|  |
| --- |
| ***subj.-no.***  **ДГКМ**  **MASE**  **ДРУШТВО НА**  **ГРАДЕЖНИТЕ**  **КОНСТРУКТОРИ НА**  **МАКЕДОНИЈА**  **MACEDONIAN**  **ASSOCIATION OF**  **STRUCTURAL**  **ENGINEERS**  Partizanski odredi 24,  P. Box 560, 1001 Skopje  Macedonia |

Горан И. МИЈОСКИ1, Андреј А. ЛЕПАВЦОВ2

СВЕТЛОСНИ СВОЈСТВА НА ВОЗНИТЕ ПОВРШИНИ, ФАКТОРИ КОИ НА НИВ ВЛИЈААТ И МЕТОДИ ЗА МЕРЕЊЕ

РЕЗИМЕ

Релативно скоро е дојдено до сознанието колку е важно возните површини (освен по другите показатели), да се избираат и по своите фотометриски особини. Светлосните својства на возните површини, битни се за овозможување на определено ниво на безбедност, бидејќи тие се јавуваат како услов за распознавање на предметите во просторот, како и хоризонталната и вертикалната сигнализација. На светлосните карактеристики на возните површини, влијание имаат градењето и надворешните влијанија. Рефлектирачките карактеристики на коловозните површини се особено значајни за безбедноста на сообраќајот во најнеповолни услови, а тие најнеповолни случаи се кога коловозите се мокри и ноќе.

*Клучни зборови: возна површина, абечки слој, светлосни карактеристики, мерна апаратура.*

Goran I. MIJOSKI[[1]](#footnote-1), Andrej A. LEPAVCOV[[2]](#footnote-2)

GUIDE FOR REPORTS PREPARATION

SUMMARY

Recently it was realized that photometric features (along with other indicators) are very important for driving surfaces. Lithing properties of the driving surfaces are important for providing a certain level of security, because they are condition for recognition objects in the space, as well as horizontal and vertical signalization. Lighting properties are influenced by construction and external influences. Reflecting characteristics of pavements are very important for traffic safety in most unfavorable conditions, especially on wet pavements at night.

*Key words: возна површина, абечки слој, светлосни карактеристики, мерна апаратура*

1. ВОВЕД

Светлосните својства на возните површини, битни се за овозможување на определено ниво на безбедност, бидејќи тие се јавуваат како услов за распознавање на предметите во просторот, како и хоризонталната и вертикалната сигнализација. На светлосните карактеристики на возните површини, влијание имаат градењето и надворешните влијанија (сл.1). Во зависност од особините на абечките слоеви на возната површина, светлосните својства зависат од влијанијата при градење, односно возните површини можат да бидат: **светли или темни** (зависно од минеролошката структура на зрната во асфалтната мешавина) и **рапави или мазни** (зависно од составот и начинот на вградување на асфалтната мешавина во абечките слоеви).

|  |
| --- |
|  |
| Сл. 1. Шема на влијанија светлосните карактеристики на возните површини и на начините на рефлектирање на светлоста |

1. РЕФЛЕКТИРАЧКИ СВОЈСТВА НА ВОЗНИТЕ ПОВРШИНИ

Релативно скоро е дојдено до сознанието колку е важно возните површини (освен по другите показатели), да се избираат и по своите фотометриски особини. При одреден вид осветлување таквите својства условуваат светлосно одразување на коловозната површина. Неспорно е дека доброто примање на пречките и на хоризонталната сигнализација на патот, е важна претпоставка за добра сигурност при возење. Воочувањето на даден предмет со одредени димензии, зависи од контрастот помеѓу предметот и неговиот фон од кој што се рефлектира, а тој фон претставува возната површина.

Рефлектирачките својства на возните површини значително влијаат на распределбата и нивото на луминација, а според сликата 1, зависат од материјалот, изградбата, зрнатоста на површината, абењето, степенот на извалканост, влажноста на коловозот и температурата.

При тоа, разликуваме 3 различни видови на рефлектирање (Žmavc Ј.,1981):

* **Сјајно рефлектирање** (светлосните зраци се одбиваат според Snellius – овиот закон на прекршување, што најчесто се јавува кај мазни возни површини, каде рефлектирачкиот зрак се одбива под ист агол како и влезниот зрак),
* **Дифузно рефлектирање** (се јавува кај рапави возни површини, каде што светлосните зраци се рефлектираат во сите насоки) и
* **Ретро рефлектирање** (најголем дел светлосни зраци се враќаат кон изворот на светлост).

Рефлектирањето на возната површина зависи од односот на светлоста (S) и осветленоста (O), а се пресметува според равенката:

L = S/O

L - Коефициент на искористување на светлосните својства

Во праксата, кај возните површини истовремено се јавуваат сите видови на рефлексија на светлоста, а рефлектирачките својства на таквите површини се опишуваат со коефицеиентот на луминација (q).

q = L/E (2)

L – луминација која во определена точка (A) ја произведува извор на светлост Q, поради распрснатиот одсјај на површина (dA), која набљудувачот ја гледа од некоја точка (B).

E – осветленост која во точка (Т), ја произведува извор на светлост Q.

Рефлектирачките карактеристики на коловозните површини се особено значајни за безбедноста на сообраќајот во најнеповолни услови, а тоа се случаи при мокри коловози и во ноќни услови. Бидејќи условите на коловозните површини постојано се менуваат (ден – ноќ, суви, влажни, мокри и др.), при изборот на коловозна покривка од аспект на подобри рефлективни карактеристики, би требало да се применат што посветли и порапави абечки слоеви, како би се намалиле влијанијата на рефлективните карактеристики на возната површина кои зависат од нејзината состојба.

Светлосните карактеристики кои се најзначајни за корисниците на патиштата, се карактеризираат претежно со дифузно рефлектирање на светлоста, што вообичаено се постигнува со грубозрнести абечки слоеви со остри рабови, бидејќи овие абечки слоеви со длабочина на рапавоста до 1,2 mm имаат способност да ги задржат своите карактеристики и во мокра ситуација, за разлика од ситнозрнестите абечки слоеви.

На возните површини недозволиво е да постои голема разлика на светлосните карактеристики, во сува и мокра состојба. Овој проблем се надминува со подобрување на одводнувањето на коловозот, со што се обезбедуваат подобрени рефлектирачки карактеристики и пред се изедначени.

Како проблем на рефлективните карактеристики на коловозите, се детектира и преминот од нови на стари коловози. Новите возни површини се потемни поради битуменскиот филм со кој се обвиени зрната од асфалтната мешавина, па поради тоа новите возни површини имаат послаби рефлектирачки карактеристики. Овој проблем се надминува со посипување на новоизградените површини со ситнозрн светол агрегат.

Класификацијата на коловозните површини од Меѓународната комисија за осветлување (CIE - Commision Internationalle de l’ lecloirage), според нивните светлосно-рефлектирачки карактеристики е следнава:

**Класа I:**

- Асфалт бетонски покривки со светли вештачки материјали од 15 до 30 % во зависност од нивните својства;

* Покривки со фракции од кршен камен, кои што покриваат преку 80% од површината на коловозната покривка, во кои се содржат големи количини на светли вештачки материјали;
* Цемент бетонски коловози.

**Класа II:**

- Коловозни покривки со рапава текстура и други додатоци;

* Асфалт бетонски покривки со 10-15% вештачки светли додатоци;
* Еднозрнест и рапав асфалт бетон со крупни фракции повеќе од 90% и со големина на зрната до 10 mm и повеќе.

**Класа III:**

* Асфалт бетон (ладен лиен) со зрна до 10 mm, но со рапава текстура;
* Покривки со еднозрнеста текстура - полирана.

**Класа IV:**

* Лиен асфалт, после неколку месечна експлоатација;
* Покривки многу мазни и полирани.

**Класа V:**

* Покривки кои се уште не може да се дефинираат заради недоволно податоци;
* Многу мазни и полирани покривки со мала содржина на камени фракции и врзно средство повеќе од оптималното, кое избива на површината.

Интензитетот на рефлектирање на некои коловозни покривки даден е во следнава табела (Wiehler und Autorenkollektiv, Strassenbau, Konstruktion und Technologie, Berlin 1979).

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Коловозни површини**  **без посебна осветленост** | | | **Асфалтни коловозни покривки**  **со светли додатни материјали** | | |
| **Тип на коловозни покривки** | **L, cd/m2** | | **Ситно зрнест асфалт бетон** | **L, cd/m2** | |
| **сува** | **влажна** | **сува** | **влажна** |
| Асфалт бетон | 0,15 | 0,07 | Со 40% кварцит | 0,28 | 0,21 |
| Лиен асфалт | 0,10 | 0,05 | Со 60 % филит | 0,31 | 0,26 |
| Гранитни коцки светли | 0,20 | 0,09 | Со 40% синтетички светли материјали | 0,32 | 0,29 |
| Цемент бетон | 0,30 | 0,15 |  |  |  |
| Површинска обработка со светол шлајм | 0,16 | 0,14 | Бел барит | 1,00 | 1,00 |

Табела 1. Интензитет на рефлектирање кај различни видови коловозни покривки

Промена на бојата на коловозната површина заради подобрување на нејзините фотометриски својства, може да се оствари со употреба на светли агрегати произведени од природни минерални материјали (варовник), или синтетички произведени материјали со бела боја и одредени врзни средства. Рефлектирачките особини на асфалтните коловози треба да се бараат во изборот на минералниот агрегат. Со употреба на светли камени агрегати не се постигнува многу во белината на коловозните површини (кај асфалтните коловози), заради прионливоста на агрегатот со врзното средство (битумен). Кај цемент - бетонските коловози рефлективноста е поизразена, но за жал кај нас ваков тип на коловози се уште не се применуваат.

Од синтетичките произведени материјали со бела боја, најчест користен и испитуван е производот „Синопал“ (Synopal). Рефлектирачките својства на синопалот (како на сув така и на мокар агрегат) се скоро непроменливи и 5 до 7 пати се поголеми во однос на варовник или на светли еруптивни агрегати. Синопалот се состои од силициум диоксид (70%), калциум оксид (23%), магнезиум оксид (2%), алуминиум оксид (3%) и феро оксид (2%). При проектирање на асфалтни мешавини за коловозни покривки со синопал потребно е да се определат оптимални односи на основните материјали кои влегуваат во составот на мешавината, за да се постигне бараниот квалитет на засторот и обезбеди саканата рефлективност на истиот.

Евидентно е дека ваквите особини се подобруваат со изработка на рапави коловозни површини. Кај коловози со светли и темни минерални фракции, рефлективноста зависи од нивната распределба во мешавината во однос на коловозната површина. При тоа, треба да се напомене дека светлите фракции, потребно е висински да доминираат над темните фракции од +0,3 mm до +1,00 mm (слика 3 и 4)(Мијоски Г., 2010).

1. КОНТРАСТ НА ВОЗНИТЕ ПОВРШИНИ

Испитувањата, како и искуствата покажуваат дека контрастот има исклучително важна улога во перцепцијата. Контрастот на бои и светлина, овозможува воочување на објекти во нашето видно поле, така што зголемувањето на контрастот помеѓу предметите и видливата позадина (возна површина), претставува еден од најдобрите начини за зголемување на безбедноста на сообраќајот.

|  |  |
| --- | --- |
| светли  α | темни  светли  темни  α |
| Сл. 3. Однос на светлите и темните минерални фракции (повисоки се светлите) | Сл. 4. Однос на светлите и темните минерални фракции (повисоки се темните) |

**3.1. Карактеристики на боите кај патиштата**

- Контраст на бои: На секоја боја и одговараат определени светлосни својства и аналогно на тоа, секоја боја има определен контраст. Контрастноста на некои бои кои се користат при изградбата на патишта, дадени се во следната табела 2:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **БОЈА** | **Сина** | **Зелена** | **Жолта** | **Црвена** |
| **Бела** | 0,95 | 0,74 | 0,11 | 0,67 |
| **Сина** | - | 0,71 | 0,94 | 0,78 |
| **Зелена** | - | - | 0,68 | 0,14 |
| **Жолта** | - | - | - | 0,60 |

Табела 2. Табеларни вредности за контраст на боите

Вредностите дадени со табелата 2, можат да послужат како една од мерките за изработка на хоризонтална и вертикална сигнализација кај патиштата, а може да се заклучи дека е потребно покусо време за распознавање на боите, кога имаме поголеми вредности за нивниот контраст. Од табелата лесно воочливо е дека најголема контраст имаме помеѓу сина и бела боја (0,95), додека најмала контраст имаме помеѓу црвена и зелена боја (0,14). Според препораките на CIE (Commision Internationalle de l’ lecloirage), соседните бои од трихроматскиот координатен систем (боите кои лежат една до друга) поради опасност, не би смееле да се употребуваат во ист сигнален систем.

- Рефлективни својства на боите: Светлоста на жолтата боја во однос на белата е значително послаба, поради што и видливоста е на помала одалеченост, односно, односот на видливост преку ден помеѓу белата и жолтата боја изнесува 100 : 69 во корист на белата боја. Истотака, жолтата боја има многу послаби ретрорефлективни својства од белата боја и при светлост од рефлектори и тоа само 21% од рефлективните својства на белата боја. Ноќно време, светлосните својства на боите се определени со ретрорефлексија и рефлектирана светлина.

- Испитување на видливост на ознаките на возните површини: Квалитетното обележување на ознаки на возната површина, како и нивните рефлективни карактеристики, имаат големо значење за безбедноста на сообраќајот. Со примена на најновите методи и постапки за нанесување на ознаки на возните површини и нивно испитување, може да се постигне висок и константен квалитет на целата патна мрежа. Постојат две методи за испитување на дневната и ноќната видливост на ознаките на коловозите: статичко и динамичко испитување.

Статичките испитувања на дневната и ноќна видливост на ознаките на коловозите, во најголемиот број земји во ЕУ се изведуваат во согласност со Европските норми (EN 1436 Материјали за ознаки на коловозите – Карактеристики потребни за корисниците на патот). Овој тип на испитувања најчесто се изведуваат со уреди од типот на рефлектометри, по две методи и тоа: „Kentucky“ и Германскиот пропис „ZTV M 02“ (Koln, 2002). Динамичкото испитување на ретрорефлексија на ознаките на коловозот, подразбира мерење на ноќната видливост и се врши со мерен уред монтиран на возило, со брзина на движење до 120 km/h, континуирано по целата должина на патот. Мерниот апарат може да биде поставен од двете страни на возилото, со што се овозможува мерење на средната и рабните ленти. Испитувањето на ознаки со мерно возило опремено со рефлектометар има повеќе предности, овозможува добивање на континуирани резултати од мерењата за целата мерна делница, за кусо време, бидејќи возилото се движи со брзини до 120 km/h (најчесто со оперативна брзина од 70 km/h), поради што не се предизвикува застој во сообраќајот (Zehntner Testing Instruments: Instruction manual).

1. ЗАКЛУЧОК

Можеме да констатираме дека светлосните својства на возните површини, представуваат еден од навистина битните фактори за овозможување на определено ниво на безбедност, бидејќи тие се јавуваат како услов за распознавање на предметите во просторот, како и за навремено воочување на хоризонталната и вертикалната сигнализација на патиштата, преку која ги добиваат потребните информации за безбедно возење.

Во праксата, кај сите возни површини истовремено се јавуваат сите видови на рефлексија на светлост (сјајно, дифузно и ретрорефлектирање), што значи дека рефлексијатa на возните површини е мешана и рефлектирачките својства на таквите површини се опишуваат со коефицеиентот на луминација (q).

Може да заклучиме и препорачаме дека, од аспект на добри светлосни својства на коловозните површини, подобри се што посветли и порапави завршни абечки слоеви поради повеќе причини во однос на помазните и потемни коловози, бидејќи имаат подобри рефлективни својства и тоа: при добри услови на коловозната површина (во дневни услови и при сува коловозна површина) и при лоши услови на коловозната површина (ноќе, како и при мокра коловозна површина, бидејќи имаат подобро дренирање на водата).

Како коловозни површини со најдобри светлосни својства се издвојуваат прво бетонските коловози, а потоа асфалтните коловози со 80% агрегатни додатоци кои стрчат од масата на асфалт.

Особено значаен за безбедноста при возење е и контрастот на бои, бидејќи способноста на човековото око за разликување на контрастот е доста голема, а истовремено голема е и способноста за разликување на различни светлосни својства. И за овој проблем, решението се бара во изградба на посветли коловози.

Од аспект пак на патната сигнализација, треба да се настојува да се користат бои кои имаат поголеми вредности за контрастот, затоа што потребно е покусо време за нивно распознавање. Најголема контраст имаме помеѓу сината и белата боја (0,95), додека најмала контраст имаме помеѓу црвената и зелената боја (0,14).

Во прилог на светлите коловози во однос на темните оди уште една нивна особина, што тие се подобри поради нивната светла боја и имаат пониска температура на возната површина, што значи дека тие се помалку подложни на деформации на стабилност. Констатирано е дека рефлектирачките својства на возните површини, поврзани се со хроматските особини на минералните агрегати, микротекстурата, како и технологијата на вградување.

На места на кои не може да се обезбеди доволно рефлектирачки особини на коловозите, како и на раскрсници, клучки, тунели, пешачки премини и други места, решението се бара во поставување на осветление на патот. Воопшто, тенденцијата во современата патоградба се одвива кон осветлување на патиштата, особено на автопатиштата, каде на кориснисите се настојува да им се овозможува највисоко ниво на услуга. Како резултата на ова, спроведени се испитувања со кои е забележано дека со користење на патно осветление битно се подобрува безбедноста, односно се намалува бројот на сообраќајни незгоди (Krajcar J. et all, 2009).

5. ЛИТЕРАТУРА

1. Žmavc Ј.: Kriteriji za kvantitativno vrednovanje karakterističnih svojstava savremenih voznih površina (Institut za puteve – Beograd, 1981)
2. Zehntner Testing Instruments: Instruction manual ZDR6020 Dynamic Retroreflectometer RL (Sissach, 2009)
3. Krajcar J. et all: Elektricna rasvjeta (2009 )

4. Мијоски Г. „Интегрален пристап кон оценката на атрибутите и индикаторите на возната површина“, Докторска дисертација, 2010 год.

5. Forschungsgesellshaft für strassen und verkehrswesen: ZTV M 02 (Köln, 2002)

6. HRN - EN 1436:2008:Materijali za oznake na kolniku–Značajke nužne za korisnike ceste

1. CIE - Commision Internationalle de l’ lecloirage - Препораки

8. Wiehler und Autorenkollektiv, Strassenbau, Konstruktion und Technologie (Berlin 1979)

1. Assist. Prof. PhD, Faculty of Civil Engineering, University „S’s. Cyril and Methodius“, Skopje, Republic of Macedonia, mijoski@gf.ukim.edu.mk [↑](#footnote-ref-1)
2. Assist.Prof. PhD, Faculty for Architecture and Design, University „American College“, Skopje, Republic of Macedonia, lepavcov@gmail.com [↑](#footnote-ref-2)