sąlygoms. Taip pat apžvelgiamas esamas Lietuvos ir kitų Europos šalių, JAV teisinis reglamentavimas. Moksliniame darbe taip pat plėtojama kelio horizontaliojo ženklavimo priežiūros ir atnaujinimo metodikos efektyvumo tema užsienio šalyse ir Lietuvos Respublikoje. Pateikiamos rekomendacijos, kaip būtų galima gerinti horizontaliojo kelio ženklavimo priežiūros kokybę. Atlikus nacionalinių teisės aktų, reglamentuojančių horizontalųjį kelio ženklavimą, analizę, pateikiamos rekomendacijos, kaip juos tobulinti, kad būtų užtikrinta didesnė horizontaliojo ženklavimo kokybė, tai lems geresnes eismo sąlygas visiems eismo dalyviams. Įvertinus pasirinktų gatvių atspindžio rodiklius sausomis ir šlapiomis sąlygomis, pateikiami pasiūlymai, kaip pagerinti kelio horizontaliojo ženklavimo atspindį ir kartu eismo saugumą.

Reikšminiai žodžiai: horizontalusis kelių ženklavimas, atspindys dieną, atspindys naktį, eismo saugumas, ženklavimo sistemos.

Įvadas

Horizontalusis kelio ženklavimas – svarbus, bet nedažnai tinkamai įvertinamas eismo saugumą lemiantis veiksnys. Kelio ženklavimas yra labai svarbi priemonė užtikrinti, jog transporto priemonių vairuotojai saugiai pasiektų kelionės tikslą net ir prastomis važiavimo sąlygomis – naktį ar lyjant lietuvi. Dažnai, norint užtikrinti tvarkingą kelio horizontalųjį ženklavimą, kelio savininkas turi planuoti išleisti nemenką pinigų sumą. Kai horizontalusis kelio ženklavimas tampa mažiau matomas, vairuotojų klaidų skaičius kelyje išauga 70 %, tai lemia didesnę eismo įvykių skaičių (Diamandouros ir Gatscha, 2016).

Kelio ženklavimas turi būti toks, kad eismas būtų saugus ir tvarkingas, siekiant ekonominio efektyvumo ir išvengti nereikalingų kamščių. Kadangi horizontalusis kelio ženklavimas yra veikiamas eismo, jis nuolat dėvisi, dėl to kelio savininkas privalo rūpintis ženklavimo priežiūra bei atnaujinimu.

Tobulėjant išmaniosioms transporto priemonių sistemoms, horizontalusis kelio ženklavimas šioms sistemoms padeda lengviau orientuotis kelio erdvėje, dėl to labai svarbu, kad ženklavimas būtų geresnės kokybės kuo ilgesnį laiką.

Darbo tikslas – atlikus eksperimentinį horizontaliojo ženklavimo termoplastu tyrimą įvertinti eismo intensyvumo ir priežiūros poveikį dangų horizontaliojo ženklavimo atspindimajam skaisčiui.

Tyrimo objektas – horizontaliojo dangos ženklavimo skaisčio koeficiento sausomis (QD) ir atspindimojo skaisčio (RL) šlapiomis sąlygomis nustatymas prieš priežiūrą ir po priežiūros žiemą pasirinktose Vilniaus miesto gatvėse, ašinėse ir šoninėse linijose.

Šiuo metu taikoma kontrolinių matavimų praktika, kai naujai įrengtas ženklavimas turi atitikti nustatytus reikalavimus, neapibrėžia tolesnės kokybės kontrolės eksploatacijos metu. Tam, kad eksploatacinės horizontaliojo ženklavimo savybės naudojant stipriai nenuoltų nuo pradinių nustatytų rodiklių, svarbu išsiaiškinti priežastis, kurios labiausiai lemia ženklavimo kokybės pokyčius. Tam būtina atlikti eksperimentinį tyrimą.

1. Mokslinės literatūros analizė

Horizontalusis dangų ženklavimas vairuotojams leidžia lengviau orientuotis kelyje. Horizontalusis ženklavimas

*Autorius susirašinėti. El. paštas audrius.vaitkus@vgtu.lt

padeda užtikrinti eismo saugumą – pažymėtos pavojingų zonos (priešpriešinis eismas, pėsčiųjų perėjimas, kelio dangos kraštas) pagerina eismo sąlygas, dėl to vairuotojai padaro mažiau klaidų.

Diamandouros ir Gatscha dar 2016 m. paskelbė tris metus vykdyto tyrimo rezultatus ataskaitoje *Rainvision*. Po ankstesnių COST 331 ir IMPROVER tyrimų, kurių metu buvo nustatyta, jog geresnis horizontalusis kelio ženklavimas pagerina vairuotojų komfortą sausomis nakties sąlygomis, buvo imtasi tirti drėgnų ir lietingų sąlygų poveikį.

Tyrimas buvo vykdomas trijose valstybėse – Prancūzijoje, Austrijoje bei Jungtinėje Karalystėje. Tyrime dalyvavo daugiau kaip 100 eismo dalyvių, kurie buvo suskirstyti į tris amžiaus grupes (20–40 metų; 41–60 metų; 61 metų ir daugiau). Rezultatai patvirtino ankstesnius tyrimus: geriau prižiūrimas horizontalusis kelio ženklavimas stipriai padidina važiavimo komfortą, labiausiai vyresnio amžiaus eismo dalyviams. Be to, nustatyta, jog geresnis kelio ženklavimas šiek tiek padidina vidutinį važiavimo greitį, nors tą lėmė geresnis matomumas. Įdomu ir tai, jog prastai matomas kelio ženklavimas vairuotojų padaromų klaidų skaičių padidina 70 % (Diamandouros ir Gatscha, 2016).

Dar 2018 m. Burthard ir kiti tyrime dalyvavę mokslininkai paskelbė stiklo rutuliukų tyrimo rezultatus. Žinant, jog horizontalusis kelio ženklavimas yra labai svarbus eismo saugumą gerinantis komponentas, pastebėta, jog plonasluoksnėms ženklavimo medžiagoms labai didelę reikšmę turi tinkamas stiklo rutuliukų pasirinkimas. Pavyzdžiui, pasirinkus brangesnius *premium* klasės rutuliukus, pradinė atspindimojo skaisčio RL vertė atitiko 500 mcd/m²/lx. Mokslininkai tyrė 2 ruožus skirtingose valstybėse – Kroatijoje ir Lenkijoje. Kroatijoje esantis ruožas net ir po 2 eksploatacijos metų sugebėjo išlaikyti pakankamai aukštą atspindimojo skaisčio RL vertę, t. y. 300 mcd/m²/lx. Deja, bet Lenkijoje tirtas analogiškas ruožas su aukštos kokybės medžiagomis po metų buvo stipriai nusidėvėjęs. Tai lėmė intensyvi priežiūra žiemą. Šis tyrimas parodė, jog blogiausias sprendimas, kurį galima priimti, būtų lengvai besidėvinčio ženklavimo atnaujinimas kas pusmetį. Kokybiškų ženklavimo medžiagų naudojimas trumpuoju periodu kainuoja brangiau, bet, žvelgiant iš ilgesnės perspektyvos, tai kainuoja mažiau, nei ženklinti kas pusę metų ar metus. Kartu kokybiškai atliktas ženklavimas pagerina eismo saugumą (Burghardt et al., 2018).

Naidoo savo moksliniame darbe nustatė, jog RL, kitaip dar žinomas kaip atspindimojo skaisčio koeficientas, yra pagrindinis rodiklis matuojant horizontaliojo ženklavimo atspindį. Svarbu paminėti, jog renkantis ženklavimo tipą RL reikšmė yra pagrindinė, į kurią turėtų būti atsižvelgiama labiausiai. Horizontalusis ženklavimas, ženklinant terpolastinėmis medžiagomis, pasižymi ilgesne naudojimo trukme. Nors RL yra pagrindinis ženklavimo efektyvumo rodiklis, reiktų nepamiršti, kad į kitus tris parametrus – skaistį, spalvą ir atsparumą slydimui vertę – taip pat reikia atsižvelgti (Naidoo ir Steyn, 2018).

Švedijos transporto administracija, atlikusi horizontaliojo ženklavimo ir savavaldių automobilių sąveikos studiją, nustatė, jog automobiliuose diegiant horizontaliojo

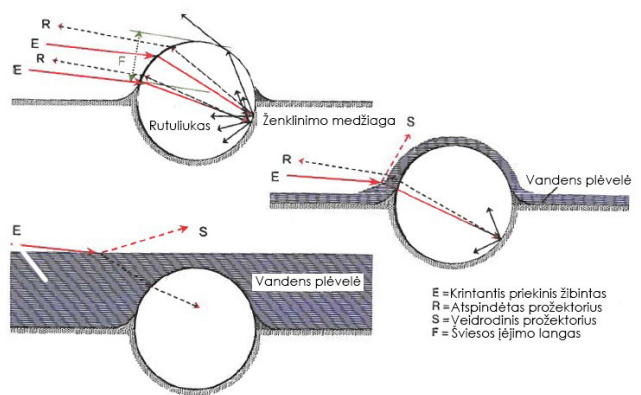
ženklavimo linijų kontrolės sistemas per metus galima išsaugoti apie 30 gyvybių. Tai stipriai susiję su horizontaliojo ženklavimo kokybe. Svarbu paminėti, jog Švedija nuo 1997 m. siekia, jog keliuose iki 2020 m. nebūtų žuvusiųjų (Dagens Infrastruktur, 2018).

Dukterinė *Intel* kompanija *MobilEye*, plėtojanti savavaldiems automobiliams reikalingas technologijas ir pažangios pagalbos vairuotojui sistemas, kol kas laikosi pozicijos – „jei tu negali pamatyti horizontaliojo ženklavimo, kamera to padaryti taip pat negali“. Deja, bet tik 25 % kelio horizontaliojo ženklavimo Švedijoje yra gerai matoma šlapiomis sąlygomis naktį (Dagens Infrastruktur, 2018).

1997 m. mokslininkų grupė, kuriai vadovavo Lee, Mičigane tyrė horizontaliojo ženklavimo medžiagų savybes. Paaikškėjo, jog geriausią atspindėjimo koeficientą išlaikė ir pigiausi buvo vandens pagrindu pagaminti dažai. Tokio tipo medžiaga lenkė panašias savybes turinčias medžiagas tiek eksploatacijos ekonomiškumu, tiek vidutiniu dėvėjimosi laiku (Lee, 2008).

Bėgant metams, medžiagos tobulėjo ir transporto poreikiai tapo dar didesni. 2015 m. Babić kartu su grupe mokslininkų Kroatijoje atliko vandens pagrindu pagamintų dažų (dispersijų) panaudojimo tyrimą. Išbandę dažus realiomis sąlygomis, mokslininkai nustatė, kad, naudojant greitai džiūstančias dispersijas, galima sumažinti dėl kelio darbų atsirandančias transporto laiko sąnaudas. Be to, dispersijos draugiškos aplinkai – jose nėra toksiškų medžiagų, tai lemia mažesnę aplinkos taršą. Iš kitos pusės, kelio savininkui dispersijas atnaujinti reiktų dažniau, nes tokių dažų naudojimo laikas yra trumpesnis nei kitų ženklavimo medžiagų (Babić et al., 2015).

Vokietijoje I tipo ženklavimą sudaro plonasluoksnės sistemos, kurios įrengtos apibarstomos atspindį didinančiomis medžiagomis. Atspindinčioji medžiaga paprastai yra stiklo rutuliukai, kurių lūžio rodiklis yra 1,5. Plonasluoksnės I tipo ženklavimo sistemos medžiagoje taip pat yra iš anksto įmaišytų šviesą atspindinčių grūdelių.



1 paveikslas. Šviesos kelias sausu (viršuje), šlapiu (viduryje) ir pasėtu ženklavimo stiklo karoliuku paviršiumi. Rutuliuko išsikišimas 50 % (Handbuch und Kommentar für Markierungen auf StraBen, 2015)
Figure 1. Light path on dry (top), wet (middle) and submerged surface of marking glass bead. Glass ball is protruded 50% (Handbuch und Kommentar für Markierungen auf StraBen, 2015)

Vykdamas priežiūrą žiemą ir dėvintis ženklavimo medžiagai, grūdėliai matomi per visą medžiagos storį, dėl to paviršius nuolat išlaiko ilgalaikį atspindį. Įmaišymas taip pat taikomas ir II tipo sistemoms. Taip pat dažnai plonasluoksnės sistemos apibarstomos atspindį pagerinančiomis medžiagomis. Vokietijos ir Lietuvos reikalavimai I ir II tipo ženklavimo Q_D atspindžiui nurodyti 2 ir 3 lentelėse.

II tipo ženklavimas funkciją atlieka ne tik dieną, bet ir naktį. Šio tipo ženklavimui turi būti keliami itin aukšti reikalavimai. Kai kelio paviršius yra lygus ir padengtas vienu ženklinimo medžiagos sluoksniu, kurios paviršiuje yra įterpti šviesą atspindintys stiklo rutuliukai, ir kelio danga yra šlapia, dažnai atvažiuojančio automobilio priekinio žibinto šviesa yra atspindima žymiai prasčiau, o kartais atspindžio efekto nebėra. Ženklinimas nėra matomas, kai to labiausiai reikia. Dėl to yra įrengiamos ženklavimo sistemos, kurių techninis dizainas užtikrina, kad atspindys išliktų naktį ir kai šlapia.

Paprastai II tipo ženklavimo sistema įrengiama taip, kad ženklavimo medžiaga išsikištų virš vandens plėvelės ir taip atspindėtų nors ir ribotą atspindį. Tai galima padaryti naudojant stiklo rutuliukus arba struktūrinant ženklavimo medžiagą.

2. Tyrimo objektas ir metodika

Zehntner ZRM 6006 retroreflektometras vienu mygtuko paspaudimu gali išmatuoti matomumą naktį (RL) ir matomumą dieną (QD). Greitas retroreflektometras atspindimo skaičio reikšmes išmatuoja maždaug per 2 sekundes ir gali būti naudojamas ant visų kelių ir oro uostų horizontaliųjų ženklavimo elementų. Transfleksinis šviečiantis grafinis ekranas suteikia puikų matomumą bet kokiomis apšvietimo sąlygomis, įskaitant ryškią saulės šviesą (Proceq..., 2019).

Matuojant atspindimąjį skaitį RL, nakties ir šlapiomis sąlygomis išpilama apie 1–2 litrus vandens ant matuojamojo paviršiaus. Palaukiama apie 60 sekundžių, kad matavimo vieta būtų visiškai sudrėkinta vandeniu. Tačiau kartais horizontalusis ženklavimas būna hidrofobiškas, t. y. neįvyksta drėkinimas, vietomis susidaro dideli vandens lašai. Matuojant tokį paviršių, rezultatai būtų iškreipti ir neteisingi. Norint išvengti šio reiškinio reikia pavalyti paviršių (LST EN 1436:2018).

Eksperimentinis tyrimas buvo atliktas septyniuose skirtinguose gatvių ruožuose ir automobilių stovėjimo aikštelėje. Eksperimentinio tyrimo objektai pateikti 4-oje lentelėje. Šiuo metu atlikti pirminiai matavimai rudenį. Antras matavimų etapas bus atliktas balandžio pabaigoje.

1 lentelė. Q_D reikalavimai Vokietijoje (Drewes et al., 2015)
Table 1. Q_D requirements in Germany (Drewes et al., 2015)

Nuolatinis ženklavimas	Naujas		Naudojimas	
	$Mcd \cdot m^{-2} \cdot lx^{-1}$	Klasė	$Mcd \cdot m^{-2} \cdot lx^{-1}$	Klasė
	160	Q4	130	Q3
Laikinas ženklavimas	Naujomis ir naudojimo sąlygomis			
	$Mcd \cdot m^{-2} \cdot lx^{-1}$		Klasė	
	100		Q2	

2 lentelė. Q_D reikalavimai Lietuvoje (Lietuvos automobilių kelių direkcija, 2012b)
Table 2. Q_D requirements in Lithuania (Lithuanian Road Administration, 2012b)

Taikymas	Klasė	Mažiausias skaičio koeficientas, esant sklaidžiajai apšvietai $Q_D, mcd \cdot m^{-2} \cdot lx^{-1}$
Naujai atliktas ženklavimas	Q3	$Q_D \geq 130$
Naudotas ženklavimas	Q2	$Q_D \geq 100$

3 lentelė. Rekomenduojamos medžiagos pagal linijos tipą (sudaryta autorių)
Table 3. Recommended materials by line type (compiled by the authors)

Šaltas plastikas	Karštas plastikas	Tirpiklių turintys dažai	Dispersija	Folija	Linijos tipas	I tipo sistema	II tipo sistema
+	+	+	+	+	Viso padengimo	+	+
+	+	–	–	–	Aglomeracinė	–	+
–	–	+	+	+	Profiliuota	–	+

4 lentelė. Eksperimentinio tyrimo objektas
Table 4. Object of experimental research

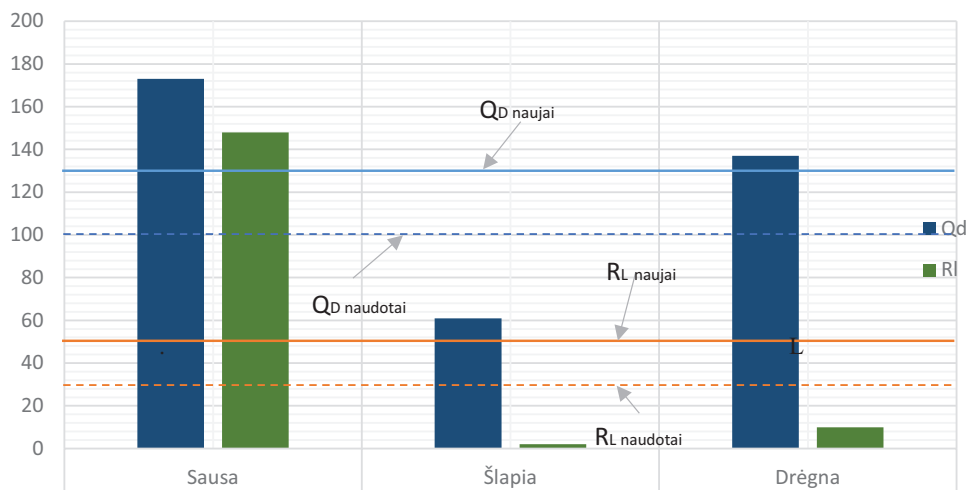
Matavimai ašinėje linijoje / skiriamosioje linijoje			
Nr.	Gatvės pavadinimas	Ženklavimo įrengimo data	I matavimo data
1.	Baltosios Vokės g.	2019-08-28	2019-10-21
2.	Taurupės g.	2019-07-19	2019-10-21
3.	Metalo g.	2019-09-01	2019-10-21
4.	Žirmūnų g.	2019-08-29	2019-10-21
5.	Nemenčinės pl.	2019-09-04	2019-10-22
6.	Geležinio Vilko g.	2019-08-16	2019-10-22
Matavimai kraštinėje linijoje			
Nr.	Gatvės pavadinimas	Ženklavimo įrengimo data	I matavimo data
1.	Baltosios Vokės g.	2019-08-28	2019-10-21
2.	Taurupės g.	2019-07-19	2019-10-21
3.	Metalo g.	2019-09-01	2019-10-21
4.	Žirmūnų g.	2019-08-29	2019-10-21
5.	Nemenčinės pl.	2019-09-04	2019-10-22
6.	Geležinio Vilko g.	2019-08-16	2019-10-22
7.	Geležinio Vilko g.	2019-08-16	2019-10-22
Matavimai įvairiuose taškuose			
Nr.	Gatvės pavadinimas	Ženklavimo įrengimo data	I matavimo data
1.	Linkmenų g. Rimi aikštelė, sausa	2019-09-01	2019-10-22
2.	Linkmenų g. Rimi aikštelė, šlapia	2019-09-01	2019-10-22
3.	Linkmenų g. Rimi aikštelė, drėgna	2019-09-01	2019-10-22

1 paveiksle galima pamatyti QD ir RL lyginamąją histogramą, kurioje pateikiami 6 matavimų rezultatai: QD ir RL reikšmės esant sausoms, šlapioms bei drėgnoms sąlygoms. Nagrinėjant histogramą, išryškėja ženklavimo funkciškumas. Esant sausoms oro sąlygoms, QD reikšmė viršija naujam ženklavimui keliamus reikalavimus ir yra $173 \text{ mcd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{lx}^{-1}$, o RL yra šiek tiek mažesnė – $148 \text{ mcd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{lx}^{-1}$. Pastaroji reikšmė sausomis sąlygomis taip pat atitinka reikalavimus, keliamus atspindžio naktį skaičiui. Sušlapinus ženklavimo paviršių ir vėliau palikus drėgną, galima matyti suprastėjusius matavimų rezultatus. Šlapia danga visiškai netenkina reikalavimų. Tai galima paaiškinti susidariusia vandens plėvele, kuri visiškai paskandina šviesą atspindinčius stiklo rutuliukus. RL reikšmė yra drastiškai pasikeitusi – matavimo prietaisais parodė tik $1 \text{ mcd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{lx}^{-1}$. Būtent šlapiu paros metu ženklavimas turi atlikti savo funkcijas – padėti lengviau orientuotis transporto priemonių vairuotojams, bet būtent vandens plėvelė riboja ženklavimo matomumą.

Norint, kad horizontalusis ženklavimas būtų geriau matomas, kai to labiausiai reikia, – šlapiomis sąlygomis, būtina atkreipti dėmesį į ženklavimo tekstūrą ir tipą. Tinkama tekstūra ir padengimas yra esminiai veiksniai, sudarantys sąlygas geresniam ženklavimo matomumui, kai ant važiuojamosios dalies yra vandens.

Išvados ir rekomendacijos

1. Moksliniais tyrimais įrodyta, kad eismo dalyviai jaučiasi saugiau, kai kelio ženklavimas yra gerai matomas. Esant mažesniai klaidų skaičiui, mažėja eismo įvykių tikimybė.
2. Esant geram horizontaliojo ženklavimo matomumui, kelio stebėjimo funkcijas turinčios transporto priemonės vairuotojui padeda greičiau įvertinti kelio sudėtingumą ir pasirinkti saugų greitį.
3. Ženklavimas skirstomas į rūšis pagal medžiagas ir tipus pagal paskirtį. Sudarius linijos tipo ir rūšies priklausomą



2 paveikslas. Skaisčio koeficiento QD ir atspindimojo skaisčio koeficiento RL vidutinės reikšmės Linkmenų g. automobilių stovėjimo aikštelėje (sudaryta autorius, 2019)
Figure 2. Mean values of luminance coefficient QD and reflectance luminance coefficient RL in the parking lot of Linkmenų st. (compiled by the author, 2019)

- mybę, galima pamatyti, kokias medžiagas optimaliausia naudoti skirtingiems linijos tipams. Analizuojant pasaulinę literatūrą matoma tendencija, kad skiriasi horizontaliojo ženklavimo rūšių ir tipų klasifikacija. Ši klasifikacija priklauso nuo ženklavimo paskirties, susijusios su atspindimo skaisčio parametrais QD ir RL.
- Remdamiesi normatyviniais techniniais dokumentais autoriai pasiūlė susistemintą horizontaliojo ženklavimo linijų tipų, medžiagų rūšių, priklausomai nuo ženklavimo sistemos tipo, klasifikaciją.
 - Suplanuotas ir vykdomas eksperimentinio tyrimo pirmasis etapas, kurio metu ištirtos gatvių atkarpos su naujai įrengta asfalto danga, ant kurios horizontalusis ženklavimas pažymėtas termoplastu.
 - Skaisčio dienos metu QD ir atspindimo skaisčio RL reikšmės, gautos pamatavus važiuojamosios dalies kraštinę ir ašinę linijas, parodė, kad skaisčio rodiklis dieną QD kinta nuo $74 \text{ mcd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{lx}^{-1}$ iki $171 \text{ mcd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{lx}^{-1}$, o naktį RL nuo $1 \text{ mcd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{lx}^{-1}$ iki $53 \text{ mcd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{lx}^{-1}$.

Literatūra

- Babić, D., Burghardt, T. E., & Babić, D. (2015). Application and characteristics of waterborne road marking paint. *International Journal for Traffic and Transport Engineering*, 5(2), 150–169. [https://doi.org/10.7708/ijtte.2015.5\(2\).06](https://doi.org/10.7708/ijtte.2015.5(2).06)
- Burghardt, T. E., Pashkevich, A., Fiolic, M., & Żakowska, L. (2018). *Horizontal road markings with high retroreflectivity: durability, environmental, and financial considerations*. Paper presented at the Proceedings of 7th Transport Research Arena.
- Dagens Infrastruktur. (2018). *Toni Ogemark, Svenska vägmarkeringsföreningen: "Självkörande fordon behöver bättre vägmarkeringar för att minska olycksrisken"*. [dagensinfra.se/2018/03/26/toni-ogemark-svenska-vagmarkeringsforeningen-sjalvkorande-fordon-behoover-battre-vagmarkeringar-att-minska-olycksrisken/](https://www.dagensinfra.se/2018/03/26/toni-ogemark-svenska-vagmarkeringsforeningen-sjalvkorande-fordon-behoover-battre-vagmarkeringar-att-minska-olycksrisken/)
- Diamandouros, K., & Gatscha, M. (2016). Rainvision: the impact of road markings on driver behaviour–wet night visibility. *Transportation Research Procedia*, 14, 4344–4353. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.356>
- Drewes, C., John, D., & Meseberg, H. H. (2015). *ZTV M - Handbuch und Kommentar für Markierungen auf Straßen*. Kirschbaum Verlag, Bonn.
- Lee, J. D. (2008). Fifty years of driving safety research. *The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 50(3), 521–528. <https://doi.org/10.1518/001872008X288376>
- Lietuvos automobilių kelių direkcija. (2012b). *Lietuvos automobilių kelių direkcijos 2012 m. lapkričio 16 d. įsakymas „Dėl kelių ženklavimo medžiagų techninių reikalavimų aprašo TRA ŽM 12 patvirtinimo“* (Nr. V-390). <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.437894>
- Lietuvos standartizacijos departamentas. (2018). *Kelių ženklavimo medžiagos. Kelių naudotojams skirtos kelių horizontaliojo ženklavimo ženklų charakteristikos ir bandymo metodai* [Road marking materials – Road marking performance for road users and test methods] (LST EN 1436:2018). Vilnius.
- Naidoo, S., & Steyn, W. J. (2018). Performance of thermoplastic road-marking material. *Journal of the South African Institution of Civil Engineering*, 60(2), 9–22. <https://doi.org/10.17159/2309-8775/2018/v60n2a2>
- Proceq AG, Ringstrasse 2 Switzerland. (2019). <https://www.proceq.com/>

STUDY OF ROAD AND STREET HORIZONTAL MARKING REFLECTIVITY

I. Vasiliauskas, A. Vaitkus

Abstract

The article describes the change in the reflection of the horizontal sign examined in the scientific work taking into account the factors of road maintenance and traffic intensity. Methods applied in accordance with the standards in force in the European Union. In order to carry out the study in a smooth way, the scientific work analyzes the horizontal amount of road marking materials, types of markings, the change of reflection in the main traffic conditions. The current legal regulation of Lithuania and other European countries, the USA is also reviewed. “The research work also develops the topic of the effectiveness of the methodology of maintenance and renewal of horizontal road markings abroad and in the Republic of Lithuania.” Recommendations are provided on how to improve the quality of horizontal road marking maintenance. Analyzes of national legislation on horizontal vehicle signs, recommendations on how to improve them to ensure the quality of the production of larger horizontal signs, or the best traffic conditions for all road users. Evaluating the reflectivity of selected streets in dry and wet conditions, making suggestions on how to improve the horizontal reflections of road markings and, at the same time, traffic safety.

Keywords: horizontal road marking, daytime reflection, night reflection, traffic safety, marking systems.