

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Друмски саобраћај

Предмет: Алтернативни извори енергије

Број индекса: 166/2007

Катарина Ж. Кнежевић

**Алтернативна горива за погон ОТО
мотора**

-завршни рад-

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф. др Радивоје Пешић - ментор
2. _____
3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ

ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА У КРАГУЈЕВЦУ

Катедра за: Друмски саобраћај

Предмет: Алтернативни извори енергије

ЗАВРШНИ РАД

са темом:

Алтернативна горива за погон ОТО мотора

Кандидат: Катарина Кнежевић, број индекса 166/2007

У оквиру завршног рада кандидат треба да опише значај алтернативних горива у погледу смањења емисије возила и повећању ефикасности. Предности и мане у примени код моторних возила, као и примени биогорива у моторним возилима.

Завршни рада треба да садржи следеће целине:

1. Уводно разматрање,
2. Прописи о емисији,
3. Контрола емисије издувних гасова,
4. Алтернативна горива,
5. Производња биогорива у Србији,
6. Утицај гасовитих горива на смањење емисије,
7. Закључак,
8. Литература.

ПРЕДМЕТНИ НАСТАВНИК

Проф. др Радивоје Пешић

Крагујевац, 2015. год

Резиме

У овом раду је представљен значај алтернативних горива у погледу смањења емисије возила и повећању ефикасности. Предности и мане алтернативних горива у примени код моторних возила. Неке могућности производње био горива у Републици Србији, примена био горива у моторним возилима, као и закључна разматрања о примени алтернативних горива у моторним возилима.

Кључне речи : алтернативна горива, моторна возила, био гориво.

Abstract

In this text is a presentation importance of alternative stroked the mane of reducing vehicle emissions and increasing efficiency. Advantages and disadvantages of alternative fuels in the application in motor vehicles. Some possibilities of producing bio-fuels in the Republic of Serbia, the use of biofuels in motor vehicles, as well as concluding observations on the application of alternative fuels in motor vehicles.

Keywords: alternative fuels, motor vehicles, bio fuel.

САДРЖАЈ

1. УВОД	6
2. ПРОПИСИ О ЕМИСИЈИ	7
2.1. Емисија са издувним гасовима	8
2.2. Прописи о емисији издувних гасова	10
2.3. Прописи за емисију „greenhouse“ гасова	11
3. КОНТРОЛА ЕМИСИЈЕ ИЗДУВНИХ ГАСОВА	14
3.1. Каталитички конвертор	14
3.2. Ламбда сонда	16
4. АЛТЕРНАТИВНА ГОРИВА	18
4.1. Течни нафтни гас (ТНГ, односно LPG).....	20
4.2. Земни гас и метан	23
4.3. Биогас	24
4.4. Водоник.....	25
4.5. Метанол.....	27
4.6. Биоетанол.....	28
4.7. Возила са електро погоном	29
4.7.1. Гориве ћелије.....	30
5. ПРОИЗВОДЊА БИОГОРИВА У СРБИЈИ.....	32
6. УТИЦАЈ ГАСОВИТИХ ГОРИВА НА СМАЊЕЊЕ ЕМИСИЈЕ	35
7. ЗАКЉУЧАК	42
8. ЛИТЕРАТУРА.....	44

1. УВОД

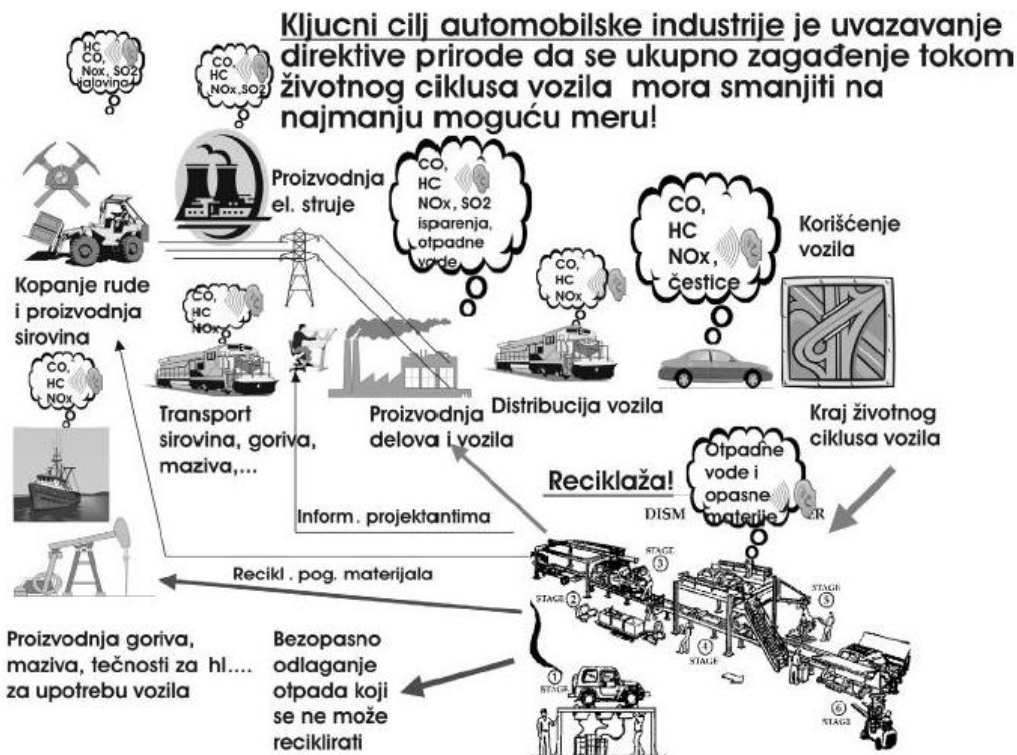
Укупни технолошки развој последњих деценија усмерен је, поред осталог, на решавање два крупна, глобална проблема: заштиту околине и очување природних ресурса. Ово се у великом степену одражава и на друмски саобраћај, односно индустрију моторних возила. Екологија се, међутим, не односи само на очување околине, већ и на рационално коришћење енергије. Пажња се у том оквиру усмерава на све могуће алтернативе, почев од соларне и других облика енергије, до коришћења алкохола, биогорива, природног гаса и водоника. Данас постоји глобални еколошки покрет који постаје све јачи из дана у дан. Он пропагира тренд еколошки прихватљивих ("enviromentally friendly") возила на светском тржишту. Ова возила играју важну улогу у превенцији глобалног загревања и смањењу загађења изазвана азотовим оксидима и честичном емисијом, али и вибрације и буку као посебне видове загађења човекове средине, посебно присутне у урбаним областима.

Инжењери у свом животном опредељењу ни једним својим производом не смеју угрожавати ни генетске ни биолошке основе здравог живота. Стратешка обавеза С+3Е(Сировине+Енергија+Екологија+Економија) је дефинисана ограниченим капацитетима планете Земље. Глобално размишљање, али локално деловање, је правило еколошког понашања за све. Код возила се годинама појављује као крајњи циљ возило нултеемисије (ZEV—Zero Emsion Vehicle) иако се зна да не постоји ни један људски производ који не утиче на своју околину. Уведена је и нова циљна емисија за возила: NZEV —,NearZEV“ тј. близу минимума и EZEV- еквивалентно минималној емисији. Мобилност и еколошку сигурност успешно могу да обједине једино возила направљена у пуној сагласности са законима природе.

2. ПРОПИСИ О ЕМИСИЈИ

Загађења ваздуха, воде и земљишта су нежељене промене физичких, хемијских и биолошких својстава животне средине, које могу неповољно деловати на жива бића или нарушити њихове екосистеме. Загађујуће материје или загађујуће супстанце (полутанти) су остаци онога што производимо, користимо и одбацујемо. Другим речима, материја или енергија постају загађујуће када се појаве на нежељеном месту, у нежељеном облику, у непожељно време и у непожељним количинама. Према природи загађивања може се направити подела и на следећа три облика:

1. загађивање материјама
2. загађивање енергијом (отпадна топлота, бука,...)
3. загађивање пољима сила (нпр. електромагнетским).



Слика 1. Утицај возила на околину у току животног циклуса [1]

2.1.Емисија са издувним гасовима

Несагорели угљоводоници (НС). Емисија несагорелих угљоводика је последица непотпуног сагоревања молекула горива. Основни узрок је локални недостатак кисеоника и ниске температуре у зонама уз зидове коморе. Угљоводоници реагују у присуству оксида азота и сунчевог светла и доприносе формирању приземног озона, главне компоненте фотохемијског смога. Већина угљоводоника у издувним гасовима су такође и токсични, са могућим канцерогеним дејствима.

Оксиди азота (NO). Главни извори азота у ваздуху су природни извори, пре свега активности неких бактерија. Оксиди азота из природних извора равномерно су распоређени у атмосфери, док се њихова концентрација у урбаним и индустријским зонама и поред већих саобраћајница повећава као последица разних активности људи. У условима високих температура и притисака у мотору, атоми азота и кисеоника из ваздуха реагују стварајући низ азотових оксида, које све заједно обележавамо са NOx. Утврђено је токсично деловање азот-моноксида на човека и животиње. Азот-диоксид изазива едем плућа са смртоносни последицама. Оксиди азота као и угљоводоници су гласници формирања озона. Они такође доприносе формирању киселих киша.

Угљен-моноксид (CO). Он је отрован гас без боје и мириса. Угљен-моноксид CO је продукт непотпуног сагоревања и ствара се у случају рада мотора са богатом смешом. Тада угљеник из горива само делимично оксидише. Он смањује проток кисеоника кроз крвоток и ризичан је за људе са болесним срцем. Више од 90% угљен-моноксида у урбаним срединама потиче из издувних гасова возила и ложишта.

Честице. У издувним гасовима возила честице најчешће потичу од несагорелог угљеника из горива. Такве честице би биле само механички загађивачи. Међутим у комори мотора те честице упију разна једињења из горива и мазива, међу којима су и полициклични угљоводоници. Они су оптужени за изазивање рака плућа па је тиме и емисија честица потенцијално канцерогена.

Угљен-диоксид(CO_2) . Од скоро, ЕРА (Enviromental Protection Agency) је почела да прати емисију CO_2 . Он не утиче директно на здравље људи, али је један од загушљивих гасова који доприноси увећању глобалног загревања наше планете. Тако је угљен диоксид, као продукт потпуног сагоревања, добио третман загађивача.

Водена пара (H_2O). По Међународној Унији за Чисту и Примењену хемију (eng. International Union of Pure and Applied Chemistry UIPAC) једињење од два атома водоника и једног кисеоника (водоник оксид и дихидрооксид) је „лака вода“ или једноставно вода. Најважнија особина „обичне воде“ је да је лед лакши од течности па зато штити живи свет на земљи. Зимом се леде само повшински слојеви ледене масе. Даље, водене капљице имају висок површински напон који задржава воду у биљкама и олакшава транспорт воде од корена до листова. Питка и здрава вода је присутна у свим живим организмима. Атмосферска вода покрива 71% глобуса, са 80% је присутна у људском организму, у атмосфери даје 0,3% по маси, од тога је 80% у гасовитој фази, а са 90% учествује у тзв. загушљивим гасовима. По теорији су топлота испаравања и кондензовања једнаке. Али само по теорији. Сунчево зрачење директно изазива стварање облачног прекривача који потамни небески свод. Једном дигнути облаци се и даље греју, а онда хемијски процеси потпомогнути прашином, честицама и сулфатима доводе до разлагања свих испарења.

Оксиди сумпора. Процесом биолошке разградње у океанима и на копну настаје сумпор-водоник (H_2S), који се оксидише до сумпор-диоксида. Концентрације SO_2 у атмосфери се разликују у различитим подручјима. У урбаним и индустријским подручјима концентрација ове загађујуће материје је, по правилу, већа. Ту свој допринос, поред сагоревања угља који има и више од 1% сумпора, даје и емисија издувних гасова из возила када се користи гориво у којем има сумпора. Сумпор-диоксид и његови секундарни производи (сумпораста, сумпорна киселина и сулфиди), могу изазвати озбиљне здравствене проблеме код људи (коњуktivитис, ефекти на респираторном систему) као и код биљака (појаве киселих киша и сушење шума) а запажени су штетни ефекти на метале, кожу, папир и текстил.

Озон. Представља алотропску модификацију кисеоника. Молекули озона се састоје од 3 атома кисеоника. Лако се распада и представља снажно оксидационо средство. У природи настаје приликом електричних пражњења и под дејством ултраљубичастих зрака. Озон иритира очи, оштећује плућа, и доводи до проблема са дисањем. Озон који се ствара у приземним слојевима је посебан проблем загађења у урбаним зонама. На интензитет стварања озона утиче присутна концентрација угљоводоника и азотових оксида. Такође је интензитет стварања пропорционалан температури и зрачењу сунца. Тако да су дуги и топли летњи дани, пре свега поподне, најпогоднији за стварање озона. Озон који се ствара у горњим слојевима атмосфере има позитивно заштитну улогу у филтрирању ултра-виолетног зрачења сунца.

2.2. Прописи о емисији издувних гасова

Смањење негативног утицаја возила на околину остварује се бројним конструктивним и технолошким новинама, које су повезане са повећањем цене возила. Управо зато одлуку о примени тих решења не смеју доносити сами произвођачи. О томе морају бринути и одговарајуће државне институције и организације, које сваким даном доносе све већи број законских регулатива. Те регулативе дефинишу штетне материје које ће бити контролисане, одговарајуће методе за њихово мерење, постављају одређене граничне вредности и уводе обавезне примене нових технологија и система, као на пример системи OBD (On-Board diagnostic). Америчка федерална влада је 1969. год. донела низ регулатива са циљем да се смањи емисија из возила и да ауто индустрија развија нове технологије. Прва уредба о чистом ваздуху “Clean Air Act” је усвојена на Конгресу 1970. г. Сада је емисија из путничких моторних возила смањена за више од 95% у односу на те почетне вредности. У Америци федералне прописе доноси EPA (Enviromental Protection Agency), док прописе за Калифорнију доноси CARB (Californian Air Resource Board). Предлог LEV II прописа за Калифорнију је дат у табели 1.

Табела 1. Предлог LEV II за емисију путничких возила у Калифорнији g/mi [13]

Категорија емисије	Век возила (миља)	NMOG	CO	NOx	Честице
LEV	50 000	0,075	3,4	0,05	
	120 000	0,090	4,2	0,07	0,01
ULEV	50 000	0,040	1,7	0,05	
	120 000	0,055	2,1	0,07	0,01
SULEV	120 000	0,010	1,0	0,02	0,01

LEV= Low-Emission Vehicle; ULEV= Ultra- Low-Emission Vehicle; i SULEV=Super-Ultra-Low-Emission Vehicle, NMOG=Nemetanski organski gasovi

Граничне вредности су исте за путничка возила и са дизел и са бензинским моторима и то у току читавог века возила. Од 2004. г. сва возила у Калифорнији морају да задовољавају LEV и ULEV стандарде са 0,05 gpmi NOx. У Европи су регулативе за емисију из возила донете нешто касније. Тако је за путничка и лака теретна возила регулатива ЕСЕ 15.00 донета 1971. г. од стране Европске комисије УН. Граничне вредности емисије дате су у табели 2.

Табела 2. Границе за емисију путничких возила у Европи [2]

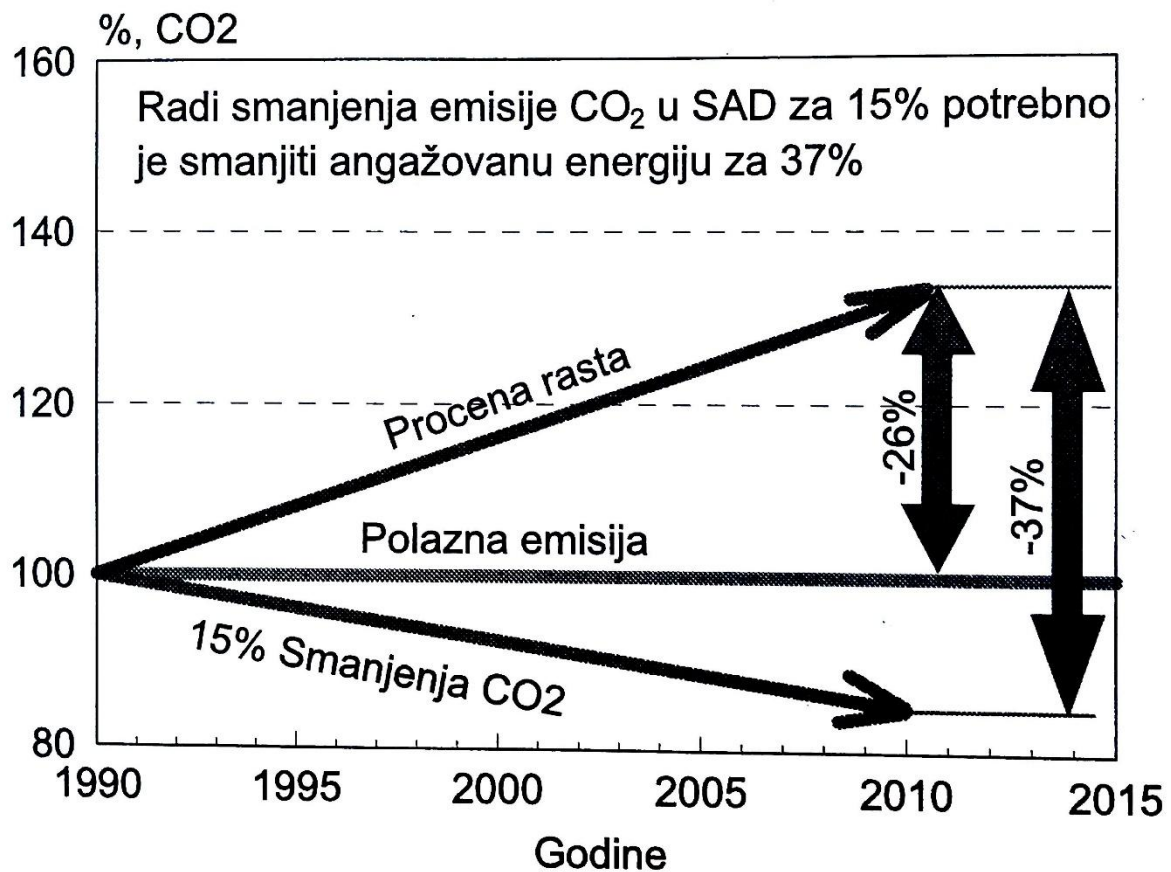
g/km	CO		HC+NOx		HC		NOx		PM	
Год.	B	D	B	D	B	D	B	D	B	D
2000. Еуро 3	2,3	0,64		0,56	0,2	(-)	0,15	0,5		0,05
2005. Еуро 4	1,0	0,5		0,30	0,10	(-)	0,08	0,25		0,025
2009. Еуро 5	1,0	0,5		0,23	0,10 ^c		0,06	0,18	0,005	0,005
2015. Еуро 6	1,0	0,5		0,17	0,10 ^c		0,06	0,08	0,005	0,005

B=Benzinski motori, D=Dizel motori, PM=Čestice

2.3.Прописи за емисију „greenhouse“ гасова

Осим гасова који имају директних последица на здравље људи, возила емитују и друге гасове који нису отровни, али утичу на промену околине. Угљен-диоксид је један од гасова који су узрочници повећаног глобалног загревања наше планете. У децембру 1997. г, Међународна заједница је у Куото-у, склопила споразум о смањењу емисије

„greenhouse” гасова, пре свега угљен-диоксида. 38 земаља, које углавном припадају групи индустријски развијених земаља, потписница Анекса I Куото протокола, су се обавезале да у периоду од 2008-2012. г. смање ниво емисије „greenhouse” гасова (GHG – Greenhouse Gases) за укупно 5% у односу на ниво емисије из 1990 [3]. Иако се емисије CO₂ сматра основним проблемом глобалног загревања, Куото протокол се, заправо, односи на шест GHG: угљен-диоксид (CO₂), метан (CH₄), азот-субоксид (N₂O), хидрофлуоругљеник (HFC), перфлуоругљеник (PFC) и сумпор-хексафлурид (CF₆). Што се, међутим, тиче емисије издувних гасова возила, највећи утицај од свих GSG има CO₂. Како је емисија CO₂, код фосилних горива, директно пропорционална потрошњи горива, прописи који се односе на економичност потрошње горива уједно регулишу и емисију CO₂. Прве прописе о економичности су, такође, донеле САД 1973. г. 1993. г. основано је удружење за пројектовање возила нове генерације (PNGV–Partnership for a New Generation of Vehicles). Један од основних задатака удружења је да се економичност по америчком стандарду повећа три пута у односу на 1993. г, односно сведе на 80 миља по галону (2.94 L/100 km) или 106 gpm CO₂, уз непромењену цену, комфор и безбедност. Јапан је следећа држава која је 1979. године увела законске прописе о највећој дозвољеној потрошњи горива. У Европи за сада нема законског ограничења потрошње горива. Европски Парламент је априла 1997. г. Усвојио препоруке за вредности средње потрошње горива 2005-те године од 5 литара на 100 km за возила са бензинским моторима и 4.5 L/100 km са дизел моторима и 3 L/100 km за сва возила 2010-те године. Удружење европских конструктора аутомобила АЦЕА предлаже да се просечна емисија CO₂ ограничи на 140 g/km до 2008. г. Док савет министара Европске уније предлаже смањење емисије CO₂ за нова возила од 2005. г. или најкасније 2010. г.(слика 2). Ипак, велики допринос смањењу емисије CO₂ може дати гориво.



Слика 2. Смањење ангажовања енергије и адекватно смањење емисије CO₂ [2]

Аутомобилске емисије и задовољење прописа везаних за емисије издувних гасова се могу контролисати и регулисати на три начина :

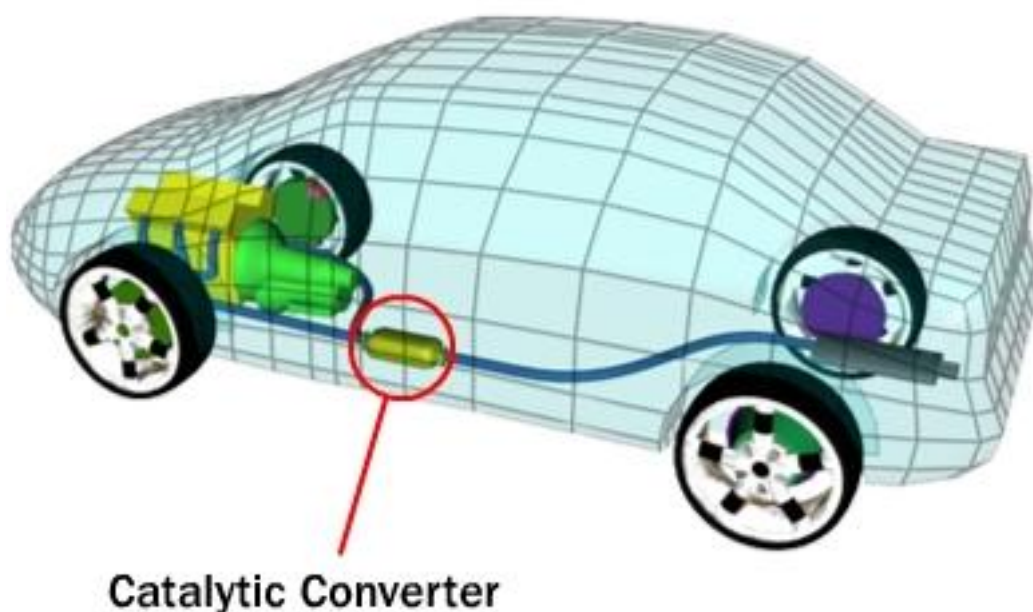
1. Конструкционим мерама
2. Новим каталитичким технологијама
3. Реформулацијом горива и мазива

3. КОНТРОЛА ЕМИСИЈЕ ИЗДУВНИХ ГАСОВА

Еколошка катализаторска технологија је била повезана са проблемима загађивања углавном бензинских путничких аутомобила. Са следећим усвајањем закона за чист ваздух Clean AIR ACT (CAA) постављени су основни стандарди. Оксидациони катализатори су комерцијализовани у САД још средином 1970-их у сврси контроле емисије CO и HC.

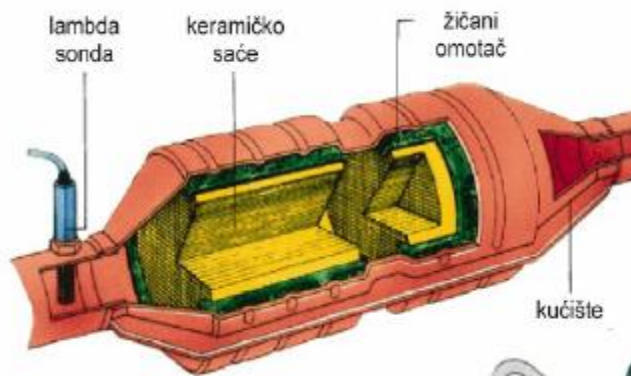
3.1. Каталитички конвертор

Каталитички-опремљени аутомобили су представљени у САД 1974. г., али су се на Европским путевима појавили тек 1985. Сада више од 275 милиона (светских 500 милиона) и преко 85% свих нових аутомобила произведених у свету су опремљени катализаторима. Каталитички конвертори су постављени на моторна возила, моторцикле, и теренска возила (Слика 3.)



Слика 3. Позиција каталитичког конвертора на возилу [4]

Катализатори су увек постављени у првом издувном лонцу до мотора и захваљући материјалу од ког су направљени у њима се одвија хемијско претварање штетних издувних гасова (CO , HC , NO_x) у CO_2 , H_2O и N_2 . Наравно да се применом ових уређаја то не дешава у потпуности али и текако доприноси смањењу штетне емисије. Данас се искључиво употребљавају регулисани трокомпонентни катализатори. То значи да се каталитички третирају сва три штетна издувна гаса (CO , HC и NO_x). Појам регулисани катализатор означава да се испред катализатора налази сензор који даје информацију о количини кисеоника у издувним гасовима односно даје информацију о саставу смеше. Сигнал тог сензора се битно мења када смеша из богате пређе у сиромашну и обрнуто. Таква промена се користи у циљу одржавања састава смеше баш блиско стехиометријском зато што катализатор ефикасно ради само када је смеша стехиометријска. Положај катализатора у издувном систему највише зависи од температуре издувног гаса на уградном месту катализатора.



Слика 4. Изглед и пресек катализатора [5]

Оксидацијски катализатори који су редуковали само CO и HC више се не уграђују у савремена возила, такође исто важи и за оксидацијске и редукцијске који су се састојали од два кућишта-лонца. Трокомпонентни катализатор се састоји од саћасте носиве структуре (израђене од керамике или метала), кроз коју струји издувни гас. На керамику или метал обавезно се наноси слој алуминијског оксида чији је задатак да повећа активну површину преко које струји издувни гас. На такав начин се повећава активна површина катализатора за приближно 7000 пута. На крају се поставља

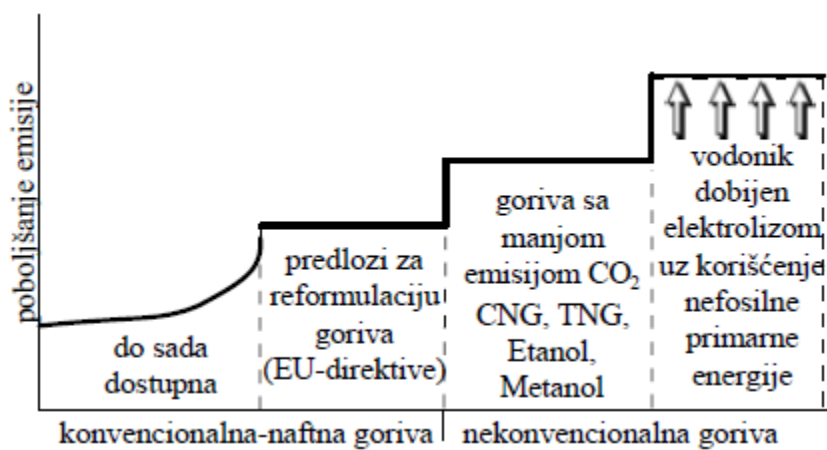
каталитички слој. Код обичних оксидацијских катализатора за каталитички слој су се употребљавали племенити материјали платина или паладијум. Код трокомпонентних катализатора још се употребљава и родијум. Количина племенитих метала у једном катализатору износи од 1 до 3 грама, зависно од радне запремине мотора, односно запремине катализатора. Између кућишта - лонца и саћасте структуре је постављен компензацијски слој (жичано или полимерно плетиво) који придржава саћасту структуру у лонцу и има задатак да преузме на себе евентуалне механичке ударце у кућиште катализатора и компензује различита температурна растезања кућишта и самог катализатора. Осим трокомпонентних катализатора на бензинским моторима с директним убризгавањем бензина обвезно се користе и NOx катализатори. Бензински мотори с директним убризгавањем горива у доњем радном подручју броја обртаја раде са сиромашном смешом па није могуће квалитетно претварање NOx-а у обичном трокомпонентном катализатору. Због овог се користе посебни катализатори код којих се NOx прво акумулира, те накнадно претвара у мање штетне гасове. Ако се катализатор загреје на веће температуре од 800°C или 1000°C долази до уништења катализатора. До прегревања катализатора најчешће долази услед лошег паљења или изостанка паљења на неком од цилиндара мотора, када већа количина несагорелог горива доспева у катализатор у коме се онда одвија секундарно сагоревање. Напомињемо да мотори који су опремљени катализатором морају радити са безоловним горивом. Олово из горива трајно уништава племените метале у катализатору те он више не врши своју функцију и мора се заменити.

3.2. Ламбда сонда. Ламбда сонда је неизоставни елемент издувних система моторних возила погоњених ОТО мотором. Ламбда сонда је сензор количине кисеоника у издувним гасовима те учествује као регулаторни елемент при припреми гориве смеше. Наиме, како би катализатори деловали са максималним учинком потребан је стехиометријски однос горива и ваздуха у смеси. Идеалан однос смо већ раније поменули да износи 14,7 kg ваздуха на 1 kg убризганог горива ($\lambda = 1$). Функција ламбда сонде је управо да детектује одступања састава смеше у издувним гасовима од идеалне вредности, те омогући рачунару (ECU) да у зависности од тога регулише количину убризганог горива у усисну грану. Дакле, у случају горивом засићене смеше смањује се

количина убризганог горива и обратно. Принцип деловања ламбда сонде је следећи: Сонда је обично уграђена у издувни систем на начин да је њен врх у сталном контакту са издувним гасовима. Кристал од цирконијума (Zr) обложен са обе стране танким слојем платине у додиру с кисеоником у издувним гасовима генерише напон. Овај напон најчешће варира између 0 и 1 V и читавањем његове средње вредности, те познавањем количине убризганог горива, лако је израчунати састав смеше. Саставу смеше у износу од 1 одговара средњи напон од око 0,45 V. На основу података који долазе из ламбда сонде централни рачунар возила одређује количину убризганог горива у реалном времену одржавајући састав смеше константним. Проблем представља чињеница да ламбда сонда тек при радним температурама већим од 270 °C почиње да врши своју функцију. Због ове чињенице у ламбда сонде се уграђују грејачи и постављају се што ближе мотору, а све у сврху ранијег почетка деловања регулационог круга мотора. Постоје две основне врсте ламбда сонди према типу сигнала који дају на излазу: двостепена ламбда сонда и широкопојасна ламбда сонда. Двостепеним сондама се не може тачно утврдити вредност ламбда фактора већ само да ли је он у стехиометријском подручју, док код широкопојасних сонди то није случај. Широкопојасне ламбда сонде прецизно могу одредити фактор ваздуха у широком подручју рада мотора па мора бити уграђена на ОТО моторима са директним убризгавањем бензина.

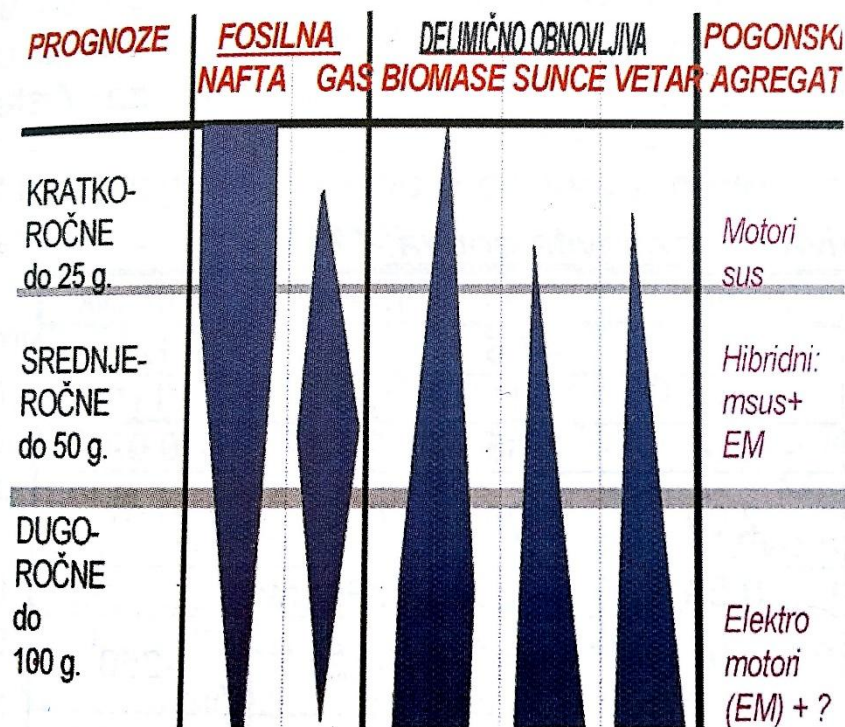
4. АЛТЕРНАТИВНА ГОРИВА

Током времена течна нафтна горива су у толикој мери ушла у свакодневницу да се све остале врсте горива називају "алтернативним". Квалитет моторних горива се директно пресликава у састав издувних гасова мотора СУС (слика 5).



Слика 5. Побољшање емисије избором и усавршавањем горива [6]

Задовољење строгих законских прописа, који се стављају пред моторе и возила, је могуће само спрезањем развоја аутомобилске и нафтне индустрије. Применом горива која садрже мање угљеника, у моторима СУС, смањује се укупна емисија угљен-диоксида, а у дизел моторима се смањује емисија честица [6]. У алтернативна горива за возила спада, пре свега, природни гас (компримовани - CNG и течни - LNG), затим, течни нафти гас (ТНГ), етанол, метанол, биодизел и водоник, као и електрична струја. На слици 6 је приказана прогноза енергетске будућности. О водонику, који се добија електролизом под условом да је примарна енергија нефосилног порекла (ветар, соларна, хидроенергија, итд.), за сада се говори као о гориву будућности. Већи број ових горива се значајно разликује од конвенционалних аутомобилских горива, па њихово коришћење, углавном, захтева значајне измене на мотору и систему напајања. Кључни фактори крајњег успеха примене алтернативних горива су, пре свега, цена горива, могућност развоја и ширења мреже пумпних станица, а затим и перформансе и сигурност возила на алтернативни погон. Не постоји универзална формула за



Слика 6. Прогнозе енергетске будућности [2]

дефинисање "идеалног" горива. За опис најбоље варијанте горива морају се знати конструктивне специфичности возила, мотора и њихове опреме, а онда и врло комплексни услови намене.

Гасовита горива су најближа примени у моторима СУС јер се сагоревање одвија у гасној фази. Гасови су добра горива за конвенционалне ото motore: смеша је високог октанског квалитета, па је сагоревање потпуно, рад мотора економичнији, а загађење мање. Природни гас, као и течни нафтни гас, може да сагорева веома "чисто" и зато представља врло атрактивно гориво у јавном саобраћају урбаних средина, чији су учесници такси возила, аутобуси и разна доставна возила. Користи се као гориво и код ото и код дизелмотора. Водоник представља привлачну алтернативу за течна нафтна горива. Представља најједноставнији и најобимнији елемент на Земљи. Водоник представља чисто гориво, како са гледишта састава тако и са гледишта загађења. Велики број проблема, међутим, онемогућавају данас увођење водоника у примену. Не

постоји још увек индустријски поступак за добијање довољних количина водоника са ценом која би била једнака или нижа од цене одговарајућих фосилних горива и складиштење водоника је сложено и скупо. Од нарочитог значаја за добијање водоника у будућности је коришћење обновљивих извора енергије, пре свега сунчеве енергије. На тај начин, поступак добијања водоника би био потпуно еколошки.

Може се размишљати о следећим алтернативним горивима :

- Гасовита горива: Течни нафтни гас, земни гас, метан, биогаз и водоник
- Течна горива: Метанол, биљна уља и естри истих
- Возила са електро погоном и хибридным погоном.

4.1. Течни нафтни гас (ТНГ, односно LPG)

Течни нафтни гас (ТНГ, односно LPG) се добија поступком којим се из влажног природног гаса, издвајају течни нафтни гас (пропан и бутан) и угљоводоници вишег реда (са 5 и више угљеникових атома) - из којих се касније добија лаки бензин (газолин), а при коме остаје суви гас или као споредан производ прераде нафте у рафинеријама.

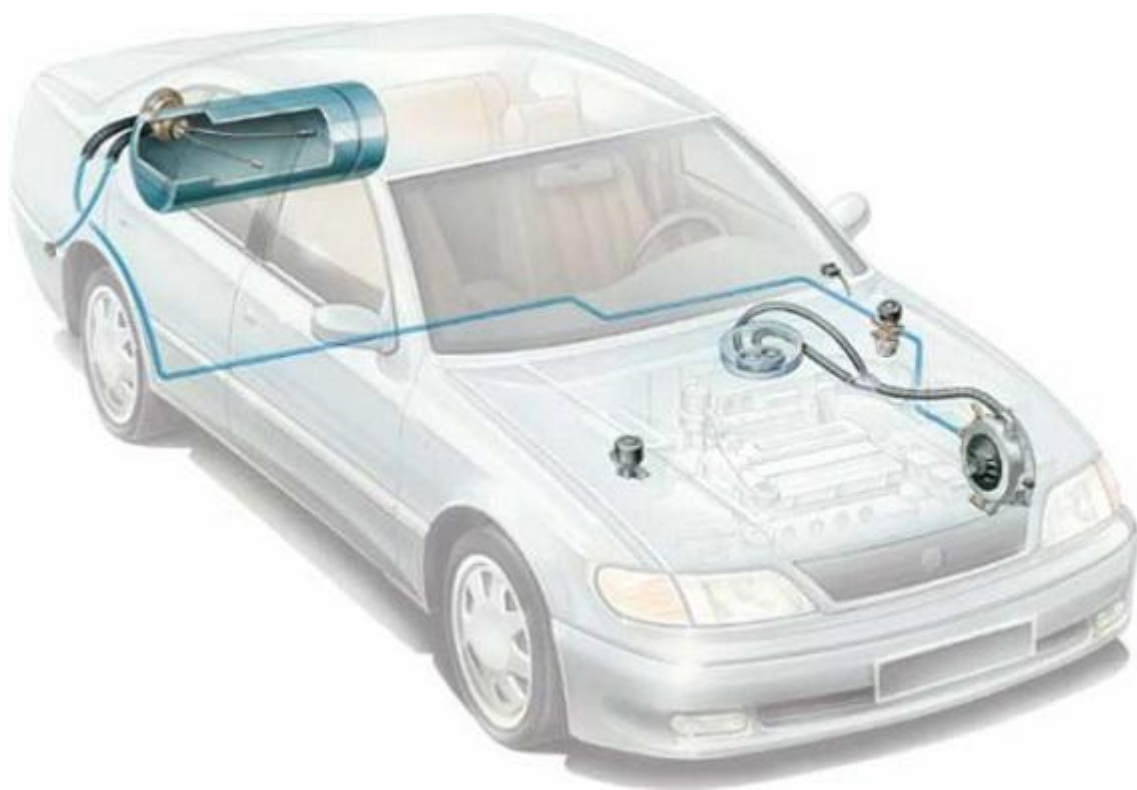
Састав: смеша угљоводоника, пре свега пропана (C_3H_8 , до 31%) и бутана (C_4H_{10} , до 65%) и мањих количина осталих угљоводоника (C_nH_{2n+2} , до 4%), дефинисана је стандардом СРПС Б.Х2.134 (ТНГ-Пропан-бутан смеша). Треба напоменути да се ова вредност не може сматрати фиксном с обзиром на променљивост садржаја пропана и бутана у смеси. На основу искуства у реалним условима експлоатације ова релација се креће у границама 15 -30%. За ТНГ који се користи у возилима примењује се Европска норма ЕН 589.

Топлотна моћ директно зависи од садржаја пропана и бутана у њему.

Доња топлотна моћ пропана: 46,1 MJ/kg односно 23,4 MJ/L

Доња топлотна моћ бутана: 45,46 MJ/kg односно 26,5 MJ/L

Доња топлотна моћ уобичајене комерцијалне смеше пропана и бутана износи око 25,4 MJ/L, ово би одговарало стандардној смеси бутан/пропан у односу (65:35). На слици 7 приказани су елементи за модификацију СУС мотора за коришћење ТНГ горива.



Слика 7. Компоненте за модификацију мотора [7]

Предности примене ТНГ-а као горива у моторима:

- Висока топлотна моћ
- Висок октански и метански број
- Садашњи однос цене бензина
- Нема спирања уљног слоја на цилиндарима,
- Опрема возила је позната и у тој области не треба очекивати проблеме
- Дефинисани међународни стандарди (ЕЦЕ Р67 и ЕЦЕ 115),

- Сагоревање смеше гаса и ваздуха је квалитетније што се објашњава бољом хомегенизацијом смеше, услед чега је незнатно повећан укупан степен корисности,
- Емисија штетних издувних гасова је мања са аспекта несагорелих угљоводоника (СН), угљенмоноксида (СО), аромата, бензина и полицикличних једињења,
- С обзиром на квалитетније сагоревање са знатно мањом количином чврстих честица (чађи), неупоредиво је мања количина наслага на клиповима, вентилима и глави мотора, па тиме и продужен век клипова и клипни прстенова,
- Продужен је век катализатора због мање могућности зачепљења, прегоревања или уништења слоја племенитог метала,
- Продужен је век трајања уља у мотору због мањег разблаживања уља, дужег задржавања тоталног базног броја уља (због мање количина киселина) и знатно мање талога у уљу,
- Релативно мек рад мотора, без детонација, претвара се у опште побољшање радних слова лежајева, радилице и осталих делова у систему, што у крајњем случају омогућава дужи век мотора,
- Могућност избегања пожара услед неконтролисаног истицања или цурења је минимизирана, с обзиром на уске границе запаљивости.

Недостаци примене ТНГ-а као горива у моторима:

- Емисија штетних издувних азотних оксида (NOx) је нешто већа него код бензинских мотора, што се објашњава вишом температуром при сагоревању, као последица хомогеније смеше,
- Ово гориво не спада у групу обновљивих горива, без обзира што се може добити и синтетизовањем из угља, његово коришћење у будућности биће доста ограничено,
- Снага мотора је за око 10 - 15% нижа, у односу на снагу са бензином као горивом, што се објашњава: мањим коефицијентом пуњења цилиндра, као

последица мање густине смеше и стога што је смеша гаса и ваздуха топлија него смеша ваздуха и бензина (услед испарљивости бензина исти од ваздуха у смеши узима топлоту),

- Због ниже снаге мотора, време убрзања аутомобила је нешто дуже (дакле убрзање је лошије, а максимална брзина нижа за око 5%),
- Употреба ТНГ-а није препоручљива код мотора који имају низак степен компресије (испод 8) и код којих вентили немају превлаку на печуркама и седишту вентила (то су у принципу сви мотори старије генерације и мотори са ливеним главама),
- Код мотора са ниским степеном компресије, који троше премијум бензин, морало би да се накнадно подешава предпаљење када је гориво ТНГ.

4.2. Земни гас и метан

Земни или природни гас је природно гасовито фосилно гориво, са великим уделом метана. Процењене светске резерве земног гаса довољне су за наредних 200 - 300 година. Састав земног гаса: смеша метана (CH_4) – до 98% и осталих угљоводоника ($\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$), сумпора нема. Топлотна моћ земног гаса директно зависи од садржаја метана у њему.

Топлотна моћ метана износи $25,66 \text{ MJ/m}^3$, односно $35,8 \text{ MJ/kg}$. Израчунавање топлотне моћи се врши као производ процентуалног учешћа метана помножена са топлотном моћи истог.

$$H_d\text{CNG} = \% (\text{CH}_4) \times 35,8 [\text{MJ/kg}]$$

$$H_d\text{CNG} = \% (\text{CH}_4) \times 25,66 [\text{MJ/m}^3]$$

Предности примене земног гаса као горива:

- Са аспекта технике и емисије издувних гасова не треба очекивати проблеме, најпре због тога што је адаптација мотора слична као код ТНГ-а, осим код резервоара и регулатора притиска,

- Остале предности сличне као код ТНГ-а,
- Због све веће разлике у цени између класичних течних горива и земног гаса, ово гориво све брже добија на значају.

Недостаци примене земног гаса као горива:

- Веома неповољан однос енергетске густине (око 5,35 kg масе резервоара за сваких 41 MJ).
- Неопходност примене резервоара под високим притиском (200 bar, те самим тим њихова велика тежина у односу на расположиву запремину, чине га погодним само за употребу у теретним возилима или аутобусима (у градском или приградском транспорту), уз смањивање корисне носивости за око 20%,
- Резултати добијени коришћењем криогених резервоара (температура нижа од -160°C), указују да је маса резервоара мања за око 8 пута, а запремина течног гаса око 3 пута у односу на масу резервоара и запремину гаса под притиском од 200 bar али на температури околине,
- Због цене криогеног резервоара и отежаног опслуживања исти није до сада нашао ширу практичну примену на возилима.

4.3. Биогаз

Овај газ спада у групу обновљивих горива с обзиром да настаје као природан продукт распадања органских супстанци под утицајем метаногених бактерија. Састав биогаза: смеша метана и угљен диоксида (око 50% - 70% CH_4) уз примесе до 6%, као водене паре, азота, водоника и сумпорводоника. Једина вредна горива супстанца је метан, док се сумпорводоник мора одстранити као веома корозивни газ.

Топлотна моћ биогаза директно зависи од садржаја метана у њему. Топлотна моћ метана 25,66 MJ/m³ односно 35,8 MJ/kg, (топлотна моћ биогаза мора бити једнака процентуалном учешћу метана помножена са топлотном моћи истог).

Предности примене биогаза као горива:

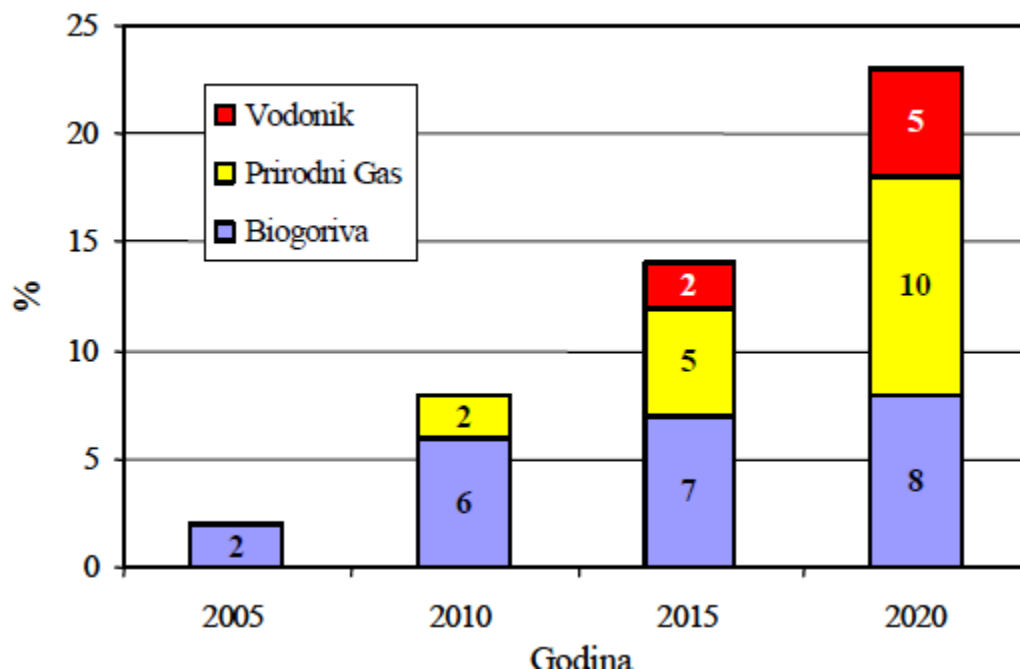
- Са аспекта технике и опреме не постоје непознанице,
- Остале предности као и код осталих гасних мотора уколико се из биогаза издвоји сумпорводоник,
- За стационарне моторе, на пример на фармама, за добијање електричне енергије, ово гориво је веома актуелно у западно-европским земљама, поготово у СР Немачкој, где влада ове државе пореском политиком стимулише коришћење свих алтернативних извора енергије па и биогаза.

Недостаци примене биогаза као горива:

- Веома неповољан однос енергетске густине. Наиме, неопходност примене резервоара под високим притиском (200 bar), те самим тим њихова велика тежина у односу на расположиву запремину, чине га подесним само за употребу у теретним возилима или тракторима са малим радијусом кретања од пунионице.
- Разуђеност места добијања (сточарске фарме, уређаји за пречишћавање отпадних вода),
- Цена конвенционалних течних горива је тренутно директан конкурент овом гасовитом гориву,
- Гас мора да буде потпуно сув.

4.4. Водоник

У дугорочном периоду водоник, H_2 , може да представља алтернативу фосилним горивима. У том циљу, тренутно постоји низ битних научних, технолошких и економских потешкоћа које треба превазићи како би ово гориво нашло већу примену у сектору транспорта. Комисија ЕУ је својим Зеленим папиром предвидела увођење водоника на тржиште моторних горива са 5% до 2020. године, слика 8.



Слика 8. Препоручено учешће алтернативних горива у сектору транспорта у ЕУ

Иако је H_2 најраспрострањенији елемент у космосу, нема га у слободном стању на Земљи. Чисти H_2 се мора произвести из једињења у којима је везан, као што су фосилна горива (природни гас и угаљ), биомаса и вода. Велика разноликост сировина ово гориво чини веома обећавајућим горивом у будућности. Еколошки ефекат H_2 је у директној зависности од поступка добијања. Процес издвајања H_2 из фосилних горива (реформинг) је данас главни и најјефтинији метод производње H_2 . Нажалост, овај процес емитује загађиваче и употребљава необновљива горива. Процес издвајања H_2 из воде (електролиза) може бити процес без емисије загађивача и уз употребу обновљивих извора тј. ако је електрична енергија која се користи у процесу произведена на тај начин (енергија ветра, сунца, хидро).

H_2 се као гориво може употребити у већ постојећим ото моторима и као гориво за гориве ћелије. Употреба H_2 као погонског горива у ото моторима је могућа уз одређене модификације пре свега на систему горива. У овом случају емисија CO_2 , CO и HC је једнака нули (осим веома малих количина које су последица сагоревања моторног уља). Будућност H_2 се пре свега односи на његову примену као гориво за гориве

ћелије. Горива ћелија је електрохемијски уређај који користи H_2 и O_2 при чему се производи електрична енергија, топлота и вода. Возила на гориве ћелије као емисију имају само воду, тако да су веома пожељна са становишта заштите животне средине.

Постоји више начина складиштења H_2 на возилу. Најчешће се складишти у гасовитом стању на притиску од око 20 МПа. Када се складишти у течном стању мора бити на температури од $-250^{\circ}C$ и притиску од 2 бара, у специјалним криогеним резервоарима са дуплим зидовима. Трећи начин јесте складиштење у металним хидридима. Овде се складиштење заснива на чињеници да се H_2 у гасовитом стању лако абсорбује у металима, стварајући слабе хемијске везе. H_2 се ослобађа тако што се температура хидридима повећа до одређене температуре. Највећа мана јесте што имају малу масену густину енергије и стога су превише тешки.

Услови безбедности ће се морати гарантовати како би ова технологија била прихватљива за ширу употребу. Такође, мораће се водити и рачуна о инфраструктури снабдевања и цени горивих ћелија (цена је и до 100 пута већа од мотора СУС). Због свега овога сматра се да ће технологија горивих ћелија бити доступна за ширу употребу тек након 2015. године.

Негативне карактеристике:

- У хомогеној смеси са ваздухом, сагорева стварајући температуру знатно вишу од $2500^{\circ}C$, што веома погодује стварању азотних оксида (NO_x),
- Тежња ка брзом и детонантном сагоревању, у садашњем стању техничких решења, чине га не баш погодним горивом,
- Енергетска "густина" резервора водоника код возила, још увек је проблематична,
- Ценом није конкурентан класичним горивима у садашњим условима.

4.5. Метанол

Метанол се може сматрати обновљивим енергентом, с обзиром да се може добити и из биљака, врењем скроба или шећера, поред синтетичког начина добијања из угља или земног гаса. Без обзира на начин добијања метанола, ресурси из којих би се добијао,

према до сада расположивим подацима, су задовољавајући. Као гориво, по својим погонским карактеристикама и енергетској густини (специфичној енергији) kWh/kg, слично је класичним течним горивима, осим што је метанол отрован за људе. Са аспекта техничке могућности сматра се да су сва питања већ решена, јер већ сада знатан број возила у неким државама користи ово гориво (нпр. Бразил са 60% возила која користе метанол). Међутим у нашој земљи цена сировина и производње метанола тренутно нису конкурентни цени класичних горива. Као и код осталих алтернативних горива из биљних сировина (биљна уља), сматра се да је њихова примена са аспекта емисије CO₂ повољна, боље речено неутрална на атмосферу, обзиром да је количина CO₂ која се емитује сагоревањем истих једнака количини коју биљке апсорбују из атмосфере ради остварења фотосинтезе.

4.6. Биоетанол

Биоетанол се производи ферментацијом пољопривредних производа. У Бразилу главна биљка за производњу биоетанола јесте шећерна трска, а у САД то је кукуруз. У Европи се углавном производи од шећерне репе. Целулозни материјал као што је пољопривредни и дрвни отпад и као и одвојени отпад од домаћинства могу бити додатне опције као будуће сировине.

Највећи произвођачи биоетанола у свету су Бразил и САД (преко 70%). Производња у Европи износи само 10% од укупне светске производње [9]. У 2005. години у Европи се произвело око 750000 тона биоетанола за моторна возила а увезло додатних 200000 тона како би се покрила потрошња.

Биоетанол се може користити као чисто гориво и као додатак бензину. Према европском стандарду ЕН 228, биоетанол се може користити као 5%-тни додатак бензину и са таквом смешом нису потребне никакве модификације на мотору. Најбитнија ставка се огледа у могућности додавања до 10% етанола у бензин. У САД се већ користи смеша од 10% етанола у бензину, тзв. гасохол Е10. Према АСТМ Д 4806 одређује се квалитет етанола за мешање са бензином у односу 10% (Е10) и 85% (Е85). FFV ("Flexible Fuel Vehicles" Форд, Волво, Даимлер, Крајслер, Ренаулт, ГМ) возила су модификована да користе горива са већим учешћем етанола (Е85) при чему су

извршене модификације на мотору као нпр. систем убризгавања, систем подешавања рада мотора, замена пластике и заптивача и сл. У Бразилу се покреће око 4 милиона возила која су фабрички подешена за Е-горива. Постоје две формулације етанола Е95 и Е20. Како је тржиште шећерне трске и финалних производа подложно осцилацијама у ценама, то и цене горива из шећерне трске варирају.

Етанол има високи октански број, тако да приликом мешања са бензином повећава се октански број такве смеше. Већи октански број омогућава мирнији рад мотора, као и примену тог горива у моторима са већим степеном компресије што обезбеђује и већу ефикасност.

Главна предност биоетанола је што омогућава смањења емисије гасова стаклене баште. Употреба 100%-тног биоетанола смањује CO_2 за око 50-60% на “Life-cycle” основи у поређењу са конвенционалним горивима у случају да је биоетанол направљен од шећерне репе или пшенице. Ако се целулозни материјал користи у производњи, тада нето емисија гасова стаклене баште може бити мања чак и до 80%, што је разлог мањег уноса енергије у току производње целулозног материјала и ефикаснијег процеса обнављања. Користи од употребе мешавина су наравно мања. На примјер, 5%-тна мешавина биоетанола у бензину може довести до 2,5-3%-тног нето смањења емисије.

Биоетанол може у мањем обиму смањити и емисију загађивача из моторних возила али ове вредности зависе од врсте ото мотора и од спецификације горива.

С обзиром да топлотна моћ етанола износи 60% од топлотне моћи бензина, то је потребно обезбедити више етанола за исти пређени пут возила. Такође при мешању бензина и етанола уз присуство воде може доћи и до раздвајања фаза.

4.7. Возила са електро погоном

Предности у односу на сва до сада позната горива и погонске агрегате возила на електро погон:

- Веома погодан начин за примену у возилима, при томе само електрична енергија добијена из регенеративних извора (соларна, водена или енергија ветра), је потпуно еколошки неутрална,

- Према садашњим техничким решењима, погонско-регулациона група на возилу може се сматрати решеним питањем, јер су мотори на једносмерну струју "као створени" за погон возила због своје изванредне моментне карактеристике.

Течно угљоводонично гориво (дизел гориво или бензин) поседује специфичну енергију од 43.000 kW/kg. Са степеном корисности једног класичног мотора са унутрашњим сагоревањем од свега 30%, остаје на располагању енергија од око 12.900 kW/kg.

Оловни акумулатори имају специфичну енергију од 45 Wh/kg што је приближно око 162 kW/kg.

Однос ових енергија даје:

$$\frac{12900 \text{ kW/kg}}{162 \text{ kW/kg}} = 79,63$$

Дакле приближно 80 : 1 већи енергетски капацитет течних горива.

4.7.1. Гориве ћелије

Ова група извора електричне енергије производи електромоторну силу непосредним претварањем хемијске енергије у електричну.

Принцип рада горивних ћелија познат је још од IXX века, када је енглеz Гроу (W.P. Grove, 1839. године) објавио резултате својих истраживања, али се и данас још увек на овом „енергетском извору“ интензивно ради. Њихова актуелност је почела тек задњих педесетак година, проналаском пермаебилних полимерних мембрана и када је платина, као катализатор, уведена у примену.

Тренутно гориве ћелије омогућавају техничка али не и економски прихватљива решења, тако да је прва практична примена извршена у Америци тек 1963. године, на свемирском броду Гемини. И даље се користе само у астронаутици и подморницама (високотехничка технологија, где је цена подређена циљевима).

Карактеристике горивих хелија

До сада постигнута специфична снага је нешто виша од 1,5 kW/kg, што тренутно представља задовољавајућу вредност, уз тенденцију постизања још бољих карактеристика.

Радна температура горивних хелија са водоником и кисеоником као реагујућим елементима је виша од 100°C, а код неких хелија је чак и до 300 °C, што за сада још увек ствара потешкоће везане за квалитет материјала и топлотну заштиту околних делова.

5. ПРОИЗВОДЊА БИОГОРИВА У СРБИЈИ

Иако је потрошња бензина већ годинама у паду и очекује се наставак оваквог тренда, увођење етанола ће компензовати овај пад. У табели 3 су приказане потребе Србије за биогоривима за транспорт.

Табела 3. Потребе за биогоривима у транспорту у Србији [10]

КОЛИЧИНЕ (000 t/год)	2015	2020	2025	2030
Потребе за бензином са биокомпонентама	385	405	405	405
Етанол 5%; 7,5% и 10% В/В – потребе		19	32	43
Етанол 10% е.е. – потребе		64	64	64
Потребе за дизелом са биокомпонентама	1401	1543	1751	1825
Биодизел 2% ; 7% В/В и 10% - потребе	19	113	183	191
Биодизел 10% е.е. – потребе	163	179	203	212

Производња биодизела има релативно дугу традицију у Србији, али је у овом тренутку на минималном нивоу. Одређене количине биодизела се производе у Србији код малих локалних произвођача, али се не региструју званично, јер само за производњу већу од 1.000 t годишње постоји обавеза доставе података за енергетски биланс Србије.

За време ембарга, више фабрика у Србији се бавило производњом биодизела, али је она након укидања санкција напуштена. Неки производни капацитети су били значајни чак и на европском нивоу :

Брихол – Вршац (45.000t/ год.)

Прва искраНаменска – Барич (35.000 t/год.)

Хемпро – Шид (15.000 t/год.)

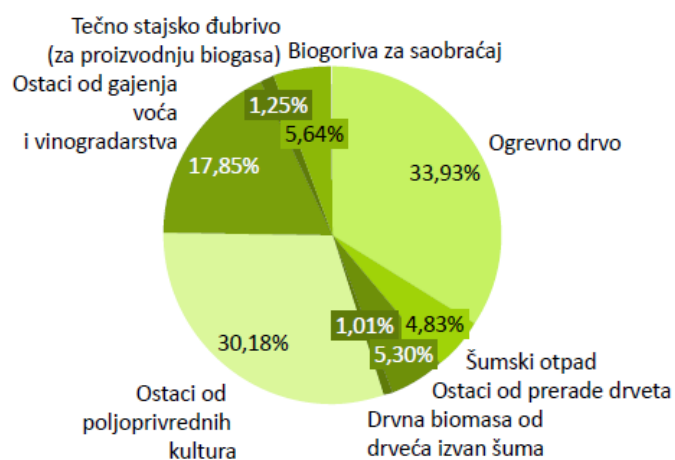
Биопетрол – Пожега (10.000 t/год.)

ХИНС – Нови Сад (10.000 t/год.)

У 1995. г. у Србији је произведено око 11.500 тона биодизела.

У погону у Шиду Викторија Оил је 2007. године произвела 27.000 t биодизела за домаће тржиште, али након тога погон за производњу биодизела није радио. У 2007. години је регистрована и највећа потрошња биодизела у Србији, 30.400 t.

Сировине за производњу био горива у Србији



Слика 9. Енергетски потенцијал биомасе у Србији у процентима [10]

У Србији постоји довољно сировине за производњу етанола и прве и друге генерације. У табели 4 је приказана расположивост сировина за производњу етанола у Србији.

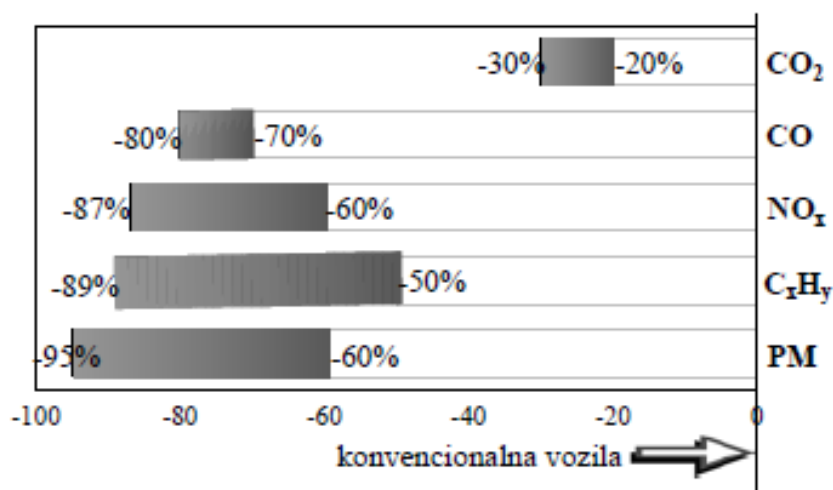
Табела 4. Распоживост сировина за производњу етанола у Србији [10]

Сировине		Принос (t/ha)	Количина (t)	Количина етанола на бази конверзије 10% биомасе (t)	Количина етанола на бази конверзије 25% биомасе (t)
Меласа		-	100.000	3.168	7.919
Кукуруз		5,5	2.000.000	70.000	175.000
Пшеница		3,5	500.000	17.000	42.500
Шећерна репа која се користи за производњу вишка шећера		50	1.460.000	11.680	29.200
Културе на необрађеној земљи 100.000 ha	Тритикале	3,4	340.000	11.220	28.050
	Сирак	3,6	360.000	12.240	30.600
	Тритикале/сирак 50/50			11.730	29.325
Укупно етанола 1. генерације, 2010. год.				113.578	283.946
Укупно етанола 1. генерације, 2015. год.				118.803	297.008
Укупно етанола 1. генерације, 2020. год.				124.268	310.670

Прва генерација биогорива су биогорива састављена од шећера, скроба, биљног уља и животињских масти, коришћењем конвенционалних технологија. Основне сировине за производњу биогорива прве генерације често су житарице и семење попут пшенице које даје скроб, затим ферментацијом прелази у биоетанол. Биогорива друге генерације добијају се прерадом пољопривредног и шумског отпада. За разлику од прве генерације, биогорива ове генерације знатно би могла смањити емисију CO₂, а уз то не користе изворе хране као темељ производње. Целулозни етанол или биоетанол из лигноцелулозне биомасе спада у другу генерацију биогорива. Биогорива треће генерације су биогорива произведена из алги. На темељу лабораторијских испитивања алге могу произвести и до тридесет пута више енергије по хектару земљишта од житарица као што је соја. Са вишим ценама фосилних горива, постоји доста велико занимање за узгој алги. Једна од великих предности оваквог биогорива је у томе што је биоразградиво, тако да је релативно безопасно за околину ако се догоди хаварија.

6. УТИЦАЈ ГАСОВИТИХ ГОРИВА НА СМАЊЕЊЕ ЕМИСИЈЕ

Већина резултата, који се могу наћи у литератури, недвосмислено указују на предности гасовитих горива, пре свега природног гаса и водоника. Емисија моторних возила са природним гасом је у општем случају нижа од исте са моторним бензином или дизел горивом при истом нивоу оптимизације мотора. Применом природног гаса као горива остварује се смањење емисије што је приказано на слици 10.



Слика 10. Смањење емисије и односу на конвенционална горива [11]

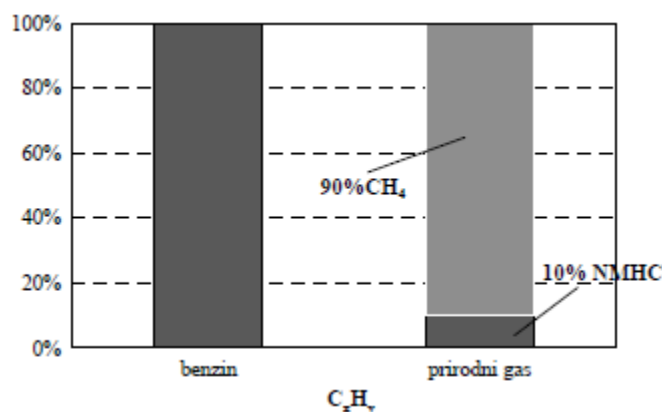
Нема емисије сумпорних једињења. Велики произвођачи производе возила на природни гас која испуњавају Еуро 6 норме. То је до сад најстрожи европски стандард емисија. У поређењу с претходним стандардом, ЕУРО 6 се углавном односи на два типа емисија: азотни оксиди (NO_x) и тврде честице (PM). Границе су изузетно строге:

- NO_x је смањен за 80% у односу на ЕУРО 5 норму, сада износи 0,40 g/kWh (у условима мировања)
- NO_x је смањен за 77% у односу на ЕУРО 5 норму, сада износи 0,46 g/kWh (у условима кретања)

- РМ је смањен за 50% у односу на ЕУРО 5 норму, сада износи 0,01 g/kWh.

Сви велики произвођачи путничких возила имају готова решења на природни гас и она испуњавају ULEV вредности (UltraLow Emission Vehicle). Предност природног гаса у односу на моторни бензин и дизел гориво посебно је изражена са аспекта загревања Земље. Од свих "greenhouse" гасова најзаступљенији је угљендиоксид. Метан, као основна компонента природног гаса, у поређењу са моторним бензином даје мању емисију CO₂ од око 25%.

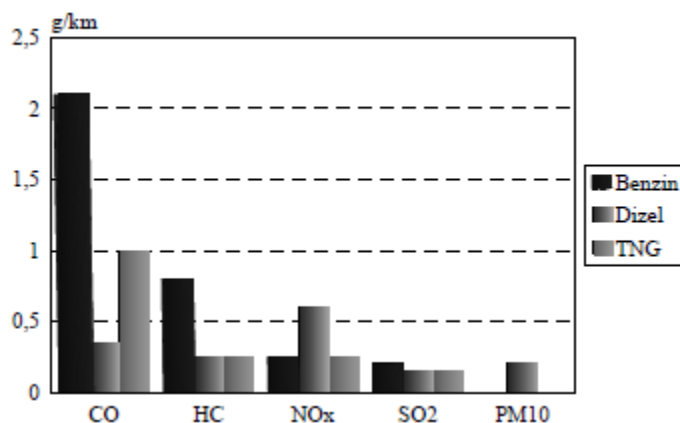
Испарљива органска једињења чине, такође, "greenhouse" гасове чији допринос глобалном загревању Земље износи око 18%. Деле се на метанска и неметанска. Садржај метанских испарљивих једињења код класичних горива је мали, док је неметанских осетно већи. Укупна емисија испарљивих органских једињења је директна функција мотора са опремом и коришћеног горива. Применом природног гаса, емисија неметанских испарљивих органских једињења је осетно нижа у односу на моторни бензин, али је осетно виша емисија метана. Емисија неметанских испарљивих органских једињења је директна функција садржаја угљоводоника (C₂ – C₅) у саставу природног гаса. Садржај метана у издувним гасовима (у оквиру несагорелих угљоводоника) достиже чак 90 до 95% (слика 11).



Слика 11. Поређење емисије угљоводоника [11]

Ово је један од основних разлога што Chrysler уводи нови катализатор за моторе са погонном природним гасом, због оптималне контроле (смањења) емисије издувних гасова, као и λ сензор, који управља процесом сагоревања на тај начин компензује променљив састав природног гаса. Како је систем за напајање мотора природним гасом веома добро заптивен, нема испаравања природног гаса односно емисије угљоводоника, ни приликом пуњења резервоара возила. Емисија испарљивих органских једињења приликом хладног старта мотора (поготово на ниским температурама) је веома мала, јер обогаћивање смеше није потребно.

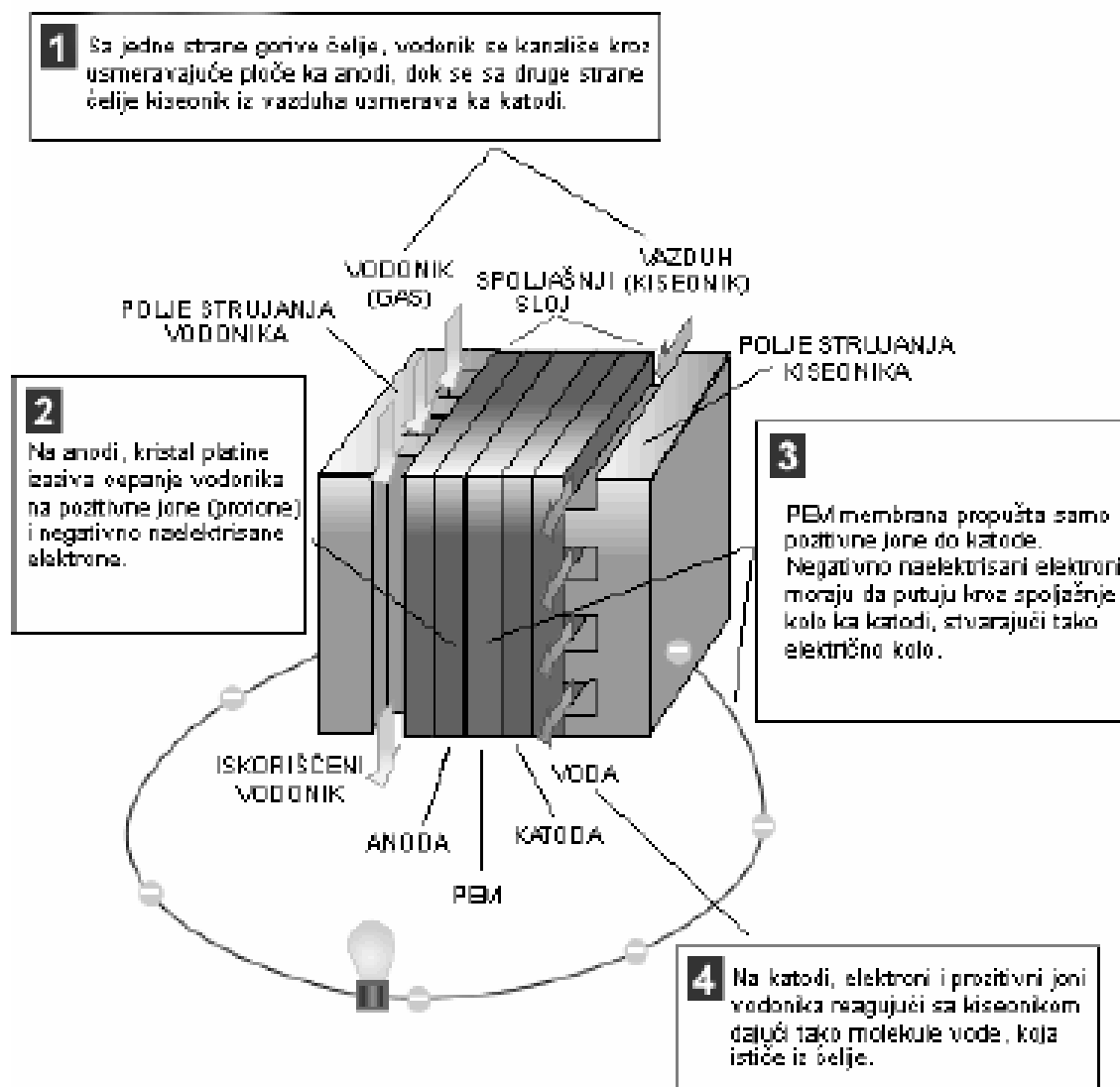
Применом ТНГ-а, такође, је значајно смањена емисија издувних гасова (слика 12). Такође нема испарења горива било да се возило креће или је паркирано, јер је систем за напајање, као и код система за напајање природног гаса, добро заптивен. Мања количина ТНГ-а може да испари приликом пуњења, али су та испарења дупло мање реактивна у



Слика 12. Поређење емисије возила на ТНГ [11]

односу на испарења бензина, па имају малу тенденцију ка формирању озона. ТНГ садржи веома малу количину сумпорних једињења, што значи да ова врста горива не доприноси стварању киселих киша. Данас су у свету развијена бројна решења погона на ТНГ и CNG, и оваква возила су предмет серијске производње. Водоник је "најчистије" гасовито гориво са гледишта загађења. Када сагорева са кисеоником

једини продукт сагоревања је вода. Када сагорева са ваздухом, пошто ваздух садржи око 79% азота, јављају се само оксиди азота, за разлику од продуката сагоревања нафтних горива. Будућност водоника као погонског горива је у горивим ћелијама. У принципу, гориве ћелије раде као батерије. За разлику од батерија, гориве ћелије не могу да се истроше и не морају да се пуне. Производиће електричну струју и топлоту све док је снабдевена горивом. У њима се врши процес хладног каталитичког сагоревања. Састоји се од две електроде (катоде и аноде) између којих се налази електролит. Постоје различите врсте горивих ћелија у зависност од електролита. Приказ ПЕМ (Polymerelectrolyte) гориве ћелије која се у главном користи у возилима, као и принцип њеног рада дат је на слици 13. Систем горивих ћелија може да користи водоник из било ког угљоводоничног горива, од природног гаса до метанола, укључујући и бензин. Пошто се рад горивих ћелија заснива на хемијским процесима, а не на сагоревању, емисија ће бити мања од емисије при сагоревању и "најчистијег" горива. Идеалан начин производње водоника био би преко соларне енергије (електролизом воде се добија водоник), али то још није могуће садашњом технологијом остварити. Најреалистичније решење за производњу водоника

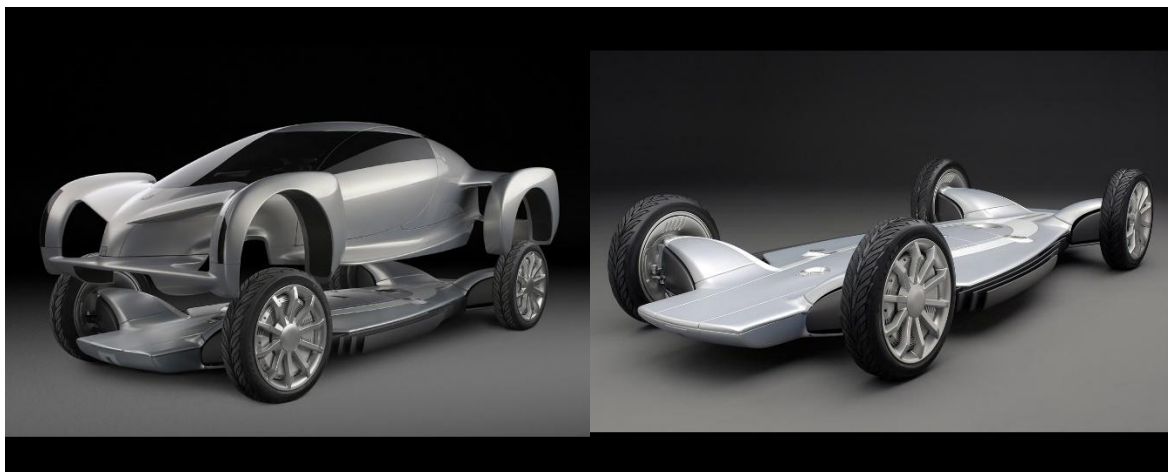


Слика 13. PEM (Полимер електрит) горива [11]

je da se to postigne korišćenjem metanola. Većina metanola danas se dobija iz prirodnog gasa, te na taj начин човечанство још увек остаје зависно од фосилних горива. Да би се осигурао стабилан и дугорочан извор горива развија се технологија производње метанолa из биомасе. Сви важнији произвођачи аутомобила имају своје пројекте у области горивих ћелија, али неку озбиљнију производњу оваквих аутомобила најављују тек после 2020. године.

Opel Zafira коју погоне гориве ћелије, је један од модела који је напустио истраживачке лабораторије и нашао се на тесту у реалним условима. Инжењери ГМ-а, праћен и групом новинара тестирали су Opel Zafiru – Hydrogen 3, возећи 20 дана кроз Европу, прешавши 9.696 km од Норвешке до Португалије. Као резултат, наметнуо се недвосмислени закључак да гориве ћелије заиста функционишу у моторном возилу. Отказа није било, али је пут изнео на светлост дана многе изазове које тек треба савладати да би гориве ћелије замениле моторе СУС. Ови изазови се могу поделити у четири групе: 1) инфраструктура, 2) пуњење резервоара горивом, 3) цена и 4) поузданост. За сада је израђено 18 таквих возила, а њихова цена је 800.000 EUR. Тренутно се ради на Hydrogen 4 генерацији возила. На слици 13 је представљен савремени концепт возила које погоне гориве ћелије развијен у ГМ-у. Ова јединствена равна шасија у којој се налазе гориве ћелије представља основу за многобројне моделе. Неки произвођачи су се, међутим, одлучили да водоником напајају моторе са унутрашњим сагоревањем. Ford је 16. јуна 2003. године, на свој 100. рођендан, представио своја настојања за будућност оличена у Y моделу насталом као плод најнапреднијих технологија у области примене алтернативних горива – први водонични мотор са унутрашњим сагоревањем. У BMW такође сматрају да је већ отпочела ера водоника. Њихов X2P Record Car модел у себи садржи инкорпориран шестолитарски 12-цилиндрични мотор СУС који сагорева водоник, при чему није направљен ни најмањи компромис по питању динамичности и перформанси самог возила. Главне измене извршене на почетном бензинском мотору везане су за систем убризгавања горива и његово прилагођавање специфичним карактеристикама и захтевима водоника као горива. BMW тренутно ради на развоју двогоривог мотора; првог мотора који ће моћи да даје погон сагоревајући водоник и бензин.

На путу до горивих ћелија, као могућег дугорочног решења, хибридни погон има највећи потенцијал, при чему се мора водити рачуна о односу смањења количине угљен-диоксида и производних трошкова аутомобила. Хибридни погон комбинује мотор са унутрашњим сагоревањем са батеријом и електричним мотором (слика 14). Хибридно возило користи и регенеративни систем кочења где се, за разлику од конвенционалних аутомобила, за време кочења кинетичка енергија не губи већ се



Слика 14. ГМ-ова аутономи концепција [12]

сакупља и враћа у акумулаторску батерију као електрична енергија. Ова енергија се може искористити за добијање погона, уместо да он долази од мотора, тако да се троши мање горива, а самим тим и емисија издувних гасова је мања. Хибридно возило, такође, може да ради само у електро моду, и у том случају возило има нулту емисију. То је нарочито важно код градске вожње због честог заустављања и полазака, када се возило зауставља пред семафором или због гужве у саобраћају. Овакво возило знатно превазилази захтеве ЕУРО 4 у погледу издувне емисије. Тако је садржај угљоводоника за 80%, а азотних оксидаза 87,5% мањи од вредности захтеваних према ЕУРО 4 за бензиске моторе (Табела 5). Најзначајнији пример оваквог возила је Toyota Prius.

Табела 5. Емисија Toyote prius [11]

Емисија [g/km]	Тојота Приус	Еуро 4 (бензинац)	Еуро 4 (дизел)
NO _x	0,01	0,08	0,25
HC	0,02	0,1	-
CO	018	1,0	0,5
PM	-	-	0,025

7. ЗАКЉУЧАК

Загађења ваздуха, воде и земљишта су нежељене промене физичких, хемијских и биолошких својстава животне средине, које могу неповољно деловати на жива бића или нарушити њихове екосистеме. Загађујуће материје или загађујуће супстанце (полутанти) су остаци онога што производимо, користимо и одбацујемо. Смањење негативног утицаја возила на околину остварује се бројним конструктивним и технолошким новинама, које су повезане са повећањем цене возила. Управо зато одлуку о примени тих решења не смеју доносити сами произвођачи. Осим гасова који имају директних последица на здравље људи, возила емитују и друге гасове који нису отровни, али утичу на промену околине. Угљен-диоксид је један од гасова који су узрочници повећаног глобалног загревања наше планете. Иако се емисије CO₂ сматра основним проблемом глобалног загревања, Куото протокол се, заправо, односи на шест GHG: угљен-диоксид (CO₂), метан (CH₄), азот-субоксид (N₂O), хидрофлуоругљеник (HFC), перфлуоругљеник (PFC) и сумпор-хексафлурид (CF₆). Еколошка катализаторска технологија је била повезана са проблемима загађивања углавном бензинских путничких аутомобила. Са следећим усвајањем закона за чист ваздух Clean AIR ACT (CAA) постављени су основни стандарди. Каталитички-опремљени аутомобили су представљени у САД 1974, али су се на Европским путевима појавили тек 1985.

Током времена течна нафтна горива су у толикој мери ушла у свакодневницу да се све остале врсте горива називају "алтернативним". Задовољење строгих законских прописа, који се стављају пред моторе и возила, је могуће само спрезањем развоја аутомобилске и нафтне индустрије. Применом горива која садрже мање угљеника, у моторима СУС, смањује се укупна емисија угљен-диоксида, а у дизел моторима се смањује емисија честица. Кључни фактори крајњег успеха примене алтернативних горива су, пре свега, цена горива, могућност развоја и ширења мреже пумпних станица, а затим и перформансе и сигурност возила на алтернативни погон. Гасовита горива су најближа примени у моторима СУС јер се сагоревање одвија у гасној фази. Гасови су добра горива за конвенционалне ото моторе: смеша је високог октанског квалитета, па је сагоревање потпуно, рад мотора економичнији, а загађење мање. У дугорочном периоду водоник, H₂, може да представља алтернативу фосилним горивима. Иако је H₂

најраспрострањенији елемент у космосу, нема га у слободном стању на Земљи. Чисти H_2 се мора произвести из једињења у којима је везан, као што су фосилна горива (природни гас и угаљ), биомаса и вода. Велика разноликост сировина ово гориво чини веома обећавајућим горивом у будућности.

Биоетанол се производи ферментацијом пољопривредних производа. У Бразилу главна биљка за производњу биоетанола јесте шећерна трска, а у САД то је кукуруз. У Европи се углавном производи од шећерне репе. Целулозни материјал као што је пољопривредни и дрвни отпад и као и одвојени отпад од домаћинства могу бити додатне опције као будуће сировине. Биоетанол се може користити као чисто гориво и као додатак бензину. Производња биодизела има релативно дугу традицију у Србији, али је у овом тренутку на минималном нивоу. Одређене количине биодизела се производе у Србији код малих локалних произвођача, али се не региструју званично. У Србији постоји довољно сировине за производњу етанола и прве и друге генерације.

Са порастом броја возила расте и емисија гасова стаклене баште, загађење животне средине и исцрпљење залиха сирове нафте. Као једно од решења наведених проблема јесте замена класичних горива са алтернативним. Нека од алтернативних горива се сада већ појављују на тржишту. Међутим, употреба ових горива нема значајнији тренд раста, углавном због чињенице да нису конкурентна тренутним захтевима. Цена, приступачност и густина енергије су кључни захтеви, и све док се још решавају основни захтеви тешко је задовољити друге, комплексније.

Мотори са унутрашњим сагоревањем (СУС) ће остати и даље главни погонски агрегат возила у блиској будућности, уз употребу класичних горива као и алтернативних горива која могу без већих модификација на моторима СУС да се употребљавају као што су биогорива и природни гас. Водоник остаје интересантан за даљу будућност као погонско гориво за гориве хелије.

8. ЛИТЕРАТУРА

1. Бранимир Милосављевић, Радивоје Пешић, Саша Бабић , Еколошки аспект коришћења моторних возила, Фестивал квалитета, Крагујевац, мај 2009.
2. Радивоје Пешић, Снежана Петковић, Стеван Веиновић, Моторна возила и мотори - опрема, Бања Лука - Крагујевац, 2008.
3. <http://www.kyotoprotocol.com/приступљено>, приступљено 15.02.2015.
4. <http://auto.howstuffworks.com/catalytic-converter1.htm>, приступљено 15.02.2015.
5. <http://www.atpv.rs/files/kontrola%20izduvних%20gasova%20na%20TP%20radna%20verzija.pdf>, приступљено 30.03.2015.
6. Пешић Р., Веиновић С., Давинић А., Алтернативна горива за motore сус, Међународно саветовање YУНГ '97, Зборник радова–П4, Врњачка Бања, октобар 1997. г.
7. <http://cih.mas.bg.ac.rs/tng.htm> приступљено 20.02.2015.
8. <http://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy/2030-energy-strategy>, приступљено 20.02.2015.
9. Prieur-Vernat A.: Biofuels Worlwide, Report Panorama 2007, IFP Inovation Energy Environment, www.ifp.fr, 2007, Rueil-Malmaison, France.
10. Станка Лесковац, Преглед тренутне ситуације на тржишту горива у Србији, НИС а.д.
11. Драгана Сударевић, Ана Козић, Утицај алтернативних горива у моторима сус на очување животне средине, Фестивал квалитета, Крагујевац, мај 2005.
12. http://www.autoconcept-reviews.com/cars_reviews/gm/gm-autonomy-concept-2002/cars_reviews-gm-autonomy-concept-2002.html, приступљено 01.03.2015.
13. https://www.dieselnet.com/standards/us/ld_ca.php#levii, приступљено 29.03.2015.