ПРОБЛЕМАТИКА ПРИМЕНЕ КОМПРИМОВАНОГ ПРИРОДНОГ ГАСА У МОТОРНИМ ВОЗИЛИМА (УГРАДЊА, ИСПИТИВАЊЕ И ЛОГИСТИКА)
APPLICATION PROBLEMATIC OF COMPRESSED NATURAL GAS IN MOTOR VEHICLES (INSTALLATION, INSPECTION AND LOGISTICS)

Радивоје Пешић [1], Саша Милојевић [1]*, Драган Тарановић [1]

[1] Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, Катедра за моторна возила и моторе, Центар за техничку исправност возила, Сестре Јањић 6, Крагујевац

* sasa.milojevic@kg.ac.rs

Сажетак
Аутомобилска горива су опасна, када се непрописно рукује са њима. Течни нафтни гас, као и бензин и дизел су потенцијално опасна горива, али током времена, ми смо научили да их користимо безбедно. Исто је и са природним гасом. Природни гас се безбедно користи за производњу струје, као и за грејање и припрему хране у домаћинствима. Према нашим искуствима, приликом сагоревања природног гаса у мотору, нижа је емисија отровних и штетних продуката сагоревања, посебно емисија честица и оксида азота. Возила са уграђеним гасним моторима задовољавају строге еколошке прописе, без примене додатних филтра честица и адитива горива. Наведени разлози су допринели порасту броја возила са погоном на природни гас, што је праћено увођењем адекватних прописа и правилника.
У оквиру рада су систематизовани прописи и технички захтеви који се односе на уградњу уређаја и опреме на возилима са погоном на компримовани природни гас. Приказано је такође и неколико решења за реконструкцију возила за погон са гасним горивом, као и логистика која прати увођење, опремање и одржавање возила, специјализованих сервиса и гаража.

Abstract
The automotive fuels are dangerous, when handled improperly with them. Liquefied petroleum gas as well as gasoline and diesel are potentially dangerous fuels, but over time, we are learned to use them safely. The same is true with natural gas. Natural gas can be safely used to produce electricity and for heating and cooking in households. According to our experiences, during combustion of natural gas in the engine, lower is the exhaust emission, specifically the emission of particles and nitrogen oxides. Vehicles equipped with the gas engines meet stringent environmental regulations, without the use of additional particulate filters and fuel additives. The above reasons have contributed to growth in the number of vehicles powered by natural gas, which is followed by parallel introduction of appropriate regulations and rulebooks.
In the paper are systemized regulations and technical requirements relating to the installation of devices and equipment on vehicles powered by compressed natural gas. It was also shown the several options for the reconstruction of vehicles to drive on gas fuel, as well as logistics, which follows the introduction, equipment and vehicle maintenance, specialized services and garages.

Кључне речи: *моторна возила, прописи, логистика, компримовани природни гас*

Keywords: *motor vehicles, regulations, logistics, compressed natural gas*

1. УВОД

На енергетском плану, нафта као конвенционално гориво, је и даље веома важан енергетски ресурс.

Са друге стране, стални пораст потрошње конвенционалних енергената отвара врата свим потенцијалним заменама за нафту.

Природни гас је квалитетно гориво за моторна возила. Пре свега расположиве резерве су равне познатим резервама нафте, негативни утицај на околину је мањи него код горива из нафте, а цена је нижа. Због тога, природни гас као моторно гориво, има све већу примену у моторним возилима, што

показује и чињеница да у свету има преко 22 милиона возила са погоном на природни гас (1,76 милиона у Европи). Као пример, може се навести град Мадрид чијим је буџетом за текућу годину планирана набавка 200 нових аутобуса (од којих ће 170 или 85% бити са погоном на природни гас). У републици Србији актуелно у саобраћају на путевима има 878 возила на приридни гас (792 путничких и лаких теретних возила, 58 аутобуса и 28 средњих и тешких теретних возила) [1].

Пораст броја возила на природни гас, паралелно је захтевао и увођење нових Прописа и Правилника којима се регулише ова област. Тако су еколошки захтеви за возила са погоном на природни гас прописани са ECE правилницима број 49 и 83, док су захтеви са аспекта безбедности и исправности уградње гасних уређаја и опреме дефинисани прописима UN ECE 110R и UN ECE 115R. Законска и подзаконска акта која се у Републици Србији примењују за возила на гасни погон су: Закон о безбедности саобраћаја на путевима, Правилник о подели моторних и прикључних возила и техничким условима за возила у саобраћају на путевима и Правилник о испитивању возила [2–6].

За потребе процеса управљања логистичким пословима, од производње до периодичне контроле и одржавања возила са погоном на природни гас, неопходно је систематизовати горе наведене прописе и правилнике. Тим путем, може се дати и одговор на питање: колико су безбедна возила са погоном на природни гас?

2. ПРИРОДНИ ГАС КАО ГОРИВО ЗА МОТОРЕ СУС

Сви гасови су добра горива за Ото моторе: смеша је високог квалитета и спремна за потпуно сагоревање, рад мотора је економичан, загађење мање, век уља и мотора дужи итд.

По моторским мерилима, природни гас се може користити као једино гориво, за Ото или дизел моторе (уз одговарајућу реконструкцију мотора). Исто тако се може користити у смеши са сваком врстом нафтног или доказаног алтернативног горива (нижи и виши алкохоли, биогас и сл.) [7].

При нормалним условима околине, природни гас има малу густину енергије по јединици запремине. Због тога, у случају примене природног гаса као моторног горива, неопходно је применити одговарајући третман, да би се остварила већа концентрација енергије по јединици запремине. Чим се рачуна са већим радијусом кретања возила са једним пуњењем резервоара горивом, неопходни су радни притисци од око 200 bar колико могу издржати стандардне боце за техничке гасове. Најједноставније је природни гас компримовати у резервоарима под високим притиском (КПГ–компримовани природни гас, енгл. CNG–Compressed Natural Gas). Друга могућност за повећање густине енергије природног гаса у резервоарима на возилу, је његово екстремно хлађење на –162 °C, превођење у течно стање (ТПГ–течни природни гас, енгл. LNG–Liguefied Natural Gas) и складиштење у криогеним резервоарима.

Оптимистичке студије о природном гасу у возилима су засноване на чистом метану. На жалост, чистог метана нема нигде у природи. Он је увек у смеши са другим примесама у различитим процентима. Да би се природни гас користио као гориво потребно га је пречишћавати до колико–толико устаљеног састава и квалитета. Постоје неки национални стандарди који регулишу квалитет природног гаса као гориво за моторе: SAE J1616, DIN 51624 и 13 CCR § 2292.5 (Калифорнијска регулација). Паралелно, постоји међународни стандард ISO 15403, који је прихватила и Република Србија. Сврха овог стандарда је да се произвођачи, корисници возила, радници на пуниоицама и остали логистички чиниоци у индустрији возила на КПГ информишу о квалитету горива за возила на природни гас [7].

Природни гас има следеће особине:

- ✓ није отрован, канцероген ни корозиван, али је загушљив, безбојан је и без мириса, због чега је неопходно додати одговарајуће одоранте и непријатне мирисе,
- ✓ природни гас је лакши од ваздуха (метан има густину 0,68 $kg \cdot m^{-3}$ na 15 °C), и при цурењу истиче увис, док су нпр. пропан (1,87 $kg \cdot m^{-3}$) и бутан (2,44 $kg \cdot m^{-3}$) тежи и истичу ка земљи,
- ✓ температура самоупаљења КПГ је у опсегу од 480 – 650 °C, а код течног нафтног гаса ТНГ у опсегу од 480 – 495 °C (метана 595 °C, пропана 495 °C, бутана 480 °C, бензина 260 – 430 °C, док је код дизел горива нижа од 260 °C),
- ✓ опсег упаљивости у запреминским процентима метана са ваздухом је 4,4 – 15%, код пропана је 2,4 – 9,3%, а код бутана 1,8 – 8,8%, (код бензина 1,4 – 7,6% и код дизел горива 0,6 – 7,5%),
- ✓ природни гас на притиску околине прелази у течно стање на –162 °C, и
- ✓ критична тачка метана је дефинисана температуром од –82,7 °C, и притиском од 45,96 bar.

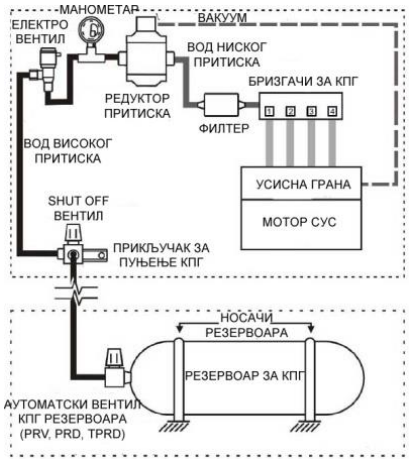
3. ПРИМЕРИ РЕШЕЊА КОНСТРУКЦИЈЕ ВОЗИЛА НА КПГ

Примена природног гаса као горива погонских система возила у друмском саобраћају се реализује преко нових возила са оригиналним гасним моторима, или конвертовањем постојећих мотора за рад на гасна горива. У пракси, постоје следеће опције за конверзију возила за рад на КПГ [8]:

- ✓ модификација бензинских мотора за рад на КПГ (енгл. dedicated fuel),
- ✓ модификација бензинских мотора за рад на КПГ или бензин (енгл. bi–fuel),
- ✓ конверзија дизел мотора за рад на КПГ (енгл. dedicated), упаљење свећицом, и
- ✓ конверзија дизел мотора за паралелни рад на КПГ и дизел гориво (енгл. dual fuel).

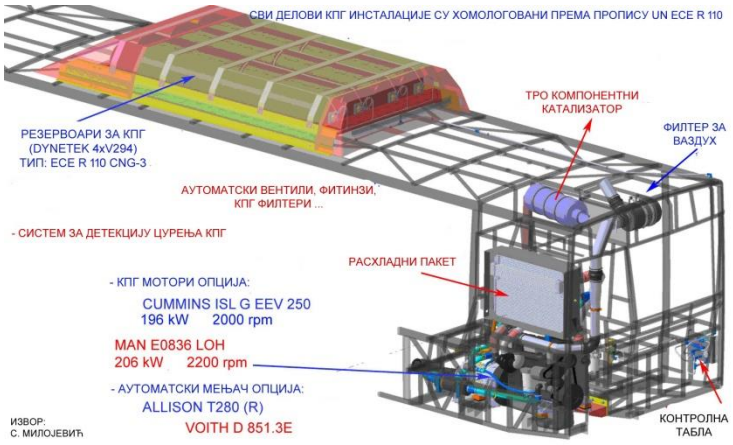
Концепције возила са оригиналним фабричким моторима који су пројектовани за рад са природним гасом, једино могу искористити све природне предности овог горива [8]. Преправке старих карбураторских мотора на гасни погон уз помоћ јефтиних система, нпр., са шикљачима, не доприносе смањењу емисије и повећању безбедности, већ супротно, погоршавају исте.

На сл. 1 је приказана шема универзалне инсталације за КПГ са секвенцијалним убризгавањем.



Слика 1. *Делови система за секвенцијално убризгавање КПГ у мотор*

На сл. 2 су приказани делови гасне инсталације градског нископодног аутобуса са погоном на КПГ домаћег произвођача. Пропулзиони систем аутобуса је опремљен оригиналним, фабрички произведеним гасним мотором за рад на КПГ или ТПГ. Концепција са мотором који ради на принципу сагоревања сиромашне смеше задовољава пропис Euro IV. Применом мотора чији је радни процес заснован на сагоревању стехиометријске смеше природног гаса и ваздуха, са рециркулацијом охлађених продуката сагоревања и тро компонентним катализатором, остварен је ниво емисије отровних и штетних продуката сагоревања из возила, у оквиру граница Euro VI [8].



Слика 2. *КПГ инсталација на градском нископодном аутобусу MAZ–BIK 203CNG–S*

4. ПРОПИСИ КОЈИ РЕГУЛИШУ ПРОБЛЕМАТИКУ ВОЗИЛА НА КПГ

4.1. Међународни прописи

Еколошки захтеви које треба да задовоље возила са погоном на КПГ су дефинисани у оквиру ECE Правилника број 49 за теретна возила и аутобусе, док су исти захтеви за путничка возила дефинисани у оквиру ECE Правилника број 83.

Са аспекта безбедности и исправности уградње гасне опреме, захтеви које треба да задовоље возила са погоном на КПГ су прописани у оквиру два ECE прописа [5,6]:

- ✓ UN ECE 110R – једнообразни прописи о хомологацији:
  - Специфичне опреме моторних возила са погоном на КПГ, и
  - Возила опремљених са специфичном опремом за погон на КПГ у погледу уградње те опреме.

- ✓ UN ECE 115R – једнообразни прописи о хомологацији:
  - Возила, која су раније хомологована за основно гориво а која су накнадно опремљена са специфичном опремом за погон на ТНГ, у погледу уградње те опреме, и
  - Возила, која су раније хомологована за основно гориво а која су накнадно опремљена са специфичном опремом за погон на КПГ, у погледу уградње те опреме.

4.2. Национални прописи

За возила у Републици Србији се примењују следећа законска и подзаконска акта [2–4]:

- ✓ Закон о безбедности саобраћаја на путевима,
- ✓ Правилник о подели моторних и прикључних возила и техничким условима за возила у саобраћају на путевима, и
- ✓ Правилник о испитивању возила.

5. ТЕХНИЧКИ ЗАХТЕВИ ЗА УГРАДЊУ УРЕЂАЈА И ОПРЕМЕ ВОЗИЛА НА КПГ

Резервоари за КПГ морају имати трајно уписане следеће податке у складу са одредбама Правилника UN ECE 110R, сл. 3:

- ✓ назив произвођача,
- ✓ фабрички број,
- ✓ месец и годину производње (контроле),
- ✓ запремину празног резервоара у литрима (L),
- ✓ највећи дозвољени притисак пуњења резервоара (MPa односно bar),
- ✓ ознаку гаса којим се резервоар пуни – "CNG ONLY", и
- ✓ утиснут рок важења резервоара – "DO NOT USE AFTER XX/XXXX" где XX/XXXX показује месец и годину.

Слика 3. *Фотографија налепнице КПГ резервоара*

Резервоари морају бити причвршћени за основну конструкцију возила према упутству произвођача, односно техничким захтевима и не смеју имати директан контакт са другим металним деловима, осим у случају резервоара са посебним носачима који су пројектовани за причвршћивање за металну основу. Технички услови за причвршћивање резервоара према ECE Правилнику број 115 прилог 5 тачка 1.3 су дати у табели 1 [6]:

Табела 1. *Технички услови за причвршћење резервоара*

Запремина резервоара, L	Минималне димензије подлошки, mm	Минималне димензије трака за причвршћење, mm	Минималне димензије завртња, mm
До 85	30x1,5 или 25x2,5	20x3 или 30x1,5	8
85 – 100	30x1,5 или 25x2,5	30x3 или 20x3*	10 или 8*
100 – 150	50x2или 30x3	50x6 или 50x3**	12 или 10**

Цилиндрични резервоари се причвршћују помоћу најмање две изоловане траке, осим у назначеним случајевима:

* у овом случају су неопходне три траке за причвршћење,

** у овом случају су неопходне четири траке за причвршћење.

Код резервоара који су уграђени испод пода возила, резервоар мора бити учвршћен са најмање три одговарајуће траке. Завртњи морају бити најмање у класи 8.8.

За резервоаре запремине преко 150 L, важи да морају бити задовољени захтеви према UN ECE 110R [5].

Правилником UN ECE 110R је прописано да резервоари за КПГ морају бити учвршћени на адекватан начин, тако да могу (када су пуни) да поднесу успорења у правцу кретања возила и у правцу управном на правац кретања, зависно од категорије возила, према табели 2. При томе се захтева одговарајућа отпорност (одсуство било каквих деформација), како носача резервоара, тако и конструкције дела возила за који су резервоари учвршћени, што се може доказати и прорачуном [9].

Табела 2. *Прописана успорења сагласно UN ECE 110R*

Категорија возила	M1 или N1	M2 или N2	M3 или N3
Успорење – у правцу кретања	20·g	10·g	6,6·g
Убрзање – у хоризонталној равни, управно на правац кретања	8·g		5·g

Према UN ECE 110R резервоар за КПГ мора бити одобрен и опремљен најмање следећим компонентама, које могу бити одвојене или комбиноване [5]:

- ✓ ручним вентилом,
- ✓ аутоматским вентилом резервоара,
- ✓ уређајем за растерећење притиска (PRD) или температурски активирани (TPRD), и
- ✓ вентилом за ограничење превеликог протока (EFV).

Резервоар и вентили могу бити опремљени и гасно непропусним кућиштем са вентилацијом, ако је потребно. Неопходно је заштити их од директног сунчевог зрачења.

Цеви за гас високог притиска, не смеју се лемити ни заваривати већ се морају спајати елементима за везу који су израђени од челика. Водови за гас високог притиска, морају бити тако положени да не вибрирају, као и да нема трења између делова, посебно на местима провлачења цеви кроз отворе. Размак између два места причвршћења, за цеви високог притиска испод возила, сме бити највише 500 mm, а полупречници савијања цеви морају бити прилагођени материјалу и димензијама цеви.

У простору за возача и путнике, укључујући и пртљажник, водови за гас уграђују се само ако су посебно заштићени (непропусна кућишта, цев у цеви и сл.), с' тим што заштита мора бити отпорна на механичка оштећења, а њени отвори морају бити на спољашњој страни возила, ради вентилације.

Пре споја са уређајем (вентилом за гас, редуктором притиска, пречистачем, манометром и сл.), цев за гас мора имати компензацијску завојницу која омогућава растезање. На водовима за гас високог притиска не сме бити видљивих оштећења, а цеви које су испуцале, или су оштећене механички, услед дејства процеса корозије и сл., треба одмах заменити.

Водови за гас ниског притиска који спајају редуктор притиска са уређајем у коме се ствара мешавина горива и ваздуха за погон мотора не смеју бити у додиру са загрејаним деловима издувног система, односно мотором, осим са уређајем за напајање мотора горивом. Гумени водови не смеју

бити оштећени ни испуцали. Водови за гас ниског притиска спајају се обујмицама. Спојеви морају бити непропусни, обујмице самокочиве, да не дође до неконтролисаног попуштања спојева.

Редуктор притиска гаса се учвршћује конзолно на унутрашњој страни каросерије возила, изван простора за возача и путнике, укључујући и пртљажник, и не сме се причврстити за делове возила који се загревају, и мора бити прописно удаљен од делова издувног система мотора и возила.

6. КОНТРОЛИСАЊЕ ВОЗИЛА СА УГРАЂЕНИМ УРЕЂАЈИМА И ОПРЕМОМ ЗА ПОГОН НА КПГ

6.1. Неопходне провере

6.1.1. Провера усаглашености уређаја и опреме са хомологованим типом

Уређаји и опрема који се уграђују у возила са погоном на КПГ морају бити одобреног типа (хомологовани) према пропису UN ECE 110R, што се утврђује током ове провере.

6.1.2. Провера испуњености услова у погледу усаглашености уређаја и опреме са начином припреме гориве смеше и техничког извођења уградње

6.1.2.1. Провера испуњености услова у погледу усаглашености уређаја и опреме са начином припреме гориве смеше

Испуњеност услова у погледу усаглашености уређаја и опреме са начином припреме гориве смеше подразумева проверу усаглашености гасне опреме са начином припреме гориве смеше. Уређаји и опрема морају бити уграђени у складу са упутством за монтажу произвођача уређаја и опреме за возила на гасни погон, а уколико такво упутство не постоји, минимални услови усаглашености су:

1) уређаји и опрема са вакуум системом регулације могу се применити само на усисним карбураторским моторима, и
2) мотори са пластичном усисном граном и мотори са MPI системом код возила произведених после 1. јануара 2001. године морају имати опрему са секвенцијалним убризгавањем гаса.

6.1.2.2. Провера испуњености услова у погледу техничког извођења уградње

Уређаји и опрема возила на гасни погон морају бити уграђени тако да се налазе у границама габарита возила, да не смањују проходност, да су заштићени од механичких оштећења која могу настати у експлоатацији, и да су приступачни ради прегледа њихове исправности и непропусности, и ради провере идентификационих ознака. При томе, обавезно морају бити задовољени услови уградње, који су дефинисани прописом UN ECE 110R, што се утврђује током ове провере.

Проверавају се:

- ✓ задовољење услова за уградњу резервоара и његове опреме,
- ✓ задовољење услова за водове гаса (високо притисне и ниско притисне),
- ✓ задовољење услова за редуктор притиска гаса, и
- ✓ задовољење услова за остале уређаје (вентили, прикључак за пуњење, манометри и индикатори притиска, електрична инсталација, уређај за дозирање гаса итд.).

Контролисање непропусности гасне инсталације врши се индикаторским уређајем осетљивим на метан, при чему свако истицање гаса у атмосферу представља основ за констатацију да је возило небезбедно за даљу експлоатацију.

6.1.3. Провера масе возила

Уградњом уређаја и опреме за погон на гасна горива мења се маса возила, па се у том смислу, током контролисања, мора утврдити маса са уграђеним уређајима и опремом. Маса возила се може утврдити прорачуном уколико се располаже са тачним податком о маси основног возила, маси уграђених уређаја и опреме и маси гаса када је резервоар напуњен до највећег дозвољеног радног притиска у резервоару. Уколико овлашћена организација, провером кроз одговарајућу техничку документацију или на други начин, изрази сумњу у тачност ових података мора се извршити мерење. Прорачун, односно подаци на основу којих се дошло до масе преправљеног возила, морају се уписати у записник о испитивању/ контролисању возила. У случају када се ради о испитивању теретног возила

за вредност колико је повећана маса возила спремног за вожњу, потребно је, умањити носивост возила. Код аутобуса, ако је неопходно, треба прорачуном одредити укупан број места за путнике (који седе и који стоје). За ту сврху, зависно од облика каросерије аутобуса, треба искористити упутства која су дефинисана Правилницима UN ECE 36R и UN ECE 52R.

6.2. Периодична контрола

Прописом UN ECE 110R је прописана периодика контроле КПГ резервоара на сваких 48 месеци, од датума увођења у сервис. При томе се визуелно проверава да ли постоји појава механичких, абразивних или хемијских оштећења. Прописом се препоручује, да се током техничког прегледа проверава да ли постоји цурење гаса [5].

У републици Србији периодични преглед возила са уграђеним уређајима и опремом за погон на КПГ се врши на сваке четири године.

6.2.1. Периодична контрола резервоара за КПГ

Контрола резервоара за КПГ се врши у складу са процедуром, која је дефинисана стандардом ISO 19078, и/ или у складу са националним стандардима државе у којој се возило и опрема за КПГ налазе у експлоатацији. Ако се приликом периодичне контроле резервоара користи тест хидрауличког притиска, обавезна је употреба посебно третиране воде (са инхибиторима, без хлора итд.). Такође, препорука је да резервоари временски буду што краће изложени испитивању, и никада не треба резервоаре пунити обичном не третираном водом. Разлог томе је корозивно дејство воде на материјал од кога су израђени резервоари (углавном је то легура алуминијума) [10].

Периодичне контроле представљају безбедносну меру за благовремено уочавање оштећења самих резервоара и носача резервоара. Провера се мора извршити уз употребу наменског алата (мерни алат за мерење дужине и дубине напрслина, батеријске лампе и сл.). Постоје две врсте провера: генерална контрола и као што је већ наглашено у претходном одељку, контрола од стране овлашћене организације, када се издаје и одговарајући сертификат, табела 3 [10].

Табела 3. *Преглед поступака за периодичну контролу резервоара и опреме за КПГ*

ВРСТА КОНТРОЛЕ	ОПИС КОНТРОЛЕ	ПЕРИОД
Генерална контрола	Контролу обавља возач, механичар или техничар у сервису. Подразумева визуелну проверу стања резервоара и носача, као и цевовода са циљем да се утврди да ли су у добром стању и да ли су учвршћени.	Препоручује се на свака три месеца (препорука произвођача резервоара и опреме за КПГ)
Контрола од стране овлашћене организације и издавање Сертификата (Уверења и/ или Потврде о исправности уградње уређаја и опреме за КПГ)	Контролу обавља стручна особа са овлашћењем одговарајуће институције.	На сваке четири године од датума увођења у сервис, а у складу са нациналним прописима.

6.3. Означавање возила са погоном на КПГ

Возила класе М2 и М3 са погоном на КПГ морају имати налепнице за видно обележавање да користе ово гасно гориво. Облик и димензије налепнице су дефинисани стандардом UN ECE 110R. Налепнице се постављају напред, позади и са спољне стране врата, на десној страни возила.

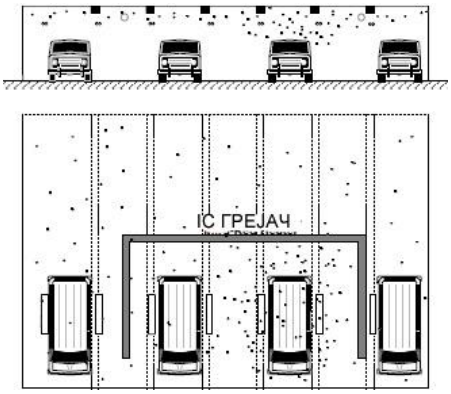
7. БЕЗБЕДНОСТ РАДА ПРИЛИКОМ КОНТРОЛИСАЊА И ТЕХНИЧКОГ ПРЕГЛЕДА ВОЗИЛА СА ПОГОНОМ НА КПГ

Опсег упаљивости смеше горива и ваздуха се често назива и опсегом експлозивности како би се упозорило на озбиљност могућих инцидената. Испод опсега упаљивости смеша је исувише сиромашна а изнад је исувише богата за сагоревање. Границе опсега упаљивости се често називају доњом и горњом границом упаљивости/ експлозивности.

Цурење гаса из система на возилу, током контролисања и техничких прегледа, може да створи експлозивну смешу у радном простору, због чега је неопходно обезбедити следеће:

- ✓ предузети мере у циљу превентивног спречавања истицања гаса из система на возилу,
- ✓ изворе паљења чувати даље од места где постоји вероватноћа формирања запаљиве смеше,
- ✓ површине грејних тела објекта не смеју имати већу температуру од 400 °C, забрањена је употреба отвореног пламена, електричних или гасних грејача, и
- ✓ обавезно је увести и редовно примењивати мере заштите на раду и противпожарне заштите објекта, као и стручну обуку особља, итд.

Обзиром да КПГ у случају цурења из система на возилу истиче увис, треба обратити пажњу да се експлозивна смеша ствара у горњим зонама просторије. Са друге стране, положај места са експлозивном концентрацијом у великој мери зависи од типа кровне конструкције објекта. На сл. 4 је приказан случај објекта са равним кровом, на коме су тачкасто означена места повишене концентрације гаса у случају истицања КПГ из возила које се налази у објекту (када није раван кров то су обично највиши делови). Положај постављања сонди система за аутоматску детекцију и дојаву присуства гаса, такође зависи од начина извођења кровне конструкције.



Слика 4. *Места концентрације КПГ, у случају цурења гаса из возила, у гаражи са равним кровом*

На основу важећих U.S. прописа нпр., вентилациони системи у гаражама за одржавање КПГ аутобуса треба да омогуће 5 – 6 измена ваздуха на сат у просторији. При томе се захтева динамика измене ваздуха од 425 $L \cdot min^{-1}$ по $1 \cdot m^2$ за површине која се вентилира. Обзиром да су захтеви према гаражама за дизел аутобусе слични (морају имати вентилирајући систем са 4 – 6 измена ваздуха на сат), може се закључити да није потребно вршити измене система за вентилацију, у случају адаптације постојећег објекта за рад са КПГ возилима, тако да не постоје ни додатни трошкови одржавања. Прописима се препоручује и опремање оваквих објеката тзв. роло–вратима, која се брже отварају у односу на класична, тако да се у случају хаваријског истицања гаса, тим путем обезбеђује и додатна вентилација објекта природним путем [11].

Електро опрема објекта за сервисирање КПГ возила, прекидачи, утичнице, уређаји за осветљавање, мотори, треба да имају одређени степен експлозивне заштите.

Супротно претходним инструкцијама, нпр., приликом контролисања и техничких прегледа возила са погоном на ТНГ, у објектима треба обезбедити бољу вентилацију близу подног дела објекта, а посебно делова где су канали на које наилази возило ради оправке или прегледа и сл.

Генерално посматрано основна упозорења, која важе у случајевима хаваријског цурења гаса из возила и основни захтеви и мере безбедности објекта су укратко набројани у табели 4 [11].

Табела 4. *Упозорења при истицању гаса и превентивне мере*

ВРСТА ГАСА – ГОРИВА	КПГ	ТНГ
Упозорења у случају истицања гаса	Концентрација гаса је горе !!	Концентрација гаса је доле !!
Основни захтеви и превентивне мере безбедности објекта	– Добра вентилација зоне плафона – крова – Елиминација извора паљења изнад возила – Обука особља за безбедан рад са возилима на КПГ	– Добра вентилација на нивоу пода и канала – Елиминација извора паљења близу пода – Обука особља за безбедан рад са возилима на ТНГ

7.1. Генерални услови и препоруке за рад са резервоарима и опремом за КПГ

Приликом манипулације са резервоарима и опремом на возилима са погоном на КПГ неопходно је придржавати се следећих мера и упутстава са циљем повећања безбедности [10,11].

1. Носити заштитну опрему:
   - заштитне наочаре и заштитне рукавице.
2. Користити одговарајући алат:
   - користити алат који препоручује произвођач, ако је могуће, и
   - обезбедити одговарајућу техничку документацију произвођача пре интервенције.
3. Познавање функционалности система за КПГ на возилима:
   - само стручна особа сме да врши оправку и контролу резервоара и опреме за КПГ, и
   - неопходно је познавање функционалности делова система за КПГ на возилима.
4. Елиминисати потенцијалне изворе паљења:
   - без отвореног пламена или других извора топлоте, и
   - искључити електрично напајање на возилу, обезбедити добро уземљење објекта ради спречавања појаве варнице и сл.
5. Ни у једном тренутку се не сме заборавити, да су делови система за КПГ под притиском:
   - спојеве полако попуштати због истицања гаса под притиском, а притезање спојева обавезно реализовати са одговарајућим моментима према препоруци произвођача (нису исти моменти притезања наврткa када се цевовод први пут причвршћује, и у случају када се ради о притезању претходно растављеног споја).
6. Мере предострожности са потенцијално запаљивом смешом природног гаса и ваздуха:
   - природни гас је запаљив у ваздуху при концентрацији од 4,4 – 15%,
   - забрањено је вршити сервисне интервенције, складиштење и транспорт резервоара и опреме са потенцијално запаљивом смешом. Испуштање гаса из резервоара се извршава према упутствима и техничкој документацији произвођача, преко наменског прикључка, и
   - забрањено је делове уређаја и опреме за КПГ у којима постоји потенцијално запаљива смеша прикључивати на електрични напон.

8. ЗАКЉУЧАК

Проблематика која се у првом реду односи на емисију честица довела је до тога, да је у зонама градских центара развијених земаља смањена употреба аутобуса и доставних возила са погоном на дизел гориво. Тим путем се возила комуналних служби замењују интензивно са возилима на природни гас. Као резултат, данас у свету има преко 22 милиона возила на природни гас.

Пораст броја возила на природни гас, паралелно је праћен и кроз увођење нових Прописа и Правилника којима се регулише ова област.

Са аспекта безбедности и исправности уградње гасне опреме, захтеви које треба да задовоље возила са погоном на КПГ су прописани у оквиру два прописа: UN ECE 110R и UN ECE 115R. Према томе, уређаји и опрема возила на гасни погон морају бити уграђени на возилима у складу са захтевима важећих националних и међународних прописа.

Међународним и националним прописима предвиђене су периодичне контроле уређаја за гасни погон на возилима. За возила са погоном на КПГ, у Републици Србији је прописан контролни преглед у овлашћеној организацији на сваке четири године, о чему се издаје одговарајућа Потврда.

Приликом контролисања, техничког прегледа и сервисирања возила на КПГ, у објектима треба обезбедити бољу вентилацију близу зона плафона и крова, и обавезно се треба придржавати мера заштите на раду особља и противпожарне заштите објекта.

ЗАХВАЛНОСТ

Овај рад је резултат истраживања на пројекту TR 35041 који је финансиран од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

ЛИТЕРАТУРА

1. Gas Vehicle Report, (2016) Worldwide NGV Statistics, Int. J. of NGV group, 15#1, 168, 20–23.
2. Закон о безбедности саобраћаја на путевима, (Службени гласник РС, бр. 41 од 2. јуна 2009, 53 од 29. јула 2010, 101 од 30. децембра 2011, 32 од 8. априла 2013 – УС, 55 од 23. маја 2014.).

3. Правилник 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 и 14/16).
4. Правилник о испитивању возила, (Службени гласник РС, бр. 8/12, 13/13, 31/13, 114/13, 40/14, 140/14, 18/15 и 82/15).
5. UN ECE Regulation No. 110 Rev.3 – CNG and LNG vehicles: *http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29regs101-120.html*, преузето: март 2016.
6. UN ECE Regulation No. 115 Rev.1 – LPG and CNG retrofit systems: *http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29regs101-120.html*, преузето: март 2016.
7. Пешић, Р., Давинић, А., Веиновић, С. (2002) Природни гас као сировина и гориво за моторна возила, XII International Scientific Symposium MVM 2002, Крагујевац, 7–9 октобар, Зборник радова YU–02069, стр. 284–289.
8. Милојевић, С., Пешић, Р. (2010) CNG Buses for Clean and Economical City Transport, Int. J. for Vehicle Mech., Engines and Transportation Syst., 37, 4, стр. 57–71.
9. Милојевић, С., Пешић, Р. (2012) Theoretical and Experimental Analysis of a CNG Cylinder Rack Connection to a Bus Roof, Int. J. of Automotive Tech., 13, 3, стр. 497–503.
10. Dynetek Europe GmbH (2009) Fuel Storage Cylinder for the On–board Storage of CNG and Hydrogen in Vehicles, Technical Documentation, Ratingen, стр. 1–33.
11. Horne, D. (2006) Desing Considerations for New Construction Transit Bus Garages to Ensure that they are –Fuel Flexible– to allow the Future Deployment of Gaseous Fueled Buses, Maraton Technical Service, Heidelberg, Ontario.