

Uticaj vizuelne složenosti okruženja na percepciju i razumevanje saobraćajnih znakova¹⁵

Andžela Novaković, Saobraćajni fakultet, Beograd, andjelanovakovicc@gmail.com

Ana Trpković, Saobraćajni fakultet, Beograd, a.trpkovic@sf.bg.ac.rs

Marjana Čubranić-Dobrodolac, Saobraćajni fakultet, Beograd, marjana@sf.bg.ac.rs

Rezime: Razumevanje i pravilna percepcija saobraćajnih znakova predstavljaju osnovni preduslov za adekvatno ponašanje i postupanje vozača u saobraćaju. U tom kontekstu, neophodno je da vozači, kao i ostali učesnici u saobraćaju, precizno uočavaju i ispravno interpretiraju postavljenu saobraćajnu signalizaciju. Jedan od ključnih problema u procesu percepcije saobraćajnih znakova u urbanim sredinama predstavlja složenost okruženja u kojem su znakovi postavljeni. Reklamni sadržaji (bilbordi, LED i drugi digitalni displeji), elementi urbane infrastrukture (stubovi javne rasvete, nadvožnjaci), vegetacija, privremena signalizacija i drugi vizuelni distraktori mogu značajno umanjiti uočljivost saobraćajne signalizacije i usporiti vreme reagovanja vozača.

Cilj ovog rada je ispitivanje uticaja složenosti vizuelnog okruženja na proces percepcije saobraćajnih znakova, kao i analiza povezanosti između nivoa razumevanja znakova i brzine njihove percepcije u prostoru. Istraživanje je sprovedeno u dva dela: prvi deo obuhvata analizu razumevanja saobraćajnih znakova, dok se drugi deo odnosi na ispitivanje percepcije u vizuelnim okruženjima različite složenosti.

Rezultati istraživanja ukazuju na negativan uticaj vizuelne zasićenosti urbanog prostora na percepciju saobraćajnih znakova, kao i na potrebu sprovođenja daljih empirijskih istraživanja. Dobijeni nalazi mogu poslužiti kao osnova za unapređenje prostornog planiranja, usklađivanje nadležnosti u upravljanju infrastrukturom i poboljšanje regulatornog okvira. Takođe, rezultati mogu doprineti poboljšanju dizajna saobraćajnih znakova, sprovođenju edukativnih kampanja i podizanju svesti učesnika u saobraćaju.

Ključne reči: saobraćajni znakovi, vizuelna složenost, percepcija, razumevanje signalizacije

1 UVOD

Saobraćajni znakovi predstavljaju jedno od osnovnih sredstava za regulisanje saobraćaja, čija je glavna uloga prenos informacija neophodnih za donošenje odluka tokom vožnje. Njihova pravovremena i tačna percepcija, kao i pravilno razumevanje poruke koju prenose, predstavljaju preduslove za bezbedno i efikasno realizovanje saobraćaja.

Efikasnost saobraćajnih znakova ne zavisi samo od njihove uočljivosti, već i od sposobnosti korisnika da pravilno interpretiraju informacije koje oni prenose. Pored karakteristika samog znaka, na njegovu percepciju može uticati i vizuelno okruženje u

¹⁵ CC-BY licenca

kojem je postavljen. U realnim uslovima saobraćajni znakovi predstavljaju deo složenog vizuelnog okruženja koje može sadržati različite objekte, vegetaciju i građevinske strukture. Veliki broj vizuelnih informacija može povećati složenost okruženja i otežati usmeravanje pažnje na saobraćajnu signalizaciju, što može dovesti do nepravovremenog ili pogrešnog uočavanja znakova.

Imajući navedeno u vidu, predmet ovog rada je ispitivanje percepcije i razumevanja saobraćajnih znakova u uslovima različite složenosti vizuelnog okruženja. Cilj rada je utvrđivanje nivoa razumevanja saobraćajnih znakova i ispitivanje povezanosti razumevanja sa tačnošću percepcije znakova u prostoru.

Istraživanje je podeljeno u dva dela. Prvi deo obuhvata analizu tačnosti percepcije saobraćajnih znakova u različitim vizuelnim okruženjima, dok drugi deo obuhvata anketno ispitivanje razumevanja saobraćajnih znakova kod različitih kategorija korisnika.

Rad je strukturiran u šest celina. Nakon uvoda i pregleda relevantne literature prikazani su rezultati istraživanja, njihova diskusija i zaključak.

2 PREGLED LITERATURE

Iako se vertikalnom saobraćajnom signalizacijom prenose informacije od krucijalnog značaja za realizovanje saobraćaja, vozači zapravo vrlo retko gledaju saobraćajne znakove. Prema istraživanju Costa i saradnici [1] vozači su pogledali 25,06%, a uspešno se prisetili svega 6,66% od ukupno 75 saobraćajnih znakova postavljenih duž puta od 8,34 km. Takođe, prema istraživanju Babić i saradnici [2], što su vozači upoznati sa rutom kojom voze, to manje pažnje posvećuju saobraćajnim znakovima. Rezultati pokazuju da prethodna upoznatost vozača sa samim saobraćajnim znakom znatno utiče na vreme potrebno za njegovu percepciju i razumevanje. Vozači koji poznaju znakove postižu bolje rezultate i osećaju manji stres [3]. Ova tvrdnja u skladu je sa rezultatima ispitivanja autora Babić i saradnici [4] koji navode da vozači koji nisu upoznati sa značenjem znaka gledaju češće u znak i provode više vremena fokusirani na njega. Pored prethodne upoznatosti vozača sa saobraćajnim znakom na njegovo razumevanje utiču i faktori poput uticaja karakteristika samog saobraćajnog znaka, karakteristika korisnika i uticaj okruženja [5].

Istraživanjem sprovedenim od strane Ben-Bassat [6] saobraćajni znakovi posmatrani su u vizuelno jednostavnom i u vizuelno složenom okruženju, gde je znak uklopljen u putnu scenu. Iako je znak znatno vidljiviji ukoliko se posmatra u vizuelno jednostavnom okruženju, više ispitanika je tačno odredilo namenu znaka kada je on bio uklopljen u putnu scenu, jer je tako kontekst znaka bio jasniji. S druge strane, brojna istraživanja pokazuju da različiti elementi poput bilborda, reklamnih materijala, drugih saobraćajnih znakova, ali i vremenskih nepogoda negativno utiču na percepciju saobraćajnih znakova [7],[8],[9]. Dakle, saobraćajni znakovi se prirodno moraju nalaziti u vizualno složenim okruženjima, problem u njihovoj percepciji se javlja kada je okruženje u kom se nalaze isuviše kompleksno.

3 METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

Istraživanje je sprovedeno u računarskim učionicama na Saobraćajnom fakultetu u Beogradu u popodnevnom časovima. Pre početka ispitanicima je objašnjen proces istraživanja i način popunjavanja ankete, a prikazan je i jedan video zapis koji se nije koristio u daljem istraživanju, kako bi se ispitanici lakše snašli.

Radi pouzdanijeg povezivanja podataka istraživanje je podeljeno na dva dela u okviru iste ankete. U prvom delu ankete našla su se pitanja socio-demografskog tipa, kao i pitanja u vezi sa vozačkom istorijom ispitanika. Takođe, postavljena su i pitanja o samoproceni poznavanja saobraćajnih znakova i samoproceni njihove razumljivosti. Odgovori o samoproceni su prezentovani u vidu Likertove petostepene skale, gde je ocena 1 označavala vrlo loše poznavanje ili razumljivost, dok je ocena 5 označavala vrlo dobro poznavanje ili razumljivost. Nakon toga, ispitanicima su projektovani video zapisi sa pratećim pitanjima. Ispitanici su imali instrukciju da svaki video zapis reprodukuju samo jedanput i da svoju pažnju preusmere onako kako bi da oni u datom trenutku upravljaju vozilom na prikazanoj trasi. Za potrebe istraživanja prikupljeni su video zapisi saobraćajnih znakova predstavljeni Tabelom 1. Svi video zapisi zabeleženi su na uličnoj mreži grada Beograda u dnevnim uslovima. Obuhvaćena su tri vizuelno jednostavnija i tri vizuelno složenija saobraćajna znaka. Svih šest znakova je zabeleženo u trima različitim vizuelnim okruženjima: jednostavnom, srednjem i složenom. Procena složenosti saobraćajnih znakova i okruženja izvršena je ekspertskom metodom. Takođe, na jednom (kontrolnom) video zapisu nije bilo saobraćajnih znakova. Nakon svakog video zapisa sledilo je pitanje „Koji saobraćajni znak ste prvo uočili?“, gde su ispitanicima ponuđeni odgovori dati tekstualno. Nakon toga sledilo je pitanje „Koje saobraćajne znakove ste još uočili?“, gde su odgovori dati u vidu slika. I za kraj ispitanici su ocenjivali složenost vizuelnog okruženja sa prikazanog video zapisa kao jednostavno, srednje ili složeno.

Drugi deo ankete ticao se razumevanja saobraćajnih znakova. Za svaki prikazani znak sledila su pitanja kojoj kategoriji znak pripada, a zatim i koje je njegovo značenje. Dodatno, za saobraćajni znak II-1 („Ustupanje prvenstva prolaza“) postavljeno je i pitanje o pravilnoj akciji nakon njegovog uočavanja. Takođe, postavljeno je i pitanje koji saobraćajni znak ima značenje „Zabrana saobraćaja za pešake“, gde je dat izbor između znaka preuzetog iz *Pravilnika o saobraćajnoj signalizaciji* i istog znaka sa dodatnom crvenom trakom.

Tabela 1: Saobraćajni znakovi korišćeni u istraživanju

Naziv saobraćajnog znaka	Slika	Vizuelna i/ili semantička složenost saobraćajnog znaka
Put sa jednosmernim saobraćajem		Jednostavniji
Zabrana saobraćaja za motorna vozila u jednom smeru		Jednostavniji
Obavezan smer kretanja		Jednostavniji
Prepreka za usporavanje saobraćaja		Složeniji
Zabrana saobraćaja za vozila čija ukupna visina prelazi određenu visinu		Složeniji
Zabrana zaustavljanja i parkiranja		Složeniji

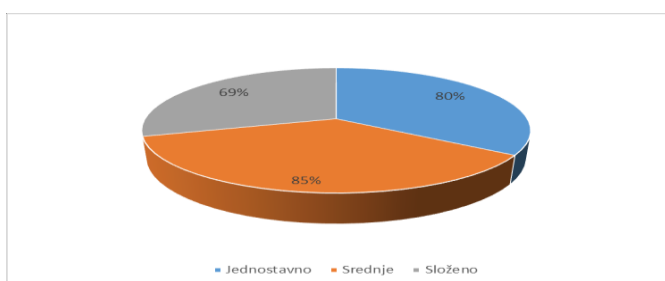
U istraživanju su učestvovali uglavnom studenti starosti između 20 i 27 godina. Uzorak je činilo 19 osoba ženskog pola i 16 osoba muškog pola. Najveći broj ispitanika, čak 66% navelo je srednju školu kao najviši završeni nivo obrazovanja, dok je 31% njih navelo osnovne studije i 3% višu školu. Važno je napomenuti da su većinu ispitanika predstavljali studenti Saobraćajnog fakulteta u Beogradu.

Nakon završetka prikupljanja podataka, odgovori su obrađeni korišćenjem softverskog programa Microsoft Excel. Prilikom obrade podataka korišćene su metode deskriptivne statistike.

4 REZULTATI ISTRAŽIVANJA

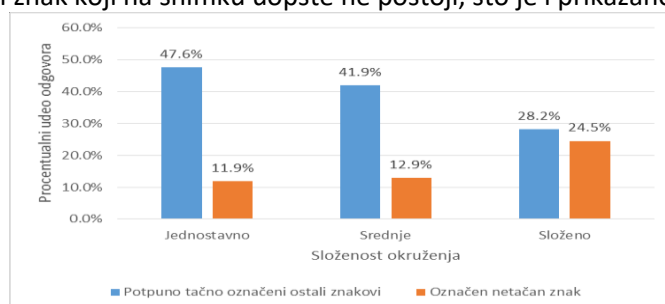
4.1 Uticaj vizuelne složenosti na percepciju saobraćajnih znakova

Možda bi se očekivalo da najveći broj tačnih odgovora imaju znakovi koji se nalaze u jednostavnom vizuelnom okruženju. Međutim, istraživanje pokazuje da ispitanici procentualno najviše tačnih odgovora na pitanje o tome koji saobraćajni znak su prvo uočili imaju u vizuelno srednje opterećenim okruženjima. Grafikom 1 prikazana je raspodela tačnih odgovora o prvom uočenom saobraćajnom znaku za različita vizuelna okruženja. Tačnost prvog uočenog znaka predstavlja tačnost uočavanja prvog znaka koji se na snimku pojavljuje.



Grafik 1: Procentualna tačnost prvog uočenog znaka u različitim okruženjima

Međutim, kada se posmatra pitanje o ostalim uočenim saobraćajnim znakovima, dobija se znatno jasnija i monotona slika. Prosečan udeo tačno uočenih znakova opada sa porastom složenosti okruženja, dok istovremeno raste udeo odgovora u kojima su ispitanici označili znak koji na snimku uopšte ne postoji, što je i prikazano na Grafiku 2.



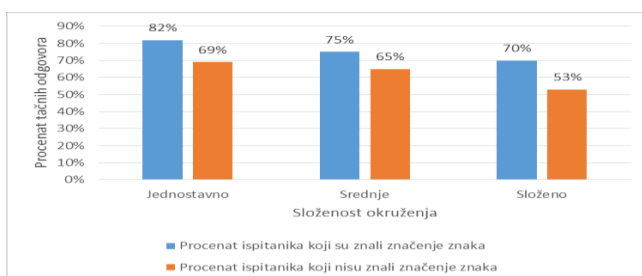
Grafik 2: Procentualna raspodela tačno označenih ostalih i netačnih odgovora

Uticaj vizuelne složenosti okruženja na percepciju saobraćajnih znakova je posebno izražen na snimku na kome nije bilo nijednog saobraćajnog znaka. Iako je 71% ispitanika

tačno navelo da nije uočilo nijedan znak, 29% njih navelo je konkretan saobraćajni znak kao prvi uočen, a 34% ispitanika označilo je bar jedan nepostojeći znak i u pitanju o ostalim uočenim znakovima.

4.2 Povezanost razumevanja saobraćajnih znakova sa tačnošću njihove percepcije u prostoru

Rezultati pokazuju da ispitanici koji poznaju značenje znaka i tačnije opažaju taj znak u prostoru. Tačnost prvog uočenog znaka iznosi 76% kod onih koji znaju značenje, naspram 62% kod onih koji ga ne znaju. Najznačajniji nalaz je da se efekat poznavanja znaka najjasnije ispoljava upravo u složenim vizuelnim okruženjima. Raspodela tačnih odgovora u različitim uslovima složenosti okruženja prikazana je na Grafiku 3.



Grafik 3: Procentualna tačnost prvog uočenog znaka

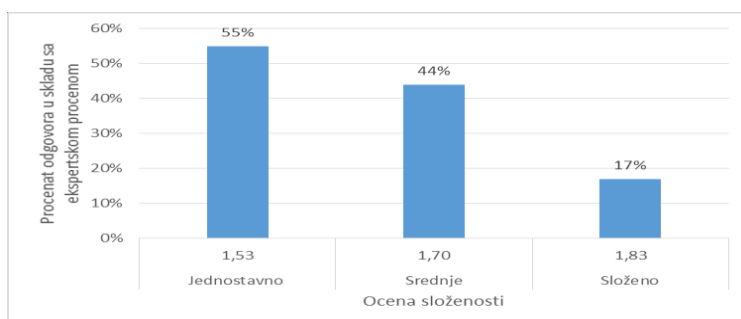
Kao grupa koja se posebno izdvaja pokazali su se ispitanici koji ne poznaju značenje znaka „Put sa jednosmernim saobraćajem". Taj znak je ujedno i najmanje poznat u celom uzorku. Svega 18 od 35 ispitanika (51%) tačno je navelo njegovo značenje, dok ga je 49% zamenilo znakom „Obavezan smer kretanja". Kod ove grupe tačnost prvog uočenog znaka iznosi 65% naspram 76% kod onih koji znaju značenje. Nesigurnost je vidljiva i na nivou kategorije, gde je samo 46% ispitanika tačno svrstalo znak „Obavezan smer kretanja" u znakove izričitih naredbi. Reč je o paru znakova koji su vizuelno srodni (plava podloga, bela strelica), ali sa različitim značenjem, što se direktno preslikava na greške u percepciji u prostoru.

Sa druge strane, znakovi čije je značenje poznato gotovo svim ispitanicima, kao što su „Prepreka za usporavanje saobraćaja" (94%) i „Zabrana zaustavljanja i parkiranja" (100%), istovremeno beleže i najviše prosečne tačnosti prvog uočenog znaka (92% i 86%).

4.3 Lični doživljaj složenosti okruženja

Nakon svakog video zapisa ispitanici su ocenjivali složenost prikazanog vizuelnog okruženja kao jednostavno, srednje ili složeno. Poređenje sa ekspertskom procenom pokazuje da subjektivna procena prati objektivnu složenost, ali sa izraženim pomeranjem ka nižim vrednostima.

Prosečna ocena složenosti (na skali 1 = jednostavno, 3 = složeno) raste sa objektivnom složenošću okruženja, međutim, slaganje sa ekspertskom procenom drastično opada (Grafik 4). Zanimljivo je i to da je čak 36% ispitanika okarakterisalo objektivno složena okruženja kao jednostavna.



Grafik 4: Samoprocena složenosti okruženja

Posebno se izdvaja grupa ispitanika koja je svoje poznavanje znakova ocenila ocenom 3, oni su složena okruženja ocenili najvišom prosečnom ocenom (2,21), znatno više nego ispitanici koji su svoje znanje ocenili ocenama 4 (1,74) ili 5 (1,82).

5 DISKUSIJA I ZAKLJUČAK

Analiza odgovora na pitanje o prvom uočenom saobraćajnom znaku pokazuje da je najveći procenat tačnih odgovora zabeležen u srednje složenim vizuelnim okruženjima (85%), zatim u jednostavnim okruženjima (80%), dok je najniža tačnost zabeležena u složenim okruženjima (69%). Ovakav redosled ukazuje na to da umerena količina vizuelnih sadržaja ne ometa nužno percepciju, već može i da usmeri pažnju vozača na saobraćajnu signalizaciju, dok tek izražena vizuelna zasićenost dovodi do pada tačnosti. Ovaj nalaz u skladu je i sa istraživanjem Ben-Bassat [6], gde je više ispitanika tačno odredilo namenu znaka kada se on našao u složenijem okruženju, odnosno kada je bio uklopljen u putnu scenu.

Kada je u pitanju procentualna raspodela tačno označenih ostalih i netačnih znakova, najlošiji rezultati zabeleženi su u složenom okruženju. Drugim rečima, u složenim okruženjima ispitanici ne samo da uočavaju manji broj prisutnih znakova, već gotovo dvostruko češće prijavljuju znakove kojih nema, što ukazuje na oslanjanje na očekivanja i prethodno iskustvo umesto na stvarno vizuelno opažanje.

U slučaju video snimka na kome se nije nalazio nijedan saobraćajni znak, 29% ispitanika je navelo konkretni saobraćajni znak kao prvi uočen, a 34% ispitanika označilo je bar jedan nepostojeći znak i u pitanju o ostalim uočenim znakovima. Vizuelno okruženje na pomenutom video zapisu jeste složeno, te ovaj nalaz potvrđuje da vizuelno zasićeno okruženje ne dovodi samo do izostanka opažanja, već i do lažno pozitivnih percepcija, što u realnim uslovima vožnje može biti jednako opasno kao i propuštanje znaka.

Što se tiče veze između poznavanja saobraćajnih znakova i tačnosti njihove percepcije u prostoru, rezultati su pokazali da ispitanici koji poznaju značenje znaka i tačnije opažaju taj znak u prostoru. Ovaj zaključak u skladu je sa istraživanjem Liu [3] koje navodi da ispitanici koji poznaju značenje znaka postižu bolje rezultate prilikom njihovog uočavanja.

Razlike u procentima tačnih odgovora kod ispitanika koji poznaju i ne poznaju posmatrani saobraćajni znak manje su za jednostavno i srednje vizuelno okruženje nego što je to slučaj u složenom okruženju. Dakle, može se reći da poznavanje znakova ne donosi bitnu prednost kada je znak lako uočljiv, ali postaje vrlo značajno kada okruženje otežava opažanje. Takođe, znakovi čije je značenje poznato gotovo svim ispitanicima beleže i najviše prosečne tačnosti prvog uočenog znaka. Ovo dodatno potvrđuje

pretpostavku da postoji pozitivna veza između nivoa razumevanja saobraćajnog znaka i tačnosti njegove percepcije u prostoru.

Zabeleženo je i da slaganje ispitanika sa ekspertskom procenom složenosti okruženja drastično opada, a čak 36% ispitanika okarakterisalo je objektivno složena okruženja kao jednostavna. Ovaj nalaz je od suštinskog značaja za interpretaciju rezultata iz poglavlja 4.1: ispitanici u složenim okruženjima objektivno lošije opažaju znakove, ali toga nisu svesni. Takođe, kada je u pitanju samoprocena složenosti okruženja, zabeleženo je da ispitanici koji su manje sigurni u svoje znanje realnije procenjuju težinu vizuelnog okruženja, dok oni koji sebi pripisuju visoko poznavanje znakova sistematski potcenjuju složenost prostora u kome se kreću.

Ograničenja ovog istraživanja odnose se prvenstveno na veličinu uzorka, kao i na izostanak primene savremenih tehnologija, poput uređaja za praćenje pokreta očiju i simulatora vožnje. Dobijeni rezultati ukazuju na značaj prilagođavanja vizuelnog okruženja u kojem su saobraćajni znakovi postavljeni, kao i na potrebu unapređenja znanja učesnika u saobraćaju o njihovom značenju. Takođe, nalazi ukazuju na potrebu sprovođenja daljih sistematskih istraživanja usmerenih na ispitivanje razumevanja i percepcije saobraćajnih znakova.

LITERATURA

- [1] Costa, M., Simone, A., Vignali, V., Lantieri, C., Bucchi, A., & Dondi, G. (2014). Looking behavior for vertical road signs. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 23, 147-155.
- [2] Babić, D., Babić, D., & Šćukanec, A. (2017). The impact of road familiarity on the perception of traffic signs - Eye tracking case study. *International Conference "Environmental Engineering"*.
- [3] Liu, Y. (2005). A simulated study on the effects of information volume on traffic signs, viewing strategies and sign familiarity upon driver's visual search performance. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 35(12), 1147-1158
- [4] Babić, D., Dijanić, H., Jakob, L., Babić, D., & Garcia-Garzon, E. (2020). Driver eye movements in relation to unfamiliar traffic signs: An eye tracking study. *Applied Ergonomics*, 89, 103191.
- [5] Novaković, A., Trpković, A., Čubranić-Dobrodolac, M., & Komarica, J. (2026). ANALYSIS OF FACTORS INFLUENCING THE UNDERSTANDING OF TRAFFIC SIGNS. *Journal of Road and Traffic Engineering*, 72(5), 173-182.
- [6] Ben-Bassat, T. (2013). The effect of context and ergonomic design of traffic signs on driver comprehension - A preliminary evaluation. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 57(1), 1943-1947.
- [7] Porathe, T., & Strand, L. (2011). Which sign is more visible? Measuring the visibility of traffic signs through the conspicuity index method. *European Transport Research Review*, 3, 35-45.
- [8] Yared, T. (2024). Drivers' ability to detect traffic signs on curves with the presence of clutter in the visual field: A systematic review. *Transportation Research Record*, 2678(10), 1110-1122.
- [9] Rocabado, F., Alonso-Bernal, N., & Duñabeitia, J. A. (2025). Word recognition during movement under simulated weather conditions. *PLoS ONE*, 20(7), e0326945.

SUMMARY

Impact of Visual Environmental Complexity on the Perception and Comprehension of Traffic Signs

Abstract: The comprehension and accurate perception of traffic signs are essential prerequisites for appropriate behaviour and decision-making by drivers in traffic. In this context, it is necessary for drivers, as well as other road users, to accurately detect and correctly interpret the traffic signs and signals provided.

One of the key challenges in the process of traffic sign perception in urban environments is the complexity of the surroundings in which the signs are placed. Advertising content (billboards, LED displays, and other digital displays), elements of urban infrastructure (street lighting poles and overpasses), vegetation, temporary traffic signs, and other visual distractors may significantly reduce the conspicuity of traffic signs and increase drivers' response times.

The aim of this paper is to examine the impact of visual environmental complexity on the perception of traffic signs, as well as to analyse the relationship between the level of traffic sign comprehension and the speed of their perception within the environment. The research was conducted in two parts: the first part focused on analysing traffic sign comprehension, while the second part examined traffic sign perception in visual environments of varying levels of complexity.

The research results indicate a negative impact of visual clutter in urban environments on traffic sign perception and highlight the need for further empirical research. The findings may provide a basis for improving spatial planning, coordinating responsibilities in infrastructure management, and enhancing the regulatory framework. Furthermore, the results may contribute to improving traffic sign design, implementing educational campaigns, and raising awareness among road users.

Keywords: traffic signs, visual complexity, perception, traffic sign comprehension