

Универзитет у Крагујевцу
Факултет инжењерских наука

Марко Митић

**Идејни пројекат возила камион цистерна за
прање и поливање улица**

мастер рад

Крагујевац, 2019.

**Универзитет у Крагујевцу
Факултет инжењерских наука**



Назив студијског програма: Аутомобилско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул:

Предмет: Пројектовање моторних возила

Број индекса: 368/2016

Марко Митић

**Идејни пројекат возила камион цистерна за
прање и поливање улица**

мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др Јованка Лукић, проф. -ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог мастер рада кандидат треба да:

- анализира развој камиона цистерне за воду
- анализира тржиште наведене класе и намене
- да предлог концепције возила усвајајући конкретне агрегате
- усвоји димензије возила, позиције појединих агрегата, смештај возача и путника,
- изврши проверу вучно-брзинских карактеристика
- пројектује радно место возача
- у програмском пакету CATIA нацрта силуету возила и контуре радног места возача за популацију возача по сопственом избору и да одреди видно поље возача

Препоручена литература:

- [1] Демид М.: Основи пројектовање теретних моторних возила, Машински факултет у Крагујевцу, 1994
- [2] Hoepke E., Breuer (Hrsg.) S., Appel W., Brähler H., Dahlhaus U., Esch T., Kopp S., Rhein B.: Nutzfahrzeugtechnik, Grundlagen, Systeme, Komponenten, Springer Vieweg, 2013, ISBN 978-3-8348-2224-6 (eBook)
- [3] Bub H. et al: Automobilergonomie, Springer Vieweg, 2015
- [4] <https://www.unece.org/trans/main/wp29>

Крагујевац, 01.03.2017

ментор:

Др Јованка Лукић, проф.

Резиме

Од свог проналаска, машине за чишћење улица служиле су за уклањање онога што се може назвати „козметичким“ остацима смећа на коловозу и других поплочаних површина, тако названо најпре из разлога јер, уколико улица изгледа чисто, то не мора да значи да је она чиста. Недавне студије су показале да више од половине тешких метала и других озбиљних загађујућих материја остају причвршћени за честице величине микронских облика где их је немогуће покупити класичним машинама за чишћење. Са становишта заштите животне средине, управо је тај материјал најважнији за уклањање и где су агенције за заштиту животне средине ставиле највећи нагласак.

Док је данас одржавање чистих улица већи изазов него икада и док технологија напредује и човечанство оставља све већи траг свог присуства у природи, неопходно је да техника и технологија за уклањање истог константно напредује, а да камиони цистерне за прање и поливање улица задржавају своју функцију.

Кључне речи: *пројектовање, камион цистерна за прање и поливање улица,*

Summary

Since its invention, street cleaning machines have been used to remove what can be called „cosmetic“ garbage remnants on roadways and other paved surfaces, so named because, if the street looks clean, it does not necessarily mean that it is clean. Recent studies have shown that more than half of heavy metals and other serious pollutants remain attached to micron-shaped particles where it is impossible to pick them up with standard cleaning machines. From an environmental standpoint, it is exactly this material that is most important to remove and where the Environmental Protection Agencies put the greatest emphasis.

While maintaining clean streets today is more challenging than ever, and as the technology progresses and mankind leaves an increasing trail of its presence in nature, it is necessary that technique and technology for cleaning constantly advance, and trucks for street flushing retain their function.

Key words: *design, street flushing trucks*

Садржај

1. Увод.....	7
2. Проналазак и историјски развој камиона цистерне за прање и поливање улица.....	8
3. Анализа модела камиона цистерне за прање и поливање улица.....	10
3.1. Камион цистерна за прање и поливање улица	10
3.2. Трендови и будући развоји камиона за прање и поливање улица.....	12
3.2.1. Механички камиони – машине за чишћење улица.....	12
3.2.2. Вакуумске машине за чишћење	13
3.2.3. Регенеративне ваздушне машине за чишћење.....	14
4. Произвођачи	16
4.1. Произвођач „Ватроспрем“	16
4.2. Произвођач „РЕСОР“	24
4.3. Произвођач „Boschung“	26
4.4. Произвођач „SINOTRUK HOWO“	30
5. Тржиште, стандарди и прописи.....	33
5.1. Тржиште.....	33
5.2. Стандарди и прописи	33
5.3. SRPS стандарди	33
5.4. Извод из Правилника о подели возила, за класу N	36
5.5. ЕСЕ правилник	45
5.6. ЕЕС Директиве	56
6. Усвајање верзије модела за пројектовање	61
6.1. Анализа агрегата који се производе или купују од коопераната.....	62
6.2. Усвајање концепције возила за пројектовање агрегата	67
6.2.1. Усвајање концепције камиона.....	67
6.2.2. Усвајање носеће структуре	68
6.2.3. Избор погонског агрегата	69
6.2.4. Избор мењача	71
6.2.5. Избор спојнице	73
6.2.6. Избор осовина, кочионог система, врста и систем ослањања.....	73
6.2.8. Избор пнеуматика.....	77
6.2.9. Избор надградње – резервоар за воду, пумпа и пратећа опрема	78

6.3. Усвајање димензија возила, позиције агрегата и смештај возача, радника и терета.	79
6.3.1. Одређивање унутрашњих габарита кабине теретних возила	80
6.3.2. Израчунавање минималне дужине радног места возача	81
6.3.3. Ширина радног места возача	83
6.3.4. Минимална висина кабине	84
6.3.5. Организација радног места возача	85
6.3.6. Концепција теретног моторног возила	88
6.3.7. Потребан број осовина	89
6.3.8. Дефинисање габарита теретних возила	89
7. Димензије камиона цистерне за прање и поливање улица	92
8. Рачунска провера перформанси и стабилности возила	93
8.1. Избор основних величина	93
8.2. Расподела тежишта и координате тежишта. Статичке реакције тла	95
8.3. Максимална брзина оптерећеног возила у највишим степенима преноса мењача	98
8.4. Одређивање вучних сила, динамичког фактора и убрзања возила у функцији брзине кретања возила у свим степенима преноса мењача	98
8.5. Максимални успон који возило може да савлада у I степену преноса мењача ..	101
8.6. Гранични успон и пад за случај подужног клизања и превртања возила	102
9. Силуета радног места возача у САТИА софтверском пакету	103
10. Закључак	105
Литература	106

1. Увод

Возило је средство које по конструкцији, уређајима, склоповима и опреми намењено за кретање по путу. Моторно возило је возило које се покреће снагом сопственог мотора, намењено и оспособљено за превоз лица и/или ствари (робе), за обављање радова или за вучу прикључног возила.

Основу развоја друмског саобраћаја представља проналазак мотора са унутрашњим сагоревањем и његова примена у производњи превозних средстава. Од 30-их година 20. века, када започиње увођење овог вида транспорта, започиње његов интензивни развој који се данас огледа у водећој позицији у задовољавању потреба превоза, како роба и путника тако и примену возила у обављање одређених радова на путу.

Теретно возило је данас најзаступљенији вид превоза терета како код нас, тако и у свету. Теретно возило је моторно возило које је пројектовано и конструисано првенствено за превоз терета. Осим теретног возила постоје и моторна возила са разним конструктивним извођењима како би задовољили потребне захтеве.

Како би се пројектовала нова моторна возила, користе се комплексне теоријско-експерименталне методе засноване на анализи тражње, поузданости, изводљивости, безбедности, могућности производње, функционалности, ергономије, процењеном ризику, и др. Такође се користе и критеријуми за оцену поузданости, перформанси, безбедности, могућности одржавања, сервисибилности, производности, еколошких параметара, цене, економичности, и сл.

Скуп теоријско-конструктивно-експерименталних радњи, од истраживања тржишта и поставке пројектних захтева, преко израде идејног и главног пројекта, израде и корекције техничке документације, израде и испитивања прототипова, до разраде технолошких и сервисних поступака, представља пројектовање моторног возила.

Током пројектовања, анализа тржишта има предности и треба да се покаже који тип теретног возила недостаје на тржишту, које количине нових теретних возила тржиште може да прихвати и које карактеристике очекују купци.

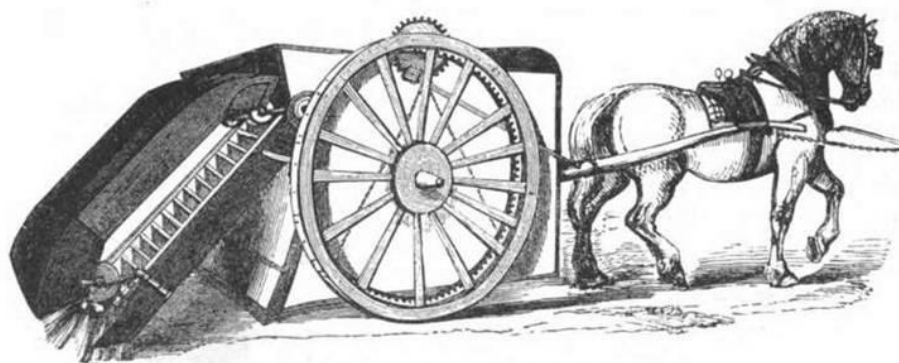
Такође, поред ових наведених предности, постоје и предности које су усмерене ка дефинисању параметара како би омогућили израду пројектног задатка. И из тог разлога обратиће се посебна пажња на:

- производне могућности,
- ниво и перспективу развоја технике,
- законске прописе,
- еколошке захтеве,
- експлоатационе показатеље претходних модела теретних возила,
- могућности типизације и унификације са већ постојећим теретним возилима из властитог производног програма и сл.

2. Проналазак и историјски развој камиона цистерне за прање и поливање улица

Камион цистерна за прање и поливање улица је теретно моторно возило са надградњом и елементима који служе, као што назив каже, за прање и поливање улица најчешће употребљавано у урбаним и ван урбаним срединама. Први кораци машине за прање и чишћење улица појавили су се прилично рано – у 19. веку. Данас их користе многи градови у свету где постоје разна извођења и конструкције у зависности од технологије примене.

Са индустријском револуцијом, 1840-те године Манчестер (Енглеска), био је познат као један од најразвијенијих индустријских градова. Био је то дом једне од највећих текстилних индустрија у свету тог времена, али овај напредак довео је град до нездравог места за живот због количине отпада који су се били појављивали на улицама. Како би се решио овај проблем Жозеф Витворт (енгл. Joseph Whitworth) 1843. изумео је прву машину за чишћење улица под називом „Патентирана машина за чишћење улица Манчестера“ (енгл. The Patent Street Sweeping Machine of Manchester) (слика 1). У Сједињеним Америчким Државама прва машина за прање и чишћење улица измишљена је 1849. године од Џ. С. Бишопа. Оба модела ових машина биле су покретане уз помоћ коња. Затим 1911. године Џон М. Марфи (енгл. John M. Murphy) је дизајнирао машину за чишћење улица на моторни погон али само на папиру. Убрзо након успео је да убеди компаније Амерички торањ (енгл. The American Tower) и компанију цистерне из Елџина (Илиноис САД), да је његова идеја изводљива, где се убрзо након тога основала компанија „Елџин компанија за чишћење улица“ (слика 2).



Слика 1. Патентирана машина за чишћење улица Манчестера [1]

Опште идеје о уклањању смећа са уличним машинама за чишћење остале су исте до 1970-их година и нису се промениле до краја деведесетих година прошлог века. Уличне машине за чишћење смећа уклањале су само веће отпатке док су мањи делови били остављени под идејом да ће их киша испрати. Међутим, мање отпатке утицале су на кишне олује загађујући атмосферу, а касније и саму воду. Због тог утицаја стандарди о чистоћи су се променили па су данас уличне машине стандардизоване ПМ10 (PM10) сертификатом што значи да могу очистити делове отпада мање од 10 μ m. Ове микронске

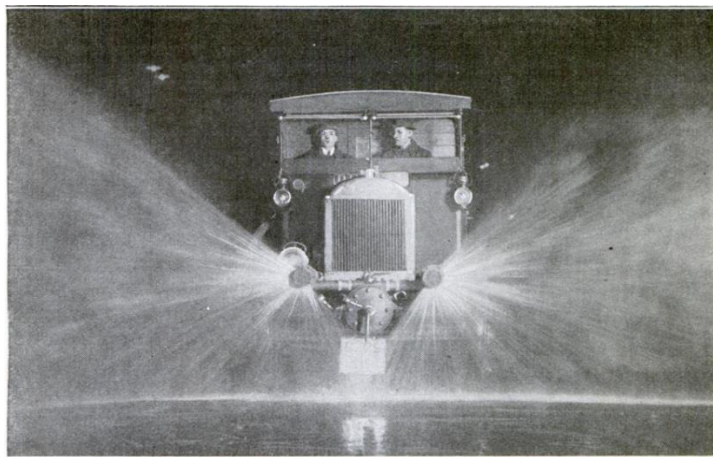
честице могу утицати на здравље људи и животиња због тога што су толико мале да могу ући у дисајне органе и због тога машине за чишћење их морају уклонити. Ове машине су такође претежно опремљене и цистерном у којој се налази вода као и распршиваче које отклањају честице прљавштина (прашине), а затим их уз помоћ радних метлица скупљају и убацују у контејнер за отпад. Упркос овим стандардима и напредном технологијом, 90% укупних машина за чишћење улица, у САД, данас су опремљени са механичком ротационом четком и контејнером за прикупљање отпадака.



Слика 2. Машина за чишћење улица компаније Елдин, САД 1914. година [1]

Машине за чишћење улица имају различите конструкцијске облике. Оне се могу састојати од самог камиона опремљеног уређајима за прање и чишћење или пак као преносива машина коју вуче неко друго возило. Велики уређаји за чишћење могу се користити за прање и поливање саобраћајних путева док се мали уређаји могу користити за складишта и писте. Осим стандардизованог чишћења, за неке специјалне задатке, машине могу бити опремљене са додатним уређајима који побољшавају саму чистоћу.

Једно од првих моторних возила за прање и поливање улица направљено је у Лондону 1922 године и приказано је на слици 3.



Слика 3. Једно од првих моторних возила за прање и поливање улица, Лондон 1922 [2]

Машине за чишћење улица штите животну средину, рибе и животиње, од тешких метала и других загађивача, побољшавају квалитет воде, чистећи одводне канале и смањујући шансу од локалних поплава.

3. Анализа модела камиона цистерне за прање и поливање улица

Од свог проналаска, машине за чишћење улица служиле су за уклањање онога што се може назвати „козметичким“ остацима смећа на коловозу и других поплочаних површина, тако названо најпре из разлога јер, уколико улица изгледа чисто, то не мора да значи да је она чиста. Овај ниво чистоће данас је праћена од стране разних Агенција за заштиту животне средине (АЗЖС), као и стручњаке за јавне радове и других агенција широм земаља.

Ово је све због разлога да су недавне студије показале да више од половине тешких метала и других озбиљних загађујућих материја причвршћени за честице величине 60 микрона (у поређењу са људском косом која је ширине око 70 микрона), да иако су честице ове величине безначајних укупних маса и запремина, немогуће их је покупити радном метлицом чистача. Потврђено је да иако улица може изгледати чисто (пре или после употребе машине за чишћење улица), ипак на њој се може налазити мали број микронског облика отпада. Са становишта заштите животне средине, управо је тај материјал најважнији за уклањање и где су АЗЖС ставиле највећи нагласак.

Ове мале микронске честице тренутно представљају значајну еколошку забринутост. То је због тога што се код кишних падавина тешко избацују из система, или се тешко уклањају пролажењем возила на коловозу (уз помоћу ветра). У сваком случају ове честице представљају велики претње за животну околину. Према проценама АЗЖС, 30.000 људи у САД премине сваке године због последица микронских честица прљавштине, и око милион људи добије озбиљна плућна обољења. Због загађујућих материја, као што је цинк, који тежи да се раствори у води, не постоји ефикасан начин за његово филтрирање [3].

У даљем тексту следи преглед разних типова доступне опреме за прање и чишћење улица.

3.1. Камион цистерна за прање и поливање улица

Камион цистерна за прање и поливање улица је моторно возило претежно конструисано да носи велике запремине воде и користи се за сузбијање прљавштине које се јаве на коловозу (слика 4). Возило је дизајнирано и намењено за чишћење јавних, градских подручја, улица, поливање путева у изградњи као и за транспорт пијаће и техничке (индустријске) воде.

Овај камион се разликује од типичних камиона у томе што на шасији има дограђен специфичан резервоар који може да садржи велике количине воде, монтажне апарате за

укључивање млазница, пумпе за воду, као и осталу пратећу опрему која омогућава ефикасност возила и у најтежим условима.

Камион цистерна за прање и поливање улица данас се претежно користе у зависности од потреба. Грађевинска индустрија их примењује за сузбијање прљавштина, прашине, испирање путева, заштиту од пожара и безбедност. Јавна комунална предузећа за чистоћу користе за прање и поливање улица док цистерне за воду користе и ватрогасци у борби против шумских пожара.



Слика 4. Примери камиона цистерне за прање и поливање улица [4]

Камионом за прање и поливање улица претежно управља возач и један до два додатна радника. Додатни радници управљају млазним цревима (слика 5) док уређајем за прање и поливање (у зависности од конструктивног извођења) управља возач из кабине преко пнеуматских команди. Возило се користи у разним областима као што су градилишта, предградске, градске или индустријске зоне. У зависности од носивости шасије моторног возила постоје резервоари капацитета од 3000 до 15000 литара. Надоградњу обухватају: резервоар за воду, центрифугалну пумпу, предњи уређај за прање и поливање, перфорирану цев за поливање на задњем крају, два потисна црева са млазницама за ручно прање и систем цевних водова са вентилима.



Слика 5. Процес испирања улица додатних радника

Посебни типови камиона цистерни су и камиони цистерне за пијаћу воду, слични по грађи и извођењу, а који служе за снабдевање водом људе које живе у подручјима која

немају приступ јавном водоводу/водотоку, или у ванредним ситуацијама. Овакви камиони се такође изводе се са капацитетом резервоара од 3500-10000l воде.

3.2. Трендови и будући развоји камиона за прање и поливање улица

Осим класичног камиона цистерне за прање и поливање улица у даљем тексту укратко ће се говорити о примерима савремених камиона – машина за чишћење улица као и њиховим трендовима.

3.2.1. Механички камиони – машине за чишћење улица

Механички камиони – машине (тзв. чистачи) за чишћење улица врше своју функцију чишћења уз помоћ механичких метли и сакупљача (тзв. ђубровника) (слика 6). Дуг низ година механички камиони – машине за чишћење улица биле су једине машине у примени од стране општина и других министарства. Механичке машине за чишћење улица су и даље примарне машине које се користе широм света.

Уобичајено је за ове машине да имају тзв. „главну метлу“ за сакупљање која се креће прелазно – са једне стране на другу где тако површина метле долази у контакт са асфалтном површином и одводи отпад до сакупљача. Метла ротира у смеру казаљке на сату (гледајући возило са леве стране), а сакупљени остаци транспортују се неком врстом тракастог транспорта до резервоара за складиштење.



Слика 6. Пример механичког чистача улица [5]

Механички камиони – машине за чишћење улица могу бити опремљене и са додатним паром метли са бочних страна како би се повећала ефикасност чишћења. Ове бочне метле су релативно малих величина (од 80 - 130cm у ширини) и претежно служе како би усмерили остаци прљавштина са бочних страна ка главној метли. Механичке машине су такође опремљене серијом млазница за распршивање воде које при сувом времену смањиле знатне количине прашине.

У последње време, познато је да модерни ваздушни чистачи имају више предности од класичних механичких чистача улица, што се тиче генералне употребе, што значи да су у већој примени. Један од разлога је да већина механичких чистача ствара илузију чистог коловоза, иако они уклањају велике делове прљавштина, неефикасни су при уклањању мањих честица од 60 микрона. Испитивања су доказала да са еколошког погледа механички чистачи имају негативан утицај на ефекте отпадних вода. То је зато што

деловањем механичких метли тежи да веће честице прљавштина разбије у мање, стварајући више мањих честица недовољних за скупљање, и уколико се успе покупити нешто, већа количина ових малих честица остане на површини коловоза.

Предности: Механички чистачи улица остају стандардна опрема за чишћење великих, нагомиланих, количина прљавштина. Овај тип чистача је такође високо примењен код „пролећног чишћења“ коловоза у снежним крајевима где се у зимском периоду сипала велика количина соли и других абразива на коловозу ради боље проходности. Неки механички чистачи доступни су без воде за сузбијање прашине. **Недостаци:** Механички чистачи су лош избор када се ради о заштити животне средине, о загађењу воде или квалитета ваздуха. Такође механички чистачи су значајно скупљи за одржавање од ваздушних чистача због великог броја покретних делова.

3.2.2. Вакуумске машине за чишћење

Принцип рада вакуумских машина за чишћење може се упоредити са кућним усисивачем. Мотор погони вентилатор усисавајући ваздуха и самим тим стварајући вакуум. На једној страни главе за чишћење налази се усис за усисавање ваздуха, а онда се употребљени ваздух константно исцрпљује током процеса чишћења. Већина вакуумских чистача нема струјање ваздуха о тло које преноси прљавштину до усисног отвора, већ се уместо тога користи неки систем метли за скупљање.

Подстицај за појаву вакуумских машина за чишћење био је проблем остатака прљавштина на коловозу, посебно већих количина, које су се гомилале 30 - 50cm од ивичњака коловоза. Вакуумски чистачи су дизајнирани да ефикасно раде на чишћењу у овој области где су и највише примењивали.

Међутим, у областима где се чишћење целе ширине траке коловоза уз помоћу овог типа чистача сматра најважније, вакуумски чистачи се нису толико ефикасно показали за разлику од регенеративних ваздушних чистача.

Недостаци вакуумских чистача јесте то што њихова радна метла има тенденцију да попуни неправилности тротоара са остацима прљавштина због којих усисни ефекат није довољно јак да их уклони. Вакуумске машине имају и више покретних делова него регенеративне ваздушне машине за чишћење, као и метле са мањим пречником. Као што је илустровано у следећем одељку, технологија регенеративних ваздушних чистача је широко схваћена због низа предности као што су: чишћење шире дужине пута, боље уклањање малих честица прљавштина као и ограничавање количине прашине у ваздуху која одлази назад у атмосферу.

Иако вакуумски чистачи користе системе за сузбијање прашине на бази воде, традиционални вакуумски чистачи испуштају висок ниво честица у атмосферу. Као резултат студија АЗЖС и других установа, познато је да су баш те честице оне које загађују и представљају опасност по здравље људи.

Још један недостатак вакуумских машина за чишћење је њихова релативно мала проточна усисна цев. Цеви су често малих димензија пречника 20cm, тако да је

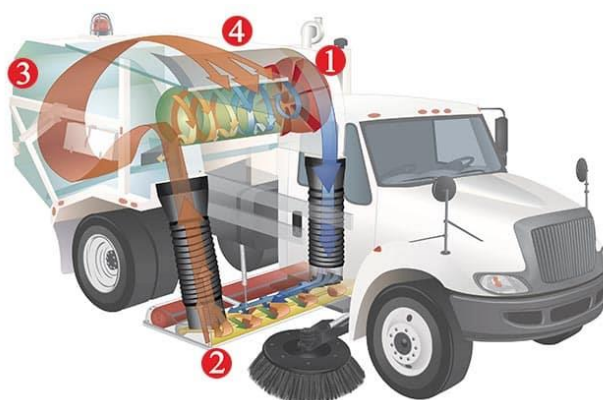
вероватније да ће доћи до зачепљења вода већим остацима. Такође, ширина радне главе вакуумских чистача је углавном мања (150 - 170cm) него код регенеративних ваздушних чистача (230cm).

Предности: Темељно чишћење у близини ивичњака. Стварање мање прашине него код механичких чистача. Мање покретних делова него механички чистачи.

3.2.3. Регенеративне ваздушне машине за чишћење

У општем погледу регенеративни ваздушне машине за чишћење су више еколошке за разлику од вакуумских или механичких машина где постоје неколико фактора који указују на то.

Регенеративни ваздушни чистачи користе затворену петљу ветра, тзв. „циклонски ефекат“, за чишћење. Они су слични вакуумским чистачима, с тим што постоји сличан довод ваздуха који се налази на једној страни главе за чишћење. Међутим, за разлику од вакуумских машина, регенеративни ваздушни чистачи непрекидно регенеришу снабдевање ваздуха (слика 7).



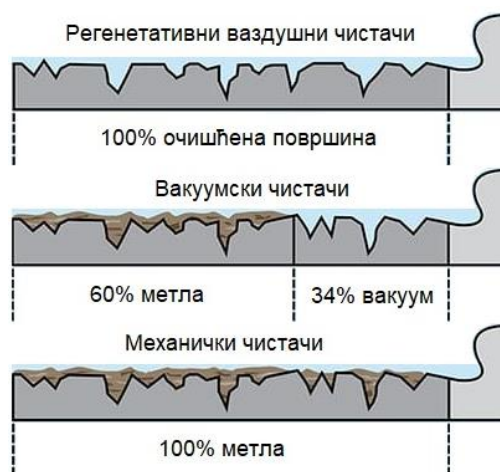
Слика 7. Регенеративни ваздушни чистачи [5]

Општи принцип рада регенеративних ваздушних чистача заснива се на удару ваздуха о тло (1) где он затим великом брзином путује на другу страну радне главе (2) прикупљајући за собом остатке. Брзина ваздуха се затим смањује (3) остављајући велике делове у контејнер, а онда ваздух пролази кроз филтере и одлази до центрифугалног сепаратора прашине (4) одстрањивајући све могуће микронске честице и враћајући чист ваздух у поновни процес чишћења. Произвођачи дизајнирају своје радне главе како би се приликом струјање ваздуха задржали скупљени остаци унутар зоне чишћења.

Као и други типови чистача, регенеративни ваздушни чистачи могу бити опремљени додатним бочним метлама које прикупљају остатке од ивичњака и водећи их до радне главе. Ово омогућава оператору да ефикасно чисти целу саобраћајну траку без стварања опасности по саобраћај.

Због начина на који функционишу, регенеративни ваздушни чистачи су познати да пружају темељите мере чишћења – иако се вакуумски чистачи могу похвалити већим

протоком ваздуха по коњској снази. На слици 8 илустрована је разлика очишћених површина регенеративним ваздушним чистача за разлику од механичких и вакуумских.



Слика 8. Илустровани приказ очишћених површина у зависности од примењених машина за чишћење

Иако постоје губици ваздуха током процеса чишћења (због неуједначености коловозне конструкције што омогућава да ваздух излази из гумених поклопаца радне главе за чишћење и сл.), количина испуштеног ваздуха који је загађен у атмосферу је обично много мањи него код вакуумског чишћења. Управо због тога и чињенице да ове машине имају тенденцију да прикупе ситне микронске честице прашине преко главе за чишћење, регенеративни ваздушни чистачи су обично бољи избор у случају побољшања квалитета ваздуха и отпадних вода. Такође, због мање покретних делова, од којих ни један не додирује коловоз (осим радних метли), регенеративни ваздушни чистачи су јефтинији за одржавање од механичких.

Предности: Највише примењиван, више наменски чистач. Може очистити широк спектар отпада у великом броју ситуација. Ваздушни систем га чини бољим за прикупљање лишћа од механичких машина за чишћење, а већа усисна цев га чини ефикаснијим од вакуумских чистача. Мање покретних делова од механичких чистача. Неки модели чистача доступни су за употребу без воде за сузбијање прашине. **Недостаци:** Не могу се користити на млевеним површинама и другим изузетно тешким применама за разлику од механичких чистача. Користе воду за сузбијање прашине што оставља растворе микронских остатака у пукотинама и на површини коловоза. Испуштају одређену количину честица у атмосферу.

4. Произвођачи

4.1. Произвођач „Ватроспрем“

„Ватроспрем производња Д.О.О“ је специјализовано предузеће за производњу ватрогасних возила, противпожарних апарата и опреме, као и комуналних возила за прање и чишћење улица и возила за путарску индустрију. Фабрика Ватроспрем основана је 1949. године и једино је предузеће у Србији које има лиценцу и атесте за производњу и сервисирање комплетног програма противпожарне опреме.

У својој дугогодишњој историји пословања, Ватроспрем је испоручио преко 5.000 ватрогасних и 6.000 комуналних возила, произвео и пласирао преко 3 милиона противпожарних апарата и са својом ватрогасном опремом и сервисним услугама присутан је у преко 35 земаља света. Највећи извоз производа био је за: Пољску, Чешку, Русију, Либију, Ирак, Анголу, Египат, Кувајт, Замбију, Чад, Перу и Венецију.

Године 2003. Ватроспрем је успешно приватизован. Тимски рад и способност његовог менаџмента допринели су да Ватроспрем постане конкурент светским произвођачима и лидер у региону. Располаже својим великим пословно-производним простором са средиштем у Смедеревској Паланци.

Захваљујући сопственом развоју и дугогодишњој пословно-техничкој сарадњи са најпознатијим европским произвођачима (MAN, IVECO, Mercedes-Benz, Volvo), данас је највећи произвођачи ватрогасне и комуналне опреме у Србији.

Ватроспрем производи све типове најсавременијих возила за комуналне потребе одржавања јавне хигијене у градовима и насељеним местима. До сада је произведено преко 6.000 возила свих врста намена на шасијама MAN, Volvo, IVECO, Mercedes-Benz, FAR, Maz, Zastava. Њиховим возилима опремљен је велики број комуналних предузећа у земљи и иностранству.

Њихова возила представљају резултат сопственог развоја и пројектовања у складу са домаћим и међународним прописима и стандардима, а испуњавају и посебне захтеве купаца, уз кратке рокове испоруке, ниске цене и висок квалитет

Камион цистерна за прање и поливање улица АС-100.08 развијен је на бази шасије MAN произвођача. Са њом располажу 3 радника од којих је један возач а двоје су додатни радници. Два помоћна радника рукују задњим потисним цревом док возач из кабине уз помоћ пнеуматских команди управља предњим и задњим млазницама за прање и поливање. Висина возила је 3008mm, дужина је 5970mm, док међуосовинско растојање је 4200mm [6].

АС-100.08 као погон користи Еуро4 мотор са снагом мотора од 176kW (240KS). Мотор је високо ефикасан, што је предуслов за ниске емисије, али и за ниске оперативне трошкове.

Надоградњу обухвата резервоар за воду са капацитетом од 10.000l и који је заштићен специјалним премазима за питку воду, центрифугалну пумпу од 800 l/min при притиску од 6bar-и произвођача сопствене компаније.

Приказ камиона цистерне за прање и поливање улица модел AC-100.08 фирме Ватроспрем приказан је на слици 9 са својим техничким подацима у табели 1.



Слика 9. Цистерна за прање и поливање улица са надградњом произвођача Ватроспрем AC-100.08 [4]

Табела 1. Технички подаци камиона цистерне за прање и поливање произвођача Ватроспрем модел AC-100.08

Технички подаци за:	Цистерна за прање и поливање улица
Произвођач	Ватроспрем – надградња урађена на шасији произвођача MAN (тип: MAN TGM 18.280/3875/4x2)
Модел	AC-100.08
Димензије (mm)	
Међуосовинско растојање	4200
Ширина	2240
Дужина	5970
Висина	3008
Шасија	Ојачан челик, тип – ladder
Клиренс предње/задње осовине	249/279
Радијус заокретања	22.7m
Мотор	
Тип мотора	D0836LFL40, Euro4 дизел, 6-цилиндра, линијски, турбина, интеркулер
Радна запремина мотора	6.87 l
Максимална снага /при o/min	240 KS /176 kW – 2400 o/min
Максимални обртни момент /при o/min	925Nm /1200-1800 o/min
Радни опсег	1300-1500 o/min
Регулатива мотора	EDC
Тип кочнице мотора	EVB - Exhaust Valve Brake
Компресор	Једно цилиндрични капацитета 238cc

Систем горива	Дупли филтер за гориво, Separ - разводник воде
Трансмисија	
Фрикциона плоча	F&S, 395 mm пречник
Модел	ZF 9S1310
Број степени преноса	9 напред / 1 уназад
Врста	Синхронски-мануелни мењач
Преносни однос у I с.п. / (km/h)	9.48 / 9
Преносни однос у II с.п. / (km/h)	6.58 / 14
Преносни однос у III с.п. / (km/h)	4.70 / 19
Преносни однос у IV с.п. / (km/h)	3.68 / 26
Преносни однос у V с.п. / (km/h)	2.62 / 35
Преносни однос у VI с.п. / (km/h)	1.89 / 48
Преносни однос у VII с.п. / (km/h)	1.35 / 67
Преносни однос у VIII с.п. / (km/h)	1.00 / 91
Преносни однос у IX с.п. / (km/h)	0.75 / 121
Управљачки систем	
Модел	ZF power steering, тип - 8098
Деловање	Пнеуматски управљачки систем са подесивом висином и нагиб управљача, могућност закључавања точка управљача
Систем ослањања	
Предња осовима и систем ослањања	
Модел	MAN VOK-07 спуштена предња осовина са самоподмазивајућом главчином
Опис	параболне спиралне опруге са амортизерима и стабилизаторима издржљивости до 7500 kg
Задња осовина и систем ослањања	
Модел	MAN HY-1133, хипоидна осовина са главчином
Опис	параболне спиралне опруге са стабилизаторима издржљивости до 11500 kg
Однос задње осовине	4.63:1
Систем за кочење	
Опис	MAN BrakeMatic електронски систем кочења са АБС-ом, кочиони дискови на свим точковима, кочионе плоче без азбеста
Точкови	
Тип предњих точкова	
Стандардна димензија величине	315/80 R22.5, Tubeless Radial пнеуматици
Капацитет носивости	7700 kg
Управљачки точкови	10-рупа 9.00-22.5

Тип задњих точкова	
Стандардна димензија величине	315/80 R22.5 Tubeless Radial пнеуматици
Капацитет носивости	13400kg
Вучени точкови	10-рупа 9.00-22.5
Остало	Резервни точак на задњој страни возила
Маса возила	
Маса возила спремног за вожњу	18000kg
Маса предње осовине	6514kg
Маса задње осовине	11468kg
Електрични систем	
Јачина струје	24V
Акумулатор	2 акумулатора, 12V 88Ah
Алтернатор	28V 80A 2240W
Изолација батерије	Главни механички прекидач
Остала електрична опрема	Једнозвучни тон сирене, сервисни мерач, MAN Tronic
Резервоар за гориво	
Запремина	300 l
Позиција	Смештен на десној страни шасије
Додаци	Филтер у резервоару, капа резервоара са закључавањем
Кабина	
Број особа	1 возач + 2 додатна радника
Ширина	2240mm
Дужина	2280mm
Карактеристике	Лиснато-ојачано ветробранско стакло, механички подизачи стакала, механички подизачи кровног прозора
Надградња	
Надградња	Произвођач – Ватроспрем
Запремина резервоара за воду	10.000 dm ³
Особине резервоара	Заштићен за питку воду
Пумпа за воду	Произвођач – Ватроспрем
Тип пумпе за воду	Ватроспрем 36.00.00
Капацитет пумпе	800 l/min при 6 bar
Број обртаја пумпе	300 min ⁻¹

Осим претходног модела произвођач Ватроспрем има и модел **камион цистерне за прање и поливање улица модел АС-60.08** који је развијен на бази шасије Mercedes-Benz произвођача. Овим возилом такође располажу 3 радника (возач и два додатна радника) и за разлику од претходног модела овај модел је нешто нижи са висином од 2679mm, ширином од 2321mm и дужином од 7065mm [4].

АС-60.08 као погон користи Еуро3 мотор са нешто нижом снагом мотора од 130kW (180KS). Мотор је високо ефикасан, што је предуслов за ниске емисије, али и за ниске оперативне трошкове.

Надоградњу обухвата резервоар за воду са капацитетом од 6000l који је заштићен специјалним премазима за питку воду, центрифугалну пумпу од 800 l/min при притиску од 6bar-и произвођача сопствене компаније.

Подаци овог возила дати су у табели 2 као и приказ возила на слици 10 док је на слици 11 приказан технички цртеж са димензијама.

Табела 2. Технички подаци камиона цистерне за прање и поливање улица произвођача Ватроспрем модел АС-60.08

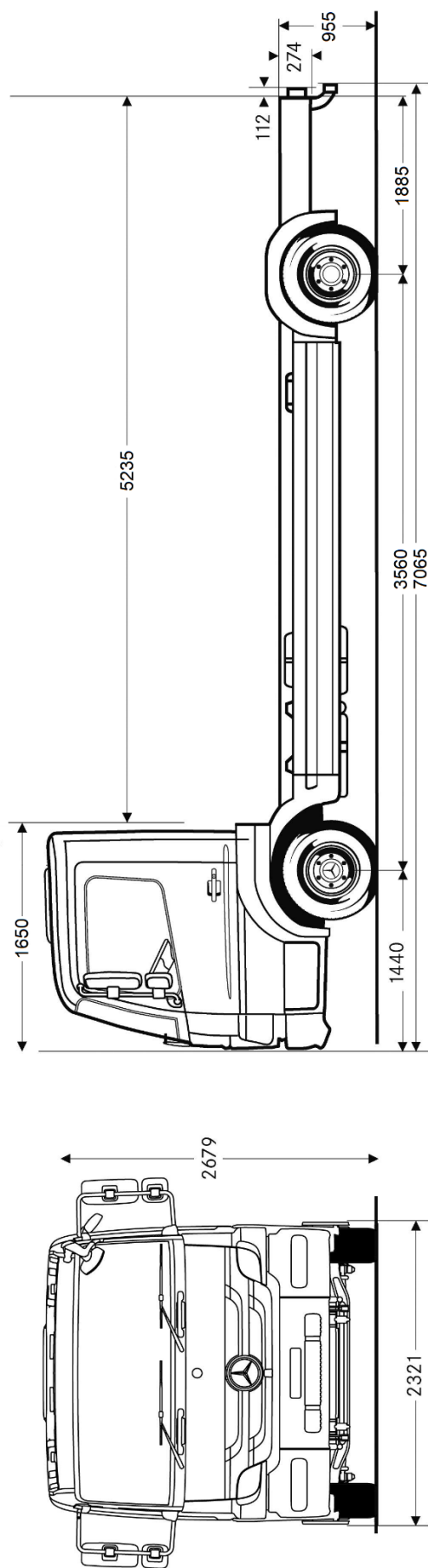
Технички подаци за:	Цистерна за прање и поливање улица
Произвођач	Ватроспрем – надградња урађена на шасији произвођача Mercedes-Benz (тип: Mercedes-Benz Atego 1518/3560/4x2)
Модел	АС-60.08
Димензије (mm)	
Међуосовинско растојање	3560
Ширина	2321
Дужина	7065
Висина	2679
Шасија	Ојачан челик, тип – ladder
Клиренс предње/задње осовине	225/192
Радијус заокретања	14m
Мотор	
Тип мотора	Mercedes-Benz OM904LA, Euro3 дизел, 4 цилиндара, турбина, интеркулер
Радна запремина мотора	4.25 l
Максимална снага /при o/min	130 kW/180 KS – 2200 o/min
Максимални обртни момент /при o/min	675Nm /1200-1600 o/min
Пречник / ход клипа	102mm/130mm
Контрола мотора	Електронска контролна јединица - ECU
Тип кочнице мотора	Усисни лептир са регулатором
Хлађење	Водено хлађење са вентилатором
Систем убризгавања	Директно убризгавање
Издувни систем	Ојачан челик са SCR катализом и RHS претварач
Трансмисија	
Фрикциона плоча	Хидрауличко управљање, пречник плоче 362mm
Модел	MB G60-6
Број степени преноса	6 напред / 1 уназад
Врста	Синхронски-мануелни мењач
Преносни однос у I с.п.	9.20
Преносни однос у II с.п.	5.23
Преносни однос у III с.п.	3.15

Преносни однос у IV с.п.	2.03
Преносни однос у V с.п.	1.37
Преносни однос у VI с.п.	1.00
Преносни однос у ходу уназад	8.65
Управљачки систем	
Опис	Спирално вретено, Хидраулички управљачки систем са подесивом висином и нагиб управљача, могућност закључавања точка управљача
Систем ослањања	
Предња осовима и систем ослањања	
Опис	Параболне спиралне опруге са дуплим амортизером и стабилизаторима носивости 5100kg
Задња осовина и систем ослањања	
Опис	Параболне дуал спиралне опруге са дуплим амортизером и стабилизаторима носивости 10500kg
Однос задње осовине	3,583:1
Систем за кочење	
Опис	Стандардни електронски систем кочења са АБС-ом, кочиони дискови на свим точковима пречника 377mm, самоподесиве кочионе облоге
Точкови	
Тип точкова	7.50 x 19.5
Стандардна димензија величине	285/70 R19.5
Резервни точак	Опционално
Маса возила	
Маса возила спремног за вожњу	15000kg
Маса предње осовине	5100kg
Маса задње осовине	10500kg
Електрични систем	
Јачина струје	24V, са уземљењем
Акумулатор	2 x 12V, 115Ah
Алтернатор	28V / 80 A
Комуникација	PSM комуникација за стандард ISO11898
Резервоар	
Резервоар за гориво	Сачињен од пластике запремине 180l смештен на десној страни шасије
Резервоар за AdBlue	Запремине 25l, смештен на десној страни шасије
Додаци	Филтер у резервоару, капа резервоара са закључавањем
Кабина	

Број особа	1 возач + 2 додатна радника
Врста кабине	Стандардни модел типа Day (S)
Монтирање кабине	У 4 тачке
Заношење кабине	Хидрауличким путем
Осветљење кабине	Стандардно
Возачево седиште	Амортизовано
Путничко седиште	Неамортизовано
Вентилациони систем	Са филтером ваздуха
Надградња	
Надградња	Произвођач – Ватроспрем
Запремина резервоара за воду	6000dm ³
Особине резервоара	Заштићен за питку воду
Пумпа за воду	Произвођач – Ватроспрем
Тип пумпе за воду	Ватроспрем 36.00.00
Капацитет пумпе	800 l/min при 6 bar
Број обртаја пумпе	300 min ⁻¹
Пуњење резервоара	Хидрантско
Извршне команде	Пнеуматске из кабине



Слика 10. Ватроспрем цистерна за прање и поливање улица са надградњом АС-60.08 [4]



Слика 11. Димензије камиона Mercedes-Benz Atego 1518/3560/4x2 без надградње (димензије су дате у mm)

4.2. Произвођач „РЕСОР“

Компанија „РЕСОР“ Д.О.О из Гаџиног Хана основана је 1992. године, као предузеће за производњу нових и ремонт старих комуналних надградњи. Компаније је почела са радом са три инжењера и дванаест радника у радном простору површине 600m². Данас компанија има дванаест инжењера, четрдесет седам радника, радно покривен простор од 5700m² на плацу од 1,6ha и канцеларијским простором од 250m². Компанија садржи и најмодернију комору за фарбање возила површине 80m². У склопу фабрике је и ресторан за госте као и за све запослене.

Њихови производи налазе се у 93 градова широм Србије, као и у Македонији, Црној Гори и Босни и Херцеговини. Постигнути резултати говоре да је компанија регионални лидер у производњи специјалних возила.

Надградње се користе за транспорт различитих флуида као што су: питка вода, индустријска вода до температуре 250 степени, морска и слана вода, отпадна вода, нафта и нафтни елементи, природни гас, и др. Сви производи се изграђују од одговарајућег челика са одговарајућом термичком и машинском обрадом како је то дефинисано техничком документацијом. Кућишта се углавном изграђују заваривањем или ливењем.

Своје надградње уграђују на шасијама признатих светских произвођача „IVECO“, „Mercedes-Benz“, „Mitsubishi“, „Volvo“, „DAF“, „FAP“, итд. У изради се користе проверене компоненте које производе „Parker“, „Voma“, „Jurop“, „Pretisoli“, „OMFB“.

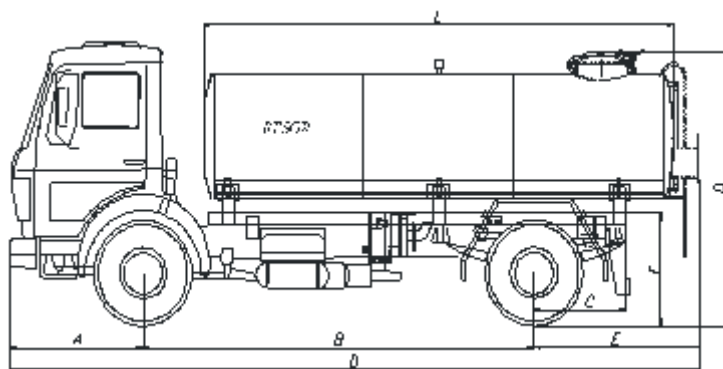
Компанија од оснивања послује позитивно и сваке године увећава обим производње и број радника. РЕСОР има веома добру сарадњу са Машинским Факултетом Универзитета у Нишу, који је основан на вази за регрутовање високоедукованих кадрова, као и партнер у одређеним пројектима [7].

У даљем тексту дат је производ компаније **камион цистерна за прање и поливање улица модел АСV** са техничким подацима у табели 3 и сликама 12 и 13.

Табела 3. Технички подаци камиона цистерне за прање и поливање улица произвођача РЕСОР модел АСV

Технички подаци за:	Цистерна за прање и поливање улица
Произвођач	РЕСОР
Модел	АСV
Димензије мин / макс (mm)	
Међуосовинско растојање	2500 / 4.200 + 1.350
Ширина	1.400 / 2.200
Дужина	7.500 / 10.500
Висина	2.500 / 3.400
Шасија	Ојачан челик, тип – ladder
Предњи препуст	1.300 / 1.600
Задњи препуст	1.000 / 2.500
Висина шасије (неоптерећен)	900 / 1.100

Мотор	
Максимална снага мотора мин/макс	95 kW (130 KS) / 200kW (270KS)
Маса возила мин/макс	
Маса надградње	500kg / 2.000kg
Маса неоптерећеног возила	3.000kg / 12.000kg
Товар	4.000kg / 16.000kg
Примена шасије – укупна дозвољена маса	7.000kg / 28.000kg
Надградња	
Надградња	Произвођач – PЕCOP
Облик резервоара	кофер / елиптични
Запремина резервоара за воду	мин 4m ³ / макс 16m ³
Особине резервоара	Заштићен за питку воду, резервоар израђен од INOX-а
Пумпа за воду	Произвођач – PЕCOP
Капацитет пумпе l/min	мин 800 / макс 1.000
Притисак пумпе	мин 6bar / макс 8bar
Пуњење резервоара	Хидрантско
Додатне опције	Предње подесиве млазнице, Потисна црева са млазницама, Задња летва за поливање путева, Задња летва са славинама за питку воду, Усисна црева са усисном корпом, Добоши са потисним цревима и млазницама



Слика 12. Димензије возила према каталогу PЕCOP компаније [8]



Слика 13. PECOP цистерна за прање и поливање улица модел AVC [8]

4.3. Произвођач „Boschung“

Boschung је компанија из Швајцарске са средиштем у Пајерну и основана је 1947. године. Компанија се бави производњом и пружање комплетног асортимана машина за потребе општина, путних служби, аутопутева и аеродромских површина.

Boschung се разликује по својој технологији радних возила за зимске (уклањање снега и превенција леда на путевима) као и летње (чишћење и прање пута) услове.

Компанија нуди разне типове камиона за прање и чишћење улица где је један од познатих модела **модел L3**. Ово компактно возило опремљено високим притиском прања и идеално је за урбане средине. Са високим степеном маневрисања, захваљујући управљачу на свим точковима, може се користити и у најограниченим просторима.

Захваљујући импресивном резервоару за воду од 2.500 литара, L3 може да ради у временском периоду до 1 сата. На овом моделу могуће је изабрати између 3 радних глава: стандардна глава која има дужину од 1.230mm и 2 бочне млазнице, телескопску главу дужине до 2.500mm или тзв. „Paris“ главу са подизајућим елементима. Пумпа за воду омогућава проток воде од 90 l/min са притиском до чак 80bar-и дајући више него довољно снаге за све потребе [9].

Boschung L3 модел је опремљен са јаким мотором који може радити при ниским бројем обртаја, што значи да је ниво буке смањен на само 65 dB, што га чини погодним за ране јутарње или касне ноћне операције.

Ергономска кабина, са својим одличним прегледом и једноставним управљањем, такође доприноси оптималним условима рада.

Технички подаци Boschung модела L3 дати су у табели 4, на слици 14 приказано је возило док су на слици 15 дате његове димензије.

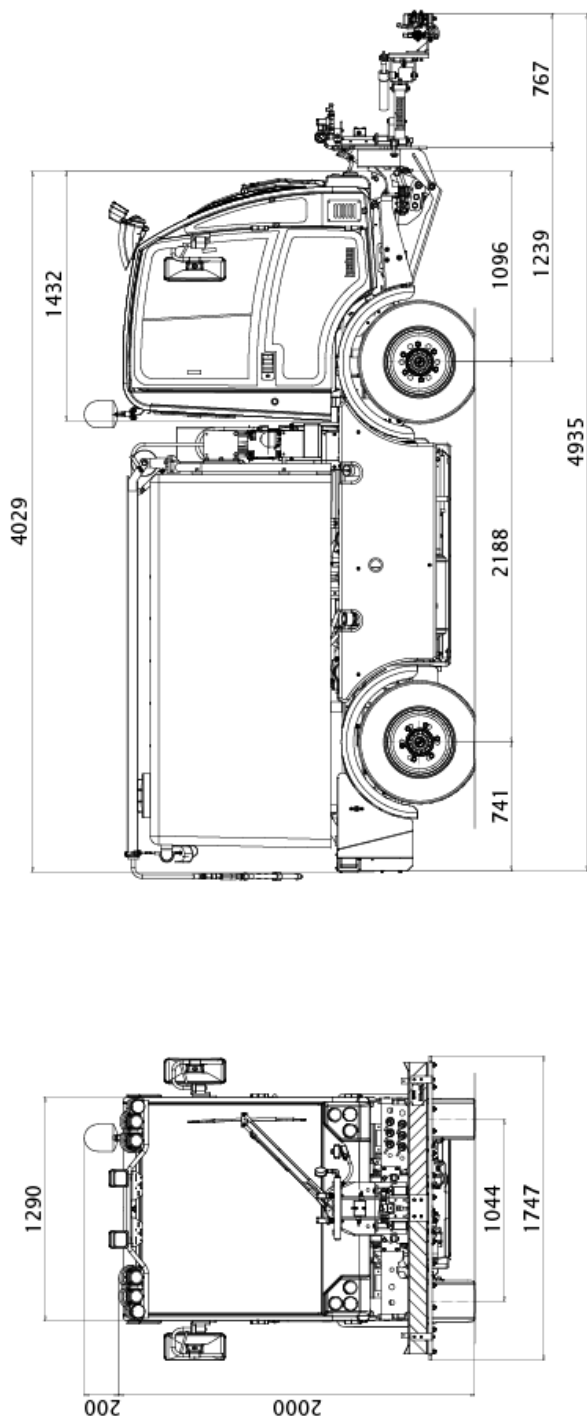
Табела 4. Технички подаци Boschung L3 камиона цистерне за прање и поливање улица

Технички подаци за:	Цистерна за прање и поливање улица
Произвођач	Boschung
Модел	L3
Димензије (mm)	
Међуосовинско растојање	2188
Ширина	1290
Дужина	4168 / 4935 са радном главом
Висина	2000
Предњи препуст	1096
Задњи препуст	741
Клиренс предње/задње осовине	200
Растојање између точкова	1044
Мотор	
Произвођач	VM – Detroid
Тип мотора	Дизел, четвороцилиндрични линијски мотор са турбином
Радна запремина мотора	2.970cm ³
Снага мотора /при o/min	84 kW / 3000 o/min
Максимална (лимитирана) снага /при o/min	72 kW / 2600 o/min
Максимални обртни момент /при o/min	420Nm / 1100 o/min
Стандард емисије издувних гасова	У складу са најновијим стандардима
Трансмисија	
Пренос снаге	На свим точковима или само на задњим
Погон	Електронско контролисан хидростатички систем
Број степени преноса	Електронско контролисана брзина / 2 степена преноса електронско контролисана
Радна брзина	0-25 km/h
Брзина кретања	0-25 / 30 / 45 / 50 km/h
Управљачки систем	
Тип	Управљање на предњој осовини, заокретање на свим точковима
Радијус заокретања	6.20m
Точкови	
Стандардна димензија величине	225/70 R15 C
Опција	275/60 R15 C
Електрични систем	
Јачина струје	12V
Акумулатор	12V, 100Ah
Алтернатор	14.8V / 105A
Анласер	12V / 2.3kW

Хидраулички систем	
Тип	Хидростатички погон, контрола оптерећења
Контролисање	Електронско
Хлађење	Електронски контролисан вентилатор
Радна глава	
Конструкција	Покретљива лево/десно за 45° помоћу хидрауличког вентила
Тип BLS	Једноделна радна глава, ширина прања 1.3 - 1.9 m
Тип BLP	Троделна радна глава, лево и десно померљива, ширина прања 0.9 – 1.9 m
Тип BLT	Телескопска радна глава, лево / десно клизна, ширина прања 1.3 – 2.5 m
Резервоар за воду	
Запремина резервоара за воду	2.500l
Особине резервоара	Пластичан резервоар ојачан влакнима, могућност накретања, са вентилом за истицање
Мерач нивоа	На контролној табли, са упозоравајућом лампицом „резервоар празан“
Филтери	Филтер при пуњењу и филтер пумпе за воду
Пумпа за воду	
Модел пумпе	3 клипа, пумпа високог притиска са керамичким клиповима
Максимални учинак	108 l/min
Максимални учинак на радној глави	око 90 l/min
Максимални учинак на пиштољу за воду	око 60 l/min
Режим економичности мотора	на 1500 o/min



Слика 14. Цистерна за прање и поливање улица произвођача Boschung модел L3



Слика 15. Димензије камиона цистерне за прање и поливање улица произвођача Boschung модел L3 (димензије су дате у mm)

4.4. Произвођач „SINOTRUK HOWO“

SINOTRUK HOWO је кинеска компанија која се бави производњом тешких возила и основана је 1956 године са својим бившим називом „China National Heavy Duty Truck Group Co. Ltd“. Тренутно је највећа кинеска фабрика за производњу тешких возила где је направила изузетан допринос развоју кинеске тешке индустрије, као и аутомобилске индустрије уопште, производњом свог камиона под називом „Huanghe“. Своја возила продају широм света у земљама: Венецуела, Колумбија, Перу, Чиле, Уругвај и Парагвај где се налазе и њихова средишта.

Један од њихових познатих камиона за прање и поливање је **SINOTRUK HOWO 18CBM**. Ово возило претежно је конструисано и пројектовано за испирање и прање улица као и за рад у рударским подручјима. Возилом располажу два радника (возач и додатни радник), дужина возила је 9520mm, ширина 2496mm, а висина је 3150mm.

SINOTRUK HOWO 18CBM као погонски уређај користи шестоцилиндрични дизел Euro2 мотор под називом WD615.87 са максималном снагом од 216.25kW (290KS). Мотор је у могућности да развије максимални обртни момент до 1500Nm при 1100-1600 o/min, а специфична потрошњи горива му је 195 g/kWh [10].

Надоградњу обухвата резервоар за воду са капацитетом од 15.000l до 20.000l и који је заштићен специјалним премазима за питку воду. Рад пумпе за воду остварује се преко трансмисије камиона која је повезана са мотором.

Технички подаци SINOTRUK HOWO 18CBM камиона за прање и поливање улица дати су у табели 5., док је возило приказано на слици 16.



Слика 16. SINOTRUK HOWO камион цистерна за прање и поливање улица модел 18CBM [10]

Табела 5. Технички подаци SINOTRUK HOWO 18CBM камиона цистерне за прање и поливање улица

Технички подаци за:	Цистерна за прање и поливање улица
Произвођач	SINOTRUK HOWO
Модел	18CBM
Димензије (mm)	
Међуосовинско растојање	4400 + 1350
Ширина	2496
Дужина	9520
Висина	3150
Шасија	6x4, ојачан челик, тип – ladder
Тип шасија	ZZ1257M4341W
Тип погона	6x4
Број осовина	3
Предњи препуст	1500
Задњи препуст	2625
Предњи прилазни угао	16°
Задњи прилазни угао	15°
Мотор	
Тип мотора	WD615.87, линијски 6-цилиндра, дизел, Euro2, турбокомпресор, интеркулер
Радна запремина мотора	9,726 l
Максимална снага /при o/min	216.25kW (290KS) / 2200
Максимални обртни момент /при o/min	1500Nm / 1100-1600
Пречник / ход клипа	126mm/130mm
Специфична потрошња горива	195 g/kWh
Запремина уља у мотору	23 l
Запремина расхладне течности	40 l
Хлађење	Водено хлађење са вентилатором
Систем убризгавања	Директно убризгавање
Трансмисија	
Особине	Хидро-пнеуматско управљање
Модел	HW15710
Број степени преноса	10 напред / 2 уназад
Управљачки систем	
Модел	ZF 8098
Тип	Трапезно навојно вретено, Хидраулички управљачки систем са подесивом висином и нагиб управљача
Систем ослањања	
Предња осовима и систем ослањања	
Модел	HF 9
Систем ослањања	Независно ослањање
Носивост	9.000 kg

Задња осовина и систем ослањања	
Модел	НС 16
Систем ослањања	Независно ослањање
Носивост	16.000kg
Систем за кочење	
Радна кочница	Комбинована кочница са двоструким колом
Паркинг кочница	Ваздушне кочнице, компримовани ваздух на задњим точковима
Помоћна кочница	Моторна кочница мотора
Опција	ABS
Точкови	
Стандардна димензија величине	11.00 R20 145 J
Тип пнеуматика	Радијалан
Маса возила (kg)	
Маса празног возила	12.180
Бруто маса возила	25.000
Брзина	
Максимална брзина возила	95 km/h
Кабина	
Тип кабине	HW76
Врста кабине	Продужена кабина са креветом
Број седишта	2
Додаци	Клима уређај, осветљење кабине
Надградња	
Запремина резервоара за воду	15.000-20.000 l
Особине резервоара	Заштићен за питку воду
Додаци	Филтер у резервоару, капа резервоара са закључавањем

5. Тржиште, стандарди и прописи

5.1. Тржиште

Сви стандарди и прописи који се примењују у земљама ЕУ и Руске Федерације, требају бити задовољени од стране камиона за прање и поливање улица. Стандарди и прописи које прописују државе чланице ЕУ, су готово истоветни са домаћим стандардима и прописима. Домаћи закони су усаглашени, или ће бити усаглашени са прописима који владају у европској унији.

5.2. Стандарди и прописи

У самом процесу израде, пласмана, дефинисања и експлоатације возила (камиона) постоје две основне категорије прописа према њиховом пореклу и то су:

- национални прописи,
- међународни прописи.

5.3. SRPS стандарди

Одговарајуће стандарде наше државе морају испуњавати и друмска возила. Неки од ових стандарда су изведени из међународних, док ће у табели 6 бити приказани стандарди које морају испунити камиони цистерне за прање и поливање улица [11, 12, 13].

Табела 6. SRPS стандарди које камион цистерна за прање и поливање улица мора да испуни [11, 12, 13]

ICS	Ознака SRBS	Година	Наслов
43.020	SRPS M.N0.001	1884	Возила – класификације – термини и дефиниције
43.020	SRPS M.N0.009	1988	Друмска возила – Категоризација возила
43.020	SRPS M.N0.010	1984	Друмска возила – класификације – термини и дефиниције
43.020	SRPS M.N0.010/1	1989	Друмска возила – класификације – термини и дефиниције – измене и допуне
43.020	SRPS M.N0.011	1989	Означавање мотора и шасија моторних возила – место и начин постављања
43.020	SRPS M.N0.012	1983	Друмска возила – Димензије моторних и прикључних возила – термини и дефиниције
43.020	SRPS M.N0.014	1983	Друмска возила – Тродимензијски референтни систем и примарне референтне тачке – термини и дефиниције
43.020	SRPS M.N0.301	1960	Одређивање стандардне потрошње горива моторних возила (изузев трактора)

43.020	SRPS M.N0.401	1977	Друмска возила – Мерење унутрашње буке
43.020	SRPS M.N2.211	1990	Друмска возила – Идентификациони број возила (VIN) – Место и начин постављања
43.020	SRPS ISO 3779	2011	Друмска возила – Идентификациони број возила (VIN) – Садржина и структура
43.020	SRPS ISO 3780	2011	Друмска возила – Међународна идентификациона шифра произвођача возила (WMI)
43.020	SRPS M.N2.212	1989	Друмска возила – Међународна идентификациона шифра произвођача возила – Садржина и структура
/	SRPS M.N9.525	1967	Катадиоптри („мачије очи“) за друмска возила – Облици и мере – услови квалитета
43.080.01	SRPS ISO/PAS 21308-1	2017	Друмска возила – Размена података о производу између произвођача шасије и произвођача надградње (БЕР) – Део 1: Општи принципи
43.080.01	SRPS ISO/TS 21308-4	2017	Друмска возила – размена података о производу између шасије и произвођача надоградње (БЕР) – Део 4: Мапирање за STEP апликациони протокол 239
/	SRPS M.N2.047	1968	Оквири шасија за друмска возила. Дозвољена одступања мера оквира
43.180	SRPS M.N6.900	1992	Друмска возила – Дијагностички системи за моторна возила – Термини и дефиниције
43.020	SRPS M.N2.213	1990	Друмска возила – међународна идентификациона шифра произвођача делова (WPMI) – Садржина и структура
43.020	SRPS ISO 10392	2015	Друмска возила – Одређивање тежишта
43.020	SRPS ISO 1176	1994	Друмска возила – масе – Речници и кодови (идентичан са ISO 1176:1990)
43.020	SRPS ISO 3560	2015	Друмска возила – Процедура испитивања чеоног судара са непокретном препреком или стубом
43.020	SRPS ISO 362-1	2015	Мерење буке коју емитују друмска возила при убрзавању – Инжењерска метода – Део 1: М и N категорије

43.020	SRPS ISO 3795	1997	Друмска возила, трактори и машине за пољопривреду и шумарство – Одређивање понашања при горењу материјала у унутрашњем простору возила (идентичан са ISO 3795:1989)
43.020	SRPS ISO 3833	2005	Друмска возила – Типови – Термини и дефиниције
43.160	SRPS EN 15429-1	2009	Машине за чишћење – Део 1: Класификација и терминологија
43.160	SRPS EN 15436-1	2009	Опрема за службе за одржавање путева – Део 1: Терминологија
43.160	SRPS EN 15436-2	2016	Опрема за службе за одржавање путева – Део 2: Процена перформанси
43.160	SRPS EN 15436-3	2016	Опрема за службе за одржавање путева – Део 3: Класификација
43.160	SRPS EN 15436-4	2011	Опрема за службе за одржавање путева – Део 3: Прихватање испоруке машина од стране корисника
43.160	SRPS EN 13019	2009	Машине за чишћење улица – Захтеви за безбедност
43.160	SRPS EN 15429-1	2009	Машине за чишћење – Део 1: Класификација и терминологија
43.160	SRPS EN 15429-2	2013	Машине за чишћење – Део 2: Захтеване перформансе и методе испитивања
43.160	SRPS EN 15429-3	2016	Машине за чишћење – Део 3: Ефикасност у прикупљању честица – Испитивање и вредновање
43.160	SRPS EN 15429-4	2016	Машине за чишћење – Део 4: Симболи за команде руковаоца и друге показиваче
43.040.01	SRPS M.N6.117	1992	Друмска возила – Судари – Термини и дефиниције
43.040.10	SRPS M.N6.117	1995	Друмска возила – Испитни поступак за маневар нагле промене коловозне траке
43.040.20	SRPS ISO 3560	1995	Друмска возила – Методе испитивања чеоног судара са непокретном препреком (Идентичан са ISO 3560/1975)
43.040.20	SRPS ISO 3784	1995	Друмска возила – Мерење брзине удара при испитивању судара (Идентичан са ISO 3784/1976)

По Правилнику о подели моторних и прикључних возила и техничким условима за возила у саобраћају на путевима („Службени гласник РС“, бр. 40/12, 102/12, 19/13, 41/13,

102/14, 41/15, 78/15, 111/15, 14/16, 108/16, 7/17 (исправка) и 63/17), камион цистерна за праће и поливање улица спада у класу (у зависности од конструкције возила, односно њене масе) N2 или N3 моторних возила.

Самим тим што возило у Србији које се налази у експлоатацији као и новопроизведено возило мора да буде у складу са:

- Правилником о подели моторних и прикључних возила и техничким условима за возила у саобраћају на путевима,
- Законом о безбедности саобраћаја.

5.4. Извод из Правилника о подели возила, за класу N

Поред законских прописа, возила подлежу правилима која су изведена из Закона о безбедности и налазе се у Правилнику о подели моторних и прикључних возила и техничким условима за возила у саобраћају на путевима.

Издвојене су опште одредбе из „Правилника о подели моторних и прикључних возила и техничким условима за возила у саобраћају на путевима“ које морају да испуне теретна возила на нашим путевима и дата су у табели 7 [14].

Табела 7. Извод из „Правилника о подели моторних и прикључних возила и техничким условима за возила у саобраћају на путевима“ за класу N – камион [14]

Члан 8.
Врста N – моторно возило које је пројектовано и конструисано првенствено за превоз терета
Врста N1 – * јесте возило врсте N чија највећа дозвољена маса не прелази 3,5 t.
Врста N2 – * јесте возило врсте N које има највећу дозвољену масу која прелази 3,5 t, али која не прелази 12 t.
Врста N3 – * јесте возило врсте N које има највећу дозвољену масу која прелази 12 t. Опрема и инсталација стално уграђена на возила посебне намене (кранови, покретне радионице, возила за разглас, итд.) сматрају се као терет (стални терет).
*Службени гласник РС, број 108/2016
Члан 9.
Возило врсте N мора да испуњава следеће услове у погледу техничких карактеристика:
1) сва места за седење треба да буду одвојена од товарног простора;
2) изузетно, лица и терет могу да се превозе у истом простору под условом да је товарни простор обезбеђен опремом за заштиту људи од налета терета током вожње, као и приликом наглог кочења и скретања;
3) средства за обезбеђивање терета су намењена да обезбеде терет, у смислу тачке 2) овог става, као и систем преграда, намењених за возила чија највећа дозвољена маса не прелази 7,5 t, морају бити у складу са одредбама Одељка 3 и 4 стандарда ISO 27956:2009, и то:

(1) испуњеност захтева може се утврдити изјавом о усаглашености издатом од стране произвођача,

(2) као алтернатива испуњености захтева произвођач може да документује на одговарајући начин, надлежном државном органу, за хомологацију возила, опреме и делова да уграђено средство за обезбеђивање терета пружа једнак ниво заштите, као што је предвиђено стандардом ISO 27956:2009 ;

4) број места за седење, не укључујући место возача, не сме да прелази:

(1) 6 у случају возила врсте N1,

(2) 8 у случају возила врсте N2 и N3;

5) возила врсте N морају да имају масу терета једнаку или већу од масе путника, изражену у килограмима;

(1) при томе на свим местима за седење морају бити постављена седишта и мора бити испуњено:

– ако је $n = 0$ онда мора да буде $\text{ндм} - m \geq 100 \text{ kg}$

– ако је $0 < n \leq 2$ онда мора да буде $\text{ндм} - (m + n \times 68) \geq 150 \text{ kg}$

– ако је $n > 2$ онда мора да буде $\text{ндм} - (m + n \times 68) \geq n \times 68$

при чему је:

„ндм” - највећа дозвољена маса,

„m” – маса возила спремног за вожњу,

„n” – број седишта не укључујући возачево седиште.

(2) у масу возила спремног за вожњу из претходне тачке мора да се урачуна и маса опреме на возилу која служи за смештај терета (нпр. различити облици надградње), маса сталне опреме за манипулацију терета (нпр. кран, подизна платформа и сл.) и маса средстава за обезбеђивање терета, док маса опреме која се не користи у наведене сврхе (нпр. компресор, витло, електрични генератор, опрема за пренос слике и звука, итд.) се не узима у обзир.

Све варијанте и верзије возила врсте N морају да испуњавају услове из претходног става.

Возило врсте N1, код кога је товарни простор и простор за возача у истој целини (нпр. облик каросерије ВВ), поред услова из става 1. овог члана мора да испуни и следеће услове:

1) утовар терета мора бити могућ кроз задња врата, врата пртљажника или бочна врата која су пројектована и конструисана у ту сврху;

2) у случају задњих врата или врата пртљажника, отвор за утовар мора да испуњава следеће услове:

(1) ако возило има само један ред седишта или има само седиште за возача, висина отвора за утовар мора да буде најмање 600 mm,

(2) ако возило има два или више редова за седење, најмања висина отвора за утовар мора да буде 800 mm, и отвор мора да има површину најмање 12800 cm²;

3) товарни простор мора да испуњава следеће услове:

(1) подлога товарног простора у већем делу мора да буде равна,

(2) када возило има један ред седишта или само седиште возача, дужина товарног простора мора да буде најмање 40% од међуосовинског растојања,

(3) када возило има два или више редова седишта, дужина товарног простора мора да буде најмање 30% од међуосовинског растојања,

(4) услови за дужину товарног простора морају да буду испуњени и код возила код кога се задњи ред седишта може уклонити без посебног алата, и то кад су сва седишта постављена,

(5) услови за дужину товарног простора морају да буду испуњени када су седишта у првом реду или у последњем реду, у зависности од случаја, постављена у нормалном усправном положају за седење;

4) Посебни услови за мерење:

(1) подешавање седишта:

– седишта морају бити подешена у свој крајњи задњи положај,

– наслон седишта, ако је подесив, мора да буде подешен тако да торзо 3DH уређаја може да се постави под углом од 25°,

– наслон седишта ако није подесив, мора да буде у позицији како је пројектовао произвођач,

– ако је седиште подесиво по висини, онда мора да буде подешено у најнижи положај;

(2) посебни услови за возило:

– возило мора да буде оптерећено до његове највеће дозвољене масе,

– точкови на возилу морају да буду постављени у правцу;

(3) начин мерења дужине товарног простора:

– када у возилу није постављена преграда, дужина се мери од попречне вертикалне равни која додирује најистуренију тачку задњег дела врха наслона седишта до унутрашњег дела задњег окна или задњих врата или врата пртљажника, када су затворена;

– када је у возилу постављена преграда дужина се мери од попречне вертикалне равни која додирује најистуренију тачку преграде до унутрашњег дела задњег окна или задњих врата или врата пртљажника, када су затворена;

– услови који се односе на дужину морају бити испуњени најмање дуж хоризонталне линије која се налази у подужној вертикалној равни која пролази кроз подужну осу возила у нивоу подлоге товарног простора;

(4) када је у возилу постављена преграда услови из подтачке (1) ове тачке не морају да буду испуњени.

Возило код кога је између последњег реда седишта и товарног простора постављена преграда такође мора да испуни услове из претходног става.

Возило врсте N1, код кога товарни простор и простор за возача нису у истој целини (нпр. облик каросерије BE), поред услова из става 1. овог члана мора да испуни и следеће услове:

1) возило које има затворену надградњу, мора да испуњава следеће услове:

(1) утовар терета мора бити могућ кроз задња врата, врата пртљажника или задњег окна или на други начин,

(2) најмања висина отвора за утовар мора бити 800 mm, а отвор мора да има површину најмање 12 800 cm²,

(3) дужина товарног простора мора да буде најмање 40% од међуосовинског растојања;

2) возило које има отворени товарни простор, мора да испуни услове прописане у тачки 1) подтачка (1) и (3) овог става;

3) услови који се односе на дужину товарног простора морају бити испуњени најмање дуж хоризонталне линије која се налази у подужној равни која пролази кроз подужну осу возила у нивоу подлоге товарног простора.

У случају да неки од наведених услова из овог члана за разврставање возила у врсту N1 није испуњен, возило ће бити разврстано као возило врсте M1.

Члан 11.

(Изведено из члана 11.)

Према облику каросерије, возила врсте M, N и O, се разврставају на:

3) моторна возила врсте N, јесу:

(1) BA камион – јесте возило које је пројектовано и конструисано искључиво или првенствено за превоз терета

(2) BB ван – јесте камион код кога је товарни простор и простор за возача у истој целини,

(3) BC тегљач – јесте вучно возило које је пројектовано и конструисано првенствено за вучу полуприколица,

(4) BD возило за вучу – јесте вучно возило које је пројектовано и конструисано за вучу искључиво приколица,

(5) BE пикап – јесте возило највеће дозвољене масе која не прелази 3,5 t код кога товарни простор и места за седење нису у истој целини,

(6) BX шасија теретног возила – јесте некомплетно возило са шасијом, кабином (комплетном или делимичном), погоном и осовинама које је намењено да се комплетира са каросеријом.

5) специјално возило јесте возило врсте M, N или O изведено за одређене функције са посебно уређеном каросеријом, снабдевом уређајима или опремом за обављање тих функција, и то:

(12) SM возило са измењивим уређајима** – јесте теренско возило врсте N пројектовано и конструисано за вучу, гурање, ношење и активирање одређене заменљиве опреме и уређаја:*

– са не мање од две површине за постављање опреме и уређаја;*

– са стандардизованим механичким, хидрауличким и/или електричним прикључцима (нпр. вратило за одвод снаге) за погон и активирање горе наведене опреме и уређаја, и*

– које задовољава дефиницију из стандарда ISO 3833-1997, део 3.1.4 (специјално возило).*

Облик каросерије возила врсте N и O, поред словне ознаке, може бити допуњен неком од следећих двоцифрених ознака:

11 – цистерна,

12 – цистерна намењена за превоз опасних терета,

18 – одвожење смећа,

19 – чишћење улица, чишћење одвода, прање улица, 99 – облик каросерије не постоји у важећој листи. *Службени гласник РС, број 108/2016 **Службени гласник РС, број 7/2017
Члан 17.
(Изведено из члана 17.) Највећа дозвољена дужина возила, износи:* 1) за моторно возило, осим аутобуса и возила врсте L – 12,00 m;* Највећи дозвољени задњи препуст возила може износити највише 60% укупног размака осовина.* Највећа дозвољена толеранција у дужини возила износи 0,5% од прописаних вредности.* *Службени гласник РС, број 108/2016
Члан 18.
(Изведено из члана 11.) Највећа дозвољена ширина возила износи 2,55 m, осим: 2) за возило врста N и O са климатизованом фиксном или измењивом надградњом** са зидом дебљине преко 45 mm, за које највећа дозвољена ширина износи – 2,6 m; 3) за возило врсте N које има изменљиве уређаје за одржавање путева, за које највећа дозвољена ширина износи – 3,00 m. **Службени гласник РС, број 7/2017
Члан 19.
Највећа дозвољена висина возила износи – 4,0 m, осим возила врсте L, за које највећа дозвољена висина износи – 2,5 m. Клиренс возила мора омогућавати да возило оптерећено до највеће дозвољене масе може да пређе препреку висине 10 cm. Одредбе овог члана не односе се на војна возила.
Члан 20.
Моторна возила, као и скупови возила, морају имати такве уређаје да приликом вожње у кругу од 360°, најистуренија тачка возила мора бити вођена по кругу пречника од највише 25 m, при чему се габарити возила морају кретати у појасу највеће ширине 7,2 m.
Члан 21.
Највећа дозвољена укупна маса моторног возила и скупа возила износи 40 t. Укупна маса моторног возила или приколица не сме да прелази вредност највеће дозвољене масе возила која је декларисана на произвођачким таблицама моторног возила или приколица. Укупна маса моторног возила не сме да прелази следеће вредности, и то: 1) за двоосовинско моторно возило, осим аутобуса*** – 18 t; 2) за троосовинско моторно возило – 25 t, односно 26 t ако је погонска* осовина опремљена са удвојеним пнеуматичима и ваздушним ослањањем или ослањањем које се прихвата као еквивалентно, или где је свака погонска* осовина опремљена са

удвојеним пнеуматичима и при чему максимално осовинско оптерећење било које осовине не прелази 9,5 t;
*Службени гласник РС, број 102/2012
***Службени гласник РС, број 108/2016

Члан 22.

Осовинско оптерећење возила не сме да прелази вредности декларисане од стране произвођача и наведене на произвођачкој табlici на возилу.*

На погонске тачке возила врсте L, M и N, ако је возило оптерећено и у стању мировања на хоризонталној равни, мора деловати најмање једна четвртина укупне масе возила, односно скупа возила.*

На тачке управљачке осовине возила врсте L, M и N, ако је возило оптерећено и у мировању на хоризонталној површини, мора деловати најмање једна петина укупне масе возила.*

Одредбе овог члана не односе се на војна возила.*

*Службени гласник РС, број 102/2012

Члан 24.

Однос бруто снаге мотора изражене у киловатима и највеће дозвољене масе возила односно скупа возила изражене у тонама, мора бити најмање 5 kW/t, осим вучних возила која служе за вучу прикључних возила помоћу руде и нису намењена за превоз људи или терета и вучног возила туристичког воза код којих мора бити већа од 2,2 kW/t.

Одредбе овог члана не односе се на војна возила.

Члан 25.

Уређај за управљање возилом на сваком возилу мора испуњавати захтеве једнообразних техничких услова, бити поуздан и изведен тако да возач може лако, брзо и на сигуран начин мењати правац кретања возила.

Возила врсте M и N, осим возила од историјског значаја (олдтајмер)* возила дипломатских, конзуларних и културних представништава, мисија страних држава и представништава међународних организација са седиштем у Републици Србији и њиховог особља, први пут регистрована у Републици Србији након 1. јула 2012. године не смеју имати команду уређаја за управљање и друге команде директно везане за процес управљања возилом на десној страни.

Уређај за управљање моторним возилом, осим возилом од историјског значаја (олдтајмер)* возилом врсте L, T и C, мора бити такав да се предњи тачкови возила који се налазе у положају заокретања, при кретању возила по хоризонталној равној површини, после ослобађања команде управљача, сами враћају ка положају за праволинијско кретање.

*Службени гласник РС, број 108/2016

Члан 26.

Уређаји за заустављање (у даљем тексту: кочни систем) мора да омогући возачу да на безбедан, брз и ефикасан начин прогресивно смањује брзину кретања возила, или да заустави возило или да задржи возило у месту ако је оно већ заустављено, без обзира на брзину којом се оно креће и оптерећење возила ако је оно у декларисаним границама, а на путу са уздужним нагибом на коме је предвиђено кретање тог возила. Кочни систем мора да задовољи техничке услове прописане једнообразним техничким условима, односно услове прописане овим правилником.

Члан 27.

Кочне облоге морају да задовоље техничке услове прописане једнообразним техничким условима, односно услове прописане овим правилником.*

Кочне облоге не смеју да садрже азбест.*

Кочни дискови и кочни добоши морају да задовоље техничке услове прописане једнообразним техничким условима, односно услове прописане овим правилником и да имају идентификациони код.*

*Службени гласник РС, број 108/2016

Члан 29.

Систем за кочење остварује следеће функције, под условима предвиђеним у овом правилнику, и то:

- 1) радно кочење;
- 2) помоћно кочење;
- 3) паркирно кочење;
- 4) дуготрајно успоравање.

Радно кочење омогућава возачу да може на безбедан, брз и ефикасан начин прогресивно да смањује брзину кретања возила, или да га заустави, без обзира на брзину којом се оно креће и оптерећење возила ако је оно у декларисаним границама, а на путу са уздужним нагибом на коме је предвиђено кретање тог возила. Кочно дејство радног кочења мора бити такво да омогућава постепено мењање тог кочног дејства. Кочно дејство мора да буде такво да возач оствари ово кочно дејство са свог седишта, без скидања руку са команде уређаја за управљање.

Помоћно кочење омогућава да се возило успори и заустави ако дође до највише једног отказа у преносном систему радног кочења, са регулисаним интензитетом кочења, при чему једна рука возача мора бити слободна ради управљања возилом.

Паркирно кочење омогућава, да се помоћу одговарајућег механичког уређаја, спречи покретање заустављеног возила, при чему се на моторном возилу изводи тако да га возач може употребити са возачког места, а на прикључном возилу тако да га возач може употребити са возачког места или помоћу команде на прикључном возилу.

Дуготрајно успоравање возила омогућава успоравање возила при кретању возила на путу са уздужним падом, и изводи се тако да га возач може употребити са возачког места, при чему једна рука возача мора бити слободна ради управљања возилом.

Члан 30.

Против блокирајући систем (у даљем тексту: ABS) део је радног кочења који аутоматски регулише проклизавање точкова, у правцу обртања, за време кочења.*

У случају отказа ABS, радно кочење мора обезбедити прописане функције и задовољити прописане нормативе кочења.*

Сва серијски произведена возила врста M2, M3, N2, N3, O3 и O4 регистрована први пут у Републици Србији након 1. марта 2011. године, морају да буду опремљена ABS, осим возила произведених као SF покретне дизалице пре 1. јануара 2002. године и возила SF произведених са шест и више осовина**.*

*Службени гласник РС, број 108/2016

**Службени гласник РС, број 63/2017

Члан 43.

Светлосно и светлосно сигнални уређаји, постављени на предњој страни моторног и прикључног возила, не смеју давати светлост црвене боје видљиву са предње стране возила нити светлост беле боје од светала и рефлектујућих материја постављених на задњој страни возила, односно видљивих са задње стране возила.

Одредба става 1. овог члана не односи се на светла за осветљавање пута при вожњи уназад, покретно светло за истраживање (рефлектор), светла за осветљавање задње регистарске таблице и регистарску таблицу са белом рефлектујућом материјом, контурне ознаке, као и на црвено трепћуће светло на возилима под пратњом.

Члан 55.

Под уређајима за означавање моторних и прикључних возила, у смислу овог правилника, подразумевају се:

- 1) предња позициона светла;
- 2) задња позициона светла;
- 2а) дневна светла;*
- 3) задње светло за маглу;
- 4) паркирна светла;
- 5) габаритна светла;
- 6) светла задње регистарске таблице;
- 7) ротациона и трепћућа светла;
- 8) катадиоптери;
- 9) светла за означавање возила посебних намена (такси, јавни градски превоз, обука возача, возила путне помоћи и сл.);
- 10) ознаке дугих, тешких и спорих возила као и рефлективне површине за означавање контуре возила и рефлективни рекламни натписи.

*Службени гласник РС, број 63/2017

Члан 57.

Предња позициона светла на моторном возилу на четири или више точкова, осим на возилима врсте Tm, и на моторном возилу на три точка, која су шири од 1,3 m, као и на прикључном возилу, осим на возилу врсте R и S, ширине преко 1,6 m, морају бити уграђена и изведена као два предња позициона светла, а на моторном возилу на два точка и на моторном возилу на три точка која нису шири од 1,3 m као једно предње позиционо светло тако да дају светлост беле боје.*

Удаљеност светлеће површине предњег позиционог светла од површине пута не сме бити мања од 0,25 m ни већа од 1,5 m.**

*Службени гласник РС, број 102/2014

**Службени гласник РС, број 108/2016

Члан 68.

Под уређајима за давање светлосних знакова, у смислу овог правилника, подразумевају се:

- 1) стоп светла;
- 2) показивачи правца;
- 3) уређај за истовремено укључивање свих показивача правца;
- 4) светлосни знак упозорења.

Члан 79.

Под уређајима за контролу и давање знакова на моторним возилима, у смислу овог правилника, подразумевају се:

5) на возилима врсте N (теретна возила):

- (1) брзиномер са одометром и светиљком за осветљавање, ако није уграђен у тахограф који показује и региструје брзину, време и пређени пут возила дуж целог пута,
- (2) контролна плава лампа за дуго светло,
- (3) светлосни или звучни знак за контролу рада показивача правца,
- (4) показивач расположивог притиска пнеуматичког уређаја радне кочнице, ако је тај уређај стално под притиском,
- (5) тахограф, ако теретно возило односно скуп возила има највећу дозвољену масу преко 3,5 t *** ,
- (6) граничник брзине – на теретним возилима врсте N2 и N3, која су први пут регистрована у Републици Србији након 1. јула 2011. године;

***Службени гласник РС, број 108/2016

Члан 86.

Уређаји за кретање возила као што су точкови и гусенице морају бити конструисани и изведени од таквог материјала да не оштећују коловозни застор.

Пнеуматици на возилима морају бити декларисаних димензија од стране произвођача возила, зависно од највеће конструктивне брзине кретања возила и највеће дозвољене масе возила на коме су пнеуматици постављени.

Пнеуматици морају бити хомологовани према једнообразним техничким условима.

На моторним возилима могу се користити обновљени пнеуматици, осим на управљајућим точковима.

Члан 91.

Возило може бити вишебојно, бојено или прелепљено фолијом. Возило може бити и бојено/прелепљено на начин који представља слику односно тотални рекламни дизајн. У случају прелепљивања целог возила, боја возила је преовлађујућа видљива боја.

Рекламне табле, објекти и написи не смеју прелазити габарите возила по дужини и ширини, и морају бити тако конструисани да не могу угрозити или повредити друге учеснике у саобраћају, учвршћени да омогућавају вожњу до највеће конструктивне брзине возила и по облику и садржини такви да не ометају или вређају друге учеснике у саобраћају.

Члан 105.

Резервни точак мора постојати у моторним и прикључним возилима, осим у мопедима, мотоциклима, моторним возилима на три точка, лаким четвороциклима, четвороциклима, тракторима, тракторским приколицама, радним машинама, мотокултиваторима, приколицама са једноструком осовином и једноосовинским приколицама, аутобусима за градски и приградски саобраћај, тролејбусима за градски саобраћај, туристичком возу и возилима намењеним за комуналне услуге (за прање и чишћење улица, одвоз смећа и фекалија и сл.), тако да га возач може, по потреби, користити.

Пнеуматик на резервном точку мора бити истих димензија и носивости као пнеуматици који се користе на возилу или бити хомологован као привремени резервни точак према једнообразним техничким условима.

Резервни точак не морају да имају моторна и прикључна возила ако су пнеуматици или наплати опремљени неким сигурносним системом за сигурну вожњу с издуваним пнеуматиком или ако возило поседује одговарајуће средство за привремено оспособљавање издуваног пнеуматика (нпр. спреј, пена у боци под притиском, комплет за брзу поправку пнеуматика и сл.).

Члан 108.

У моторним возилима врста М, N, Т, С и К5 мора постојати опрема за пружање прве помоћи (комплет прве помоћи величине „Б”) која одговара стандарду SRPS Z.B2.001 („Службени гласник РС”, број 6/10), тако да се може по потреби користити. У возилима врста М2 и М3 која су предвиђена за више од 22 путника* мора се налазити две кутије прве помоћи величине „Б”.

Опрема за пружање прве помоћи мора се налазити на доступном месту.

*Службени гласник РС, број 108/2016

* Овај правилник има 126 члана.

5.5. ЕСЕ правилник

Правилник ЕСЕ је донет на основу међународног споразума о усвајању једнообразних техничких прописа за возила на точковима, опреме и делова који могу бити уграђени и/или коришћени на возилима са точковима и условима за узајамно признавање хомологација додељених на основу ових прописа [15, 16].

На нивоу UN-а је усвојен овај међународни споразум још 20.03.1958. године ЕСЕ, под називом „Споразум о усвајању једнообразних услова за хомологацију и узајамно признавање хомологације опреме и делова моторних возила“, а тадашња FNRJ (Федерална Народна Република Југославија) га је прихватила и ратификовала уредбом о ратификацији од 15.04.1962. године. Од тада наша земља се обавезала да ће спроводити хомологацију моторних возила и њихове опреме и делова у складу са правилницима које доносе UNECE, као и да ће признавати хомологације које су, на бази ЕСЕ правилника (енгл. ECE Regulations), извршиле овлашћене лабораторије других земаља. ЕСЕ ознака је E10.

Хомологација опреме и делова возила, односно моторних возила, представља поступак оцењивања и потврђивања да ли одређено возило у целини, или неки његов део или опрема, одговарају захтевима ЕСЕ правилника. При хомологацији возила, односно делова и опреме возила, испитују се и потврђују се уређаји битни безбедности возила у целини, као и уређаји од којих зависи еколошки квалитет возила. Ту спадају уређаји битни безбедности возила и за еколошки квалитет возила.

Поступак хомологације за тај производ се спроводи како би се произвођач или увозник возила или делова и опреме возила могао да пласира производ на тржишту неке земље у којој важе ЕСЕ правилници. Неке земље нису, а између осталих и наша, нису усвојиле све ЕСЕ правилнике. Тада је потребно спровести хомологацију само према оним правилницима и њиховим амандманима који у конкретној земљи важе. Када једном добије хомологацију за производ, произвођач је дужан да обезбеди и тзв. саобразност производње (енгл. conformity in production), тј. да гарантује да ће сваки, случајно одабран, производ из серијске производње задовољавати захтеве хомологације. У супротном, ако се утврди да произвођач нема одговарајућу саобразност производње, може му се одузети хомологација за производ.

Извођење хомологације врше посебне, међународно признате, овлашћене лабораторије које поседују одговарајућу опрему и обучени стручни кадар да могу да спроведу, често и врло сложена, испитивања која су предвиђена ЕСЕ правилницима. У нашој земљи овлашћивање лабораторија за хомологациона испитивања врши Савезни завод за стандардизацију. То овлашћење се врши по посебној процедури по којој се проверава да ли конкретна лабораторија може да врши хомологацију испитивања. До сада је у нашој земљи овлашћено седам лабораторија за вршење хомологационих испитивања.

Данас постоје 48 стране уговорнице:

- регионална економска интеграциона организација: ЕЗ
- 8 ван-европских земаља: Јапан, Република Кореја, Аустралија, Јужноафричка Република, Нови Зеланд и др.

Такође, данас се примењују и 127 ЕСЕ правилника, као и UN/ECE Правилник бр. 24/03, као и UN/ECE Правилник бр. 49/05 В1. Даље, табеларно, су показане све од ЕСЕ регулатива (табела 8) које су важне за произвођаче камиона цистерне за прање и поливање улица, поред ових регулатива возило мора да испуни захтеве који важе за сва путничка моторна возила.

У табели 8 је приказано подручје примене, само за камионе: UN/ECE Правилник бр. 83 при референтним вредностима, маса ≤ 2840 kg, док је у табели 9 приказана дуготрајност возила, а у табели 10 – ЕСЕ регулативе за камионе.

Табела 8. Подручје примене правилника за категорију N – камион [17]

Категорија возила	Највећа маса	ОТО – мотори			Дизел – мотори	
		Бензин	KPG	TNG	Дизел	Етанол
N	-	-	R49	R49	R49	R49

Табела 9. Дуготрајност возила (Хомологација код комерцијалних возила у Србији)

Категорија возила	Услов	
N1, M1 > 3,5 [t] и M2		100.000 km или 5 година
N2 и N3	≤ 16[t]	200.000 km или 6 година
M3 (класа I, II, III, A и B)	≤ 7,5[t]	
N3	> 16[t]	500.000 km или 7 година

Табела 10. Табела ECE регулативе за камион [18]

Редни број ECE правилника	Скраћени назив ECE правилника	Датум ступања на снагу	Пун назив правилника усвојеног у SCG	Област примене	Место за ознаку	Овлашћена лабораторија
1	Фарови са сијалицама P2	08/08/60	Уредба о ратификацији Правилника бр. 1 – Једнообразни прописи који се односе на хомологацију светала за пут за моторна возила која емитују један асиметричан оборен светлосни сноп и један светлосни сноп за пут, или један или други од ових снопова	Опрема за категорије возила M, N и T	На фару	21. Октобар Крагујевац

2	Сијалице за асиметричне фарове	08/08/60	Уредба о ратификацији Правилника бр. 2 – Једнообразни прописи који се односе на хомологацију светала за пут за моторна возила која емитују један асиметричан оборен светлосни сноп и један светлосни сноп за пут, или један или други од ових снопова	Опрема за категорије возила М, N и О	На сијалици	21. Октобар Крагујевац
3	Катадиоптери	01/11/63	Уредба о ратификацији Правилника бр. 2 – Једнообразни прописи који се односе на хомологацију катадиоптерских уређаја за моторна возила	Опрема за све категорије возила	На катадиоптеру	21. Октобар Крагујевац
4	Светла за регистарске таблице	15/04/64	Уредба о ратификацији Правилника бр. 4 – Једнообразни прописи који се односе на хомологацију уређаја за осветљавање задње регистарске таблице моторних возила (изузимајући мотоцикле) и њихових приколица	Опрема за категорије возила М, N, О и Т	На уређају	21. Октобар Крагујевац

5	Заптивени фарови (СБ)	30/09/67	Уредба о ратификацији Правилника бр. 5 – Једнообразни прописи који се односе на хомологацију заптивених великих светала (SB) за моторна возила, која емитују асиметрични оборени европски светлосни сноп за пут или један велики светлосни сноп за пут, или оба светла	Опрема за категорије возила М, N и Т	На фару	21. Октобар Крагујевац
6	Показивачи правца	15/10/67	Уредба о ратификацији Правилника бр. 6 – Једнообразни прописи који се односе на хомологацију показивача правца за моторна возила (изузимајући мотоцикле) и њихове приколице	Опрема за категорије возила М, N, О и Т	На уређају	21. Октобар Крагујевац
7	Позициона, стоп и габаритна светла	15/10/67	Уредба о ратификацији Правилника бр. 7 – Једнообразни прописи који се односе на хомологацију предњих светала за означавање возила, задњих светала за означавање возила и стоп светла моторних возила (изузимајући мотоцикле) и њихових приколица	Опрема за категорије возила М, N, О и Т	На уређају	21. Октобар Крагујевац

8	Фарови са халогеним сијалицама H1, H2, H3, HB3, HB4, H7, H8, H9, HIR1 и/или HIR2	15/11/67	Уредба о ратификацији Правилника бр. 8 – Једнообразни прописи који се односе на хомологацију великих светала за пут за моторна возила која емитују оборени асиметрични светлосни сноп за пут и/или велики светлосни сноп за пут која су опремљена халогеним лампама (лампе H1), и на хомологацију лампи H1	Опрема за категорије возила M, N	На фару	21. Октобар Крагујевац
10	Радио сметње	01/04/69	Уредба о ратификацији Правилника бр. 10 – Једнообразни прописи који се односе на хомологацију моторних возила у погледу спречавања радио сметњи	Категорије возила L, M, N и O	На табlici	Квалитет Ниш (само за серију аманд. 01)
11	Браве и шарке	01/06/69	Уредба о ратификацији Правилника бр. 11 – Једнообразни прописи који се односе на хомологацију моторних возила у погледу брава и уређаја за причвршћивање врата	Категорије возила M1 и N1	На табlici	Институт Застава аутомобили Крагујевац
12	Заштита возача од волана при судару	01/07/69	/	Категорија возила M1	На табlici	/
13	Кочење	01/06/70	Наредба о обавезној хомологацији возила у погледу кочења	Категорија возила M, N и O	На табlici	Машински факултет у Београду

14	Прикључници сигурносних појасева	01/04/70	Наредба о обавезној хомологацији прикључака за сигурносне појасеве	Категорија возила М и N	На таблици	Институт Застава аутомобили Крагујевац
15	Аерозагађење возила са ОТО моторима (и возилима са дизел моторима за категорије M1)	01/08/70	Уредба о ратификацији Правилника бр. 15 – Једнообразни прописи који се односе на хомологацију возила опремљених моторима са паљењем помоћу свећица у погледу емисија загађујућих гасова из мотора	Категорије возила M1 и N1	На таблици	Машински факултет у Београду / ДМБ Београд
16	Сигурносни појасеви	01/12/70	Уредба о ратификацији Правилника бр. 1 – Једнообразни прописи који се односе на хомологацију сигурносних појасева за одрасла лица која се налазе у моторним возилима	Опрема за категорије возила L5, M и N	На појасу	/
18	Заштита од неовлашћене употребе	01/01/71	Наредба о обавезној хомологацији возила са најмање три точка у погледу заштитних уређаја за спречавање неовлашћене употребе возила	Категорија возила L5, M и N	На таблици	Машински факултет у Београду
19	Предња светла за маглу	01/03/71	Уредба о ратификацији Правилника бр. 19 – Једнообразни прописи који се односе на хомологацију светла за маглу моторних возила	Категорија возила M, N и T	На уређају	21. октобар Крагујевац

20	Фарови са халогеним сијалицама H4	01/05/71	Уредба о ратификацији Правилника бр. 20 – Једнообразни прописи који се односе на хомологацију великих светала за моторна возила која дају асиметрични светлосни сноп за укрштање и/или светлосни сноп за пут а опремљена су халогеним сијалицама (сијалице H4) као и на хомологацију самих сијалица	Опрема за категорије возила М, N и T	На фару	21. октобар Крагујевац
23	Светла за вожњу уназад	01/12/71	Наредба о обавезној хомологацији светала за вожњу уназад за моторна возила и њихове приколице	Возила категорије М, N, O и T	На уређају	21. октобар Крагујевац
24	Возила на дизел моторима и дизел мотори (опацитет)	01/03/72	Наредба о обавезној хомологацији са дизел моторима у погледу емисија загађујућих састојака из мотора	Возила категорије М и N	На таблици	Институт Винча Београд
25	Наслон за главу	/	Наредба о обавезној хомологацији наслона за главу на седиштима моторних возила	Возила категорије L5, M и N	На наслону за главу	Институт Застава аутомобили Крагујевац
28	Звучни сигнали уређаја	15/01/73	Наредба о обавезној хомологацији звучних уређаја за упозорење, као и моторних возила у погледу звучних сигнала	Категорија возила L3, L4, L6, M и N	На звучном уређају и на таблици	Институт Винча Београд
29	Заштита посаде у кабини привредних возила	15/06/74	/	Категорија возила N2 и N3 преко 7 t	На таблици	/

31	Заптивени фарови са халогеним сијалицама (HSB)	01/05/75	/	Опрема за возила категорије М и N	На фару	/
38	Задња светла за маглу	01/08/78	Наредба о обавезној хомологацији задњих светала за маглу за моторна возила и њихове приколице	Опрема за возила категорија М, N, O и T	На уређају	21. октобар Крагујевац
39	Брзинометри	21/12/78	Наредба о обавезној хомологацији моторних возила у погледу брзинометра и њихове уградње на возилу	Возила категорија L, M и N	На таблици	Машински факултет у Београду
42	Браници	01/06/80	/	Возила категорије M1 и N1	На таблици	/
43	Сигурносна стакла	15/02/81	Наредба о обавезној хомологацији сигурносних стакала за моторна возила и њихове приколице	Опрема за сва возила	На стаклу	ИСП Панчево
45	Брисачи фарова	01/07/81	/	Возила категорије М и N	На брисачу фарова и на таблици	/
46	Ретровизори	01/09/81	/	Возила категорије М, N и L са кабином	На ретровизору и на таблици	/
48	Уградња светлосних и светлосно-сигналних уређаја	01/01/82	Наредба о обавезној хомологацији возила у погледу уградње светлосних и светлосно-сигналних уређаја	Возила категорија М, N и O	На таблици	Машински факултет у Београду
49	Дизел мотори и возила са дизел моторима - аерозагађење	15/04/82	Наредба о обавезној хомологацији дизел мотора у погледу емисија гасовитих загађивача	Возила категорије M2, M3 и N	На таблици	Машински факултет у Београду / Институт Винча Београд

51	Бука моторних возила	15/07/82	Наредба о обавезној хомологацији моторних возила са најмање четири точка у погледу буке	Возила категорија М и N	На таблици	Институт Винча Београд
54	Пнеуматици за привредна возила и њихове приколице	01/03/83	Наредба о обавезној хомологацији пнеуматика за привредна возила и њихове приколице, осим за путничке аутомобиле	Опрема за возила категорија M2, M3, N, O2, O3 и O4	На пнеуматику	Тигар Пирот
55	Вучни уређаји (куке)	01/03/83	Наредба о обавезној хомологацији механичких уређаја за спајање вучних и прикључних возила	Опрема за возила категорија N2, N3 и O4	На вучном уређају	Машински факултет у Београду
58	Заштита од полетања под возило са задње стране	01/07/83	Наредба о обавезној хомологацији теретних возила и прикључних возила у погледу заштите од подлетања са задње стране под возило	Опрема за возила категорија N2, N3, O3 и O4	На таблици	Машински факултет у Београду
59	Замена пригушних система	01/10/83	Наредба о обавезној хомологацији замењивих система за смањење буке	Возила категорије M1 и N1	/	Институт Винча Београд
61	Спољашње избочине испред задњег преградног зида кабине	15/07/84	/	Возила категорије N	На таблици	/
67	Возила са погоном на течни гас	01/06/87	/	Возила категорије M и N	На таблици резервоара за гас	/
68	Максимална брзина возила	01/05/87	Наредба о обавезној хомологацији моторних возила у односу на мерење максималне брзине	Возила категорије M1 и N1	На таблици	Машински факултет у Београду
73	Бочна заштита	01/01/88	Наредба о обавезној хомологацији теретних возила, приколица и полуприколица у односу на бочну заштиту	Возила категорија N2, N3, O3 и O4	На таблици	Машински факултет у Београду

77	Паркинг светло	30/09/88	/	Опрема за сва моторна возила	На уређају	/
79	Управљачки механизам	01/12/89	/	Возила категорија М, N и О	На таблици	/
83	Аерозагађење возила у зависности од врсте горива	05/11/89	Наредба о обавезној хомологацији возила у погледу емисије гасовитих загађивача из мотора у зависности од горива које захтева мотор	Возила категорија М1 и N1	На таблици	Машински факултет у Београду / ДМБ Београд
84	Потрошња горива	15/07/90	Наредба о обавезној хомологацији моторних возила опремљених моторима са унутрашњих сагоревањем у односу на мерење потрошње горива	Возила категорија М1 и N1	На таблици	Машински факултет у Београду / ДМБ Београд
85	Снага мотора	15/09/90	Наредба о обавезној хомологацији мотора са унутрашњим сагоревањем који служе за погон моторних возила категорије М и N у погледу мерења нето снаге	Возила категорија М и N	На таблици	Институт Винча Београд
89	Уређај за ограничење максималне брзине возила	01/11/92	/	Возила категорија М3, N2 и N3	На таблици	/
93	Заштита од подлетања под возило са предње стране	27/02/94	/	Возила категорија N2 и N3	На таблици	/
95	Заштита путника у случају судара са бочне стране	06/07/95	/	Возила категорије М1 и N1	На таблици	/
91	Алармни системи	01/01/96	/	Возила категорије М1 и N1	На таблици или на уређају	/

100	Електрична возила	23/08/96	/	Возила категорија М и N	На таблици	/
101	А) Мерење емисије CO ₂ и потрошње горива Б) Ел. возила – потрошња ел. енергије и радијус кретања	01/01/97	/	А) Возила категорије М1 Б1) Возила категорија М1 и N1	На таблици	/
102	Затворен вучни уређај (CCD)	13/12/96	/	Возила категорија N2, N3, O3 и O4	На уређају На таблици	/
103	Занемарљиви каталитички конвертори	23/12/97	/	Возила категорија М1 и N1	На уређају	/
105	Возила намењена за превоз опасних материја	07/05/98	/	Возила категорија N, O2, O3 и O4	На таблици	/
109	Протектирани пнеуматици за моторна возила и њихове приколице	23/06/98	/	Опрема за возила категорија М и N	На пнеуматику	/
110	Компоненте издувног система возила са KPG	28/12/00	/	Уређаји за возила категорија М и N	На уређају и на таблици	/
111	Стабилност цистерна у односу на превртање	28/12/00	/	Возила категорије N и O	На таблици	/

5.6. ЕЕС Директиве

ЕЕС директиве о производима (енгл. EEC Guidelines) су на снази у земљама Европске Уније, које се односе на различите аспекте квалитета производа. Прописани су одређени захтеви директивама, као и поступци утврђивања мерила квалитета. Оне се односе на различите производе, међу којима су и производи ауто-индустрије па и сама возила. Ове директиве у ознаци обавезно имају годину у којој су усвојене и редни број по којим су у тој години усвојене. Редни број директива које се односе на производе у

ауто индустрији нису у низу као што је то случај са ЕСЕ прописима. ЕЕС директиве које се односе на возила, њихове димензије и опрему углавном одговарају ЕСЕ прописима, мада су захтеви које постављају ЕЕС директиве често строжи него захтеви ЕСЕ прописа.

За извештај број директива не постоји кореспондентни ЕСЕ прописи. Примена ЕЕС директива је обавезна у земљама чланица Европске уније. Оне у свакој земљи чланица Европске уније ступају на снагу аутоматски, чим се усвоје у Европском парламенту.

Дакле, појединачне земље чланице Европске уније не могу да не усвоје или да одлажу примену појединих ЕЕС директива, као што је то случај са ЕСЕ прописима. Како се у земљама Европске уније хомологују возила, делови и опреме возила врши на основу ЕЕС директива, онда се при увозу таквих возила у нашу земљу врши провера саобразности и у односу на ЕЕС директиве, тј. наше законодавство их третира равноправно са ЕСЕ прописима. Производи или возила који су хомологовани на бази ЕЕС директива носе на себи ознаку у облику правоугаоника у којој је уписано „е“ и број земље у којој је хомологација добијена (нпр. ознака за хомологацију стечену у Немачкој је е1). Поступак провере саобразности возила која су хомологована према ЕЕС директивама не разликују се од поступака који се примењују при провери саобразности возила која су хомологована према ЕСЕ правилницима.

Посебан тип ЕЕС директиве је директива о хомологацији типа возила. Када возило поседује документацију да је извршена хомологација типа возила онда је процес провере саобразности знатно поједностављен, пошто та директива значи да возило задовољава захтеве свих осталих ЕЕС директива, односно ЕСЕ прописа, на бази којих се добија хомологација возила. У табели 11 су дате директиве које је потребно да испуни камион [19].

Табела 11. Директиве ЕЕС за камион [19]

Редни број	Скраћени назив ЕЕС директива	ЕЕС директива	Област примене
1	Дозвољени ниво звука и издувни систем моторних возила	77/212/ЕЕС; 84/424/ЕЕС; 87/354/ЕЕС; 92/97/ЕЕС	Возила категорија М и N
2	Мере које треба предузети против загађења ваздуха емисијама из моторних возила	83/351/ЕЕС; 88/76/ЕЕС; 88/436/ЕЕС; 89/436ЕЕС; 91/441ЕЕС; 93/59/ЕЕС	Возила категорија М и N
3	Резервоар за гориво и задњи заштитни уређај моторних возила и њихових приколица	79/490/ЕЕС; 97/19ЕС; 2006/8/ЕС	Возила категорија М, N и О

4	Простор за монтажу задње регистарске таблице на возилима и њихових приколица	70/222/ЕЕС	Возила категорија М, N и О
5	Уређају за управљање моторних возила и њихових приколица	92/62/ЕЕС; 1999/7/ЕС	Возила категорија М, N и О
6	Врата моторних возила и њихових приколица	98/90/ЕС; 2001/31/ЕС	Возила категорија М, N и О
7	Звучни упозоравајући уређаји моторних возила	87/354/ЕЕС	Возила категорија М и N
8	Ретровизори на моторним возилима	79/795/ЕЕС	Возила категорија М и N
9	Кочиони уређаји на одређеним категоријама моторних возила и њихових приколица	74/132/ЕЕС; 75/524/ЕЕС; 79/489/ЕЕС; 85/647/ЕЕС; 88/194/ЕЕС; 91/422/ЕЕС; 98/12/ЕС; 2002/78/ЕС	Возила категорија М, N и О
10	Унутрашња опрема моторних возила	78/632/ЕЕС	Возила категорија М, N и О
11	Уређаји који спречавају неовлашћену употребу моторних возила	95/56/ЕС	Возила категорија М и N
12	Седишта, њихове копче и наслони за главу у моторним возилима	81/577/ЕЕС	Возила категорија М и N
13	Уградња светлосних и светлосно-сигналних уређаја на моторним возилима и њиховим приколицама	80/233/ЕЕС; 82/244/ЕЕС; 84/8/ЕЕС; 89/278/ЕЕС; 91/663/ЕЕС; 97/28/ЕС; 2007/35/ЕС; 2008/89/ЕС	Возила категорија М, N и О
14	Уређаји за тегљење	96/64/ЕС	Возила категорија М и N
15	Сигурносни појасеви и безбедносни системи моторних возила	81/576/ЕЕС; 87/354/ЕЕС	Возила категорија М и N
16	Видно поље возача моторних возила	81/643/ЕЕС; 88/366/ЕЕС; 90/630/ЕЕС	Возила категорија М и N
17	Уређаји за одмрзавање и одмагљивање ветробрана	78/317/ЕЕС	Возила категорија М и N
18	Уређаји за прање и брисање ветробрана	94/68/ЕС	Возила категорија М и N
19	Грејање кабине моторних возила	2004/78/ЕС; 2006/119/ЕС	Возила категорија М и N

20	Блатобрани моторних возила	94/78/EC	Возила категорија М и N
21	Наслони за главу седишта моторних возила	87/354/EEC	Возила категорија М и N
22	Потрошња горива моторних возила	89/491/EEC; 93/116/EEC; 1999/100/EC	Возила категорија М и N
23	Снага мотора код моторних возила	88/195/EEC; 89/491/EEC; 97/21/EC; 1999/99/EC	Возила категорија М и N
24	Емисија издувних гасова код тешких возила	2008/74/EC	Возила категорија N
25	Пнеуматици моторних возила и њихових приколица и њихово монтирање	2005/11/EC	Возила категорија М, N и O
26	Масе и димензије одређених категорија моторних возила и њихових приколица	2003/19/EC	Возила категорија М, N и O
27	Предњи сигурносни клиренс	70/156/EEC	Возила категорија N
28	Заштита пешака	78/2009	Возила категорија М, N и O
29	Поновна употреба, могућност рециклирања и опоравка	2009/1/EC	Возила категорија М, N и O
30	Општа сигурност возила	661/2009	Возила категорија М, N и O

Европске норме и емисији издувних гасова су на снази већ више од десет година. Оне регулишу ниво издувних гасова за камионе и аутобусе. Тренутно је на снази шеста генерација, са Еуро 6 стандардом. Током 2000/2004 уведена је трећа фаза стандарда који ограничава ниво азотног оксида (NO_x), угљен монооксида (CO), хидро-угљеника (HC) и осталих загађења. Док је 2005/2007 године уведен стандард ЕУРО 4, а током 2008/2011 стандард ЕУРО 5, и данас ЕУРО 6 стандард (2014) који захтева највећу чистоћу издувних гасова из ауспуха (табела 12).

Табела 12. Европске норме о емисији издувних гасова код камиона

Стопа	Увођење	CO g/kW	HC g/kWh	NO _x g/kWh	PM (честице) g/kWh	Дим l/m
EURO 0	1988	12,3	2,6	15,8	****	*****
EURO 1	1992	4,5/4,9	1,1-1,23	8,0-9,0	0,36-0,4	*****

EURO 2	1996	4	1,1	7	0,15	*****
EURO 3	2000	2,1	0,7	5	0,1	0,1
EURO 4	2005	1,5	0,5	3,5	0,02	0,02
EURO 5	2008	1,5	0,5	2	0,02	0,02
EURO 6	2014	1,5	0,13	0,4	0,01	*****

Користи за природну околину:

- смањење емисије NO_x,
- смањење РМ честица,
- смањење емисије CO₂.

Директива дефинише стратегију смањења емисије CO₂ за 20% до 2020. године у поређењу са базном 1990. годином. Пропорцију учешћа коришћења алтернативних горива као што су Био горива (биодизел, биоетанол), компримовани природни гас CNG у износу од 20% у односу на све деривате у циљној 2020. години, као и унапређење енергетске ефикасности у смислу смањења потрошње погонских горива за 20%

Директива регулише и еколошке и енергетске критеријуме приликом набавке нових возила, који ће бити саставни део тендерске процедуре. Овом директивом дефинише се и цена емисије изражена у Euro/kg за сваки продукт. CO₂ (0,03-0,04 Euro/kg), NO_x (0,004 Euro/g), NMCH (0,001 Euro/g), РМ (0,087 Euro/g). Директива прецизира да основа за све калкулације у смислу израчунавања вредности емисије или трошкова емисије штетних гасова буде g/km, а не g/kWh.

6. Усвајање верзије модела за пројектовање

Како би се определило за верзију модела при пројектовању неопходно је сагледати тржиште у потпуности, како домаће, тако и тржиште у окружењу. Самим тим и тржиште на коме се планира пласирање новог модела камиона цистерне за прање и поливање улица, па се при пројектовање одлучује за камион дужине 6,885 метара и градњом датом у табели 13 .

За основну концепцију градње која треба бити измерена при пројектовању новог модела, а у коју треба усвојити, у новом моделу употребљава се модел последње генерације, на основу којег ће се даље радити идејни пројекат. Од стране основног модела треба да се задовоље захтеви (табела 13) у погледу носеће структуре и агрегата.

Табела 13. Оријентационо усвојена концепција градње камиона цистерне за прање и поливање улица

Носећа структура	Носећа структура шасија, заштићена изнутра и споља, услед великог оптерећења које мора да издржи изабраће се шасија већ постојећег произвођача Mercedes-Benz-a
Концепција градње и положаји на корисном простору	Челична конструкција кабине у облику кавеза, ојачана градња, причвршћивање за подну решетку завртњевима, неке од бочних оплата стена од пластичних материјала, на страницама и вратима је алуминијум. Ветробранско стакло се лепи, бочна стакла су у склопу врата. Овај тип надградње (кабина са једним местом за возача, два за раднике и додатним простором иза седишта за оставу) узима се од већ постојећих произвођача (на пример кабина произвођача Iveco), резервоар за AdBlue 60l налази се са леве стране шасије одмах иза предњег левог точка, одмах иза њега је батерија и резервоар за гориво, а са десне стране налази се издувни систем. Цело возило је опремљено светлосном и сигнализационом опремом
Концепција	Мотор напред – погон позади. Мотор смештен напред (одмах иза предњег препуста), што омогућава равномерну расподелу тежине, смештаја возача и радника, кабинског простора, мали угао ломљења карданског вратила, погон смештен на задњој осовини, управљање на предњој.
Мотор	Како би се постигле жељене перформансе, узима се дизел погонски агрегат од већ постојећег произвођача – Volvo D5K210
Мењачки преносник	Мењачки преносник је већином унификован са погонским мотором, па се тако бира на основу изабраног мотора – Volvo ZTO1006
Спојница	Користи се спојница која је унифицирана са механичким преносником
Успоривач	Електромагнетни
Управљачки систем	Хидраулични сервоуправљачки систем произвођача ZF TAS85
Систем за кочење	Диск на свим кочницама, ABS-ом, ESP-ом, паркинг кочница

Ослањање	Ваздушно ослањање произвођача ZF
Наплатци и пнеуматици	Број пнеуматика 6, пнеуматици на пратећој осовини повећане носивости. Удвојени пнеуматици на задњој осовини. Goodyear KmaxS/KmaxD 315/70 R22.5
Надградња	Резервоар од нерђајућег челика запремине 6000l, пумпа за воду произвођача „Vatrosprem“, два радна црева за прање и поливање улица

6.1. Анализа агрегата који се производе или купују од коопераната

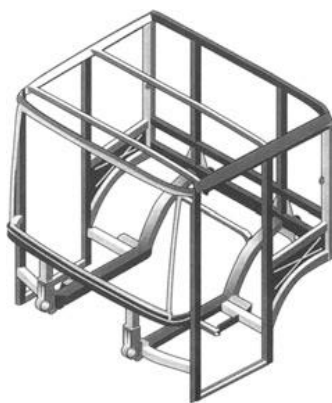
Каросерија (у овом случају кабина) служи за смештај возача и путника. Осим овог основног, каросерија може да има друге посебне задатке. У састав каросерије улази и тзв. костур каросерије. Овај скуп елемената служи за покривање склопова који су ван каросерије или као допуна најчешће за побољшање аеродинамичности (смањења отпора ваздуха) и као естетске компоненте.

У погледу оптерећења каросерије могу бити: неносеће, полуносеће и самоносеће. У односу на врсту возила разликују се каросерије за: лаке путничке аутомобиле, аутобусе, теретна возила, путничка-теретна, радна и специјална возила. У неким конструкцијама возила, најчешће код лаких путничких аутомобила и аутобуса, оквир као склоп уопште не постоји па каросерија преузима на себе све функције носећег система. У том случају ради се о самоносећој каросерији.

Избор каросерије, при пројектовању, зависи од већег броја утицајних фактора као што су: обим (број) возила који ће се произвести, број модификација који се предвиђа, учестаност промене модела, расположива производна опрема, квалификациона структура радника, традиција у производњи, транспорт и складиштење, укус потрошача, цена, расположиви материјал, систем одржавања, патенти и др.

Костур кабине – Цео костур кабине, добиће се узимањем већ готове кабине препорученог произвођача Ivco.

Костур кабине камиона цистерне, приказана на слици 17, је у већини случајева израђена од алуминијума и челичних структура који подразумевају малу масу, а самим тим и практичност.



Слика 17. Пример кабинске конструкције камиона

Стакла на возилу – Ветробранско, бочна стакла и задње стакло, уколико је потребно, може се набавити од домаћег произвођача, из фирме: EuroGlass Service – Палилула, Београд (слика 18). Компанија располаже великим лагером стакала за све марке камиона [20].



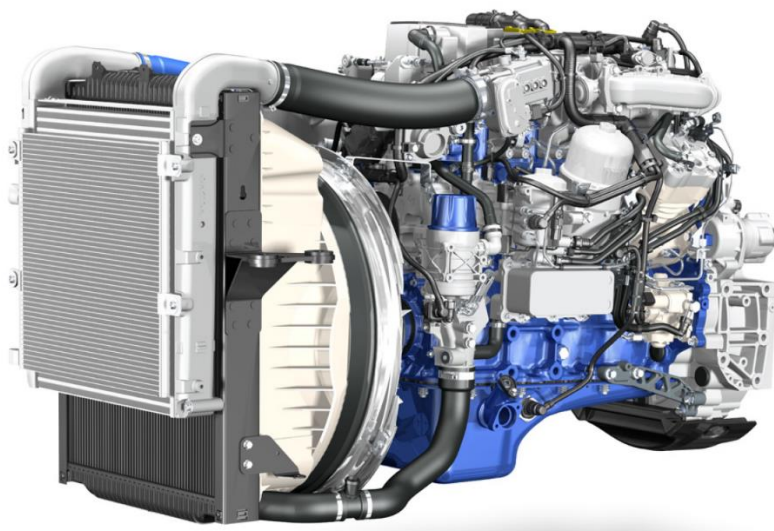
Слика 18. „EuroGlass Service” фирма за набавку стакала за камионе [20]

Кабина – габарити кабине, положај команди и геометријски параметри седишта и помоћног лежаја дефинисани су на основу антропометријских података у обрађени у поглављу 6.3. Уобичајено је да се у овој фази израде пројекта не иде у детаљније прецизирање параметара унутрашњости кабине. Међутим за возила код којих је то неопходно, параметри унутрашњости (видно поље, видљивост уз помоћу унутрашњих и спољашњих огледала, климатизација кабине, дезен материјала, антизвучна изолација, сигнални и звучни уређаји и сл.) дефинишу се на основу прописа и препорука. **Оплата кабине** – Грађена од пластике – полиестера (делови крова – изолација, предња маска и бочне стене, врата), алуминијум на вратима, и на неким бочним странама камиона. Све ове компоненте, дакле алуминијум и полиестер може се набавити од домаћих коопераната, али се одлучује за готову кабину произвођача Ivesco спремну за уградњу на возилу (слика 19).



Слика 19. Камионска кабина спремна за уградњу произвођача Iveco

Трансмисија и мотор – су углавном компоненте из увоза. Мотор камиона бира се на основу прорачуна, али и на основу искуства са сличним моделима. Мотор (слика 20) ће се бирати од коопераната, обавезно из иностранства (домаћи не постоји), Немачке, Шведске, Холандије или Америке (MAN, Mercedes-Benz, MAZ, Iveco, Scania, Volvo, Daff, Kamnis). На слици 20 је приказан дизел мотор D5K210 произвођача Volvo са четири цилиндра у линији и радном запремином од $5,1 \text{ dm}^3$ и Euro 6 стандардним мотором [21].



Слика 20. Дизел мотор D5K210 произвођача Volvo [21]

Volvo D5K210 је верзија погонског агрегата са линијским четвороцилиндричним дизел мотором и радном запремином од $5,1 \text{ l}$, опремљен са турбином и интеркулером. Мотор производи снагу од 210KS и обртни момент од 800Nm. Мотор задовољава ЕУ стандарде емисије Euro6 типа мотора.

Механички преносник – модел ZTO1006 произвођача ZF долази са шестостепеним мануелним мењачем који даје оптималне услове рада, лаку и прецизну управљивост и компактан дизајн. Овај преносник снаге пружа 1050Nm обртног момента идеалног за

потребе пројектовања камиона цистерне (слика 21). Механички преносник је већином унифициран са погонским мотором, па се тако бира на основу изабраног мотора.



Слика 21. Шестостепени механички преносник ZTO1006 произвођача ZF [22]

Погонски мост, са карданским вратилом – Углавном се бира од истог произвођача који је испоручио и мотор. Ако би се изабрао мотор Volvo D5K210, бира се и погонски мост Volvo мотора.

У циљу повећања века трајања трансмисије (посебно карданских вратила), приликом смештаја погонске групе треба водити рачуна о максималним угловима ломљења карданског вратила, који не би смели бити већи од 5 до 7°. Како би обезбедили довољно велики прилазни угао на задњем препуста камиона, најчешће се и погонски мост и мотор заокрећу за исти угао у истом смеру, чиме се одржава паралелност прирубница карданског вратила.

Спојница се бира по произвођачу механичког преносника, често буде унифицирана са мењачким преносником па се добија у комплекту. Спојница је стално укључена и њен задатак је да пренесе снагу мотора на мењач, тј. да обезбеди еластичну везу између мотора и мењача.

Управљачки систем - Најчешће коришћени управљачки системи код камиона су хидраулични. Ова компонента је такође из увоза. Може се користити хидраулични сервоуправљач од фирме ZF. У приказани механизам за управљање на слици 22, укомпонован је одвојен угаони преносник са коничним зупчаницима који омогућавају хоризонталну уградњу ZF-Servocom хидроуправљача [23].



Слика 22. Хидраулични сервоуправљач фирме ZF [23]

Пнеуматици – Пнеуматик се састоји из протектора који једини долази у додир са подлогом. Овај део се прави од чврсте гуме и веома је отпоран на хабање. Поред тога пнеуматик се састоји из рамена пнеуматика, бочнице пнеуматика, појаса или штитника пнеуматика, наплатка и каркасе које је основни део пнеуматика и састоји се од већег броја влакана, тзв. корда, која могу бити текстилна, вискозна или челична. Њена улога је да обезбеди чврстоћу и еластичност пнеуматика. Данас су у употреби скоро искључиво радијални пнеуматици. Као прве три компаније које у производњи и продаји пнеуматика чине више од 50% светске производње су: Groupe Michelin, Bridgestone Corp. и Goodyear Tire&Rubber Co. На слици 23 приказани су предњи и задњи пнеуматици за камионе произвођача Goodyear, где је величина пнеуматика 315/70 R 22.5, индекс брзине предњег 156/150 а задњег 154/150 пнеуматика, и који омогућавају [24]:

- Висок квалитет и безбедност – отпорност на оштећења због удара у ивичњаке захваљујући смеси пнеуматика отпорној на хабање у додатно ојачаном зидном делу пнеуматика,
- Велики број пређених километара по пнеуматику – дуги животни век и одличне возне способности захваљујући оптималном распореду самог облика пнеуматика, смесе газећег слоја и дубине профила газећег слоја,
- Пнеуматик пријатељски настројен животној околини,
- Комфорна и тиха вожња са смањеном потрошњом горива захваљујући ниском отпору котрљања, ниским вибрацијама и буком,



Слика 23. Пнеуматици произвођача Goodyear, модел KMAX S (слика лево) и KMAX D (слика десно) [24]

Систем за грејање, вентилације и климатизације – као што је већ истакнуто, теретна возила се користе у различитим климатским условима. Референтни параметри спољашњег окружења су: температура, релативна влажност и брзина струјања ваздуха, а такође и интензитет сунчевог зрачења. Правилан избор параметара спољашњег окружења је веома важан предуслов за квалитетно пројектовање система. Спољашње температуре се крећу од -60 до $+60$ °C, а релативна влажност од 20 до преко 90%.

При пројектовању система, полази се од утврђивања релативних параметара микроклиме кабинског простора и спољашњег окружења за зимски и летњи режим и експлоатацију. Важно је напоменути да се у зависности од нивоа комфора који се жели постићи, опредељује за врсту система: грејање и вентилација или климатизација. Корисно је да се у току пројектовања кабине консултују специјализовани произвођачи опреме за ГВК, посебно са аспекта изолације, облика и величине саме кабине. При томе треба тежити да средњи коефицијент пролаза топлоте кроз омотач кабине буде мањи од $1 \text{ Wm}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Системи за евакуацију издувних гасова, електро, хидро и пнеуматске инсталације – У овој фази израде пројекта, обично, се не иде детаљније у дефинисање параметара поменутих система, а кад је то неопходно поступа се по аналогiji са изведеним возилима за које се зна да задовољавају међународне препоруке и норме.

6.2. Усвајање концепције возила за пројектовање агрегата

6.2.1. Усвајање концепције камиона

Први корак при пројектовању камиона је дефинисање концепције његове изградње (слика 24) и избор мотора. Под концепцијом камиона подразумева се његово конструктивно извођење са аспекта положаја и врсте коришћеног погонског агрегата и трансмисије.

Са аспекта положаја мотора и погонских точкова, у односу на шасију, при пројектовању бира се основна сада већ стандардна концепцију градње камиона са мотором смештеним

иза предњег препусту и погоном на задњем мосту. На слици 24 је приказана таква једна концепција градње произвођача DAF модел LF [25].



Слика 24. Савремена концепција погона камиона са смештајем мотора и кабине у предњем препусту и погоном на задњем мосту [25]

Концепција камиона са смештајем погонске групе у предњем препусту возила је данас најшире заступљена код свих типова камиона. Обезбеђује најповољније услове за оптимално коришћење путничког и погонског простора. Правилном дистрибуцијом осталих тешких компоненти (као што су резервоари за гориво, батерије, резервни точак и остале пратеће компоненте) постижу се задовољавајући параметри стабилности при кретању.

6.2.2. Усвајање носеће структуре

Самоносећа структура, односно шасија, представља основу градње сваког камиона. На њој се налазе сви неопходни уређаји на возилу, а задатак јој је да агрегате возила повеже у једну компактну целину и да пренесе сва оптерећења која се јављају у току експлоатације теретног возила.

Структура шасије је обично лествичастог типа, а најчешће се састоји од уздужних и попречних носача отворених „U” профила. Један од највећих произвођача теретних возила у Европи, Mercedes-Benz, користи различите материјале и дебљине материјала, а такође и ојачања код уздужних носача. Према томе, због великог оптерећења које камион цистерна мора да издржи изабраће се већ постојећа шасија произвођача Mercedes-Benz приказана на слици 25 [26].

Новији тип шасије, Mercedes-Benz-a, оптимизован је за примену у тешким условима експлоатације, пружа велику стабилност возила и дајући врхунске возачке карактеристике.

Шасија нуди изванредну заштиту од корозије, захваљујући катодном подмазању, и приступачност уградње. Остале погодности укључују широк избор међуосовинских размака, фабрички постављене настрешне оквири и мостове.



Слика 25. Носећа структура – шасија, произвођача Mercedes-Benz [26]

6.2.3. Избор погонског агрегата

Мотор се бира на основу вучно-динамичких карактеристика. У зависности од намене камиона дефинишу се вучно-брзинске карактеристике, а у вези са тим и карактеристике самог мотора и преносника снага. Од реномираног произвођача бира се мотор, који има мрежу овлашћених сервиса, како у земљи у којој се пројектује тако и у онима у којима се жели пласирати ново произведено возило. Дакле, води се рачуна да мотори буду компактни, дуготрајни, са великом снагом и малом потрошњом горива, уз минималну емисију – емисију која је прописана у земљама у којој се пласира камион.

Као погонски агрегат, у данашњим камионима цистерни користе се дизел мотори, понекад прерађени за коришћење различитих гасовитих горива, ретко бензински мотори, а због оштрих законских регулатива интензивно се ради и на примени различитих врста електро погона у урбаним срединама.

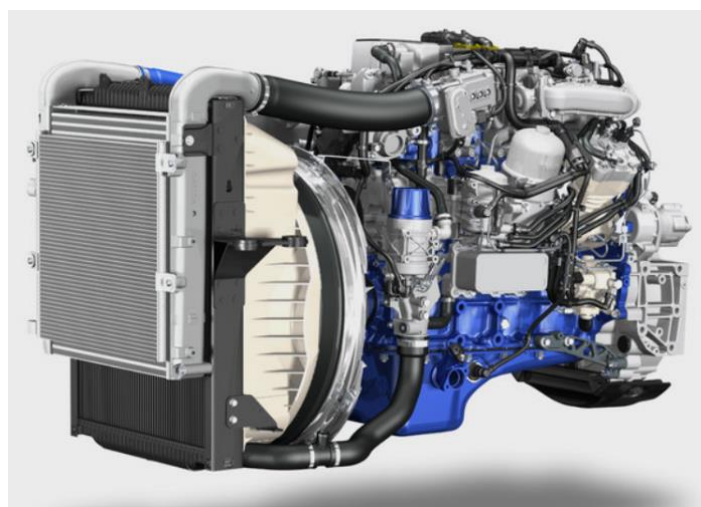
Пракса је показала да се код камиона за прање и поливање улица под карактеристичном брзином подразумева брзина (не радна) која се може допустити у међуградским и градским условима, нпр. 50 km/h у градским односно 80 km/h у међуградским условима. Карактеристичан отпор код камиона обухвата збир отпора котрљања и отпора ваздуха при максималној брзини кретања.

На основу израчунате снаге треба усвојити одговарајући мотор, водећи рачуна о захтевима који проистичу из ограничења наметнутих тржиштем, еколошких норматива, унификације и сл.

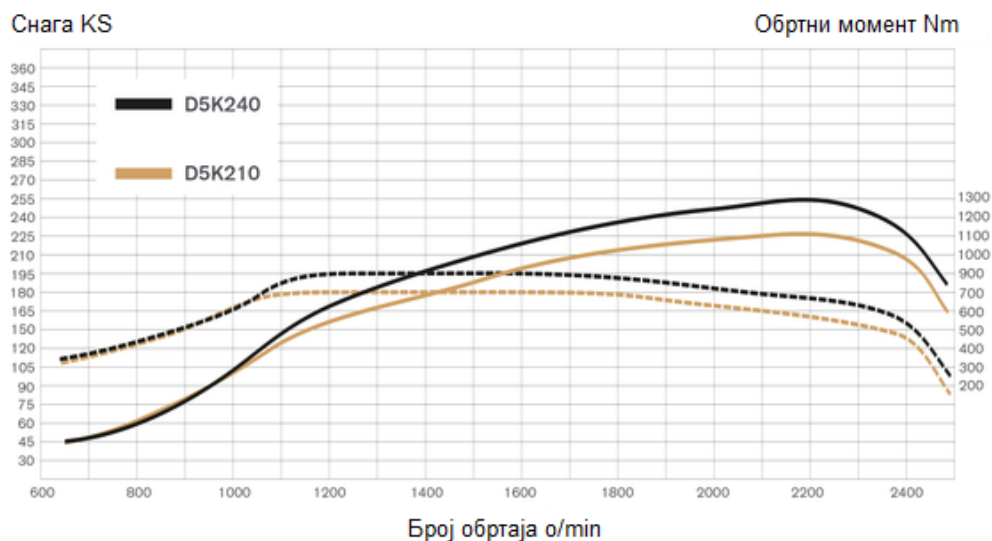
Тако да при пројектовању возила узмеће се неколико модела мотора произвођача Volvo (слика 26) због разлога што су они специјално прилагођен за потребе пројектовања камиона цистерне. Карактеристике ових погонских агрегата дате су у табели 14, погонски агрегат је приказан на слици 26, а њихове вучно динамичке карактеристике дате су у дијаграмима 1 и 2.

Табела 14. Погонски агрегати који долазе у оптицај за камион који се пројектује

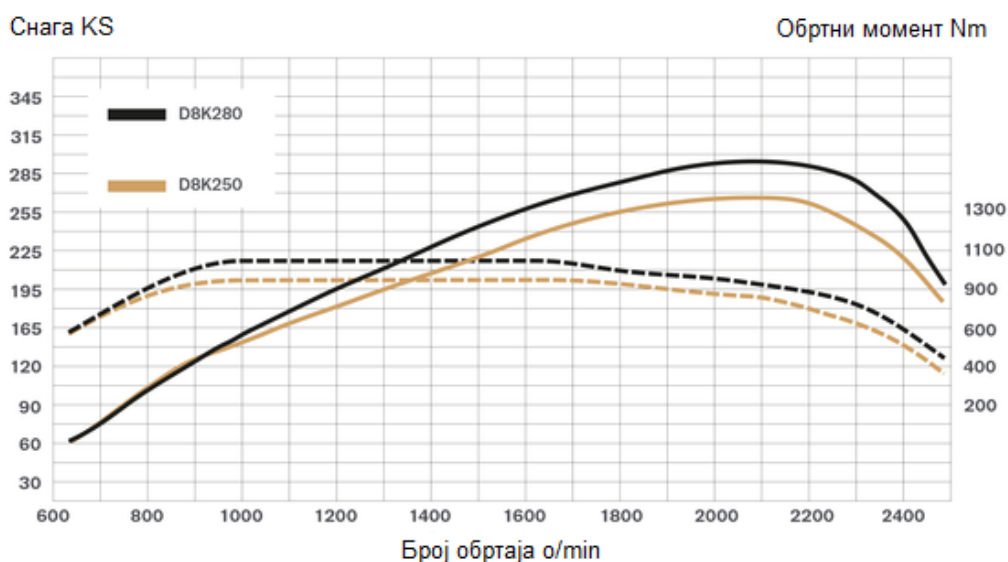
	Варијанта 1	Варијанта 2	Варијанта 3	Варијанта 4
Погонски агрегат	Volvo D5K210	Volvo D5K240	Volvo D8K250	Volvo D8K280
Број цилиндара / распоред	4 / линијски	4 / линијски	6 / линијски	6 / линијски
Радна запремина	5.1 dm ³	5.1 dm ³	7.7 dm ³	7.7 dm ³
Ход клипа	135 mm	135mm	135 mm	135 mm
Пречник клипа	110 mm	110 mm	110 mm	110 mm
Степен компресије	17.5:1	17.5:1	17.5:1	17.5:1
Снага	154 kW (210KS) при 2200 o/min	177 kW (240KS) при 2200 o/min	184 kW (250KS) при 2100 o/min	206 kW (280KS) при 2100 o/min
Макс. обртни момент	800 Nm на 1100 – 1700 o/min	900 Nm на 1200 – 1600 o/min	950 Nm на 900 – 1700 o/min	1050 Nm на 950 – 1700 o/min
Запремина уља	15 l	15 l	20 l	20 l
Расхладни систем, укупна запремина	13 l	13 l	17 l	17 l



Слика 26. Погонски агрегат Volvo D5K и D8K [21]



Дијаграм 1. Спољашња брзинска карактеристика Volvo D5K погонског агрегата



Дијаграм 2. Спољашња брзинска карактеристика Volvo D8K погонског агрегата

6.2.4. Избор мењача

Мењач је најзначајнији елемент система преноса снаге. Основни задатак мењача је да пренесе снагу, односно момент и да при томе изврши промене обртног момента и броја обртаја доводећи их на тренутно потребне вредности за савлађивање отпора на точковима.

У погледу снаге код камиона се примењују:

- Механички мењачи – степенасти преносници,
- Аутоматски мењачи (али не у свим степенима преноса) – континуални преносници.

За пројектовање камиона цистерне изабран је шестостепени мануелни мењач произвођача Volvo тип ZTO1006 (слика 27) који је унифициран са већ изабраним варијантом мотора.

Мењач је опремљен серво уређајем и са кратком ручицом лак је за руковање. Ручица мењача је без вибрација и има кратке и врло оштре покрете селекције степена преноса. Преносни однос у највишем степену преноса је мали што доприноси ниској потрошњи горива при раду.

Мењач је лаган, са самим кућиштем и кућиштем фриктционе плоче, које је сачињено од алуминијума, тежи свега 140 kg. Конусни зупчаници у мењачу омогућавају тихи рад и дуги век употребе [22].

У табели 15 приказане су карактеристике мењачког преносника.



Слика 27. Мењачки преносник – ZTO1006 [22]

Табела 15. Карактеристике мењачког преносника

Произвођач	Volvo
Тип	ZTO1006
Врста	Синхронски-мануелни мењач
Максимални обртни момент	1050 Nm
Носивост	32,5 t
Тежина без уља	140 kg
Преносни односи	
Број степени преноса	6 напред / 1 уназад
Преносни однос у I с.п.	6.75
Преносни однос у II с.п.	3.60
Преносни однос у III с.п.	2.12
Преносни однос у IV с.п.	1.39
Преносни однос у V с.п.	1.00
Преносни однос у VI с.п.	0.78
Преносни однос у ходу уназад	6.06

6.2.5. Избор спојнице

Код преносника снаге, основни задатак спојнице је да прекине или споји ток снаге, односно обртног момента између мотора и склопа преносника – мењача.

Код камионског програма се у данашње време користе само хидродинамички и механички преносници снаге, који су директно спојени са мотором. Примена фрикционе еластичне спојнице се сама намеће. Из разлога што, код камиона, механичка спојница мора да испуњава: полазак из места, а по потреби и заустављање; заштиту система преноса снаге од механичког преоптерећења; мали замор возача у току њеног коришћења; пренос обртног момента од мотора на трансмисију; потпуност и континуалност укључења и искључења.

Спојница се бира према каталогу произвођача механичког преносника, често буде унифицирана са мењачким преносником па се добија на основу изабраног решења.

6.2.6. Избор осовина, кочионог система, врста и систем ослањања

Код камиона се данас користе диск и добош кочнице у разним извођењима. Диск кочнице на задњој осовини се већ уграђују код већине светских произвођача, поготово имајући у виду предности које диск кочнице имају (мањи простор за уградњу, боље одвођење топлоте, брза реакција код кочница са АБС-ом и др.) у односу на добош кочнице, тако да се у будућности очекује све већа примена диск кочница и на задњим осовинама. Код камиона цистерне за прање и поливање улица конструкција задње осовине зависи од шасије, висине пода, смештаја мотора са мењачем и надградње.

Систем за ослањање има задатак да све реактивне силе и моменте који се јављају између точкова и тла пренесе на носећу структуру возила, спречи и ублажи ударна оптерећења, да сва активна оптерећења и вибрације од погонског мотора и обртних преносника снаге максимално пригуши и да обезбеди потребну стабилност возила у свим условима кретања и кочења возила .

Пошто су услови намене различити од врсте примене камиона, тако су и задаци система за ослањање веома сложени и могу се поделити на зависне и независне системе ослањања.

Међутим, све више се користе ваздушне опруге, чиме се постиже већа удобност. У пракси се ваздушне опруге најчешће користе у комбинацији са параболичним опругама. На слици 29 је приказано конструктивно решење система ослањања са ваздушним опругама фирме ZF.



Слика 29. Систем ослањања са ваздушним опругама фирме ZF

Савремена решења система за ослањање камиона имају електронску регулацију нивоа, ECAS (енгл. Electronically Controlled Air Suspension). Овај систем обезбеђује: добро држање нивоа возила, смањење потрошње ваздуха при вожњи, користи се мањи број цевних водова, убрзан процес пуњења опруга ваздухом, лако руковање, могућности програмирања електронске јединице, могућност дијагностике, могу се комбиновати и функције меморисаних нивоа, притисак ваздуха у пнеуматичима, помоћ при поласку возила, и др.

Код разних врста камиона фирма ZF нуди комплетне системе ослањања предње и задње осовине, нека од њих су приказана на сликама 30 за предње и слици 31 за задње ослањање као и њихове карактеристике у табелама 16 и 17.

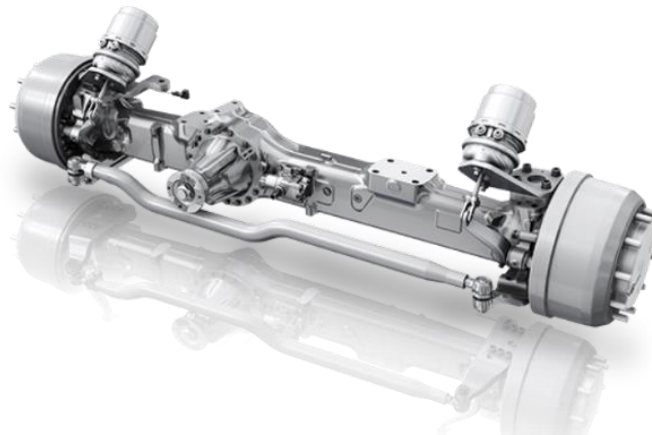


Слика 30. Систем независног ослањања предње осовине ITS 80 F произвођач ZF [27]

Табела 16. Техничке информације система ITS 80 F независног ослањања предње осовине [27]

Модел	ITS 80 F
Положај осовине	Предња осовина
Оптерећење осовине [kg]	6.500 – 8.000 kg
Путање точка [mm]	+100, -170
Углови заокретања точка	50°/40°
Ширина возила [mm]	2.550
Ширина оквира [mm]	око 900
Клиренс [mm]	око 260
Димензије од прирубнице до прирубнице [mm]	2.408
Тип пнеуматика	385/85 R22.5 315/80 R22.5
Тежина система осовине [kg] (у зависности од спецификације купаца)	550

Предности модела ITS 80 F показују се у револуционарном дизајну у смањењу тежине, уштеди горива, као и повећане носивости. Иновативна контролна рука омогућава оптимизовање кинематике осовине, пружа већи комфор при вожњи и унапређено маневрисање услед повећаног угла управљања.



Слика 31. Систем ослањања задње осовине APL 90 произвођач ZF [28]

Осовина APL 90 је специјално дизајнирана за погон на задњим точковима. Чак и у већини неповољних услова, ова осовина омогућава оптималне карактеристике вуче. Због уравнотежења кинематике управљања, возилом се лако маневрише и тиме смањује хабање пнеуматика и површине пута. Добош кочница опремљена је ABS-ом. Предности модела праћена су побољшаним клиренсом, унификацији са дуплим пнеуматичима, дужем веку трајања осовине, великој прецизности током управљања, специјалном

израдом за примену у тешким возилима, добрим дизајном планетарног погона и балансираној кинематици управљања.

Табела 17. Техничке информације система ослањања задње осовине [28]

Модел	APL 90
Положај осовине	Задња осовина
Максимално оптерећење осовине [kg]	10.000
Максимални обртни момент осовине [Nm]	35.000
Типична величина пнеуматика	13,00 R22.5
Однос осовине	5.19; 6.89
Систем кочења	добош
Тежина система осовине [kg]	742

6.2.7. Избор система за управљање

Одржавање жељеног правца кретања камиона омогућава систем за управљање. Систем за управљање на камиону састоји се од два основна механизма:

- Механизма за управљање и
- Преносног механизма.

Фирма ZF је развила нову генерацију хидрауличних сервоуправљача под комерцијалним називом TAS који су специјално дизајнирани за примену у тешке камионе. ZF хидроуправљачи имају оптималну тежину и прецизно контролисање возила приликом управљања.

За пројектовање изабраће се ZF хидроуправљач (слика 32) тип TAS85, погодан за уградњу у камион цистерни за прање и поливање улица чија оптерећења предње осовине не прелазе 8,2t. У табели 18 приказани су технички подаци хидроуправљача.

Табела 18. Основни технички подаци ZF хидроуправљача TAS85 [29]

Модел сервоуправљача	ZF TAS85
За усмеравање осовинског оптерећења до	8,2 t
Максимални притисак	150 bar
Хидраулички момент на 90% ефикасности	6.649 Nm
Угао полуге управљача	95 °
Преносни однос	23.1:1, 21:1
Максимална температура	121 °C
Приближна вредност тежине	44 kg



Слика 32. ZF хидроуправљач тип TAS85 [29]

6.2.8. Избор пнеуматика

Пнеуматик је важан елемент у систему за ослањање и на удобност возње утиче својом еластичношћу и способношћу да амортизује ударе. Захваљујући својој променљивој и прилагодљивој структури, савремени пнеуматици испуњавају све захтеве које поред њих постављају произвођачи и корисници камиона. Камиони искључиво користе радијалне пнеуматике са челичним кордом. Ови пнеуматици имају три улошка у појасу, израђена од челичних влакна.

Посебно треба издвојити услове експлоатације у којима раде пнеуматици камиона цистерне. Стално оптерећен рад, убрзања и кочења чине да су ови пнеуматици веома оптерећени како механички тако и топлотно. Посебне проблеме представљају и рупе на путевима.

На слици 33 је приказан изабран дезен пнеуматика за камионе, намењен за монтажу на осовинама камиона цистерне који се пројектује. Ови пнеуматици имају ојачања бочница спољашњих гума и повећану отпорност на хабање [24].



Слика 33. Пнеуматици произвођача Goodyear, модел KMAX S (слика лево) и KMAX D (слика десно) [24]

6.2.9. Избор надградње – резервоар за воду, пумпа и пратећа опрема

Као избор надградње резервоара за воду и пратеће опреме изабраће се домаћи произвођач за производњу специјалних возила и њихових делова, фирма „Ватроспрем“.

Фирма „Ватроспрем“ нуди резервоар за воду високог квалитета који се добија заваривањем од квалитетног угљеничног челика, коферастог и вишекоморног попречног пресека. Резервоар има корисну запремину од 6m^3 , пресека $1800 \times 960\text{mm}$, а дужина резервоара је 4200mm . Унутрашњост резервоара премазана је специјалним премазима и може се користити и за превоз пијаће воде. На слици 34 приказан је пример већ монтираног резервоара за воду са одговарајућом пратећом опремом.



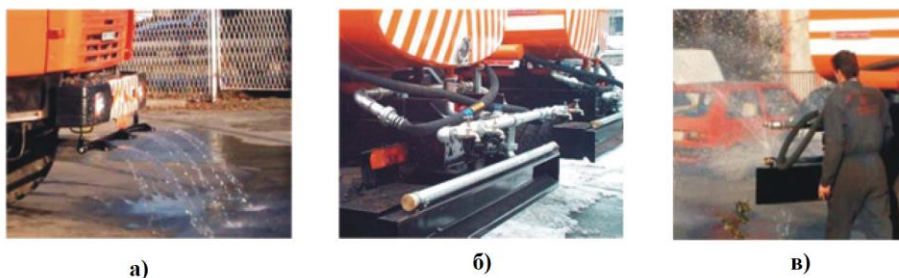
Слика 34. Монтиран резервоар за воду са одговарајућом пратећом опремом произвођача „Ватроспрем“ [4]

Утакање воде врши се преко напојног дома или помоћу пумпе, на врху резервоара је отвор. Истакање из резервоара врши се гравитационо позади, или преко једностепене центрифугалне пумпе (слика 34) типа 36.00.00 произвођача „Ватроспрем“ и млазнице (пиштољем) са славинам за истакање преко потисног црева. Капацитет пумпе је 800l/min при 6 бар-и, а број обртаја је 300 o/min .



Слика 34. Једностепена центрифугална пумпа тип 36.00.00 произвођача „Ватроспрем“ [6]

Изабрану пратећу инсталацију (слика 35) чине пнеуматске команде за покретање предњих и задњих млазница, потисно црево са млазницом дужине 10m , системима усисних и потисних цевних и цревних водова са вентилима.



Слика 35. Пратећа инсталирана опрема цистерне за прање и поливање улица произвођача „Ватроспрем“ – а), в) предње и задње млазнице и њихов рад, б) потисна црева са млазницом [6]

6.3. Усвајање димензија возила, позиције агрегата и смештај возача, радника и терета.

При пројектовању теретних возила, најчешће, се поставља проблем оптималног избора врсте спрега: возила са товарним сандуком (тзв. сандучар), товарним простором, приколицом или тегљач са полуприколицом. Ова дилема се, најчешће решава маркетиншком обрадом тржишта, али се, и поред тако добијених информација, пројектанту возила препушта да разреши дилему.

У пракси се користе различити прилази за решавање поменуте дилеме, а уобичајено је да се, при томе, врше поређења апсолутних показатеља једне и друге врсте вучног воза. Досадашња сазнања указују на чињеницу да релативни односи карактеристичних величина пружају веће могућности за анализе, при чему ширу примену налазе следеће величине [30]:

k_g – однос масе превоженог терета при потпуном искоришћењу запремине товарног простора и корисне носивости;

k_L – однос дужине товарног простора према укупној дужини вучног воза;

Од значаја је напоменути да дужина кабине има велики утицај на степен искоришћења габарита возила, јер већи степен искоришћења k_L може се постићи кратком кабином.

Истиче се чињеница да велики светски произвођачи теретних возила проблем решавају тако што у производном програму имају и једну и другу врсту вучног возила (или вучних возова), али је при томе уочљива све масовнија примена возила тегљача.

У пракси се, поред наведених параметара, користе и други. Тако, на пример, коефицијент искоришћења масе k_m дефинише се једначином:

$$k_m = \frac{m_k}{m_s}$$

где су:

m_k – корисна носивост, а

m_s – маса возила спремног за вожњу.

Поред претходног, у пракси се користи и коефицијент искоришћења габарита камиона:

$$k_A = \frac{A_k}{LB}$$

где су:

A_k – површина товарног простора,

L – максимална дужина, а

B – максимална ширина теретног возила.

Данашња практична искуства при пројектовању возила упућују на то да су димензије кабине један од полазних параметара при избору габарита теретних возила, о чему ће бити речи у даљем тексту.

6.3.1. Одређивање унутрашњих габарита кабине теретних возила

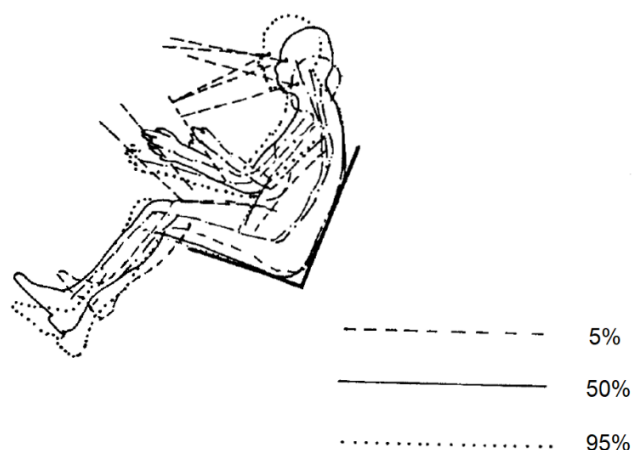
Како је већ речено, за избор концепције и габарита теретног возила, неопходно је познавати димензије кабине, које су у тесној вези са потребним простором возача и сувозача.

Од значаја је да се радни простор за возача и сувозача што прецизније дефинише још у фази израде пројектног задатка, односно идејног пројекта (овај задатак изостаје у случају да се код новопроектиованог возила користи кабина од неког већ постојећег савременог произвођача теретног возила – аналогних перформанси и намене). Дефинисање величине радног места возача (Р.М.В) је веома комплексно и захтева ергономски прилаз.

То се данас решава, најчешће, изводи уз помоћу раванских шаблона (манекина за 5, 50 и 95% популације) који симулирају положај тела возача и путника у кабини [31]. Параметри шаблона су дефинисани на основу антропометријских података човека одређене регионалне и расне припадности, а како се средње димензије људских тела мењају у дужем временском интервалу, шаблоне треба користити опрезно.

Имајући претходно у виду, оцењује се целисходним да се изложи прецизан поступак дефинисања димензија радног места возача базиран на статистичким антропометријским подацима човека у седећем ставу.

Сложеност решавања овог задатка илуструје слика 35 на којој су шематски приказани положаји возача и његових екстремитета за 5, 50 и 95% популације. Очигледно је да се у циљу повећања безбедности, морају створити услови за нормално управљање возилом шире популације возача



Слика 35. Шематски приказ возача различитих димензија у радном положају [31]

6.3.2. Израчунавање минималне дужине радног места возача

У основи разликују се два случаја и то:

- Кабина са попречно уграђеним лежајевима,
- Кабина без попречно уграђених лежајева.

У даљем тексту говориће се о кабини без уграђених лежајева за возаче јер је она једна од најпримењиваних код цистерна за прање и поливање улица.

Минимална дужина Р.М.В., за случај без уграђених лежаја, може се израчунати на основу слике 36, а према формули [31]:

$$L_{min} = (i - n)\cos\eta + g\sin\eta + a\cos(180 - \eta - \omega) + (b + p)\cos\delta + x + k_1 + k_2 + k_3,$$

где су:

i, g, n, a, b, p – антропометријски подаци за 95% популације у следећем ставу,

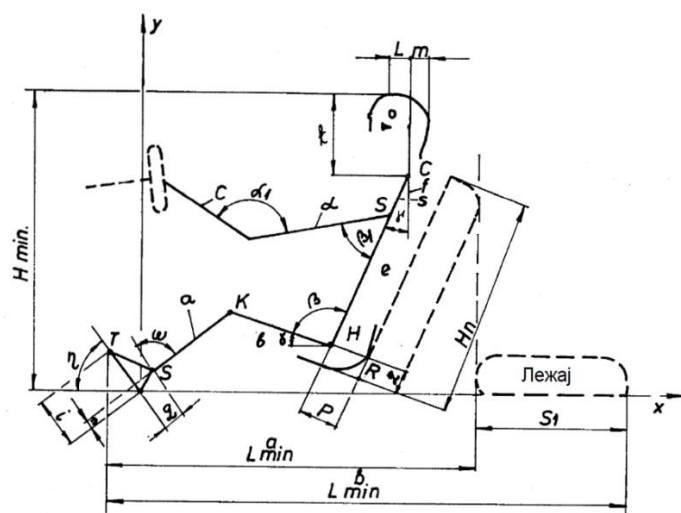
η, ω и δ – анатомски углови седења,

x – минимални зазор између тачке R и задњег дела кабине;

k_1 – додатак за обућу (20-30 mm)

k_2 – додатак за ципеле (око 20 mm),

k_3 – додатак за дебљину наслона седишта (око 50 mm)



Слика 36. Шема Р.М.В. [31]

Величина x израчунава се на основу израза:

$$x = H_n \cdot \sin(\gamma)$$

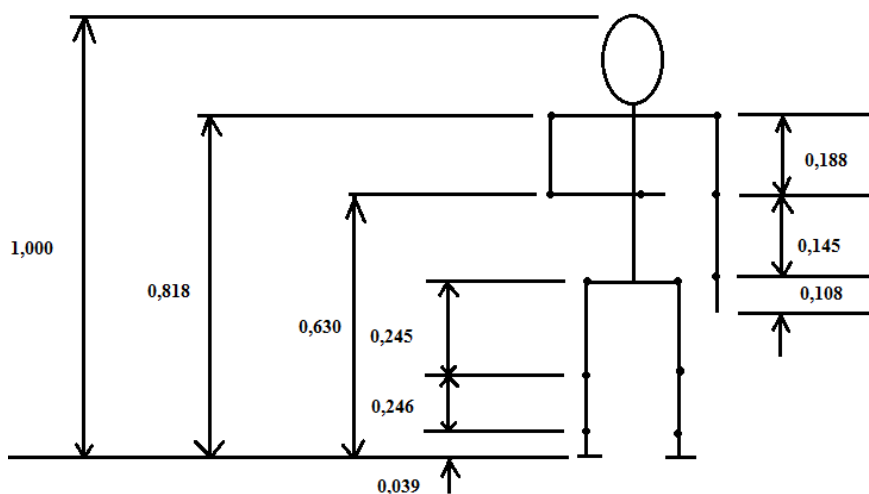
где су:

H_n – висина, а

γ – анатомски угао наслона седишта.

На основу угла β усваја се угао $\delta = 90 - 85 = 5^\circ$, а за угао η усваја се вредност $\eta = 180 - 90 - (180 - \alpha - \delta) = 25^\circ$.

На основу података о висини 95% мушке популације, која износи $H = 1850\text{mm}$ и на основу карактеристичних односа дужина тела човека приказана на слици 37, може се одредити величине q , b , a . Висина H_n се израчунава помоћу односа величина тела човека, на основу слике 37.



Слика 37. Односи димензија људског тела

Висина наслона седишта је у тесној вези са висином рамена, или висином лопатица, за 50% популације. Она се обично из безбедносних разлога, усваја тако да буде једнака висини тачке ока и то за 95% популације, а постојећи стандарди не препоручују уградњу наслона за главу код седишта возача.

$$a = 1850mm \cdot 0,246 = 455,1mm$$

$$b = 1850mm \cdot 0,245 = 453,25mm$$

$$q = 1850mm \cdot 0,039 = 72,15mm$$

$$e + f = 1850 \cdot 0,818 - b - a - q = 532,8mm$$

$$H_n = 1850mm \cdot 0,818 - b - a = 604,95$$

На основу података за q усваја се величина за i и n .

$$n = tg20^\circ \cdot q = 25,89mm$$

$$i - n = tg70^\circ \cdot q \rightarrow i = 224,1mm$$

$$x = H_n \sin(\gamma) = 206,9mm$$

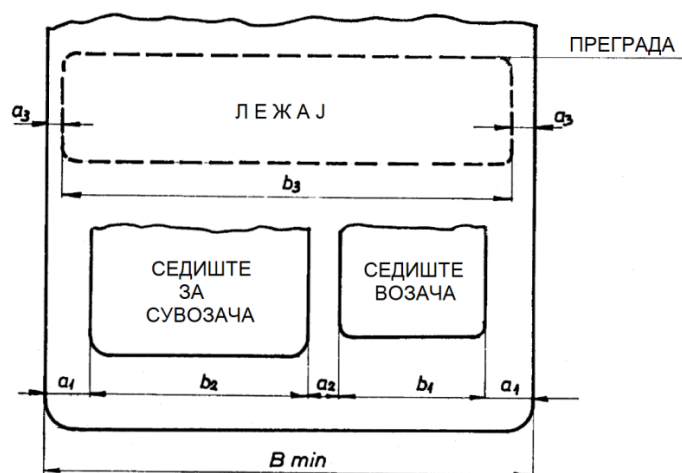
Тако да је минимална дужина радног места возача:

$$\begin{aligned} L_{min} &= (224,1 - 25,89) \cos(25^\circ) + 72,15 \sin(25^\circ) + 455,1 \cos(180^\circ - 25^\circ - 90^\circ) \\ &\quad + (453,25 + 200) \cos(5^\circ) + 604,95 \sin(20^\circ) + 20 + 30 + 50 \\ &= \mathbf{1359,99mm} \end{aligned}$$

6.3.3. Ширина радног места возача

Ширина радног места возача зависи од тога да ли је кабина са или без попречно уграђених лежајева. Пошто у случају нема уграђеног лежаја, већ простор за оставу ствари, фокусираће се на кабини без лежаја.

Највећа **ширина** возила је растојање између најистуренијих бочних делова возила без терета. Највећа дозвољена ширина возила је: **$V_{max} = 2,55m$** . У овом случају кабина мора да обезбеди простор за смештај возача и једног или два сувозача.



Слика 38. Шема одређивања ширине радног места возача [31]

Ради лакшег праћења даљег излагања посматраће се слика 38, са које је очигледна релација:

$$B_{\min} = 2a_1 + a_2 + b_1 + b_2,$$

где су:

b_1 – ширина седишта возача;

b_2 – ширина једноструког или двоструког седишта сувозача;

a_1 – бочни зазор између седишта и бочних страна кабине (100 – 150 mm);

a_2 – зазор између седишта возача и сувозача (око 100 mm)

Ширина седишта возача може се израчунати на основу ширине седалног предела према једначини:

$$b_1 = \check{S}SP + k_5,$$

где су:

$\check{S}SP$ – ширина седалног предела за 95% популације (око 505mm), а

k_5 – додатак на одећу (око 25 mm).

Аналогно може се израчунати и ширина седишта сувозача једначином:

$$b_2 = n \cdot \check{S}SP + k_6 + k_7,$$

где су:

k_6 – додатак за зимску одећу (50 mm)

k_7 – минимални зазор између сувозача (62mm), а

n – број сувозача (један или два).

Применом вредности у једначинама добија се:

$$b_1 = 505 + 25 = 530mm$$

$$b_2 = 2 \cdot 505 + 50 + 62 = 1122mm$$

$$B_{\min} = 2 \cdot 125 + 100 + 530 + 1122 = 2002mm$$

Као резултат једначине добија се да је неопходна минимална ширина радног места возача **$B_{\min} = 2002$ mm.**

6.3.4. Минимална висина кабине

На основу слике 35 минимална висина кабине износи:

$$H_{\min} = -n \sin \eta + q \cos \eta + a \sin(180 - \eta - \omega) - b \sin \delta + (e + f) \cos \gamma + k + k_9 + k_{10},$$

где су:

n, q, a, b, e, f и k – антропометријски подаци за 95% популације,
 η, ω, δ и γ – анатомски углови седења,
 k_9 – додатак на одећу (20 mm), а
 k_{11} – додатак на косу и слободан простор (100 mm)

Према томе, минимална висина радног места возача, износи:

$$\begin{aligned} H_{min} &= -25,89 \cdot \sin 25^\circ + 72,15 \cdot \cos 25^\circ + 455,1 \cdot \sin(180^\circ - 25^\circ - 90^\circ) \\ &\quad - 453,25 \cdot \sin 5^\circ + 532,8 \cdot \cos(20^\circ) + 20 + 20 + 100 \\ &= -10,94 + 65,39 + 412,46 - 39,50 + 500,67 + 140 = \mathbf{1068,08mm} \end{aligned}$$

Овако израчунати габарити дефинишу минимални радни простор возача на основу кога се може пројектовати нова кабина или усвојити нека од постојећих.

Обзиром на чињеницу да се говори о дефинисању концепције возила, спољашњи габарити могу се израчунати увећавањем претходно дефинисаних унутрашњих димензија за око 30% по висини (возачу и сувозачу треба омогућити нормалан улазак и излазак из кабине) 10% по ширини, и за око 10 – 30% по дужини (у зависности од типа кабине – мање вредности се односе на трамбус кабину, а веће на кљунасту), или пак користити аналогију са кабинама већ изведених возила.

Напомиње се да се при избору димензија мора водити рачуна о прописима који се односе на габарите возила (посебно на ширину) која учествују у саобраћају, осим код специјалних возила која су намењена за експлоатацију ван путева. При обликовању кабине треба такође водити рачуна о њеној аеродинамичности.

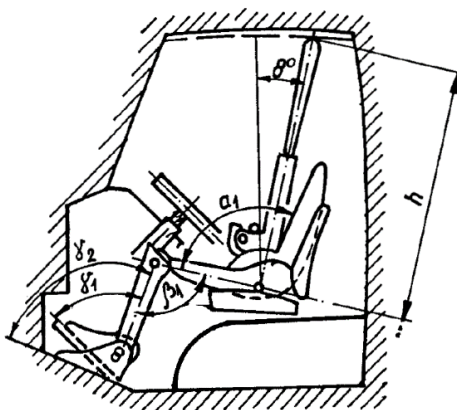
6.3.5. Организација радног места возача

И поред низа егзактних поступака, проблем оптималне организације Р.М.В није до краја теоријски решен, па се у те сврхе користе разни национални стандарди и препоруке [31].

Као основа за дефинисање Р.М.В. узима се тачка Н (која приближно одговара положају кукова), а чије одређивање се дефинише на основу стандарда уз коришћење тродимензионалног манекина. Оптимални параметри радног места возача, који су засновани на ергономским принципима, дати су у табели 19 и слици 39.

Табела 19. Оптимални параметри радног места возача [31]

Угао α_1	95-120°
Угао β_1	95-135°
Угао γ_1	90°
Угао γ_2	90-110°
Растојање h	1000mm
Растојање од тачке Н до висине рамена	495mm

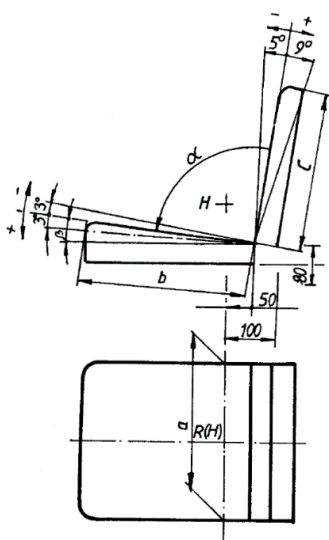


Слика 39. Оптимални параметри радног места возача према подацима из табеле 19 [31]

Димензије седишта и параметре за његову регулацију дефинисани су подацима у табели 20 и приказани на слици 40.

Табела 20. Оптимални параметри седишта возача [31]

Величина b >	400 mm
Величина a >	450 mm
Величина c >	495 mm
Угао α	95°
Угао δ	7°
Угао регулације јастука седишта	$+ / - 3^\circ$
Регулација положаја седишта у подужном правцу (при чему унапред >50 mm) >	100 mm
Регулација положаја седишта у вертикалном правцу >	80 mm



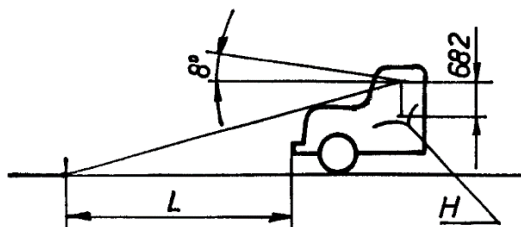
Слика 40. Параметри седишта возача према подацима из табеле 20 [31]

Ширина унутрашњег дела кабине у зони плећа возача на висини од 490 mm од тачке Н мора бити најмање 1250 mm за кабину са два седишта, а веће од 1700 mm, за кабину са седиштима за возача и два сувозача. Ручице главних команди морају се налазити на растојању које је веће од 60 mm једна до друге, односно од других делова кабине. Све тачке тачка управљача морају бити најмање 80 mm удаљене од других делова кабине.

Што се тиче параметара видљивости неке од препоручених вредности дате су у табели 21, а слика 41 коришћена је као оријентација.

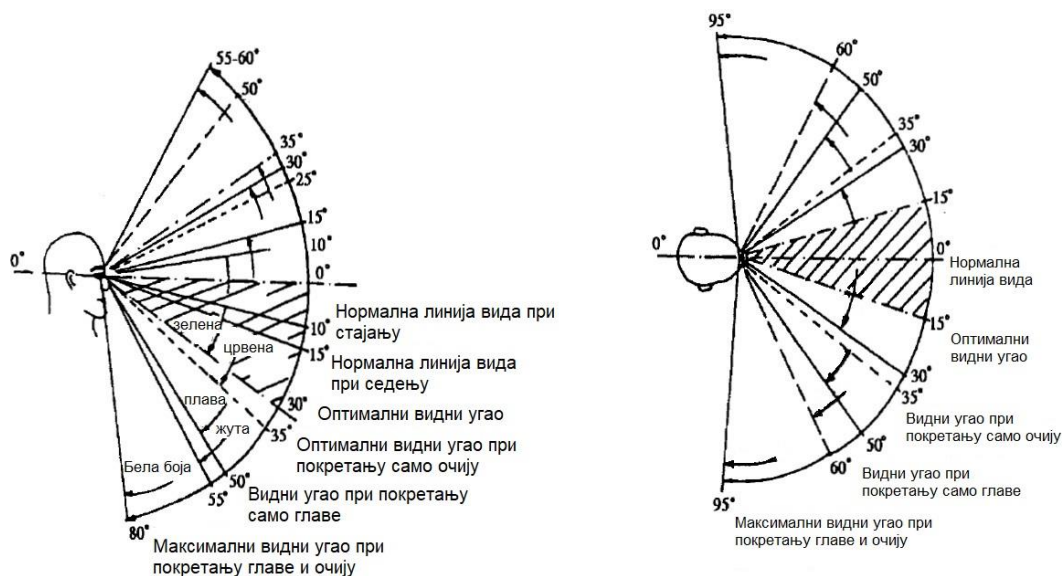
Табела 21. Параметри видљивости [31]

Вредности величине L са слике 41.	
За кабину која се налази испред мотора	< 4 m
За кабину која се налази иза мотора	< 6 m
Горњи угао видљивости	> 8 °
Поље видљивости у хоризонталној равни	180° (+ / – 90°)



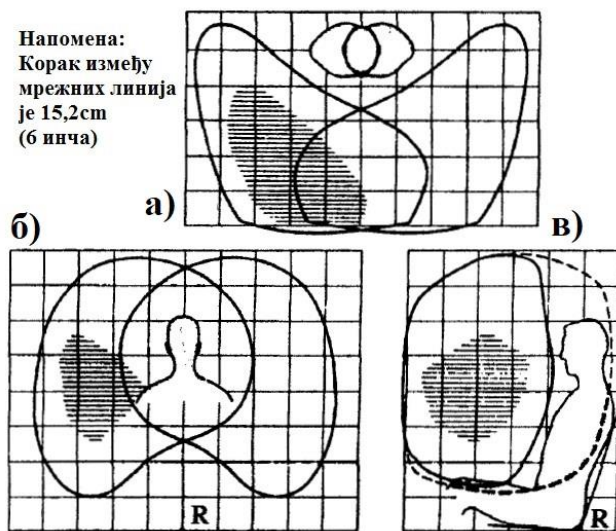
Слика 41. Параметри видљивости према табели 21 [31]

На слици 42 приказани су параметре видљивости здравог човека, јер радно место возача мора да обезбеди и одговарајућу унутрашњу видљивост.



Слика 42. Параметри видљивости човека у вертикалној (слика лево) и хоризонталној (слика десно) равни [31]

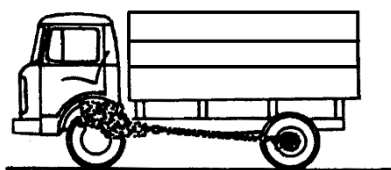
Радно место возача треба пројектовати, тако да он може у дужем временском периоду да управља возилом уз минималну потрошњу енергије. Дат је приказ на слици 43 енvelope дохвата руке, при чему су препоручена подручја освенчена. Потребно је користити стандардизоване антропометријске податке (на основу слике) при пројектовању.



Слика 43. Енvelope дохвата рукама за човека у следећем ставу: а) поглед одозго, б) поглед отпозади и в) поглед са стране [31]

6.3.6. Концепција теретног моторног возила

Под концепцијом подразумева се међусобни положај мотора и кабине, као и положај погонских осовина и точкова у односу на носећи систем возила. За пројектовано возило изабраће се концепцију 4x2 са мотором иза предње осовине, кабина испред мотора и са удвојеним точковима на задњој осовини слика 44.



Слика 44. Шематски приказ концепције мотор иза предње осовине, кабина испред мотора [31]

Овај вид концепције омогућава средње габарите и широку примену налази код возила чија маса прелази 4500 kg. Седиште које се у овом случају налази изнад осовине омогућава добру прегледност, под кабине је раван, а излазак и улазак у кабину је олакшан. Код ове шеме предња осовина у оптерећеном стању носи око 33 – 35% укупне масе што је предност при кретању по путевима са тврдим покривачем идеалног за потребне услове.

6.3.7. Потребан број осовина

Потребан број осовина може се одредити на основу:

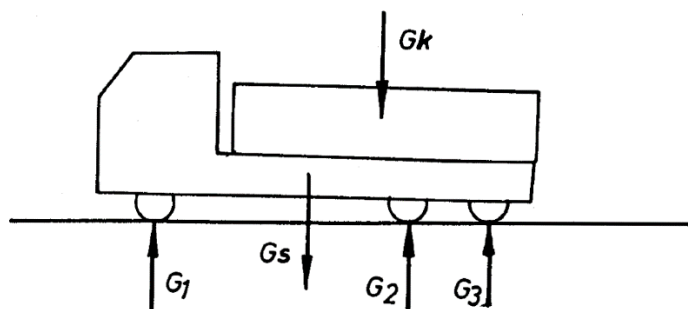
- дозвољених осовинских оптерећења и
- носивост пнеуматика.

Највећа дозвољена маса возила на моторни погон или скупа возила износи: $G_{\max} = 40t$.

Највеће дозвољено **осовинско оптерећење** износи:

- за једноструку осовину или више осовина са међусобним размаком мањим од 1m, $G_{\max} = 10t$;
- за двоструку осовину са међусобним растојањем од 1 + 2m, $G_{\max} = 16t$, при чему ниједна осовина не сме бити оптерећена преко $G = 10t$;

Овде треба нагласити да се код возила сандучара мора узети у обзир укупна маса возила (сопствена + корисна носивост), а што је шематски приказано на слици 45.

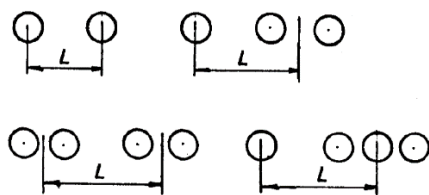


Слика 45. Шематски приказ осовинског оптерећења [31]

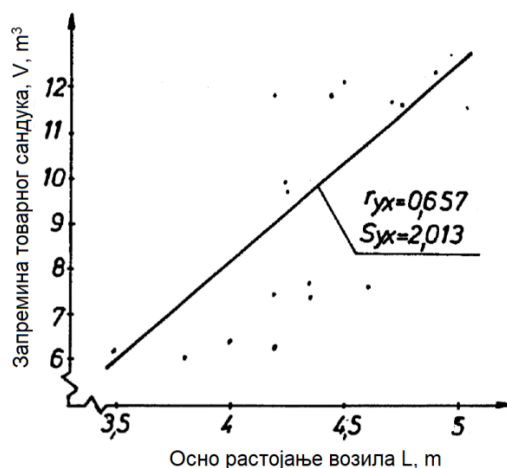
Пошто ће возило које се пројектује бити двоосовинско у току анализирања мора се водити рачуна и о односу реакција тла на управљачким и неуправљачким точковима возила. Наиме у циљу мањег замора возача (случај механичког система за управљање), или мањег оптерећења система за управљање (у случају серво управљача), треба тежити мањим реакцијама тла на управљачким точковима. При пројектовању треба тежити да, при потпуно оптерећеном возилу, реакција тла управљачких точкова буде мања за 20 – 40% од статичке реакције тла неуправљивих точкова.

6.3.8. Дефинисање габарита теретних возила

Осно растојање је веома значајан параметар при пројектовању теретних возила, а уобичајени начин његовог дефинисања дат је на слици 46. Осно растојање се, у пракси, обично усваја на основу већ постојећих сопствених аналогних решења возила сличне категорије. Као илустрација при пројектовању возила сандучара могу послужити подаци из [31], а резултати су делимично приказани на слици 47.



Слика 46. Шема дефинисања основног растојања за различите конструкције теретног возила

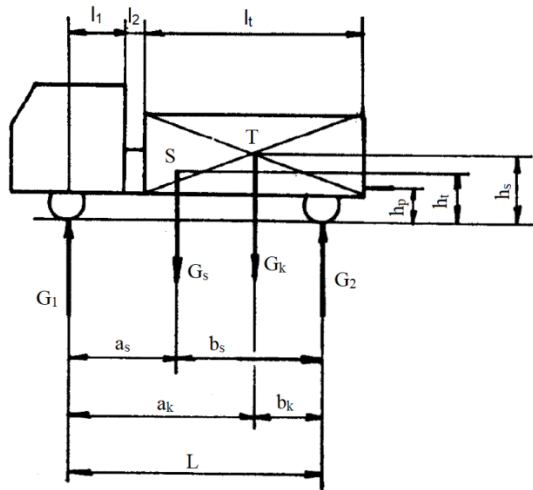


Слика 47. Зависност величине товарног простора од основног растојања код тешких двоосовинских камиона [31]

Имајући у виду значај који основно растојање има за експлоатационе карактеристике теретних возила неопходно је његово приближно израчунавање. Поступак израчунавања заснива се на феномену да се возач осећа несигурним уколико се у току експлоатације промени нормална реакција тла на управљачким точковима за око 30 – 40%, па допуштена разлика реакција тла на управљивим точковима за растерећено и потпуно оптерећено возило мора бити мања од тих вредности.

Растојање задњег дела зида кабине (слика 48) од предње осовине (величина l_1) је значајан параметар за дефинисање основног растојања. Искуство говори да l_1 треба усвојити око **200mm**, за кабину без уграђених лежајева. Растојање l_2 представља размак између кабине и предње стране товарног простора, а његова вредност не би требала да пређе **100mm**.

Треба нагласити да се димензије товарног простора обично усвајају према маси и величини терета који се жели превозити, или на основу аналогije са већ постојећим решењима, чиме је дефинисана и дужина товарног простора.



Слика 48. Шема сила које су од посебног значаја за осно растојање [31]

Величине нормалних реакција тла за оптерећено и растерећено возило могу се израчунати на основу формуле:

$$G_{1opt} = \frac{G_s b_s + G_k b_k}{L},$$

$$G_{1rast} = \frac{G_s b_s}{L}$$

На основу слике 48 очигледна је и релација:

$$b_k = L(l_1 + l_2 + 0,5l_t),$$

која омогућава да уз примену израза за реакције тла оптерећеног и неоптерећеног возила израчуна потребно осно растојање:

$$L = \frac{G_k(l_1 + l_2 + 0,5l_t)}{G_k + G_{1rast} - G_{1opt}}$$

где су:

G_k – корисна носивост вучног возила,

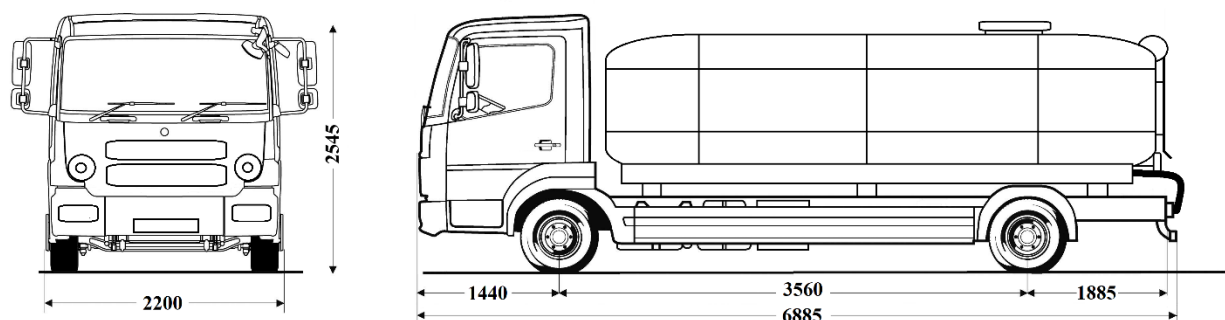
G_{1opt} – реакција тла управљивих точкова за оптерећено вучно возило, а

G_{1rast} – реакција тла на управљивим точковима при неоптерећеном возилу.

Имајући у виду претходне напомене, препоручује се да нормална реакција тла на управљачкој осовини буде 40% мања од њене вредности при потпуно оптерећеном возилу (најбоље око 20%). Треба имати у виду да је величина реакције тла код потпуно оптерећеног возила дефинисана још у фази усвајања броја осовина.

7. Димензије камиона цистерне за прање и поливање улица

На слици 49 дат је приказ камиона цистерне за прање и поливање улица са усвојеним габаритним димензијама. Возило је нацртано поштоваћи законе и прописе неопходне при пројектовању. У табели 22 приказани су његови технички подаци.



Слика 49. Приказ усвојених габаритних димензија камиона цистерне

Табела 22. Усвојене габаритне димензије камиона цистерне

Међуосовинско растојање	3560mm
Укупна дужина возила	6885mm
Предњи препуст	1440mm
Задњи препуст	1885mm
Максимална висина	2545mm
Максимална ширина возила (не рачунајући бочна огледала)	2200mm

8. Рачунска провера перформанси и стабилности возила

За развој новог возила коришћени су полазни подаци дати у табели 23.

Табела 23. Полазни подаци при пројектовању возила

Карактеристике возила	Подаци	
Геометријске мере	$l = 3,560 \text{ m}$ $a/l = 0,65$ $h_T = 1,05 \text{ m}$ $A = 5,49 \text{ m}^2$	
Маса празног и оптерећеног возила	$m_s = 4600 \text{ kg}$ $m_{opt} = 12000 \text{ kg}$	
Тип мотора: Карактеристике мотора: Максимална снага, Максимални обртни момент и бројеви обртаја	Volvo D5K210 $P_{emax} = 154 \text{ kW}$ $n_p = 2200 \text{ min}^{-1}$ $M_{emax} = 800 \text{ Nm}$ $n_m = 1100\text{-}1700 \text{ min}^{-1}$	
Положај мотора	Смештен на предњој осовини	
Тип мењача, преносни односи главног преносника, тип осовине, смештај погона	Volvo ZTO1006 $i_I = 6,75$ $i_{II} = 3,60$ $i_{III} = 2,12$ $i_{IV} = 1,39$ $i_V = 1,00$ $i_{VI} = 0,78$ $i_R = 6,06$ $i_0 = 6,89$	
	Тип осовине:	ZF APL90
	Погон смештен на:	Задњој осовини
	Носивост:	10.000kg
	Максимални обртни момент осовине:	35.000Nm
Пнеуматици	315/70 R22,5	
Коефицијент отпора ваздуха	$c_x = 0,55$	

8.1. Избор основних величина

У табели у облику прорачуна дат је избор основних величина. Потом је одређен коефицијент отпора при котрљању, коефицијент приањања, механички степен корисности трансмисије, расподеле тежине, координате тежишта возила, као и избор пнеуматика.

Коефицијент отпора при котрљању

У табели 24 су дате вредности коефицијената отпора при котрљању. Различите су вредности за различите брзине, изражене у [km/h].

Табела 24. Вредности коефицијената отпора котрљања

Редни број	Назив величине	Прорачун основних параметара теретног моторног возила	Резултати прорачуна
1	Коефицијент отпора при котрљању	$f = f_0(1 + av^2)$ $f = f(v)$	НАПОМЕНА: При овом прорачуну, коефицијент отпора при котрљању одређује се применом емпиријске формуле

Усвојен фактор *коефицијената отпора при котрљању* f_0

За брзину $v = 75 \text{ km/h}$ и за асфалт који је у одличном стању износи $f_0 = 0,010$

Брзина кретања возила

За брзину кретања возила узета је вредност $v = (0 - 75) \text{ km/h}$

Константа а

Усваја се из интервала $a = (4 - 5) \cdot 10^{-5}$, за v у km/h , односно $a = (5,2 - 6,5) \cdot 10^{-4}$, за v у m/s , за случај када је v у km/h узета вредност је следећа:

$$a = 4,5 \cdot 10^{-5}$$

Зависност коефицијента отпора котрљања од брзине, према горњем изразу је дата у табели 25:

Табела 25. Зависност коефицијента отпора котрљања од брзине

$v, [\text{km/h}]$	0	20	40	60	75
$f, [/]$	0,01	0,0102	0,0107	0,0116	0,0125

Коефицијент приањања

У зависности од стања површине пута бира се коефицијент приањања, тако да се за сув асфалт узима вредност из интервала $\varphi = 0,7 - 0,8$. Усвојена вредност је: $\varphi = 0,75$

Механички степен корисности трансмисије

Зависи од карданског преносника и главног преносника, као и од механичких степени корисности мењача (табела 26).

Механички степен корисности мењача η_m :

- усвојена вредност: $\eta_m = 0,96$

Механички степен корисности карданског преносника η_k :

- усвојена вредност: $\eta_k = 0,99$

Механички степен корисности главног преносника за погон задњих точкова η_{op} :

- усвојена вредност: $\eta_{op} = 0,95$

Табела 26. Механички степен корисности трансмисије

2	Механички степен корисности трансмисије	$\eta_T = \eta_m \cdot \eta_k \cdot \eta_{op}$	$\eta_T = 0,903$
---	---	--	------------------

Фактор отпора ваздуха

У спецификацији возила дат је коефицијент отпора ваздуха, док је вредност фактора ваздуха израчуната следећим прорачуном (табела 27).

Табела 27. Фактор отпора ваздуха

3	Фактор отпора ваздуха	$K = c_x \cdot \frac{\rho}{2}$	$K = 0,34Ns^2/m^4$
4	Чеона површина возила	$A = H \cdot B \cdot (0,96 \div 1,0)m^2$ $A = 2,545 \cdot 2,2 \cdot 0,98$	$A = 5,49m^2$

Густина ваздуха ρ

За нормалне атмосферске услове ваздух има следећу густину: $\rho \approx 1,25kg/m^3$

8.2. Расподела тежишта и координате тежишта. Статичке реакције тла.

Техничким условима и пројектом новог возила утврђени су следећи параметри табелом 28.

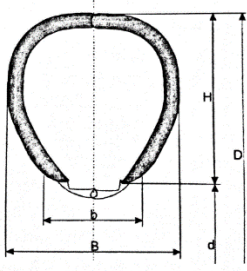
Табела 28. Распоред тежишта, координате тежишта

5	Висина тежишта за оптерећено возило	$h_T = (0,90 - 1,2)$	$h_T = 1,05m$
6	Растојање центара точкова од тежишта	$\frac{a}{l} = 0,65 \rightarrow a = 0,65 \cdot l$ $b = l - a$	$l = 3,56m$ $a = 2,314m$ $b = 1,246m$
7	Укупна тежина оптерећеног возила	$G = m_{opt} \cdot g$	$G = 117720N$
8	Оптерећење предње и задње осовине	$G_1 = \frac{b}{l} \cdot G, \quad G_2 = \frac{a}{l} \cdot G$	$G_1 = 41202N$ $G_2 = 76518N$
9	Оптерећење предњих и задњих точкова	$G_1 = \frac{G_1}{2}, \quad G_2 = \frac{G_2}{2}$	$G_1 = 20601N$ $G_2 = 38259N$

Избор пнеуматика

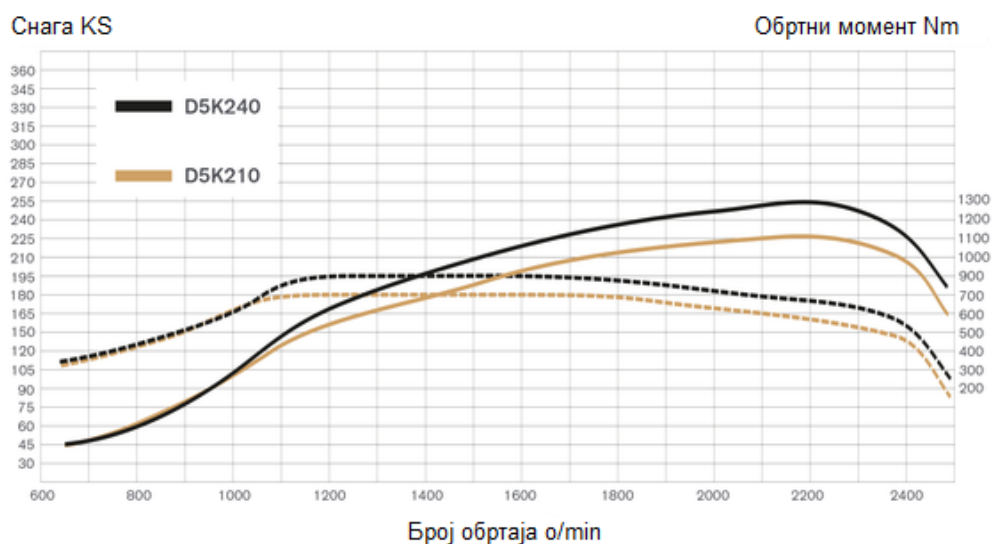
Дат је радијални пнеуматик 315/70 R22.5. У табели 29 су приказане његове основне геометријске мере и односи, као и динамички полупречник:

Табела 29. Геометријске мере пнеуматика

10	Основна ширина пнеуматика	$B = 315mm$	
11	Називни однос H/B	$H = 0,70 \cdot 315 = 220,5mm$	
12	Називни пречник наплата	$d = 25,4 \cdot 22,5$	$d = 571,5mm$
13	Спољашњи пречник пнеуматика	$D = d + 2H$	$D = 1012,5mm$ $D = 1,0125m$
14	Динамички полупречник пнеуматика	$r_d = (0,93 - 0,97)D/2$ $r_d = 0,95 \cdot D/2$	$r_d = 0,481m$

Спољашња брзинска карактеристика мотора

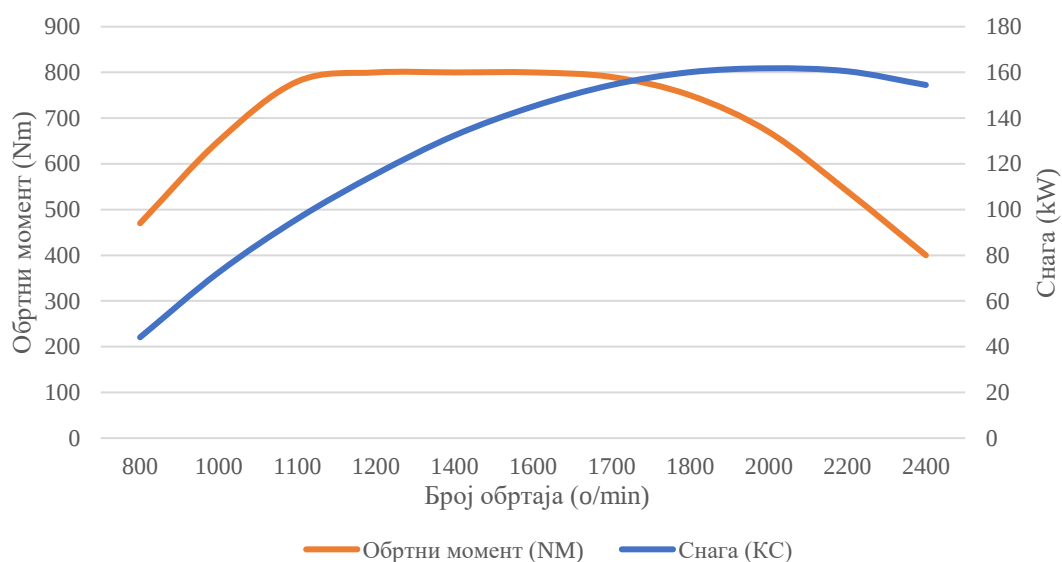
Спољашњу брзинску карактеристику мотора **Volvo D5K210**, добијену из каталога произвођача и на основу података мотора (дијаграм 3), цртају се дијаграми снаге и обртног момента (дијаграм 4) у функцији од броја обртаја мотора према табели 30.



Дијаграм 3. Спољно брзинска карактеристика мотора D5K210

Табела 30. Спољашње брзинске карактеристике мотора Volvo D5K210

Број обртаја мотора o/min	800	1000	1100	1200	1400	1600	1700	1800	2000	2200	2400
Снага kW/KS	44,1 /60	72,5 /99	95,9 /130	115,5 /157	132,4 /180	145,1 /197	154,5 /210	158,1 /215	160,1 /217	160,5 /219	154,5 /210
Обртни момент (Nm)	470	650	780	800	800	800	790	750	670	540	400



Дијаграм 4. Спољно брзинска карактеристика мотора D5K210 према табели 29

Одређивање максималне брзине возила

На основу полазних података врши се одређивање максималне брзине возила једначином:

$$v_{max} = A - \frac{a}{3A},$$

где је једначина за v_{max} изведена из **једначине вучног биланса возила** при кретању по хоризонталном путу за $R_a = 0$, $R_i = 0$ [32],

$$F_0 = R_f + R_v, \quad \frac{M_e \cdot i_m \cdot i_0}{r_d} \cdot \eta_T = Gf + KAv^2$$

Заменом добијено је:

$$A = \left[\left(\frac{a^3}{27} + \frac{b^2}{4} \right)^{\frac{1}{2}} - \frac{b}{2} \right]^{\frac{1}{3}}, \quad a = \frac{G \cdot f_{vmax}}{K \cdot A}, \quad b = -\frac{P_{emax} \cdot \eta_T}{K \cdot A},$$

Применом података добијени су резултати:

$$a = 100,932, \quad b = -74500,161, \quad A = 42,0778, \quad v_{max} = 41,278 \text{ km/h}$$

8.3. Максимална брзина оптерећеног возила у највишим степенима преноса мењача

Под претпоставком да нема клизања фрикционих плоча и погонских точкова одређује се брзина возила у интервалу бројева обртаја (n_{min} , n_{max}) за V и VI степен преноса мењача посебно, по формули [32]:

$$v = \frac{2 \cdot r_f \cdot \pi \cdot n}{i_m \cdot i_0} = 6,28 \cdot \frac{r_f \cdot n}{i} \left[\frac{m}{s} \right]$$

где су: n – број обртаја коленастог вратила дат у [o/s] и r_f - полупречник котрљања точка у [m].

Уколико је n дато у [o/min], а брзина се срачунава у [km/h], користи се формула:

$$v = \frac{2 \cdot r_f \cdot \pi \cdot n \cdot 3,6}{60 \cdot i_m \cdot i_0} = 0,377 \cdot \frac{r_f \cdot n}{i} \left[\frac{km}{h} \right]$$

Овде је са „ i “ означен укупни преносни однос:

$$i = i_m \cdot i_0$$

За V и VI степен преноса мењача биће:

$$(v)_5 = 0,377 \cdot \frac{r_f \cdot n}{i_5 \cdot i_0} \left[\frac{km}{h} \right], (v)_6 = 0,377 \cdot \frac{r_f \cdot n}{i_6 \cdot i_0} \left[\frac{km}{h} \right]$$

Применом података добија се за пети степен преноса максимална брзина од $V_5 = 71,82 \text{ km/h}$, односно за шести степен преноса $V_6 = 92,07 \text{ km/h}$

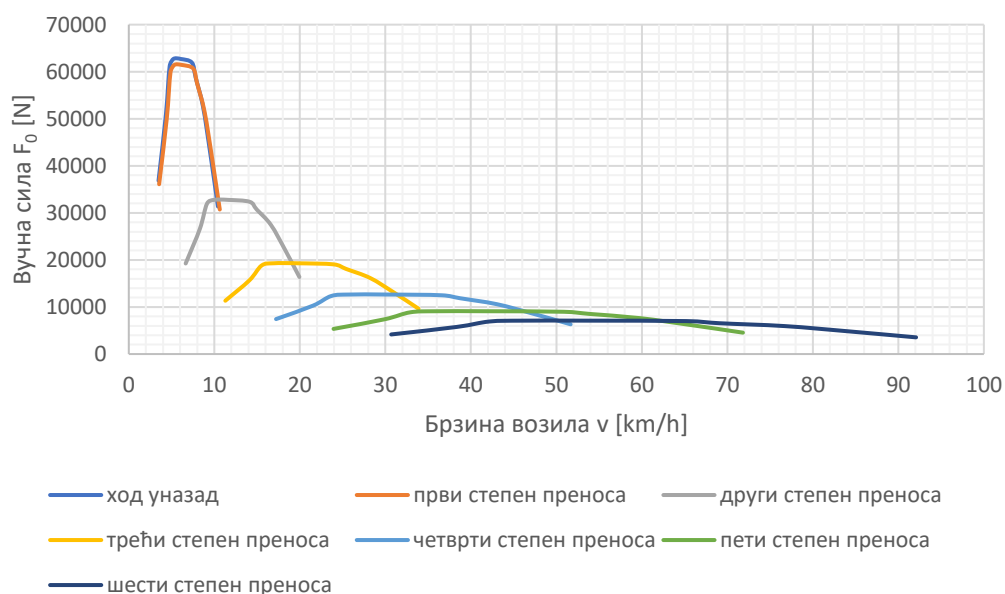
8.4. Одређивање вучних сила, динамичког фактора и убрзања возила у функцији брзине кретања возила у свим степенима преноса мењача

Потребне зависности (једначинама из табеле 31) од бројева обртаја мотора Volvo D5K210 у свим степенима преноса мењача Volvo ZTO1006 при нормалном тежинском оптерећењу виде се у приказаним вредностима на дијаграмима 5, 6 и 7.

Табела 31. Зависност вучних сила и брзине од бројева обртаја мотора

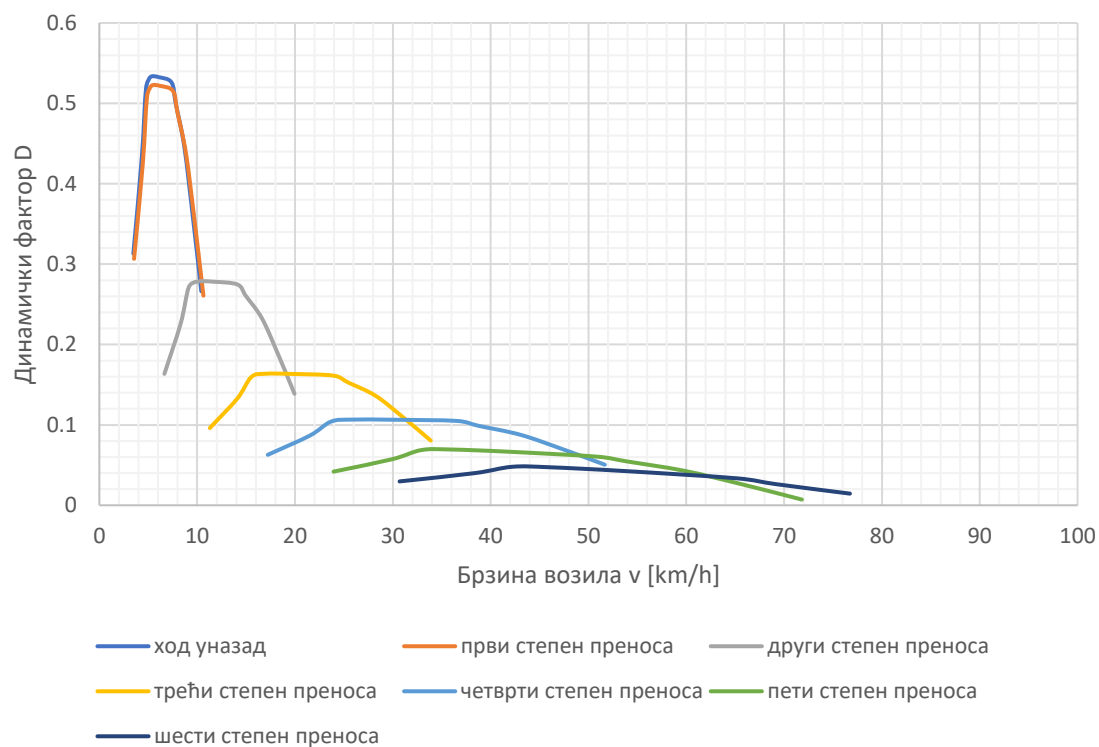
Редни број	Назив величине	Прорачун величина у n степену преноса	Резултати прорачуна
1	Вучна сила	$F_o = \frac{M_e \cdot i_m \cdot i_o \cdot \eta_T}{r_d}$	$F_o = F_o(M_e)$
2	Брзина возила	$v = \frac{2\pi \cdot r_d \cdot n_e}{i_o \cdot i_m}$	$v = v(n_e)$
3	Динамички фактор	$D = \frac{F_o - R_v}{G}$	$D = D(v)$
4	Коефицијент учешћа обртних маса	$\delta_1 = 0,4 \div 0,5$ $\delta_2 = 0,3 \div 0,5$ $\delta = 1 + \delta_1 \cdot i_n^2 + \delta_2$	$\delta = 1,85$
5	Убрзање возила	$j = \frac{g}{\delta} \cdot (D - f)$	НАПОМЕНА: При овом прорачуну, наведене величине се односе на V степен преноса мењача. Њихове предности су дате у следећој табели.
6	Коефицијент приањања	$f = f_o(1 + av^2)$	
7	Отпор ваздуха	$R_v = KAv^2$	

Дијаграмски приказ вучних сила



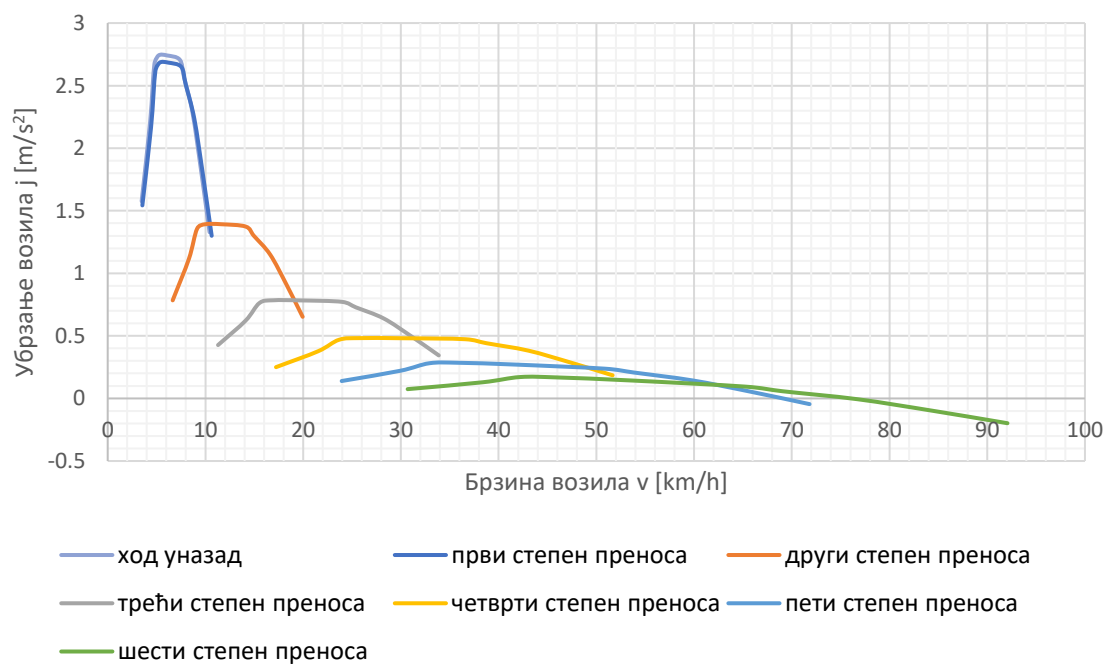
Дијаграм 5. Дијаграмски приказ вучних сила у зависности од брзине возила за I-VI степен преноса као и за ход уназад

Дијаграмски приказ динамичког фактора



Дијаграм 6. Дијаграмски приказ динамичког фактора у зависности од брзине возила за I-VI степен преноса као и за ход уназад

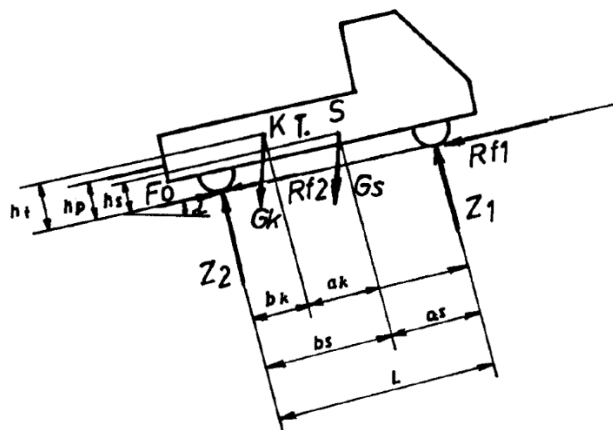
Дијаграмски приказ убрзања возила



Дијаграм 7. Дијаграмски приказ убрзања возила у зависности од брзине возила за I-VI степен преноса као и за ход уназад

8.5. Максимални успон који возило може да савлада у I степену преноса мењача

Шематски приказ кретања возила на успону приказан је на слици 50, док је максимални угао нагиба пута и динамички фактор дат у табели 32.



Слика 50. Шематски приказ сила при кретању возила на успону [31]

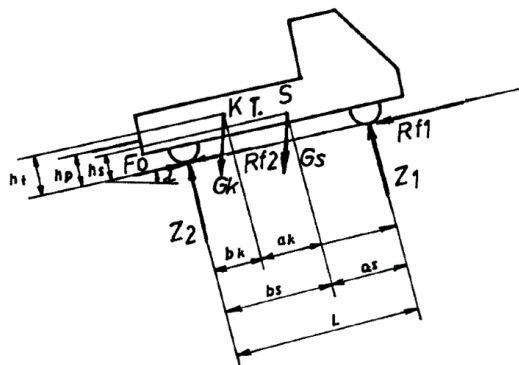
Табела 32. Максимални угао нагиба пута и динамички фактор

Редни број	Назив величине	Прорачун максималног успона у I степену преноса мењача	Резултати прорачуна
1	Максимални успон у првом степену преноса	$\sin \alpha_1 = \frac{D_M - f \cdot \sqrt{1 - D_M + f^2}}{1 + f^2}$ $\sin \alpha_1 = 0,292$ што одговара успону: $p_1 = \operatorname{tg} \alpha_1 \approx 0.306$	НАПОМЕНА: При овом прорачуну, наведене величине се односе на I степен преноса мењача. Индекс М се односи на максимални обртни момент
2	Нагиб пута	$P_{\max} = \operatorname{tg} \alpha_1 \cdot 100 = 30.6$	$P_{\max} = 30.6\%$
3	Динамички фактор	$D_M = \frac{F_{0M} - R_v}{G}$	$D_M = 0,5218$
4	Максимални отпор нагиба пута	$R_{\alpha 1} = G \cdot \sin \alpha_1$	$R_{\alpha 1}$ $= 34374,24N$

8.6. Гранични успон и пад за случај подужног клизања и превртања возила

Да би се возило преврнуло око задње осовине (слика 51), динамичка реакција тла на предњим точковима треба да је $Z_1 \leq 0$, где једначина добија облик:

$$Gbcos\alpha - Gh_Tsin\alpha - R_i h_T \leq 0$$



Слика 51. Шематски приказ возила на успону

Максимални успон савлађује се константном и малом брзином, те је $j=0$ и $v=0$, па је:

$$Gbcos\alpha - Gh_Tsin\alpha \leq 0$$

Из претходне једначине добија се максимални успон које возило може да савлада:

$$tg\alpha_{max} = \frac{b}{h_T}, h_T = \frac{b}{tg\alpha}$$

Ако је $tg\alpha = 1$, добија се да је $h_T=b$

Услов стабилног кретања без превртања око задње осовине је $b>h_T$.

Када је погон на задњим точковима, онда је:

$$F_{02} = Gsin\alpha$$

Клизање возила које се креће у условима на слици 51 настаје за случај:

$$Gsin\alpha > F_{02max}, \quad \text{односно за: } Gsin\alpha > Z_2 \cdot \varphi$$

Проклизавање наступа пре превртања, те је:

$$\varphi < \frac{b}{h_T}$$

Ова неједнакост је испуњена готово увек јер је обично $b/h_T > 1$, а φ је увек мање од 1.

Резултати прорачуна тада су:

$$tg\alpha_{max} = 1,1867, \quad \varphi < \frac{b}{h_T} \rightarrow 0,75 < 1,1867$$

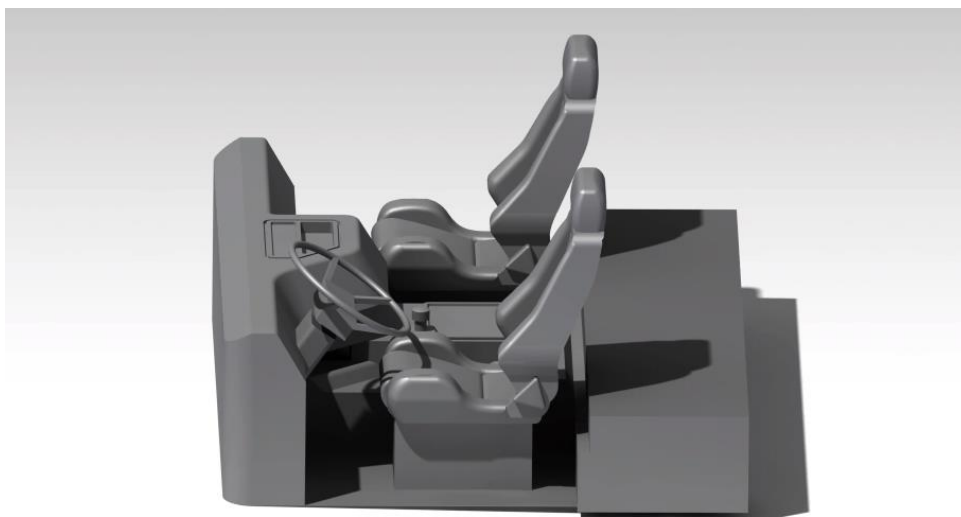
Па се може рећи да се код уобичајених конструкција возила, однос a/h_T је већи од 1, па је горњи услов увек задовољен, што значи да неће доћи до превртања возила.

9. Силуета радног места возача у CATIA софтверском пакету

Основне компоненте радног места возача камиона цистерне за прање и поливање улица приближно су одрађене у софтверском пакету CATIA. У те компоненте спадају:

- Возачево и сувозачево седиште,
- Контролна табла,
- Точак управљача,
- Ручица мењача,
- Оставе за ствари.

Одређене су расподеле основних команди на основу антропометријских података човечијег тела и углова седења возача, као и величину седишта возача, на основу углова седења положаја возача и видних поља. На сликама 52, 53, 54 и 55 дати су разни погледи пројектованог радног места како би се лакше приказали.



Слика 52. Радно место возача без каросерије и приступа за кабину, поглед с лева



Слика 53. Радно место возача без каросерије и приступа за кабину, поглед спреда



Слика 54. Радно место возача без каросерије и приступа за кабину, поглед одозго



Слика 55. Радно место возача без каросерије и приступа за кабину, општи приказ

10. Закључак

Главни задатак машина за чишћење улица је уклањање отпада и смећа са путева стварајући важан утицај на животну средину, омогућавајући оперативне услове и ефикасности различитих инфраструктура.

Камион цистерна за прање и поливање улица је претежно конструисана и пројектована да носи велике запремине воде и користи се за сузбијање прљавштина које се јаве на коловозу. Возило је првенствено дизајнирано и намењено за чишћење ванградских и градских подручја, улица, градилишта, писта, поливања путева у изградњи, а може се користити и у борби против шумских пожара.

При пројектовању једног оваквог возила користе се комплексне теоријско-експерименталне методе засноване на анализи потражње, поузданости, изводљивости, безбедности, могућности производње, функционалности, ергономије, процењеном ризику, и слично.

У раду су дати скупови теоријско-конструктивно-експерименталних радњи, од истраживања и испитивања тржишта, стандарда и прописа, усвајање поставке пројектних захтева, преко израде идејног пројекта, анализи концепција и усвајање агрегата и димензија возила, израде и корекције техничке документације, рачунске провере перформанси и стабилности, до разраде пројектног задатка и визуелног приказа силуете радног места возача.

Машине за чишћење улица држе улице чистијим и пријатнијим за живот људи, са друге стране штите животну средину, рибе и дивље животиње, од тешких метала и других загађивача, побољшавају квалитет воде, чистећи одводне канале и смањујући шансу од локалних поплава.

Литература

- [1] Invention and History of Street Sweeper , чланак доступан на: <http://www.vacuumcleanerhistory.com/vacuum-cleaner-development/history-of-street-sweeper/> , приступљено септембра 2018.
- [2] *Popular Mechanics*, 37. том, Бр. 6, Hearst Magazines, Лондон, јун 1922.
- [3] Kidwell-Ross R., Sutherland R., „*An Overview of U.S. Sweeping Equipment and Technology*“, World Sweepers.com, 2010.
- [4] Ватроспрем, <http://www.vatrosprem.co.rs/index.php/sr/proizvodi/komunalna-vozila/pranje-i-polivanje-ulica> , приступљено септембра 2018.
- [5] Standard Equipment, <https://www.standardequipment.com/> , приступљено септембра 2018.
- [6] „*Комунална возила – Возила за прање и поливање улица, Комунални програм – Каталог*“, Ватроспрем, Београд
- [7] Ресор, Производни програм – Каталог компаније, Гацин Хан, Србија
- [8] Ресор, <http://www.resor.rs/nasi-proizvodi/cisterna-za-pranje-ulica/> , приступљено септембра 2018.
- [9] Boschung, <https://boschung.com/en/detail/21503-washer-vehicle-l3-manoeuvrable-street-washer> приступљено септембра 2018.
- [10] Sinotruck-international, <http://www.sinotruk-international.com/sale-8322120-sinotruk-howo-potable-water-tanker-trucks-lhd-6x4-18cbm-for-pesticide-spraying.html> , приступљено септембра 2018.
- [11] Владан Поповић, Институт за стандардизацију Србије, Хомологација – Законска регулатива за комерцијална возила у Србији
- [12] Институт за стандардизацију, моторна возила за чишћење и одржавање путева, https://www.iss.rs/standard/index.php?ics_id=537&item_from=0 , приступљено септембра 2018.
- [13] Крстић И., Нешковић-Поповић В., „*ИСС информације – Службено гласило Института за стандардизацију Србије*“, Институт за стандардизацију Србије, Београд новембар 2013.
- [14] „*Правилник о подели моторних и прикључних возила и техничким условима за возила у саобраћају на путевима, Службени гласник РС*“, Агенција за безбедност саобраћаја, Београд 2017.
- [15] Преглед директива Европске економске заједнице (ЕЕС) за које не постоје одговарајући ЕСЕ правилници
- [16] UN Vehicle Regulation, <http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29regs1-20.html> , приступљено септембра 2018.

- [17] Правилник бр. 83 Економске комисије за Европу Уједињених нација (UN/ECE) – Јединствене одредбе које се односе на одобравање возила у погледу емисије загађивача у складу са захтевима за моторна возила
- [18] Информативни преглед ЕСЕ правилника донетих на основу међународног споразума о хомологацији, који се примењују у републици Србији за возила врсте N, <http://www.abs.gov.rs/sr/vozila/homologacija-i-uvoz-vozila/unece-pravilnici-koji-se-primenjuju-u-republici-srbiji> , приступљено септембра 2018.
- [19] The Acquis of the European Union under the management of DG Enterprise and industry, List of measures, „*The Pink Book*“, European Commission, 31 December 2010.
- [20] EuroGlass Service, Београд, <http://www.glassservis.com/auto-stakla-za-kamione.html> , приступљено септембра 2018.
- [21] *Fact Sheet „Engine D5K210, EU6SCR”*, Volvo – Volvo Truck Corporation, 2013.
- [22] *Facts Volvo Trucks „Gearbox ZTO1006”*, Volvo Truck Corporation, 2006.
- [23] Technologies by ZF for Trucks, <https://www.zf.com/products/en/trucks/productfinder/steering.html?filter=ranges:Trucks,groups:Steering> , приступљено септембра 2018
- [24] Goodyear Truck tyres, https://www.goodyear.eu/uk_en/truck/tires/ , приступљено септембра 2018.
- [25] DAF LF Euro 5 Chassis, http://www.daf.global/en-en/trucks/daf-lf-euro-5/chassis#high_payload , приступљено септембра 2018.
- [26] Mercedes-Benz chassis https://www.mercedes-benz-trucks.com/en_GB/models/actros/driving-dynamics/frame-chassis-suspension.html , приступљено септембра 2018.
- [27] Independent Suspension ITS 80 F, https://www.zf.com/products/en/trucks/products_29135.html , приступљено септембра 2018.
- [28] Planetary Steering Axle APL 90, https://www.zf.com/products/en/trucks/products_29187.html , приступљено септембра 2018.
- [29] TAS Series Power Steering Gears, https://www.zf.com/products/en/trucks/products_40513.html , приступљено септембра 2018.
- [30] Осепчугов, В.В. „*Проектированије автомобилја – грузовие автомобилји*“ „*Машиностроеније*“, Москва, 1972.
- [31] Демић М., Пијевац В., Ћалић С., Василијевић М., „*Основи пројектовања теретних моторних возила*“, Машински факултет у Крагујевцу, Крагујевац 1994.
- [32] Симић Д., „*Моторна возила – треће издање*“, ИРО „Научна књига“, Београд 1988. ISBN 86-23-43022-0