

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу

Никола Д. Малешевић

**Системи помоћи возачу у циљу побољшања
оптичке удобности возила**

мастер рад

Крагујевац, 2012.

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Друмски саобраћај

Предмет: Ергономија моторних возила

Број индекса: 305/2010

Никола Д. Малешевић

**Системи помоћи возачу у циљу побољшања
оптичке удобности возила**

мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф. Др Јованка Лукић, инж. - ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог мастер рада кандидат треба да прикаже

- значај оптичке удобности возила
- системе који дефинишу оптичку удобност возила
- развој система помоћи возачу
- трендове будућег развоја

Препоручена литература:

- [1] B. Wördenweber, J. Wallaschek et al, Automotive lighting and human vision, Automotive lighting and Mechatronics, Springer, Berlin, December 2006.
- [2] Bosch Electronic Automotive Handbook, First Edition, Robert Bosch GmbH, 2002.
- [3] М. Демић, Пројектовање путничких аутомобила, Машински факултет у Крагујевцу, Крагујевац 2004.

Крагујевац, 19.06.2012

ментор:

Име, презиме и звање ментора

СИСТЕМИ ПОМОЋИ ВОЗАЧУ У ЦИЉУ ПОБОЉШАЊА ОПТИЧКЕ УДОБНОСТИ ВОЗИЛА

Малешевић Никола 305/2010

Факултет Инжењерских наука у Крагујевцу, Србија, malesevic.nikola@yahoo.com

Апстракт: Захваљујући изузетном напретку науке, технике и технологије, поготово на пољима електронике и информационих технологија омогућен је развој најразличитијих интелигентних система помоћи возачу са аспекта оптичке удобности. Системи помоћи возачу су временом постали незаобилазан део сваког савременог возила из разлога што пружају виталне информације о тренутној ситуацији у саобраћају чиме се вожња знатно олакшава. Применом ових система на возилу број грешака возача се своди на минимум.

Смисао постојања система помоћи возачу се налази у чињеници да пружају знатно већу сигурност, удобност и ефикасност током вожње него што је то био случај раније. У почетку, ови системи су се односили на побољшану сигурност вожње у условима смањене видљивости, а данас су толико напредни да превазилазе могућности возача.

Кључне речи: системи помоћи возачу, оптичка удобност, видно поље, безбедност.

SYSTEMS OF HELP TO A DRIVER IN ORDER TO APPROVE OPTICAL COMFORT OF A VEHICLE

Malesevic Nikola 305/2010

The faculty of Engineering in Kragujevac, Serbia, malesevic.nikola@yahoo.com

Abstract: A development of the most varied intelligent systems of driver assistance from the aspect of optical comfort has been enabled due to an extraordinary progress of science, engineering and technology, especially in the field of electronics and informational technologies. Systems of driver assistance, in time, have become an indispensable part of every contemporary vehicle, because they provide essential information about current situation in the traffic system and, therefore driving is significantly relieved. Applying these systems to a vehicle, number of mistakes that a driver makes is reduced to a minimum.

The whole point of driver assistance systems, in the fact they provide for greater security, comfort and efficiency during a ride, which wasn't the case earlier. In the beginning, these systems referred to improved of driving in the conditions of lower visibility, but today they are so advanced that they exceed the abilities of a driver.

Key words: driver assistant system, optical comfort, field of vision, safety.

Садржај:

СПИСАК СЛИКА	i
СПИСАК ТАБЕЛА	iv
1. УВОДНА РАЗМАТРАЊА	1
2. ОСНОВЕ И ЗНАЧАЈ ОПТИЧКЕ УДОБНОСТИ	2
3. ВИДНО ПОЉЕ ВОЗАЧА.....	6
3.1. Физички модели за одређивање видног поља возача	7
3.2. Карактеристичне тачке значајне са аспекта оптичке удобности.....	9
3.2.1. Референтна тачка седења - SRP тачка.....	9
3.2.2. Елипсе очију	11
3.2.3. V тачке	14
3.2.4. P тачке	16
3.2.5. O тачке	18
3.3. Стубови на возилу.....	18
3.3.1. A стубови (<i>A pillar</i>) - на предњем делу возила.....	20
3.3.2. B стубови (<i>B pillar</i>) - на бочној страни возила	23
3.4. Слепе тачке на возилу	24
3.4.1. Утицај типа возила на појаву слепих тачака	26
4. ЕЛЕМЕНТИ ВОЗИЛА ЗНАЧАЈНИ СА АСПЕКТА ОПТИЧКЕ УДОБНОСТИ.....	29
4.1. Фарови и светлосна сигнализација.....	29
4.1.1. Сијалице.....	32
4.1.2. Рефлектори	33
4.1.3. Сочива	40
4.2. Ветробранско стакло и стаклене површине на возилу	41
4.3. Унутрашње и спољашња огледала	44
5. УРЕЂАЈИ ЗА ОСВЕТЉЕЊЕ ВОЗИЛА	48
5.1. Уређаји за спољашње осветљење возила	48
5.1.1. Уређаји за осветљавање пута.....	49
5.1.2. Уређаји за означавање возила.....	51
5.1.3. Уређаји за давање светлосних знакова	52
5.2 Уређаји за унутрашње осветљење возила	52
6. САВРЕМЕНИ СИСТЕМИ ЗА ЕМИТОВАЊЕ ОСВЕТЉЕЊА НА ВОЗИЛИМА	56
6.1. LED осветљење	56
6.2. Светла са гасним пражњењем.....	58
6.2.1. Ксенонско осветљење.....	60
7. СИСТЕМИ ПОМОЋИ ВОЗАЧУ СА АСПЕКТА ОПТИЧКЕ УДОБНОСТИ.....	62

7.1. Систем осветљења за ноћно виђење са <i>Night Vision</i> технологијом	62
7.2. Системи за одржавање путање у саобраћајној траци	64
7.3. Системи за помоћ при престројавању и детекција слепе тачке.....	65
7.4. Систем за одржавање безбедног растојања	67
7.5. Систем за препознавање саобраћајних знакова	67
7.6. Интелигентно прилагођавање брзине према дефинисаном знаку ограничења.....	69
7.7. Систем за приказивање ситуације иза возила	70
7.8. Систем за осветљење пута приликом скретања возила.....	70
7.9. Систем за аутоматско активирање светла на возилу	72
7.10. Системи за контролу осветљења у зависности од брзине кретања возила	72
7.11. Систем за прогресивно осветљење стоп светла	73
7.12. Дисплеј на ветробранском стаклу - <i>Head-Up</i> дисплеј	74
7.13. Систем за аутоматско укључивање брисача стакла.....	75
7.14. Систем за аутоматско затамљење огледала.....	76
7.15. Дигитално унутрашње огледало.....	76
7.16. Систем за детекцију пешака	77
7.17. Систем камера за поглед иза угла	78
7.18. Трендови развоја система помоћи возачу.....	79
8. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА	80
СПИСАК СКРАЋЕНИЦА.....	81
КОРИШЋЕНА ЛИТЕРАТУРА.....	82

СПИСАК СЛИКА

- Слика 2.1. Општи облик обраде информација возача
- Слика 2.2. Промена чула вида у зависности од старосног доба човека
- Слика 2.3. Осетљивост на контраст зависно од старосног доба возача
- Слика 3.1. Тростандардни координатни систем за мерење видног поља
- Слика 3.2. Шематски приказ возача различитих димензија у радном положају
- Слика 3.3. Теоријски модели за одређивање растојања оперативних елемената возила
- Слика 3.4. Физички модели за одређивање оперативних елемената возила
- Слика 3.5. Шематски приказ референтне тачке седења
- Слика 3.6. Оптимални захтеви смештаја возача у функцији оптичке удобности
- Слика 3.7. Анатомски углови седења
- Слика 3.8. Шематски приказ елипсе очију
- Слика 3.9 Положај очију возача
- Слика 3.10. Положај центра елипсе очију
- Слика 3.11. Положај и координате тачака V_1 и V_2
- Слика 3.12. Положај и координате тачака E_1 и E_2
- Слика 3.13. Углови појединих видних поља возача у вертикалној равни
- Слика 3.14. Углови појединих видних поља возача у хоризонталној равни
- Слика 3.15. Графички приказ положаја тачака P_1 и P_2
- Слика 3.16. Графички приказ положаја стубова возила
- Слика 3.17. Референтни систем утврђивања опструкције видног поља возача помоћу светлосног извора
- Слика 3.18. Најчешћи пример А стуба (A pillar) на путничком возилу
- Слика 3.19. Графички приказ одређивања угла опструкције предњих стубова
- Слика 3.20. Позиција система Serravista на возилу
- Слика 3.21. Видљивост из возила са и без примене система Serravista
- Слика 3.22. Положај В стуба (B pillar) на возилу са двоја врата (лево) и четворо врата (десно)
- Слика 3.23. Утицај каросерије возила на бочну видљивост
- Слика 3.24. Слепе зоне код путничких возила
- Слика 3.25. Слепе зоне проузроковане стубовима на возилу
- Слика 3.26. Слепе зоне код возила која нису опремљена огледалима за елиминацију истих у складу са Директивом 2003/97/ЕС
- Слика 3.27. Слепе зоне и побољшане зоне видљивости код возила која су опремљена огледалима у складу са Директивом 2003/97/ЕС
- Слика 4.1. Елементи светлосне сигнализације
- Слика 4.2. Електрични системи за корекцију нагиба снопа обореног светла: а) са ручним управљањем и б) са аутоматским управљањем
- Слика 4.3. Сијалице са ужареном нити (инкандесцентне сијалице)
- Слика 4.4. Приказ и реакција унутар халогене сијалице Н4

- Слика 4.5. Релативни положај центра сијаличног влакна код различитих типова рефлектора
- Слика 4.6. Формирање обореног снопа светлости помоћу влакна са заштитом
- Слика 4.7. Бифокални рефлектор
- Слика 4.8. Изглед хомифокалног рефлектора
- Слика 4.9. PES рефлектор (1-сочиво 2-екран 3-рефлектор 4-лампа)
- Слика 4.10. PES рефлектори
- Слика 4.11. D2S лампе са гасним пражњењем (1-UV сијалица са инертним гасом, 2-изоловани прикључак 3-комора за пражњење, 4-електроде, 5-основа лампе)
- Слика 4.12. Пригушница за 400 Hz наизменичне струје и пулсног паљења сијалице (1-ECU 2-јединица за паљење 3-утичница лампе 4-D2S лампа)
- Слика 4.13. Компоненте система које раде на принципу рефлексије, са интегрисаним динамичким светлима са вертикалном контролом подешавања
- Слика 4.14. Bi-Litronic рефлектори (1- оборена светла, 2- дуга светла)
- Слика 4.15. Шаблони за дистрибуцију светлости Bi-Litronic-a (1- оборена светла, 2- дуга светла)
- Слика 4.16. Bi-Litronic Projection (1- оборена светла, 2- дуга светла)
- Слика 4.17. Одбијање снопа светлости по проласку кроз сочиво
- Слика 4.18. Видљивост кроз предње и задње стакло
- Слика 4.19. Пример ламинираног ветробранског стакла
- Слика 4.20. Шематски приказ задњег видног поља возача помоћу унутрашњег и спољашњих огледала
- Слика 4.21. Шематски приказ огледала посматраних из возачеве кабине
- Слика 4.22. Површина иза возила обухваћена унутрашњем и спољашњим огледалима
- Слика 5.1. Приказ обореног светла и домет
- Слика 5.2. Приказ великог светла и домет
- Слика 5.3. Фарови за малгу
- Слика 5.4. Предње и задње позиционо светло
- Слика 5.5. Концепт унутрашњег осветљења луксузног возила
- Слика 5.6. Светла за улазак/излазак из возила активирана даљинским кључем
- Слика 5.7. Оријентационо светло које осветљава ручицу на вратима
- Слика 5.8. Функционална светла предвиђена за читање у возилу
- Слика 5.9. Амбијентална светла за унутрашње осветљење возила
- Слика 6.1. LED диода
- Слика 6.2. Ефикасност LED технологије
- Слика 6.3. Принцип рада гасне лампе
- Слика 6.4. Пригушни систем лампе са гасним пражњењем
- Слика 6.5. Поређење осветљења халогених сијалица у односу на сијалице на гасно пражњење
- Слика 6.6. Хепон-ска сијалица D2S

Слика 6.7. Интензитет светла ксенонских сијалица у зависности од температуре

Слика 7.1. Домет Night Vision система

Слика 7.2. Приказ на дисплеју добијен посредством: а) инфрацрвене камере (лево), б) термалне камере (десно)

Слика 7.3. Приказ евентуалне препреке на дисплеју монитора

Слика 7.4. Праћење положаја возила у оквиру саобраћајне траке

Слика 7.5. Пример употребе LNS система

Слика 7.6. Пример употребе LCA система

Слика 7.7. Приказ система за праћење дешавања иза и поред возила

Слика 7.8. Систем за одржавање безбедног растојања

Слика 7.9. Примери TSR система

Слика 7.10. Приказ детектованих знакова на дигиталном дисплеју

Слика 7.11. Систем за препознавање брзине ограничења

Слика 7.12. Систем за приказивање саобраћајне ситуације иза возила

Слика 7.13. Адаптивни систем осветљавања пута

Слика 7.14. Разлика између класичног и адаптивног осветљења пута

Слика 7.15. Систем за аутоматско укључивање предњих фарова

Слика 7.16. Систем за осветљавање пута у односу на брзину возила

Слика 7.17. Изглед стоп лампи са прогресивним осветљењем

Слика 7.18. Head-up дисплеј у аутомобилу BMW 7

Слика 7.19. Систем за аутоматско укључивање брисача стакала на возилу

Слика 7.20. Систем за аутоматско прање предњих фарова

Слика 7.21. Систем за затамњење унутрашњих огледала

Слика 7.22. Дигитално унутрашње огледало

Слика 7.23. Положај камере на возилу

Слика 7.24. Систем за детекцију пешака

Слика 7.25. Систем камера за поглед иза угла

Слика 7.26. Перспектива развоја система помоћи возачу

СПИСАК ТАБЕЛА

Табела 3.1 Антропометријске величине човека

Табела 3.2. Величине анатомских углова седења

Табела 3.3. Различити углови торзионе линије у односу на референтну тачку седења

Табела 3.4. Координате положаја очију возача

Табела 3.5. Координате тачака P_1 и P_2

Табела 3.6. Опсег хоризонталног подешавања седишта возача код путничких возила

Табела 3.7. Координате тачака O_D и O_E

Табела 4.1. Класе огледала према категорији возила у складу са Директивама 2003/97/ЕС

1. УВОДНА РАЗМАТРАЊА

Са аспекта безбедности саобраћаја, видљивост представља пресудан фактор јер током вожње возач добија више од 95% свих информација посредством чула вида. Управо то је разлог зашто се оптичкој удобности возила придаје посебан значај још у фази израде идејног пројекта возила. Наиме, видно поље возача игра посебну улогу при дефинисању радног места возача и путничког простора, а самим тим и при дефинисању габаритних димензија возила, [3].

Имајући у виду наведено, елементи возила значајни са аспекта оптичке удобности морају бити тако дизајнирани да омогуће возачу да види у свим условима вожње као и да буде виђен, а ту се пре свега мисли на фарове и светлосну сигнализацију, ветробранско стакло и стаклене површине на возилу као и на огледала. У условима нормалне видљивости сви захтеви по питању оптичког комфора су у великој мери задовољени. Међутим, проблем настаје у условима смањене видљивости, односно током ноћне вожње и/или у магловитом делу зимске сезоне. Статистика показује да последице саобраћајних незгода које се догађају ноћу у готово свим земљама су веће од последица незгода које су се догодиле дању. Наиме, студија спроведена у Немачкој, показује да се 50 % свих саобраћајних незгода са смртним исходом догађа ноћу, иако се 75 % саобраћаја одвија дању, што практично значи да вожња ноћу носи са собом вишеструко већи ризик. Као водећи узроци овакве статистике наводе се управо неправилно коришћење фарова и заслепљеност и поред свих напора да се овај конфликт елиминише. Зато је неопходно правилно пројектовати и одабрати осветљење на возилу што није ни мало једноставан задатак.

Системи осветљења на моторним возилима одувек представљају значајан фактор повећања безбедности, а поред тога што позитивно утичу на безбедност применом ових система се постиже и повећање комфора током вожње. Основни захтев који се поставља пред системе осветљења на возилу је да се омогући са једне стране довољно јако осветљење за безбедно кретање возила, а опет са друге стране да се не угрозе остали учесници у саобраћају.

Међутим, треба узети у обзир чињеницу да се на путевима јављају возачи са различитим визуелним способностима, тј. човечији вид, перцепција и време реаговања зависе од низа утицајних фактора (старосно доба, пол, умор, дејство алкохола и сл.). Према томе, и поред доброг осветљења, није увек могуће остварити жељену безбедност и комфор током вожње. Управо то је иницирало развој система помоћи возачу, чији је основни задатак да додатно повећају сигурност, удобност и ефикасност саобраћаја.

Системи помоћи возачу са аспекта оптичке удобности постају пожељан, чак и неопходан део сваког возила. Заједнички назив за ове системе је *Driver Assistance* што значи помоћ возачу. Сви ови системи се базирају на различитим врстама сензора, а као сензори у овим системима најчешће се могу наћи разне врсте камера, затим радарски сензори, ласерски скенери и сл. Највећи ефекат се постиже комбинацијом више врста наведених сензора. Системи помоћи возачу нису обавезни и нису укључени у основну опрему возила, тако да је потребно издвојити додатна средства за њихово коришћење. Исплативост ових система се огледа у елиминисању великог броја грешака које су се догађале због лоших процена и одлука возача, [10].

2. ОСНОВЕ И ЗНАЧАЈ ОПТИЧКЕ УДОБНОСТИ

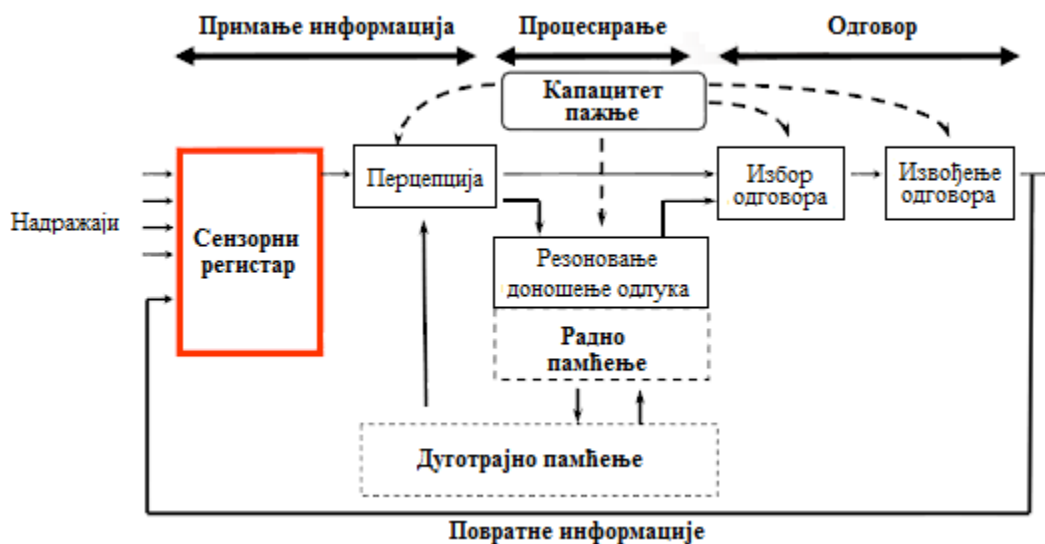
Током вожње, највећу количину информација о тренутној ситуацији у саобраћају возачи примају посредством својих чула, од којих је посебно значајно чуло вида којим прима више од 95% свих информација.

За правилно просторно обликовање пута и возила од посебне је важности способност визуелне перцепције возача која захтева обезбеђење такве просторне усклађености елемената пута, возила и човека као и да се уз минимум емоционалних напрезања оствари оптималан трансфер информација у систему В-В-О. Кључну улогу у овоме има видно поље возача (статичко и динамичко) с обзиром да на основу садржаја у њему возач регулише начин вожње и превремено реагује на изненадне ситуације у саобраћају, [1].

Процес реаговања возача на тренутно настале ситуације у саобраћају састоји се од низа континуалних догађаја попут [21]:

- перцепције - представља временски интервал које протекне од тренутка када возач уочи неки предмет или стање које је од интереса до тренутка када возач постаје свестан ситуације,
- идентификације - у овом периоду је возач већ свестан ситуације и разматра могућности које се могу предузети,
- доношења одлуке - у овом кораку возач се одлучује коју акцију мора предузети уколико је она уопште неопходна, а на брзину доношења одлуке у највећој мери утиче способност људског ока да сакупља информације,
- спровођења акције (реакције) - подразумева период потребан за извођење радње.

Практично, време које протекне од перцепције до реакције је интервал између појаве неког објекта или стања у возачевом видном пољу и почетка реакције. На основу њих се реализују донете одлуке уз пуну координацију покрета. На слици 2.1. је приказан један општи облик обраде информација возача.



Слика 2.1. Општи облик обраде информација возача [1]

Човечији организам не реагује толико на брзину кретања, већ искључиво на промену брзине и промену убрзања/успорења (трзај). Овај ефекат возачи и путници у возилима осећају као додатни потисак услед реакције инерцијалних сила. На величину осећаја утичу антрополошке карактеристике путника, конструктивне особине возила, удобност седишта и сл. Као што је истакнуто раније, акција возача по правилу изазива промену правца или брзине, али у оба случаја јавља се убрзање или успорење. Приликом промене правца јавља се нормално убрзање на које је, према истраживањима, човечији организам много осетљивији него на тангенцијална убрзања.

Карактеристике чула вида се мењају са годинама. Човечији вид, перцепција и време реакције опадају са старашћу, тако да се на путевима јављају возачи са оштећеним чулом вида. Главне промене се дешавају у оптици ока, много мање светлости допире до фоторецептора, односно сочиво ока постаје све непрозирније, мање еластично и теже распознаје плаву боју. Тако на пример, у 60-ој години живота количина светлости која допире до фоторецептора је само 33% од количине светлости коју прима око човека старости 20 година, док је у касним 70-им годинама живота износи свега 12%. На слици 2.2. су приказани примери промене човечијег вида у зависности од старосног доба, [1].



а) 20 година

б) 60 година

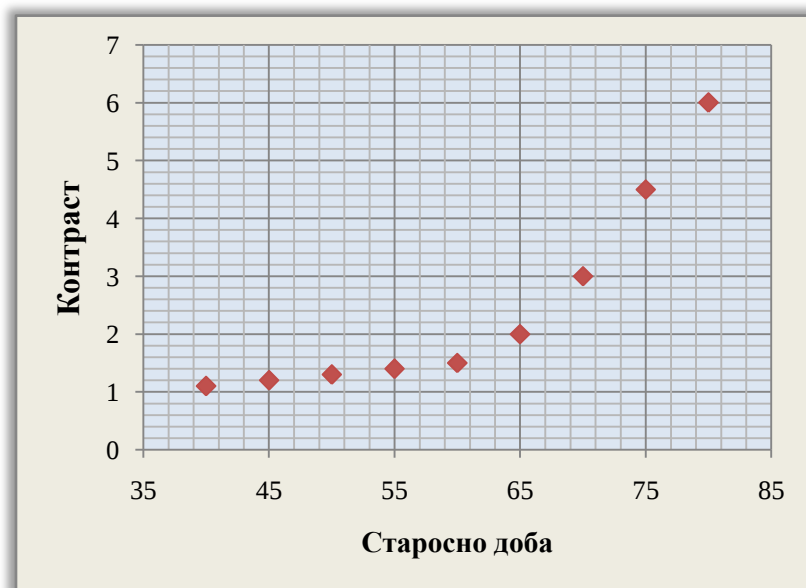
в) 75 година

Слика 2.2. Промена чула вида у зависности од старосног доба човека [1]

Ефекти оштећења чула вида код старијих особа подразумевају:

- Осетљивост на контраст - опада са годинама, а график на слици 2.3. приказује како се убрзава губитак осетљивости на контраст у односу на полазну криву човека од 20 година. Са слике се види да у 60-ој години живота овај фактор има вредност 2, а у 80-ој години износи 6. Треба напоменути да се ови подаци не односе на особе која имају нека друга оштећење вида;

- Адаптација на тамно и светло окружење - адаптација представља способност ока да се прилагоди условима средине, када се прелази из светлог у тамно окружење и обрнуто. Ова брзина опада у великој мери са старошћу;
- Перцепција (опажање) кретања - код старијих људи моћ опажања опада, нарочито у случају веома брзих и веома спорих кретања;
- Боје - затамњење оптике ока изазива промене у перцепцији ока. Код старијих возача, плава боја постаје тамнија, а такође и боје које су мешавина плаве добијају другачији изглед.
- Ограничено видно поље - са старошћу, губи се способност уочавања предмета периферним видним пољем и у том случају старији возачи имају ограничено видно поље. На пример, старији возачи имају више проблема да уоче возило које пресеца улицу или пешака који прелази улицу.
- Време реакције - старији возачи имају доста спорији одзив у изненадним ситуацијама током вожње. Ефекат старења је израженији како задатак возача постаје сложенији, чиме се продужава време потребно за реаговање.



Слика 2.3. Осетљивост на контраст зависно од старосног доба возача [1]

Постоје поремећаји чула вида који се јављају код возача без обзира на њихов узраст, а то су најчешће кратковидост и далековидост. У случају кратковидости, возачи удаљеније предмете виде нејасно и мутно, а на близину виде релативно боље. Код далековидости је обрнута ситуација, возачи удаљеније предмете уочавају релативно боље него на близину. Поред ових, постоје још и поремећаји губитка акомодације, неспособност разликовања боја, ноћна слепоћа, сужено видно поље и сл. Особе са наведеним поремећајима чула вида могу и даље бити возачи, али су у обавези да користе наочаре или контактна сочива како би делом кориговали свој недостатак.

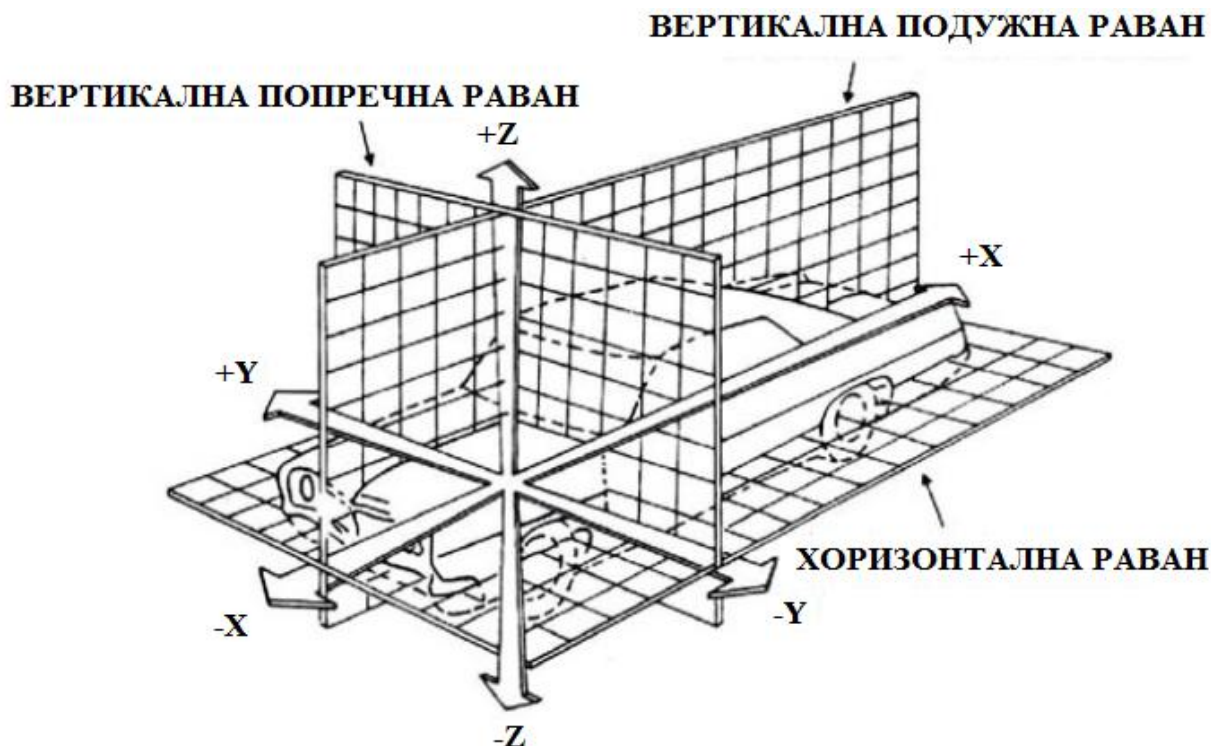
Значај оптичке удобности нарочито је изражен у условима ноћне вожње, а као највећи проблем при ноћној вожњи наводи се ефекат бљеска. Када се око адаптира на одређен ниво светлости, извор светлости са знатно већим интензитетом светлости изазива тзв. бљесак. Последице које изазива су нелагодност, узнемиравање, а у неким случајевима се возач може тренутно "заслепети" у толикој мери да дође у ситуацију да угрози друге учеснике у саобраћају. Иако је у већој мери присутан током ноћне вожње, бљесак може изазвати и Сунце. Контра мере, које се предузимају за смањење ефекта бљеска, у суштини обухватају смањење интензитета извора бљеска, смањење осветљења које допире до возачевог ока, повећање угла бљеска и индиректним смањивањем ефекта бљеска. Поред наведених, мере које се могу предузети за смањење ефекта бљеска подразумевају, [1]:

- 1) Учесће државе -
 - примена стандарда за фарове,
 - промена у фотометријској расподели снопа,
 - ултраљубичасти фарови,
 - поларизовани фарови.
- 2) Агенције за саобраћај -
 - заштитни панои,
 - фиксно осветљење путева.
- 3) Индустрије возила -
 - висина фарова,
 - кориговање боја фарова,
 - адаптивним фаровима.
- 4) Утицај возача -
 - смањити ноћну вожњу,
 - коришћење наочари за ноћну вожњу,
 - примена анти-рефлексионих огледала.

3. ВИДНО ПОЉЕ ВОЗАЧА

Током вожње, визуелна сцена возача се мења на комплексан начин, а појаве које могу довести до акцидентних ситуација могу бити регистроване само уколико се налазе у видном пољу возача.

Са циљем да се што јасније опише видно поље возача, неопходно је дефинисати шта непосредно утиче на карактеристике видног поља, као и дефинисати факторе који га ограничавају. Развијене су разне методе којима се одређује видно поље возача из возила. Испитивање видног поља се врши са тродимензионалним координатним системом, при чему је координатни почетак постављен у прописаној тачки по средини возила, као што је приказано на слици 3.1. [1].

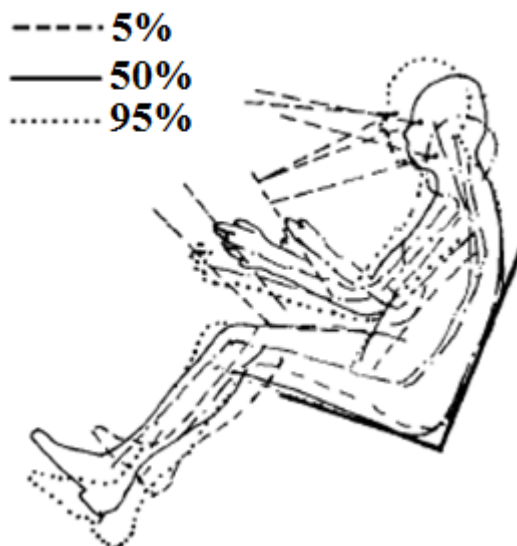


Слика 3.1. Тродимензионални координатни систем за мерење видног поља [1]

Процес испитивања видног поља дефинисан је стандардом европске уније и то Директива 77/649/ЕЕС која је допуњавана Директивама 81/643/ЕЕС, 88/366/ЕЕС и 90/630/ЕЕС, [12].

3.1. Физички модели за одређивање видног поља возача

Унутрашња ергономија возила је данас саставни део при пројектовању возила. При дефинисању радног места возача и путничког простора, а самим тим и при дефинисању габаритних димензија возила, видно поље возача има велики значај. Одређивање видног поља возача је у корелацији са положајем главе возача односно његових очију.



Слика 3.2. Шематски приказ возача различитих димензија у радном положају [3]

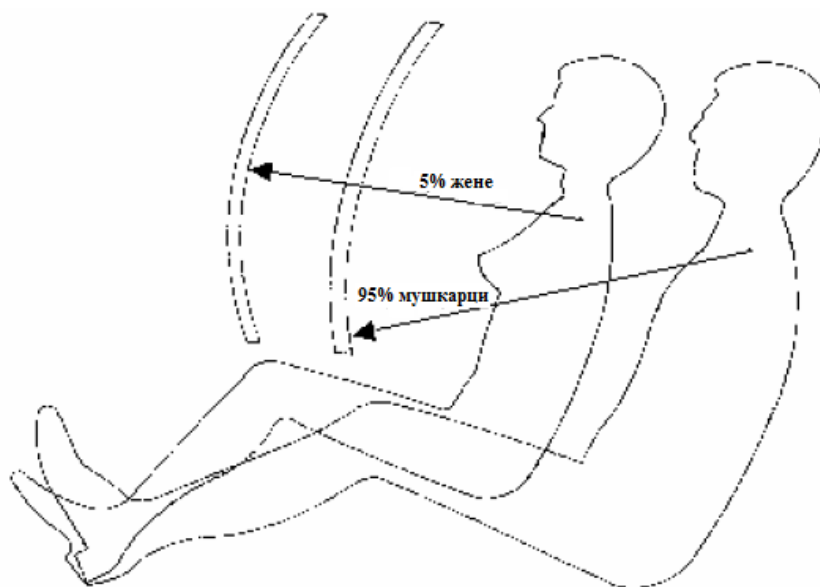
С обзиром да постоје различите групе возача тако се и њихови положаји унутар једног истог возила могу прилично разликовати, што је приказано на слици 3.2. Овде се првенствено мисли на пол возача, затим старосну доб возача као и њихове антропометријске величине. Неке од антропометријских вредности човека, значајне са аспекта дефинисања видног поља, су приказане у табели 3.1.

Табела 3.1 Антропометријске величине човека [3]

Назив величине	Димензија	Пол	5%	50%	95%
Висина у стојећем ставу	mm	Мушки	1618	1736	1844
		Женски	1495	1605	1713
Висина ока	mm	Мушки	1511	1624	1727
		Женски	1383	1489	1593
Седећа висина - усправно	mm	Мушки	842	906	967
		Женски	786	850	907
Седећа висина - нормално	mm	Мушки	726	786	844
		Женски	675	73	785

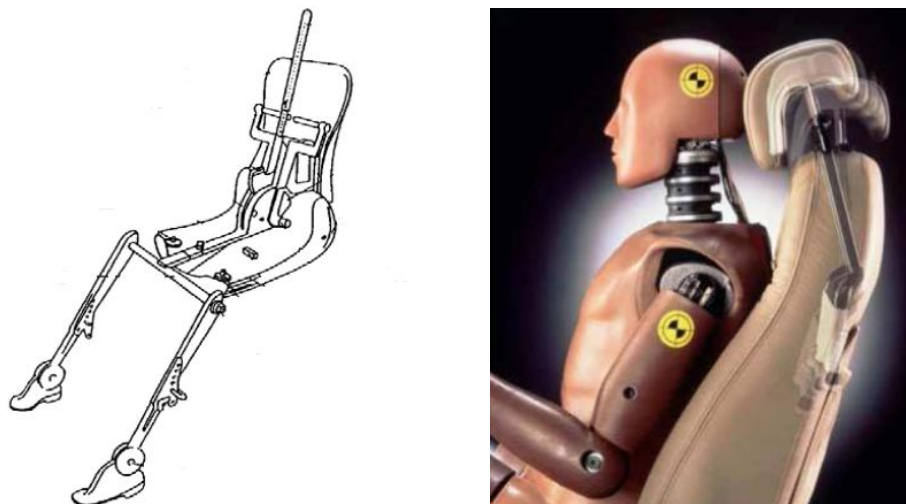
Управо из горе наведених разлога разлога, развијен је модел возача на бази кога су одређене карактеристичне тачке значајне са аспекта дефинисања видног поља возача са једне стране, а такође су дефинисани и одређени стандарди који регулишу ову материју са друге стране. Такве тачке унутар једног возила се могу назвати карактеристичним тачкама значајним за одређивање видног поља возача, али и дефинисања оптичке ергономије самог возила. SAE (*Society of Automotive Engineers*) је усвојила алате за дизајн возила, укључујући и статистичке моделе за предвиђање положаја ока возача, локације и положаја седишта унутар возила, па је на бази свега наведеног развила два теоријска модела човечијег тела (слика 3.3.) који су начелно прихваћени у целом свету:

1. 5 % - ни модел жена са референтном висином од 1495 mm (5 % - ни модел значи да је 5% популације мање или једнако референтној висини, а 95% је више);
2. 95 % - ни модел мушкарца са референтном висином од 1844 mm (95% - ни модел значи да је 95% популације мање или једнако референтној висини а 5% је више).



Слика 3.3. Теоријски модели за одређивање растојања оперативних елемената возила [3]

Поред тога SAE (SAE - *Society of Automotive Engineers*) је развила и један физички тродимензионални модел возача, приказан на слици 3.4., који служи за одређивање карактеристичних тачака унутар једног возила као и практично дефинисање видног поља возача из конкретног возила. Овај уређај је урађен у складу са стандардом SAE J826 који дефинише и прописује димензије и техничке карактеристике овог уређаја, [1].



Слика 3.4. Физички модели за одређивање оперативних елемената возила [1]

Модел је израђен од метала и ојачане пластике тако да може да симулира људски торзо и бутине возача као и могућност промене угла торзоа и бутне кости. Данас су све више у примени савремене лутке које применом сензорске и информационе технологије полако потискују из примене ову врсту уређаја.

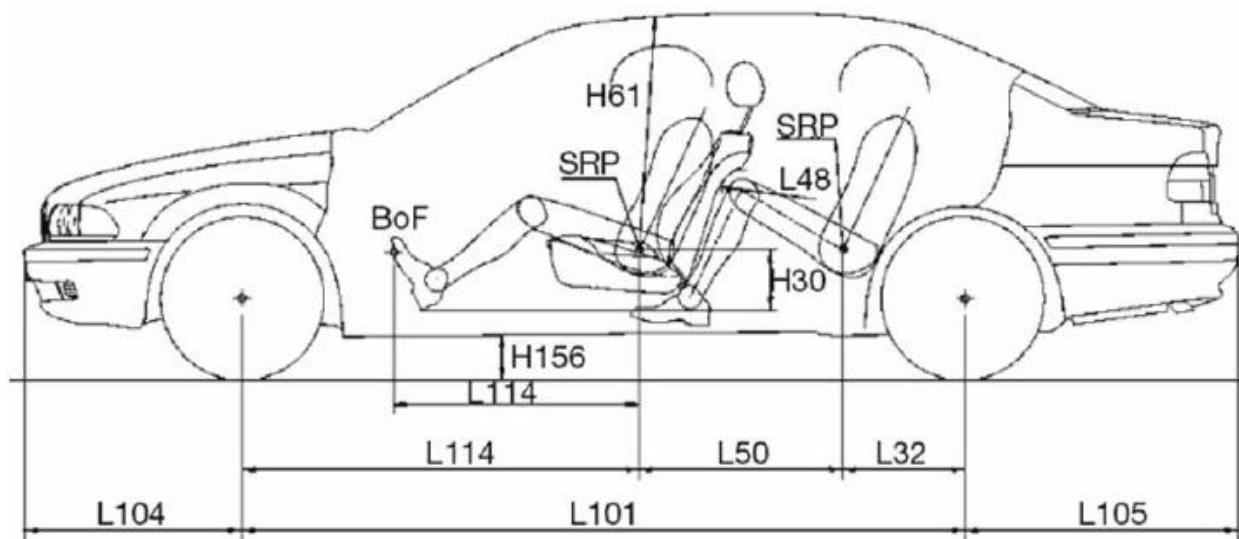
3.2. Карактеристичне тачке значајне са аспекта оптичке удобности

На бази дефинисаних модела возача (теоријских и практичних) потребно је, ради утврђивања видног поља возача, утврдити одређене карактеристичне тачке, дефинисати њихов положај и значај са аспекта дефинисања видног поља возача. Ту се пре свега мисли на [1]:

- референтну тачку седења,
- елипсе очију,
- V тачке,
- Р тачке,
- О тачке.

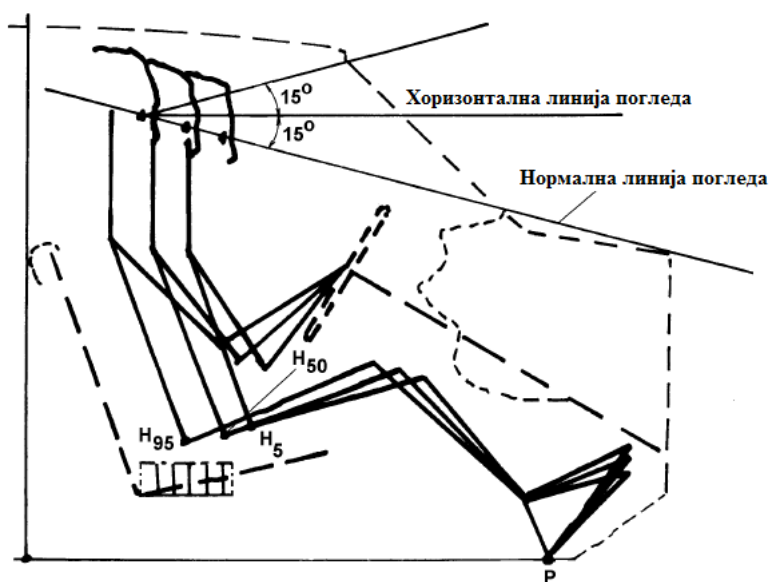
3.2.1. Референтна тачка седења - SRP тачка

Референтна тачка седења (SRP - *Seating Reference Point*) или само референтна тачка, има велики значај у укупном дизајну возила, укључујући дефинисање димензија самог возила као што је нпр. висина крова возила, аеродинамика, прегледност, удобност, лакоћа уласка и изласка из возила итд. Референтну тачку седења најједноставније можемо дефинисати као тачку пресека централне линије бутне кости и линије торза на средини седишта возача, односно то је тачка око које ротира торзо у вертикалној равни. На слици 3.5. је шематски приказана референтна тачка седења, [1].



Слика 3.5. Шематски приказ референтне тачке седења [1]

Комерцијална возила и аутобуси имају знатно виши положај SRP - тачке што директно утиче на видно поље возача, док са друге стране спортска возила имају релативно нижи положај ове тачке. Тренутни тренд код произвођача возила је такав да позиција ове тачке има тренд пораста тј. заузима виши положај у односу на ниво коловоза. Поред тога ова референтна тачка има и ту важну улогу да се у односу на њу одређују сви ергономски параметри возила - положај ножних педала, точка управљача ручице мењача као и позиције тачке ока, као што је приказано на слици 3.6.

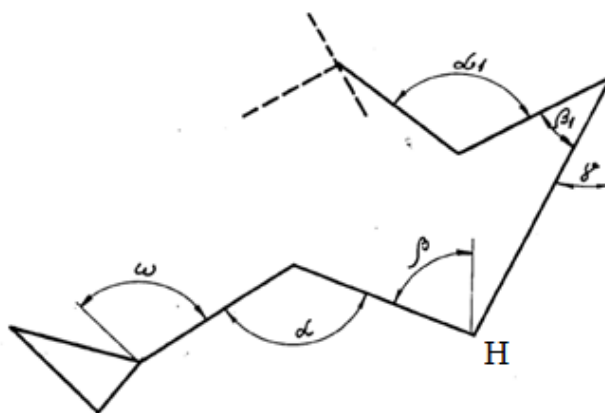


Слика 3.6. Оптимални захтеви смештаја возача у функцији оптичке удобности [3]

Са циљем остваривања добре видљивости и приступа командама, а у функцији димензија људског тела, неопходно је обезбедити подешавање положаја седишта по висини и дужини. Потребне вредности подешавања се добијају из услова да тачка ока остане у истом положају, односно да тачка ока увек буде на нормалној линији погледа. У том случају се мора узети у обзир промена анатомских углова седења, који су приказани на слици 3.7. и чије су вредности дате у табели 3.2.

Табела 3.2. Величине анатомских углова седења [3]

	A	β	α_1	β_1	γ	ω
Rodionov	80-170	60-110	-	-	20-30	75-150
Wisner	95-120	85-100	80-110	15-35	15-25	85-95
Rebiffe	95-135	95-120	80-120	20-30	20-30	95-110

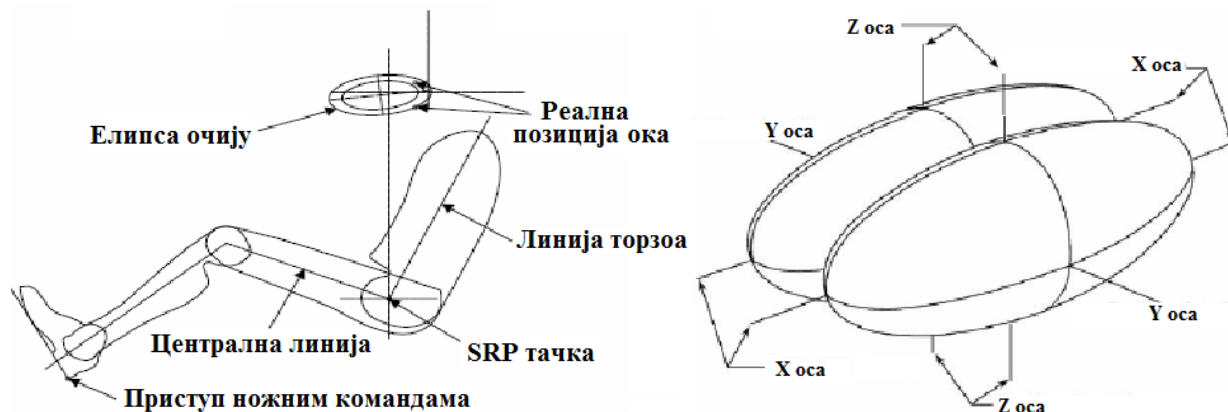


Слика 3.7. Анатомски углови седења [3]

Поједини аутори поистовећују тачку SRP са тачком положаја кука H (H - *Hip Spot*), међутим овде треба направити једну битну разлику. Наиме SRP тачка и H тачке се могу поистоветити у само одређеном положају седишта возача, јер је SRP тачка стационарана у односу на возило док се H тачка помера у односу на возило како се помера нпр. седиште возача. Наиме H тачка дефинише положај кука возача и може да се мења у складу са конструкцијом седишта, антропометријским карактеристикама возача и променом углова подесивих елемената у возилу и положај ове тачке је дефинисан од стране произвођача за конкретни тип возила. Може се рећи да је положај SRP тачке специјални случај положаја H тачке.

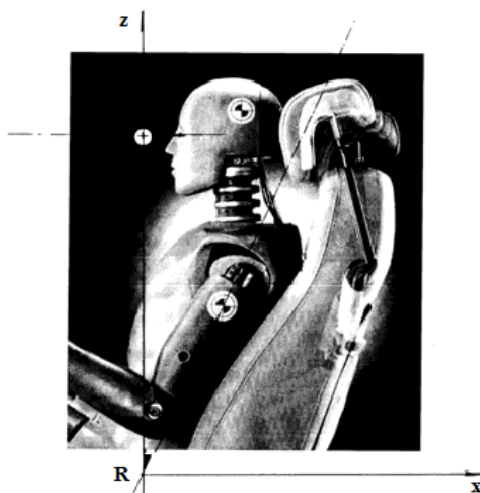
3.2.2. Елипсе очију

Елипса очију (елипса видљивости) описује елиптични облик кретања положаја очију возача унутар возила када посматра одређени објект у хоризонталној равни, а шематски је приказана на слици 3.8.



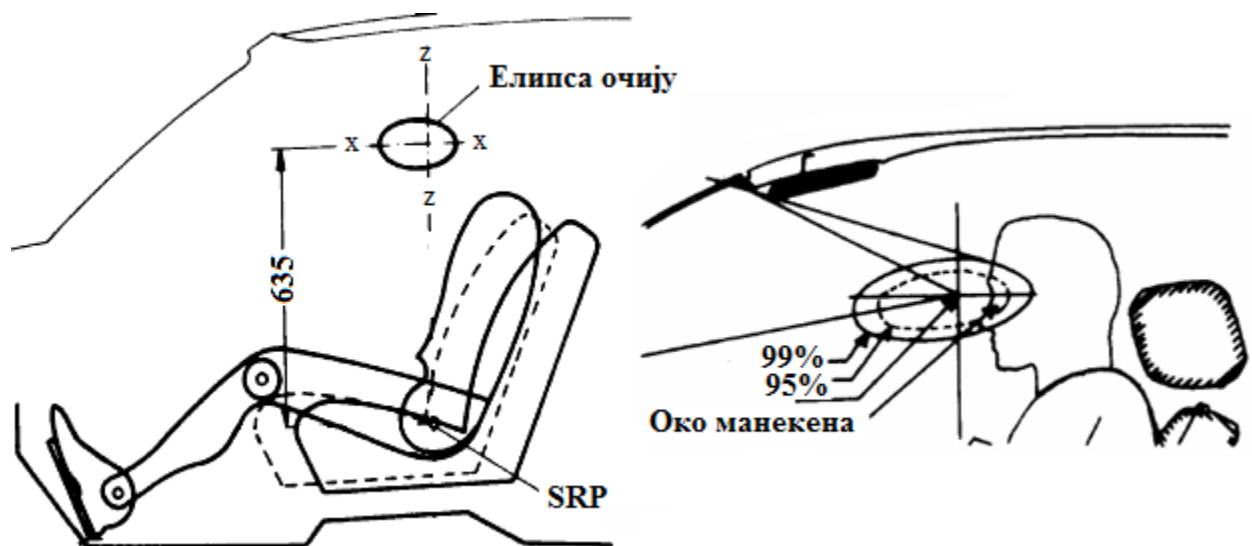
Слика 3.8. Шематски приказ елипсе очију [1,13]

Елиптични облик који описује око возача је пре свега повезано са чињеницом да ако се чак не мења положај седишта возача по X оси могућа је промена угла наслона седишта, а самим тим и торзионе линије што за последицу има промену положаја главе возача напред или назад у односу на референтну тачку седења - SRP. Елипсе очију у ствари представљају графички приказ статистичке расподеле положаја очију возача и користе се за анализу видног поља возача (положај инструмент табле, положај огледала, величине углова опстукције видног поља изазвану предњим ветробранским стубовима итд.), али и за дефинисање осталих елемената у возилу. Положај очију возача је приказан на слици 3.9. [1].



Слика 3.9 Положај очију возача [1]

На основу шематског приказа, може се уочити чињеница да је за одређени угао торзионе линије могуће добити различите координате положаја очију возача унутар једног возила. Уколико се наведено прикаже у координатном систему добијају се одређене координате које указују који је то угао торзионе линије најповољнији са аспекта оптичке удобности возача. Центар елипсе очију је позициониран у пресеку линија и то 635 mm изнад положаја SRP - тачке (мерено по вертикали - Z оса) и вертикалне осе провучене кроз SRP - тачку, као што је приказано на слици 3.10.



Слика 3.10. Положај центра елипсе очију [3, 13]

У табели 3.3. су приказани подаци за различите углове торзионе линије која су одступања x и z у координата у односу на референтну тачку седења SRP.

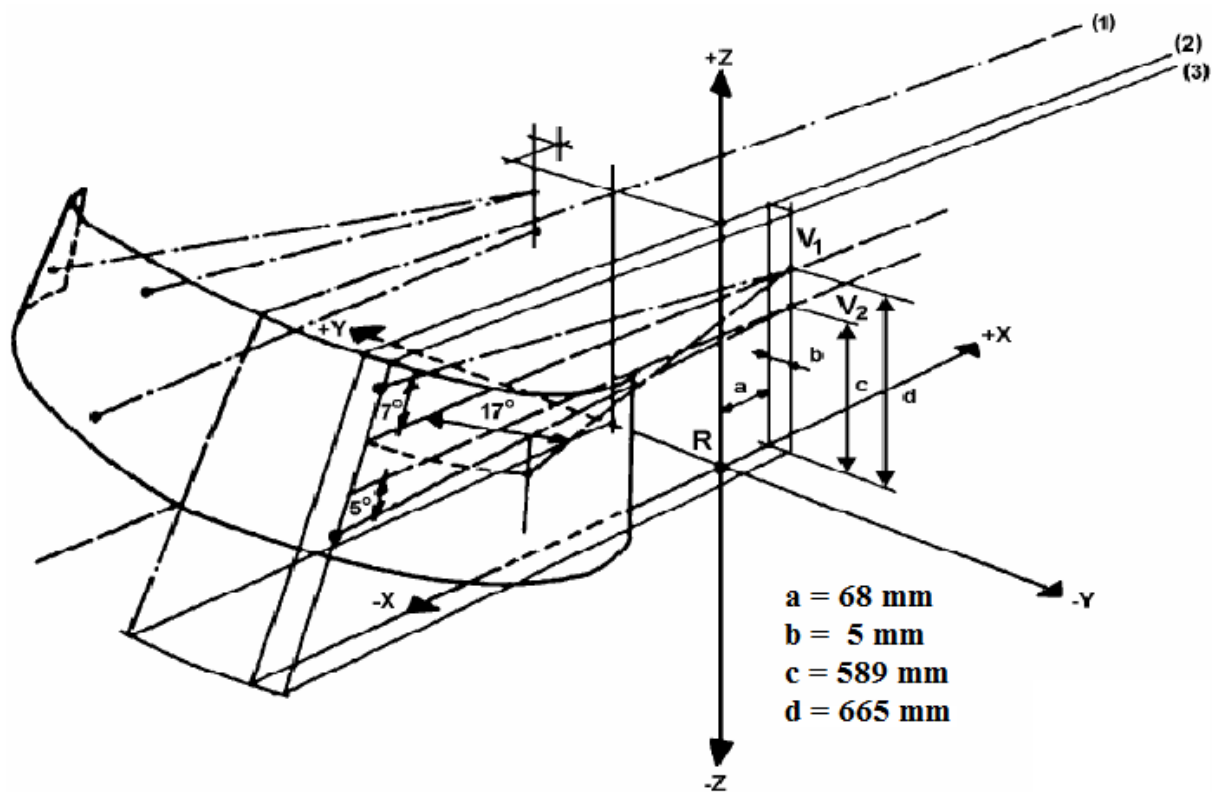
Табела 3.3. Различити углови торзионе линије у односу на референтну тачку седења [1]

Угао наслона седишта (°)	Хоризонталне координате Δx (mm)	Вертикалне координате Δz (mm)	Угао наслона седишта (°)	Хоризонталне координате Δx (mm)	Вертикалне координате Δz (mm)
5 °	- 217,1 mm	- 38,3 mm	22 °	- 33,2 mm	- 0,9 mm
6 °	- 206,7 mm	- 34,6 mm	23 °	- 22,1 mm	- 0,4 mm
7 °	- 196,2 mm	- 31,1 mm	24 °	- 11,1 mm	- 0,1 mm
8 °	- 185,7 mm	- 27,7 mm	25 °	0 mm	0 mm
9 °	- 175,0 mm	- 24,6 mm	26 °	+ 11,1 mm	- 0,1 mm
10 °	- 164,4 mm	- 21,6 mm	27 °	+ 22,1 mm	- 0,4 mm
11 °	- 153,6 mm	- 18,8 mm	28 °	+ 33,2 mm	- 0,9 mm
12 °	- 142,8 mm	- 16,3 mm	29 °	+ 44,3 mm	- 1,5 mm
13 °	- 132,0 mm	- 13,9 mm	30 °	+ 55,3 mm	- 2,4 mm
14 °	- 121,1 mm	- 11,7 mm	31 °	+ 66,4 mm	- 3,5 mm
15 °	- 110,3 mm	- 9,6 mm	32 °	+ 77,4 mm	- 4,7 mm
16 °	- 99,3 mm	- 7,8 mm	33 °	+ 88,4 mm	- 6,2 mm
17 °	- 88,4 mm	- 6,2 mm	34 °	+ 99,3 mm	- 7,8 mm
18 °	- 77,4 mm	- 4,7 mm	35 °	+ 110,3 mm	- 9,6 mm
19 °	- 66,4 mm	- 3,5 mm	36 °	+ 121,1 mm	- 11,7 mm
20 °	- 55,3 mm	- 2,4 mm	37 °	+ 132,0 mm	- 13,9 mm
21 °	- 44,3 mm	- 1,5 mm			

Елипса очију, односно елипса видљивости је алат дефинисан стандардом SAE J941 и ISO 4513. Још у фази израде идејног пројекта возила, елипса очију може представљати један од фактора при избору каросерије возила о чему ће касније бити више речи.

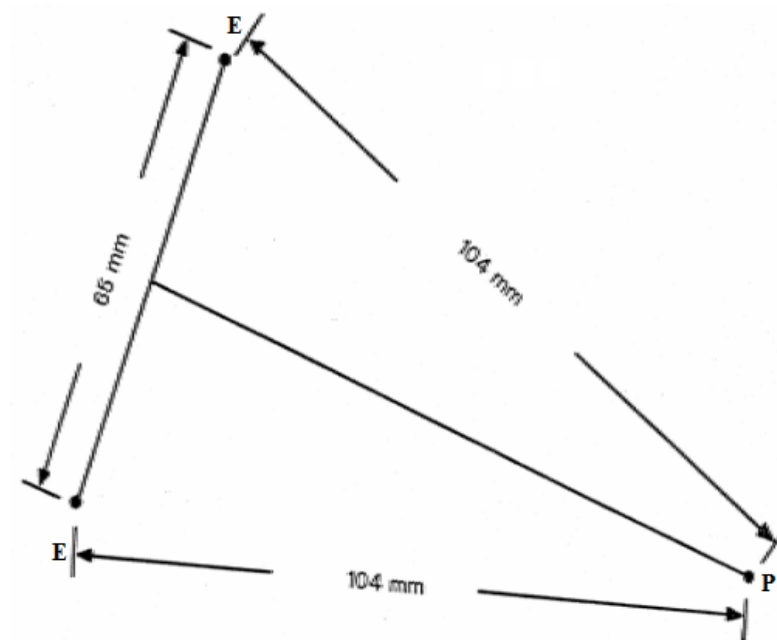
3.2.3. V тачке

За потребе одређивања граница видног поља возача ранији модели полазили су од претпоставке да су очи возача лоциране у једној тачки. Ова тачка међутим није описивала стварну слику положаја очију возача. Разлог томе је што оба ока нису једноставном апроксимацијом могла бити замењена једном тачком и није било једноставно одредити референтни положај ове тачке зато што се појављује велики број различитих фактора који утичу на њен положај. Овде се мисли на различите антропометријске карактеристике возача као и различити положаји седишта унутар једног те истог возила. Како би се превазишао постојећи проблем, SAE је дефинисала стандард SAE J941 који поред осталог дефинише и поступак за одређивање ове тачке тако што је прво увела појам елипсе очију односно елипсе видљивости и унутар њих дефинисала тачке V1 и V2 (слика 3.11.), [1].



Слика 3.11. Положај и координате тачака V1 и V2 [1]

Такође и међународни стандард ISO 4513-2003 дефинише метод за утврђивање елипсе очију и положај очију возача. Ове тачке се користе за одређивање граничног фронталног видног поља возача по хоризонталној и вертикалној равни, али и за дефинисање положаја E тачака (слика 3.12.) које се користе за одређивање углова опструкције видног поља које стварају предњи ветробрански стубови тзв. A - стубови.

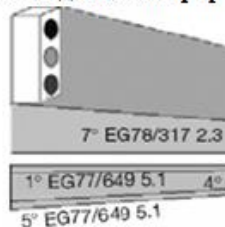
Слика 3.12. Положај и координате тачака E_1 и E_2 [1]

Координате ових тачака су повезане са координатама SRP тачке. У табели 3.4. испод су приказане координате V_1 и V_2 тачака када је угао торзионе линије 25° .

Табела 3.4. Координате положаја очију возача [1]

V тачке	X	Y	Z
V_1	68 mm	5 mm	665 mm
V_2	68 mm	5 mm	589 mm

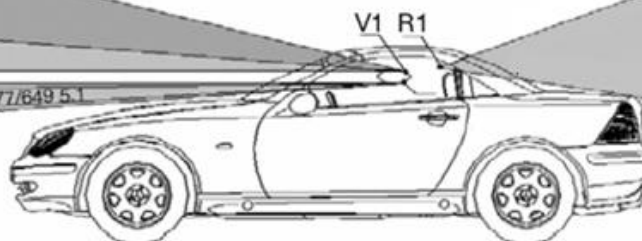
Поглед на семафор



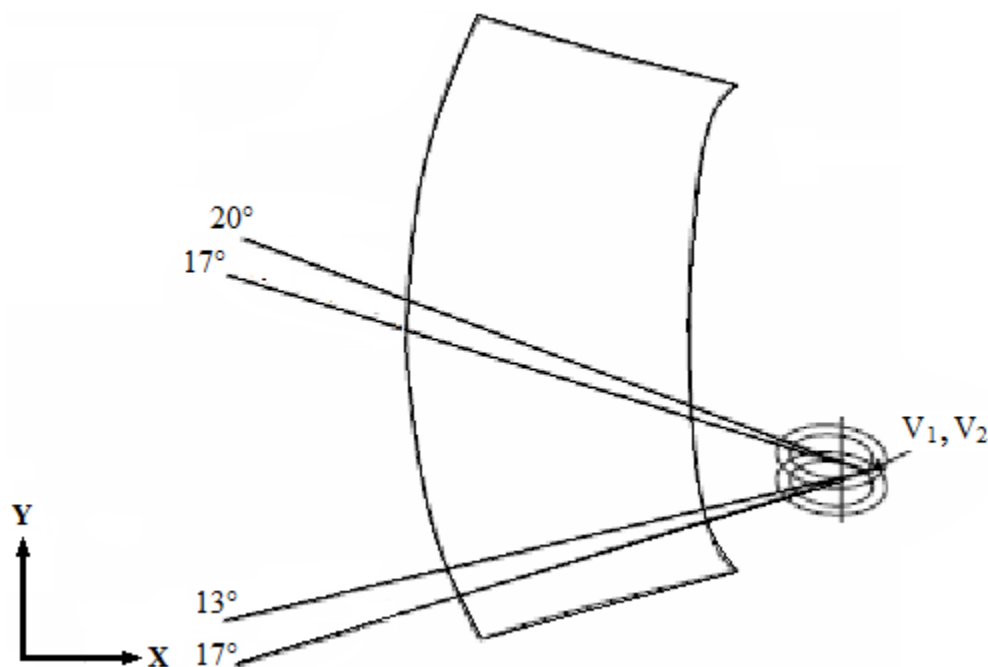
Поглед позади - навише



Поглед позади - наниже



Слика 3.13. Углови појединих видних поља возача у вертикалној равни [1]



Слика 3.14. Углови појединих видних поља возача у хоризонталној равни [1]

Користећи тзв. "линије вида" које пролазе из тачке ока могу се описати поједина видна поља возача у вертикалној и хоризонталној, као што је приказано на слици 3.13. и слици 3.14.

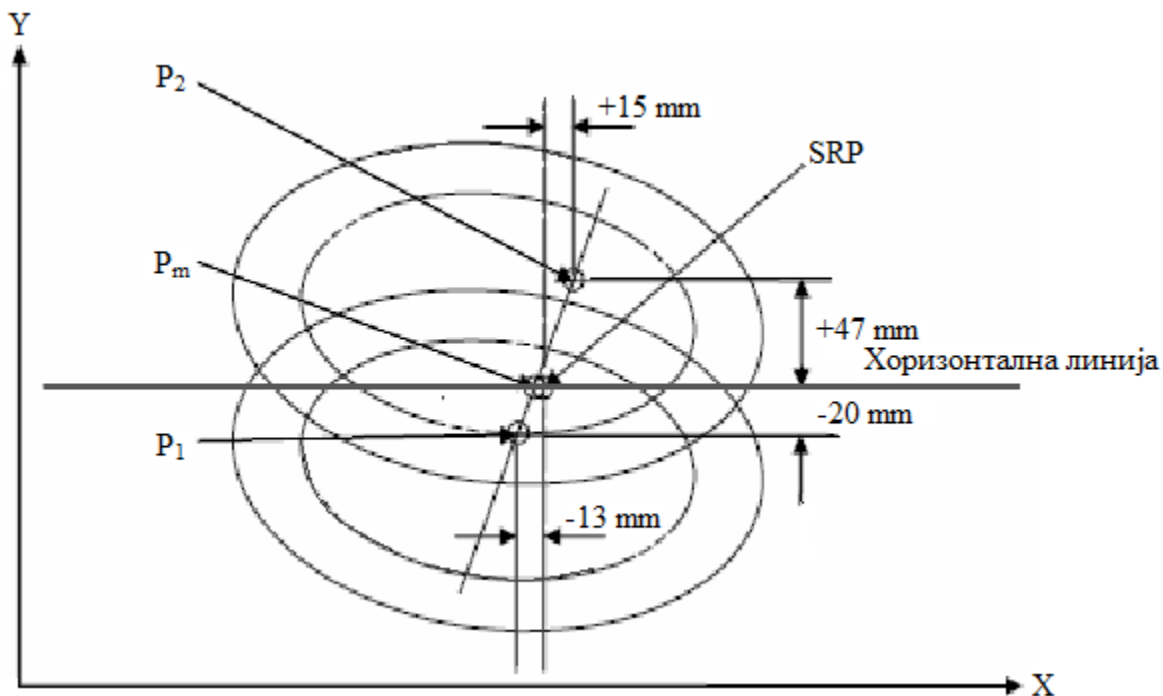
3.2.4. Р тачке

Ове тачке представљају две тачке око којих ротира глава возача када он посматра неки објект у хоризонталној равни у висини очију. Користе се као помоћне тачке за одређивање тачке ока Е тачке или P_m тачке. Тачке Р се такође примењују за одређивање углова опструкције видног поља возача које могу створити предњи стубови возила како је раније напоменуто. Координате ових тачака су у релацији са SRP тачком и могу се представити у тродимензионалном координатном систему са центром у SRP тачки и са координатама приказаним у табели 3.5. [1].

Табела 3.5. Координате тачака P_1 и P_2 [1]

Р тачка	X	Y	Z
P_1	35 mm	- 20 mm	627 mm
P_2	63 mm	47 mm	627 mm
P_m	43.36 mm	0 mm	627 mm

На слици 3.15. је дат графички приказ положаја тачака P_1 , P_2 и P_m . Тачка P_1 је значајна из разлога одређивања опструкције видног поља возача изазване предњим левим ветробранским стубом док је тачка P_2 значајна за одређивање опструкције видног поља возача са десне стране. P_m - тачка је тачка настала у пресеку праве линије која спаја тачке P_1 и P_2 и вертикалне равни постављене кроз SRP тачку.



Слика 3.15. Графички приказ положаја тачака P_1 и P_2 [1]

Р тачке су предмет даље корекције и то по X координати када хоризонтално подешавање седишта возача прелази 108 mm. Такође, у табели 3.6. су дате вредности додатне корекције по X и Z координатама за сваку Р тачку и сваку V тачку је могуће када положај наслона седишта није под углом од 25° .

Табела 3.6. Опсег хоризонталног подешавања седишта возача код путничких возила [1]

Опсег хоризонталног подешавања седишта возача	Δx
108 до 120 mm	- 13 mm
121 до 132mm	- 22 mm
133 до 145mm	- 32 mm
146 до 158mm	- 42 mm
Више од 158mm	- 48 mm

3.2.5. О тачке

О тачке (O_D и O_E тачке) су две тачке које се користе за одређивање задњег и бочног (латералног) видног поља возача. Ове тачке се налазе на међусобном растојању од 65 mm једна од друге и 635 mm вертикално изнад референтне тачке седења SRP. Права линија која спаја O_D и O_E тачке је нормала на вертикалну уздужну раван возила, док је центар између ове две тачке у пресеку ове линије и вертикалне уздужне равни која пролази кроз SRP тачку.

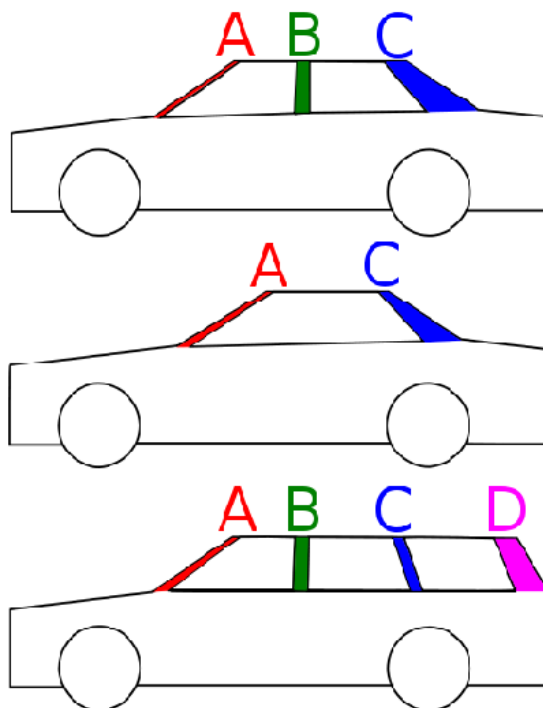
Табела 3.7. Координате тачака O_D и O_E [1]

О тачке	X	Y	Z
O_D	0 mm	32.5 mm	635 mm
O_E	0 mm	-32.5 mm	635 mm

Координате О тачака су приказане у табели 3.7. Координате ових тачака нису дефинисане нормативно у законским прописима могу се једноставно одредити у тродимензионалном координатном систему чији се центар налази у SRP тачки. [1]

3.3. Стубови на возилу

Возачево поље вида може бити ометано од стране стубова у возилу. Стандардима је прописана методологија којом се мери опструкција видног поља изазвана овим стубовима, а то су SAE J150 и EEC 77/619.

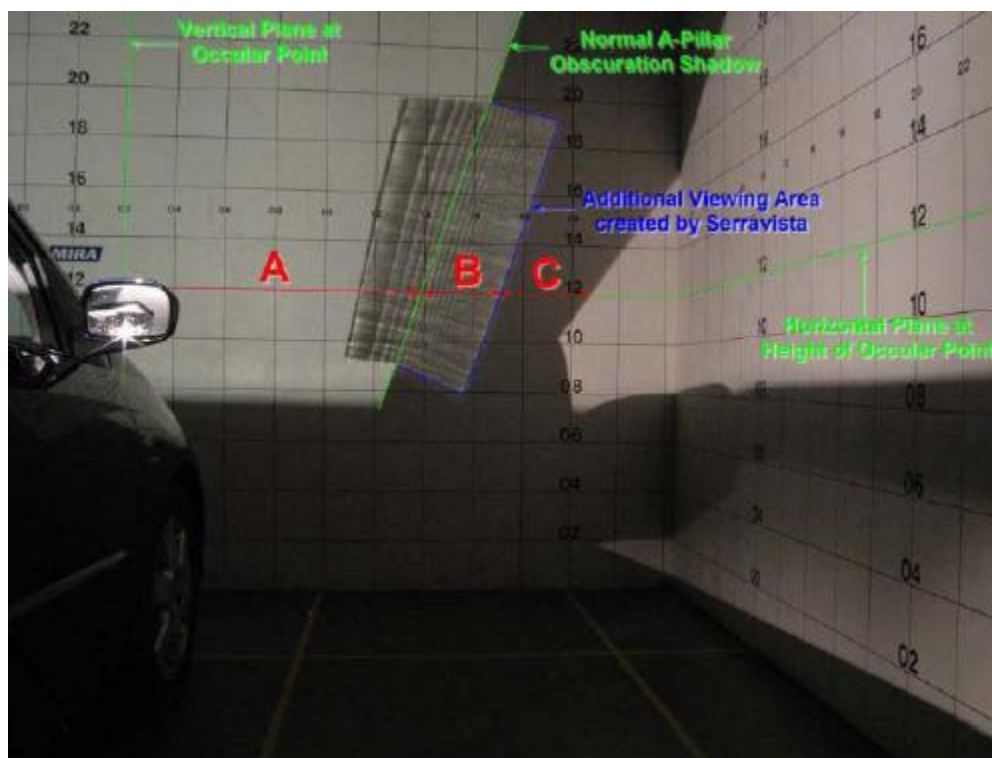


Слика 3.16. Графички приказ положаја стубова возила [1]

Стубови ометају возачево видно поље стварајући слепе тачке у којима возачи не могу да примете друге учеснике у саобраћају. Стубови на возилима генерално могу да се класификују у следеће групе (слика 3.16.):

1. А стубови - на предњем делу возила (*A - pillar*),
2. В стубови на бочној страни возила (*B - pillar*),
3. С стубови на задњој страни возила (*C - pillar*),
4. D стубови на задњој страни возила (*D - pillar*).

Постоји неколико метода на основу којих је могуће измерити видно поље возача. Једна од метода, углавном субјективна, укључује случајно изабраног посматрача који описује поглед из возила док седи у возилу. Друга техника за одређивање видног поља возача јесте да се уместо посматрача користи камера постављена на такав уачин да репрезентује положај возачевих очију и омогућује константно снимање видног поља. Трећа техника, која је приказана на слици 3.17., користи светлосни извор који репрезентује возачеве очи тако да било који објект на возилу који ремети видно поље возача (укључујући и стубове на возилу) ствара сенку коју је могуће измерити у одређеном референтном систему постављеном око возила, [1].



Слика 3.17. Референтни систем утврђивања опструкције видног поља возача помоћу светлосног извора [1]

Најновије технике за одређивање видног поља возача укључују компјутерске виртуелне ситуације које симулирају унутрашњост возила и поглед из њих, као и праћење ока возача како би се одредио ергономски најповољнији положај возача са аспекта оптичке удобности.

Треба напоменути и чињеницу да визуелни захтеви који се постављају пред једно возило је неопходно уклопити са осталим захтевима који се постављају пред то исто возило (захтеви са аспекта безбедности возила). Најважније је да позиција и дебљина предњих ветробранских стубова (и свих осталих стубова) мора бити у корелацији са механичком снагом читаве кабине возила јер они заједно са кровом возила формирају тзв. заштитни кавез који штити возача и путнике приликом саобраћајне незгоде или превртања возила. Из тог разлога је неопходно да визуелни захтеви који се постављају пред возило буду познати још у процесу дизајнирања возила како би се избегле комплексне модификације након тога.

Код новијих типова возила постоје значајније разлике у конструкцији стубова у односу на старије моделе јер углавном новија возила имају дуже предње ветробранске стубове под већим углом нагиба, веће углове опструкције видног поља, као и мање растојање између ових стубова и тачке очију. Приликом конструкције возила треба водити рачуна да углови опструкције видног поља изазваних овим стубовима треба да буду што је могуће мањи, а да се при томе сачува крутост каросерије возила. За сада нема јасних квантификација које могу да повежу геометријски облик стубова са побољшањем визуелног поља возача.

3.3.1. А стубови (*A pillar*) - на предњем делу возила

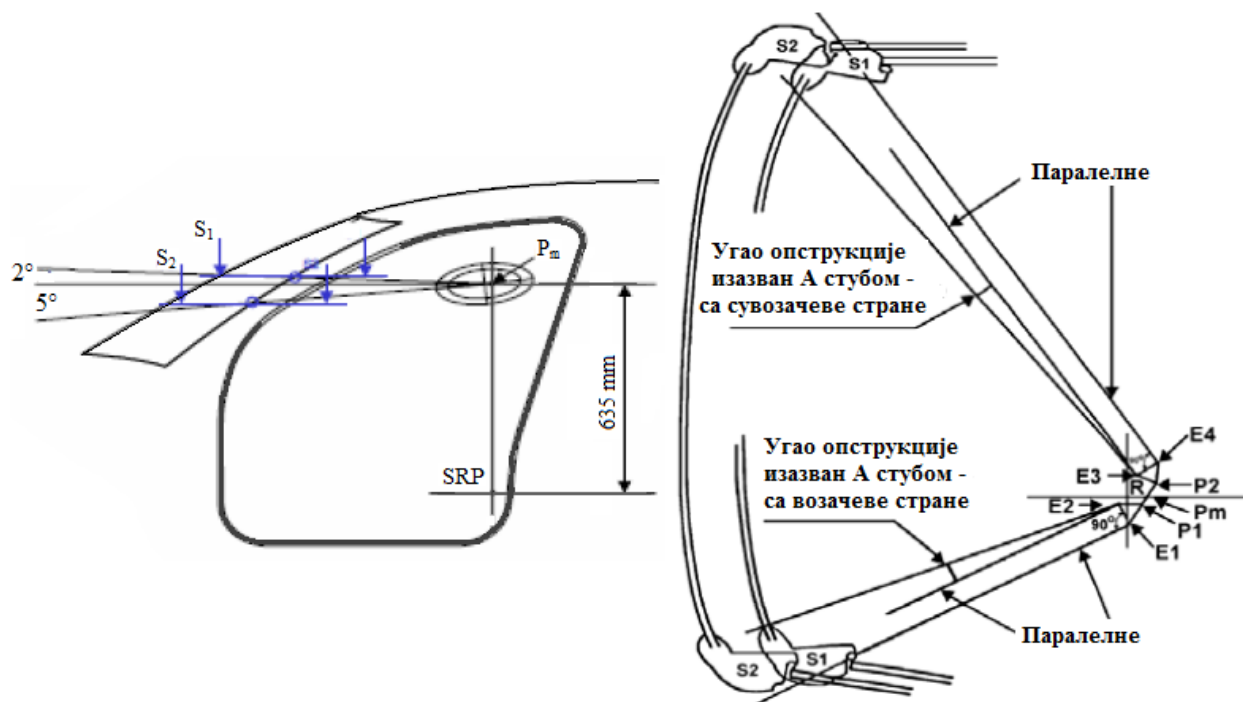
Највећи значај у разматрању видног поља возача имају А стубови који у конструкцијском погледу могу бити доста различити. Овде се пре свега мисли на димензије ових стубова, а на слици 3.18. је приказан управо један такав стуб.



Слика 3.18. Најчешћи пример А стуба (*A pillar*) на путничком возилу [23]

Са аспекта безбедности возила пројектанти возила ове стубове конструишу да буду што је могуће јачи, а што се на једној страни постиже стубовима већих димензија, док са друге стране овакви стубови утичу на повећање опструкције видног поља возача. Различите студије показују да готово једна трећина циљева која се нађу у зони предњих стубова не буде примећена. Директива 77/649/ ЕЕС се управо бави опструкцијом видног поља возача изазвану овим стубовима и прописује методе којима се процењује утицај ових стубова на видно поље возача, [1].

На слици 3.19. је приказан поступак одређивања углова опструкције настали присуством предњих стубова (А стубова) као доминантних препрека у фронталном видном пољу возача.

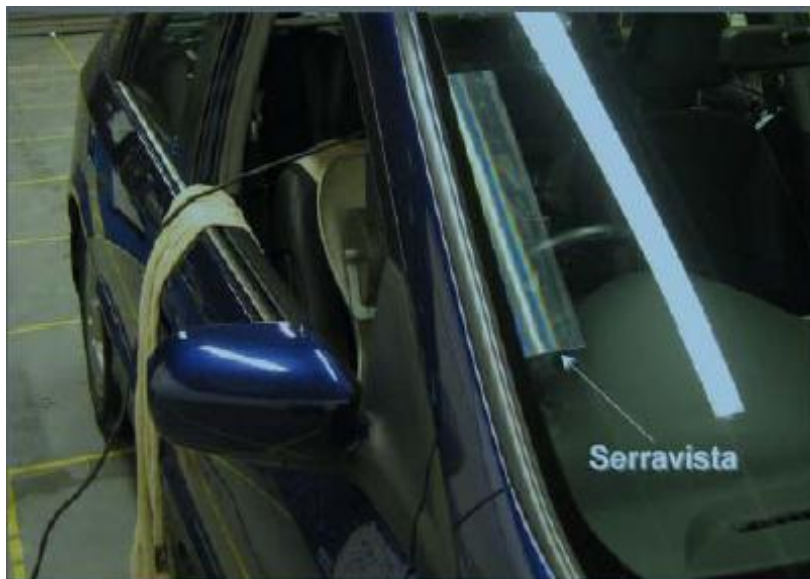


Слика 3.19. Графички приказ одређивања углова опструкције предњих стубова [1]

Две линије вида тангирају предње стубове по углом од 2° и 5° и кроз ове тачке се могу поставити две хоризонталне равни S_1 и S_2 које пресецају предње стубове, формирајући тако две површине S_1 и S_2 . Линија која спаја тачке E_1 и E_2 се ротира око тачке P_1 све док не заклопи угао од 90° са тангентом која полази из тачке E_1 и тангира ивицу површине S_2 предњег стуба на возачевој страни. Линија паралелна овој тангенти повучена из тачке E_2 и тангента повучена из тачке E_2 која тангира ивицу површине S_1 заклапају угао који одговара углу опструкције на возачевој страни. Исти поступак се понавља и за одређивање опструкције видног поља насувозачевој страни, [1].

Систем Serravista

Један од система побољшања видног поља возача, чије је смањење настало услед присуства стубова на возилу, је познат под називом Serravista, а позиција система Serravista на возилу је приказана на слици 3.20. [1].



Слика 3.20. Позиција система Serravista на возилу [1]

Овај систем је оптички сигурносни систем и он се уграђује на предње ветробранско стакло са циљем да прелама светлост на такав начин да побољшава видно поље возача и максимално смањује слепе зоне изазване предњим ветробранским стубовима. На слици 3.21. је приказана видљивост из возила са и без примене система Serravista.

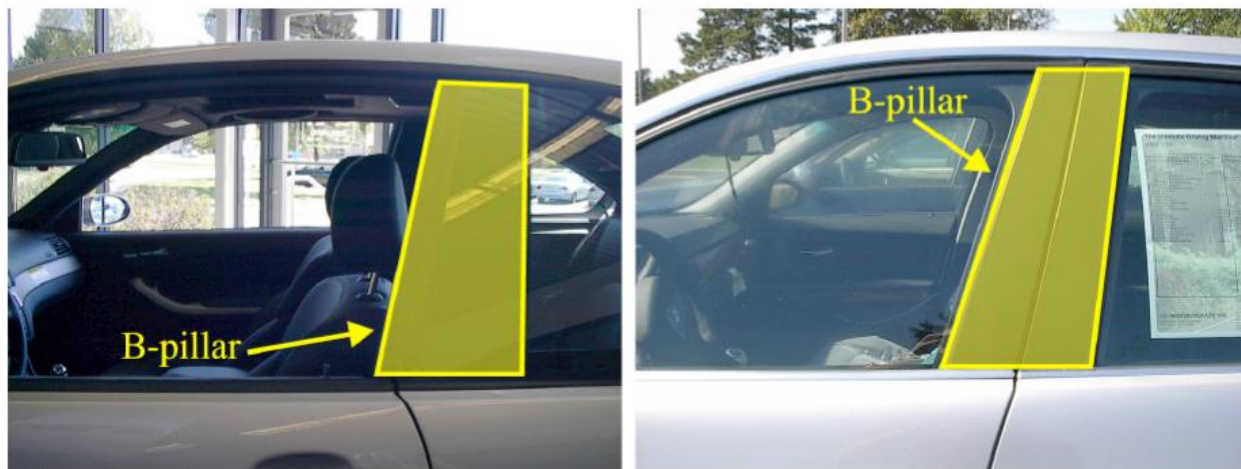


Слика 3.21. Видљивост из возила са и без примене система Serravista [1]

Овај систем има задатак да помаже возачу да уочи предмете и објекте који су у датом тренутку невидљиви за око возача, а изазвани су у предњим ветробранским стубовима.

3.3.2. В стубови (*B pillar*) - на бочној страни возила

В стубови су доста значајан елемент при дефинисању видног поља возача, а поготово са аспекта бочне видљивости. Такође, ови стубови служе да се додатно ојача средишњи део возила који је уједно и најслабији. Самим тим имају важну улогу у заштити путника уколико дође до саобраћајне незгоде у којој је настрадао бочни део возила. На слици 3.22. је приказан најчешћи пример и положај В стубова на путничким возилима, у случају са двоја или четворо врата.

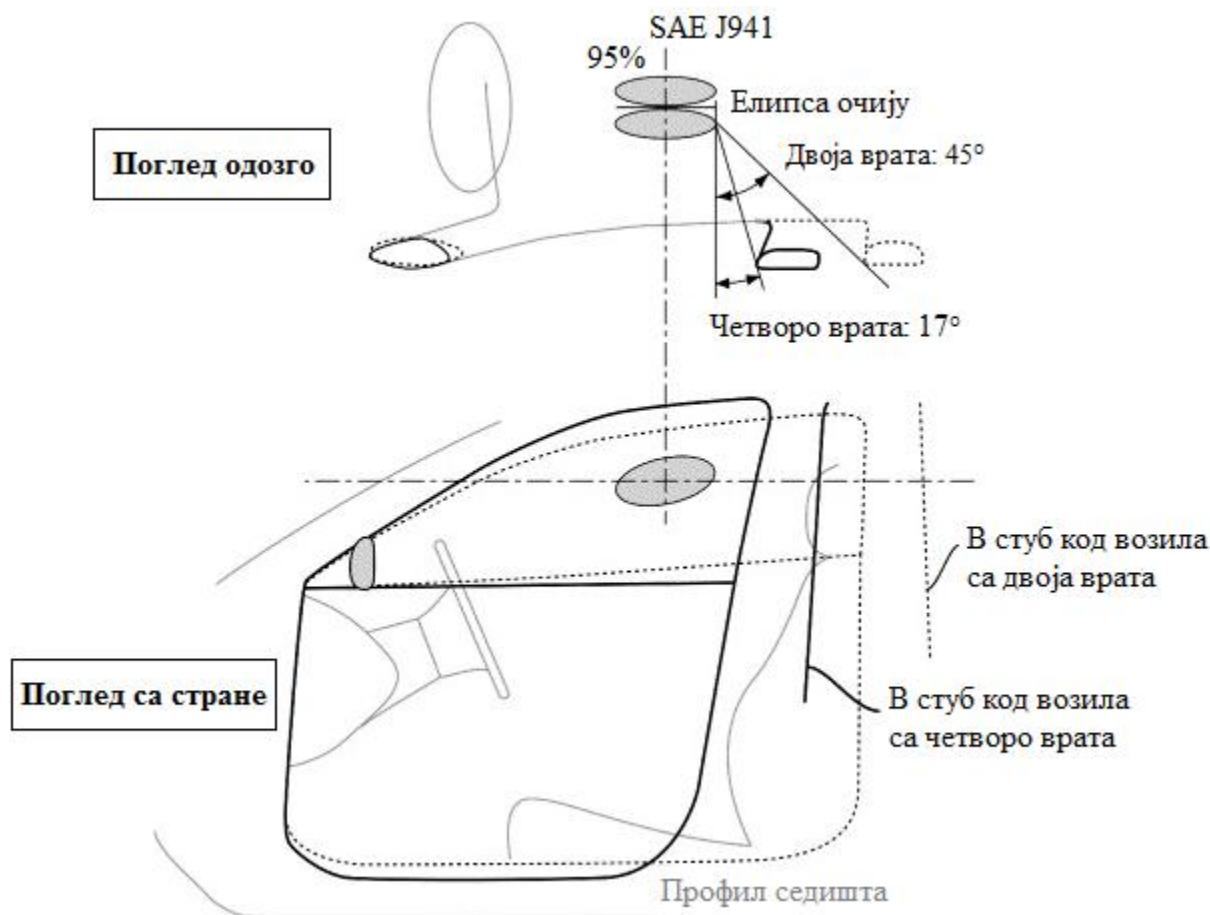


Слика 3.22. Положај В стуба (*B pillar*) на возилу са двоја врата (лево) и четворо врата (десно) [24]

Студија спроведена на универзитету у Мичигену (*Michigan*) у С.А.Д. имала је за циљ да покаже како и у којој мери дизајн В стубова утиче на смањење видног поља возача, а самим тим и на укупну безбедности саобраћаја. Анализиране су искључиво саобраћајне незгоде чији је узрок промена саобраћајне траке, а поређена су возила са двоја и четворо врата. Дошло се до закључка се већи број незгода догодио у случају возила са четворо врата.

Управо слика 3.23. илуструје наведено. На њој је приказан положај елипсе очију возача у односу на В стуб код истог модела возила у случају са двоја или у случају са четворо врата. Наиме, В стуб, код модела са четворо врата, је померен ка центру елипсе очију приближно 210 mm у односу на В стуб одговарајућег модела са двоја врата. У посматраној равни, тангента елипсе левог ока тангира В стуб и са попречном осом заклапа угао [4]:

- код возила са четворо врата 17° ,
- код возила са двоја врата 45° .



Слика 3.23. Утицај каросерије возила на бочну видљивост [4]

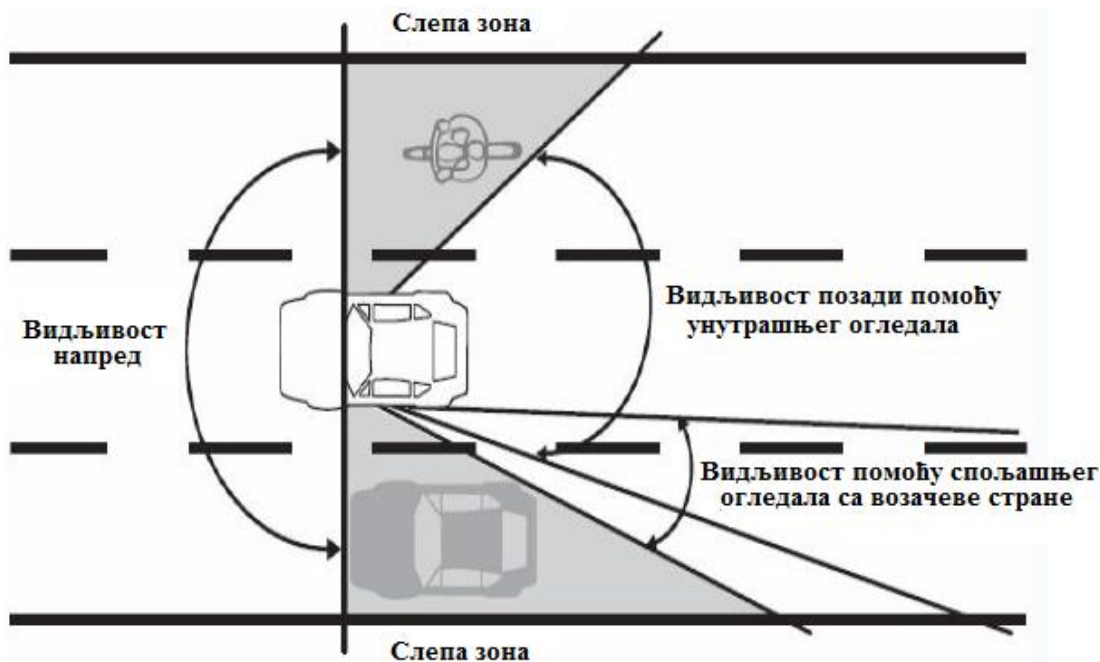
На основу анализе слике 3.23. и вредности добијених углова, може се закључити да постоји разлика у погледу бочне видљивости између посматраних модела возила. Наиме, модел возила са двоја врата има боље карактеристике по питању бочне видљивости од модела са четворо врата. Као што је раније наведено, стандардима SAE J941 и ISO 4513 је дефинисана елипса очију, односно елипса видљивости.

3.4. Слепе тачке на возилу

Под појмом слепих тачака на моторним возилима (енг. *Blind spot*) се могу подразумевати зоне пута која се не могу уочити приликом вожње када је пажња возача усмерена на тзв. предње видно поље, тј. када возач гледа напред или када возач своју пажњу усмери на унутрашње огледало као и бочна огледала. Термин слепе тачке није баш адекватан обзиром да су овде у питању одређене површине које нису покривене унутрашњим или бочним огледалима па се користи и термин слепе зоне, [1].

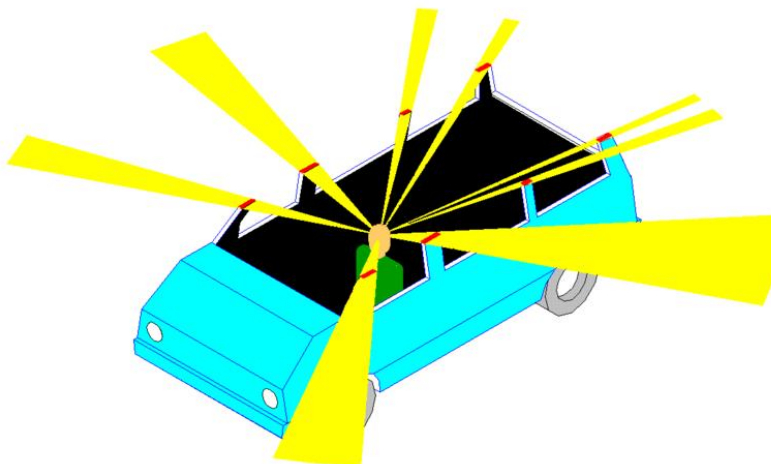
Подручја која се повезују са слепим тачкама на возилу, су подручја у задњем делу возила која није могуће обухватити унутрашњим огледалима као и подручја која се налазе иза бочних огледала, а такође нису обухваћена у оквиру њиховог видног поља (слика 3.24). Ово је нарочито заступљено код случајева прилазу возилу са бочне стране (промена

саобраћајне траке или радње претицања возила) и кад такво возило западне у слепо подручје возач није у могућности да примети овакво возило користећи само систем огледала на возилу. Такође остала подручја која се могу подвести под термин „слепе зоне“ су она која се налазе испред и иза возила, а која због саме конструкције возила, онемогућавају да се одређени предмети због своје висине не могу приметити из самог возила.



Слика 3.24. Слепе зоне код путничких возила [1]

Објекти који се налазе у зонама које могу бити ометани бочним стубовима на возилу (средњи и задњи) се такође могу подвести под слепе зоне у којима возач не може да примети дефинисане објекте, приказано на слици 3.25.



Слика 3.25. Слепе зоне проузроковане стубовима на возилу [1]

Директива 2003/97/ЕС која је ушла у примену 26.01.2004. године управо уређује ову материју и дефинише величину видног поља коју обезбеђују унутрашње и бочна огледала на возилу. Један од могућих начина избегавања слепих тачака јесте преклапање видног поља које омогућавају унутрашње огледало и бочна огледала како би се ове површине свеле на минималну могућу меру, или окретањем главе возача на кратак временски интервал како би уочио препреке са својих бочних страна као и задње стране. Овакав начин елиминације слепих тачака није прихватљив са аспекта безбедног управљања возилом јер се на тај начин пажња возача са предњег видног поља усмерава у другим правцима. Такође један од могућих начина елиминисања овог проблема јесте и уградња таквих огледала која ће повећати видно поље у овим подручјима. Новије генерације возила овај проблем покушавају решавати на тај начин што се у возила уграђују електронски системи где се пре свега, мисли на сензоре даљине као и на системе видео камера. Овакви системи до сада нису имали велико упориште у масовнијој примени, али се у последње време повећава број оваквих система који полако постају стандардна опрема возила, [11].

3.4.1. Утицај типа возила на појаву слепих тачака

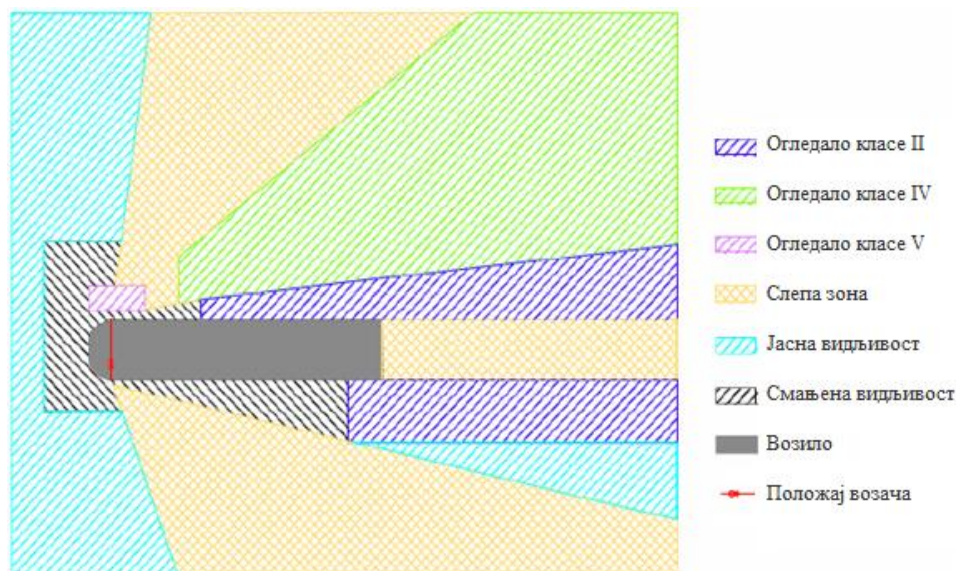
Уопштено говорећи, већа возила имају већу површину слепог подручја нарочито иза возила. Примера ради, слепо подручје иза комби возила може у појединим случајевима да "сакрије" део возила док код већих возила нарочито камиона и тегљача са полуприколицом може да сакрије читаво путничко возило. У САД-у се годишње догоди око 50 случајева гажења људи приликом кретања возила уназад услед неуочавања приликом обављања овакве радње. Као једна од мера спречавања оваквих случајева јесу и натписи који упозоравају возаче и остале учеснике у саобраћају да се не крећу сувише близу иза ових возила. Велика возила такође имају много веће предње и бочне слепе зоне, поред задње слепе зоне, а што је опет у директној вези са самом конструкцијом возила и положајем возача у односу на ниво пута.

На тржишту данас постоји доста разноликих производа којима се покушава решити овај проблем. Један од често примењених модела за решавање проблема слепих зона јесу и сферична огледала често називана и "*spot mirrors*" која повећавају значајно бочно и задње видно поље возача. Са друге стране, њихова конкавна или конвексна конструкција има веома велики утицај на оптичке особине огледала од којих је најзначајнији недостатак што се код оваквих огледала веома тешко процењује даљина објекта који се уочи у огледалу. Нове технологије користе асферична огледала која омогућавају максималну елиминацију слепих зона уз узастопну минимизацију дисперзије светлости чиме повећавају видно поље возача од 1.4 до 1.7 пута, [1].

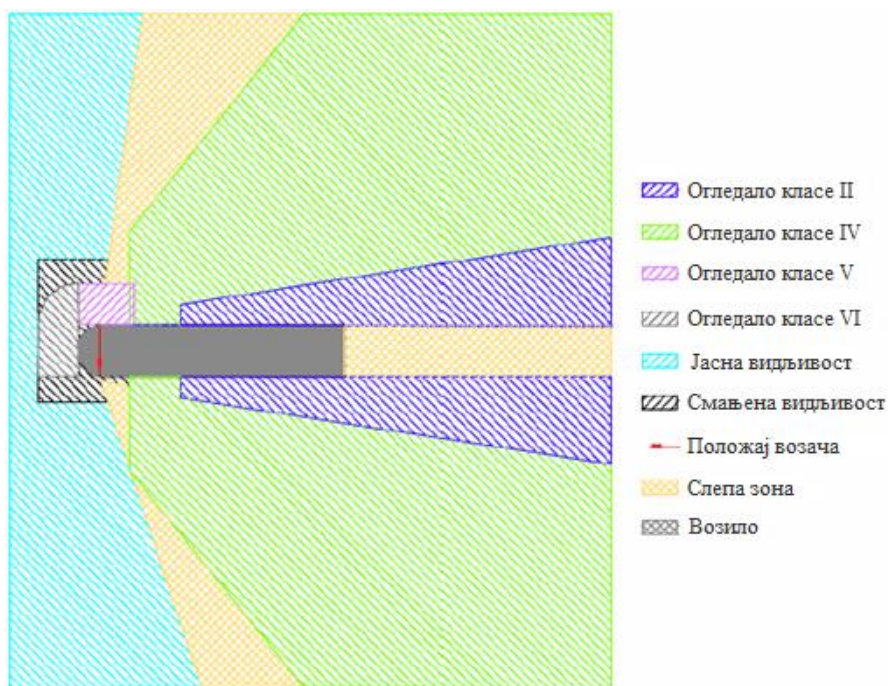
Најновије генерације возила су опремљене са камерама за осматрање зона које се налазе иза возила и које пројектују слику на монитор који је смештен у зони предњег видног поља возача чиме возач има прегледност шта се дешава иза возила без потребе да okreће главу или скреће поглед на бочна огледала. Овај тип технологије је нарочито значајан код великих возила (камиона са полуприколицом или камиона са приколицом) која због својих конструкционих карактеристика нису у могућности да виде шта се дешава иза возила.

На сликама 3.26. и 3.27. се могу уочити три тзв. слепе зоне и то са бочне стране, непосредно уз само возило (посебно са бочне сувозачеве стране) и иза возила код возила

која немају огледала у складу са Директивом 2003/97/ЕС (Слика 3.26.) и код возила која су опремљена огледалима у складу са Директивом 2003/97/ЕС (Слика 3.27.). Код теретних возила је посебно интересантна слепа зона непосредно уз возило са бочне сувозачеве стране као и "потенцијално слепа зона" која се налази испред самог возила, [11].



Слика 3.26. Слепе зоне код возила која нису опремљена огледалима за елиминацију истих у складу са Директивом 2003/97/ЕС [11]



Слика 3.27. Слепе зоне и побољшане зоне видљивости код возила која су опремљена огледалима у складу са Директивом 2003/97/ЕС [11]

На основу слика 3.26. и 3.27. јасно се може закључити да и применом Директиве 2003/97/ЕС није у потпуности могуће елиминисати слепе зоне које се појављују применом новијих класа огледала, али се такође јасно може уочити побољшање у односу на постојећа законска решења. Сасвим је јасно да ће у наредном периоду доћи до даљег побољшања видног поља возача иза возила, јер поред нових класа огледала, ова Директива дефинише и дозвољава употребу камера за осматрање оних зона из возила које није могуће уочити помоћу огледала. Ово је нарочито значајно код теретних возила и аутобуса код којих није могуће користити унутрашње огледало за осматрање дела пута иза самог возила као што је то случај код путничких возила, па је из тог разлога развој оваквих система за осматрање помоћу камера много ближи комерцијалним него путничким возилима, [1,11].

4. ЕЛЕМЕНТИ ВОЗИЛА ЗНАЧАЈНИ СА АСПЕКТА ОПТИЧКЕ УДОБНОСТИ

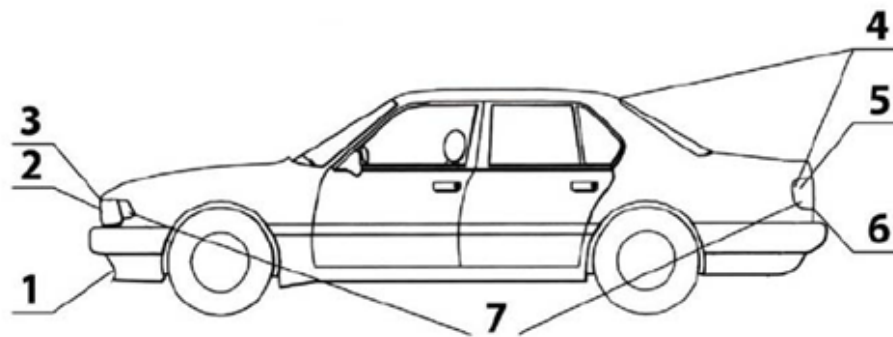
На тржишту возила тренутно је присутан огроман број различитих типова возила са различитим карактеристикама и технолошким решењима за поједине захтеве који се постављају пред сама возила, а који су произашли на првом месту из законских ограничења са једне стране и захтевима потрошача са друге стране. Неоспорно је да за возача мора да буде обезбеђено изванредно видно поље, по могућству без слепих тачака. Да би се ово дефинисало неопходно је разјаснити поједине елементе самог возила који утичу на видно поље возача, [1].

Унутрашња ергономија возила је данас саставни део пројектовања возила. Унутрашњост возила подразумева бројне елементе који се налазе у самом возилу а омогућавају безбедност вожње и путника: плафон и бочне површине возила, симболи, контролна светла, брзиномер и остали инструменти (на пример унутрашњи и спољни термометар, сат, мерач количине горива итд.), управљачки уређај и подешеност управљача возачу, унутрашња заштита путника код судара (ваздушни јастуци), сигурносно ветробранско стакло итд. Поред ових елемената који су значајни са аспекта унутрашњег уређења возила, на оптичку удобност утичу и поједини елементи на возилу који не би могли да се сврстају у унутрашњост возила, а ту се пре свега мисли на фарове и светлосну сигнализацију као и бочна огледала на возилу.

Пројектанти аутомобила су суочени са два међусобно конфликтна захтева - захтеви који произилазе из законских ограничења, а тичу се пре свега безбедности самог возила и путника у њима (јака и издржљива каросерија, сигурносно ветробранско стакло, безбедан положај возача унутар возила итд.) и захтева који испостављају потрошачи (купци) а тичу се пре свега савременог дизајна возила, великих стаклених површина на возилу, савремених информационих технологија унутар возила итд. Такође је поред различитих захтева које испостављају сами потрошачи неопходно уклопити све елементе унутар возила са различитим психофизичким карактеристикама возача. SAE (*Society of Automotive Engineers*) је усвојила алате за дизајн возила. укључујући и статистичке моделе за предвиђање положаја око возача, локације и положаја седишта унутар возила, [1].

4.1. Фарови и светлосна сигнализација

Системи фарова и светлосне сигнализације обухватају сва светла на возилу, односно дуга светла, оборена светла у случају мимоилажења са другим возилом, предња и задња светла за маглу, предња и задња позициона светла, а код теретних аутомобила и габаритна светла, затим стоп светла, показивачи правца кретања и са њима сигурносна паркирна светла, светла регистарске таблице и светла за вожњу уназад. Њихов положај на возилу је приказан на слици 4.1. [8].



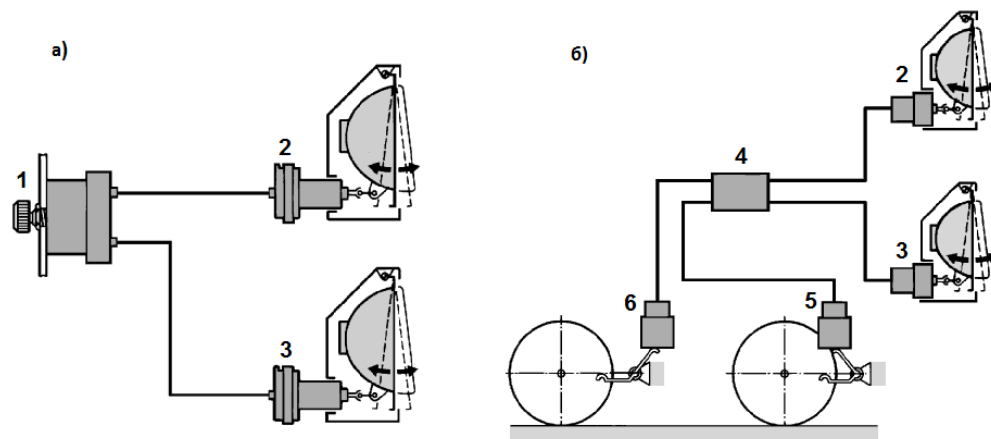
- | | |
|---------------------------------|--|
| 1. Светла за маглу | 5. Рефлексна сигнализација (катадиоптери) |
| 2. Дуга и оборена светла | 6. Светла за маглу, светла регистарских таблице, вожњу уназад и задња позициона светла |
| 3. Позициона и габаритна светла | 7. Показивачи смера и сигурносна светла |
| 4. Стоп светла | |

Слика 4.1. Елементи светлосне сигнализације [1]

Европски и амерички прописи се разликују по питању подешавања предњих фарова, јер амерички системи за осветљење нису дефинисани јасном граничном линијом између осветљеног и неосветљеног поља. Наиме, европски системи обореног светла су дефинисани јасном граничном линијом између осветљеног и тамног неосветљеног поља. Промена нагиба снопа обореног снопа која одговара угаоном померају од једног степена на растојању од 50 m граничну линију помери вертикално за 85 cm. Европски прописи предвиђају да возила код којих нагиб снопа обореног светла излазе из опсега од 0,5 % (5 cm /10 m) до 2,5 % (25 cm/10 m) морају бити опремљена уређајем за кориговање нагиба светлосног снопа, чији је задатак да обезбеди заокретање оптичког елемента или читавог склопа фара око хоризонталне осе, [2].

Један од приступа за решавање овог проблема је примена активног система вешања. Иако су економски најмање исплативо решење, њихова примена је веома широка, а највише се користе електрични коректори нагиба снопа обореног снопа са ручним управљањем или са аутоматски управљањем. На слици 4.2. су приказани ови системи саручним управљањем под а) и аутоматским управљањем под б).

- 1 - ручна команда,
- 2 и 3 - електромоторни актуатори,
- 4 - електронски управљачки уређај,
- 5 - давач положаја предње осовине,
- 6 - давач положаја задње осовине.



Слика 4.2. Електрични системи за корекцију нагиба снопа обореног светла: а) са ручним управљањем и б) са аутоматским управљањем [2]

Коректори са ручним управљањем су врло једноставни, у чему се управо и огледа њихова предност. Међутим, највећи недостатак им је субјективност избора нагиба корекције, а разлог за то може бити неискуство, епажња или пак намера возача. Осим тога, у прелазним режимима вожње, било да се ради о убрзавању или успоравању, ручна корекција уопште није могућа, [2].

Коректори са аутоматским управљањем се изводе у варијантама као статички и као динамички коректор. Статички коректор има задатак да одржава сталан положај оптичке осе фарова у односу на површину коловоза, док динамички коректор, поред овог, има и задатак да одржава сталан положај оптичке осе фарова у односу на површину коловоза. Начин функционисања ових типова коректора нагиба снопа обореног светла заснива се на детектовању промене растојања каросерије у односу на предњу и задњу осовину возила.

Сходно прописима, на возилима смеју да се користе само од произвођача прописани и хомологовани светлосни уређаји и делови (сијалице, рефлексни заштитници сијаличних пакета и слично). Регулative којом је дефинисана ова област дата је правилником ЕСЕ R 21. Исто тако ЕСЕ правилником је регулисан квалитет сочива као и боја светла. На пример, до доношења ЕСЕ правилника, француска возила су имала светла жуте боје, што је објашњавано краћом таласном дужином светлосног знака. Према ЕСЕ правилнику светла сада морају бити искључиво беле боје. Међународне регулативе које дефинишу уређаје и делове за светла и сигнализацију су ЕСЕ 1 до 8, 20, 31, 48, 65, 77. Нарочит проблем приликом конструисања и дизајнирања светлосно сигналних уређаја на возилу, а превасходно светала за осветљавање пута представља проблем заслепљивања односно проблем блеска, што је карактеристично за ноћне услове вожње. Овде је акценат стављен на ноћну вожњу иако не би требало занемарити овај ефекат и у дневним условима с обзиром да је у већини земаља Европске уније законска обавеза вожња возила са укљученим светлима. Мере које могу да се спроведу како би се овај феномен свео на минималну могућу меру су:

- Смањење интензитета извора блеска,
- Смањење осветљења које допире до возачевог ока,
- Повећање угла блеска и
- Индиректно смањивање ефеката блеска.

Неке од ових мера захтевају законску регулативу коју може да пропише само држава док друге могу да се примене код произвођача аутомобила и возача. Мере које захтевају учешће државе обухватају примену стандарда за фарове, промене у фотометријској расподели снопа и сл. Мере које могу да се примене у индустрији возила подразумевају нпр. промену висине фарова, кориговање боја фарова, употребу адаптивних фарова и сл., док мере које могу да примене возачи су смањење ноћне возње, коришћење наочара за ноћну возњу, примена анти-рефлексионих огледала (огледала са заштитом од блеска) и сл. [1].

Фарови на моторним возилима најчешће се састоје од три основне компоненте [2]:

- Сијалице,
- Рефлектора,
- Сочива.

Сијалица као извор светлости емитује светлост која није усмерена. Управо рефлектор фара има задатак да емитовану светлост концентрише у виду паралелних зрака светлости. Након тога, сочива треба да усмере овако формиране паралелне зраке светлости на жељену површину. Код савремених возила улогу сочива преузео је рефлектор који има могућност усмеравања светлосних зрака на жељено подручје.

4.1.1. Сијалице

Конвенционалне сијалице представљају сијалице са ужареном нити, а изглед једне такве сијалице је приказан на слици 4.3. Састоје се од волфрамове нити која одаје светлост када кроз њу протиче струја. Основни недостатак им је врло мала ефикасност, а разлог за то се огледа у томе што интензитет емитоване светлости директно зависи од топлоте која се генерише. Такође, интензитет светлости и животни век ових сијалица су ограничени због сепарације честице волфрама са нити на унутрашњу стаклену површину. Управо због наведених недостатака, овај тип сијалица се избацује из употребе на моторним возилима а замењује се халогеним.



Делови:

1. Стаклена крушка

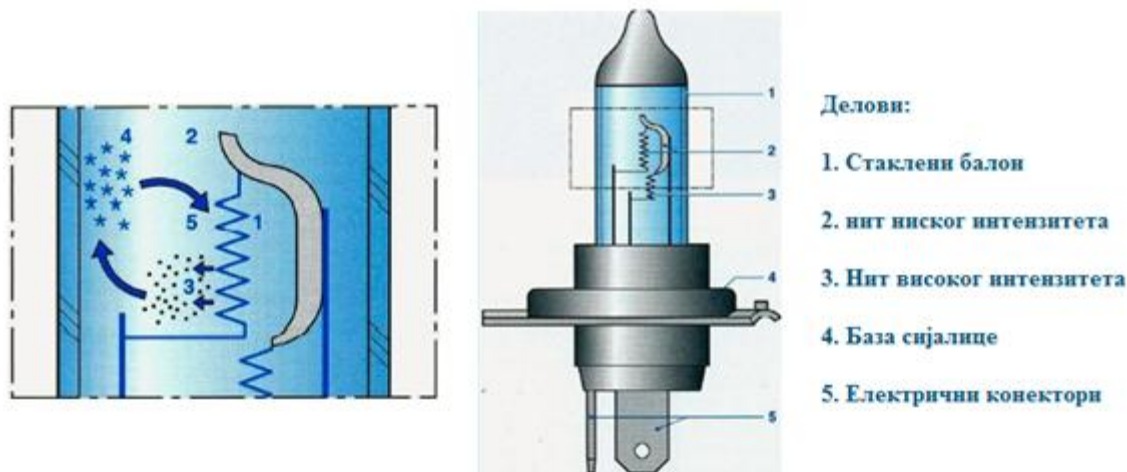
2. Ужарена нит

3. Грло сијалице

4. Конектор

Слика 4.3. Сијалице са ужареном нити (инкандесцентне сијалице) [19]

Халогене сијалице (H1, H3, H7 и HB4) имају само једну ужарену нит и оне се користе као сијалице за оборена светла и светла за маглу. Код халогене сијалице типа H4, која је приказан на слици 4.4, постоје две такве нити које могу да обезбеде наизменично стварање ниског и високог светлосног снопа, а служе за кратка и дуга светла. Халогене сијалице су испуњене гасом (бромид или јод), [19].



Слика 4.4. Приказ и реакција унутар халогене сијалице H4 [19]

При нормалним условима, висока температура нити изазива испаравање честица волфрама које се кондензују по зидовима балона и изазивају затамњивање сијалице. Додатак халогена омогућава одвијање халогеног циклуса, смањује затамњење стакла и осигурава светлосни флуks. На температури од око 1400°C , пара настала исијавањем волфрама комбинује се са гасовитим халогенима пре него што волфрам стигне до зида балона. Тако створени волфрамхалогениди се враћају у близину нити где долази до дисоцијације на волфрам и халоген. Затим се честице волфрама враћају на нит, а халоген је ослобођен за нови циклус. Због великих температура и притиска, балони се израђују од кварцног стакла. Нечистоће на стаклу сијалице могу да проузрокују њено оштећење за време рада управо због присуства високих температура.

4.1.2. Рефлектори

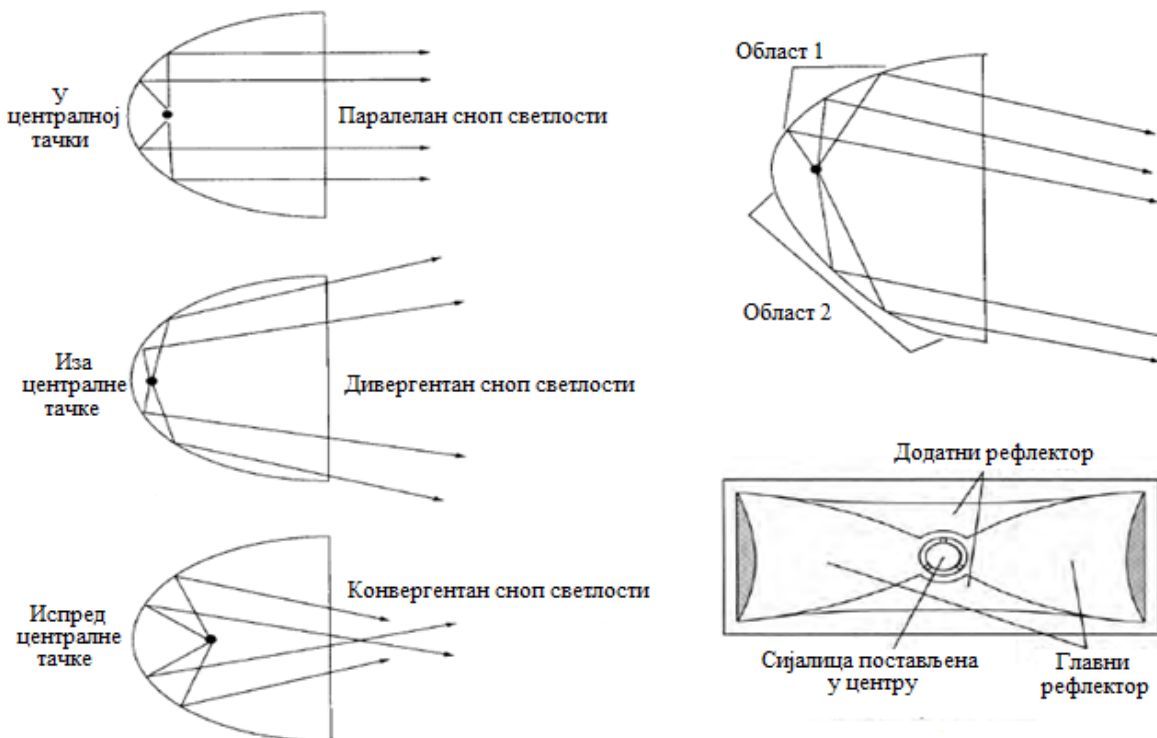
Рефлектори имају основни задатак да концентришу светлост у виду паралелних зрака светлости. Праве се од лима или пластике, а пластични рефлектори се праве инјектовањем у калупе, при чему није потребан посебан третман против корозије. Могу се обликовати са много већом прецизношћу [2].

Рефлектори који се користе на предњим фаровима могу бити:

- параболични,
- биофокални или
- хомифокални.

Задатак рефлектора је да емитоване зраке усмери и формира снап концентрисане светлости. Релативни положај центра сијаличног влакна у односу на рефлектор је приказано на слици 4.5. Дакле, извор светлости је у централној тачки, па ће рефлектовани

светлосни сноп бити паралелан главној осе. Ако је сијалично влакно између централне тачке и рефлектора, рефлектовани светлосни сноп ће се разићи односно ширити према споља дуж главне осе. Алтернативно, уколико се сијалично влакно налази испред централне тачке, рефлектовани сноп светлости ће конвергирати ка централној осе, [2].



Слика 4.5. Релативни положај центра сијаличног влакна код различитих типова рефлектора [2]

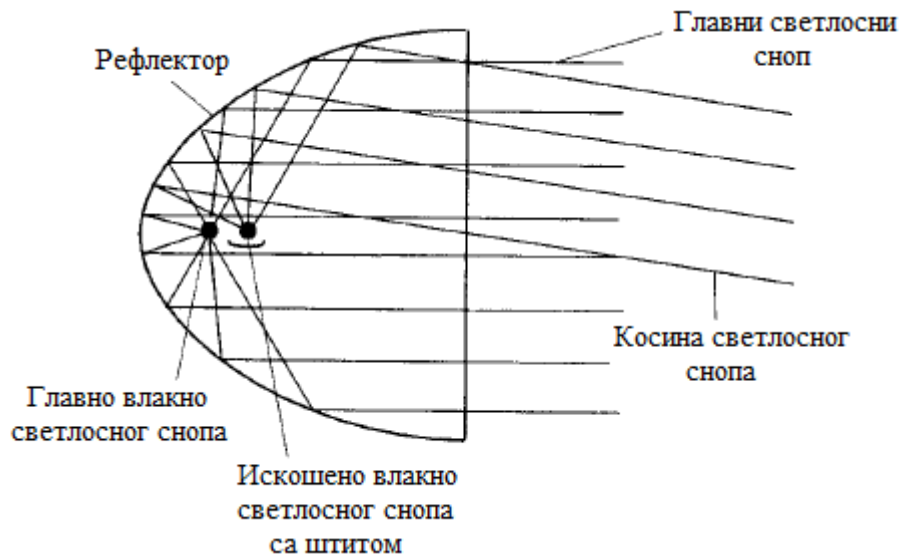
Рефлектор је углавном слој сребра, хрома или алуминијума смештен на глатку исполирану површину као што је месинг или стакло. Централна тачка рефлектора зове се пол, а линија управна на површину пола је главна оса. Ако се светлосни извор креће дуж ове линије, тачка ће бити тамо где емитована светлост производи одбијен сноп светлости паралелан са главном осом. Ова тачка је поната као централна тачка (жижа), а њено растојање од пола као жижна даљина.

Параболични рефлектори

Параболични рефлектор има карактеристике одбијених зрака паралелних главној осе када се извор светлости налази у централној тачки, без обзира где зраци падну на рефлектор. Због тога производи оштри паралелни рефлектовани сноп светлости константног интензитета осветљења. Са параболичним рефлектором, већина светлосних зрака који потичу од сијалице је рефлектовано, а само мала количина директних зрака се шири попут залутале светлости, [2].

Интензитет рефлектоване светлости је јачи у близини осе зрака. Интензитет светлости опада од центра снопа светлости ка његовим ивицама. Уобичајни склоп

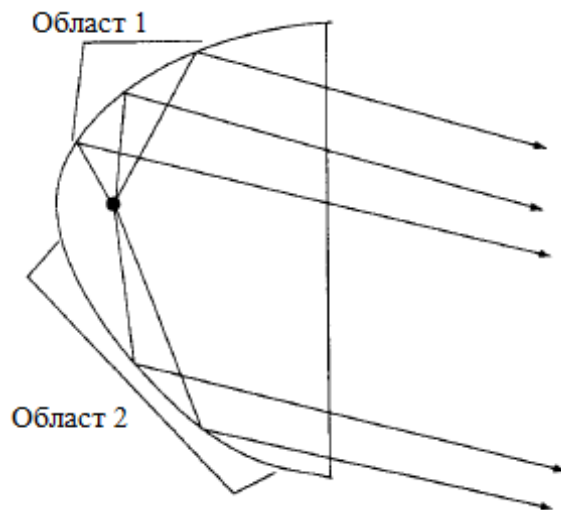
сијалице и рефлектора је приказан на слици 4.6. Ови фарови производе оштре ивице светло/тама на крајевима емитованог снопа светлости.



Слика 4.6. Формирање обореног снопа светлости помоћу влакна са заштитом [14]

Бифокални рефлектор

Бифокални рефлектор је приказан на слици 4.7. Састоји се из два рефлектора са различитим централним тачкама, што помаже да се искористе удари светлосног снопа у области рефлектора ближе ивици, [2].

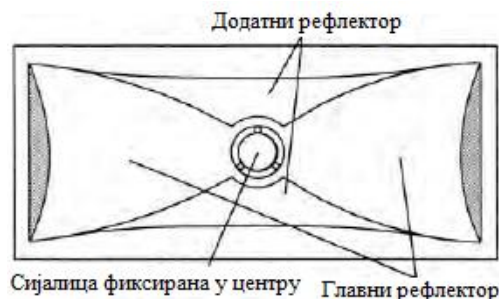


Слика 4.7. Бифокални рефлектор [2,14]

Параболични део у области 1. ближеј ивици је дизајниран тако да одбије светлости у област непосредно испред возила. Ова техника није погодна за сијалице са два влакна, па се због тога користи само на возилима са системом са 4 фара.

Хомифокални рефлектори

Изглед једног хомифокалног рефлектора дат је на слици 4.8. Ови рефлектори се састоје из великог броја области, при чему све имају заједничку централну тачку. Овај дизајн омогућује краћу централну дужину, а самим тим ће и светлосни сноп имати мању дубину. Ефективни светлосни флуks је такође побољшан, [2].

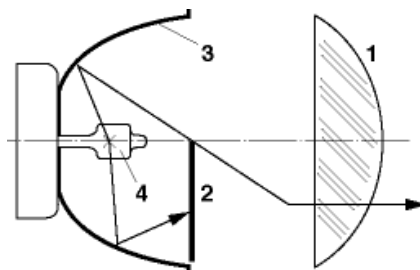


Слика 4.8. Изглед хомифокалног рефлектора [14]

Хомифокални рефлектори се могу користити и са сијалицама са два влакна. Светлост из главне области рефлектора емитује нормално дуго осветљење, а помоћни рефлектори побољшавају осветљеност области непосредно испред возила и бочне области.

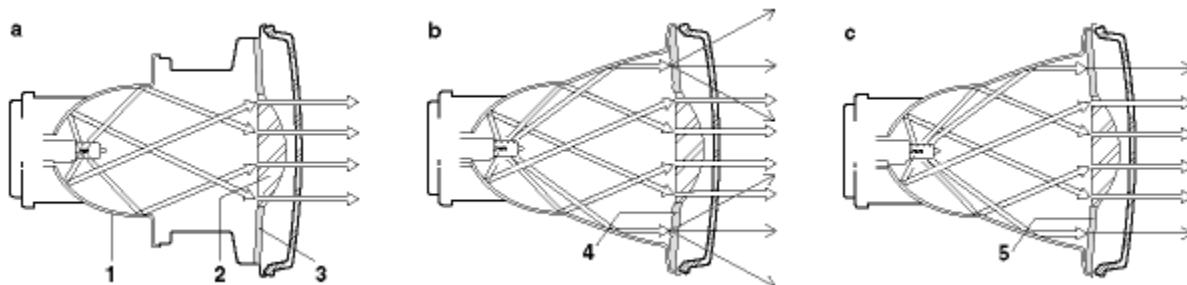
Полу-елипсоидни рефлектори за предња светла (PES - Poly Ellipsoidal System)

PES систем осветљавања (слика 4.9.) је први конструисао и применио Bosch 1983. године. Емитована светлост је једнака или боља од светлости која је емитована конвенционалним сијалицама, али са површином фарова мањом од 30 cm^2 . Ово је постигнуто коришћењем CAD елиптичних рефлектора и одговарајуће оптике. Најновији PES плус систем, који се користи за велика возила, је унапредио осветљење области у близини испред возила. Ова светла користе само сијалице са једним сијаличним влакном. Овај систем предњих светала користи оптику слика да унапреди техничке перформансе конвенционалних система, тако што обједињују шаблоне за дистрибуцију светла са конвенционалним сијалицама. Заједно са конвенционалним јаким сноповима светла, бочним лампама и PES лампама за маглу, PES предња светла представљају склоп који не заузима више од 80 mm по висини.



Слика 4.9. PES рефлектор (1-сочиво 2-екран 3-рефлектор 4-лампа) [2]

У овим лампама, део за емитовање светлосног снопа може бити конфигурисан тако да се околина сочива такође користи за сигналну слику. Ово проширење сигналне слике се пре свега користи са малим пречницима сочива како би смањили одсјај за надлазећи саобраћај. Прстенасти рефлектор користи онај део светлости који није откривен од стране PES рефлектора и усмерава га напред поред сочива. Унутрашњи екран, који спречава директан поглед на лампу, може бити дизајниран као сочиво или делимично метализиран екран. На слици 4.10. под а) је приказан PES рефлектор, под б) PES са прстенастом параболом и сочивима, а под с) PES са прстенастом параболом и делом метализираном цеви, [2].



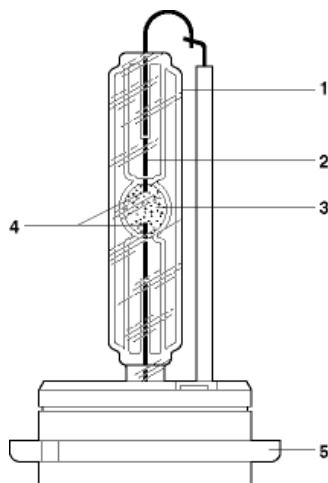
Слика 4.10. PES рефлектори [14]

Litronic системи

Litronic (**Light-Electronic**) систем са ксенонским лампама на гасно пражњење као централним елементом, генерише високе нивое интензитета осветљења са минималном потребном површином за уградњу, као што је приказано на слици 4.11. Ова чињеница је врло битна јер ови системи су идеални за уградњу на возила са малим аеродинамичним предњим делом, [2].

Друга генерација ових лампи на гасно пражњење су:

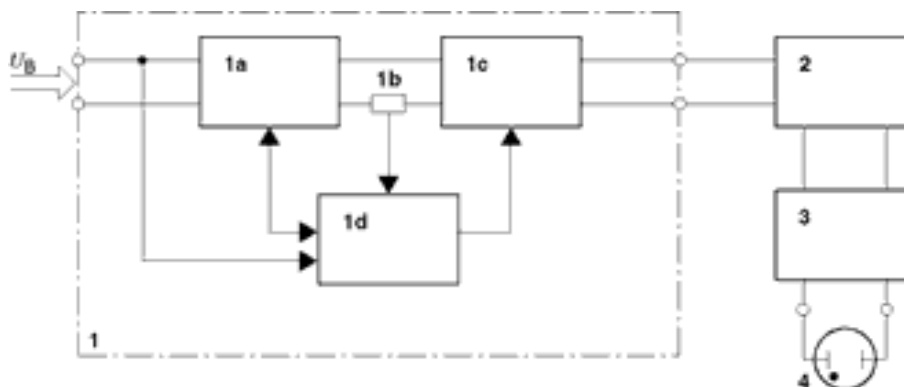
- D2S лампе за PES дизајн,
- D2R лампе.



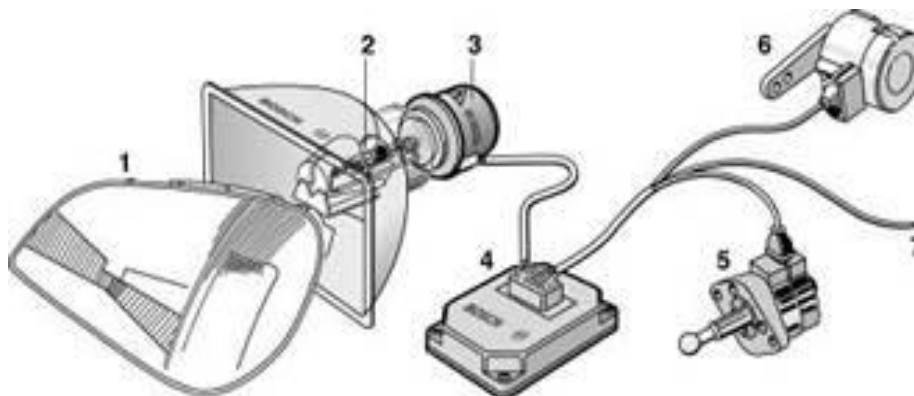
Слика 4.11. D2S лампе са гасним пражњењем (1-UV сијалица са инертним гасом, 2-изоловани прикључак 3-комора за пражњење, 4-електроде, 5-основа лампе) [2]

Саставни део лампи је пригушница која је одговорна за активирање и надгледање лампи, као на слици 4.12. Њена функција укључује [2]:

- Пажње гасног пражњења (напон 10-20 kV),
- Регулација снаге у фази загревања лампе,
- Регулисано напајање у континуалном раду.



Слика 4.12. Пригушница за 400 Hz наизменичне струје и пулсног паљења сијалице (1-ECU 2-јединица за паљење 3-утичница лампе 4-D2S лампа) [2]



1-сочива без оптике која је расклопива, 2-лампе на гасно пражњење, 3-јединица за паљење, 4-ECU, 5- корачни мотор, 6-сензор оса, 7-електрични систем ка возилу,

Слика 4.13. Компоненте система које раде на принципу рефлексije, са интегрисаним динамичким светлима са вертикалном контролом подешавања [2]

Литроникова почетна област примене су била оборена светла високих перформанси у фаровима правоугаоног облика, где је истовремено радио са специјално дизајнираним халогеним дугим светлима. Овај дизајн је омогућио коришћење ширих шаблона за осветљење ивица кривина и ширих путева. Овим дизајном је значајно побољшана прегледност и снажажење возача у тешким условима вожње и условима временских непогода. Усклађеност са ЕСЕ-R прописима је остварена опремањем *litronic*

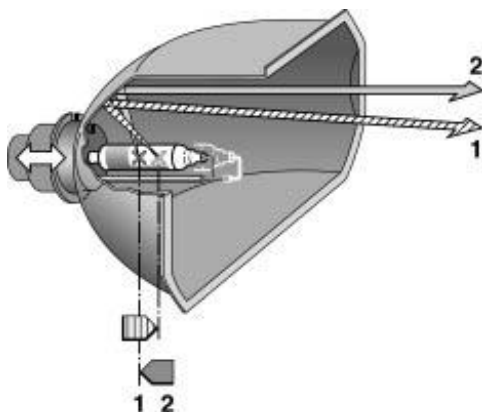
лампи са вертикалном контролом циља (слика 4.13.) и системом за аутоматско чишћење фарова, који у сваком тренутку омогућава максимално искоришћење проширеног опсега осветљености.

Bi-Litronic систем

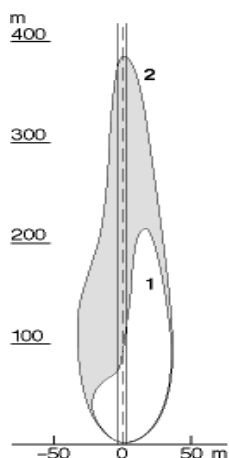
Bi-Litronic је посебан систем, а приказан је на слици 4.14. Он дозвољава и ниском и високом снопу светлости да буде генерисан од стране система двоструких фарова који користи само једну лампу са гасним пражњењем.

Предности овог система:

- Ксенонска светла при коришћењу дугих светала,
- Визуелно вођење кроз континуално пребацивање дистрибуције светлости са оборених на дуга,
- Слободно смањење потребног простора у поређењу са системима са четири коморе,
- Нижи трошкови кроз коришћење само једне лампе и пригушне јединице.

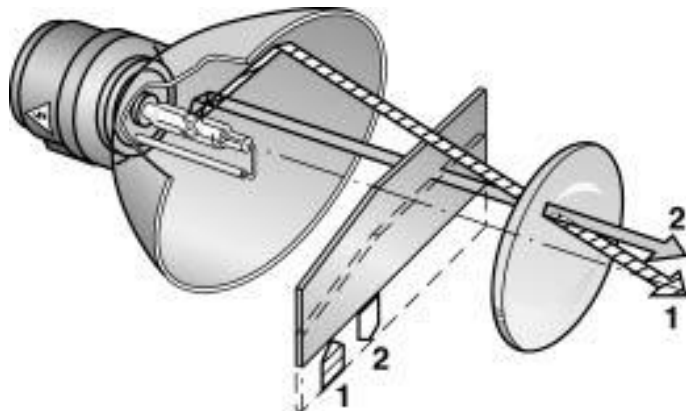


Слика 4.14. Bi-Litronic рефлектори (1- оборена светла, 2- дуга светла) [2]



Слика 4.15. Шаблони за дистрибуцију светлости Bi-Litronic-а (1- оборена светла, 2- дуга светла) [2]

Bi-Litronic Projection је систем базиран на PES Litronic-овим фаровима, а приказан је на слици 4.16. Ксенонска светла су доступна и као дуга светла. Са сочивом пречника 60 и 70 mm, Bi-Litronic "Projection" систем омогућава тренутно најкомпактнији систем фарова са комбинацијом дуга/оборена светла и у исто време изузетном светлосном ефикасношћу.

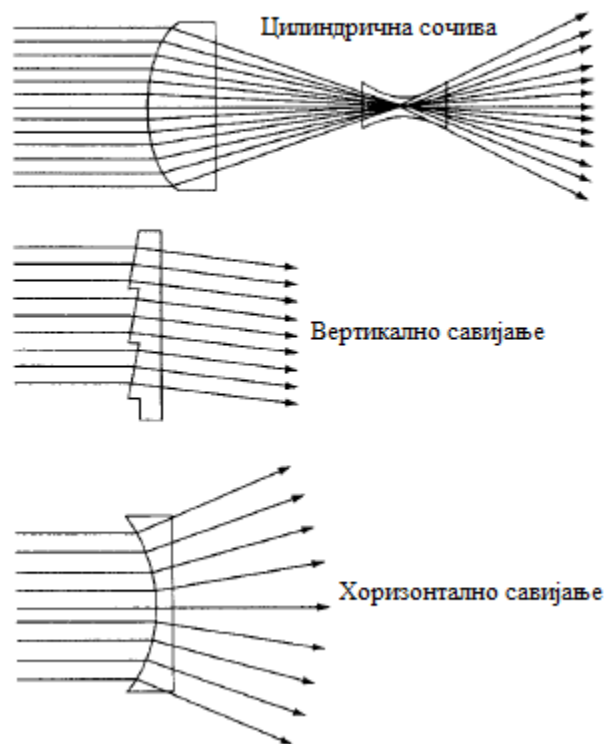


Слика 4.16. Bi-Litronic Projection (1- оборена светла, 2- дуга светла) [2]

4.1.3. Сочива

Основни задатак сочива је да преусмере паралелне зраке светлости, формиране унутар рефлектора, на жељену површину. Велики део сочива је произведен коришћењем стакла високе чистоће (без мехурића и трагова). У току процеса моделирања приоритет је на квалитету површине у циљу спречавања нажељеног преламања светлости на горе. Врста и конфигурација сочива зависи од величине рефлектора и централне дубине, као и жељеног шаблона за емисију светла, [2].

Добра предња светла би требала да имају добар централни сноп светлости који досеже далеко, око кога је светлост емитована хоризонтално и вертикално у циљу што веће осветљености пута, као што је приказано на слици 4.17. Формирање снопа светлости се може у многоме побољшати пропуштањем светлости кроз провидан блок сочива. Задатак сочива је делимична прерасподела рефлектованог светлосног снопа и осталих праволинијских зрака, у циљу боље целокупне осветљености пута са минималним одсјајем.



Слика 4.17. Одбијање снопа светлости по проласку кроз сочиво [2,14]

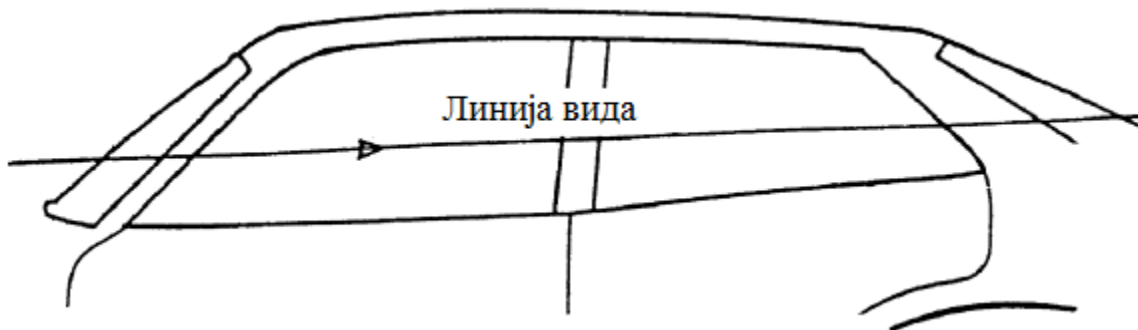
Сочива раде на принципу преламања - тј. промена смера светлосних зрака при проласку кроз транспарентну средину као што је стакло (пластично на новијим верзијама фарова). Стаклена сочива и предња маска фарова су подељени на велики број малих четвороугаоних облика, свака зона формирана у облику призме. Облик ових делова је такав да при проласку скоро паралелних зрака кроз стакло, сваки елемент сочива појединачно мења смер зрака у циљу добијања боље укупне пројекције светлости.

4.2. Ветробранско стакло и стаклене површине на возилу

Још у фази израде идејног пројекта, поред углова видљивости, треба обратити пажњу и на видљивост кроз задње, односно бочна стакла. Ради илустрације, на слици 4.18. је приказано како треба да изгледа видљивост кроз предње и задње стакло, као и видљивост кроз бочно постављене стаклене површине на возилу. Искуство показује да величина и положај бочних стакала морају бити такви да се омогући видљивост као и у случају предњег стакла. Велике стаклене површине возила морају да задовоље аспекте [1]:

- Безбедности,
- Сигурности,
- Визуелног комфора,
- Акустичког комфора,
- Термичког комфора,

- Заштита од крађе - ламинирано стакло има већу отпорност на ударе и пробоје и до 10 пута у односу на темперовано стакло. Исто задржава дебљину од 4-5 mm и може се лако уградити као и стандардно стакло.



Слика 4.18. Видљивост кроз предње и задње стакло [3]

Доминантан утицај на тзв. предње видно поље возача има предње ветробранско стакло. Наиме, овај елемент на возилу представља централно место свих стаклених површина на возилу, а поред наведених особина мора да обезбеди и додатне услове под којима се подразумевају сви услови за квалитетнију видљивост кроз возачко стакло, односно: ефикасно одмрзавање и сушење стакла, могућност постављања брисача и перача ветробрана, пропустљивост светлости и распрскавање или онемогућавање распрскавања. Испитивања су показала да је 66% учесника у саобраћајним незгодама излетело кроз стаклене површине и задобило теже повреде него да је остало у возилу [1].

Највећи проблеми који се данас јављају код пројектаната јесте пре свега на који начин обезбедити видно поље возача у опсегу од 180° кроз предње ветробранско стакло, а да се притом задовоље сви услови крутости каросерије. Наиме да би се ово постигло најбоље би било да је предња страна возила комплетно урађена као једна стаклена површина без потпорних стубова чиме се у потпуности задовољава услов за опсег од 180° предњег видног поља возача. Елиминацијом предњих ветробранских стубова се у значајној мери нарушава крутост каросерије возила као једног од битнијих елемената активне безбедности возила. Ови стубови значајно утичу на видно поље возача стварајући тзв. слепе зоне које онемогућавају детекцију објеката и предмета који се налазе унутар ових зона. За сада нема адекватних алтернативних решења којима би се елиминисали ови проблеми тако да се у блиској будућности не могу очекивати возила која на себи немају уграђене потпорне стубове који носе кровну површину.

Поред наведених особина које ветробранско стакло мора да задовољи, данас се развијају ветробранска стакла са различитим функционалним карактеристикама које у мноме помажу возачима приликом управљања моторним возилима. Као што је већ напоменуто, ефекат бљеска који се појављује у ноћним условима вожње такође се може јавити и дању, али не у толикој мери од светлосних извора које емитују друга возила него од сунца. Из тог разлога уграђује се и термички подесиво стакло (електрохромично) чије се затамњење контролише од 40 % до 2 % пропуштањем светлости. Ово се регулише помоћу аутоматског система регулације или мануелно. Такође, превлаке које се стављају на стакло ради побољшања терамичког комфора формиране су на бази апсорпције или рефлектовања топлотних зрака чиме се елиминише сувишно замрзавање и стварање

непровидних површина у зонама које не покривају предњи брисачи стакла. Примена хидрофобичних превлака олакшава вожњу по киши (ове превлаке спречавају да се кишне капи лепе за стакло и тада капи формирају сферни облик који им омогућава да лакше склизну са површине стакла).

Ламинирано стакло је врста сигурносног стакла које се добија када се два или више слојева стакла (између којих се налази сигурносна фолија која приликом лома стакло држи у целини) споји под притиском и температуром у пећи за ламинирање. На слици 4.19. је приказано такво ламинирано стакло код којег у случају удarca стакло пуца, али му везиво не допушта да се распадне. Идеја о производњи ламинираног сигурносног стакла у аутомобилској индустрији потиче још из давне 1904. године, код којег је први међуслој био направљен од природне смоле дрвета. Даљем развоју ламинираног сигурносног стакла битно је допринео *Douard Benediktus* који је употребио желатин за боље пријањање слојева. Његов патент задржао се дуги низ година под називом *Triplex*, а првобитно се користио у авио-индустрији. Године 1938. се развија стакло под називом *Saflex* које се, са мањим модификацијама, задржало до данас, [20].



Слика 4.19. Пример ламинираног ветробранског стакла [20]

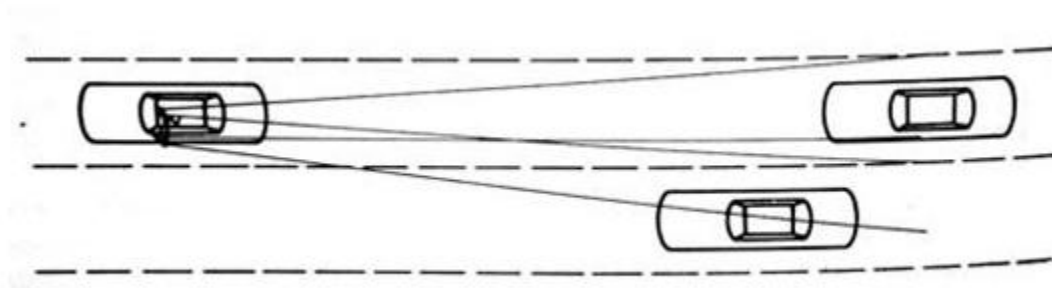
У последњих неколико година дошло је до значајног технолошког напретка у производњи ауто-стакла. Разлози за интензиван рад на овом пољу свакако су деловање на основне карактеристике: смањење тежине, побољшање нивоа пасивне безбедности, заштита од UV зрачења, побољшање нивоа заштите од буке и вибрација и сл.

Најновији тренд у аутомобилској индустрији је да се и бочна и задње стакло на возилу производе од вишеслојног EPG (*Enhanced Protective Glass*) стакла последње генерације које значајно смањује ниво буке која продире у возило. Ова врста ауто-стакла знатно смањује буку унутар возила као и утицај буке која потиче од струјања ваздуха и ветра, а тзв. EPG сендвич направљен је од чврстог материјала (поливинил-буфирала) који се поставља између слојева стакла под високим притиском и температуром. Ова стакла имају исту дебљину као и класична стакла, али су и до 10 % лакша. Структуру EPG стакла

чине спољни стаклени слојеви од којих је анти-UV слој одвојен са два слоја поливинил бутирала, а укупна дебљина стакла износи 3,8 mm. EPG стакла са уграђеним анти-UV слојем умањују утицај сунчеве енергије и до 60 %. Према подацима америчке Националне администрације за безбедност саобраћаја (NHTSA) чак 1300 људи годишње изгуби живот због испадања кроз бочна стакла. EPG стакло пуца при удару чврстог тела, али апсорбује велики део енергије и остаје спојено са средњим, пластичним слојем. EPG стакло произведено са средњим слојем од специјалне пластике изузетно је тешко да се пробуши или одвоји од стакленог слоја. Преко 50 % свих крађа на возилима обавља се тако што се разбија бочно стакло. EPG стакла довољно су отпорна да могу да издрже интензивне покушаје ломљења чак 20-30 секунди што је довољно да натера и најупорнијег криминалца да одустане од крађе. Чак и кад се поломи, стаклени слој остаје нераскидиво везан за пластични слој, за разлику од класичног стакла које се распада у хиљаде делова. Ова стакла представљају значајан елемент пасивне безбедности путника, а својим карактеристикама, које су сличне онима које поседује ветробранско стакло, значајно утичу на смањење последица саобраћајних незгода, [20].

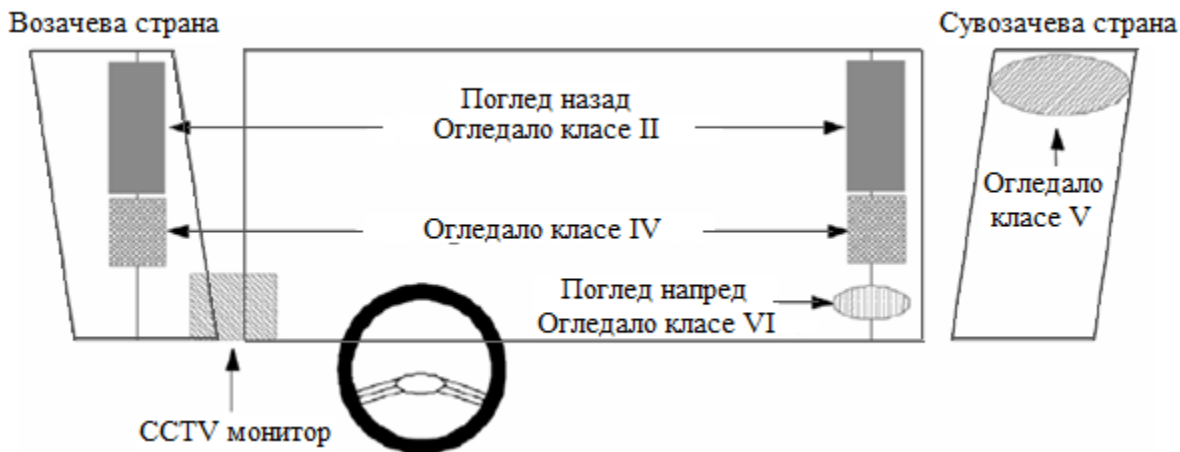
4.3. Унутрашње и спољашња огледала

Задње видно поље возача се у многоне заснива на примени огледала на возилима, што је приказано на слици 4.20. Наиме, унутрашња и спољашња огледала пружају могућност уочавања осталих учесника у саобраћају који се налазе иза или са стране возила, односно огледала нам дају неопходне информације о тренутној ситуацији која се одвија позади возила елиминишући притом потребу возача да се често окреће. На овај начин најчешће су пружене информације о томе да ли је друго возило започело претицање, да ли је могуће безбедно извршити промену саобраћајне траке, удаљеност између возила и сл.



Слика 4.20. Шематски приказ задњег видног поља возача помоћу унутрашњег и спољашњих огледала [25]

Слика коју возач добија од огледала је одређена на основу његових димензија, положајем огледала у односу на положај тачке очију возача као и оптичким карактеристикама самог огледала. На слици 4.21. је дат шематски приказ огледала посматраних из возачеве кабине.



Слика 4.21. Шематски приказ огледала посматраних из возачеве кабине [1]

Од огледала на возилу се захтева да буду подесива како би се могла прилагодити возачима са различитим антропометријским карактеристикама. Огледала треба да буду подешена тако да обухватају површине иза возила као што је приказано на слици 4.22. На тај начин се смањују слепа подручја и постиже већа сигурност током војње.



Слика 4.22. Површина иза возила обухваћена унутрашњем и спољашњим огледалима [1]

Током вожње, а изразито у ноћним условима, јачина светла која се рефлектује у огледалима може довести до тзв. заслепљивања возача. Са циљем да се избегне овај нежељени ефекат, развила су се анти-рефлексиона огледала. Применом анти-рефлексионих огледала постиже се одговарајући баланс између жељене видљивости возача иза возила и заштите од бљеска.

Директива 2003/97/ЕС која је ушла у примену 29.01.2004. године је унела хармонизацију дотадашњих прописа који су се односили на захтеве које морају да испуне системи за индиректно осматрање из возила (огледала и камере) на новим генерацијама моторних возила. Такође је спроведена анализа трошкова и користи за увођење оваквих система и на старије моделе возила (ретроактивна примена регулативе). Ова директива је ускладила своје прописе у складу са директивом 2001/116/ ЕС и односи се на нову категоризацију возила у Европској Унији, а грубо посматрано има две категорије - М категорију (М1, М2, М3) која се односи на путничка возила која не премашују 8 седишта и не прелазе 5 тона, као и N категорију (N1, N2, N3) која се односи на моторна возила намењена за превоз терета. У складу са овом категоризацијом возила урађена је и подела огледала на следеће категорије [11]:

- Класа 1. - унутрашње огледало које се углавном користи у путничким возилима,
- Класа 2. - спољно велико огледало које се углавном користи код теретних возила и аутобуса,
- Класа 3. - мало спољно огледало које се углавном користе код путничких возила,
- Класа 4. - спољно огледало са широким углом осматрања које се користи код теретних возила,
- Класа 5. - спољно огледало за блиско осматрање које се користи код теретних возила за осматрања дела пута који је обично невидљив због конструкције возила (зоне на сувозачевој страни и практично се користи за осматрање пешака, бициклиста и мотоциклиста који се налазе близу ове стране возила),
- Класа 6 - спољно огледало намењено за осматрање дела пута испред самог возила а користи се код теретних возила која због својих конструкционих карактеристика немају јасну прегледност пута непосредно испред самог возила.

У табели 4.1. су приказани типови огледала сходно категорији возила на којима се примењују као и њихов број и положај на возилу, а у складу са Директивом 2003/97/ЕСЕ. Осенчена поља унутар табеле 4.1. означавају обавезну примену, [11].

Табела 4.1. Класе огледала према категорији возила у складу са Директивама 2003/97/ЕС [11]

Класа возила	Унутрашње огледало (по класама)	Спољашње огледало (по класама)				
		I	II	III	IV	V
M₁	Обавезно	Необавезно	Обавезно (1. на страну)	Необавезно (на једну или обе стране)	Необавезно (по 1. на сваку страну)	Необавезно
M₂	Необавезно	Обавезно (1. на страну)	Није дозвољено	Необавезно (на једну или обе стране)	Необавезно (по 1. на сваку страну)	Необавезно
M₃	Необавезно	Обавезно (1. на страну)	Није дозвољено	Необавезно (на једну или обе стране)	Необавезно (по 1. на сваку страну)	Необавезно
N₁ (< 3.5 t)	Обавезно	Необавезно	Обавезно (1. на страну)	Необавезно (на једну или обе стране)	Необавезно (по 1. на сваку страну)	Необавезно
N₂ (< 7.5 t)	Необавезно	Обавезно (1. на страну)	Није дозвољено	Необавезно (по 1. на сваку страну)	Необавезно (по 1. на сваку страну)	Необавезно
N₂ (> 7.5 t)	Необавезно	Обавезно (1. на страну)	Није дозвољено	Обавезно (по 1. на сваку страну)	Обавезно на сувозачевој страни; Необавезно на возачевој страни	Обавезно
N₃ (> 12 t)	Необавезно	Обавезно (1. на страну)	Није дозвољено	Обавезно (по 1. на сваку страну)	Обавезно на сувозачевој страни; Необавезно на возачевој страни	Обавезно

5. УРЕЂАЈИ ЗА ОСВЕТЉЕЊЕ ВОЗИЛА

Уређаји за осветљење возила се постављају са циљем да се обезбеди што сигурнија вожња у свим условима и обезбеди жељени комфор унутар возила. Сви уређаји за осветљење возила се генерално могу поделити на:

- уређаје за спољашње осветљење возила,
- уређаје за унутрашње осветљење возила.

5.1. Уређаји за спољашње осветљење возила

Уређаји за спољашње осветљење возила се по правилу постављају на предњем и на задњем крају возила.

Основна функција фарова на предњем делу возила је осветљавање коловоза са циљем да возач може да региструје услове саобраћаја и тако препозна све препреке и опасности на време. Они такође служе да покажу возачеву намеру да промени правац кретања или укаже на опасне ситуације. Осветљење на предњем крају возила укључује следеће [8]:

- Дуги/кратки светлосни сноп,
- Светла за маглу,
- Помоћна светла за вожњу,
- Показиваче правца,
- Паркирна светла,
- Дневна светла.

Светла на задњем делу возила су укључена у складу са временским условима и указују на позицију возила. Она такође указују на то да се возило креће и у ком правцу. Помоћна светла осветљавају пут и указују да се возило креће у назад. Осветљење на задњем крају возила укључује следеће [8]:

- Стоп светла,
- Задња светла,
- Светла за упозорење од магле,
- Показиваче правца,
- Паркирна светла,
- Светла за осветљавање регистарске таблице.

На основу закона о безбедности саобраћаја на путевима ("Службени лист СФРЈ", бр. 63/80) дефинисан је правилник о условима које морају да испуњавају уређаји и опрема на возилима у саобраћају на путевима. У смислу спољашњег осветљења возила, подразумевају се три групе уређаја и то [8]:

- 1) уређаји за осветљавање пута,
- 2) уређаји за означавање возила,
- 3) уређаји за давање светлосних знакова.

Уређаји за осветљавање коловоза и за давање светлосних знакова који су постављени на предњој страни моторног и прикључног возила, не смеју давати светлост црвене боје видљиву са предње стране возила. Уређаји постављени на задњем крају моторног и прикључног возила не смеју давати светлост беле боје видљиву са задње стране возила. Ова обавеза се не односи на светла за осветљавање пута при вожњи

уназад, светло за осветљавање регистарске задње табле, као и на црвено трептуће светло које се налази на возилима намењеним за специјална обезбеђења.

5.1.1. Уређаји за осветљавање пута

Под уређајем за осветљавање пута подразумевају се [8]:

- главни фарови,
- светла за вожњу уназад,
- фарови за маглу,
- фарови и светла за осветљавање места на коме се изводе радови,
- покретни фар (рефлектор).

Главни фарови на моторним возилима на четири или више точкова и на моторним возилима на три точка која су шира од 1,3 m морају бити уграђени и изведени као два или четири главна фара, од којих два за оборено светло. Главни фарови на моторним возилима на два точка и моторним возилима на три точка, која нису шира од 1,3 m, као и на инвалидским моторним колицима, морају бити уграђени и изведени као један главни фар или два главна фара, од којих један за оборено светло. Као што је приказано на сликама 5.1. и 5.2. главни фарови могу бити изведени тако да имају:

- велико светло,
- оборено светло,
- велико и оборено светло.



Слика 5.1. Приказ обореног светла и домет [1]



Слика 5.2. Приказ великог светла и домет [1]

Светлост главних фарова мора бити беле боје, а морају бити повезани тако да прелаз са светлости великог светла на светлост обореног света и обрнуто буде истовремен и путем исте команде.

Светла за вожњу уназад на возилу могу бити уграђена и изведена као једно или два светла за вожњу уназад, тако да дају светлост беле боје. Појединачно треба да дају снагу од 24 W, а осветљење од 300 до 600 cd и не смеју бити засењујућег ефекта. Удаљеност горње ивице светлеће површине светла за вожњу уназад може износити највише 1,2 m, а удаљеност доње ивице светлеће површине таквог светла може износити најмање 0,25 m од површине пута. Светло за вожњу уназад мора имати прекидач који се аутоматски укључује у моменту укључивања хода уназад, и то кад је укључен систем за пуштање мотора у рад, [8].

Фарови за маглу на моторним возилима на четири или више точкова и на моторним возилима на три точка која су шира од 1,3 m могу бити уграђени и изведени као два фара за маглу, а на мотоциклима - као један фар за маглу тако да дају светлост беле или жуте боје, као што је приказано на слици 5.3. Они се не смеју постављати на висину већу од висине на којој су постављени фарови обореног светла. Удаљеност доње ивице светлеће површине фара за маглу од површине пута не сме бити мања од 0,25 m. Спољна ивица светлеће површине фара за маглу не сме бити удаљена више од 0,4 m од бочно најистуреније тачке возила, [8].



Слика 5.3. Фарови за маглу [18]

Фар за маглу мора бити повезан тако да се може укључити само кад су укључена позициона, односно оборена светла, независно од великих светала, а морају имати посебан прекидач.

Фарови и светла за осветљавање места на коме се изводе радови на радним возилима могу бити уграђени и изведени тако да дају светлост беле боје и да не ометају остале учеснике у саобраћају.

Покретни фар (рефлектор) се поставља само на возилу органа унутрашњих послова, возилу намењеном за хитну медицинску помоћ, возилу саобраћајне инспекције, ватрогасном возилу, возилу намењеном за одржавање путева и инсталација, као и на возилу намењеном за пружање помоћи на путу и мора бити уграђен и изведен тако да даје светлост беле или жуте боје и да се може укључити само ако се укључена и позициона светла.

5.1.2. Уређаји за означавање возила

Под уређајем за означавање моротних и прикључних возила подразумевају се [8]:

- предње и задње позиционо светло,
- задња светла за маглу,
- паркирна светла,
- габаритна светла,
- светла задње регистарске таблице,
- ротациона и трептућа светла и
- катадиоктери.

Предња позициона светла на моторном возилу на четири или више точкова и на прикључном возилу морају бити уграђена и изведена као два предња позициона светла, а на моторном возилу на два точка као једно предње позиционо светло тако да дају светлост беле боје, као што је приказано на слици 53. Предња позициона светла могу бити уграђена у главне фарове, [8].

Задња позициона светла на моторном возилу на четири или више точкова и на прикључном возилу морају бити уграђена и изведена као два задња позициона светла, а на моторном возилу на два точка као једно задње позиционо светло тако да дају светлост црвене боје, као што је приказано на слици 5.4. [8].



Слика 5.4. Предње и задње позиционо светло [18]

Задња светла за маглу треба да пружају осветљење од 150 до 300 cd. Уграђују се као једно или два светла, при чему морају бити у средини централне линије возила уколико је један рефлектор. Морају се налазити у интервалу од 250 до 1000 mm од нивоа земље, и на растојању од бар 100 mm од стоп светала, [8].

Паркирна светла на моторним и прикључним возилима могу бити постављена и изведена на један од следећих начина:

- на бочној страни возила, као посебно светло које је према предњој страни возила беле боје, а према задњој страни возила црвене боје,
- на предњој и задњој страни возила и то предња светла беле боје усмерена напред, а задња светла црвене боје усмерена назад.

Габаритна светла се уграђују на моторна и прикључна возила чија затворена надградња прелази висину 2.8 m, [8].

Светла задње регистарске таблице на моторним и прикључним возилима мора бити изведено тако да даје светлост беле боје да би се ноћу распознавали сви подаци на регистарској табели удаљености од најмање 20 m, [8].

Ротациона и трептућа светла на возилима могу бити изведена тако да дају светлост жуте и плаве боје и морају бити постављена на највишем месту возила и да буду видљива са свих страна, [8].

Катадиоптери на моторним возилима се уграђују и изведе као два задња катадиоптера црвене боје. Ако је на возилу уграђено више од два катадиоптера, они морају бити у пару. Катадиоптер мора имати светлећу површину од најмање 20 cm, а на возилу морају бити постављени вертикално на површини пута, [8].

5.1.3. Уређаји за давање светлосних знакова

Под уређајем за давање светлосних знакова подразумевају се:

- стоп-светла,
- показивачи правца.

Стоп светла (осветљење од 40 до 100 cd) на моторном или прикључном возилу активирају се преко уређаја за заустављање, односно када се активира радна кочница. Тада треба синхронизовано да се упале стоп-светла. Овим се обавештава возач да возило испред њега смањује брзину, тј. кочи. Сијалице морају имати снагу у интервалу од 15 до 36 W, а морају бити на висини од 350 до 1500 mm од нивоа земље и на растојању бар 1000 mm једно од другог. Моторна возила која на равном путу не могу постићи брзину већу од 20 km/h не морају имати стоп-светло. Стоп-светла могу бити уграђена заједно са задњим светлима и бити повезана тако да се укључују при употребе радне кочнице возила, а светлост мора бити црвене боје, [8].

Показивачи правца на моторном или прикључном возилу имају задатак да обавесте учеснике у саобраћају о намери скретања возила. У зависности од конструкције и димензија возила, може бити више различитих извођења у погледу постављања показивача правца, како по броју тако и по распореду. Светлост показивача правца мора бити жуте боје, а учесталост жмигања показивача правца треба да износи око 90 периода у минути. Укључивање показивача правца мора бити независно од укључења било ког другог светла на возилу, [8].

5.2 Уређаји за унутрашње осветљење возила

У почетку, уређаји за унутрашње осветљење су имали врло једноставну функцију да осветљавају унутрашњост возила, а светло позиционирано на средини крова је било сасвим довољно да одговори овом захтеву. Даљим развојем уведена су светла за читање, светла при уласку/изласку из возила и сл. Данас, ови уређаји успешно одговарају свим захтевима по питању оптичког комфора унутар возила. Карактеришу се великим бројем функција које се успешно реализују применом различитих светлосних извора. На слици 5.5. је приказан концепт унутрашњег осветљења једног луксузног возила, [10].



Слика 5.5. Концепт унутрашњег осветљења луксузног возила [10]

Проналазак и развој LED технологије омогућио је значајан напредак у развоју светала за унутрашње осветљење возила. Применом LED технологије у комбинацији са разним врстама сензора могуће је утицати на расположење возача променом спектра боја осветљења унутар возила, нпр. активирањем црвене боје ако је хладно у возилу или плавом бојом упозорити возача да је у возилу претопло. Овакав приступ само указује на неке од праваца даљег развоја осветљења ентеријера возила.

Осветљење унутар возила мора да обезбеди са једне стране добру осветљеност свих значајних елемената, а са друге стране да не омета возача. Светла у унутрашњости возила се могу класификовати према положају унутар возила (нпр. врата, кров, под и сл.), па према томе разликују се [10]:

- 1) Светла при уласку, односно изласку из возила - сијалице се првенствено активирају приликом уласка или изласка из возила, а постављају се на врата као што приказује слика 5.6. Светла могу бити постављена тако да осветљавају прагове возила, унутрашње и спољашње ручке на вратима као и простор који непосредно окружује возило;



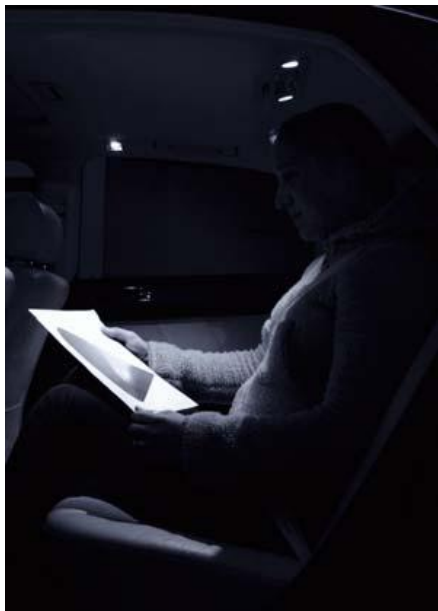
Слика 5.6. Светла за улазак/излазак из возила активирана даљинским кључем [10]

- 2) Оријентациона светла - осветљавају искључиво оперативне елементе на возилу попут ручица на вратима, поједине прекидаче, механизме сигурносних појасева и друго, као што приказује слика 5.7. Од оријентационих светала се захтева да обезбеде брзо и лако распознавање наведених оперативних елемената, али исто тако не смеју засенити и иритирати очи возача;



Слика 5.7. Оријентационо светло које осветљава ручицу на вратима [10]

- 3) Функционална светла - светлосни извори се активирају аутоматски када возач то захтева. У ову категорију спадају светла предвиђена за читање унутар возила (слика 5.8.), светла за касету возила, светла за пртљажни простор и сл.



Слика 5.8. Функционална светла предвиђена за читање у возилу [10]

- 4) Амбијентална светла - користе се за осветљење великих површина унутар возила као што је приказано на слици 5.9, а често се сматрају и као посебан додатак оријентационим светлима јер имају доста сличну функције. Типично за њих је да осветљавају простор испод ногу, централну конзолу, стубове на возилу, област око врата, кровне панеле, држаче чаша и друго. Амбијентално осветљење ентеријера возила има функцију да пренесе пријатну радну атмосферу возачу, а поред тога може значајно побољшати оријентацију возача у возилу, чиме се доприноси укупној безбедности у саобраћају. Међутим, мора се имати на уму да осветљење унутар возила не сме ограничити пажњу возача и његове визуелне перформансе.



Слика 5.9. Амбијентална светла за унутрашње осветљење возила [25]

Функција побољшања унутрашњег осветљења возила одувек је била претежно естетског карактера и није имала пресудан утицај на видно поље возача и окружење. Међутим, последњих година овај тренд се полако напушта, а тенденција даљег развоја унутрашњег осветљења возила се усмерава ка стварању таквог окружења у којем је могуће директно утицати на расположење возача (нпр. елиминисати умор возача и сл.), како би се он у потпуности могао концентрисати на своје задатке, а да истовремено ужива у вожњи, што је уједно и крајњи циљ развоја унутрашњег осветљења, [10].

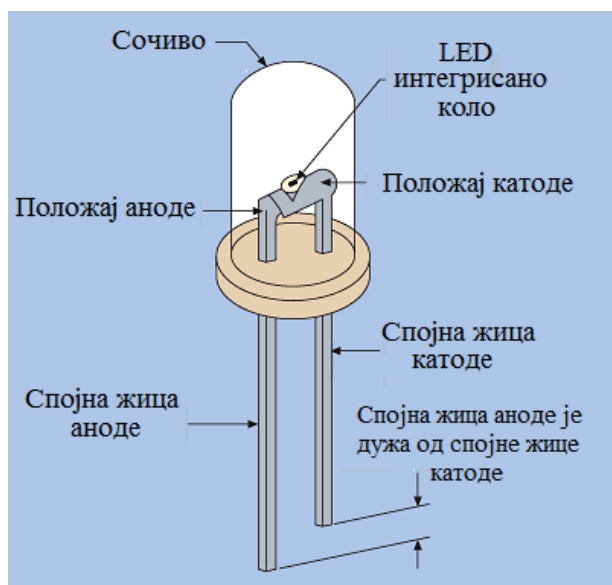
6. САВРЕМЕНИ СИСТЕМИ ЗА ЕМИТОВАЊЕ ОСВЕТЉЕЊА НА ВОЗИЛИМА

Осветљење је један од најважнијих захтева који се постављају пред савремена возила, јер омогућавају да се безбедно прође дугим релацијама и да возило буде лакше уочено, посебно у условима слабе видљивости, током ноћи или у магловитом делу зимске сезоне. Управо због наведеног, развиле су се изузетно квалитетне технологије које у потпуности одговарају овим захтевима. Тренутно, најзаступљенији системи за емитовање осветљења на возилима користе сијалице са ужареном нити, мада су све више присутна светла са гасним пражњењем од којих посебну групу чине ксенонска светла. Светла заснована на LED технологији су још увек у фази развоја, али имају перспективу да преузму примат у будућности.

6.1. LED осветљење

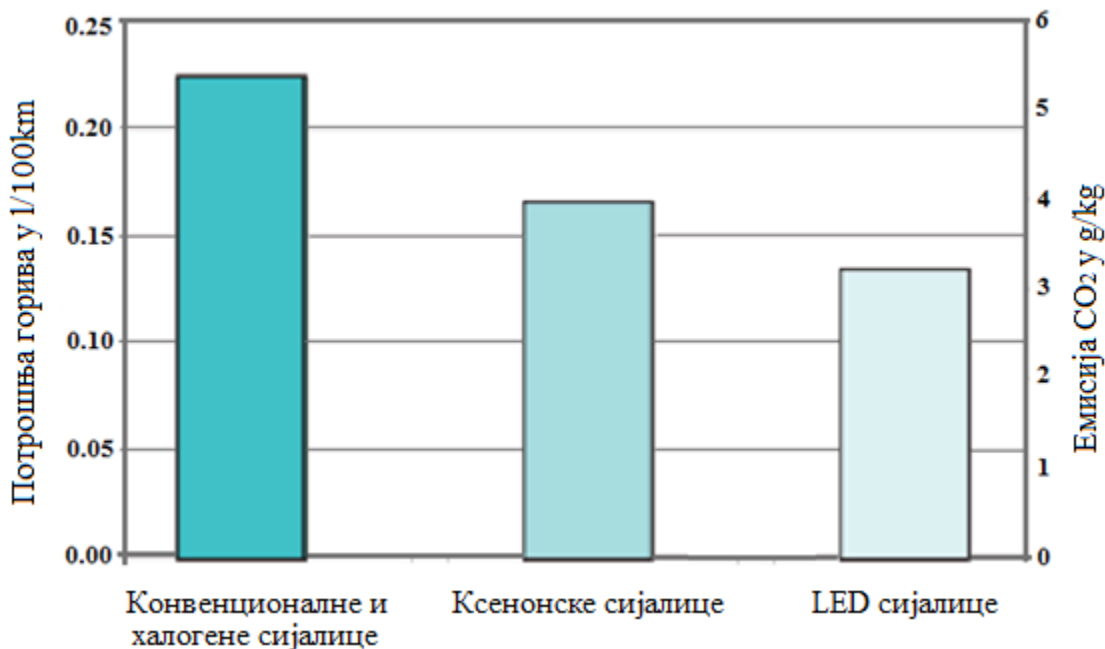
LED технологија представља идеалну замену за халогене и ксенонске сијалице, а разлог за то је низ предности које поседују у односу на њих. Оне имају дужи век трајања, већу ефикасност, доприносе уштеди енергије и нуде више слободе при дизајнирању па су погодне за готово све стандарде. Ова технологија такође поседује потенцијал по питању светло базираних система за асистирање током вожње.

LED светла као извор енергије користе LED диоде. LED (LED - *Light Emitting Diode*) диоде су први пут произведене 1968. и одмах су нашле примену на возилима, али искључиво у њиховој унутрашњости, претежно на командној табли. На слици 6.1. је приказана једна LED диода. Светло емитујуће диоде су полупроводнички елементи код којих се електрична енергија претвара у енергију светлосног зрачења. LED диоде су смештене у прозирна кућишта у облику сочива и емитују светлост у видљивом делу спектра. Прве су давале слабу светлост црвене, жуте или зелене боје, али су се временом појавиле плаве, а затим и беле диоде високе ефикасности.



Слика 6.1. LED диода [19]

На слици 6.2. је приказана ефикасност LED технологије у односу на конкурентна решења, са аспекта потрошње горива и самим тим емитовања емисије штетних гасова. Са слике се може уочити да конвенционална и халогена светла утичу на потрошњу од 0,23 литра на 100 km. Ксенонска светла онда доприносе 25% уштеди горива у односу на халогена светла, док LED имају уштеду у том случају око 40 %. Дакле, LED има потрошњу 0,14 литара на 100 km, [7].



Слика 6.2. Ефикасност LED технологије [7]

LED светла не садрже токсичне материјале, нити емитују ултраљубичасту светлост. Много су напреднији од волфрамових сијалица. LED осветљење на возилима се користи најчешће за задња и бочна светла (нпр. осветљење врата или степеника), а најбоље су решење за осветљење екстеријера возила.

LED светла поседује многобројне предности које их у односу на халогене чине супериорним и у најлошијем случају поистовећују са ксенонским светлима. Боја коју емитује је скоро идентично као да је дан. Ако се температура емитоване боје од 5500 K упореди са Bi-Xenon светлима температуре од 4200 K, може се приметити да је LED много ближи дневном светлу (6600 K). Животни век LED сијалице износи око 60000 часова рада што је много више ако се упореди са халогеним које просечно раде 500 часова или ксенонска која раде приближно 3000 часова. Још једна од предности је та да се LED сијалице брже укључују од стандардних сијалица (време укључења LED сијалица је око 130ms, а обичних сијалица 200 ms). Иако су овакве сијалице још релативно скупе, због огромних уштеда на електричној енергији и дугог радног века многи се већ окрећу овој расвети будућности.

Просечна ефикасност LED као светлосног извора износи и до 80 lm/W. Такође екстремно велика трајност их чини веома атрактивним. Ипак оне захвајају претварање струје извора напајања, што их чини још увек изузетно скупим за наше тржиште. Инкандесцентне сијалице су много јефтиније, али имају енергетску ефикасност од свега 16 lm/W, док код халогених сијалица ефикасност иде до 22 lm/W. LED-ови имају знатне предности:

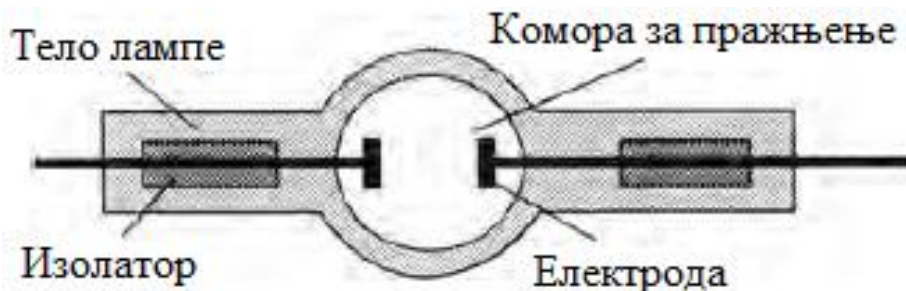
- Емитију светлост у жељеној боји, без традиционалног коришћења филтера, што појефтињује поступак добијања обојене светлости,
- Не захтевају уградњу спољњег рефлектора ради добијања усмерене светлости, као што је случај код рефлекторских инкандесцентних и халогених сијалица,
- Екстремно су чврсто упаковане у тело отпорно на механичке ударе.
- Екстремно велика трајност типично 10 година, два пута дужа од најбољих флуоресцентних сијалица и чак 20 пута дужа од најбољих инкандесцентних,
- LED -ови достижу велику трајност и када раде на својој називној снази.

LED технологија је много скупља због пратеће електронске опреме. Радне карактеристике веома зависе од температуре околине и лако може да дође до прегревања, што изазива њихово брзо оштећење. Зато је неопходно обезбедити одговарајуће хлађење, како би се осигурао дужи век трајања светлећих диода, што је нарочито важно у саобраћајним применама. Високе вредности радних карактеристика (струја, пораст температуре) могу изазвати појаву дифузије атома неких метала из електрода у остале активне делове LED -а, што има за последицу појаву електричних пробоја.

6.2. Светла са гасним пражњењем

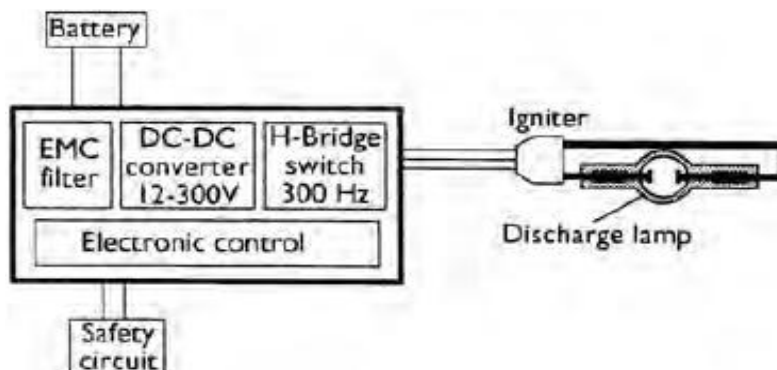
Светла са гасним пражњењем се данас све више користе на возилима. Оне имају потенцијал да створе јаче осветљење и погодне су за креирање различитих дизајна. Дају значајни допринос при изградњи аеродинамичног стила што је данас тренд на савременим возилима, јер су врло малих димензија. Лампе са гасним пражњењем се састоје из три главне компоненте [14]:

- 1) Лампе које раде на потпуно другачији начин од конвенционалних лампи, јер је потребна много веће волтажа. Принцип рада једне овакве лампе је приказан на слици 6.3.



Слика 6.3. Принцип рада гасне лампе [14]

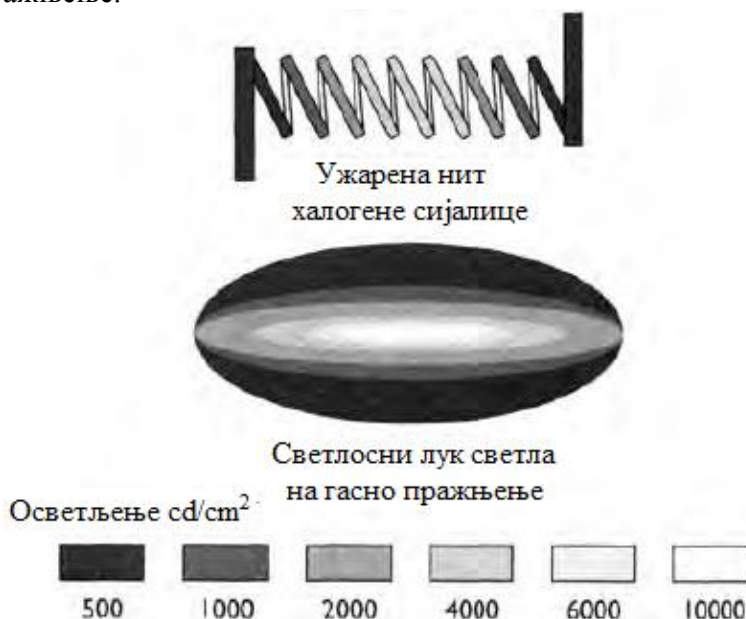
- 2) Пригушног система који садржи паљење и контролну јединицу и претвара напон електричног система у напон потребан за рад лампе. Контролише фазу паљења и целокупног рада лампе, а сам рад прати и са аспекта безбедности. На слици 6.4. је дато коло једног пригушног система.



Слика 6.4. Пригушни систем лампе са гасним пражњењем [14]

- 3) Фара чији је дизајн у потпуности сличан конвенционалним фаровима. Ипак, у циљу задовољавања ограничења заслепљености, потребна је прецизнија израда, и зато су већи трошкови производње.

Због високог ултравиолентног зрачења које емитују ова светла потребни су специјални филтери. Слика 6.5. показује разлику у осветљењу између халогених лампи и лампи на гасно пражњење.



Слика 6.5. Поређење осветљења халогених сијалица у односу на сијалице на гасно пражњење [14]

Извор светлости у лампама на гасно пражњење је електрични лук, а сама сијалица је 10 mm пречника. Две електроде су тако рећи продужене у сијалицу, која је направљена од кварца. Растојање између ових електрода је 4 mm. Растојање између електрода и контактне површине сијалице је 25 mm – ово одговара димензијама стандардних H1 сијалица. На собној температури, сијалица садржи мешавину живе, различитих металних соли и ксенона под притиском. Када је светло укључено, ксенон осветљава одједном, и испарава живу и металне соли. Висока светлосна ефикасност настаје због смеше металних пара. Жива генерише већи део светлости, а металне соли утичу на спектар боја.

6.2.1. Ксенонско осветљење

Ксенонска сијалица је сијалица са микропражњењем, испуњена мешавином племенитих гасова укључујући и ксенон. Сијалица нема влакно као халогена сијалица што се види са слике 6.6, али се светлосни лук ствара између две електроде. Овај систем осветљења осим сијалица захтева још и баласт односно електронску пригушницу и стартер за брзо паљење зато што је за успостављање лука потребан напон од 20000-25000 V. Након што се успостави лук, напон падне на 85 V. Као и у случају са осталим сијалицама са гасним пражњењем, ксенонска сијалица има електронски стартер.



Слика 6.6. Хепон-ска сијалица D2S [19]

Ксенонске сијалице раде на принципу емитовања светлости великог интензитета при којем гас ради под великим притиском, а када кроз њега протиче струја генерише се светлост. За провођење струје није потребна ужарена нит од волфрама, већ је потребно испунити простор гасом, а најчешће је то ксенон. Гас служи за давање боје светлу које се емитује. Боја светла се изражава у Келвинима (K), а распон је у границама од 4000 K које емитује бело светло до 12000 K које емитује љубичасто светло као на слици 6.7.



Слика 6.7. Интензитет светла ксенонских сијалица у зависности од температуре [19]

Према истраживању института за саобраћај из Берлина које је истраживање спровело над 2000 возача, чак 38% испитаника осећа заслепељеност приликом мимоиласка са возилом опремљеним ксенонским фаровима, а 11 % возача сматра да таква светла смањују сигурност у саобраћају. Резултати 2000 испитаника:

- 11 % испитаних сматра да се погоршава сигурност;
- 38 % испитаних су заслепљени ксенонским фаровима;
- 25 % испитаних нису заслепљени;
- 26 % испитаних сматра да се сигурност повећава.

Ксенонска технологија даје двоструко више осветљења од халогене сијалице, уз дупло мању потрошњу снаге. Због тога возач може видети јасније, а возило има више енергије за друге системе који је троше. Ксенонска светла могу да производе чисту белу светлост која је слична дневној светлости. Данас је око 2 000 000 возила опремљено ксенонским светлима.

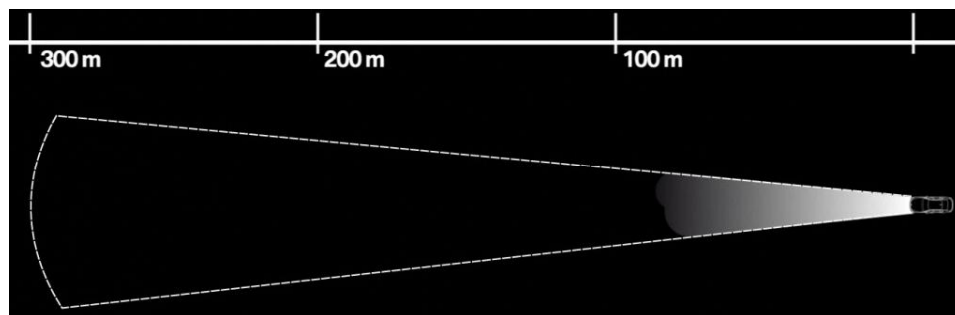
7. СИСТЕМИ ПОМОЋИ ВОЗАЧУ СА АСПЕКТА ОПТИЧКЕ УДОБНОСТИ

Сталним усавршавањем технике и технологије, нарочито на пољима електронике и информационих технологија развили су се изузетно поуздани системи за помоћ возачу који превазилазе могућности возача. Са аспекта оптичког комфора, системи помоћи возачу (DAS - *Driver Assistance System*) пре свега пружају сигурност, удобност и ефикасност саобраћаја. Ови системи су базирани на различитим врстама сензора и рачунарским технологијама који прате окружење возила, дају неопходне информације, а у неким случајевима преузимају и контролу над возилом. Сензори, које ови системи најчешће користе, су разне врсте камера, радарски сензори, затим ласерски скенери и сл., а највећа ефикасност се добија комбинацијом наведених сензора, [1].

Први облици система за помоћ возачу са аспекта оптичке удобности односили су се на побољшану сигурност вожње у условима смањене видљивости, нпр. током ноћне вожње или при лошим временским приликама. Њихов задатак је био искључиво да повећају видљивост, односно да на време региструју појаву другог возила, пешака и сл. Напреднији системи помоћи возачу су уједно и доста сложенији, а имају могућност предвиђања опасности од судара и упозоравање возача. Дешава се да, у случају да је прекасно за упозорење, ови системи преузимају контролу над возилом и тако покушавају да спрече настанак акцидентних ситуација или да ублаже последице уколико до њих дође. Примена оваквих система на возилима са једне стране елиминише велики број грешака које су се догађале због лоших процена и одлука возача, а са друге стране возило постаје све сложеније за руковање чиме се одвлачи пажња возача. У наредном делу биће детаљније описани поједини системи помоћи возачу значајни са аспекта оптичке удобности моторног возила.

7.1. Систем осветљења за ноћно виђење са *Night Vision* технологијом

Ови системи служе за повећање видног поља возача изван домета фарова аутомобила. Са додатком *Night Vision* система, вожња ноћу постаје знатно безбеднија и комфорнија. Ова технологија омогућује идентификацију потенцијалних препрека у мраку на удаљености и до 300 метара, као што је на пример кретање пешака по страни коловоза или изненадно претрчавање животиња, упозоравајући на тај начин возача на евентуалну опасност која предстоји. Ово је омогућено посредством инфрацрвене камере или термалне камере која је уграђена на возилу и која емитује јасне контрастне обресе и на тај начин се формира слика окружења. Камера захвата угао од 36° што је сасвим довољно да се обухвати најмање цела ширина пута, као што је приказано на слици 7.1. Посебном функцијом је могуће заокренути камеру приликом скретања и тако возачу обезбеђује правовремену информацију о препреци у кривини. Камера такође поседује и дигитални зум који се активира аутоматски при великим брзинама. Слика окружења се приказује путем LCD уређаја у аутомобилу, на навигационом монитору или на *head-up* дисплеју на ветробранском стаклу испред возача који је интегрисан у возилу.



Слика 7.1. Домет Night Vision система [1]

Разликујемо активне и пасивне системе ноћног виђења. Активни системи подразумевају примену инфрацрвене камере, док пасивни свој рад заснивају на основу термалних камера. На слици 7.2. је приказан видео који се емитује на дисплеју у возилу, лево је приказана слика добијена посредством инфрацрвене камере, а десно слика добијена термалном камером.



Слика 7.2. Приказ на дисплеју добијен посредством: а) инфрацрвене камере (лево), б) термалне камере (десно) [1]

Активни Night Vision системи су засновани на инфрацрвеним зрацима који се шаљу од аутомобила и осветљавају околину човека светлошћу која није видљива људском оку. Предности овог типа је што је слика објеката која се емитује на монитору веома јасна, а резолуција слике је велика. Недостатак у односу на пасивне је слабија видљивост при киши и магли као и релативно мањи домет (око 150 метара).

Пасивни системи су засновани на кориштењу термалне камере. Термална камера ради на принципу разликовања температуре околине од температуре људи или топлокрвних животиња или неосветљених возила на путу. Сигнали из камере се компјутерски обрађују и као слика преносе до дисплеја. Упозорење које се такође приказује на монитору је у облику троугла, постављено на евентуалној препреци, а како би је возач на време уочио емитује се и одговарајући звук унутар возила, као што је приказано на слици 7.3. Предност овог типа је већи домет (око 300 метара), а недостатак што не ради добро при топлим временским условима.



Слика 7.3. Приказ евентуалне препреке на дисплају монитора [1]

Применом *Night Vision* технологије, при ноћној вожњи од 100 km/h возач има довољно времена да адекватно реагује у изненадној ситуацији и то пре него што фарови возила обасјају препреку уопште. Применом ове технологије, ноћна вожња по неосветљеним пределима и кривинама, као и улазак у неосветљену гаражу сада је знатно безбеднија и лакша.

7.2. Системи за одржавање путање у саобраћајној траци

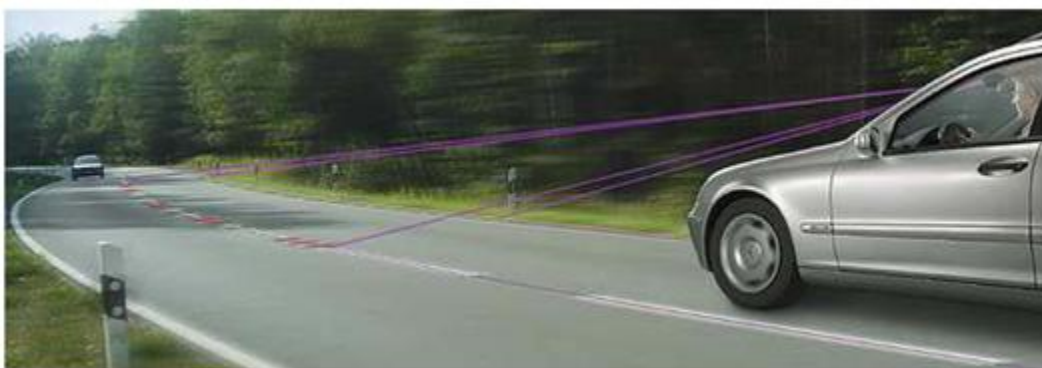
Систем (LDWS - *Lane Departure Warning System*) омогућава возачу возила да непрестано одржава путању кретања у оквиру своје саобраћајне траке, осим у случају када је укључен показивач правца. Уколико возач из неког разлога не може да одржава путању у оквиру своје саобраћајне траке, систем га упозорава возача, најчешће тако што точак управљача почиње да подрхтава, вибрирањем седишта возача и/или акустичним сигналом. Систем користи CCD камеру која у склопу са системом за обраду слике према утврђеном алгоритму одређује правац саобраћајне траке, смер кретања моторног возила и положај возила у траци, као што је приказано на слици 7.4.



Слика 7.4. Праћење положаја возила у оквиру саобраћајне траке [1]

Поред CCD камере, систем је опремљен и низом сензора који су смештени најчешће на предњем бранику возила (најчешће их има шест, по три на свакој страни возила). Сваки сензор је опремљен уређајем за емитовање инфрацрвених таласа и уређајем за пријем истих. Границе саобраћајне траке се детектују на основу варијација рефлексије између ивичне и средишње линије у односу на остали коловоз. Систем је у стању да поред белих линија детектује и ознаке жуте, црвене и плаве боје које се користе у земљама Европске Уније. Систем је такође способан да детектује и остале елементе хоризонталне сигнализације као што су стрелице усмерења или испрекидане линије.

На овај систем се често надовезује и систем помоћи одржавања правца у саобраћајној траци (LNS - *Lane Keeping System*) који коришћењем CCD камере прати средишњу линију и одређује положај возила у односу на њу, као што је приказано на слици 7.5.

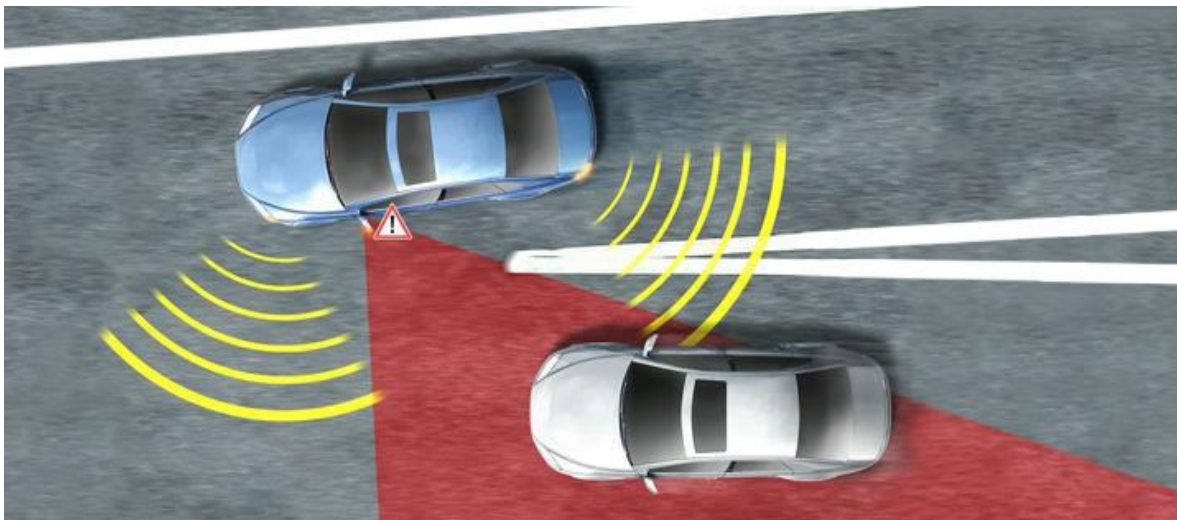


Слика 7.5. Пример употребе LNS система [1]

Уколико је правац возила такав да одступа од задатог алгоритма, систем нуди активно учешће у управљању возилом. Овде треба напоменути да возач увек задржава примарну улогу у управљању возилом, јер систем благо делује на точак управљача померајући га у жељеном правцу и на тај начин наводећи возача да коригује правац кретања свог возила, али ако возач процени да оваква радња није потребна, систем ће апсолутно дозволити померање точка управљача у жељеном смеру, што практично значи да одлука возача има примарну улогу у односу на систем.

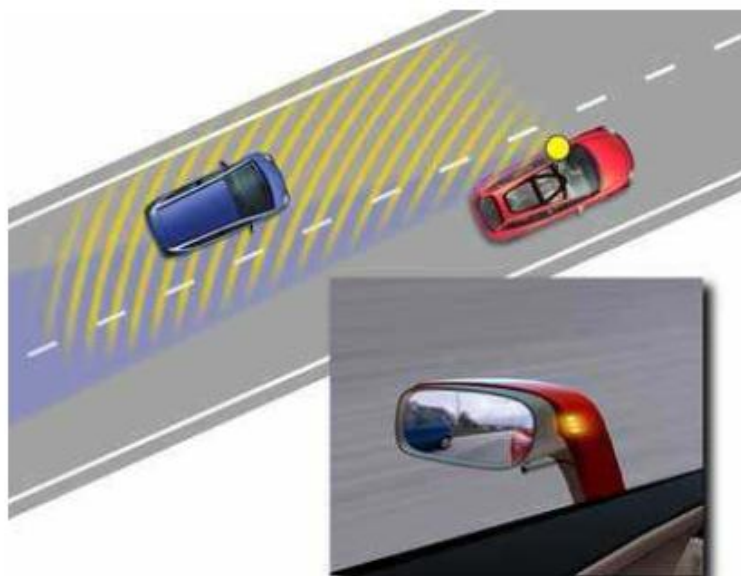
7.3. Системи за помоћ при престројавању и детекција слепе тачке

Систем (LCA - *Lane Changing Assistance*) прати саобраћајна дешавања иза и поред возила и то нарочито у слепим зонама када се возило приближава са бочне стране возачу, као што је приказано на слици 7.6. У том тренутку, систем упозорава возача на постојање оваквог возила и помаже возачу да сигурније донесе одлуку о томе када је безбедно да промени саобраћајну траку или изврши скретање.



Слика 7.6. Пример употребе LCA система [1]

Систем користи два радара за детекцију аутомобила у окружењу, а смештени су на крајевима задњег браника са обе стране возила и размењују податке како би се створила јасна слика о положају аутомобила у окружењу. Радари су подешени тако да детектују возила удаљена и до 70 метара у три саобраћајне траке (оној у којој се возило налази, као и десно и лево од возила), а одлично раде на аутопутевима (систем ради при брзинама до 250 km/h) и у кривинама одређеног радијуса. Возач се упозорава најчешће тако што трепери светло упозорења које се налази или на унутрашњој или спољашњој ивици огледала у зависности од произвођача оваквог система (слика 7.7.).

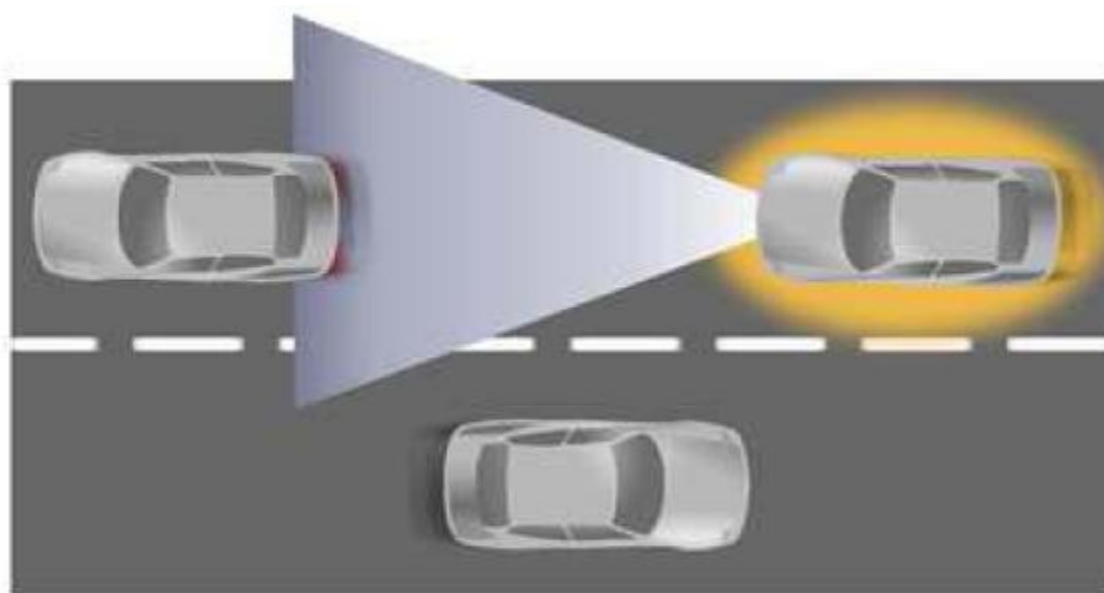


Слика 7.7. Приказ система за праћење дешавања иза и поред возила [1]

Такође, исти овај систем помаже возачу и пружа информацију када је безбедно отворити врата на возилу када је возило у мировању, упозоравајући возача о присутности пешака, бициклиста и осталих учесника у саобраћају. Овакав систем је врло поуздан и у комбинацији са новим класама огледала, омогућава возачу максималну сигурност приликом обављања сложених радњи у саобраћају (овде се нарочито мисли на процес претицања), а да притом није потребно скренути пажњу са фронталног видног поља.

7.4. Систем за одржавање безбедног растојања

Систем за одржавање безбедног растојања (FWDS - *Following Distance Warning System*) је систем, приказан на слици 7.8, који помаже возачу да одржава безбедно растојање и брзину кретања у зависности од услова пута, саобраћајне гужве, геометрије пута, бочних сметњи потенцијалних опасности на путу и временских услова.



Слика 7.8. Систем за одржавање безбедног растојања [1]

Систем ће помоћи и предложити возачу на бази свих наведених параметара безбедну брзину кретања и потребно растојање слеђења како би се избегле потенцијално опасне ситуације и евентуалне саобраћајне незгоде.

7.5. Систем за препознавање саобраћајних знакова

Током вожње, често се дешава да возачи поједине саобраћајне знакове готово да и не примете. С обзиром да се ови објекти уочавају периферним видом, возачи често нису ни свесни да су прошли поред саобраћајног знака. Управо из тог разлога је развијен систем за препознавање саобраћајних знакова (TSR - *Traffic Sign Recognition*), приказан на слици 7.9. Састоји се од дигиталне камере која препознаје знак поред пута и преноси слику на централни део инструмент табле на дигитални дисплеј или *Head-up display* који тако информисе возача о ком саобраћајном знаку је реч.



Слика 7.9. Примери TSR система [1]

Систем је нарочито значајан за делове пута на којима се саобраћајни знакови често мењају или су привременог карактера, или је реч о електронским саобраћајним знаковима на којима се садржај знака мења у складу са условима одвијања саобраћаја. Овај систем је врло значајан ако се има у виду чињеница да велики број возача своје возило на уобичајеној маршрути кретања вози по навици, тако да промена саобраћајног знака за велики број возача буде неприметан. Помоћу овог система је саобраћајни знак "премештен" из зоне периферног видног поља у зону централног видног поља што побољшава уочавање и препознавање конкретног саобраћајног знака, као што се може уочити на слици 7.10.



Слика 7.10. Приказ детектованих знакова на дигиталном дисплеју [1]

Систем се први пут појавио 2008. године на моделу BMW7, а прва генерација TSR система је могла да читава само знакове ограничења брзине. Тренутно се развија друга генерација ових система који ће моћи да препознају и знакове забране претицања. Фирма Opel је већ почела да користи другу генерацију TSR система под називом Opel eye.

7.6. Интелигентно прилагођавање брзине према дефинисаном знаку ограничења

Интелигентна регулација брзине (ISA - *Intelligent Speed Adaptation*) представља системе који се у последње време развијају у појединим земљама како би се смањio број саобраћајних незгода, пре свега у сегменту ограничења и смањења брзине кретања возила. Концепт овог система је управо надоградња система препознавања саобраћајних знакова који је замишљен тако да систем прати саобраћајне знаке поред пута и препознаје ограничење брзине на конкретном делу пута при чему возило бира режим кретања који одговара овом ограничењу, као што је приказано на слици 7.11. Развој оваквог система је произашао из идеје да се на овакав начин ограничи брзина кретања возила у складу са саобраћајним знаком, али и као помоћ возачу да услед честих промена ограничења брзине на појединим деоницама пута буде у стању да брзину кретања свог возила прилагоди ограниченој брзини.



Слика 7.11. Систем за препознавање брзине ограничења [1]

Систем садржи једноставан мали уређај који звучно упозорава возача да је прекорачио дозвољену брзину на путу у близини школа или у другим осетљивим подручјима где је велико присуство пешака. Овај уређај у аутомобилу прима сигнал од светлосног сигнала монтираног на саобраћајни знак ограничења брзине на путу. Систем проверава брзину возила и уколико је она већа од оне дозвољене знаком, возачу шаље упозорење да смањи брзину. Брзину кретања прилагођава тако што користи тзв. активну контролу папучице гаса на тај начин што систем контроле ствара контра силу када возач покушава да притисне папучицу гаса и прекорачи успостављено ограничење са једне стране или ограничава количину горива која се убризгава у цилиндри када возило достигне актуелно ограничење брзине са друге стране.

ISA систем се изводи као активан и пасиван. Пасивни систем у случају прекорачења ограничене брзине кретања само упозорава возача. Напреднији, активни систем је задужен да у случају да возач не поштује ограничења и упозорења, преузима акције којима успорава возило до законом дозвољене брзине. Систем је за сада добровољног типа што значи да није обавезан за произвођаче возила и уграђује се у возила на захтев купца исто као и систем за максимално могућу брзину кретања. За сада је ове системе, уколико јесу уграђени на возилу, могуће деактивирати простим притиском на дугме које гаси ове системе.

7.7. Систем за приказивање ситуације иза возила

Овај систем омогућава возачу да прати шта се дешава иза возила, а да притом не мора да скреће пажњу са фронталног - предњег видног поља. Дигитална камера која се налази на задњем делу возила пројектује слику саобраћајне ситуације иза возила на централни део инструмент табле, као што је приказано на слици 7.12. На тај начин пружа потпуну слику шта се дешава иза возила у много квалитетнијем облику у односу на оно што је могуће сагледати помоћу спољашњих и унутрашњег огледала.

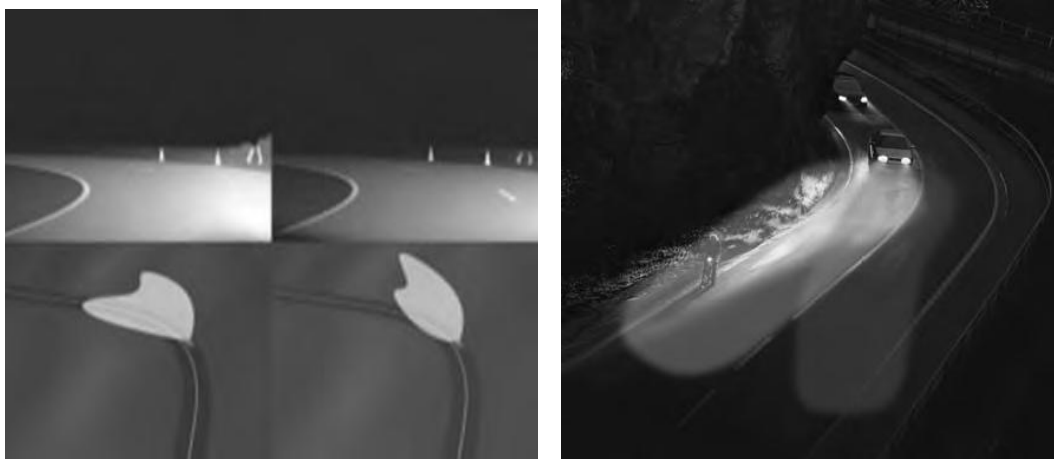


Слика 7.12. Систем за приказивање саобраћајне ситуације иза возила [18]

Систем је развојем нових дигиталних технологија доста почео да се примењује код возача моторцикла. Наиме, камера се уграђује на задњи део кациге и пројектује слику на визиру кациге чиме је возач мотора у могућности да уочи шта се дешава иза њега. Овакав систем уграђен у кацигу возача утиче на његов фронтални вид и смањује његово видно поље, али са друге стране елиминише потребу возача за окретањем главе како би уочио шта се дешава иза њега. Примена оваквих система на возилима знатно олакшава праћење комплетне саобраћајне слике која окружује једно возило, а што је нарочито потребно код теретних возила, која због специфичне конструкције не омогућавају возачима да у сваком тренутку сагледају шта се дешава иза возила. Ово је нарочито значајно из разлога јер се велики број саобраћајних незгода са теретним возилима догађа управо због немогућности возача да прати ситуацију иза свог возила.

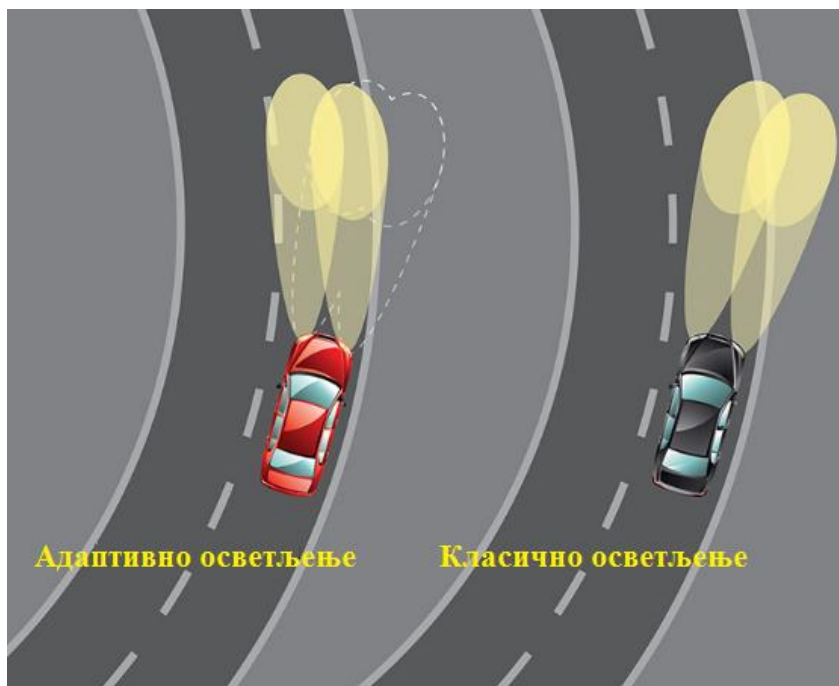
7.8. Систем за осветљење пута приликом скретања возила

Концепт интелигентног осветљења пута приликом скретања возила је још један систем који помаже возачима приликом управљања возилима, а који са друге стране побољшава оптичку удобност једног возила. Овај систем је приказан на слици 7.13. и омогућава много боље осветљење кривина приликом проласка возила кроз њих. Систем функционише тако што процењује положај возила у периоду од три секунде користећи сензоре који прате брзину кретања возила и угао заокренутости предњих точкова и усмеравају светлосни сноп са предњих фарова у том правцу, [1].



Слика 7.13. Адаптивни систем осветљавања пута [10]

Јачина осветљења левог и десног фара се разликује у зависности да ли се ради о левом или десном скретању. На тај начин се постиже да светла осветљавају комплетну путању возила, а не само ивице пута како је то случај код возила који немају овакав систем, што се може уочити на основу слике 7.14.



Слика 7.14. Разлика између класичног и адаптивног осветљења пута [16]

Светла се закрећу у радијусу од 15° према споља и 8° према унутра. Контролни модул прима податке о брзини кретања возила, углу управљања, убрзању, наиласку на кривине и/или успоне и на основу тога прилагођава светла оптимално делу пута на који наилази.

7.9. Систем за аутоматско активирање светла на возилу

Овај систем користи оптички сензор, смештен на предњем ветробранском стаклу, који детектује количину светлости која осветљава ветробранско стакло. То значи да кад је количина светлости која доспева до овог сензора мала (у случају наилаaska на тунел, приликом уласка у паркинг гаражу или кад је видљивост због атмосферских прилика мала) аутоматски укључује систем за осветљавање возила и аутоматски се искључује када ови услови престану да постоје. Треба напоменути да у случају појаве магле овај систем неће реаговати на описани начин.



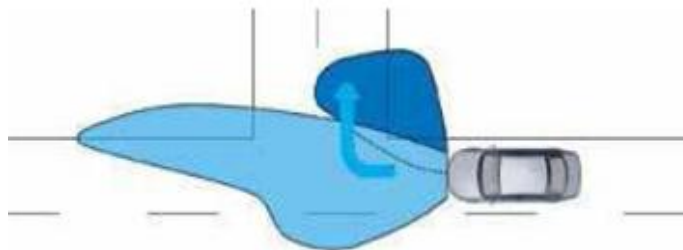
Слика 7.15. Систем за аутоматско укључивање предњих фарова [18]

Све већи број студија показује да се оваква возила боље уочавају у дневним условима кретања полако почиње да губе значај када су у питању мале брзине кретања па се у појединим земљама из законодавства избацује обавеза перманентно укључених светала на возилу приликом кретања малим брзинама у дневним условима одвијања саобраћаја.

Систем нема велики практичан значај, нарочито код возила у земљама Европске Уније, јер је законска обавеза да се користе укључена светла на возилу и у току дана. Овај концепт осветљавања возила се полако напушта и из разлога јер перманентно укључена возила троше додатну количину енергије која се компензује већом потрошњом горива што даље утиче директно на емисију издувних гасова.

7.10. Системи за контролу осветљења у зависности од брзине кретања возила

Систем за контролу осветљења у зависности од брзине кретања возила је логичан наставак система за аутоматско активирање осветљења на возилу. Овај систем има додатно осветљење поред стандардног система на возилу који укључује кратка и дуга светла. Систем за додатно осветљење је лоциран испод предњег браника и аутоматски се укључује када возило достигне брзину кретања од 70 km/h. Поред тога, овај систем се активира и када возач пребаци ручицу мењача у положај за кретање уназад када се на обе стране возила активира додатно осветљење.

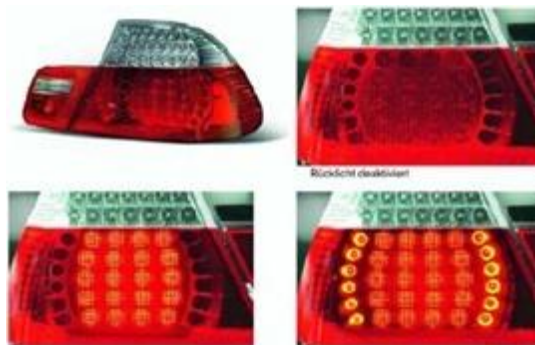


Слика 7.16. Систем за осветљавање пута у односу на брзину возила [1]

Овај систем омогућава додатно осветљење приликом укључивања показивача правца или када возач нагло скреће и то на оној страни на коју возач намерава да скрене или је већ започео скретање, као што је приказано на слици 7.16. Овакав начин осветљења возила додатно побољшава видно поље возача јер осветљава слепе зоне приликом скретања возила а нарочито при кретању возила уназад.

7.11. Систем за прогресивно осветљење стоп светла

Код старијих модела постоји јасна физичка раздвојеност задњих позиционих светала и светала које индукују рад кочионог система (стоп светла). Код новијих модела, ова два система су обједињена у јединствену целину тако да кад су укључена позициона светла она осветљавају возило једном јачином осветљења, али када се активира систем кочења долази до значајног повећања јачине осветљења, као што је приказано на слици 7.17. Ово се постиже на начин што су таква светла састављена од великог броја LED диода које светле када су укључена позициона светла и њихов број се проширује када се активира систем за кочење при чему се ствара визуелна слика да је дошло повећања јачине осветљења.



Слика 7.17. Изглед стоп лампи са прогресивним осветљењем [1]

Такође, овај систем у зависности од јачине силе кочења активира и одређени број ових диода, па тако ако се ради о интензивном кочењу активирају се све диоде чији се број повећава/смањује како возило убрзава/успорава са стопом пораста/смањивања на сваких 5 m/s^2 успорења/убрзања. Овај систем није у директној вези са папучицом кочнице тј. није у директној вези са јачином притиска на педалу кочнице већ је у директној зависности са сензором који мери успорење возила који обезбеђује сигнал који укључује

или искључује одређени број диода. На овакав начин се избегава непотребно укључивање одређеног броја диода самим притиском на папучицу кочнице (случај када возило стоји са притиснутом кочницом).

7.12. Дисплеј на ветробранском стаклу - *Head-Up* дисплеј

Овај систем (HUD - *Head Up Display*) представља сваки провидни материјал на коме се презентују подаци чијим се читањем не захтева да возач скреће поглед с пута. Назив потиче од првобитног коришћења у пилотским кабинама где пилот није морао да спушта главу да прати мониторе, него се сви битни подаци презентују на стаклу испред њега, [20].

HUD систем је релативно новији систем на возилима који омогућује возачу да држи поглед на путу, док се уједно информише о важнијим информацијама о вожњи. Немачка компанија BMW први је европски произвођач аутомобила који је произвео *head-up display* за пројекцију основних информација о вожњи, преко ветробранског стакла у видно поље возача. Слика у боји пројектује се изнад поклопца мотора на пут, изврсно видљива у свим временским и светлосним условима, као што је приказано на слици 7.18.



Слика 7.18. *Head-up* дисплеј у аутомобилу BMW 7 [20]

Истраживања показују да је возачу потребно упола мање времена да прочита податке са *Head-up* дисплеја него да их чита са инструмент табле. Тако би нпр. при брзини од 80 km/h возило прешло готово 45 метара за две секунде колико је потребно за поглед на инструмент таблу. Поред тога, читање са *Head-up* дисплеја је много пријатније. Слика се пројектује у боји на ветробранско стакло помоћу четири огледала и затим рефлектује изнад предњег краја поклопца мотора, изврсно видљива у сваком тренутку и у свим условима. Осветљеност слике варира, зависно од окружења у којем се возило налази, а елиминисана је свака могућност заслепљивања возача током ноћне вожње, [20].

7.13. Систем за аутоматско укључивање брисача стакла

Аутоматско укључивање брисача стакла је врло једноставан систем, а приказан је на слици 7.19. На ветробранском стаклу је уграђен сензор који када детектује воду или прашину на ветробранском стаклу и аутоматски укључује брисаче. Овај систем у зависности од количине воде и прашине или снега такође регулише и брзину кретања брисача. Овакав систем обично иде заједно са системом који прати климатски комфор у возилу и спречава замагљивање стакла у оваквим ситуацијама. На бази мерења сензора влаге и температуре систем за климатизацију повећава температуру и циркулацију ваздуха у зони ветробранског стакла како би се смањило или избегло замагљивање стакла, а самим тим и смањило видно поље возача.



Слика 7.19. Систем за аутоматско укључивање брисача стакла на возилу [20]

Систем поред наведеног може да укључи и систем за прање предњих фарова на возилу, приказан на слици 7.20, при чему се такође побољшава видљивост.



Слика 7.20. Систем за аутоматско прање предњих фарова [20]

Систем за прање предњих фарова се изводи у две варијанте, у првој варијанти се фарови прскају хладном водом или течномшћу за прање стакла (код фарова који нису опремљени оптичким влакнима), и у другој варијанти са загрејаном водом или течномшћу за прање стакла (ако су у питању фарови са оптичким влакнима) јер се код ове групе фарова топлота не преноси на спољно стакло фара па је у зимским условима могуће хватање леда на фаровима који знатно смањује осветљење пута, а самим тим и видљивост возача.

7.14. Систем за аутоматско затамљење огледала

Овај систем је опремљен сензорима који прате јачину светла која се рефлектује у огледалима (унутрашње и спољна огледала) и на основу тога аутоматски затамљују огледала како би се избегао ефекат заслепљења возача. Електронска управљачка јединица константно прати сигнал из ових сензора и мења јачину затамљења у зависности од јачине светлости која се рефлектује у огледалима. Овакав систем је приказан на слици 7.21, а све више почиње да се примењује и код предњег ветробранског стакла како би се избегао ефекат заслепљења возача изазван светлосним снопом од стране других возила.



Слика 7.21. Систем за затамњење унутрашњих огледала [20]

Систем за аутоматско затамљење огледала се често примењује заједно са системом ултраљубичастог извора светлости у фаровима возила. Проблем коришћења UV светлосних извора осветљења није примењив у свим земљама због законских ограничења (на предњој страни возила светла беле боје). Такође се овај систем комбинује са системом аутоматског искључивања дугих светала на одређеном растојању у односу на возила која долазе у сусрет како би се избегло заслепљивање возача.

7.15. Дигитално унутрашње огледало

Немачка компанија Audi је представила свој модел *Audi R8 e-tron*. Овај модел се одликује по томе што нема задње стакло и управо због тога нема ни класично унутрашње огледало. Уместо огледала, возило поседује малу, високо квалитетну камерицу која снима саобраћајну ситуацију иза возила. Дигитална слика добијена са камере се емитује на LED екрану чији је положај у возилу приказан на слици 7.22. [17].



Слика 7.22. Дигитално унутрашње огледало [17]

Као што се може уочити са слике 7.23, камера је уграђена у аеродинамички дизајнирано кућиште које се загрева при хладним температурама. Објектив на камери је пречника свега неколико милиметара, а покрива доста већу површину него класично унутрашње огледало.



Слика 7.23. Положај камере на возилу [17]

Систем је представљен са LED екраном најновије генерације који су у односу на LCD екране енергетски ефикаснији, тањи и лаганији, а време укључивања износи свега неколико милсекунди што зависи од температуре окружења. Постоји могућност да возач може у сваком тренутку деактивирати екран.

7.16. Систем за детекцију пешака

Систем за детекцију пешака је првенствено намењен заштити пешака у градским режимима вожње. Систем детектује пешака који је ушао у путању возила и уколико возач не реагује, систем ће деловати на кочиони систем и закочити возило. Систем упозорава возача на два начина: звуком и појављивањем знака опасности на дисплеју, као што је приказано на слици 7.24.



Слика 7.24. Систем за детекцију пешака [1]

Овај систем је намењен да делује при брзинама мањим од 30 km/h, док при већим брзинама систем такође делује на тај начин што ће смањити брзину кретања возила.

7.17. Систем камера за поглед иза угла

Систем омогућава возачу да види иза мртвог угла и на тај начин обезбеђују сигурније маневрисање. Систем поседује камере чија је технологија повезана са навигацијском базом података и нуди могућност погледа на све делове возила и његово окружење, елиминишући притом тзв. мртве углове, као што се може видети са слике 7.25.



Слика 7.25. Систем камера за поглед иза угла [1]

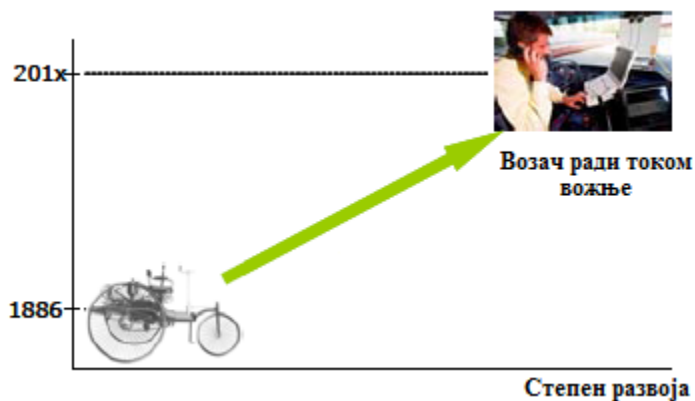
Камере се постављају најчешће на предњем делу возила. Тако нпр. при наиласку возила на Т раскрсницу, камера постављена на предњем делу омогућава поглед лево, десно и право. Слика се преноси и појављује на дисплеју који се налази унутар возила. Камере које се постављају са стране возила и иза возила, елиминишу мртве углове што представља изразити проблем приликом промене траке. Овај систем такође омогућава плански поглед на возило и његово окружење, а пружа и помоћ при паркирању.

7.18. Трендови развоја система помоћи возачу

Тренд усавршавања система помоћи возачу је евидентно присутан. Крајњи циљ даљег развоја система помоћи возачу јесте да се створи потпуно сигурно, аутономно возило које ће у сваком тренутку пружати неопходне информације возачима или их упозоравати о тренутној ситуацији у саобраћају како би се превентивно утицало на настанак саобраћајне незгоде.

Даљи развој система помоћи возачу подразумева два правца, тј. развој система који подржавају вожњу у односу на подужну линију возила и система који подржавају вожњу у односу на попречну линију возила, а само њиховом сарадњом биће могуће створити систем за превенцију судара. Концепт комуникације возила са другим возилом, као и комуникација возила са инфраструктуром ће имати пресудан значај у овоме. Информације добијене на овај начин могу створити правовремено упозорење возачу нпр. о наиласку на изненадну препреку у кривини или појаве леда на искључењу са аутопутева и сл. Такође, систем би узимао у обзир и тренутни положај возила чиме би му пружао неопходне информације о застојима у саобраћају и радовима на путу, као и препоруке о алтернативним путевима.

Како ноћна вожња представља и даље велики проблем, даљи развој система за осветљење возила је неизбежан. Истраживања указују на развој система напредних фарова који се комбинује са најновијом генерацијом предње камере, са циљем да се пружи интелигентна функција светлосног одређивања раздаљине, а аутоматски се укључују при брзинама изнад 50 km/h. Предња камера мери растојање од возила испред или од долазећег саобраћаја подешавајући сноп спуштених фарова како би се обезбедило оптимално осветљење пута у сваком тренутку, без заслепљивања других возача. Поред њих, треба истаћи и значајне напоре у развоју системе за препознавање саобраћајних знакова и светлосне сигнализације на раскрсницама. Теоретски, предвиђа се да њиховим коришћењем буде омогућено приказивање 50 објеката истовремено.



Слика 7.26. Перспектива развоја система помоћи возачу [15]

Уколико развој система помоћи возачу остане као на досадашњем нивоу, може се слободно тврдити да ће се визија о потпуно сигурном (*accident-free*) и аутономном возилу обистинити већ у 201x години, као што илуструје слика 7.26. [15].

8. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Видно поље возача има пресудан утицај у укупној безбедности саобраћаја, зависи од низа утицајних фактора (старосно доба, пол, умор, дејство лекова и алкохола и сл.) и на неке од њих се не може утицати. На основу садржаја видног поља, возач регулише начин вожње и превремено реагује на изненадне ситуације у саобраћају. Управо из тог разлога, елементима возила значајним са аспекта оптичке удобности, који директно утичу на видно поље возача, се поклања посебна пажња и они су данас незобилазан део још у фази пројектовања возила.

Са аспекта безбедности, кључно за осветљење возила је да мора пружити возачу да види током ноћне вожње и да буде виђен. Покушано је са многим техникама и технологијама осветљавања током претходних година и велики помаци су направљени, мада конфликт између довољно јаког осветљања и заслепљивања је веома тешко превазићи у потпуности. Усавршавање спољашњег осветљења возила је са разлогом одувек имало много већи значај, док је унутрашње осветљења возила била претежно ствар престижа и естетике. Међутим, проналаском и развојем LED технологије напредак у развоју светала за унутрашње осветљење возила је попримио много већи значај. Један од водећих праваца даљег развоја осветљења ентеријера возила комбинује LED технологију са разним врстама сензора чиме ће бити могуће утицати директно на расположење возача променом спектра боја осветљења унутар возила.

Пројектовање и одабир осветљења на возилу ни мало није једноставан посао. Развојем система за осветљење временом су се реализовала многобројна решења, али свако од њих има своје предности и недостатке. Последњу деценију обележила су огромна побољшања светала аутомобила, развили су се јачи и ефикаснији халогени фарови и увела ксенонска технологија. У последње време значајан развој на пољу LED технологије је допринео да и она постану нешто што ће наћи широку примену на возилима будућности. Ксенонске сијалице имају двоструко боље осветљење уз двоструко мању потрошњу снаге у односу на халогене сијалице, али ипак заслепљују возаче, док осветљење засновано на LED технологији много брже укључује при активирању и има много дужи век трајања у односу на остале системе, али разлика у цени их тренутно спречава да преузму примат. Наведене технологије имају будућност, мада је напредак у осветљењу возила евидентно присутан. Најновије технологије, од којих је веома интересантан концепт ултравиолентног осветљења, су тек на помолу, [6].

У саобраћају се могу сусрести возачи са различитим визуелним способностима, па и поред доброг осветљења на возилу није могуће остварити жељени степен сигурности и комфора током вожње. Управо ово је иницирало потребу за развојем интелигентних система помоћи возачу. Изузетним напретком науке, технике и технологије развијени су доста сложени системи базирани на различитим врстама сензора који прате окружење возила, дају значајне информације возачима, а уколико се испостави да је неопходно преузимају контролу над возилом. Познато је да већина система помоћи возачу са аспекта побољшања оптичке удобности није обавезна и да је за њихову уградњу потребно издвојити додатну суму новца, што је и основни разлог зашто се већина људи не одлучује за њих. Земље чланице европске уније улажу напоре на решавању овог проблема тако што стимулишу њихову куповину омогућавањем разних субвенција и другим методама.

СПИСАК СКРАЋЕНИЦА

- DAS (*Driver Assistance System*) - Системи помоћи возачу;
- EPG (*Enhanced Protective Glass*) - Вишеслојно заштитно стакло;
- ECU (*Electronic Control Unit*) - Електронска контролна јединица;
- FWDS (*Folloving Distance Warning System*) - Систем за одржавање безбедног растојања;
- H (*Hip Spot*) - Тачка положаја кука;
- HUD (*Head-up Display*) - Дисплеј на ветробранском стаклу;
- ISA (*Intelligent Speed Adaptation*) - Интелигентно прилагођавање брзине;
- LED (*Light Emitting Diode*) - Светло емитујућа диода;
- LDWS (*Lane Departure Warning System*) - Системи за одржавање путање у саоб. траци;
- LNS (*Lane Keeping System*) - Систем помоћи одржавања правца у саобраћајној траци;
- LCA (*Lane Changing Asistance*) - Системи за помоћ при престројавању;
- PES (*Poly Ellipsoidal System*) - Полу-елипсоидни рефлектори;
- SAE (*Society of Automotive Engineers*) - Удружење аутомобилских инжењера;
- SRP (*Seating Reference Point*) - Референтна тачка седења;
- TSR (*Traffic Sign Recognition*) - Систем за препознавање саобраћајних знакова;

КОРИШЋЕНА ЛИТЕРАТУРА

- [1] J. Лукић, Комплексна удобност возила, Машински факултет у Крагујевцу, Крагујевац 2011.
- [2] Bosch Electronic Automotive Handbook, First Edition, Robert Bosch GmbH, 2002.
- [3] М. Демић, Пројектовање путничких аутомобила, Машински факултет у Крагујевцу, Крагујевац 2004.
- [4] M. Sivak, B. Schoettle, Influence of the visibility out of the vehicle cabin on lane-change crashes, The University of Michigan, No. UMTRI-2005-32, November 2005.
- [5] C. Flannagan, M. Flannagan, Predicting mirror Adjustment range for Driver accommodation, The University of Michigan, No. UMTRI-98-45, October 1998.
- [6] W. Reimann, R. Männel, ATZ electronic, Influence of Vehicle Electrical Energy on Fuel Consumption, Influence of Vehicle Electrical Energy on Fuel Consumption, Volume 3, Number 01, February 2008.
- [7] M. Schöttle, ATZ electronic, LED Light Technology - More Functions and Efficiency, Designs for Efficient LED Lighting, Volume 5, Number 6, November 2010.
- [8] Закон о безбедности саобраћаја на путевима, Сл. Гласник Републике Србије 02.06.2009.
- [9] D. Mace, Countermeasures for Reducing the Effects of Headlight Glare, The Pennsylvania Transportation Institute, December 2001.
- [10] B. Wördenweber, J. Wallaschek et al, Automotive lighting and human vision, Automotive lighting and Mechatronics, Berlin, December 2006.
- [11] DIRECTIVE 2003/97/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on the approximation of the laws of the Member States relating to the type-approval of devices for indirect vision and of vehicles equipped with these devices, amending Directive 70/156/EEC and repealing Directive 71/127/EEC, November 2003.
- [12] DIRECTIVE 77/649/EEC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on the approximation of the laws of the Member States relating to the field of vision of motor vehicle drivers amended by Directives 81/643/EEC, 88/366/EEC and 90/630/EEC, September 1977.
- [13] M. Reed, C. Flannagan, Modeling vehicle occupant head and head restraint positions, University of Michigan Transportation Research Institute, No. UMTRI-2001-8, April 2001.
- [14] T. Denton, Automobile electrical and electronic system, third edition, Great Britain, 2004.
- [15] S. Kannan, A. Thangavelu, R. Kalivaradhan, An Intelligent Driver Assistance System (I-DAS) for Vehicle Safety Modelling using Ontology Approach, School of Computing Sciences and Engineering, VIT University, Vol.1, No.3, India, July 2010

- [16] <http://www.tc.gc.ca/eng/roadsafety/safevehicles-1186.htm> (преузео 11.10.2012)
- [17] <http://www.carbodydesign.com/2012/08/audi-to-introduce-the-digital-rear-view-mirror/> (преузео 17.09.2012)
- [18] http://www.volkswagen.rs/modeli/novi_tiguan/izdvajamo/sistemi_podrske/ (преузео 17.09.2012)
- [19] <http://www.renaultforumserbia.com/index.php?topic=10620.0> (преузео 22.06.2012)
- [20] <http://www.motorna-vozila.com/tag/vetrobransko-staklo/> (преузео 14.09.2012)
- [21] http://www.prometna-zona.com/cestovni-tehnologija-012vizualna_percepcija_i_reakcija.php (преузео 17.09.2012)
- [22] <http://www.me.ford.com/en/kwt/suvs/explorer/accessories> (преузео 05.10.2012)
- [23] <http://www.diseno-art.com/encyclopedia/terms/A-pillar.html> (преузео 05.10.2012)
- [24] <http://www.diseno-art.com/encyclopedia/terms/B-pillar.html> (преузео 05.10.2012)
- [25] <http://www.dsource.in/course/ergonomics/auto-ergo/visual/visual.html> (преузео 17.09.2012)
- [26] <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/005/sae.j1100.2001.html> (преузео 10.10.2012)