

Univerza
v Ljubljani
Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*

*Janova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si*



Visokošolski program Gradbeništvo,
Smer operativno gradbeništvo

Kandidat:

Matevž Furlan

Retrorefleksivnost horizontalne signalizacije in talnih označb

Diplomska naloga št.: 271

Mentor:

doc. dr. Alojzij Juvanc

Somentor:

asist. mag. Robert Rijavec

Ljubljana, 23. 4. 2007

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani **MATEVŽ FURLAN** izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom:
**»RETROREFLEKSIVNOST HORIZONTALNE SIGNALIZACIJE IN TALNIH
OZNAČB«.**

Izjavljam, da prenašam vse materialne avtorske pravice v zvezi z diplomsko nalogo na UL,
Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

Ljubljana, 11.4.2007

(podpis)

BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK: 656.1:621.32:006(043.2)
AUTOR: Matevž Furlan
Mentor: doc. dr. Alojzij Juvanc
Somentor: asist. mag. Robert Rijavec
Naslov: Retrorefleksivnost horizontalne signalizacije in talnih označb
Obseg in oprema: 84 str., 12 pregl., 5 graf., 36 sl.
Ključne besede: svetlobna odbojnost, retrorefleksija, nočna vidljivost, barva, hladna plastika, vroča plastika, prefabricirani trakovi, steklene kroglice-perle

Izvleček:

Živimo v času, ko je hitrost vodilo napredka in učinkovitost. V cestnem prometu je zato izbira pravilne prometne signalizacije in opreme pomembna zaradi učinkovitega zagotavljanja hitrega poteka prometa, njegove varnosti in nenazadnje tudi ekonomičnosti.

V diplomskem delu sem predstavil vpliv človeškega faktorja na zaznavnost, ki je glavno vodilo tudi pri izbiri in postavitvi signalizacije. Podrobno sem opisal svetlobno odbojnost in zagotavljanje retrorefleksije v različnih vremenskih in dnevnih pogojih.

Z vse večjimi zahtevami glede prometne varnosti in varčnosti se je razvijala tudi tehnologija materialov za talne označbe. Zato sem predstavil vrste talnih označb in postopke apliciranja. Prikazal sem tudi postopke ugotavljanja skladnosti proizvodov s standardi, ki jih morajo dosegati te označbe.

V zaključku sem primerjal stroške uporabe različnih tipov označb z vidikov retrorefleksije, dobe trajanja in zastojev, ki se pojavljajo zaradi del na vozišču.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDC: 656.1:621.32:006(043.2)
Author: Matevž Furlan
Supervisor: doc. dr. Alojzij Juvanc
Co Supervisor: Assist. M.Sc. Robert Rijavec
Title: Retroreflectivity of horizontal signalization and pavement marking
Notes: 84 p., 12 tab., 5 graph., 36 fig.
Key words: reflection, retroreflection, night-time visibility,
paints, cold plastic, termoplastic, preformed road markings,
glass beads

Abstract:

We live in an era in which speed is the guiding principle of progress and efficiency. The right choice of traffic signalisation and equipment in road traffic is therefore very important because it ensures that traffic is fast and safe as well as economical.

The paper presents the influence of human factor on visibility, which is a major guideline in choice and instalment of signalisation. There is a detailed description of the reflection of light and providing retroreflection in various weather conditions and times of the day.

Following more and more demands regarding traffic safety and economy, the technology of materials for road surface marking has developed. I presented the types of road surface marking and the procedures of application.

I described the procedures of ascertaining the conformity of products with required standards. In the conclusion, I compared the costs of use of various types of marking from the viewpoint of retroreflexion, useful life of a product and traffic hold-ups due to roadworks.

ZAHVALA

Obširno sodelovanje z g. Bojanom Kovačem iz podjetja 3M SLOVENIJA, ki uvaža visoko retroreflektivne vnaprej izdelane trakove in drugo opremo cestnoprometne signalizacije. Tu sem dobil veliko virov o trakovih, predstavitev, retrorefleksiji, podatke o pravilnikih v nekaterih evropskih državah, itd...

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
1.1	Predstavitev problema.....	1
1.2	Cilj naloge.....	5
2	POJEM PROMETNE SIGNALIZACIJE IN NJENA FUNKCIJA	6
2.1	Kaj je signalizacija in njena funkcija.....	6
2.1.1	Namen cestnoprometne signalizacije	7
2.1.2	Zaznavnost prometne signalizacije in VVO (voznik-vozilo-okolje)	8
2.2	Človeški faktor	9
2.2.1	Sposobnost vida.....	10
2.2.2	Tunelski vid zaradi hitrosti vožnje.....	11
2.2.3	Prilagoditev ostrine vida na prehodih med svetlobo in temo.....	12
2.2.4	Vizualna percepcija – zaznavanje in reakcijski čas.....	13
2.2.4.1	Vidno zaznavanje pri nočni vožnji.....	15
2.2.4.2	Naloge, povezane z vidnim zaznavanjem pri nočni vožnji.....	15
3	LASTNOSTI HORIZONTALNE CESTNOPROMETNE SIGNALIZACIJE	18
3.1	Refleksija	18
3.1.1	Merske enote	19
3.1.2	Difuzna refleksija.....	19
3.1.3	Zrcalna refleksija.....	20
3.1.4	Retrorefleksija.....	21
3.2	Fizikalne lastnosti horizontalne signalizacije, namenjene uporabniku	22
3.2.1	Dnevna vidnost.....	22
3.2.1.1	Barvne koordinate	22
3.2.1.2	Svetlost	24
3.2.2	Nočna vidnost	26
3.2.2.1	Lomni količnik	26

3.2.2.1.1	Retrorefleksija v suhih pogojih.....	28
3.2.2.1.2	Retrorefleksija v mokrih pogojih	30
3.2.2.2	Zagotavljanje retrorefleksije v mokrih pogojih.....	33
3.2.2.3	Steklene kroglice – perle.....	36
3.2.3	Drсна odpornost.....	38
4	MATERIALI HORIZONTALNE PROMETNE SIGNALIZACIJE.....	40
4.1	Klasifikacija materialov	40
4.2	Kakovost izvedenih del.....	41
4.3	Vzdrževanje talnih oznak.....	41
4.4	Oznake na vozišču in drugih prometnih površinah.....	42
4.5	Vrste materialov in mesto uporabe	43
4.5.1	Barve za označevanje.....	45
4.5.2	Plastične zmesi za označevanje	46
4.5.2.1	Hladna plastika	47
4.5.2.1.1	Metode nanašanja	48
4.5.2.2	Vroča plastika	49
4.5.2.2.1	Zagotovila proizvajalcev	50
4.5.2.2.2	Izvedba talne signalizacije z vročo plastiko.....	50
4.5.2.2.3	Način izvedbe vroče plastike	51
4.5.3	Prefabricirani trakovi.....	53
4.5.3.1	Prefabricirani trakovi za trajno uporabo.....	54
4.5.3.1.1	Metode nanašanja	56
4.5.3.2	Prefabricirani trakovi za začasno signalizacijo.....	58
5	SVETLOBNE OZNAČBE – MARKERJI	60
5.1	Markerji nad nivojem tal	60
5.2	Markerji v nivoju tal	62
5.3	Uporaba markerjev	63

6	TEHNIČNI PREDPISI IN TEHNIČNE SPECIFIKACIJE ZA JAVNE CESTE.....	66
6.1	Uporaba tehnične specifikacije za javne ceste.....	66
6.2	Kakovostne zahteve	66
6.3	Ugotavljanje in potrjevanje skladnosti proizvodov	67
6.3.1	Začetni tipski preskus.....	67
6.3.1.1	Začetni laboratorijski preskus proizvoda.....	67
6.3.1.2	Začetni tipski preskus proizvoda na testnem polju	70
6.3.1.2.1	Testno polje	70
6.3.1.2.2	Izdelava testnih označb.....	70
6.3.1.2.3	Meritve	71
6.3.2	Ovrednotenje in potrditev skladnosti proizvoda.....	75
7	TRAJNOST IN EKONOMICNOST RAZLIČNIH IZVEDB TALNIH OZNAČB... 	76
7.1	Pozitivne in negativne lastnosti različnih vrst oznak.....	76
7.2	Prikaz stroškov pri zastojih prometa zaradi del na vozišču	78
7.3	Stroški izvedbe posameznih vrst talnih označb.....	79
8	ZAKLJUČEK	81
9	VIRI	82

PREGLEDNICE

Preglednica 1: Predpisano območje koordinat v barvnem diagramu	23
Preglednica 2: Razredi Q_d za suhe cestne označbe	25
Preglednica 3: Razredi svetlostnega faktorja β za suhe cestne označbe.....	25
Preglednica 4: Svetlobno odbojne zahteve talnih označb v razvitih članicah EU.....	29
Preglednica 5: Razredi R_L za suhe cestne označbe	30
Preglednica 6: Razredi R_L za cestne označbe ob prisotnosti vode na vozišču.....	33
Preglednica 7: Razredi drsne odpornosti	39
Preglednica 8: Vrsta materialov za izdelavo talnih označb in mesto uporabe	44
Preglednica 9: Postopki merjenja in kakovostne zahteve za barve, hladne ter vroče plastike .	68
Preglednica 10: Postopek merjenja in kakovostne zahteve za steklene kroglice	69
Preglednica 11: Postopek merjenja in kakovostne zahteve za predizdelane talne označbe	69
Preglednica 12: Stroški in trajnost posameznih vrst označb	79

GRAFIKONI

Grafikon 1 : Delež ponesrečenih podnevi in ponoči	2
Grafikon 2 : Staranje voznikov v EU	4
Grafikon 3: Strošek uporabnikov zaradi enournih del na cesti z in brez zapore voznega pasu	78
Grafikon 4: Stroški uporabnikov pri uporabi različnih vrst talnih označb v 10 letih pri enourni zapori enega voznega pasu in v odvisnosti od gostote prometa	79
Grafikon 5: Primerjava trajnosti barve in traku s kvadratastimi izboklinami glede na retrorefleksijske lastnosti	80

SLIKE

Slika 1: Signalizacija nekoč in danes	1
Slika 2: Vidnost standardnih in sodobnih označb v nočnem času in v dežju.....	5
Slika 3 : Človeško oko in zaznavanje informacij	10
Slika 4: Prikaz št. luči po potrebi večje količine svetlobe z leti za videnje iste informacije....	13
Slika 5: Pot ustavljanja	14
Slika 6: Voznikovo vidno polje pri nočni vožnji glede na dva nivoja zunanje razsvetljave....	15
Slika 7: Difuzna refleksija	20
Slika 8 : Zrcalna refleksija.....	20
Slika 9 : Retrorefleksija	21
Slika 10 : Razumevanje retrorefleksije.....	21
Slika 11: Kontrast talnih označb in izračun faktorja svetlosti.....	24
Slika 12: Delovanje steklenih kroglic.....	26
Slika 13 : Različna količina odboja svetlobe v različnih vremenskih pogojih.....	27
Slika 14: Plast vode prekrije perle	31
Slika 15: Učinek majhnega refleksijskega indeksa	32
Slika 16 : Učinek visokega refleksijskega indeksa.....	32
Slika 17 : Optimalen refleksijski indeks.....	32
Slika 18 : Večje perle segajo nad površino vode in omogočajo retrorefleksijo	33
Slika 19: Zagotavljanje retrorefleksije z zvočnosignalnimi označbami	34
Slika 20: Elementi, vidni v vseh vremenskih pogojih.....	36
Slika 21: Primer stroja za hkratno nanašanje posameznih komponent talnih označb.....	37
Slika 22: Samostojno vozeči polagalni stroji	49
Slika 23: Hitrostne ovire iz vroče plastike.....	51
Slika 24: Prefabricirana označba s kvadratastimi izboklinami in z debelino 1,5/3 mm.....	55
Slika 25 : Prefabricirana označba s prečnimi in vzdolžnimi rebri ter z debelino 1,2 mm.....	55
Slika 26 : Navadna prefabricirana označba z debelino 1,15 mm	56
Slika 27 : Različne kombinacije uporabe trakov	56
Slika 28 : Postopek aplikacije na vročo podlago	57
Slika 29 : Postopek aplikacije na hladno podlago	58
Slika 30: Začasna preusmeritev prometa.....	58

Slika 31 : Prefabricirana označba za začasno signalizacijo z debelino 1,5 mm.....	59
Slika 32: Pasivni in aktivni markerji v nivoju tal	62
Slika 33: Testno polje	71
Slika 34: Merilni inštrument za merjenje SRT	73
Slika 35: Način meritve SRT.....	74
Slika 36: Vizualni pregled označb.....	74

1 UVOD

Začetki gradnje cestnega omrežja segajo daleč v preteklost o čemer pričajo na primer še danes vidni ostanki cest pri nas, ki so jih zgradili spretni rimski graditelji. V času industrijske revolucije se je močno povečalo trgovanje, ki pa je zahtevalo izboljšanje prometne infrastrukture. Dokaj hitro so makadamske poti zamenjala betonska, kasneje pa sodobna asfaltna vozišča.

Več vozil je narekovalo večjo zmogljivost prometnic in temu ustrezno opremo cest, ki jo imenujemo signalizacija.

Prvi znani zapis o barvnih črtah na cesti, ki so bile narejene z namenom ureditve prometa, je iz države Michigan v Združenih državah Amerike (l. 1911). Z naraščajočim prometom in izboljšanjem kvalitete cest so se označevalne črte vse bolj uveljavljale. Sprva predvsem kot opozorila na nevarnih točkah, kmalu pa so postale običajni sestavni del vozišča.



Slika 1: Signalizacija nekoč in danes

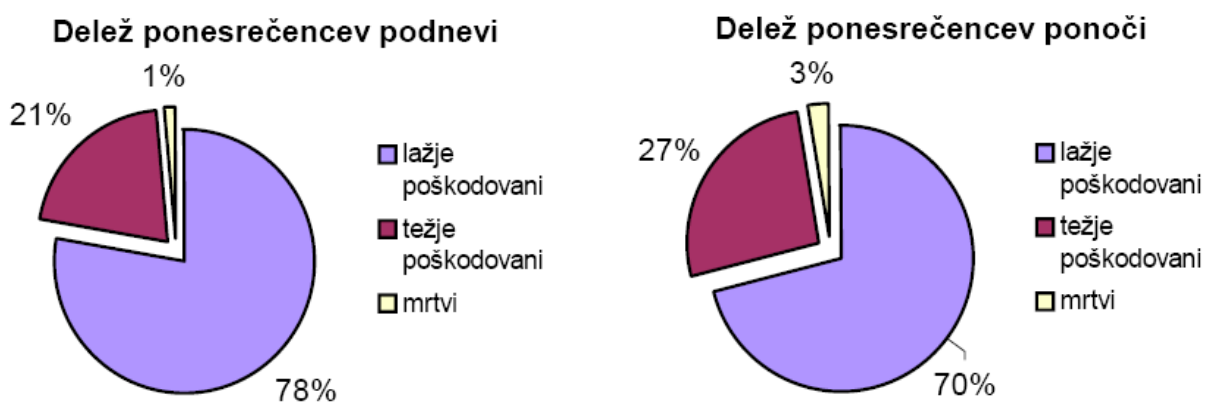
1.1 Predstavitev problema

Cestni promet v Sloveniji narašča po letni stopnji 3-4%, cestno omrežje pa približno 0,6% na leto; podobni trendi so opazni tudi drugod po Evropi.

Na osnovi teh uvodnih dejstev lahko sklepamo, da cestno omrežje ne bo moglo dohitevati potreb cestnega prometa. Ena od delnih, vendar elegantnih, rešitev problema, tj. gostejšega

cestnega prometa, je tudi (ali predvsem) izboljšava obstoječe prometne signalizacije. Z vedno gostejšim prometom postaja namreč že sama po sebi pomembna INFORMACIJA še pomembnejša, zato mora biti informacija VIDNA v vseh pogojih.

Statistični podatki kažejo, da se največ prometnih nesreč zgodi v naselju. V nočnem času je prometa manj kot podnevi. Po številu prevoženih kilometrov je nočni promet zastopan s približno 25%, dnevni pa s 75%. Kljub temu je število smrtnih žrtev ponoči skoraj 50 odstotkov, praktično enako kot v dnevnem času. Nekoliko manjše je število težje poškodovanih v nočnem prometu 35%, vendar tudi ta številka negativno izstopa. Seveda niso vse nesreče odvisne samo od vizualnih dejavnikov. Nanje vplivajo tudi drugi faktorji, kot so utrujenost, alkohol, manjša izkušnost voznikov, vremenski pogoji in podobno. Drži pa tudi, da se v temi naše vidne sposobnosti poslabšajo. Zmanjša se ostrina vida, težje ocenimo razdaljo, slabše razločimo barve in bolj smo občutljivi na bleščanje. Zato so razvite države že zdavnaj zvišale standarde za varno vodenje in odvijanje prometa.



Grafikon 1 : Delež ponesrečenih podnevi in ponoči

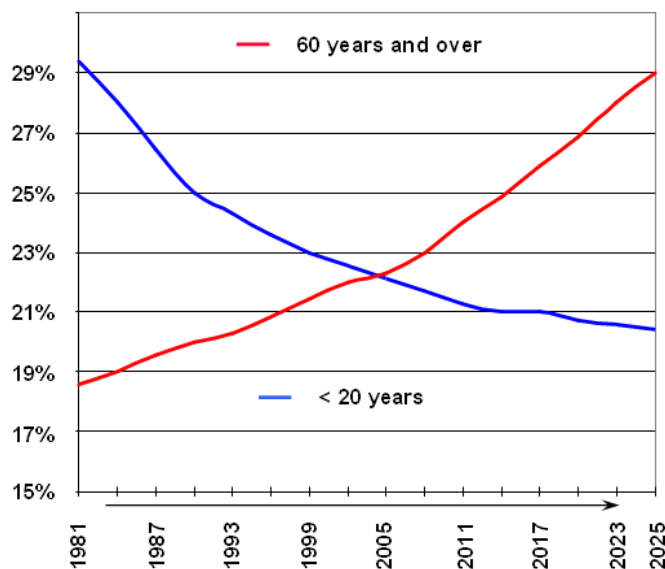
Prehitra vožnja oziroma vožnja z neprilagojeno hitrostjo je eden od glavnih dejavnikov, zaradi katerih nastajajo prometne nesreče, in tudi najpomembnejši dejavnik pri nastanku 44 do 50% prometnih nesreč s smrtnim izidom.

Nikjer pa ni navedena statistika nastanka prometnih nesreč zaradi nepravilne, pomanjkljive, neustrezne in celo zavajajoče cestnoprometne signalizacije, kaj šele da bi odgovorne ljudi za to (projektanti, izvajalci, nadzorniki) kaznovani.

Z današnjim ritmom življenja so naše misli v času vožnje nemalokrat drugje, ne na cesti po, kateri se vozimo, predvsem takrat, ko vozimo na »pamet«. V takih primerih potrebujemo dodatno vidno spodbudo, ki nas prisili, da smo pozorni na cesto. Na primer: večjo vidnost oznak ali oznake, ki voznika v prometu opozorijo z zvočnim signalom na nevarnost roba vozišča. Z znanjem in s pravilno uporabo sodobne opreme se to da izpeljati. Tega cilja pa ni mogoče doseči z izbiro najnižje cene in najkrajšim (velikokrat prekratkim) rokom izvedbe dela, kakor tudi s pomanjkljivimi in neuskkljenimi zakoni, predpisi, pravilniki in tehničnimi specifikacijami. Še težje bi bilo ob pomanjkanju strokovnjakov, nadzora in politične volje ter skrbi za zdravje ljudi, za varstvo okolja in živali.

Število starejših voznikov, ki bodo vozili dalj časa, se iz leta v leto povečuje. S starostjo pa se manjšajo zmožnost zaznavanja, funkcija vida in sluha, reakcije, motorika, refleksi ter psihične funkcije, kar negativno vpliva na vozniške sposobnosti. Študija ameriške ustanove za varnost v prometu je pokazala, da imajo vozniki nad 65 let starosti 25 odstotkov večjo možnost, da bodo žrtev prometne nesreče, kot mlajši vozniki, pri starejših od 85 let pa se ta možnost poveča še za polovico. Vozniki v poznih 50. in zgodnjih 60. letih so med najbolj varnimi po upokojitvi pa se njihove vozniške sposobnosti poslabšajo; s svojo počasno vožnjo in z zakasnelimi reakcijami dostikrat pripomorejo k zmanjšanju pretočnosti ceste, s tem pa ovirajo promet in povečujejo nevarnost na cestah. Splošno prepričanje je, da so starejši vozniki nevarni za druge udeležence v prometu, študija pa je pokazala, da so v resnici grožnja predvsem sebi. Med vzroki cestnoprometnih nezgod voznikov, starejših od 65 let, prednjači izsiljevanje prednosti. Starejši resda povzročijo relativno malo nezgod, kadar pa pride do nje, je izid bistveno bolj tragičen kot pri mlajših voznikih. To prav gotovo kaže, da so zmogljivosti starejših (kljub izkušnjam) zaradi staranja, posledične polimorbidnosti in naraščajoče zahtevnosti sodobnega prometa marsikdaj oslABLJENE do take mere, da predstavljajo veliko grožnjo varnosti cestnega prometa.

Ob dejstvu, da bomo vozili vedno dlje oziroma da se starostna meja voznikov z leti povečuje, moramo že danes poskrbeti, da bo prometna signalizacija prilagojena tem razmeram.



Grafikon 2 : Staranje voznikov v EU

Posebno pozornost bomo morali namenjati strokovnosti, kvaliteti uporabe prometne signalizacije in opremi cest ter dolgoročno zmanjšati stroške vzdrževanja, predvsem pa znižati milijardne stroške nesreč.

Zanimiva je primerjava števila mrtvih v prometnih nesrečah na cestah na Švedski, kjer imajo zelo napredno prometno signalizacijo, s Portugalsko, ki je manj napredna (Državi sta primerljivi glede na število prebivalstva v razmerju 1 proti 4,5).

Za EU velja, da bo vsak tretji v svojem življenju ranjen v prometni nesreči. Neposredno izmerljivi stroški cestnoprometnih nesreč znašajo okoli 45 milijard evrov. Posredni stroški (vključno s telesnimi poškodbami in duševnim trpljenjem žrtev ter njihovih družin) so tri do štirikrat višji. Omenja se letni znesek 160 milijard evrov, kar je enako 2% BDP.

Denar, ki se vlaga v izboljševanje varnosti v cestnem prometu, ni v sorazmerju z resnostjo položaja. Dejansko so vlaganja v preprečevanje prometnih nesreč na cestah še vedno zelo majhna, saj pomenijo manj kot 5% od celotnih stroškov takih nesreč, vključno s stroški zavarovalnic za odškodnine in popravila, ki znašajo 60 milijard evrov.

Razpršena odgovornost in sredstva na veliko število organizacij in organov, odgovornih za varnost v cestnem prometu tako na državni kot na regionalni ravni, omejuje možnosti za izvedbo obsežnih ukrepov in uvedbo usklajenih politik.

Objavljeni programi imajo pogosto samo oglaševalski učinek, kar vsebuje le malo oprijemljivega. Zaradi težav pri doseganju pravih rezultatov se države članice včasih sklicujejo na kulturne posebnosti, da bi opravičile svojo vdanost v usodo. Nekateri tehnični ukrepi, na primer za varno infrastrukturo, zahtevajo ogromno vlaganja, ki jih države članice rade odlagajo.

S sodobno tehnologijo cestnoprometne signalizacije in opreme ne povečamo samo varnosti na cestah, temveč tudi pretočnost, zmanjšanje časa potovanja in posledično zmanjšanje premij avtomobilskega zavarovanja, kar zniža prevozne stroške (nižje cene izdelkov-storitev) in večanj konkurenčnost. Manj zastojev pomeni manj izpustov toplogrednih plinov v ozračje, s tem pa zmanjšanje učinka klimatskih sprememb in naravnih nesreč, kar pozitivno vpliva na rast bruto družbenega proizvoda (nižji stroški odpravljanja posledic). Najpomembnejši dosežek pa je povečanje kakovosti življenjskega okolja.

1.2 Cilj naloge

Osnovni namen naloge ni raziskovati izboljšave horizontalne signalizacije, ampak zgolj predstaviti (opisno in slikovno) kakovostno talno signalizacijo, ki se je razvila predvsem zaradi posebnih pogojev odvijanja prometa v slabih vremenskih razmerah, s poudarkom na svetlobni odbojnost in različnih sodobnih materialih, ki se uporabljajo pri izvedbi, ter primerjati stroškovne izvedbe posameznih tipov označb. S ciljem - prispevati k izboljšanju prometne varnosti na naših cestah in izboljšanju varovanja okolja cest.



Slika 2: Vidnost standardnih in sodobnih označb v nočnem času in v dežju

2 POJEM PROMETNE SIGNALIZACIJE IN NJENA FUNKCIJA

Z naraščajočim prometom raznovrstnih prometnih sredstev in prometnih udeležencev je postajal prometni sistem vse bolj zapleten. Kmalu se je pojavila splošna ugotovitev, da je za razumevanje sporočil, ki nam jih posredujejo talne oznake, potrebna enotnost njihove oblike in barv. Z namenom harmonizacije prometne varnosti v celotnem omrežju cest po Evropi je bil sprejet European Road Marking System, ki obvezuje različne države, da svoja pravila prilagodijo mednarodnim standardom.

Na podobnih izhodiščih so posamezne države izdelale svoje pravilnike, s katerimi predpisujejo zahteve glede prometnotehničnih lastnosti talnih oznak, lastnosti barv za izdelavo teh oznak, ter postopke preizkušanja kakovosti barv in barvnih oznak.

Tako je bil na vseh prometnih površinah vzpostavljeno enotno označevanje. S pomočjo teh oznak udeleženci v prometu morajo ustrezno ravnati. Upoštevati pa morajo tudi pravila in pogoje, ki jih nalaga Zakon o varnosti v cestnem prometu, kot so prilagoditev hitrosti razmeram na cesti in lastnim sposobnostim, načelo zaupanja, idr.

2.1 Kaj je signalizacija in njena funkcija

Signalizacija je celota signalnih naprav, ki omogoča vizualno komunikacijo z udeležencem v prometu. Javne ceste in nekategorizirane ceste, ki se uporabljajo za javni cestni promet, morajo biti opremljene s predpisano prometno signalizacijo in opremo, ki udeležence cestnega prometa opozarjajo na nevarnost na cesti ali delu ceste, jim naznanjajo omejitve, prepovedi, obveznosti, dajejo potrebna obvestila za varen in neoviran promet ter jih varno vodijo v cestnem prometu.



Vozišče ponoči z označbami in brez njih (3M)

2.1.1 Namen cestnoprometne signalizacije

Prometno signalizacijo postavljamo, označujemo in vzdržujemo tako, da jo lahko udeleženec cestnega prometa, kateremu je namenjena, ob upoštevanju prometnih pravil pravočasno in zlahka opazi. Signalizacija mora dajati enostavne in nedvoumne informacije, da udeleženec v prometu (ne glede na starost, narodnost...) razume, kaj mu sporoča. Prav tako mora izstopati v okolici, da vozniku takoj »pade v oči«. In nenazadnje mora služiti svojemu namenu voditi promet v vseh vremenskih razmerah: podnevi, ponoči, ob zmanjšani vidljivosti, ki je posledica megle, dežja ali sneženja, in s tem prispevati k varni, ekonomični ter okolju prijazni vožnji.

Prometna signalizacija je seveda tudi zakonsko opredeljena. V 2 točki 116. člena Zakona o varnosti cestnega prometa (Uradni list RS 83/2004) je zapisano: *Prometna signalizacija mora ustrezati prometni ureditvi in prometno-tehničnim ter prometnovarnostnim razmeram na cesti oziroma delu ceste.*

89. člen Pravilnika o prometni signalizaciji in prometni opremi na javnih cestah (Uradni list RS 33/06) se glasi: *Prometna signalizacija in prometna oprema na javnih cestah morata biti načrtovani in postavljeni tako, da se lahko od udeležencev v cestnem prometu pričakuje, da ju bodo zlahka in pravočasno opazili in dojeli njun pomen ter se ravnali v skladu s pomenom oziroma z zahtevami, ki so določene (izražene) s postavljeno prometno signalizacijo in prometno opremo cest.*

2.1.2 Zaznavnost prometne signalizacije in VVO (voznik-vozilo-okolje)

Na zaznavnost prometne signalizacije vpliva veliko faktorjev, ki so najpomembnejši element (parameter) pri načrtovanju. V osnovi se delijo na VVO:

- Voznik vpliva na vidnost in percepcijo glede na svoje psihofizično stanje in motiviranost.
- Vozilo s sodobno tehnološko zasnovo omogoča vozniku boljšo preglednost na cesti in njeni okolici, kvaliteten sistem zavor, luči, in drugi sistemi pa pozitivno vplivajo na njegove sposobnosti.
- Cesta, odvisna od kategorije in s tem geometrijske zasnove, pomembno vpliva na zaznavnost signalizacije, kot so: horizontalna in vertikalna zaokrožitev, vozlišče križanj, stanja in tipi vozišča, uporaba kakovostnih materialov, ki povečajo odsevnost signalizacije, gostota prometa ter ostale cestne in občestne infrastrukture.
- Okolje še najbolj vpliva na zaznavnost signalizacije, z različnimi vremenskimi razmerami, (dan-noč, intenzivnost sonca ali lune, razgibanost okolja, občestna vegetacija....).

Poleg naštetih dejavnikov, ki vplivajo na zaznavnost prometne signalizacije in opreme, je vsekakor odvisno tudi od velikosti, oblike, kontrasta, barve, simbolike, refleksije, izbire ustreznih materialov, ki povečajo svetlobno odbojnost oziroma zaznavnost, in lokacija postavitve. Poleg tega moramo upoštevati veljavne zakone in standarde, pravilnike, tehnične zahteve, pogoje in normative ter ostale predpise, ki določajo način postavljanja in vzdrževanja ter kakovost prometne signalizacije.



Pomen kontrasta za opaznost signalizacije npr. novi in stari asfalt (Road traffic technology, 2007, Products & Services)

2.2 Človeški faktor

Zaznava okolice in prometne signalizacije je pri vozniku odvisna od njegove zmožnosti in motivacije. Ob tem ne smemo pozabiti, da se je človekov organizem, v dolgih stoletjih privadil ustaljenemu načinu življenja in hitrosti. V zadnjih nekaj desetletjih pa se je to korenito spremenilo. Življenje postaja vse hitrejše, da mu človek težko sledi, zato ni čudno, če velikokrat zataji (temu pravimo človeški faktor).

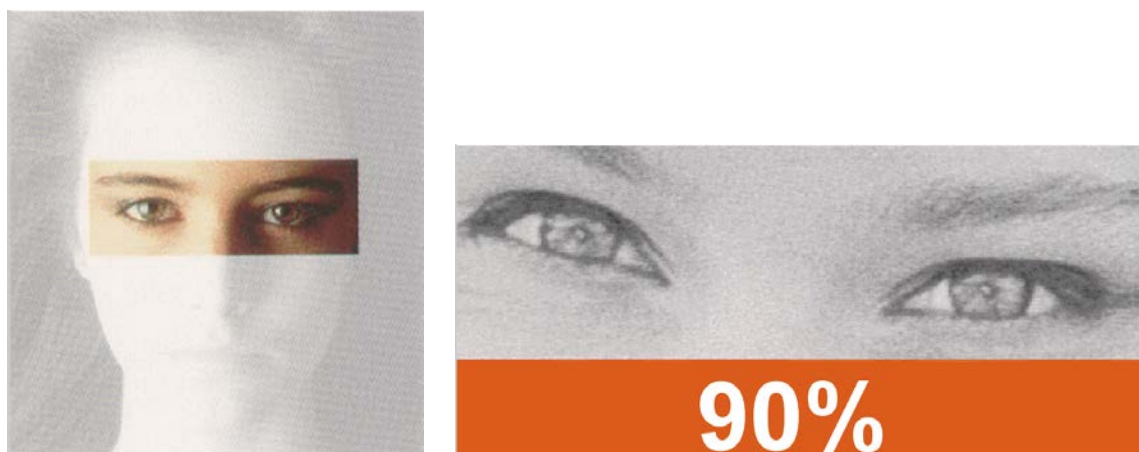
Najhitrejši človek na svetu je trenutno zmožen teči s hitrostjo 36,81 km/h in to je tudi hitrost, na katero so naravnane nekatere druge pomembne sposobnosti, predvsem:

- zaznavanje dražljajev,
- obdelave sprejetih informacij in
- ukrepanja na osnovi odločitev.

Vsaka hitrost, ki je od te višja, nam povzroča raznovrstne težave.

2.2.1 Sposobnost vida

Človek zaznava dražljaje, tj. sprejema informacije o spremembah v okolju, ki ga obdaja, in informacije o internih dražljajih, ki jih generira človeški organizem. Nalogo zaznavanja opravljajo različna čutila, najbolj razviti pa sta gotovo čutilo za vid in čutilo za sluh, ki sta tudi najpomembnejši in najbolj uporabni čutili v cestnem prometu. Pri tem so zelo pomembne biološke omejitve, še posebej sposobnosti vida. Človek brez težav z vidom v prometu zazna preko 90 % vseh pomembnih informacij.



Slika 3 : Človeško oko in zaznavanje informacij

Vsako sekundo se naše oko ustavi na štirih do petih slikah in pošlje sporočilo v zavedno ali nezavedno obdelavo. V uri vožnje tako pregledamo do 18.000 slik, med katerimi nekatere zahtevajo takojšnje ukrepanje. Oko neprestano išče potrebne informacije v svoji vidni okolici, ki jih nato človek uporabi pri vožnji.

V primeru, ko mora odločitev sprejeti zavestno (nenadna, nepredvidena in neznana reakcija), pa traja reakcijski čas 0,6 do 2 sekundi. Utujenost, stres, zlasti pa vožnja pod vplivom alkohola, mamil ali psihoaktivnih zdravil lahko ta čas še podaljšajo.

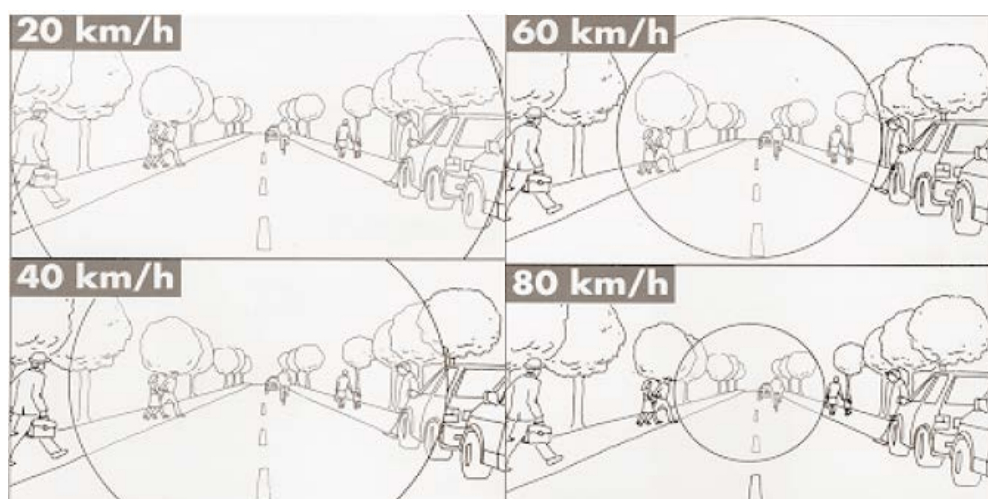
2.2.2 Tunelski vid zaradi hitrosti vožnje

Človek usmerja svojo pozornost na razdaljo, ki jo bo dosegel v treh sekundah. Pri pešcu je to razdalja od 5 do 6 metrov. Enako strategijo opozarjanja v prometu ima voznik, ki pretežno pozornost posveča dogajanju na razdalji, ki jo bo dosegel v 3 sekundah. Odvisno od hitrosti vožnje je to od 20 do 80 metrov pred vozilom. Z naraščanjem hitrosti se pojavlja učinek tunelskega vida, ko voznik zaradi fiksacije pogleda daleč naprej preprosto ne vidi, kaj se dogaja levo in desno od vozila na krajši razdalji.

Vidno polje (območje ceste in njene okolice), v katerem lahko opazimo dogajanje, ne da bi premaknili glavo, je pri odraslih z zdravim vidom okoli 180°. Že pri hitrosti 50 km/h se kot našega vidnega polja zmanjša na 150°, pri hitrosti 150 km/h pa zaznamo spremembe le v vidnem polju 50°. Vidni kot se zmanjšuje s starostjo, še dodatno pa pod vplivom stresa, vinjenosti in drugih omam.

Omejitev hitrosti v naseljih na 50 km/h je v veliki meri tudi posledica ugotovitve, da je to največja hitrost, pri kateri je širina vidnega polja še dovolj velika, da lahko voznik spremlja tudi dogajanje levo in desno od vozila ter pravočasno ukrepa.

Izjava: »Zagledal sem ga šele, ko je bil tik pred mano« je pogosto resnična, saj voznik zaradi prevelike hitrosti ne vidi, kaj se dogaja ob robu ceste.



Učinek tunelskega vida glede na hitrost vožnje (Svet za preventivo in vzgojo v cestnem prometu)

2.2.3 Prilagoditev ostrine vida na prehodih med svetlobo in temo

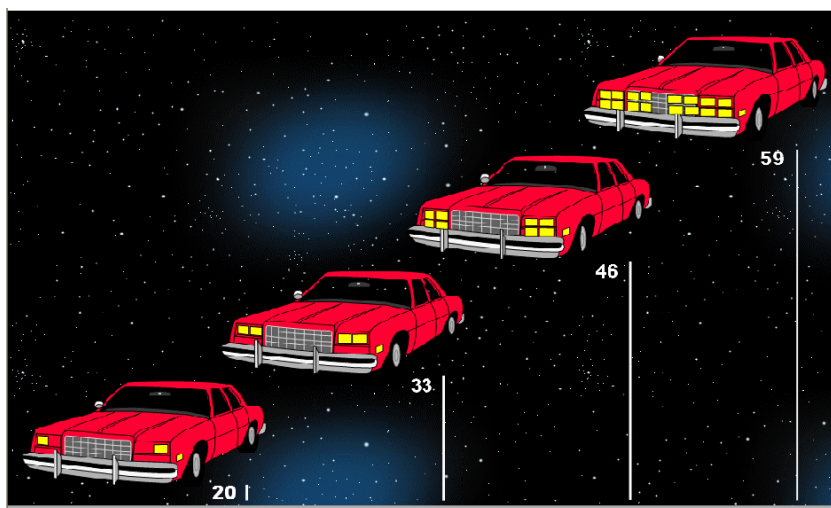
Poseben problem imamo s prilagoditvijo vida na prehodih med svetlobo in temo oziroma obratno. Človeško oko se prilagodi mraku ali slabši osvetljenosti približno v 5 minutah, popolni temi pa postopno, v celoti šele v 45 do 50 minutah. Na prehodu iz svetlobe v mrak (na primer v predor ali temno garažo) se voznik prilagodi pri vožnji s 50 km/h na nove razmere šele po dobrih štirih kilometrih vožnje. Gibanje v takšnih temnih predelih je za druge udeležence, ki niso osvetljeni, izjemno nevarno. Ponoči človeško oko zazna le 5 % normalne informacije.



Razlika med percepcijo podnevi in ponoči (3M)

Nevarni so tudi prehodi iz temnih predelov v svetle. Voznik, ki pripelje iz neosvetljenega predora potrebuje do 5 sekund, da se mu oči prilagodijo na svetlobo. Pri hitrosti 50 km/h prevozi v tem času skoraj 70 m, ko ne vidi vsega, kar se dogaja ob cesti ali na njej. Drugi udeleženci v prometu so tedaj »v normalnih razmerah«, zato niti ne vedo, da so na posebej nevarnem območju. Takšni območja so ob izhodih iz garaž, ki so pod večjimi stanovanjskimi bloki in kjer se pogosto igrajo otroci, ali pri izhodih iz predorov in podvozov v mestih. Ob tem se moramo zavedati, da se s starostjo slabšajo naše vidne sposobnosti. V raziskavah o zaznavanju prometnih znakov so ugotovili, da bi že pri 33 letih potrebovali dvakrat večjo

osvetljenost prometnih znakov, če bi jih želeli zaznati enako dobro kot v starosti 20 let. Ljudje, ki so stari 50 let, bi potrebovali že osemkrat večjo osvetljenost znakov.



Slika 4: Prikaz števila luči po potrebi večje količine svetlobe z leti za videnje iste informacije

Fizikalne zakonitosti, povezane s hitrostjo vozil, človekove omejitve pri obvladovanju hitrosti in motivi, ki usmerjajo način njegovega sodelovanja v prometu, se kažejo v statistiki prometnih nesreč, kjer izstopa predvsem prevelika hitrost. Kar 40 do 50 odstotkov najhujših nesreč se zgodi zaradi neustrezne hitrosti vožnje. Pomembna je tudi prilagoditev ostrine vida različni razdalji, kar pomeni, da oko zaznava različne predmete oziroma objekte na različni razdalji (npr. cesta-števec in obratno), za to pa potrebuje določen čas prilagoditve. Poleg tega se voznikov pogled zelo pogosto ustavi na oddaljenem dogajanju (zanimivi objekti, pokrajina, reklame...), ki ni povezan z dogajanjem na cesti, in tako njegova nepozornost včasih prispeva k neželenim nesrečam.

2.2.4 Vizualna percepcija – zaznavanje in reakcijski čas

Percepcija je zapletena mentalna funkcija, ki obsega odkrivanje, prepoznavanje, zaznavanje in reagiranje na vizualno informacijo. Vizualna percepcija je odločilna za voznikov informacijski proces in upravljanje vozila. Glavni informacijski podatki, ki jih voznik sprejema, so:

- prometni znaki
- označbe na vozišču
- objekti v neposrednem okolju
- hitrost vožnje lastnega vozila in hitrost vseh drugih aktivnosti v prometu

Sposobnost zaznavanja se zmanjša ob povečani hitrosti zaradi pojava učinka tunnelskega vida, hkrati pa se poveča tudi reakcijski čas, to je čas od zaznave ovire do odziva.

Pomemben vpliv na percepcijo ima tudi pozornost, ki se spreminja glede na okoliščine.

Najpogosteje vozimo srednje zbrano, pri taki stopnji pa potrebuje povprečen voznik približno 1 sekundo od trenutka, ko zazna oviro ali problem, do ukrepa. V tem času še ne ukrepa in hitrosti na prevoženi – reakcijski poti seveda ne spreminja.

Pri povprečnem vozniku je ta 1 sekunda srednja vrednost, ki je sestavljena iz:

- časa zaznavanja pri optičnem dražljaju (0,18 s)
- časa zaznavanja pri akustičnem dražljaju (0,14 s)
- časa miselnega reagiranja (0,20 – 0,60 s)
- časa menjanja pedala (0,10 – 0,20 s)
- časa pritiska na pedal (0,10 – 0,20 s).

Sposobnost zaznave je odvisna tudi od zapletenosti prometne situacije, ki jo mora voznik upoštevati. Bolj je ta situacija zapletena, manj lahko posvetimo prometni signalizaciji.

Prav tako se nam pozornost lahko zmanjša, če ne pričakujemo kakšnih novih informacij, saj je sistem telesa samozaščitniški in se ne napreza, kar je sicer dobro, razen v primeru, ko smo na cesti. Zaradi številnih dejavnikov, ki vplivajo na čas zaznavnosti ovire ali problema se signalizacijo projektira na čas zaznavnosti 2,2 sekunde.

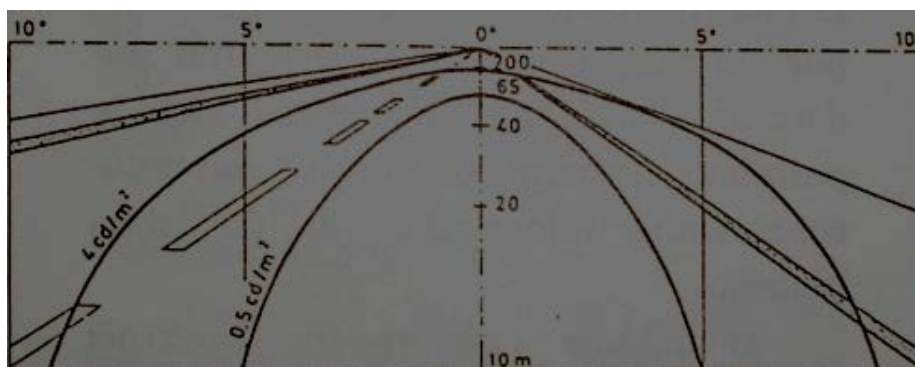


Slika 5: Pot ustavljanja

2.2.4.1 Vidno zaznavanje pri nočni vožnji

Pri vožnji se pojavlja znatno večja razlika med zaznavanjem v dnevnem in nočnem času kot pri ostalih nalogah, povezanih z vidom. Voznikovo vidno polje se v nočnem času skrči neposredno pred vozilom, ki ga osvetlujejo žarometi. Hkrati se tudi polje njegove pozornosti zoži na dogajanje neposredno pred vozilom. Zaznavanje ostalih informacij in predmetov iz okolice je odvisno predvsem od svetlosti predmeta, v manjši meri pa tudi od voznikovih izkušenj.

Na skici je prikazano voznikovo vidno polje pri nočni vožnji glede na dva nivoja zunanje razsvetljave. V splošnem velja, da je z visokimi nivoji osvetljenosti mogoče zagotoviti tudi dobro zaznavanje perifernih objektov.



Slika 6: Voznikovo vidno polje pri nočni vožnji glede na dva nivoja zunanje razsvetljave

V nočnem času je večja tudi občutljivost na bleščanje. Oko se prilagodi na temno okolico, zato so luči nasproti vozečih avtomobilov še bolj moteče.

Bleščanje je manjše, če je postavljena javna razsvetljava, ki zagotavlja vsaj minimalne nivoje svetlosti na vozišču.

2.2.4.2 Naloge, povezane z vidnim zaznavanjem pri nočni vožnji

Naloge pri nočni vožnji, povezane z vidnim zaznavanjem, lahko razdelimo na naloge, ki so direktno povezane z vidnim zaznavanjem, in na indirektno naloge.

Naloge, direktno povezane z vidnim zaznavanjem:

- faza pozornosti:

Voznik ni sposoben nenehno spremljati vseh bistvenih podatkov iz okolice. V fazi pozornosti je zato treba usmeriti pozornost na določene vidne informacije, ki se lahko pojavijo. Zmanjšanje pozornosti povzroči večja vidna naloga (večje število informacij) in duševno stanje. Z dodatno in kakovostno signalizacijo pa pomembno usmerimo voznikovo pozornost na dogajanje na cesti, in sicer:

- s povečanjem nivoja horizontalne osvetljenosti
 - z drugačno barvo svetlobe
 - z utripalci (markerji)
- faza zaznavanja:
Prag zaznavanja za določen predmet je v splošnem pogojen z minimalnim kontrastom med svetlostjo predmeta in svetlostjo okolice. Vizualno zaznavanje predmeta je odvisno od:
 - svetlosti predmeta
 - kontrasta med objektom in okolico
 - velikosti predmeta, oblike in barve
 - časa opazovanja
 - faza razpoznanja:

je faza, v kateri so poleg samega vidnega dražljaja pomembne tudi izkušnje. Razliko med zaznavnostjo in razpoznavnostjo najlepše prikažemo na primeru vožnje v megli, ko voznik zagleda »nekaj« pred vozilom, vendar ni zmožen točno določiti predmeta. To je faza zaznavanja. Ko pa voznik določi, da so pred njim oz. pred vozilom vozeči avtomobili, nastopi faza razpoznanja. Razpoznavanje je odvisno od svetlobnih pogojev in vsebine vidne informacije.

Indirektne naloge, povezane z vidnim zaznavanjem:

- faza odločitve:

Za odločitev je potreben določen reakcijski čas, ki pa je odvisen zlasti od vsebine vidne informacije. Bolj je informacija »čista«, krajši čas potrebujemo.

Na pravilnost in hitrost odločitve vplivajo še drugi dejavniki, kot so hitrost, gostota prometa in voznikovo duševno stanje.

- reakcije, vodene s pomočjo vida:

Na hitrost in pravilnost reakcij vpliva vsebina vidne informacije in drugi dejavniki: hitrost vožnje, duševno stanje, stanje vozišča: reakcije pa so velikokrat omejene tudi s predhodnim potekom dogodkov.

Človeka obremenjuje veliko omejitev, staranje, reakcijski čas vidnega zaznavanja, vožnja ponoči in v slabih vremenskih pogojih, hitrosti vožnje, prometne situacije na cesti in v okolici, da še težje zaznava dogajanje in prostor okoli sebe. Prav zato je prepoznavanje in izbira materialov bistveno za pravilno načrtovanje in izvajanje prometne signalizacije, če želimo da bo le-ta služila varnemu odvijanju prometa.

Na trgu obstaja veliko različnih materialov in izdelkov, med njimi tudi takih, ki kvalitetno in optimalno dolgoročno služijo svojemu namenu, vendar se pri nas običajno odločamo za slabše in cenejše materiale oziroma izdelke, ki velikokrat odpovedo ravno takrat, ko jih najbolj potrebujemo.

3 LASTNOSTI HORIZONTALNE CESTNOPROMETNE SIGNALIZACIJE

Prometna signalizacija in oprema morata služiti svojemu namenu, kar pomeni, da morata biti narejeni iz kakovostnih materialov in s sposobnostjo svetlobne odbojnosti. Potrebo po taki signalizaciji začutimo, ko se vozimo po cesti ob zmanjšani vidljivosti zaradi noči, megle, dežja, oblačnosti ali zaradi prehoda iz svetlega v temno okolje in obratno pa tudi takrat, kadar se geometrija ceste naglo spremeni ali se zaradi del na cesti oziroma drugih ovir znajdemo v nevarnem položaju.

Take nevarnosti preprečijo ali vsaj omilijo sodobni materiali in izdelki na trgu, ki so na voljo odgovornim za cestno signalizacijo in opremo.

3.1 Refleksija

Prometna signalizacija in oprema na javnih cestah morata biti načrtovani in postavljeni tako, da od udeležencev v cestnem prometu lahko pričakujemo, da jo bodo pravočasno opazili in dojeli njen pomen ter ravnali v skladu z njenimi zahtevami.

V današnjem času se posveča zelo velika pozornost vidnosti prometne signalizacije in opreme. Ta je izdelana iz materialov, ki imajo veliko sposobnost svetlobne odbojnosti ali retrorefleksije.

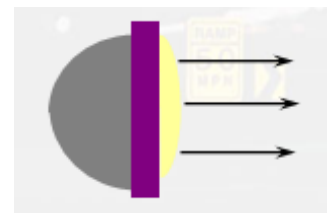
Vse talne oznake, razen visokosvetlečih diod, ki imajo lasten vir svetlobe, morajo imeti tako odsevno površino.

Prometna signalizacija mora ohraniti visoko raven svojih lastnosti tudi po nekaj letih uporabe (stopnja retrorefleksije, zbledelost materiala v mejah dopustnosti ...).

3.1.1 Merske enote

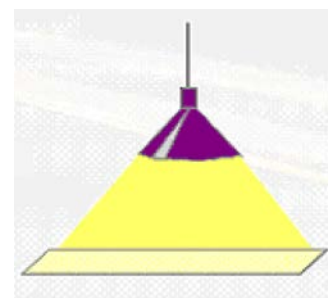
Intenzivnost svetlobnega vira = Candela

cd



Osvetljenost: svetloba pada na površino

lux



Svetilnost: svetloba prihaja s površine prek difuzne
refleksije v dnevnem času ali retrorefleksije ponoči

Intenziteta / enoto površine

cd/m²



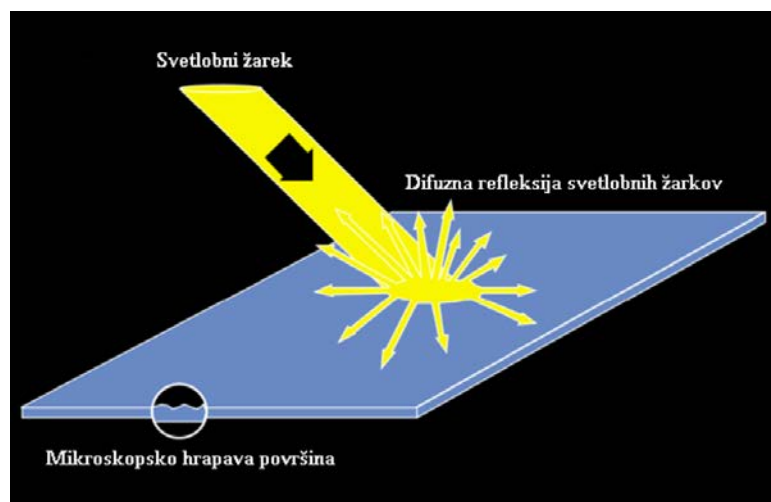
Koeficient retrorefleksije R_L
Svetilnost / Razsvetlitev

cd/lux/m²



3.1.2 Difuzna refleksija

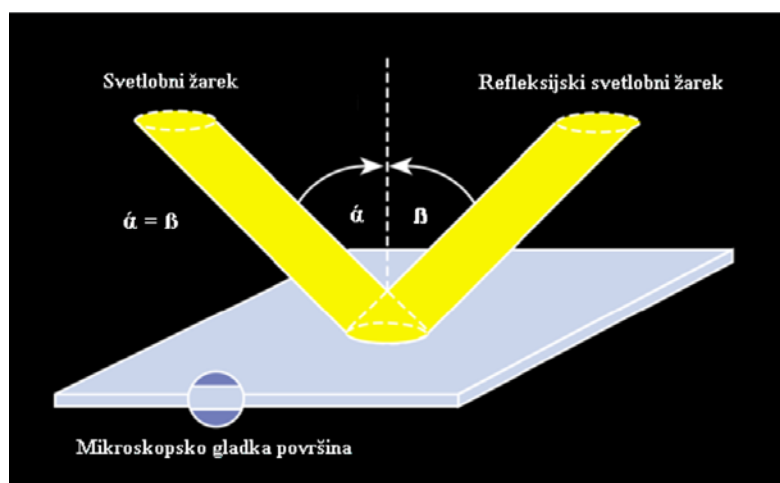
Pojavlja se v dnevnem času ali ponoči pod vplivom razsvetljave. Ko žarek svetlobnega vira pade na površino mikroskopsko hrapavega refleksijskega materiala, se razpršeno odbije na vse strani v okolico. To imenujemo razpršena svetloba.



Slika 7: Difuzna refleksija

3.1.3 Zrcalna refleksija

Pojavi se v primeru mikroskopsko gladke površine refleksijskega materiala, ko svetlobni žarek pade na površino in se od nje odbije pod enakim kotom v okolico. Vpadni kot je enak odbojnemu kotu.

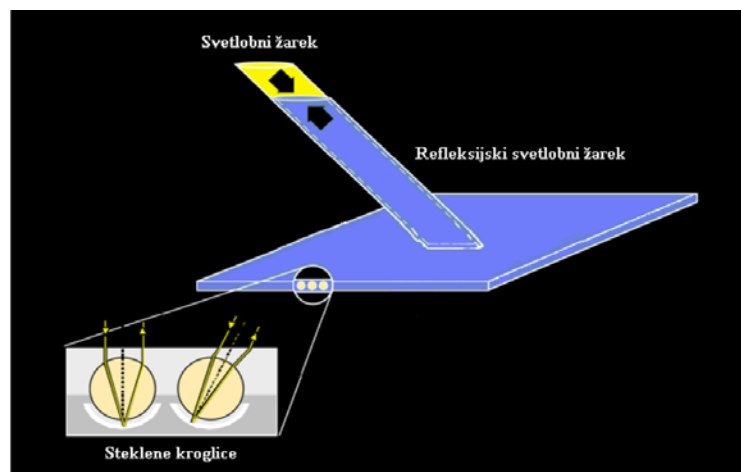


Slika 8 : Zrcalna refleksija

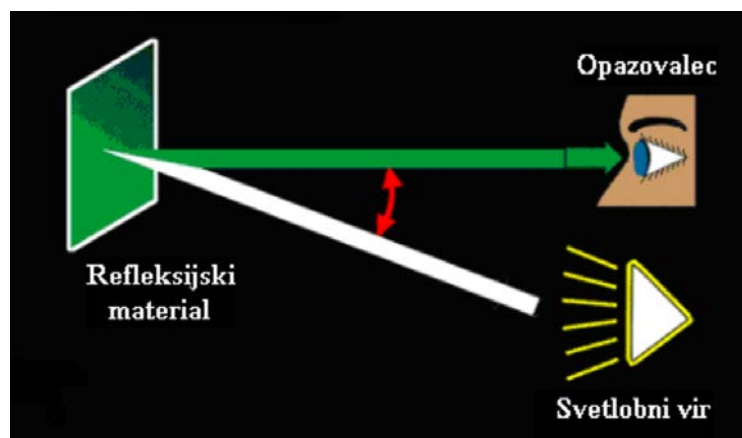
3.1.4 Retrorefleksija

Svetilnost opazovanih predmetov je odvisna od intenzitete odboja svetlobe nazaj proti viru svetlobe, kar je odvisno predvsem od materialov, iz katerih so izdelani ti predmeti.

Retrorefleksivnost horizontalne signalizacije deluje tako, da izvor svetlobe, ki je v tem primeru žaromet, potuje pod določenim kotom na vozišče, se odbije od oznak in potuje nazaj proti svojemu izvoru oziroma voznikovega očesa. Na ta način vidimo oznake na vozišču ponoči ali ob zmanjšani vidljivosti. Retrorefleksija se torej zgodi, ko osvetljena površina vrne velik del svetlobnega žarka proti svetlobnemu viru.



Slika 9 : Retrorefleksija



Slika 10 : Razumevanje retrorefleksije

3.2 Fizikalne lastnosti horizontalne signalizacije, namenjene uporabniku

Napori investitorjev, izvajalcev in proizvajalcev materialov za talne oznake na področju cestnega prometa so v zadnjih letih usmerjeni predvsem v izdelavo in uporabo oznak, ki zagotavljajo večjo varnost udeležencev v prometu in ekonomičnost investicij.

Večjo varnost dosegamo zlasti z dobro zaznavnostjo oznak v vseh vremenskih pogojih, in to zaradi uporabe z uporabo različnih materialov in dodatkov za dnevno in nočno vidnost.

Druga smer razvoja izpostavlja / (ali) poudarja uporabo profiliranih oznak, ki so poleg dobre vidnosti na mokrih cestah zaradi zvočnega signala, nastalega pri prevozu vozil, primerne tudi za označevanje robov vozišča in ostalih površin, kjer želimo označiti / (ali) opozoriti na potencialno nevarnost za voznika.

3.2.1 Dnevna vidnost

Opaznost oznak pri difuzni osvetlitvi (dnevna svetloba, cestna razsvetljava) je odvisna od kontrasta med podlago in barvo talne oznake. Meri se kot barvne koordinate barvnega filma (x , y) in svetlost $Y(\beta)$.

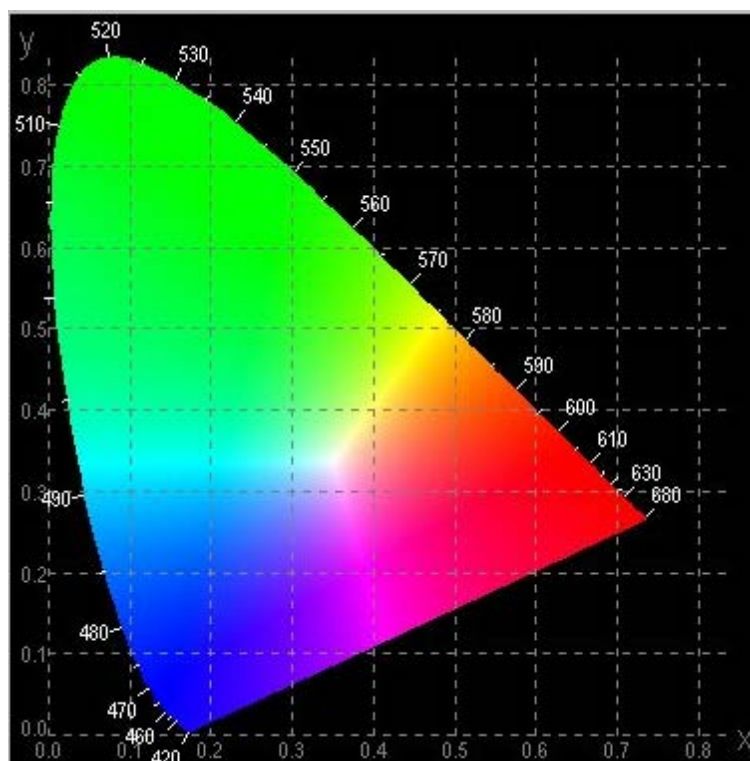
Standard (EN 1436, 2006) predpisuje določeno območje koordinat, kjer se morajo izmerjene vrednosti oznak nahajati v barvnem diagramu, ter svetlostni faktor $Y(\beta)$ in/ali koeficient svetlosti pri difuzni osvetlitvi Q_d .

3.2.1.1 Barvne koordinate

Digitalna slika je predstavljena kot polje slikovnih elementov (pikslov), kjer vsak slikovni element vsebuje numerične komponente, ki nam predstavljajo barvo. Tri komponente so potrebne in zadostne za te namene.

Vsaka trojica XYZ vrednosti lahko predstavlja katero koli barvo. CIE XYZ sistem temelji na opisu barve kot svetlosti, ena od komponent (Y komponenta) je enaka svetlosti, medtem ko X in Z komponenti vsebujeta informacije kromatskega diagrama.

Barva je predstavljena s koordinatama (x, y) v kromatskem diagramu. Ta vsebuje valovne dolžine od 400 nm pa vse do 700 nm. Tako npr. vijolična barva ne more biti producirana z eno samo valovno dolžino, ampak kot »mešanica« kratkih in dolgih valovnih dolžin. Zato se v kromatskem diagramu preliva od ekstremno modre do ekstremno rdeče.



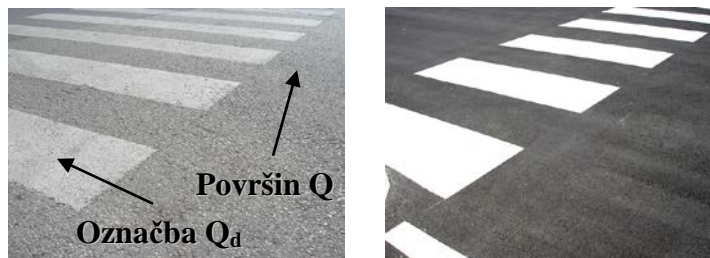
Barvni diagram (Janet Galore, Todd Kelsey, 2002)

Preglednica 1: Predpisano območje koordinat v barvnem diagramu

Bela cestna oznaka	x	0,355	0,305	0,285	0,335
	y	0,355	0,305	0,325	0,375
Rumena cestna oznaka	x	0,443	0,445	0,465	0,389
	y	0,399	0,455	0,535	0,431

3.2.1.2 Svetlost

Za dnevno videnje je pomemben kontrast med podlago ter svetlostjo barve talne oznake. Pri difuzni refleksiji EU priporoča svetlostni faktor ali kontrast (β) najmanj 0,6, ki ga izračunamo po enačbi (v nadaljevanju) s svetlostjo cestne podlage in oznake.



$$\beta = \frac{Q_d - Q}{Q}$$

Slika 11: Kontrast talnih označb in izračun faktorja svetlosti

V cestnem omrežju imamo večinoma temne asfaltne površine, za katere naj bi uporabljali koeficient svetlosti pri difuzni osvetlitvi razreda Q_3 , če pa gre za relativno svetlo ali betonsko površino, pa razred Q_4 .

Na zelo svetlih voziščih se včasih zaradi lažje oziroma hitrejše zaznavnosti uporablja tudi črna obroba okoli oznak.

Preglednica 2: Razredi Q_d za suhe cestne označbe

Barva oznake	Cestna površina	Razred	Minimalni koeficient svetlosti pri difuzni osvetlitvi Q_d $\text{mcd/m}^2 \cdot \text{lux}$
Bela	Asfalt	Q0	Ni zahteve
		Q2	$Q_d \geq 100$
		Q3	$Q_d \geq 130$
	Beton	Q0	Ni zahteve
		Q3	$Q_d \geq 130$
		Q4	$Q_d \geq 160$
Rumena		Q0	Ni zahteve
		Q1	$Q_d \geq 80$
		Q2	$Q_d \geq 100$

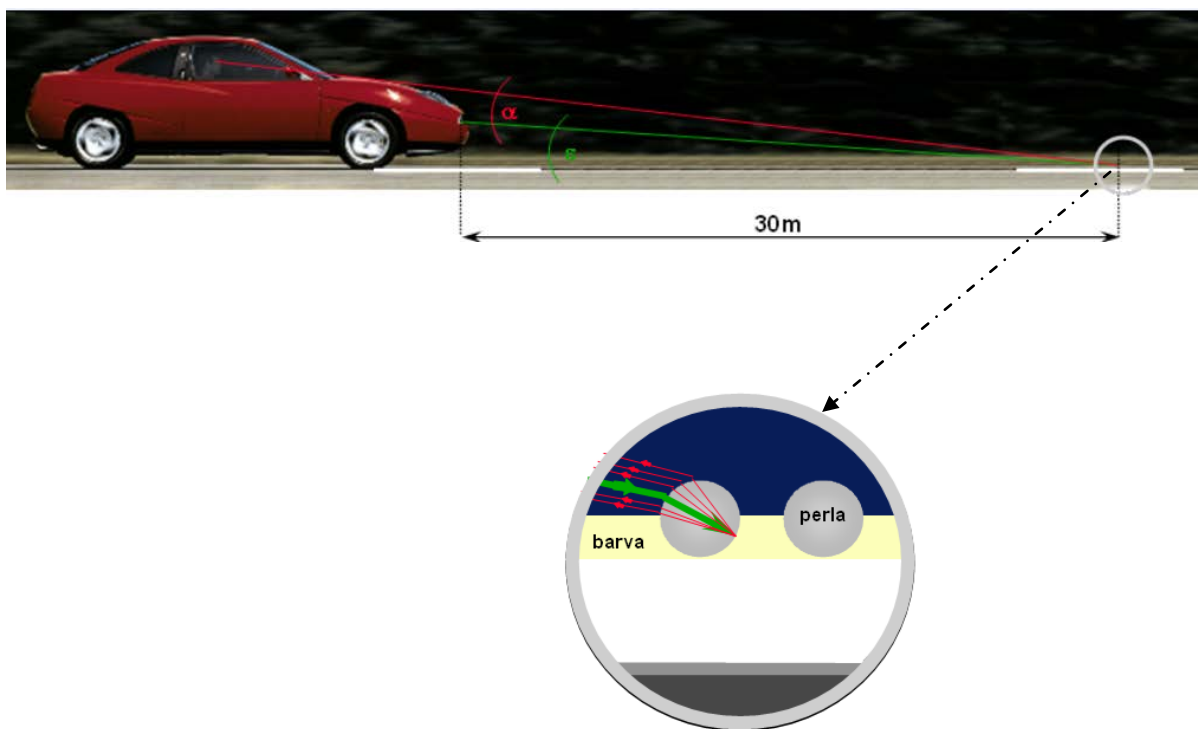
Preglednica 3: Razredi svetlostnega faktorja β za suhe cestne označbe

Barva oznake	Cestna površina	Razred	Minimalni svetlostni faktor
Bela	Asfalt	B0	Ni zahteve
		B2	$\beta \geq 0,30$
		B3	$\beta \geq 0,40$
		B4	$\beta \geq 0,50$
		B5	$\beta \geq 0,60$
	Beton	B0	Ni zahteve
		B3	$\beta \geq 0,40$
		B5	$\beta \geq 0,60$
Rumena		B0	Ni zahteve
		B1	$\beta \geq 0,20$
		B2	$\beta \geq 0,30$
		B3	$\beta \geq 0,40$

3.2.2 Nočna vidnost

V nočnem času vozišče ni osvetljeno, zato kontrast ne pripomore k boljši zaznavnosti (vidnosti) talnih oznak ampak samo tisto, kar se »sveti«. V takem primeru je pomembna odsevnost oznak.

Za dobro nočno vidnost cestnih oznak dodajajo steklene kroglice ali perle, ki delujejo na principu svetlobne odbojnosti. Ko žaromet vozila usmeri snop svetlobe na talne oznake, se svetloba zaradi perl odbije, povečana odsevnost oznak pa vozniku omogoči lažjo orientacijo in vodenje vozila po vozišču.



Slika 12: Delovanje steklenih kroglic

3.2.2.1 Lomni količnik

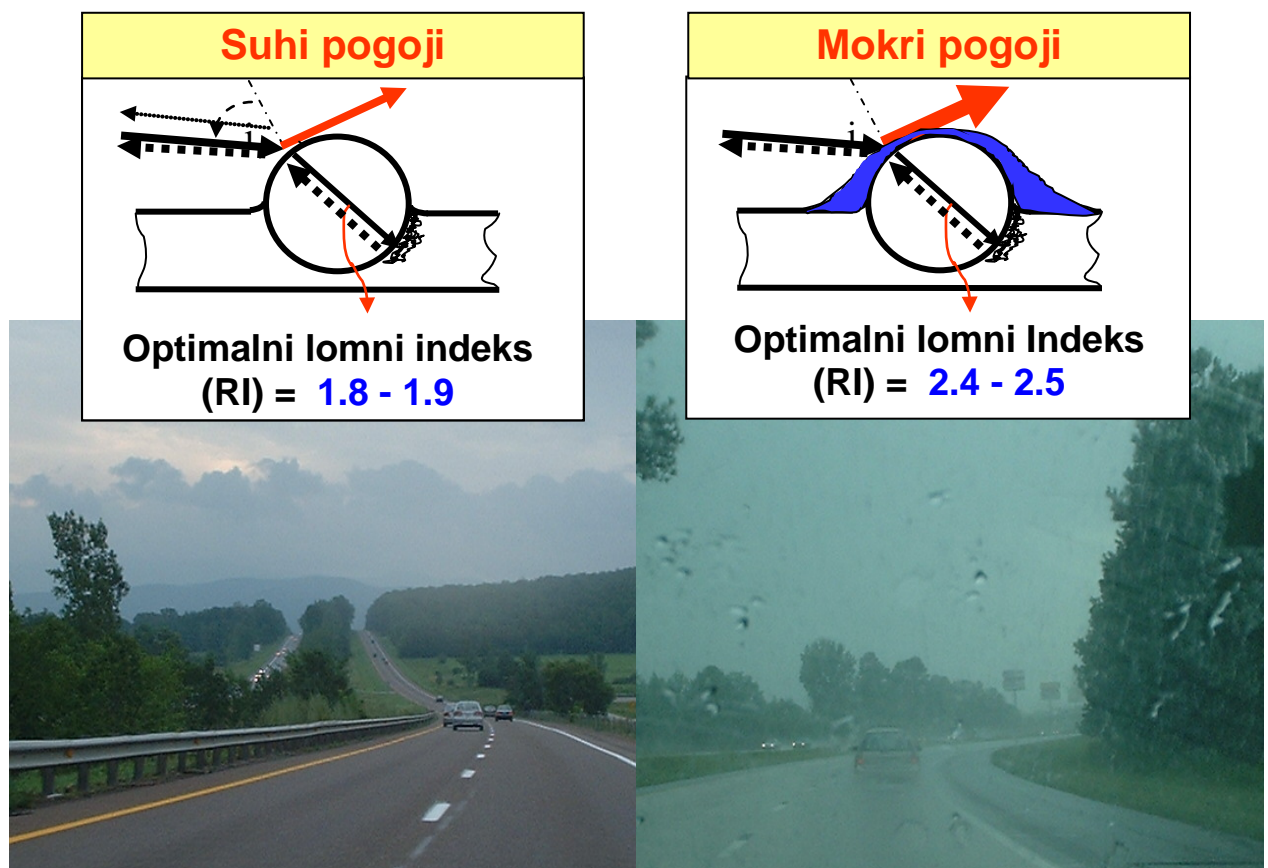
Lomni količnik ali indeks RI je mera stopnje upogiba (loma) svetlobe, ko svetlobni žarek udari ob površino kroglice.

Vsako »telo«, skozi katero lahko potuje svetloba, odbije del žarkov nazaj proti viru svetlobe. Ta pojav imenujemo retrorefleksija.

Stopnja retrorefleksije je odvisna od lomnega indeksa, od tega pa je odvisno, koliko svetlobe se odbije naravnost proti viru svetlobe (voznikovega očesa). Indeks mora biti ravno pravšnji, da tisti žarki, ki se lomijo ob dotiku kroglice padejo v žariščno točko, ki omogoči optimalno retrorefleksijo

Ko žarki svetlobnega vira udarijo ob površino kroglice, se njihov večji del odbije v okolico, preostali del pa se lomi na njeni površini.

Razmerje je odvisno tudi od tega, ali je kroglica suha ali prekrita z vodnim filmom. V slednjem primeru se v okolico odbije znatno večji del žarkov kot takrat, ko je kroglica suha.

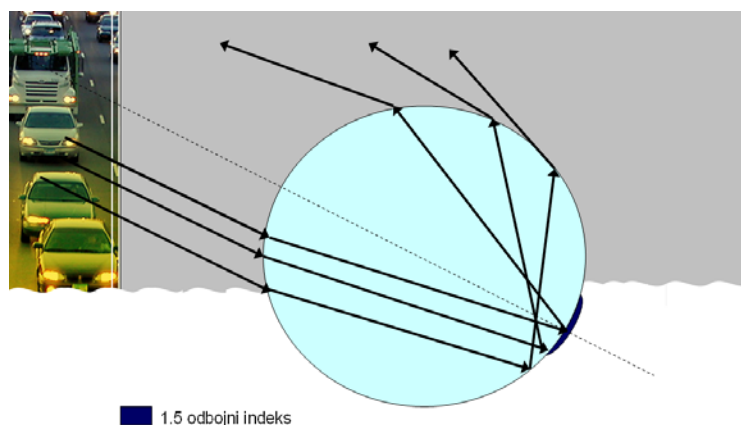


Slika 13 : Različna količina odboja svetlobe v različnih vremenskih pogojih

Za retrorefleksijo svetlobe v določeni barvi je potreben določen pigment, v katerega je potopljena kroglica. Svetlobni žarek dobi želeno barvo v žariščni točki, ki je na spodnjem delu kroglice, obdanem s pigmentom.

Perle različne velikosti in kvalitete imajo različne lastnosti svetlobne odbojnosti.

Na spodnji sliki je prikazano lomljenje svetlobe v stekleni kroglici z lomnim količnikom 1,5. Lepo je vidno, kako malo svetlobnih žarkov pade v žariščno točko, ki omogoča optimalno retrorefleksijo.



Lom svetlobe v kroglici z indeksom 1,5 (3M)

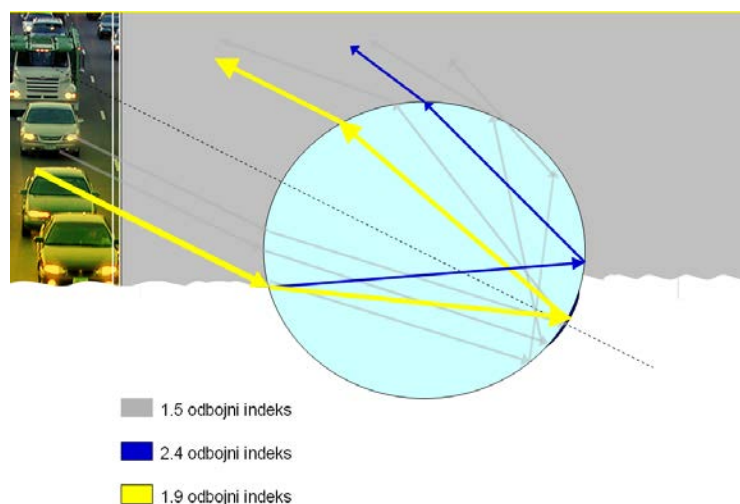
3.2.2.1.1 Retrorefleksija v suhih pogojih

Na spodnji sliki je prikazano delovanje različnih refleksijskih indeksov v suhih pogojih.

Indeks, ki zagotavlja optimalno retrorefleksijo v suhem vremenu je 1,9. Pri tem indeksu se vsa svetloba, ki pade na kroglico, ob dotiku lomi tako, da se veliko žarkov združi v žariščni točki na zadnji strani kroglice.

Pri ostalih indeksih se svetloba ob dotiku s kroglico lomi premalo ali preveč.

Učinek refleksije različnih indeksov v primeru mokrih pogojev je predstavljen v nadaljevanju.



Delovanje različnih refleksijskih indeksov v suhih pogojih (3M)

Tehnologija novih steklenih kroglic z optimalnim refleksijskim indeksom omogoča v nočnem času tudi do 2-krat višje vrednosti svetlobne odbojnosti (R_L) v primerjavi z ostalimi navadnimi kroglicami. R_L vrednosti se zmanjšujejo skozi življenjsko dobo z drgnjenjem koles vozil ob površino označb in s pogostimi vremenskimi spremembami. V razvitih državah Evropske unije se morajo začetne vrednosti gibati med 200 in 400 $\text{mcd/m}^2 \cdot \text{lux}$, da na koncu dobe trajanja dosegajo še minimalne zahtevane vrednosti, kot je navedeno v preglednici 4. Pri nas naj bi na novih avtocestnih označbah dosegli vrednost 100 $\text{mcd/m}^2 \cdot \text{lux}$, minimalna vrednost ob koncu dobe trajanja pa naj bi bila najmanj 70 $\text{mcd/m}^2 \cdot \text{lux}$, vendar še to ni določeno s predpisom.

Preglednica 4: Svetlobno odbojne zahteve talnih označb v razvitih članicah EU

Cestne oznake	Maksimalna hitrost	Vidnostna razdalja	Svetlobno odbojne zahteve
Avtocesta	120 km/h	75 m	150mcd
Druge ceste	90 km/h	55 m	100mcd
Mestne ceste	50 km/h	30 m	150mcd

Preglednica 5: Razredi R_L za suhe cestne označbe

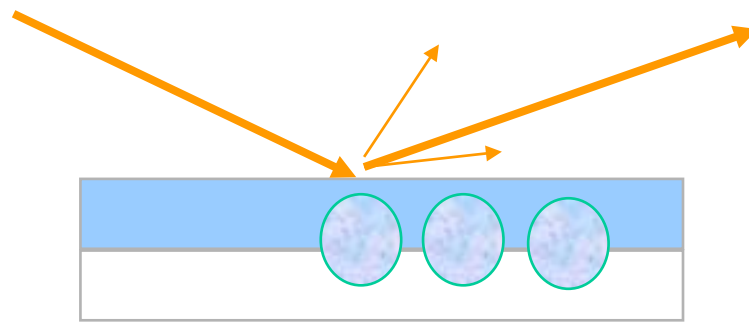
Cestne oznake	Barva	Razred	Minimalni koeficient odbojne svetlosti R_L $\text{mcd/m}^2 \cdot \text{lux}$
Trajne	Bela	R0	Ni zahteve
		R2	$R_L \geq 100$
		R4	$R_L \geq 200$
		R5	$R_L \geq 300$
	Rumena	R0	Ni zahteve
		R1	$R_L \geq 80$
		R3	$R_L \geq 150$
		R4	$R_L \geq 200$
Začasne		R0	Ni zahteve
		R3	$R_L \geq 150$
		R5	$R_L \geq 300$

3.2.2.1.2 Retrorefleksija v mokrih pogojih

V današnjem času se posveča več pozornosti vidnosti oznak ponoči in v dežju. V takih razmerah se vozniku bistveno poslabša vidljivost zaradi različnih dejavnikov:

- padanje dežnih kapljic na vetrobransko steklo
- hitro gibanje brisalcev po vetrobranskem steklu
- zamegljena stekla zaradi kondenza
- bleščanje nasproti vozečih vozil
- pršenje vode
- slab prenos svetlobe skozi dež

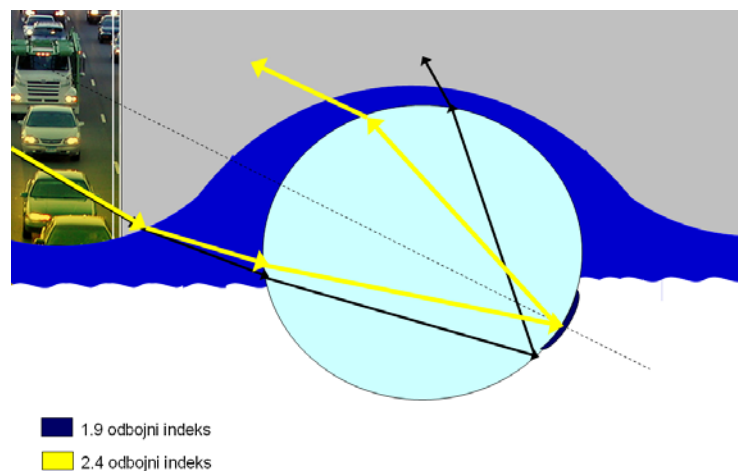
Kadar je veliko vode na vozišču, perle izgubijo svojo moč, ker jih prekrije voda in svetloba ne more priti do njih. Svetloba se namreč odbija od vodne površine nad perlami in ustvarja bleščanje, zato se oznake slabo vidijo.



Slika 14: Plast vode prekrije perle

Na mokrem vozišču so perle obdane s tanko vodno prevleko. V takem primeru se svetloba dvakrat lomi, preden pripotuje do zadnjega dela kroglice, prvič že na vodni prevleki, nato pa še drugič, ko udari žarek ob kroglico, kot prikazuje slika spodaj.

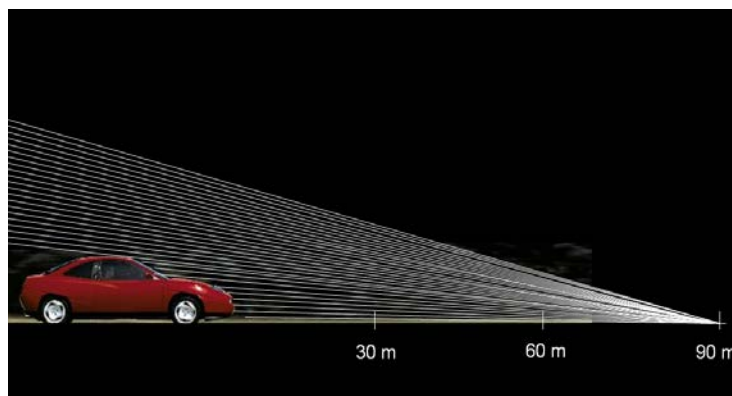
Indeks kroglice 2,4 najbolj usmerja svetlobo v mokrih pogojih in tako ustvarja optimalno retrorefleksijo.



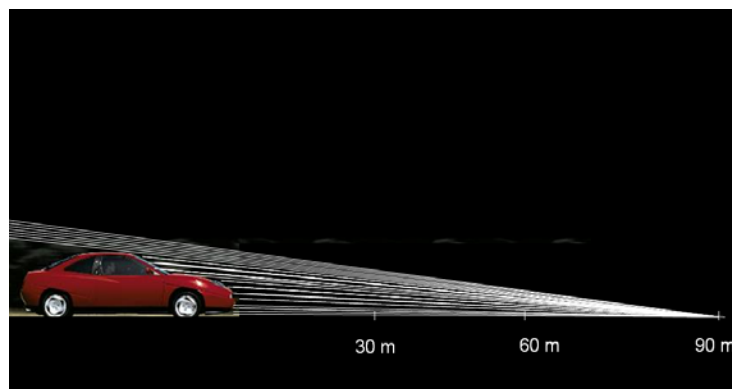
Večkratni lom svetlobe na mokrem vozišču (3M)

Pomembna razlika med večjimi in manjšimi indeksi je v tem, v kolikšni meri se odbita svetloba vrne neposredno k viru svetlobe.

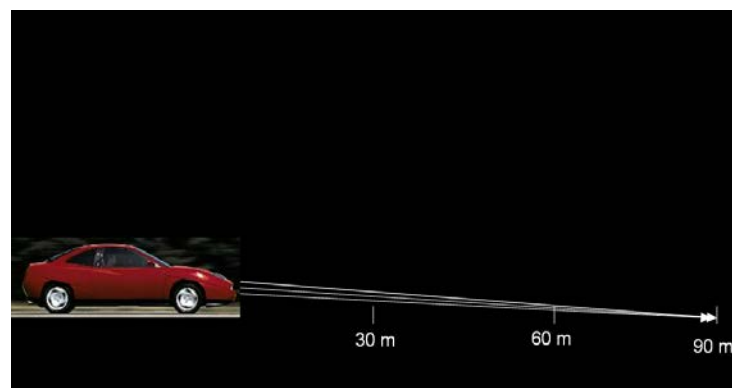
Svetloba se vrača k viru svetlobe v obliki stožca - bolj je ta ozek in podolgovat, več svetlobe je skoncentrirane v njem oziroma oznake bolj odsevajo, zato jih voznik bolje vidi.



Slika 15: Učinek majhnega refleksijskega indeksa



Slika 16 : Učinek visokega refleksijskega indeksa



Slika 17 : Optimalen refleksijski indeks

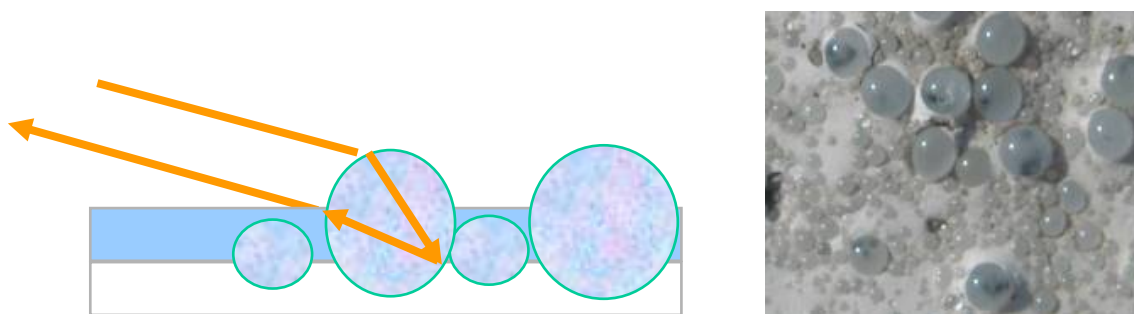
Kadar dežuje, voda na vozišču prekrije oznake oziroma perle, zato se zelo zmanjša odsevnost pri osvetlitvi z žarometom, saj se večina svetlobe odbije od vodne površine in ne doseže perl. V takih pogojih se dosega še nižje vrednosti kot na vlažnem vozišču.

Preglednica 6: Razredi R_L za cestne označbe ob prisotnosti vode na vozišču

Pogoji	Razred	Minimalni koeficient odbojne svetlosti R_L mcd/m ² *lux
Vlažno	RW0	Ni zahteve
	RW1	$R_L \geq 25$
	RW2	$R_L \geq 35$
	RW3	$R_L \geq 50$
Dež	RR0	Ni zahteve
	RR1	$R_L \geq 25$
	RR2	$R_L \geq 35$
	RR3	$R_L \geq 50$

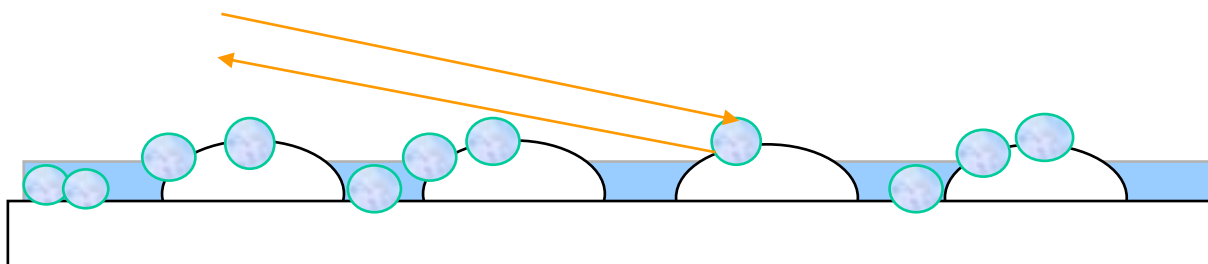
3.2.2.2 Zagotavljanje retrorefleksije v mokrih pogojih

Proizvajalci so ponudili trgu perle večjih granulacij, ki segajo nad vodno površino in tako omogočajo dobro odsevnost tudi na mokrem vozišču, razen če je na njem prevelika količina vode. Nove perle se uporabljajo v kombinaciji s standardnimi perlami.



Slika 18 : Večje perle segajo nad površino vode in omogočajo retrorefleksijo

S postavitvijo oznak, ki voznika z zvočnim signalom opozorijo na nevarno bližino robov vozišča, je zagotavljanje retrorefleksije bistveno lažje in boljše, ker voda odteka med rebri, kroglice na rebrih pa zagotavljajo dobre retrorefleksijske lastnosti.

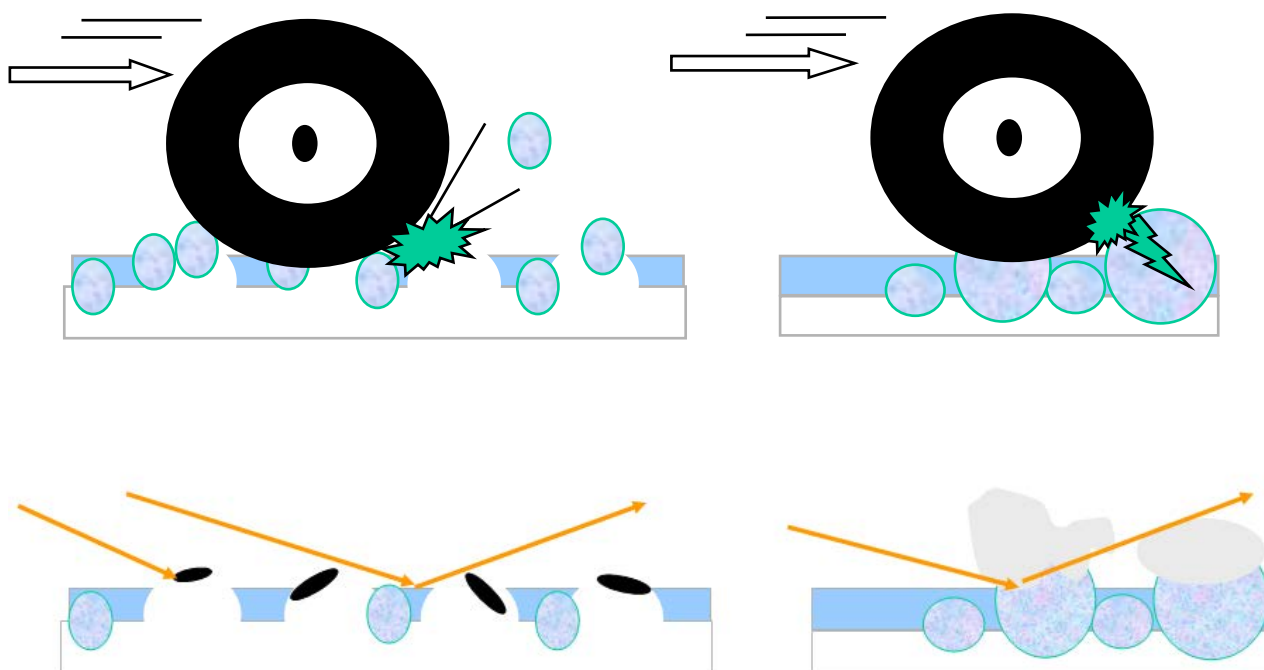


Slika 19: Zagotavljanje retrorefleksije z zvočnosignalnimi označbami



Zvočno signalne oznake (3M)

Take oznake pa so izpostavljene močnim abrazijskim vplivom, saj površina ni »gladka« kot pri običajnih oznakah, zato kolesa vozil odskakujejo, perle pa nimajo zadostne oprijemljivosti in se poškodujejo ali izrujejo. Te oznake se redko uporabljajo zaradi kratkotrajnih retrorefleksivnih lastnosti.



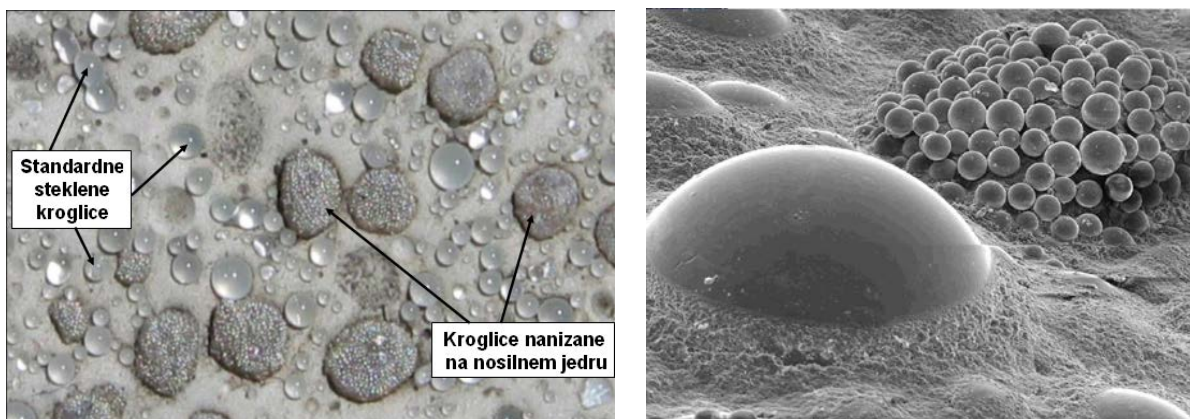
Izpostavljenost abrazijskim vplivom in njihove posledice (3M)

Da bi barvne oznake služile svojemu namenu tudi ob večjih količinah vode na vozišču in v drugih vremenskih razmerah, je vodilno podjetje na tržišču, ki izdeluje talne oznake, razvilo posebno vrsto svetlobno odbojnih materialov. Dodatki za zagotavljanje dobre vidnosti oznak so sestavljeni iz standardnih steklenih kroglic različnih granulacij in posebnih elementov.

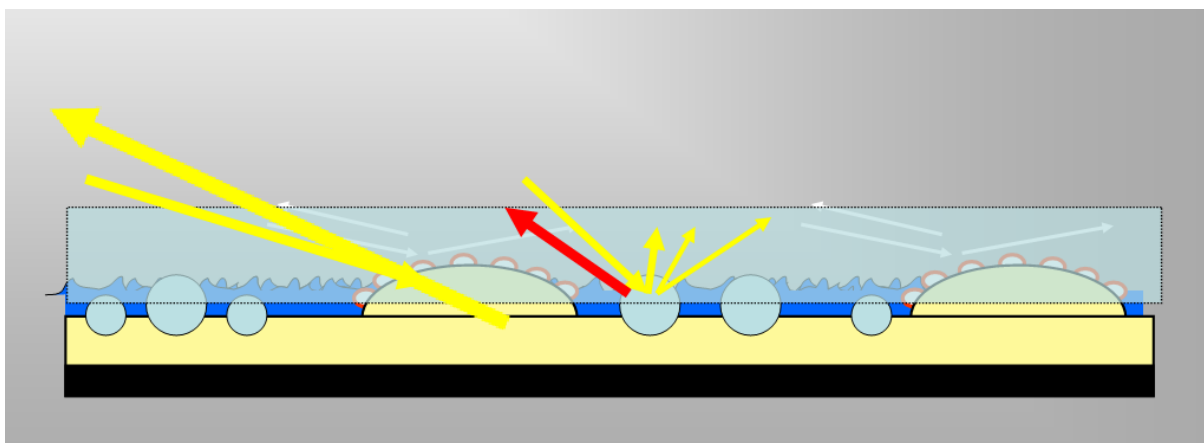
Steklene kroglice ali perle zagotavljajo dobro vidnost v suhih pogojih, medtem ko so posebni svetlobno odbojni elementi namenjeni izključno dobri vidnosti v mokrem.

Posebni svetlobno odsevni elementi so sestavljeni iz mikroskopsko majhnih keramičnih kroglic, nanizanih na nosilnem jedru.

Kot pri vsaki osvetlitvi kroglice z žarometom katerega koli indeksa in ob pokritosti z vodo nekaj žarkov pade v žariščno točko, ki omogoča retrorefleksijo, prav tako pri teh elementih pade nekaj žarkov v žariščno točko. In ker jih je na enem keramičnem jedru veliko, deluje celoten element kot ena sama kroglica standardne velikosti v suhih pogojih.



Slika 20: Elementi, vidni v vseh vremenskih pogojih



Delovanje retrorefleksije ob veliki količini vode na vozišču v dežju (3M)

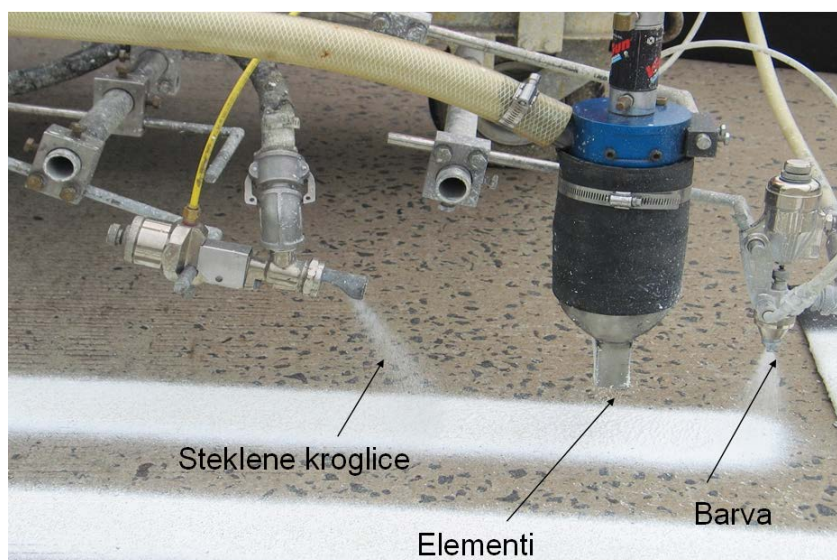
3.2.2.3 Steklene kroglice – perle

Steklene kroglice se uporabljajo v različnih dimenzijah od 1 do 1600 mikronov, (odvisno od proizvajalca). Pri nas so najpogostejše perle od 100 do 600 mikronov, ki se uporabljajo za tankoslojno označevanje cest z barvo.

Da bi povečali uporabnost in učinkovitost perl, nanje nanašajo različne prevleke, ki omogočajo:

- optimalno omočenost kroglic, ki znaša od 40 do 60 % njihove velikosti, v snov, na katerega so posute; pri tem je refleksija optimalna, kakor tudi oprijemljivost in stabilnost perle v materialu;
- kvaliteten oprijem z materialom, na katerega so nanešene (zato jih pnevmatike težje izbijejo), in tako služijo tudi kot zaščitni sloj pred obrabo ter podaljšujejo življenjsko dobo oznak
- utrjevanje materiala, na katerega so nanešene.

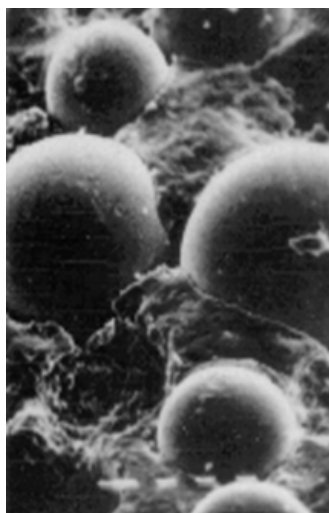
Steklene kroglice ali perle lahko vmešamo v materiale za talne označbe, jih posipavamo (ročno ali strojno) na sveže obeležene talne oznake ali pa kombiniramo oba načina.



Slika 21: Primer stroja za hkratno nanašanje posameznih komponent talnih označb

Poraba perl mora znašati, ne glede na način nanašanja, za tankoslojne materiale (granulacija do 800 μm) od 0,2 do 0,22 kg/m^2 , za debeloslojne materiale (granulacije do 1600 μm) pa od 0,30 do 1,0 kg/m^2 obeležene površine. Če so perlam dodana še antidrnsna sredstva, povečamo količino posipa za 15% oziroma na približno 230 – 250 g/m^2 , odvisno od proizvajalca. Steklene perle večjih granulacij in z dodatkom antidrnsnega sredstva zagotavljajo bistveno povečanje prometne varnosti v slabih vremenskih pogojih.

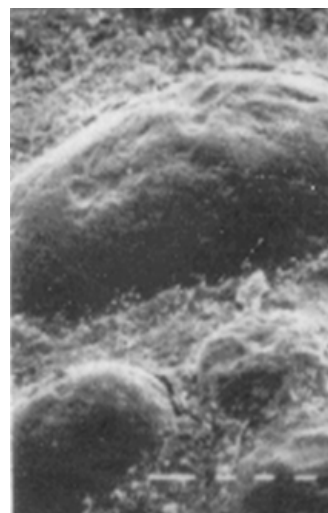
Poleg steklenih perl so na voljo tudi keramične, ki so običajno dodane prefabriciranim trakovom. Keramične perle so zelo odporne proti drobljenju in praskam, imajo visoko začetno svetlost, ki jo obdržijo tudi skozi daljši čas. S tem povečujejo varnost in zmanjšujejo cikel obnavljanja oznak.



Keramične perle 1,75



Steklene perle 1,75



Steklene perle 1,5

Prikaz keramičnih in steklenih perl po 24 mesecih uporabe (3M)

3.2.3 Drсна odpornost

Nemalokrat se zgodi, da moramo pri vožnji naglo zavreti ali spremeniti smer, pri čemer se močno poveča bočna sila vozila. Ključno vlogo v takih situacijah ima drsna odpornost SRT ali koeficient drsnega trenja KDT, kar je pomembno za varnost v cestnem prometu. Vrednosti odpornosti oznak in ostalega vozišča se ne smejo veliko razlikovati. V večini držav Evropske unije so zahtevane minimalne vrednosti od 50 do 55 SRT enot, pri nas pa s predpisom niso določene, zato uporabljamo najnižje, kot so določene v standardu 45 enot (SIST EN 1436, 2006).

Na novem zgornjem ustroju voziščne konstrukcije vpliva na drsno odpornost oznak obrabni sloj vozišča, na starem pa se zaradi večkratnega obnavljanja talnih oznak sloj materialov tako poveča, da obrabni sloj ne vpliva več na drsnost na obeleženih površinah, zato jih je treba spet narediti hrapave. To najlažje dosežemo z dodajanjem raznih materialov med perle, ki ji

posipavamo na sveže oznake. Najbolj primeren za to je kremenčev pesek, ki ga dodajamo steklenim kroglicam, in sicer največ do 30 % skupne teže.

Preglednica 7: Razredi drsne odpornosti

Razred	Minimalna vrednost SRT
S0	Ni zahteve
S1	SRT \geq 45
S2	SRT \geq 50
S3	SRT \geq 55
S4	SRT \geq 60
S5	SRT \geq 65

4 MATERIALI HORIZONTALNE PROMETNE SIGNALIZACIJE

Oznake na vozišču morajo biti narejene tako, da udeležencem v prometu vedno zagotavljajo zanesljivo vodenje in varno vožnjo. Uporabljajo se lahko le preizkušeni materiali, ki ustrezajo kakovostnim in tehničnim zahtevam vidnosti oznake podnevi in ponoči ter ustrezno trajnost in drsnost v zahtevanem časovnem obdobju.

4.1 Klasifikacija materialov

Materiali za talne oznake so razvrščeni v več skupin, glede na:

- debelino sloja oznak
- način izdelave oznak
- kemično sestavo in proces strjevanja oziroma sušenje materialov.

Po debelini sloja suhega nanosa materiala za označevanje razlikujemo:

- materiale za tankoslojne oznake, ki se nanašajo v debelini od 0,150 do 0,800 mm (sem spadajo vse vrste barv za talne oznake)
- materiale za sredneslojne in debeloslojne oznake, ki se nanašajo v debelini nad 0,800 mm (sem spadajo termoplastični in hladnoplastični materiali).

Glede na način izdelave oznak razlikujemo:

- materiale, ki jih nanašamo na površino vozišča (sem spadajo vse vrste barv in plastičnih mas)
- materiale, ki jih vgrajujemo v zgornji ustroj vozišča (tlakovci, kocke, kamnite plošče, jekleni gumbi in razni odsevniki, ki se pritrujejo na vozišče z lepljenjem ali sidranjem)
- prefabricirane materiale, predvsem trakove, ki se lepijo na vozišče kot trajne ali začasne oznake.

Po kemični sestavi materialov in procesu strjevanja razlikujemo pri materialih za tankoslojne označbe:

- enokomponentne materiale in
- dvokomponentne materiale.

4.2 Kakovost izvedenih del

Kakovost izvedenih del je osnovni pogoj za izdelavo dovolj trajne in dobro vidne talne oznake. Drugi, enako pomemben pogoj pa je pravilna izvedba.

Za izdelavo talnih oznak se lahko uporabljajo le preizkušeni materiali, ki ustrezajo kakovostnim zahtevam standardov oziroma tehničnim specifikacijam (TSC).

Kakovost del zagotavljajo:

- uporaba kvalitetnih materialov v skladu z navodili proizvajalca
- nanos materialov za oznake v predpisani debelini
- nanos perl v predpisani količini in enakomerno po vsej površini oznake
- kakovost izvajanja del.

4.3 Vzdrževanje talnih oznak

Zagotavljanje dobre vidnosti talnih oznak skozi vse leto, podnevi in ponoči, je osnovna naloga vzdrževalcev talnih oznak. Dosežemo jo lahko le z rednim in kvalitetnim obnavljanjem.

Pogostost obnavljanja je odvisna od lokacije oznak, prometne obremenitve ceste in vrste uporabljenega materiala. Oznake je treba obnoviti, ko so tako obrabljene, da je vidno manj kot 50% celotne površine. Kvaliteta obnovljene oznake mora zagotavljati predpisano vidnost v vsej dobi trajanja, le-ta pa je odvisna od prometne obremenitve ceste in vrste oznak.

Na cestah, kjer je treba tankoslojne oznake obnavljati večkrat letno, priporočajo nadomestitve s srednjeloslojnimi ali z debeloslojnimi oznakami.

To je mogoče izvesti le na kakovosten in dobro ohranjenem zgornjem ustroju ter v primeru, da je barvni sloj oznake izrabljen vsaj 60%. V nasprotnem primeru je potrebno stare oznake odstraniti s strojem za brisanje oznak.

4.4 Oznake na vozišču in drugih prometnih površinah

Pravilnik o spremembah in dopolnitvah pravilnika o prometni signalizaciji in prometni opremi na javnih cestah (Uradni list RS 33/06) se glasi.

Oznake na vozišču in drugih prometnih površinah so bele barve. Ne glede na to zaznamujemo:

1. z rumeno barvo oznake mest na vozišču in drugih prometnih površinah, kjer je prepovedano parkiranje;
2. z rumeno v kombinaciji z belo barvo črto, ki ločuje pasove za vožnjo vozil javnega prevoza potnikov;
3. z rumeno barvo oznake, ki zaznamujejo mesta, rezervirana za določene namene (avtobusna postajališča, postajališča za taksije, parkirna mesta, rezervirana za vozila invalidov itd.);
4. z rumeno barvo oznake na fizičnih ovirah za umirjanje prometa, izvedena na vozišču;
5. z rumeno barvo začasne oznake na vozišču, pri začasnih preusmeritvah prometa zaradi del, drugih ovir ali poškodb vozišča;
6. z modro barvo oznake pasov za parkiranje in parkirnih mest na vozišču v območju kratkotrajnega parkiranja;
7. z rdečo in belo barvo stalne ovire znotraj gabarita prostega profila ceste.

Oznake na vozišču in drugih prometnih površinah se lahko izvedejo na naslednje načine:

- narišejo
- nalijejo
- nalepijo
- vtisnejo ali vgradijo.

Oznake na vozišču in drugih prometnih površinah ne smejo povečati spolzkosti prometne površine. Oznake na vozišču in drugih prometnih površinah ne smejo biti več kot 0,6 cm nad ravnino prometne površine. Če so zanje uporabljene kovinske glavice, glavice iz umetnih snovi ali so izvedene v obliki prečnih trakov, ne smejo biti več kot 1,5 cm nad ravnino prometne površine. Če so vanje vgrajena svetlobno odbojna telesa, ta ne smejo biti več kot 2,5 cm nad ravnino prometne površine.

Oznake na vozišču in drugih prometnih površinah so:

- vzdolžne
- prečne in
- druge oznake na vozišču in drugih prometnih površinah.

Lastnosti materialov, ki se uporabljajo za izdelavo prometne signalizacije in prometne opreme cest, način izdelave, natančna oblika, barve, dimenzije, način in merila za postavljanje prometne signalizacije ter prometne opreme cest, ki niso določene po pravilniku o prometni signalizaciji in prometni opremi na javnih cestah, določajo tehnične specifikacije za javne ceste.

4.5 Vrste materialov in mesto uporabe

Za izvedbo talnih oznak uporabljamo različne materiale. Izbiramo jih glede na vrsto materiala, lokacijo oznak in pričakovane prometne obremenitve, kot je to prikazano v preglednici 8. Investitor se lahko odloči za uporabo trajnejših materialov tudi pri nižjih prometnih obremenitvah, če oceni, da je to koristno s stališča prometne varnosti in prepustnosti ceste.

Preglednica 8: Vrsta materialov za izdelavo talnih označb in mesto uporabe

proizvod	vrsta označb	lokacija označb	prometna obremenitev PLDP
enokomponentna barva	prečne in druge označbe	vse kategorije cest ne glede na lokacijo	< 10 000
	vzdolžne označbe	vse kategorije cest ne glede na lokacijo	ne glede na PLDP
dvokomponentna barva	vse vrste označb	vse vrste cest ne glede na lokacijo	> 10 000
hladna plastika	vse vrste označb	vse kategorije cest v naselju	ne glede na PLDP
	vse vrste označb	vse kategorije cest zunaj naselja	> 10 000
	vzdolžne označbe, napisi, silhete, simboli	vse kategorije cest v območju šolskih prehodov križišč, predorov in galerij	ne glede na PLDP
vroča plastika	vse vrste označb	vse kategorije cest v naselju	ne glede na PLDP
	vse vrste označb	vse kategorije cest zunaj naselja	> 10 000
	vzdolžne označbe, napisi, silhete, simboli	vse kategorije cest v območju šolskih prehodov križišč, predorov in galerij	ne glede na PLDP
predizdelane talne označbe	vse vrste označb	vse kategorije cest v naselju	ne glede na PLDP
	vse vrste označb	vse kategorije cest zunaj naselja	> 10 000
	vzdolžne označbe, napisi, silhete, simboli	vse kategorije cest v območju šolskih prehodov križišč, predorov in galerij	ne glede na PLDP
svetlobno odbojna telesa in drugi materiali, ki se vgrajujejo v zgornji ustroj vozišča	začasne označbe, dodatno poudarjanje označb	predori, galerije, mestna središča - po posebni tehnični dokumentaciji	ne glede na PLDP

Debeloslojne označbe (hladna in vroča plastika ter prefabricirani trakovi) se poleg navedenih lokacij v preglednici 8 uporabljajo še na krožnih križiščih in za zaznamovanje mest na voziščih, kjer so postavljene trajne fizične ovire za umirjanje prometa.

Na cestah z nizkim PLDP 10000 in drugih površinah, kot so kolesarske steze in parkirišča, se uporabljajo materiali za tankoslojno označevanje.

Vozišče, na katerega nanašamo oznake, mora biti popolnoma suho, brez ostankov soli, mastnih madežev, prahu, peska, zemlje, in drugih materialov. Pred nanašanjem materialov za sredneslojne in debeloslojne oznake je treba odstraniti stare nanose barv ali pa morajo biti oznake izrabljene vsaj 60%.

4.5.1 Barve za označevanje

To so tankoslojni materiali, narejeni na osnovi topil ali vode. Na voljo so različne vrste barv, ki se ločijo glede na mesto uporabe, v osnovi pa so jim lahko že dodani protizdrsni delci.

Retrorefleksivne lastnosti oznak dosežemo s posipanjem steklenih perl (največ 5 sekund po nanosu barve). So najbolj razširjen način talnega označevanja. Prednost je v tem, da so preproste za uporabo in ekonomsko sprejemljive, slabost pa v tem, da ne zdržijo dolgo pri visokih prometnih obremenitvah oziroma se hitro obrabijo in čez čas tudi spremenijo barvo zaradi UV žarkov, porumenijo in zbledijo. Čas sušenja, ki je poleg temperature in relativne vlažnosti zraka odvisen tudi od izdelka, traja od 15 do 40 minut.

Pri nas se najpogosteje uporabljajo barve slovenskega proizvajalca, katerega proizvodi so navedeni in opisani v prilogi. Vsem vrstam barv je skupno, da so enokomponentne z dobrimi fizikalno-kemijskimi lastnostmi in z visokim deležem suhe snovi. Signocryl aqua je izdelan na vodni osnovi, ostali izdelki pa na osnovi topil. Priporočena debelina mokrega filma je odvisna od obremenitve oznak in znaša od 350 – 600 μm . V času nanašanja barve ne sme biti temperatura zraka nižja od 5°C in vlažnost večja od 80%. Kadar so delovni pogoji blizu teh meja, se čas sušenja podaljša. Po prvem barvnem obeleževanju oznak na novo položenem asfaltu je treba postopek ponoviti po 3 mesecih, ko se asfaltni obrabni sloj stabilizira.

Barve nanašamo:

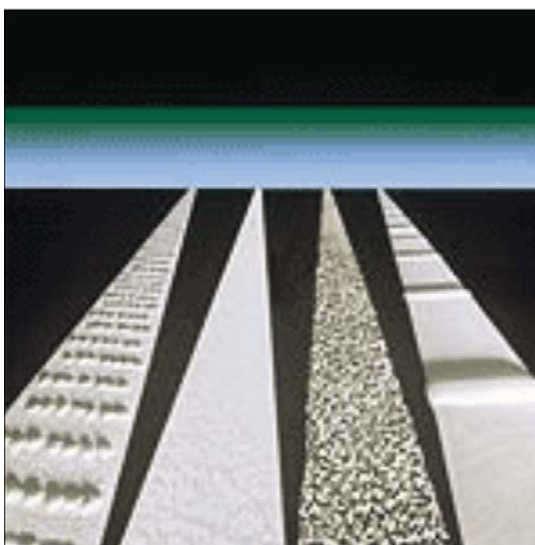
- s posebnimi, v ta namen izdelanimi stroji
- s pomočjo brizgalne pištole in

- ročno (s pomočjo pleskarskega valjčka).

4.5.2 Plastične zmesi za označevanje

Zaradi vse večjega prometa se je v svetu pokazala potreba po trajnejših oznakah na cestah, česar pa običajno barvanje ni moglo zagotavljati. Iz tega razloga se je pričel razvoj in kmalu tudi proizvodnja materialov za trajnejše označevanje na cestah. Gre za vroče in hladne plastike, ki sodijo med debeloslojne označbe.

Poleg klasičnih oznak je mogoče izdelati tudi profilirane in strukturne oznake, in to v različnih izvedbah: karo izvedba, polni nanos, rebrasti nanos – npr. 5 cm polno, 5 cm prazno in podobno, pri čemer dolžino polnega in praznega lahko spreminjamo). V karo in rebrasti izvedbi ob prevozu nastane značilen hrup, ki voznika opozori, da je zapeljal na robno ali sredinsko črto. Zaradi dvignjenosti reber voda odteče s talnih označb, zato ima črta tudi v mokrih pogojih dobro refleksijo.



Različne izvedbe debeloslojnih označb (Degussa)

Strukturne označbe, narejene iz točk/pik plastične zmesi, so cenovno ugodnejše. Plastična zmes ni razporejena po celotni oznaki, ampak je vmes prazen prostor, kar poleg manjše porabe materiala omogoča tudi lažje odtekanje vode z označbe in s tem boljše videnje.

Sem spadajo tudi debeloslojni premazi za posebne namene, ki z dobrimi fizikalno-kemijskimi lastnostmi omogočajo večletno obstojnost.

Premazni sistemi so namenjeni:

- izdelavi prehodov kolesarskih stez in prehodov za pešce prek cestišč
- povečanju antizdrsni lastnosti zaviralnih površin pred križišči, prehodi za pešce in kolesarje, v ostrih zavojih idr. ter
- dekoraciji asfaltnih in betonskih površin (dvorišča, dovozi, vhodi ...).

Minimalna starost za nanos plastičnih oznak je 2 meseca, na beton pa take označbe lahko nanesemo po 6 tednih.

4.5.2.1 Hladna plastika

Označbe, narejene iz hladne plastike, so se v zadnjih 30 letih pokazale kot izredno primerna sredstva za izboljšanje varnosti v cestnem prometu. V primerjavi z barvnimi zagotavljajo večletno trajnost.

Hladna plastika je zelo primeren material za označevanje cest z večjo gostoto prometa in za označevanje posebno nevarnih mest, zlasti za izboljšanje nočne vidljivosti v slabem (deževnem) vremenu.

Hladno strjevanje omogoča polaganje brez gretja. V primerjavi z vročo plastiko to pomeni prihranek energije in časa. Posebno enostavno je označevanje križišč v mestih.

Debelina sloja hladne plastike je po utrditvi enaka kot pri nanosu, kar je pomembno tudi z ekološkega vidika. Pri običajnih barvah namreč izhlapi v ozračje 30 – 40 % topil, povečini strupenih aromato, to pa je pri uporabi 500 ton cestne barve v Republiki Sloveniji emisija topil v količini 150 – 200 ton letno.

Najpomembnejša lastnost hladne plastike je njena trajnost, kar pomeni visoko ekonomičnost. Obstojnost na vozišču po štirih letih je taka:

- pri hladni plastiki brez obremenitve prometa 93%,
- s standardno obremenitvijo 68%,
- pri barvah po pol leta standardne obremenitve 78%.

Hladna plastika se odlično oprijema asfalta in betona. Na betonskih voziščih, kjer je fina cementna plast izginila zaradi obrabe, se nanaša brez grundiranja. Nanašanje hladne plastike pa je pri visokih temperaturah otežkočeno, saj se pri 35°C lahko izloči parafinski film.

Označbe so zaradi tega dalj časa lepljive.

Po premešanju osnove in katalizatorja se prične polimerizacija. V prvih 10 do 15 minutah ostane tekočina še tekoča in se lahko obdeluje. Nato je viskoznost vedno višja - do popolne utrditve po 20 do 30 minutah.

Utrjene hladne plastične oznake so dovolj elastične, da sledijo toplotnim spremembam asfalta. Na betonskih cestiščih razpoke delno zapolnimo. Optimalno začetno retrorefleksijo dosežemo po treh dneh eksploatacije, vendar je treba pri nekaterih izdelkih za doseg večje nočne vidnosti takoj po nanosu posuti dodatnih 200 g/m² steklenih kroglic.

Vsem vrstam hladnih plastik je skupno, da so dvokomponentne. Sestojijo se iz osnovnega materiala in katalizatorja za pospeševanje reakcij v predpisanem razmerju. V času nanašanja hladne plastike v splošnem velja, da mora biti temperatura zraka med 10 in 35°C, vlažnost pa ne sme biti višja od 80%. Če so delovni pogoji blizu teh meja, se čas utrjevanja podaljša.

4.5.2.1.1 Metode nanašanja

Predpogoj za dober oprijem hladne plastike je priprava podlage. Obrabni sloj asfalta mora biti pred polaganjem hladne plastike suh, brez oljnih madežev in ostankov starih označb. Površino moramo pred polaganjem obvezno očistiti, najbolje s površinskim rezkanjem ali peskanjem.

4.5.2.1.1.1 Ročno nanašanje in majhni stroji

Za puščice in simbole je najprimernejše lepljenje z lepilnim trakom in polaganje z gladilko. Na prehodih za pešce in stop črtah se uporabljajo vlečna korita ustrezne širine. V zadnjem času so vedno bolj priljubljeni majhni ročno vodeni stroji, ki delujejo po zakonitosti vlečenja čevlja. Vlečno korito upravljaavec s pomočjo ročice odpre, zapre in napolni, vizirna naprava pa omogoča zelo natančno vodenje črte. Za izboljšanje nočne vidljivosti črt je na strojček

montiran posipalec, ki enakomerno stresa perle na material. Vlečna korita omogočajo črte, široke med 10 do 25 cm.

4.5.2.1.1.2 Strojno nanašanje

Za markiranje avtocest se uporabljajo samostojno vozeči polagalni stroji. Opremljeni so navadno z dvema rezervoarjema za komponenti A in B, s posodo za steklene kroglice za posip in posodo za čiščenje. Komponenti A in B se črpata v predpisanem razmerju v mehansko mešalo, nato se dobro premešani nanašata na cesto. Stroji so opremljeni z avtomatiko za raster in s posipalcem perl.



Slika 22: Samostojno vozeči polagalni stroji

4.5.2.2 Vroča plastika

Podrobna analiza uporabe različnih talnih signalizacij kaže na to, da se pojavljajo novi trendi in tehnike pri izvedbi talne signalizacije. Evropski izsledki kažejo na to, da barvo že izpodriva hladna, predvsem vroča plastika. Vroča in hladna plastika se uporabljata za ceste višjih kategorij in na mestnih površinah, ki so bolj obremenjene s prometom, barva pa na cestah nižjih kategorij in na neobremenjenih površinah, vendar jo zaradi obstojnosti, ekoloških in ekonomskih razlogov izpodriva plastika. Rezultati ugotavljanja prednosti in slabosti posameznih izvedb dajejo prednost vroči plastiki, navkljub njeni višji ceni (2,5 do 3-krat

višja cena od izvedbe z barvo in 30 do 40% cenejša od hladne plastike). Vroča plastika izpolnjuje vse zahteve strokovnjakov, ki se ukvarjajo s prometom in prometno varnostjo. Talna signalizacija, izvedena z vročo plastiko, zagotavlja bistveno večjo varnost v cestnem prometu, zmanjšuje stroške izvedbe in stroške vzdrževanja. Treba je upoštevati tudi čas izvedbe v smislu, da so ceste bistveno manj časa neprevozne zaradi vzdrževalnih del. V Sloveniji so že bili poskusi, da bi uporabljali takšno izvedbo talne signalizacije vendar se kljub dobri rezultatom njena uporaba še ni uveljavila.

4.5.2.2.1 Zagotovila proizvajalcev

V Sloveniji posebni predpisi za uporabo vroče plastike ne obstajajo. Po zagotovilih proizvajalcev je garancija za talne označbe iz vroče plastike 4 leta oziroma za 4 milijone prevozov, pri kateri mora biti refleksija po štirih letih 100 – 150 mcd. V Evropi so se označbe iz vroče plastike že uveljavile in rezultati kažejo, da so obstojne več kot 6 let, oziroma do 6 milijonov prevozov, kar pomeni, da je trajnost še večja od predpisane, vendar zaradi slabe obrabe ne zagotavljajo zadostne svetlobne odbojnosti. Aplikacije z vročo plastiko niso drsne, so samopralne in se vidijo na mokrem vozišču, ker se voda zaradi debeline ne zadržuje na talnih signalizacijah.

4.5.2.2.2 Izvedba talne signalizacije z vročo plastiko

Priporočljiva debelina voziščnega sloja talne signalizacije iz vroče plastike je 2 do 3 mm ali več, poraba materiala pa je 7 kg/m² pri debelini nanosa 3 mm.

Včasih se vročo plastiko uporablja tudi kot nadomestilo za optične oz. hitrostne ovire, tako imenovane »ležeče policaje«.



Slika 23: Hitrostne ovire iz vroče plastike

Termoplastika je ekološko neoporečen material, saj ne vsebuje nikakršnih organskih topil ali drugih snovi, ki bi onesnaževale okolje. Značilnost tega materiala je 100% suha snov. Kot pigment se uporablja titanov dioksid, za izboljšanje nočne vidljivosti pa zmes vsebuje steklene kroglice.

Stroj za polaganje deluje na principu kotla – grelnika in ekstrudorja, ki snov lahko polaga v širini od 4 do 50 cm. Po končanem delu čiščenje ni potrebno zato ga samo izključimo. Če se slučajno pojavi kakšen kos plastike, ga enostavno vržemo nazaj v grelnik ali pa med komunalne odpadke. Vročo plastiko zaradi neoporečnosti materiala uvrščamo po klasifikaciji med komunalne odpadke. Pri polaganja vroče plastike praviloma ne nastajajo odpadki oziroma se morebitne ostanke ponovno uporabi, in sicer takoj ali pri naslednji izvedbi talne signalizacije, saj plastiko lahko trikrat pogrevamo.

4.5.2.2.3 Način izvedbe vroče plastike

Pri izvedbi se uporablja enokomponentni material v obliki granulata, ki ga je treba segreti do 250°C in nato vročega polagati na predhodno pripravljeno površino (rezkanje stare oznake). Pri polaganju na asfaltno ali drugo podlago mora biti temperatura plastike od 170° do 190°C, pri kateri nastane izreden oprijem med plastiko in asfaltom. Polagati jo je mogoče tudi na

obstoječe pobarvano vozišče (največ enkratno barvanje), saj temperatura razgradi barvo in je oprijem enak, kot da barve ne bi bilo. Polaganje plastike se izvaja praviloma strojno - z ekstrudorjem; le-ta uporablja vlečni čevelj, pri čemer s spremembo distance reguliramo zeleno debelino sloja označbe. Da dobimo takojšnjo odsevnost termoplastike, le-to s pomočjo posebnega cokla neposredno po nanosu posujemo (pod pritiskom) s steklenimi kroglicami, in to $0,25\text{kg/m}^2$ granulacije od 0,15 do 0,85 mm.

Oprema za polaganje vroče plastike je izdelana posebej za ta namen, sama izvedba polaganja pa je zelo podobna izvedbi z navadno barvo (glede na hitrost izvedbe in na potrebne priprave). Razlika je v potrebnem času za segrevanje materiala, ki je odvisen od temperature zraka, in sicer od 1 ure do 1,5 ure. Za ta namen imamo dodatne grelce na tovornem vozilu, kjer segrevamo plastiko in jo nato zlijemo v stroj. Vsi ostali pogoji so enaki kot pri klasični barvni signalizaciji. Razlika je le v tem, da je polaganje vroče plastike mogoče pri minimalni temperaturi vozišča 5°C in maksimalni vlažnosti zraka 85%. Čas sušenja je veliko krajši kot v primeru barvne signalizacije, prevoznost pa je možna po 3 do 5 minutah.

KOMENTAR:

Z marketinško analizo so ugotovili, da ima veliko ljudi določene pomisleke o izvedbi talne signalizacije z vročo plastiko. Marsikdo si predstavlja, da je polaganje vroče plastike postopek polaganja markirnih trakov v vroč asfalt z valjanjem. Dokaj pogosto mnenje je tudi, da vroča plastika ni primerna za področja s snežnimi padavinami. Tudi to mnenje je zmotno, saj se vroča plastika pri pluzenju zaradi svoje trdnosti in odličnega oprijema ne poškoduje, novi plugi pa so praviloma narejeni z elastičnim blažilcem med nožem in segmentom. Zelo veliko vroče plastike se polaga v severni Evropi, v skandinavskih državah in Rusiji, kjer imajo največ snega.

4.5.3 Prefabricirani trakovi

Na področju horizontalne signalizacije je barva za označevanje cestišč najbolj razširjena, ker ima določene prednosti, npr.: nizek začetni strošek, hiter nanos in sušenje, dobra vidnost v suhih razmerah ponoči idr.

Vendar barva v primerjavi z drugimi materiali še vedno ponuja manj od sedanjih in prihodnjih zahtev trga glede varnosti, ekonomičnosti itd.

Plastične označbe cestišč imajo boljše karakteristike pa naj gre za veliko večjo trajnost ali boljšo vidnost ponoči in v dežju.

Tretja skupina izdelkov za horizontalno označevanje so prefabricirani ali vnaprej izdelani trakovi. Razdeljeni so v dve skupini, in sicer v trakove za trajno uporabo in trakove za začasno uporabo, oboje pa uporabljamo za začasno preusmeritev prometa.

Poleg tega obstajajo še trakovi za nanašanje na vročo podlago in trakovi za na hladno podlago. Prvi se uporabijo na vročem, pravkar položenem asfaltu, drugi pa na že obstoječem ali ohlajenem asfaltu s pomočjo posebnih lepil, ki zvežejo označbo s podlago. Pri obeh označbah gre za to, da so izdelane v tovarnah v kontroliranem okolju, kjer jim predhodno dodajo steklene ali keramične perle s protizdrsnimi delci ali brez njih. To so vzdolžne in prečne označbe ter simboli in napisi.



Prefabricirane označbe (3M)

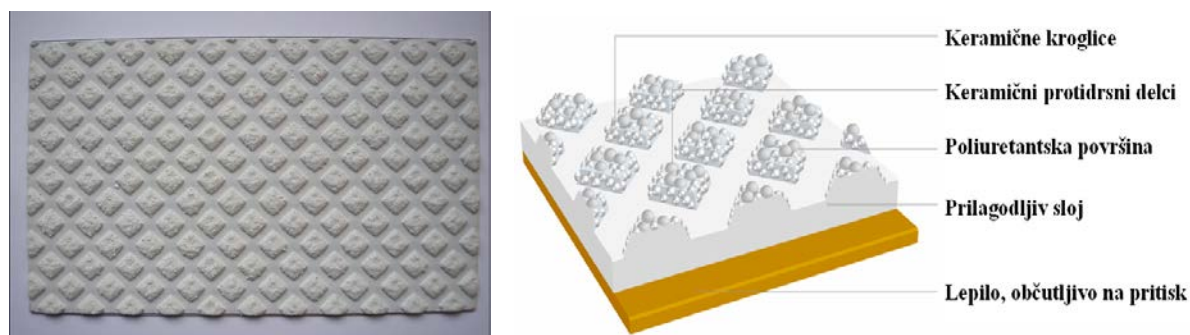
4.5.3.1 Prefabricirani trakovi za trajno uporabo

Prednosti, ki jih imajo vnaprej izdelani trakovi pred tradicionalnimi materiali za horizontalno signalizacijo, so:

- odlična vidnost ponoči,
- izboljšana vidnost v dežju zaradi enakomernega posipa perl po njeni celotni površini in globini,
- minimalno vzdrževanje
- manjša izpostavljenost vzdrževalcev na cesti,
- manj prometnih zastojev,
- odprtje ceste takoj po nanosu,
- dolga trajnost označbe,
- trajnost oznake je enaka trajnosti cestišča,
- posamezni trakovi so usklajeni s specifičnimi zahtevami glede namena uporabe in cen.

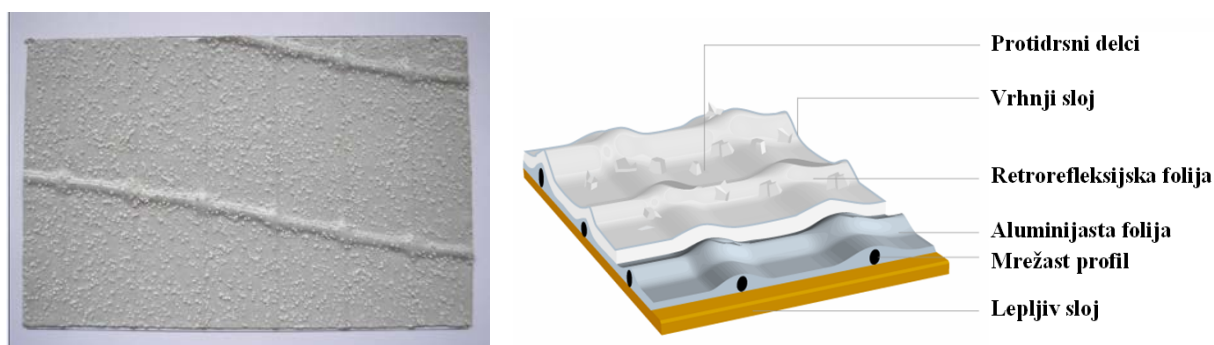
Podjetje, ki izdeluje najbolj razširjene trakove na svetu ima v svoji ponudbi veliko različnih proizvodov z različnimi lastnostmi, vsi pa dosegajo približno enake rezultate po zahtevanih kriterijih. Debeli so od 0,6 mm do 3,0 mm in se uporabljajo za vse kategorije cest ter za vse vrste označb horizontalne signalizacije. Polaga se jih lahko v vseh vremenskih razmerah, razen če je na površini voda.

Na trgu najbolj zastopan proizvod prefabriciranih označb s kvadratnimi izboklinami ima poleg dobrih protidrskih tudi odlične retrorefleksijske lastnosti, kadar je na vozišču velika količina vode in je oznaka pod njo. Na površini ima dvignjene točke, da voda ne bi prekrila celotne površine oznake in da odteče prek nje z vozišča, poleg tega oddaja tudi posebne zvočne signale pri prevozu. Ta izdelek je izmed vseh najdebelejši in ima tudi najdaljšo trajnost glede na zahteve.



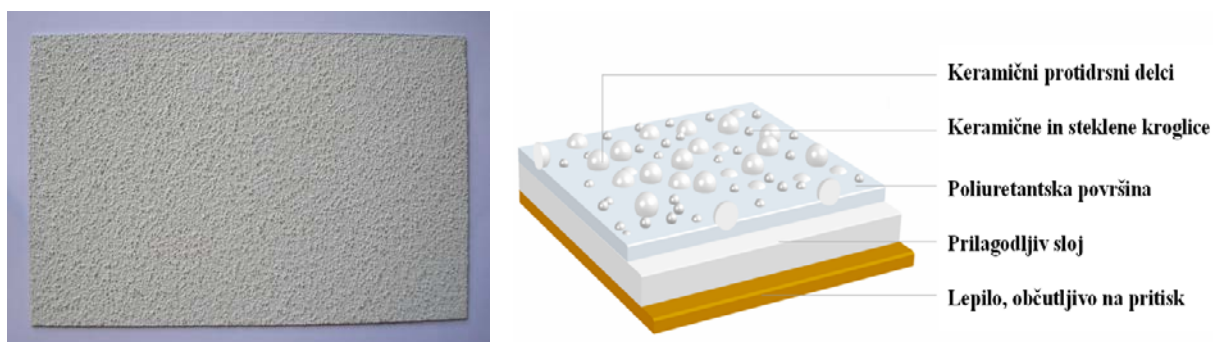
Slika 24: Prefabricirana označba s kvadratnimi izboklinami in z debelino 1,5/3 mm

Druga označba s podobnimi lastnostmi ima vzdolžna in prečna rebra, zaradi katerih je trak dobro viden tudi v dežju, saj odlično odbija svetlobo proti njenemu izvoru, čeprav je pod vodo. Pri tem pa ohranja vse lastnosti prefabriciranih oznak in nizek profil.



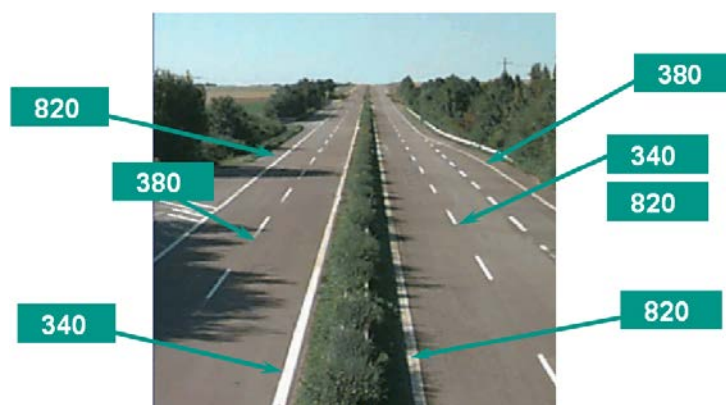
Slika 25 : Prefabricirana označba s prečnimi in vzdolžnimi rebri ter z debelino 1,2 mm

Na trgu so uveljavljene tudi navadne označbe brez posebnih lastnosti, razen dobrih trajnostnih in retrorefleksijskih značilnosti.



Slika 26 : Navadna prefabricirana označba z debelino 1,15 mm

Naštete izvedbe trajnih označb se uporabljajo na cesti kot ena serija ali kot kombinacija vseh treh. V odvisnosti od zahtev glede trajnosti, drsne odpornosti in vidljivosti v različnih vremenskih pogojih pa posamezno serijo aplicirajo na določeno (zahtevano) mesto na vozišču, naj bo to robna ali sredinska črta.



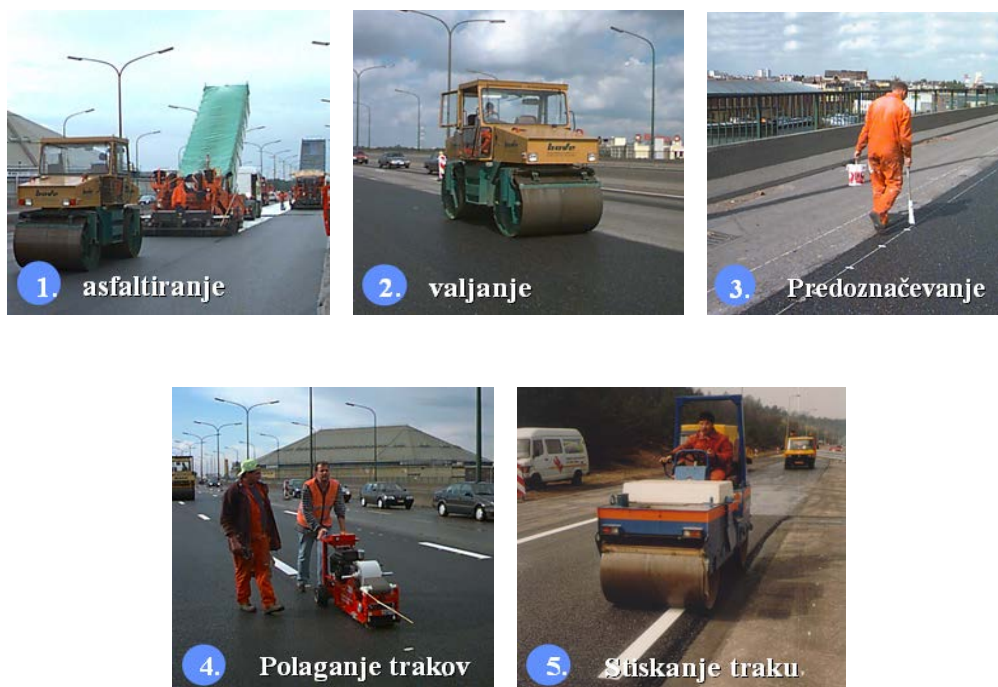
Slika 27 : Različne kombinacije uporabe trakov

4.5.3.1.1 Metode nanašanja

Aplikacija na vročo podlago

Pri tej aplikaciji prefabricirane trakove nanašajo na novo pripravljeno asfaltno površino. Pri tem mora biti asfaltna prevleka še vroča, saj je za sprijem trakov s podlago potreben še lepljiv bitumen. Polagajo se s posebnim strojem, ki ga delavec potiska in usmerja po predhodno

označeni liniji. Spodnji sloj traku je narejen iz materiala, ki reagira pod pritiskom kot lepilo. Zaradi tega prek položene označbe takoj zapelje valjar in pod njegovim pritiskom se trak zlepi z asfaltno površino.



Slika 28 : Postopek aplikacije na vročo podlago

Aplikacija na hladno podlago

Pri aplikaciji na hladno podlago se trakovi nanašajo na obstoječ ali že ohlajen asfalt. Kadar se nanašajo na že obstoječ asfalt, je treba potrebno očistiti površino in odstraniti stare oznake, če so izrabljene manj kot 60%. Na pripravljeno površino (na mesto označbe) ročno ali strojno nanesemo tanko plast vročega bitumna, za tem takoj položimo trak in ga povaljamo s posebnim valjčkom, ki ima 90 kilogramov težko utež.



Slika 29 : Postopek aplikacije na hladno podlago

4.5.3.2 Prefabricirani trakovi za začasno signalizacijo

Uporabljajo se v času vzdrževalnih in drugih del na cesti oziroma v njenem območju, za kar je potrebna začasna preusmeritev prometa, običajno pa na močno obremenjenih odsekih.

Trakovi morajo izstopati od ostalih označb na vozišču.

Pri začnih označbah je postavljanje enostavnejše kot pri trajnih označbah, saj jih ni treba polagati na vroč asfalt ali predhodno nanesti plast bitumna na obstoječi asfalt, ampak se jih samo položi in povalja.



Slika 30: Začasna preusmeritev prometa

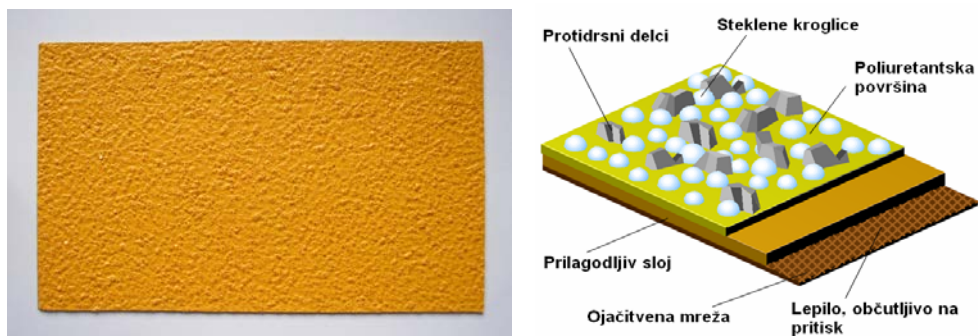
Zahteve za začasno horizontalno označbo cest so naslednje:

- Oznaka mora biti zelo prepoznavna.
- Ne sme se »stepsti« s stalno označbo na cesti, ne podnevi ne ponoči:
 - Jasna sprememba, vidna podnevi in ponoči,
 - mora zagotavljati dobro retrorefleksijo.
- Oznaka se mora razlikovati od obstoječe po barvi, podnevi in ponoči.
- Ne sme se premikati v času spremenjenega režima na cesti.
- Zagotavljati mora hitro in enostavno aplikacijo.
- biti mora hitro odstranljiva, brez težav in poškodb cestišča ter brez ostankov traku
- Po odstranitvi začasne označbe se ne sme poznati, kje je bila položena.

Kot odpadek mora biti nezahtevna za uničenje ali za deponiranje, upošteva predpise o varovanju okolja.



Enostavno in hitro odstranjevanje trakov (3M)



Slika 31 : Prefabricirana označba za začasno signalizacijo z debelino 1,5 mm

5 SVETLOBNE OZNAČBE – MARKERJI

Z večanjem gostote prometa postaja njegovo vodenje vse bolj zahtevno. Vozniki zahtevamo kakovostno signalizacijo oziroma vodenje prometa ne samo podnevi in ponoči, temveč tudi ob dežju, v megli in drugih slabih svetlobnih in vremenskih pogojih.

Tem zahtevam v veliki meri sledijo CESTNI MARKERJI ali »MAČJE OČI«, ki so dopolnilo pri signalizaciji ali pa tudi samostojno služijo svojemu namenu. Z razvojem novih tehnologij je njihova uporaba čedalje pogostejša.

Poznamo tri osnovne tipe markerjev:

- nad nivojem tal, namenjeni cestam
- v nivoju tal, namenjeni cestam
- v nivoju tal, namenjeni predvsem conam za pešce.

Markerje delimo še na:

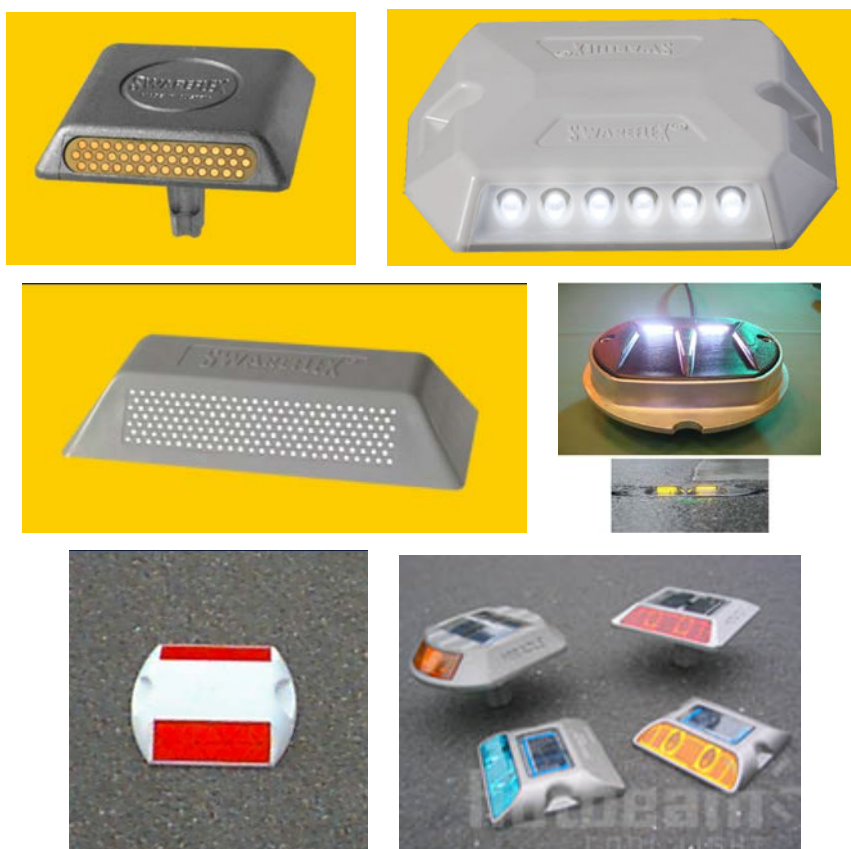
- stalne in začasne
- svetlobno odbojne (pasivne) in z lastnim virom svetlobe (aktivne)
- navadne in na pluzenje odporne.

Pasivni markerji delujejo po načelu retrorefleksije: žaromet vozila usmeri snop svetlobe v marker, ta zaradi močno odsevnih ploščic odbije svetlobo nazaj - proti viru svetlobe. Aktivni markerji z LED diodami pa imajo lasten vir svetlobe, zato ne delujejo po tem principu.

5.1 Markerji nad nivojem tal

Aktivni markerji zagotavljajo visoko vidnost ponoči v vseh vremenskih pogojih. Preko dneva se napolnijo z energijo, v mraku se sami aktivirajo – z močno utripajočo svetlobo opozorijo voznike veliko prej kot pasivni markerji. Pravočasno opozarjanje daje vozniku več manevrskega časa, da lahko pravilno ukrepa. Močna konstrukcija markerjev zagotavlja odpornost na vremenske vplive. Zaradi zimskega pluzenja snega se inštalirajo na robnikih oziroma zunaj njihovega vpliva, na samo poveženost pa niso občutljivi. Na voljo so

enostransko ali dvostransko utripajoče ali stalne LED mačje oči. Na površino se pritrjujejo s posebnim lepilom ali z vijaki.



Različni pasivni in aktivni markerji nad nivojem tal (Swareflex, 3M)

Markerji nad nivojem tal se uporabljajo v krajih s snegom, predvsem v:

- tunelih
- galerijah
- na robnikih
- oziroma na mestih, kjer so varni pred pluženjem.

Markerji oddajajo svetlobo v eno smer, kar je negativna lastnost, če jih uporabimo na kritičnih odsekih, kjer cesta zavija. Za tak primer so razvili markerje (»360° markerji«), ki oddajajo svetlobo v vse smeri zaradi hitrejše zaznavnosti.



360° marker (Reflecto)

5.2 Markerji v nivoju tal

Uporabljajo se povsod, tudi v krajih s snegom. Vgradi se jih v cestni ustroj, zato so odporni na pluzenje in ne povzročajo zvočnih ali čutnih signalov pri prevozu.



Slika 32: Pasivni in aktivni markerji v nivoju tal

Solarne LED ploščice so nov, prijeten način označevanja in osvetlitve, saj s svojo nežno svetlobo kar vabijo, da jim sledimo. So popolnoma varne in odporne na vremenske vplive, na voljo pa so v različnih barvah. Nove solarne led ploščice nudijo popolnoma nove možnosti za ustvarjanje varne nočne osvetlitve in so pravi izziv oblikovalcem mestnega okolja.



Solarne LED ploščice (Constant, 2006)

Uporabljamo jih za:

- označevanje pešpoti v trgovskih centrih,
- označevanje uvoznih in izvoznih poti,
- označevanje različnih nevarnih preprek za pešce,
- popestritev v parkih,
- reklamna označevanja po fasadah,
- dekorativna označevanja trgov,
- poti do bazenov in okrog njih.

5.3 Uporaba markerjev

Najpogosteje se uporabljajo kot dopolnilne signalizacijske označbe na cesti in kot opozorilo na nevarne situacije v prometu. Uporabljamo jih na:

- conah omejene hitrosti
- nevarnih ovinkih in odsekih,
- prehodih za pešce,
- posebnih prometnih pasovih,
- krožiščih in sredinskih otokih,
- hitrostnih ovirah,

- prehodu iz svetlega v temno okolje ...

Pasivni markerji so omejeni glede zaznavnosti, saj nimajo lastnega vira svetlobe, zato jih opazimo šele, ko žaromet vozila posije nanje in se svetloba odbije nazaj k vozniku oziroma viru svetlobe. V današnjem času zato uporabljamo predvsem aktivne markerje, ker so hitreje zaznavni. Preko dneva se polnijo z energijo, ob mraku pa se aktivirajo – z močno utripajočo svetlobo učinkovito opozarjajo voznike. Namesto enosmernih pasivnih markerjev uporabljajo na nevarnih cestnih odsekih (na ovinkih) t.i. »360° markerje«, ki svetijo v vse smeri. Aktivni markerji z LED diodami pa so vidni že od daleč, ne da bi jih bilo potrebno obsvetiti; dobro so vidni tudi podnevi.



Pasivni in aktivni markerji v uporabi (3M)

Uporaba markerjev doživlja vzpon šele v današnjem času. Najnovejše različice niso namenjene samo služenju v nočnem času, temveč tudi podnevi. Imajo vgrajene senzorje za zaznavanje:

- megle
- vode na vozišču
- hitrosti vozila
- zastojev na cesti
- zmrzali.

Barvni aktivni markerji z LED diodami lahko opozarjajo na nevarnosti z določeno barvo, da svetijo ali utripajo sočasno ali zaporedno. Vgrajena kamera lahko fotografira registrsko tablico vozila, ki je preseglo dovoljeno hitrost. Povezanost s senzorji pa omogoči aktiviranje markerja ob določeni situaciji, npr.

- pešec prečka cesto,
- vlak se bliža prehodu čez železniško progo ...

Markerji tudi brez vzdrževanja delujejo mnogo let, poleg tega se tudi sami oskrbujejo z energijo in tako močno znižujejo stroške.

Na podlagi vseh naštetih funkcij markerji zelo dobro služijo svojemu namenu v horizontalni signalizaciji in odlično sovpadajo ter se dopolnjujejo z vertikalno signalizacijo.

6 TEHNIČNI PREDPISI IN TEHNIČNE SPECIFIKACIJE ZA JAVNE CESTE

Minister, pristojen za promet, izdaja tehnične predpise za javne ceste, s katerimi podrobneje uredi posamezna vprašanja v zvezi s planiranjem, projektiranjem, graditvijo in vzdrževanjem javnih cest. Z njimi lahko določi obvezno uporabo standardov in tehničnih specifikacij za javne ceste (v nadaljevanju TSC). Pripravljajo jih tehnični odbori, ki pokrivajo različna tematska področja

TSC je od standarda neodvisen dokument, ki določa tehnične zahteve (kakovost, dimenzije, varnost, označevanje, preskušanje idr.), ki jih morajo izpolnjevati postopek, izdelek ali storitev v zvezi s planiranjem, projektiranjem, graditvijo in vzdrževanjem javnih cest.

6.1 Uporaba tehnične specifikacije za javne ceste

TSC (02.410) – Materiali za talne označbe na prometnih površinah je dokument, ki se uporablja pri projektiranju, gradnji, rekonstrukciji in vzdrževanju javnih cest in cestnih objektov, z obvezno uporabo kot je to določeno s Pravilnikom o prometni signalizaciji in prometni opremi na javnih cestah.

6.2 Kakovostne zahteve

Za izdelavo talnih označb se lahko uporabljajo le preizkušeni materiali, ki ustrezajo kakovostnim zahtevam TSC (02.410).

Kakovost proizvodov se ugotavlja na osnovi začetnega tipskega preskusa, ki obsega predhodni laboratorijski preskus proizvoda in preskus izdelanih talnih označb na testnem polju v realnih pogojih uporabe.

Na osnovi izvedenih preskusov se proizvodi po posameznih lastnostih razvrstijo v kakovostne razrede, kot jih določata standarda SIST EN 1871 in SIST EN 1436.

Skladnost proizvodov se ugotavlja na osnovi začetnega tipskega preskusa in vpeljane kontrolne proizvodnje.

Za zagotovitev pravilne uporabe proizvoda in izvedbe del mora proizvajalec opremiti proizvod s tehničnimi podatki, ki so pomembni za kakovostno izvedbo.

6.3 Ugotavljanje in potrjevanje skladnosti proizvodov

Ugotavljanje in potrjevanje skladnosti proizvodov se izvaja po določenih TSC 04.100

Skladnost proizvoda ugotavlja pooblaščen institucija na osnovi:

- začetnega tipskega preskusa proizvoda, ki je sestavljen iz laboratorijske preiskave lastnosti proizvoda in terenskega preskusa iz proizvoda izdelanih označb ter
- začetnega pregleda proizvodnega obrata in sistema kontrolne proizvodnje
- stalnega nadzora notranje kontrole

6.3.1 Začetni tipski preskus

Za vsak proizvod ali sistem mora biti opravljen začetni tipski preskus, s katerim se proizvod razvrsti v kakovostne razrede po kriterijih TSC. Opravi ga imenovana institucija. Preskus je potrebno ponoviti ob vsaki zamenjavi surovin proizvodnega postopka.

6.3.1.1 Začetni laboratorijski preskus proizvoda

Začetni laboratorijski preskus proizvoda kot sestavni del začetnega tipskega preskusa proizvoda opravi imenovana institucija v laboratoriju, upoštevajoč določila TSC, ki je izdelana na osnovi določil naslednjih evropskih standardov oz. predlogov standardov: SIST EN 1423, SIST EN 1424, SIST EN 1790 in SIST EN 1871.

Rezultati začetnega laboratorijskega preskusa proizvoda služijo za nadaljnje ugotavljanje istovetnosti proizvoda.

Postopki preskušanj in kakovostne zahteve za razvrstitev proizvoda so navedeni v Preglednicah 1, 3, 5, 7, 9, 10, 11 Kakovostne zahteve za druge materiale predpiše investitor (upravljalca cest).

Preglednica 9: Postopki merjenja in kakovostne zahteve za barve, hladne ter vroče plastike

Lastnosti proizvoda	Postopek merjenja	Kakovostne zahteve	
snovna sestava		(odstopanje od vrednosti izmerjene pri začetnem tipskem preskusu)	
gostota	ISO 2811-1	± 10 %	
vsebnost suhe snovi	SIST ISO 1625	± 5 %	
IR spekter		identičen	
čas uporabnosti	SIST EN 1871 Aneks B	največ stopnja 4 po 6 mesecih največ stopnja 4	
čas sušenja t_1	SIST EN 1871	$t_1 \leq t_2$	
čas strjevanja t_2	Aneks B	≤ 30 min	
lastnosti barvnega sloja		(odstopanje od vrednosti izmerjene pri začetnem tipskem preizkusu)	
elastičnost	SIST EN ISO 1519	± 40 %	
odpornost proti obrabi	Taber Abrazer CS 17-1000g/1000 ciklusov	± 20 %	
kromatske koordinate bele barve x,y ostale barve - glej TSC	SIST EN 1871	x	y
		0,308	0,337
		0,317	0,327
		0,327	0,356
		0,337	0,347
svetlostni faktor bele barve β	SIST EN 1871	razred	zahteva
		LF5	≥ 0,75
		LF6	≥ 0,80
		LF7	≥ 0,85
predpisano je ožje kromatsko področje, kot to predpisuje EN 1871			

Preglednica 10: Postopek merjenja in kakovostne zahteve za steklene kroglice

lastnost	postopek merjenja	kakovostne zahteve	
		kroglice za primešanje	kroglice za posipanje
zrnavost	ISO 2591-1	preostanki na situ	
		zgornje varnostno sito: 0 mas% zgornje sito nazivne zrnivosti ≤ 10 mas% spodnje sito nazivne zrnivosti ≥ 95 mas% razlika med najmanjšim in največjim preostankom na posameznem situ ≤ 40 mas%	zgornje varnostno sito: ≤ 2 mas% zgornje sito nazivne zrnivosti ≤ 10 mas% spodnje sito nazivne zrnivosti ≥ 95 mas% razlika med najmanjšim in največjim preostankom na posameznem situ ≤ 40 mas%
lomni količnik	SIST EN 1436 Aneks A	razred A: n ≥ 1,5 razred B: n ≥ 1,7 razred C: n ≥ 1,9	
oblikovnost kroglic	SIST EN 1423 Aneks C Aneks D	≥ 80 mas% pravih kroglic	

Preglednica 11: Postopek merjenja in kakovostne zahteve za predizdelane talne označbe

lastnost	postopek merjenja	kakovostne zahteve	
dimenzije (širina, debelina) površinska masa		TSC 02.xxx	
kromatske koordinate	EN 1871	glej razpredelnico 3	
svetlostni faktor β trajne označbe	EN 1871	razred	zahteva
bele in rumene bele rumene		B0 B6 B5 B3	ni določeno ≥ 0,70 ≥ 0,60 ≥ 0,40
nočna vidnost (mcd.m ⁻² .lx ⁻¹) bele in rumene bele in rumene rumene	EN 1871	R0 R5 R4	ni določeno ≥ 300 ≥ 200

6.3.1.2 Začetni tipski preskus proizvoda na testnem polju

Ustreznost proizvoda se oceni na osnovi preskusa prometno tehničnih lastnosti in trajnosti označb, položenih na testnem polju, upoštevajoč določila TSC , ki je izdelana na osnovi naslednjih evropskih standardov oz predlogov standardov: SIST EN 1436 in EN 1824

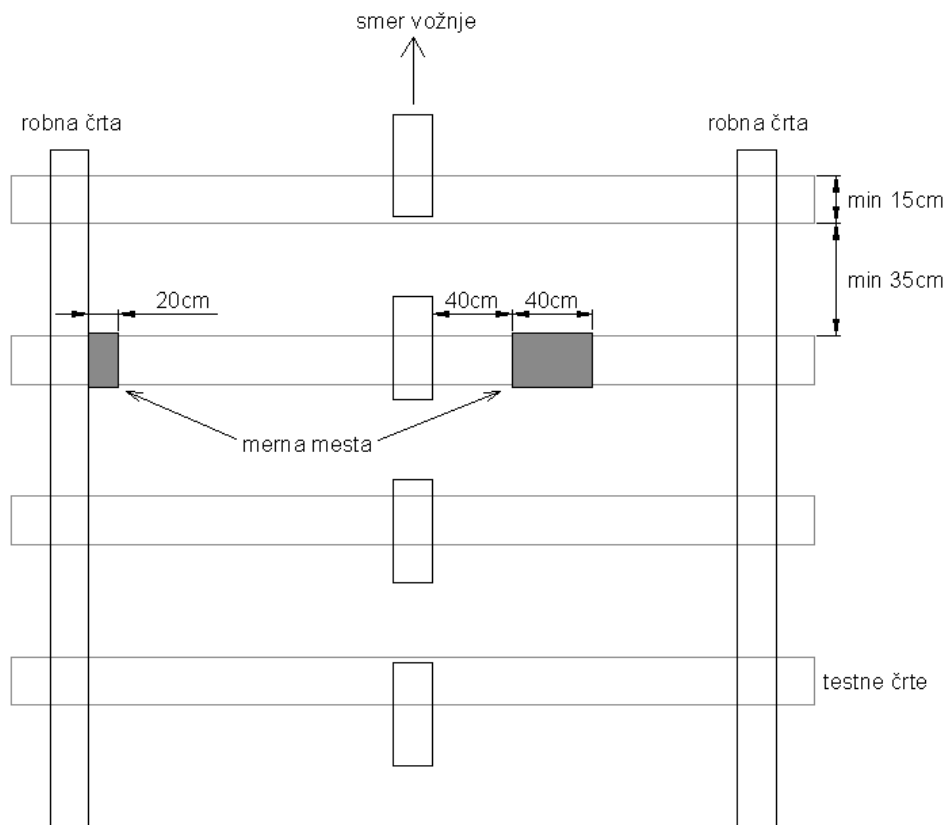
6.3.1.2.1 Testno polje

Testno polje za preskušanje materialov za označbe na vozišču in drugih prometnih površinah se določi, upoštevajoč določila standarda SIST EN 1824, v osrednjem delu Slovenije na vozišču s povprečnim PLDP ≥ 5000 na posameznem prometnem pasu. Glede na posebne klimatske pogoje, vrsto materiala in/ali posebno namembnost proizvoda (npr. označbe v predorih) lahko upravljalec cest določi tudi drugo lokacijo

6.3.1.2.2 Izdelava testnih označb

Testne označbe na določenem testnem polju izdelava, v prisotnosti imenovane institucije, proizvajalec (dobavitelj) proizvoda ali pa jih v prisotnosti proizvajalca (dobavitelja) po navodilih proizvajalca izda za to usposobljen izvajalec, skladno z določili standarda SIST EN 1824

Izdela se 4 testne črte minimalne širine 15 cm. Na sredino cestišča se na mestih, kjer bodo potekale označbe, položi kovinske ploščice, prekrite s pritrjenim silikoniziranim papirjem. Prva testna označba se izdelava brez posipa steklenih kroglic in služi preverjanju naravnosti stroja (meritve debeline mokrega filma na kovinski ploščici). Naslednje tri črte se izdelajo s posipom steklenih kroglic in so namenjene za nadaljnje meritve.



Slika 33: Testno polje

6.3.1.2.3 Meritve

Imenovana institucija je prisotna pri izdelavi testnih označb in

- registrira vremenske pogoje (temperatura in vlaga ozračja, hitrost vetra, temperatura podlage)
- odvzame vzorce materialov, pripravljenih za nanašanje, na katerih nato preveri istovetnost s proizvodi, preskušeni v laboratoriju, ter izmeri delovne lastnosti za nanašanje pripravljenih proizvodov (redčenje barve, viskoznost ipd., odvisno od vrste proizvoda);
- odvzame vzorce izdelanih označb (nanos na kovinskih ploščicah), na katerih nato izmeri količinski nanos proizvoda ter količinski posip steklenih kroglic;

- po osušitvi nanešenih označb na dveh mernih mestih testne talne označbe izmeri drsnost ter nočno in dnevno vidnost označb. Merni mesti sta v kolesnici voznega pasu, kot to določa SIST EN 1824, ter ob levem robu vozišča.
- Po izmerjenih vrednostih (pri nas) razvrstimo proizvode v kakovostne razrede, podane v Preglednicah 1, 3, 5, 7.
- 6 mesecev in 12 mesecev po izdelavi testnih označb se pregleda testne črte. Oцени videz celotne označbe (luščenje, pokanje, druge poškodbe) in na mernih mestih ponovno izmeri drsnost ter dnevno in nočno vidnost testnih označb. Na osnovi izmerjenih vrednosti proizvode ponovno razvrstimo v razrede, podane v zgoraj navedenih tabelah.

6.3.1.2.3.1 Izvedba meritev

Navedene meritve, prikazane v Preglednicah 1, 3, 5, 7, so najosnovnejše in najpomembnejši kriteriji (meritve) za doseganje kakovosti talnih označb na testnem polju. Meritve se izvaja v suhih in mokrih pogojih. Po opravljenih meritvah ugotovimo ali testna označba izpolnjuje vse zahtevane kriterije in na katerih kategorijah cest jo je moč uporabiti.

Merjenje barve

Barvo označb merimo na različne načine; najbolj je uveljavljena spektroskopska metoda s kolorimetrom, ki na podlagi meritev razlike med vpadlo in od vzorca odbito svetlobo določi remisjske vrednosti vzorca v spektralnem območju od 400 do 700nm. Standard SIST EN 1436 določa območje vrednosti koordinat, kjer se mora merjena barva nahajati, da ustreza zahtevanim pogojem

Merjenje drsnosti SRT

SRT (skid resistance tester) oziroma KDT koeficient drsnega trenja je razmerje med vlečno ali zaviralno silo zaradi trenja kolesa na vozišču in normalno silo. Merimo drsnost mokre talne površine, merjena kot trenje gumenega drsnika, ko zaniha in podrsa ob izbrano površino.



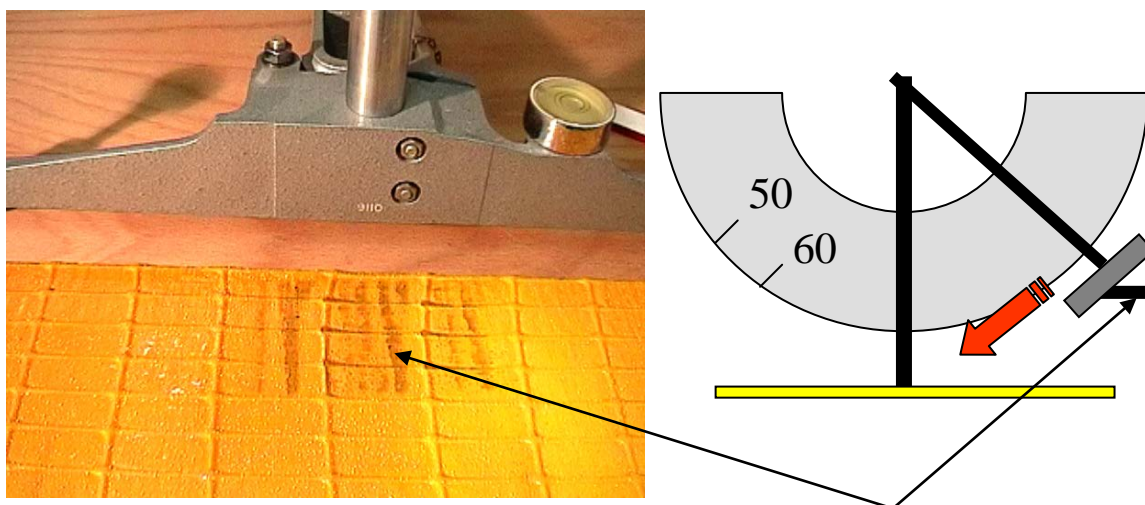
Slika 34: Merilni inštrument za merjenje SRT

Drsne lastnosti označb ne smejo veliko odstopati od drsnih lastnosti ostalih površin vozišča.

Na vrednost koeficienta drsnega trenja vplivajo predvsem:

- hitrost gibanja vozila,
- vlažnost in temperatura vozišča,
- obrabno-zaporna plast voziščne konstrukcije (tekstura površine, vrsta kamnitih zrn, količina veziva),
- pnevmatike vozila.

Po dobljenih rezultatih opravljene meritve ugotovimo, kateremu razredu pripada in na katerih kategorijah ceste merjeno označbo lahko uporabimo, da zadostimo predpisom.



Slika 35: Način meritve SRT

Poškodbe

Testne označbe se vizualno pregledajo po 6 in 12 mesecih izpostave na testnem polju. Biti morajo brez luščenja, pokanja, odstopanja od podlage in drugih poškodb, ki vplivajo na kakovost in trajnost označb



Slika 36: Vizualni pregled označb

6.3.2 Ovrednotenje in potrditev skladnosti proizvoda

Z oceno skladnosti je treba ugotoviti:

- ali so bile opravljene vse predpisane naloge proizvajalca in institucije ter
- v kakšni meri so bile s kontrolo skladnosti dokazane zahtevane lastnosti proizvoda.

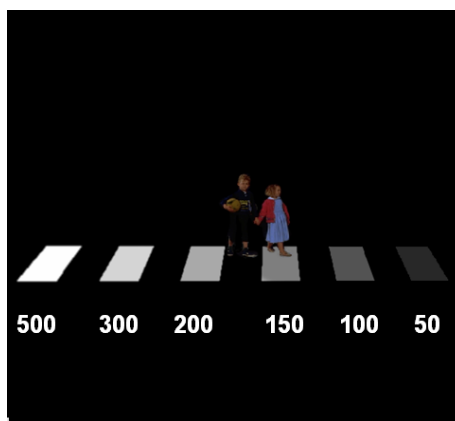
Če skladnost z oceno ni dokazana, je treba izpeljati korektivne ukrepe, proizvedeno količino proizvoda pa ustrezno izločiti.

Ocena skladnosti je podlaga za potrditev skladnosti proizvoda.

Skladnost se potrdi s potrdilom o skladnosti, ki ga izda imenovana institucija. Veljavnost potrdila je 4 leta, če se proizvodi izdelujejo iz enakih surovin po istem proizvodnem postopku.

7 TRAJNOST IN EKONOMIČNOST RAZLIČNIH IZVEDB TALNIH OZNAČB

Najvažnejši kriterij pri projektiranju cest je kriterij varnosti. Poleg projektiranja varnih cestnih elementov je pomembno tudi varno vodenje po cesti, kar zagotavlja kakovostna horizontalna signalizacija. Obstoječe različne vrste talnih označb imajo prednosti in tudi slabosti. Kriterij njihove trajnosti merimo s številom prevozov in z njimi povezano retrorefleksijo ter drsno odpornost, ki morata ustrezati minimalnim zahtevam predpisov oziroma priporočil za posamezne kategorije cest (pri nas taki predpisi še ne obstajajo). Različni tipi oznak imajo različne začetne in trajnostne retrorefleksijske lastnosti. Na spodnji sliki je prikazan primer vidnosti prehoda za pešce v nočnem času z različnimi vrednostmi retrorefleksije.



Primer prehoda za pešce z različnimi vrednostmi retrorefleksije - $\text{mcd/m}^2 \cdot \text{lux}$ (3M)

7.1 Pozitivne in negativne lastnosti različnih vrst oznak

V nadaljevanju so prikazane pozitivne in negativne lastnosti enih in drugih oznak.

Barvne označbe:

- Obnavljanje je potrebno enkrat letno.
- Nizek začetni strošek apliciranja.
- Zmanjšana stopnja začetne retrorefleksije kmalu po nanosu.

- Slaba vidnost v dežju
- Barve na osnovi topil v času sušenja izhlapevajo, zato je za zmanjšanje onesnaževanja potreben debelejši nanos.

Plastične zmesi:

- Čas trajnosti: -3 leta za vročo plastiko,
-2 leti za hladno plastiko.
- Gretje vroče plastike v posebnih strojih za nanašanje.
- večja nevarnost opeklin za delavce.
- Trajnost zmesi ne zagotavlja dobrih retrorefleksijskih lastnosti v vsej dobi trajanja.
- Zaradi debeline problematično odvodnjavanje.
- 1 do 1,5 ure priprav pred markiranjem in po njem.
- Možnost večkratnega segrevanja in uporabe ostankov pri apliciranju.
- Možnost izdelave zvočno-signalnih označb (pluženje uničuje rebra).
- Okolju prijazne zmesi.

Prefabricirani (vnaprej izdelani) trakovi:

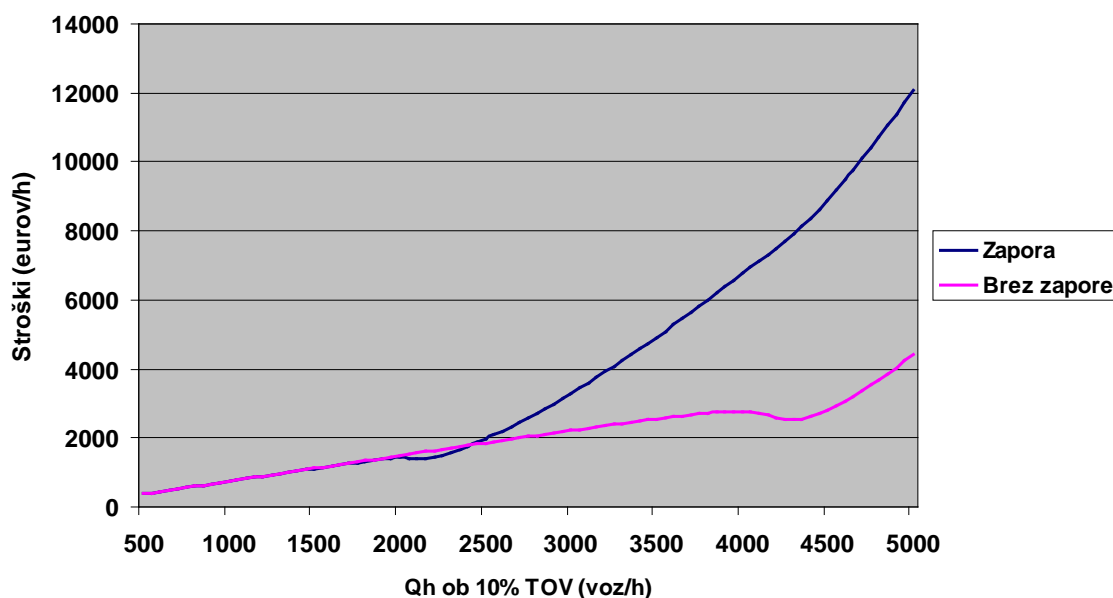
- Dolga trajnost, najmanj 6 let.
- Visoke začetne in trajnostne retrorefleksijske lastnosti.
- Odlična vidljivost v mokrem okolju.
- Manj prometnih zastojev.
- Minimalne nevarnosti za delavce v času polaganja oznak.
- Nanašanje v postopku asfaltiranja, brez prometnih zastojev (aplikacija na vročo podlago).
- Za aplikacijo potrebna samo dva ali trije delavci (odvisno od izvedbe).
- Visok začetni strošek.
- Nizka občutljivost oznak na pluženje.
- V primeru poškodb enostavna obnovitev.
- Okolju prijazni izdelki.
- Široka možnost uporabe trakov.

7.2 Prikaz stroškov pri zastojih prometa zaradi del na vozišču

Običajno se govori samo o stroških izvedbe del na cesti, malokrat pa o skupnih stroških, povezanih s prometnimi zastoji.

Zaradi del na cesti vozila izgubijo različno dolg čas, odvisno od zožitev in zapor voznih pasov, predvsem pa od gostote prometa.

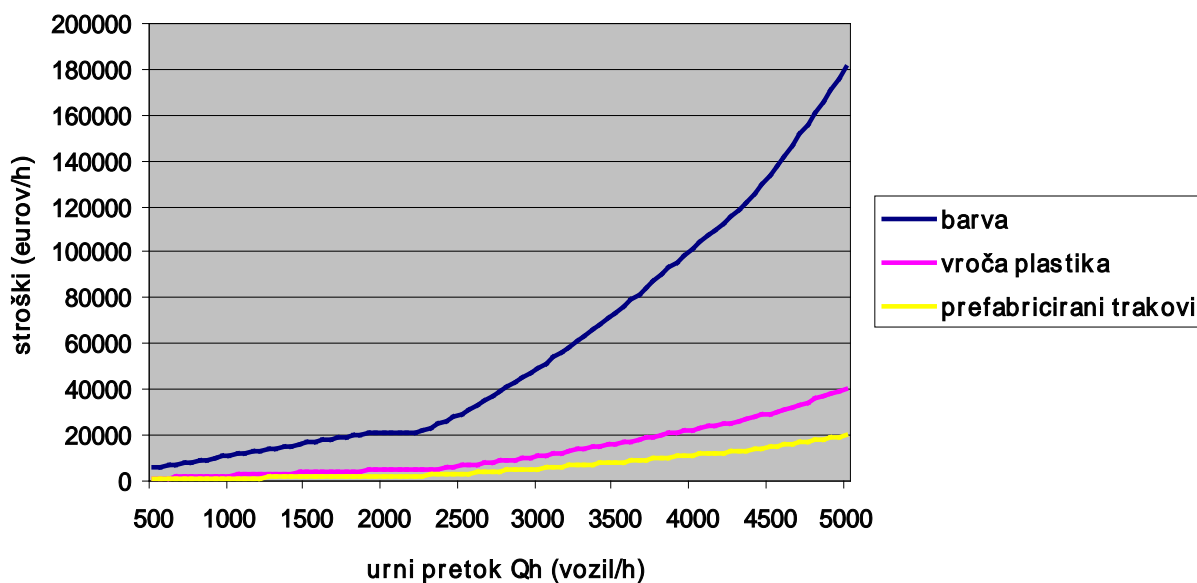
V nadaljevanju je prikazan izračun uporabnikovih stroškov brez zapore in z zaporo enega voznega pasu na avtocesti. Stroški v €h so v odvisnosti od urnega pretoka Q_h pri 10% prometu tovornih vozil.



Grafikon 3: Strošek uporabnikov zaradi enournih del na cesti z in brez zapore voznega pasu

Stroški prometnega zastoja zaradi del na vozišču so odvisni tudi od uporabe vrste talnih označb.

Vsaka vrsta ima svojo časovno dobo, v kateri izpolnjuje zahtevane lastnosti - barva jih izgubi približno po 8, vroča plastika po 36 in prefabricirani trakovi po 72 mesecih uporabe. Na grafu je prikazano razmerje stroškov teh označb v 10 letih uporabe pri enourni zapori enega voznega pasu na avtocesti.



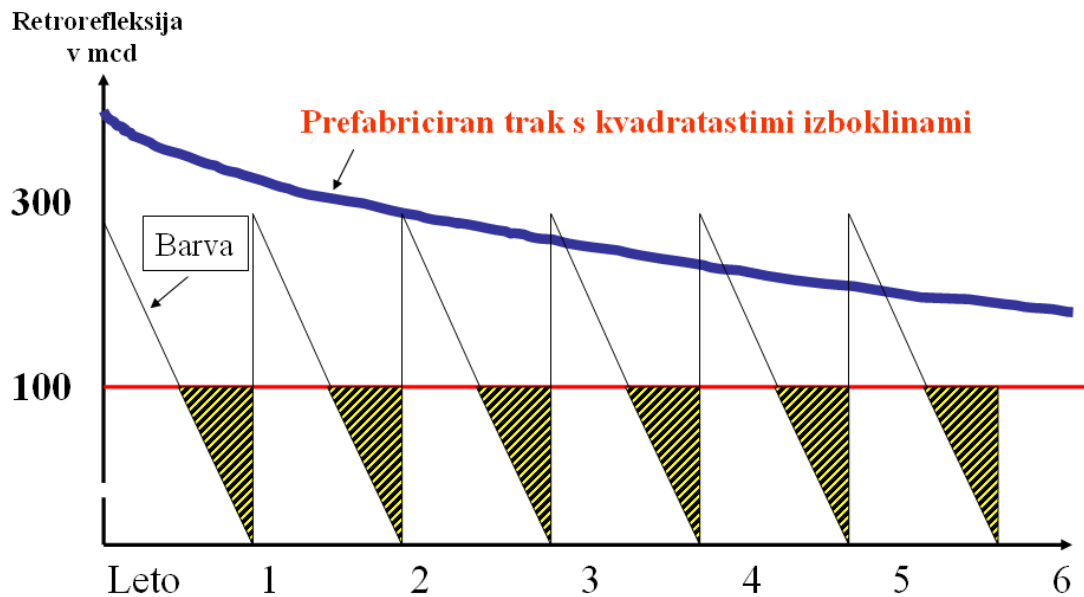
Grafikon 4: Stroški uporabnikov pri uporabi različnih vrst talnih označb v 10 letih pri enourni zapori enega voznega pasu in v odvisnosti od gostote prometa

7.3 Stroški izvedbe posameznih vrst talnih označb

V tabeli so navedene tri vrste talnih označb, za vsako je prikazan strošek izvedbe (material + delo) in preračunan strošek na leto. Vrednost izvedbe talnih označb se računa kot strošek na dobo trajanja.

Preglednica 12: Stroški in trajnost posameznih vrst označb

	Barva	Termoplastika	Trak	
Strošek / m²	4	15	32	€
Trajnost	6	36	72	mesecev
Strošek / m² * leto	8	5	5,333	€/ m² * leto



Grafikon 5: Primerjava trajnosti barve in traku s kvadratastimi izboklinami glede na retrorefleksijske lastnosti

Rezultati analiz primerjanja stroškov navedenih vrst oznak na dobo trajanja kažejo, da je izvedba termoplastičnih oznak iz ekonomskega vidika najprimernejša, saj je skoraj 40% cenejša od barvnih, je pa konkurenčna prefabriciranim trakovom. Če pa v analizo vključimo celotne stroške izvedbe, skupaj s prometnimi zastoji, se tehtnica prevesi na stran prefabriciranih trakov, ki so tudi glede varnosti veliko boljši od ostalih izvedb talnih označb.

8 ZAKLJUČEK

Sodobno cestno infrastrukturo gradimo, da bi izboljšali pretočnost prometa in zagotavljali njegovo varnost. Poleg projektiranja varnih cestnih elementov in vzgoje voznikov je eden od elementov zagotavljanja varnosti tudi kvalitetna in strokovna postavitev prometne signalizacije in opreme. Slednji element prav gotovo pripomore k večji pretočnosti in k varnemu odvijanju prometa. Prometni signalizaciji je treba posvetiti veliko pozornost zaradi dobre zaznavnosti oznak v različnih vremenskih in drugih pogojih. V cestnem omrežju RS se trenutno v večji meri uporabljajo predvsem barvne oznake pri horizontalni signalizaciji, vendar se na posameznih odsekih, predvsem na avtocestnih križiščih že pojavlja tudi plastika, ki je po svojih različnih karakteristikah slabša od zelo kvalitetnih prefabriciranih trakov, ki jih množično uporabljajo v drugih razvitih državah. Prefabricirani trakovi imajo prednost z vidika ekonomičnosti, obstojnosti, zahtevanih standardov retrorefleksije, faktorja svetlosti in tudi zagotavljanja minimalnih prometnih zastojev pri njihovi namestitvi. Glede na to bi država morala sprejeti ustrezne pravilnike in specifikacije, ki določajo zahteve minimalnega koeficienta retrorefleksije in faktorja svetlosti na posameznih kategorijah cest, saj bi bil le tako lahko izpolnjen osnovni pogoj nadzorstvene funkcije. Med elementi nacionalne strategije pri zagotavljanju varnega odvijanja prometa pa je prav gotovo prometna kvalitetna in zaznavna cestna signalizacija v različnih prometnih pogojih kakor tudi vzdrževanja cestne infrastrukture.

9 VIRI

Bizjak, G. 2002. Fakulteta za elektrotehniko; Laboratorij za razsvetljavo in fotometrijo –
Kakovostna cestna razsvetljava
<http://adj.si/old/MesecniSestanki/2006-01-17-GregorBizjak-KakovostnaCestnaRazsvetljava.pdf>

Brumec U., Prometna signalizacija in oprema cest v funkciji cestnega prometa; diplomsko delo na Fakulteti za pomorstvo in promet, februar 2006

Constant d.o.o.; Solarne LED ploščice
<http://www.constant.si> (8.2.2007)

COST 331 Requirements for horizontal road marking; European co-operation in the field of scientific and technical research - European communities 1999

Družba za inženiring in izvedbo talne signalizacije d.o.o. (TAL.SI. d.o.o.)
<http://www.tal.si/> (14.2.2007)

Družba za raziskave v cestni in prometni stroki Slovenije (DRC); Prometna signalizacija in oprema cest Zbornik 2. bienalnega strokovnega simpozija, razni prispevki, Ajdovščina 1997

Galore, J., Kelsey, T.; FLASH MX – Chromaticity diagram
<http://www.efg2.com/Lab/Graphics/Colors/Chromaticity.htm> (10.2.2007)

Helios; Katalog - Materiali za označevanje cest, 2006

Komisija Evropske skupnosti; Bela knjiga - Evropska prometna politika za 2010
[http://www.fpp.uni-lj.si/~gmajdic/Osnove%20prometnega%20in%20transportnega%20sistema/Sprotne%20vaje%20\(%20Bela%20knjiga,%20...%20\)/Dokument%20Bela%20knjiga.pdf](http://www.fpp.uni-lj.si/~gmajdic/Osnove%20prometnega%20in%20transportnega%20sistema/Sprotne%20vaje%20(%20Bela%20knjiga,%20...%20)/Dokument%20Bela%20knjiga.pdf) (8.12.2006)

Ministerstvo za promet in zveze; Tehnična specifikacija za ceste 02.410 – Materiali za talne označbe na prometnih površinah, januar 2001

Pavliha, M; Predavanje na posvetu »Trajnostna prometna politika v Sloveniji«

<http://www.marko-pavliha.si/> (8.12.2006)

Pravilnik o spremembah in dopolnitvah pravilnika o prometni signalizaciji in prometni opremi na javnih cestah; Uradni list RS 33/06

Reflecto; <http://www.reflecto.co.uk> (8.2.2007)

Road traffic technology – products & services

<http://www.roadtraffic-technology.com> (25.2.2007)

SIST EN 1436:1999; Road marking materials – Road marking performance for road users, Ljubljana 2006

Technical note RS 101 : Reflection and retroreflection

[http://www.delta.dk/C1256ED600446B80/sysOakFil/roadsensors%20techn%20info%20RS101/\\$File/RS101.pdf](http://www.delta.dk/C1256ED600446B80/sysOakFil/roadsensors%20techn%20info%20RS101/$File/RS101.pdf) (27.3.2007)

Umanotera; Slovenska fundacija za trajnostni razvoj, ustanova – Trajnostna prometna politika

<http://www.umanotera.org/index.php?node=0> (8.12.2006)

Zakon o varnosti cestnega prometa; Uradni list RS 83/2004

Žlender B.; Svet za preventivo in vzgojo v cestnem prometu

<http://www.spv-rs.si/> (8.12.2006)

PRILOGE

PRILOGA A: Vrste barv slovenskega proizvajalca Helios

BARVE	TEHNIČNI PODATKI			
	niansa	debelina suhega filma (μm)	poraba (kg/m^2)	uporaba
SIGNOHEL	bela, rumena	175 - 325	0,5 - 0,8	Tankoslojna horizontalna signalizacija cestišč, parkirišč, letališč.
SIGNOCRYL	bela, rumena	175 - 325	0,5 - 0,8	Tankoslojna horizontalna signalizacija cestišč, parkirišč, letališč.
SIGNOCRYL E	bela, črna, rumena, rdeča, modra	175 - 325	0,5 - 0,8	Tankoslojna horizontalna signalizacija cestišč, parkirišč, letališč. SIGNOCRYL E je ekološko sprejemljivejša varianta.
SIGNOCRYL kolesarske steze	rdeča	150 - 300	0,7 - 1,0	Barvna signalizacija kolesarskih stez, območij za pešce in površin s posebnimi zahtevami prometne varnosti.
SIGNOCRYL AQUA	bela, rumena	175 - 325	0,5 - 0,8	Tankoslojna horizontalna signalizacija manj obremenjenih cestišč, parkirišč, križišč.
SIGNOLIT	raznobarvni sistem	150 - 400	0,5 - 0,9	Dekorativna zaščita asfaltnih in litoasfaltnih površin, ter tankoslojna horizontalna signalizacija transportnih poti.

PRILOGA B: Vrste hladnih plastik slovenskega proizvajalca Helios

HLADNE PLASTIKE	TEHNIČNI PODATKI			
	niansa	debelina suhega filma (mm)	poraba (kg/m ²)	uporaba
SIGNODUR G	bela, črna, rumena, rdeča, zelena, modra	cca. 2,0	4,0	Debeloslojna horizontalna signalizacija zelo obremenjenih križišč, stop linij, prehodov za pešce, ...
SIGNODUR G reibelplastik	bela	2 - 7	odvisno od profila	Debeloslojna horizontalna signalizacija osnih in stranskih linij, ter križišč.
SIGNODUR B	bela	cca. 1,0	1,6	Debeloslojna horizontalna signalizacija osnih in stranskih linij, ter križišč.
SIGNODUR 3K	bela	cca. 1,0	1,6	Debeloslojna horizontalna signalizacija osnih in stranskih linij, ter križišč.
SIGNODUR STRUKTURAL	bela	odvisno od izbrane strukture	2,0	Debeloslojna horizontalna signalizacija osnih in stranskih linij, ter križišč.
SIGNODUR STRUKTURAL 3K	bela	odvisno od izbrane strukture	2,5	Debeloslojna horizontalna signalizacija osnih in stranskih linij, ter križišč.
SIGNODUR ABRAZIV RAL	rdeča	2,0 - 3,0 s posipom agregata	6,0 - 7,0	Debeloslojna horizontalna signalizacija: - kolesarskih poti na delih, kjer le te prečkajo cestišča - predelov cestišč, kjer so potrebne dobre antidrsne lastnosti - dekoracija dvorišč,