

**ИСТРАЖИВАЊЕ ЕРГОНОМСКИХ КАРАКТЕРИСТИКА ПОКАЗНИХ
ИНСТРУМЕНАТА ПУТНИЧКОГ ВОЗИЛА****RESEARCH OF ERGONOMIC CHARACTERISTICS OF PASSENGER VEHICLE
DISPLAY INSTRUMENTS**

Давор Братић, Драган Ружић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – МАШИНСТВО

Кратак садржај – *Тема овог рада јесте истраживање ергономских карактеристика показних инструмената моторних возила, с циљем утврђивања који начин приказа даје најбоље резултате по питању тачности и времена потребног за читавање. Истраживање је реализовано уз помоћ 30 активних возача оба пола из различитих старосних група, којима су приказивани примјери постојећих инструмент табли.*

Кључне ријечи: *моторно возило, показни инструменти, вријеме реакције, брзиномјер.*

Abstract – *The topic of this paper is the research of the ergonomic characteristics of a motor vehicle instruments, with the aim of determining which way of displaying gives the best results in terms of accuracy and required reading time. The research involved 30 active drivers of both sexes from different age groups, who were shown various examples of existing dashboard designs.*

Keywords: *motor vehicle, display instruments, reaction time, speedometer.*

1. УВОД

Прва моторизована возила (од 1886. године) нису била опремљена било каквим елементима инструментације, него су возачи током управљања моторним возилом морали инстинктивно да процјењују брзину кретања [1].

Данас, с друге стране, сва моторна возила имају напредне системе инструментације који су резултат развоја различитих грана науке, као и разноликих ергономских рјешења и концепата. С обзиром на то да је стандардизација у овој области још увијек на врло ниском нивоу, поставља се питање који начин приказа заправо омогућава возачу да за што краће вријеме добије довољно тачне информације о читавим параметрима, а да ова активност не угрожава возачеву способност да безбједно управља моторним возилом. С обзиром на све веће присуство дигиталне инструментације у моторним возилима, ова тема је тренутно врло актуелна и још је у фази истраживања. Због тога, већина закључака по питању дизајна је и даље претежно савјетодавног карактера и дата је у виду смјерница и препорука.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Драган Ружић.

2. ТЕОРИЈСКЕ ОСНОВЕ

Током војње, возач (као комплексан систем чула) реагује на различите врсте побуда које долазе од различитих извора (возила, подлоге, других учесника у саобраћају итд.). С обзиром на чула којима возач региструје те побуде, исте се могу подијелити на:

- визуелне побуде,
- звучне (акустичне) побуде и
- додирне (хаптичке) побуде.

Јасно је да је за безбједно управљање моторним возилом чуло вида од пресудног значаја, али је током војње то чуло уједно и најактивније и најоптерећеније чуло. Поред поменутог, комуникација на релацији возило-возач се у највећој мјери одвија управо посредством овог чула. Због тога је од кључног значаја да показни инструменти у возилу буду такви да су параметри које приказују лако разумљиви и да их је могуће прочитати у што краћем временском року, како би се вријеме током којег је возачев поглед скренут са пута, смањило у што већој мјери.

Како би се ово остварило, нека генерална ергономска упутства налажу да визуелни показни инструменти треба да буду такви да возач потребне информације може да прочита [2]:

- брзо (у трајању кратког погледа),
- уз минималне физичке напоре (окретање главе, помјерање тијела),
- уз минималне менталне напоре (начин приказа у препознатљивом облику),
- без потребе за приоритизацијом доступних информација (приказ само најбитнијих података),
- само кад за тим постоји потреба (без непотребне додатне обраде информација),
- са довољном тачношћу (без обавезне потребе за дубљим разумијевањем рада надзираног система),
- неометано од стране другог система за информисање (нпр. аудиторног),
- без обзира на временске услове (дан, ноћ, изложеност директној сунчевој свјетлости и сл.),
- без обзира на ограничења условљена језичким и културолошким баријерама (универзалност).

Како су горе наведена упутства ипак само савјети, не постоји недвосмислено дефинисан начин како приликом конципирања визуелних инструмената реализовати све наведено (или бар што већи број). Ова

чињеница за послједицу има најразличитије приступе самом конципирању и дизајнирању показних инструмената, тако да се чак и фундаментални елементи визуелних показних инструмената (без обзира на коришћену технологију за сам приказ), разликују од произвођача до произвођача, па чак и од модела до модела истог произвођача.

Тако се на примјер (посматрано у односу на брзиномјер као инструмент са ког се најчешће врши читавање током вожње), различите специфичности дизајна односе на:

- положај брзиномјера у односу на остале показиваче (лијево, десно, централно),
- величина брзиномјера у односу на остале показиваче (мањи, већи, исти),
- начин приказивања брзине кретања (са казаљком и скалом или нумерички),
- почетни положај казаљке брзиномјера (вертикалан, хоризонталан, под неким углом),
- смјер обртања казаљке (у смјеру обртања казаљке на сату или супротно смјеру обртања казаљке на сату),
- боја казаљке у односу на скалу и позадину инструмент табле (контраст),
- преклапање казаљке са бројевима скале,
- скала брзиномјера и обртомјера (интервал подјеле скале брзиномјера, парност бројчаних вриједности скале брзиномјера, ред величине бројчаних вриједности скале обртомјера, положај бројчаних вриједности у односу на скалу, боја скале у односу на позадину инструмент табле).

С обзиром на наведене специфичности, а узимајући у обзир и људе са свим својим комплексним разликама и утицајним факторима, могуће је разумјети зашто не постоје једнозначна правила када је у питању пројектовање и дизајнирање инструмент табле, него су смјернице дате више у виду упутстава, савјета и искустава стечених на основу истраживања и примјера из експлоатације.

3. МЕТОД РАДА

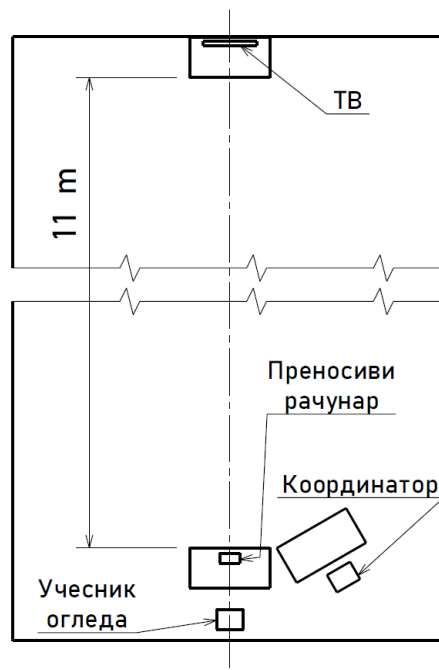
Експериментално истраживање реализовано је у лабораторијским условима у затвореном простору, са увијек истим нивоом освјетљења (вјештачко освјетљење). Оглед је реализован у периоду између 05.06.2023. и 07.07.2023. и то увијек у поподневним часовима (16:00 до 21:00), како би очекивани ниво умора код свих учесника огледа био приближно исти да би се у што већој мјери умањио утицај истог на крајње резултате.

За реализацију експерименталног истраживања коришћена су следећа средства као интегрални дио огледа:

- *Lenovo ThinkPad T590* преносиви рачунар (технологија екрана: *Antiglare FHD IPS Display*, дијагонала екрана: *15,6"*, резолуција екрана: *1920x1080*, технологија микрофона: *Dual far-field microphones*) и
- *Grundig VISION 9 32-9970 T/C* телевизор (технологија екрана: *Active Matirx TFT LCD*,

дијагонала екрана: *32"*, резолуција екрана: *1920x1080*).

Експериментално постројење организовано је на такав начин да је тачно утврђен и фиксиран положај свих елемената који га чине. Постројење само по себи није комплексно, нити се састоји од пуно различитих елемената. На једном крају просторије налазе се сто и столица чије се осе симетрије подударају са подужном осом симетрије просторије у којој се налазе. На том столу, тачно на средини постављен је преносиви рачунар на ком ће се вршити приказ различитих инструмент табле и са ког ће учесници огледа, у сједећем положају, читавати тражене параметре. Такав исти сто (превасходно исте висине) налази се на супротној страни просторије, позициониран на исти начин као и претходни (оса симетрије стола се подудара са подужном осом симетрије просторије). На овом столу, тачно на средини налази се телевизор који ће бити предмет фокуса свих учесника током огледа. Поред првог стола (за којим сједе учесници огледа), налази се сто координатора огледа. Скица експерименталног постројења приказана је на слици 1.



Слика 1. Приказ просторне конфигурације експерименталног постројења

Како би добијени резултати били што мјеродавнији, неопходно је узети у обзир учеснике оба пола из свих старосних група. Према класификацији Агенције за безбедност саобраћаја Републике Србије, старосне групе подијељене су на следећи начин: млади учесници у саобраћају (15 до 30 година старости), учесници у саобраћају средњих година (31 до 64 године старости) и старији учесници у саобраћају (преко 65 година старости). Управо ова подјела послужила је као основ за конципирање огледа као и одабир учесника огледа.

Како је један од услова за учешће у огледу и тај да је учесник огледа активан возач (али не и професионални возач), из практичних разлога је подјела благо

прилагођена, односно сви учесници који имају навршених 60 и више година старости, биће посматрани као старији учесници у саобраћају [3].

У циљу постизања што равномјерније старосне расподјеле, учесници су бирани тако да су све три старосне групе заступљене са по десет учесника, односно по пет учесника оба пола у све три старосне групе.

Прије почетка кључног дијела огледа, сви учесници су упознати са током огледа и дати су им одређени савјети и упутства. Наглашено је да не постоје тачни и нетачни одговори, те да се сви њихови могући одговори третирају као валидни и релевантни за њих. Такође, напоменуто је да циљ није да се одговори дају екстремно брзо (на уштрб тачности), нити превише споро (што би било одступање од реалних услова вожње гдје возачи само на тренутак скрећу поглед са пута како би прочитали вриједности са одређених инструмената). Напротив, учесницима је савјетовано да се (колико је то год могуће у лабораторијским условима) понашају као да су активни учесници у саобраћају у улози возача моторног возила који у једном тренутку мора да ишчита задату вриједност са инструмент табле која се налази испод тачке фокуса (замишљеног пута). Напоменуто је и да ће инструмент табле бити приказана док год учесници не дају одговор.

Како би се у мјерењу времена потребног за читавање тражене величине у обзир узела и адаптација жижне даљине са замишљеног пута (телевизор), на инструмент таблу у непосредној близини (рачунар), на телевизору су приказиване просте математичке једначине (сабирање и одузимање два броја до 10) које су исписане бијелим словима (Bahnschrift) величине 44 на црној позадини. Приказиване једначине на телевизору су заправо примарни фокус свих учесника огледа и исти ће преко 90% времена трајања огледа провести управо гледајући у телевизор, који је у овом случају симулација жижне даљине која се у реалним условима вожње налази на путу испред возила. Саме једначине (рјешења) су заправо само средство валидације да је поглед учесника заиста усмјерен ка телевизору и да им је фокус (жижна даљина) на растојању већем од растојања на које ће морати да се адаптирају приликом читавања тражених вриједности са инструмент табли приказаних на преносивом рачунару.

Учесницима је наглашено да ће одговор на свако питање увијек бити неки број, та да се двије трећине питања односе на читавање брзине кретања возила. Преостала трећина питања односи се на читавање броја обртаја мотора, нивоа горива у резервоару и радне температуре мотора.

Учесници су затим упознати са карактеристичним циклусом огледа који се састоји од четири корака:

- 1) када је координатор огледа сигуран да је поглед учесника усмјерен ка телевизору, координатор поставља питање: „Који је резултат једначине?“ и ако добије тачан одговор, прелази на следећи

корак. Ако то ипак није случај, чека на приказ следеће једначине и понавља питање;

- 2) док је поглед учесника и даље усмјерен ка телевизору, координатор чита питање у ком је изражено коју величину је потребно прочитати са инструмент табле која ће се након звучног сигнала појавити на преносивом рачунару (у тренутку читања питања, екран рачунара је црн);
- 3) слиједи звучни сигнал (који је знак да учесник први пут у току циклуса може да скрене поглед са телевизора) и вербални одговор учесника на претходно постављено питање (други корак);
- 4) након изговореног одговора, инструмент табле нестаје са екрана преносивог рачунара (црн екран) и поглед учесника се поново усмјерава ка телевизору.

Након свега поменутог, а прије самог огледа, учесницима су (у виду демонстрације огледа) приказане све инструмент табле које ће бити дио кључног дијела огледа. Све инструмент табле приказиване у овој фази биле су у „нултом положају“ (казалке на минималним – почетним вриједностима и сви контролни индикатори – лампице активирани). Том приликом су учесници огледа имали прилику и да у неколико наврата испробају пар узастопних циклуса са овим таблама, како би се привикли на редослијед корака и задатке који се од њих очекују. Учесници су обавијештени да кључни дио огледа траје краће од десет минута. Поглед из позиције учесника огледа приказан је на слици 2.



Слика 2. Поглед на телевизор и преносиви рачунар са позиције учесника огледа

Одмах након описаног огледа, истраживање је настављено са истим учесницима у облику који је више анкетног карактера. У овом дјелу огледа на сто испред учесника огледа поређани су папири А4 формата на ком су одштампане исте инструмент табле које су коришћене током демонстрације огледа у претходном дијелу огледа.



Слика 3. Приказ учесника огледа приликом субјективног оцјењивања инструмент табли

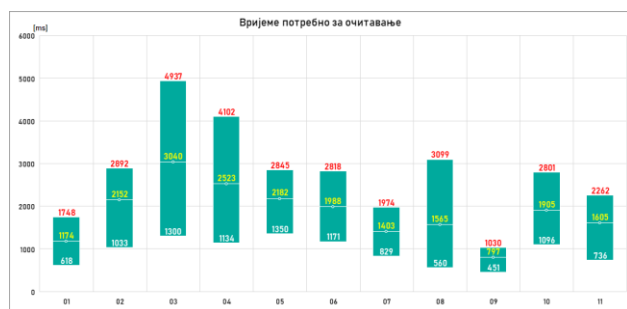
Од учесника је захтијевано да прво одаберу „најгору“ инструмент таблу, а затим да системом елиминације

избор сведу на три „најбоље“ и затим и рангирају преостале три табле. Приликом упознавања учесника са овим дјелом огледа наглашено је да не постоје никакви објективни критеријуми за оцјењивање, те да оцјењивање врше по личном нахођењу. Учесници су избор најгоре и три најбоље оцијењене инструмент табле морали да образложе у пар реченица (слика 3).

4. РЕЗУЛТАТИ

Како је раније већ поменуто, предмет истраживања има три утицајна аспекта: дизајн инструмент табле, узраст (број навршених година) и пол. Утицај ових аспеката анализиран је кроз вријеме потребно за читавање (што краће, то боље) и прецизност читавања (што мање одступање у односу на приказану вриједност). Вријеме потребно за читавање мјерено је од почетног тренутка звучног сигнала, до почетног тренутка одговора учесника. За потребе мјерења коришћен је бесплатан програм *Audacity*, помоћу ког је вршено иницијално снимање огледа. Због ограниченог простора, у овом раду биће приказани само резултати са аспекта дизајна инструмент табле.

Ако се у обзир узимају прве три четвртине валидних резултата свих учесника (ради елиминације екстрема), евидентно је да постоји разлика у времену потребном за читавање која је условљена дизајном (посматрано за цјелокупну популацију учесника огледа) – слика 4.



Слика 4. Потребно време за читавање (за свих 11 инструмент табле)

Када је пак у питању стандардна девијација као апсолутна мјера одступања која указује колико елементи неког узорка одступају од аритметичке средине, исту можемо посматрати као мјеру складности дизајна инструмент табле. Овај показатељ може послужити као мјера колико је одређени дизајн универзално разумљив (без обзира на узраст и пол), а вриједности стандардне девијације дате су на слици 5.



Слика 5. Графички приказ стандардне девијације

На сличан начин може се оцјенити и прецизност читавања гдје просјечно одступање и стандардну девијацију треба посматрати заједно како би било могуће

донијети закључак о генералном квалитету дизајна и прилагођености специфичној групи - слика 6.



Слика 6. Графички приказ просјечног одступања и стандардне девијације прецизности читавања

5. ЗАКЉУЧАК

Узимајући у обзир све добијене резултате, показни инструменти са дигиталним нумеричким приказом су имали очекивано најбоље резултате и по питању времена потребног за читавање и по питању прецизности, али само они код којих је приказ брзине заузимао централно мјесто (у односу на ширину и висину цијеле табле). Инструмент табле код којих дигитални нумерички приказ није био у центру, чак су имале највећи број погрешних читавања (брзина кретања није прочитана са брзиномјера), као и аналогне инструмент табле код којих је ред величине бројчаних вриједности обртомјера изражен у десетицима (исто као и код брзиномјера). Код аналогних показних инструмената се као најбоље рјешење боје казальке и скале показала комбинација казальке упечатљиве боје (црвена) и скале бијеле боје на тамној позадини (црна или тамно сива). Префериран интервал подјеле скале брзиномјера је 20.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Knoll P.: Some pictures of the history of automotive instrumentation, Journal of the SID 25/1, 2017.
- [2] Bhise V. D.: Ergonomics in the automotive design process, CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton, Florida, 2012.
- [3] ***, Statistički izveštaj o stanju bezbednosti saobraćaja u Republici Srbiji u 2018. godini, Agencija za bezbednost saobraćaja Rep. Srbija, Beograd 2019.

Кратка биографија:



Давор Братић рођен је у Штутгарту 1993. год. Дипломски рад из области динамике кретања моторних возила одбранио је 2018. год. на Факултету техничких наука. Од 2020. године запослен је у аутомобилској индустрији.



Драган Ружић (1973) докторирао је на Факултету техничких наука из области ергономије у моторним возилима 2013. год. Запослен је на Факултету техничких наука од 2000. год., а од 2018. год. је у звању ванредног професора на Катедри за моторе и возила.