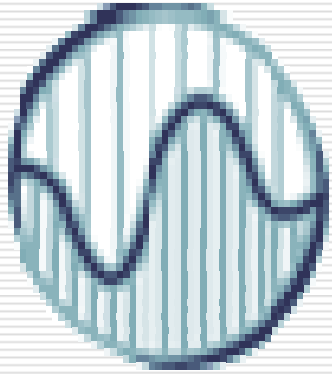




Висока школа електротехнике и
рачунарства струковних студија

ИЗДУВНИ СИСТЕМ



Издувни систем и емисија штетних материја

□ Намена:

- Одвођење и пречишћавање продуката сагоревања из мотора у атмосферу
- Пригушење буке

□ *Продукти потпуног сагоревања угљоводоничних горива*: вода и угљен-диоксид

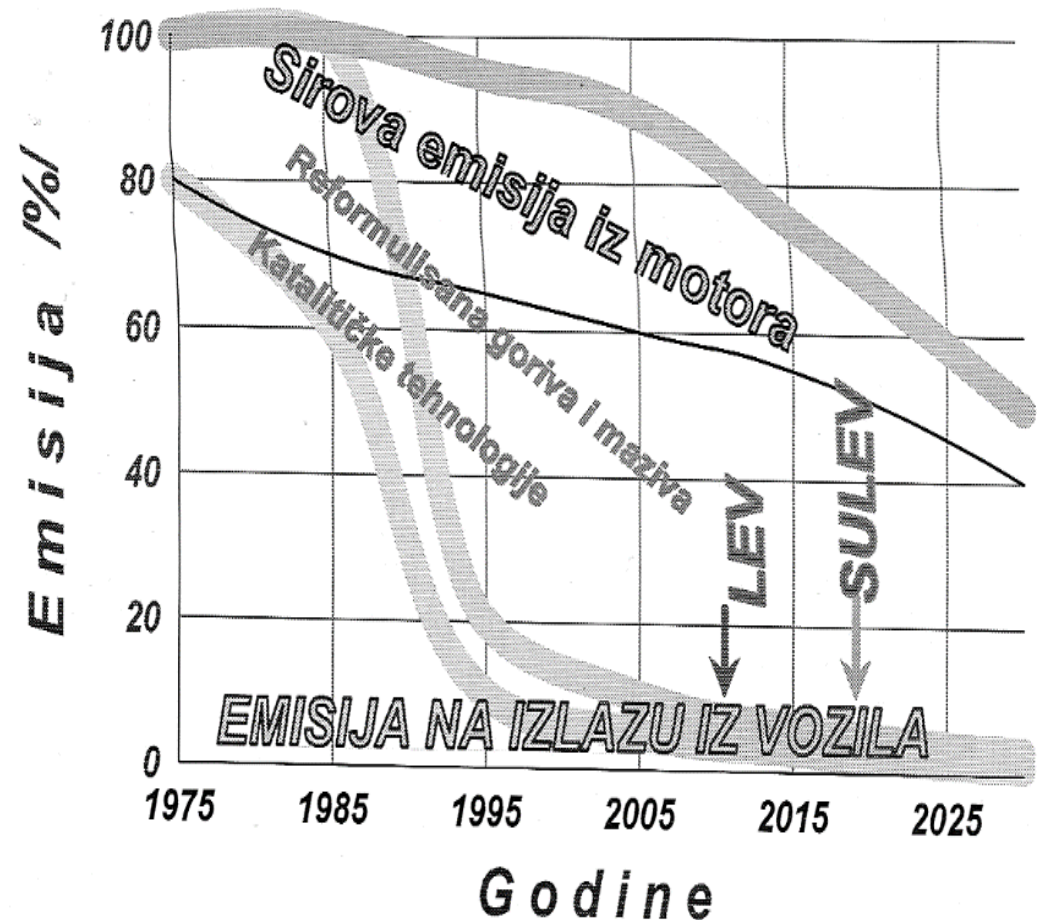
□ *Продукти непотпуног сагоревања*

- Несагорели угљоводоници (НС): најчешће канцерогено дејство
- Оксиди азота (NO_x): азот диоксид изазива едем плућа, ...
- Угљен-моноксид (CO): смањује проток кисеоника кроз крвоток
- Честице: потичу од несагорелог угљеника (загађивачи због тога што упијају различита једињења из горива и мазива, првенствено полицикличне угљоводонике)
- Угљен диоксид (CO_2): директно не утиче на здравље, али доприноси изазивању ефекта стаклене баште
- Оксиди сумпора: могу да изазову многобројна штетна дејства, доприносе појави киселих киша
- Озон: може да изазове штетне последице у нижим слојевима атмосфере, интензивније се ствара у присуству угљоводоника и оксида азота



Амерички прописи о емисији

- Федерални: EPA (Environmental Protecting Agency)
- Калифорнија: ARB (Air Resources Board)
- Стандарди:
 - Tier 1, Tier 2, LEV, ...

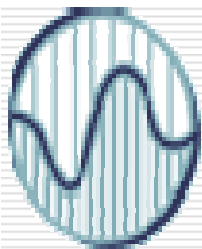




Увођење амандмана за чист ваздух

Uvođenje u (%)	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	9	10
Izduvna emisija																
Tier I	40	80	100													
Standard za CO pri niskim temp.	40	80	100													
Tier II										40		60		80		100
NLEV										40		60		80		100
Emisija isparenja																
Enh. EVAP USA		20	40	90	100											
Enh. EVAP Kalifornija	10	30	50	100												
ORVR				40	80	100										
Ostalo																
OBDII		100														
Čista goriva				100												15 ppm S

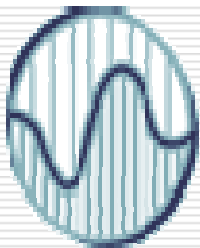
NLEV - National Low Emission Vehicle, **Enh. EVAP**-Enhanced Evaporative Emissions (Strožija emisija isparenja), **ORVR** - On-Board Refueling vapour Recovery (Smanjenje isparenja prilikom punjenja gorivom uz pomoć OBD dijagnostike), **OBDII** – On-bord dijagnostika druge generacije, Zahteva se očuvanje emisije u toku veka vozila. Za putnička vozila 100,000 milja, za teretna vozila 160 000 milja.



Калифорнијски прописи за емисију путничких возила

Kategorija emisije	Vek vozila mi	NMOG	CO	NO _x	Čestice
TLEV	50 000	0.125	3.4	0.4	
	120 000	0.156	4.2	0.6	0.04
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

TLEV= Transitional Low-Emission Vehicle; LEV= Low-Emission Vehicle;
ULEV= Ultra - Low-Emission Vehicle; i SULEV= Super-Ultra- Low-Emission Vehicle,
NMOG= Nemetanski organski gasovi (engl. Non-Methane Organic Gases)



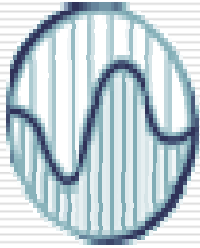
Европски прописи о емисији

- ECE прописи: ECE R15, ECE R83
- EU прописи: директиве (нпр. 91/144 ЕЕС – Euro 1), до Euro 3/4, уредбе/регулативе надаље

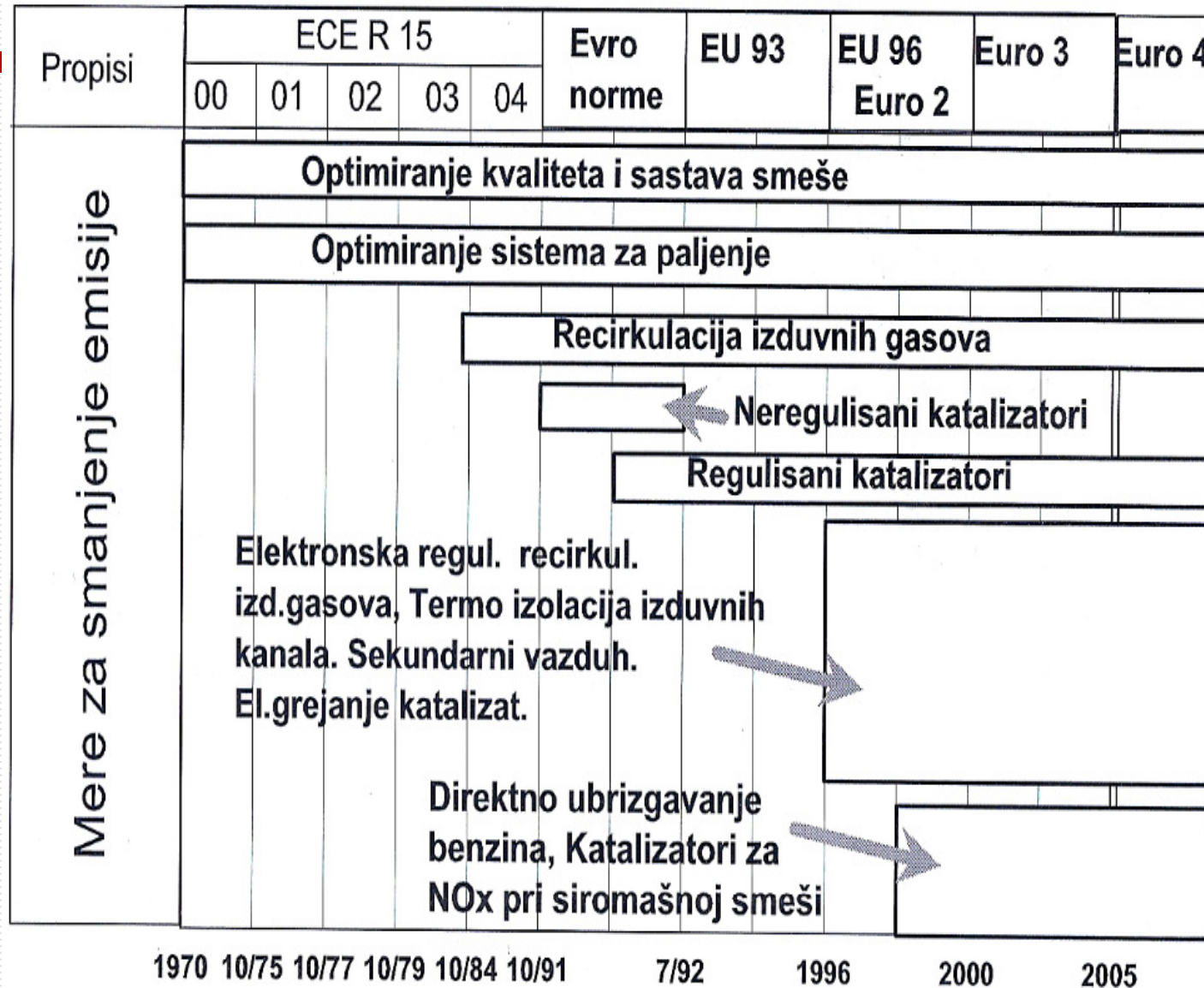
Primena 01.januar	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10		
Putnička vozila do 2.5 t, laki teretni automobili klase I															
Euro 3 emisija	*														
Euro 4 emisija			*												
Euro 5 emisija															
Enh. EVAP.															
EOBD benzin															
EOBD dizel															
Niske temp. benzin															
Vek	80 000 km							100 000 km			160 000				
Veća putnička vozila >2.5 t, laki teretni automobili klase II, III															
Euro 3 emisija			*												
Euro 4 emisija								*							
Euro 5 emisija															
Enh. Evap.															
EOBD benzin															
EOBD dizel															
Niske temp. benzin							*								
Vek	80 000 km							100 000 km			160 000				
Referentna goriva - Sumpor (benzin/dizel)															
Euro 1, 2	400/300 ppm														
Euro 3			100/300 ppm												
Euro 4			*					50/50 ppm							
Euro 5									*			10/10 ppm			
Goriva na tržištu - Sumpor (benzin/dizel)															
Euro 1, 2	500/500 ppm		**												
Euro 3			150/350 ppm					**							
Euro 4			*					50/50 ppm							
Euro 5									*			10/10 ppm			

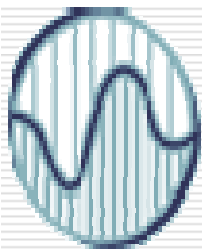
*Ranija primena se stimuliše poreskom politikom.

**Odobrava se odgovarajuće kašnjenje u primeni novih granica članicama EU kod kojih bi ranija primena mogla da dovede do socijalnih i ekonomskih problema.

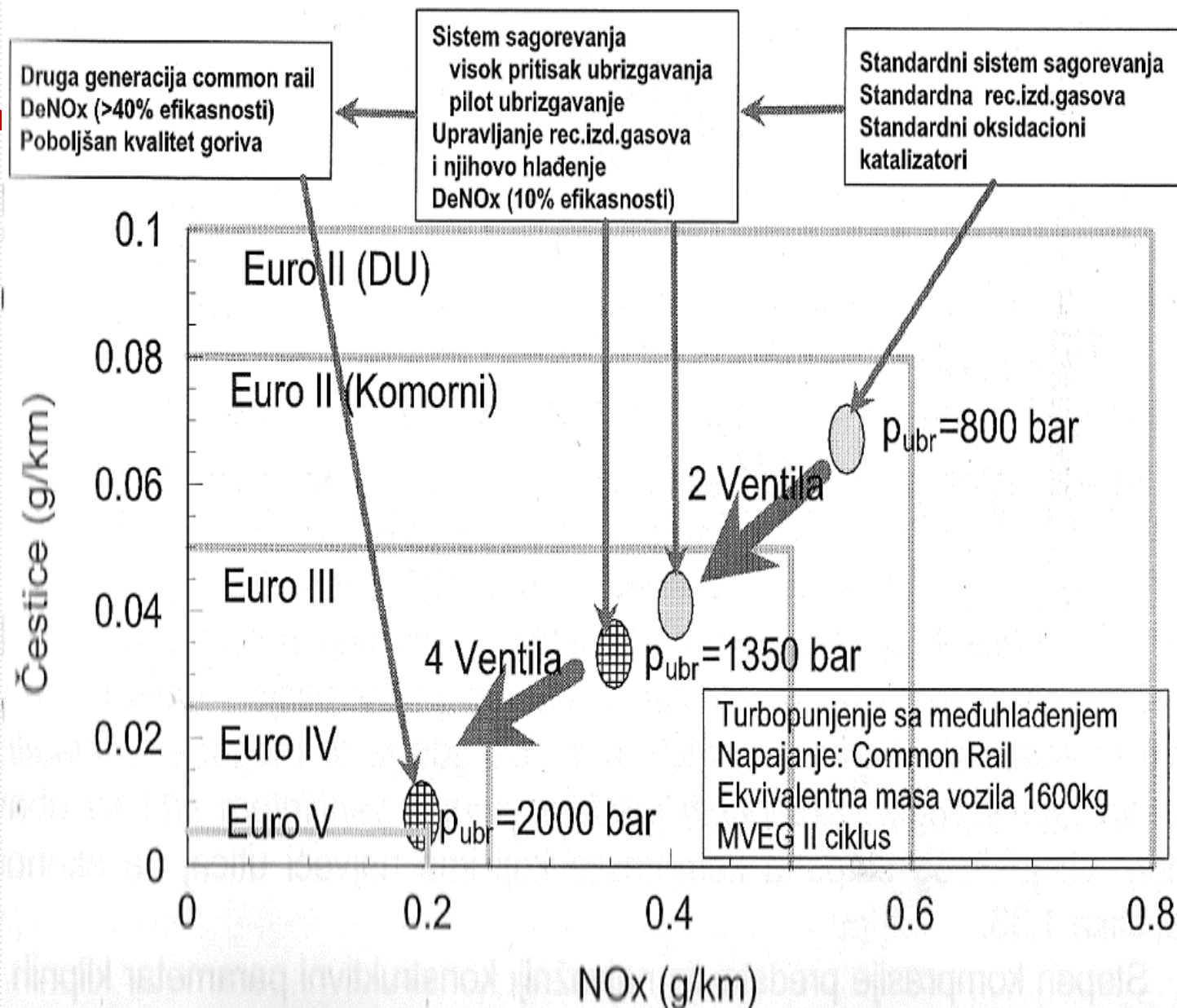


Техничка решења за смањење емисије ото мотора



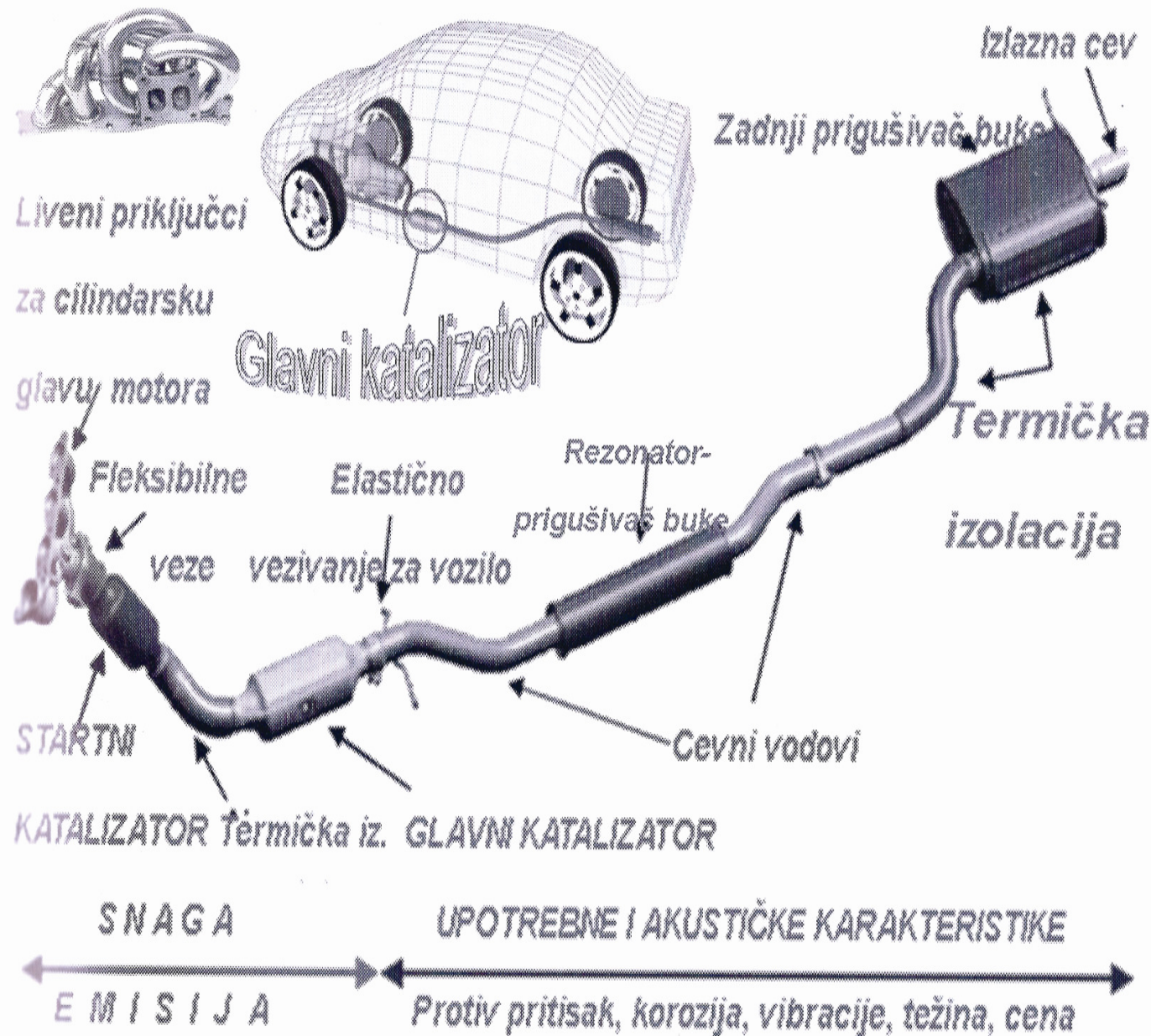


Техничка решења за смањење емисије дизел мотора



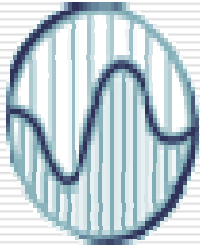


Издувни систем савременог ото мотора



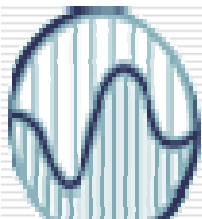
Елементи

- ☐ Издувни колектор
- ☐ Флексибилна веза
- ☐ Стартни катализатор
- ☐ Главни катализатор
- ☐ Цевни водови
- ☐ Пригушивачи буке
- ☐ Термичка изолација



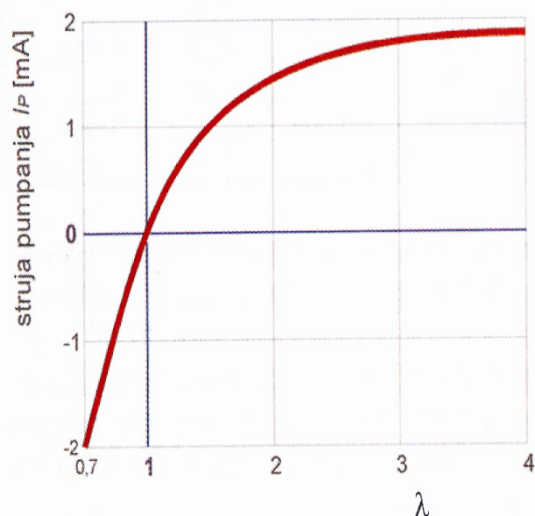
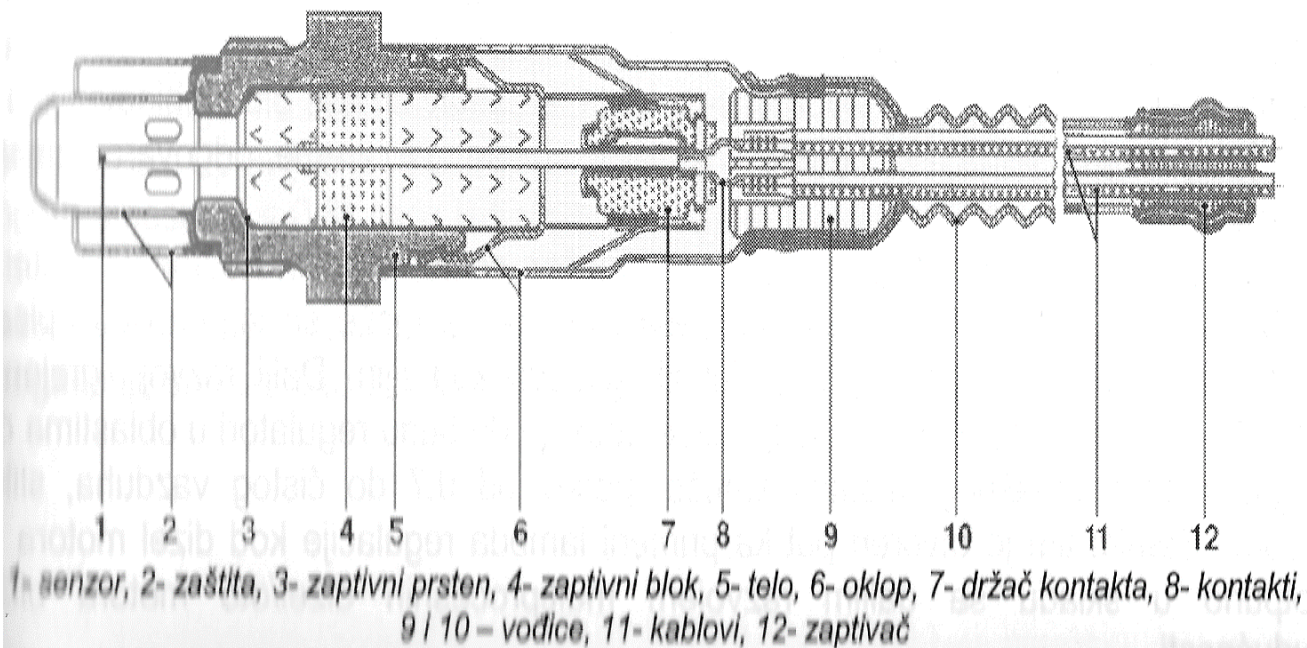
Обрада издувних гасова

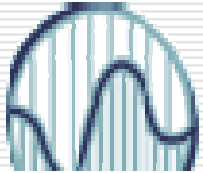
- Смањења издувне емисије и задовољавање еколошких прописа
- **Савремене технологије за обраду издувних гасова**
 - Трокомпонентни катализатори од племенитих метала
 - Стартни катализатори
 - Претходно загревање катализатора ради бржег активирања
 - Рециркулација издувних гасова, секундарни ваздух и др.
- **Катализатор**
 - Оксидациони (вишак кисеоника за довршавање процеса потпуног сагоревања)
 - Редукциони (одузимање кисеоника од оксида азота)
 - Адсорпциони (адсорпција гасова код јако сиромашне смеше ради убрзавања каталитичких процеса)
 - Селективни
 - Вишефункционални (најчешће трокомпонентни – CO, HC, NOx)



Регулација састава издувних гасова

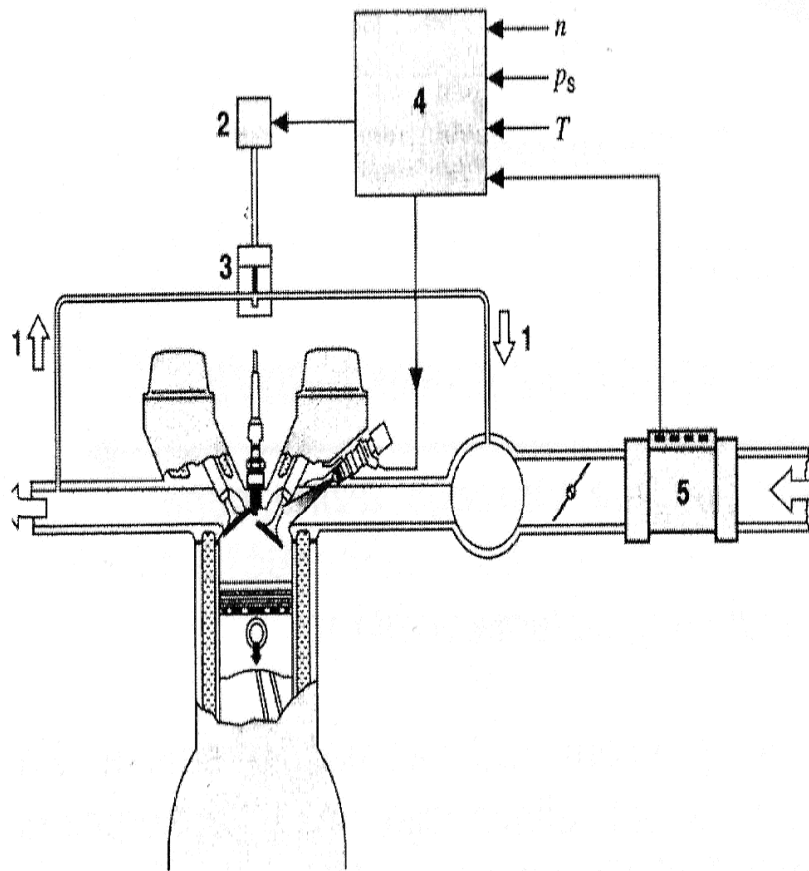
- ❑ Ламбда сонда – детекција кисеоника у издувним гасовима
- ❑ Класична ламбда регулација функционише у области стехиометријске смеше
- ❑ Широкопојасне грејане ламбда сонде треба да регулишу у области од 0,7 до чистог ваздуха
- ❑ Обавезно додавање секундарног ваздуха у издувне гасове, посебно код богате смеше



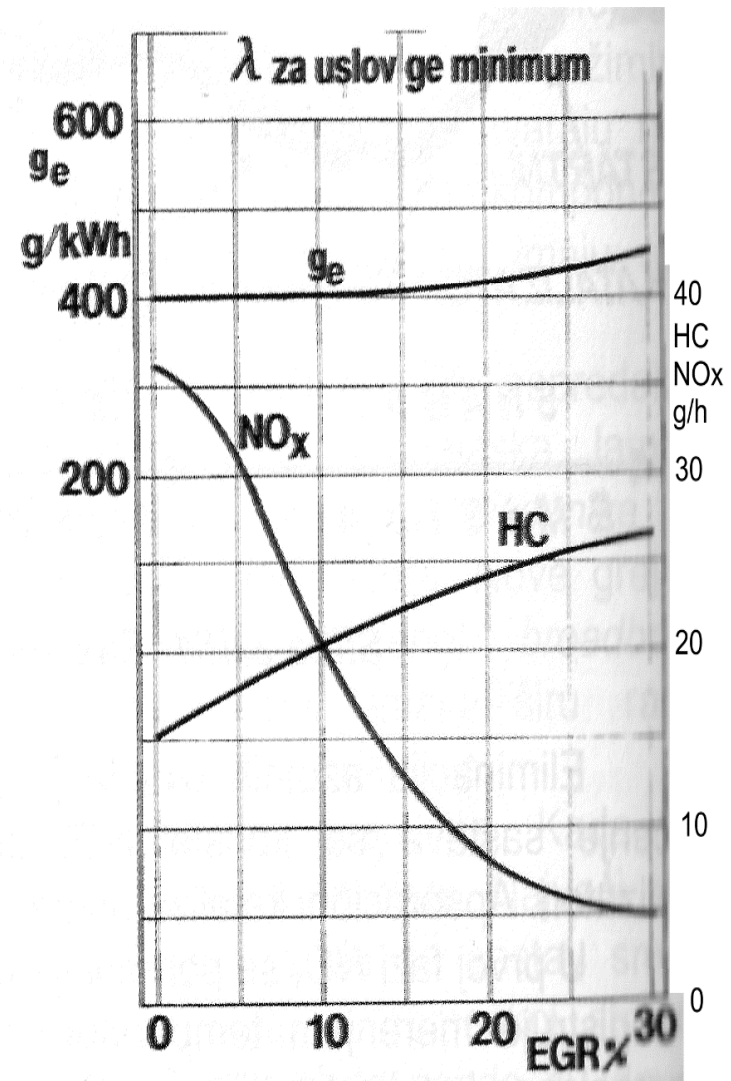


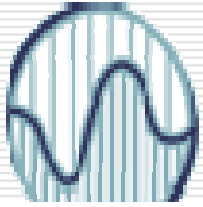
Смањење емисије азотових оксида код сиромашних смеша

- Апсорпциони NO_x катализатори
- Рециркулација издувних гасова



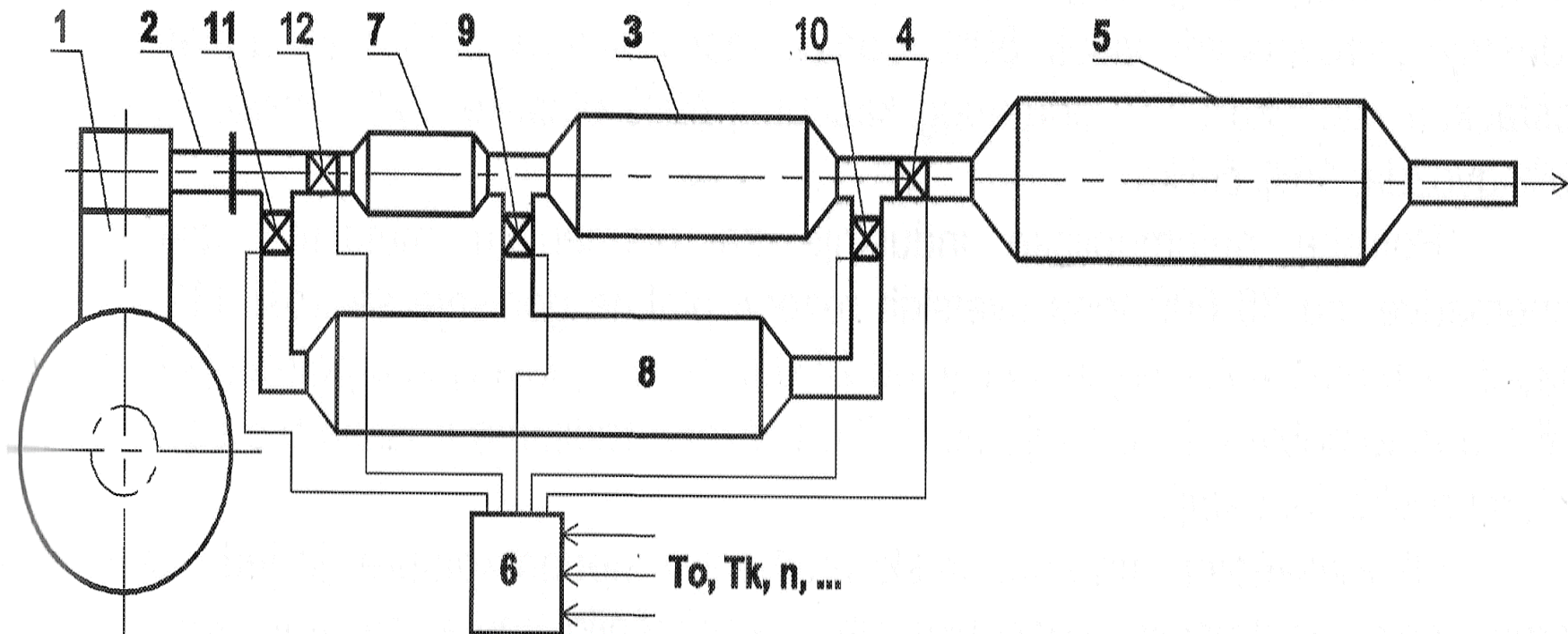
1- издувни гасови; 2- управљање; 3- вентил;
4- EUJ; 5- уписна цев



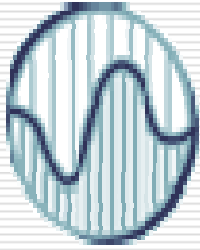


Терморегулација катализатора

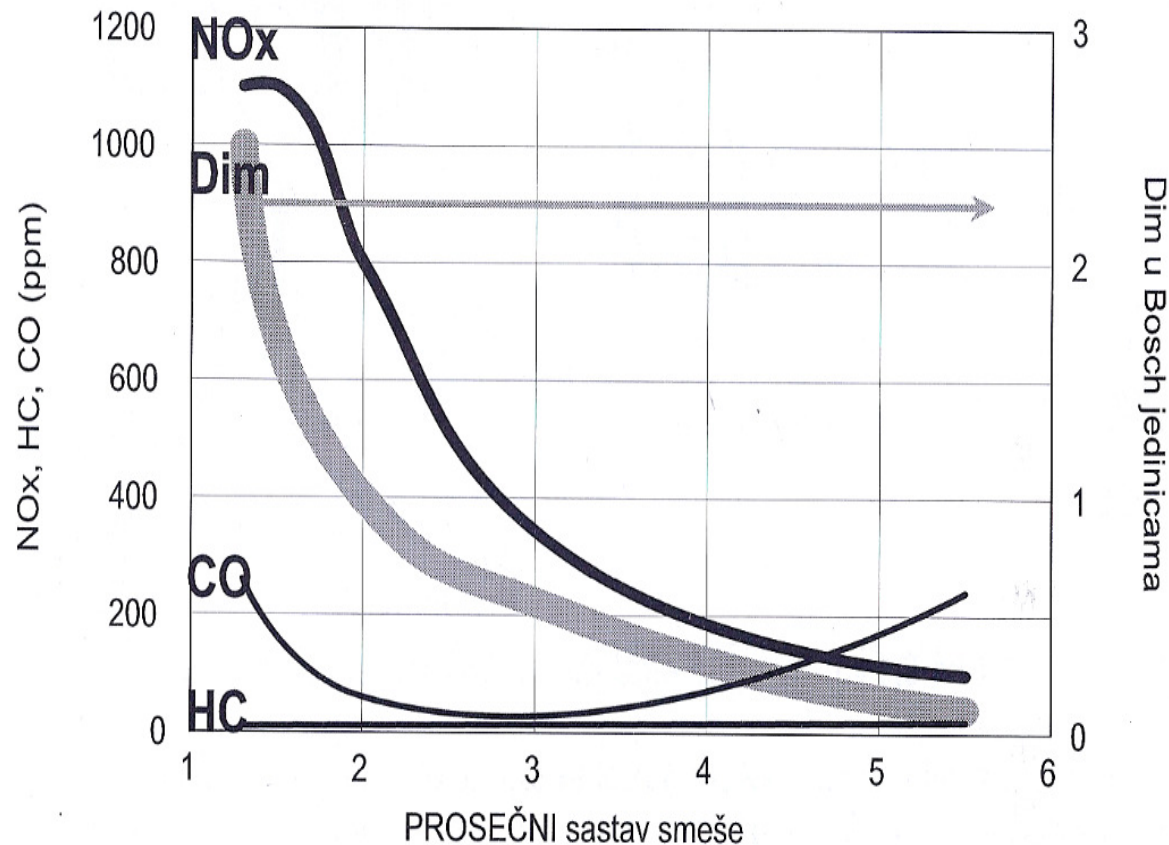
- Једина могућност да се задовоље садашњи захтеви за издувну емисију који се односе на „емисију при старту хладног мотора“
- Могућности: грејачи катализатора или техничка решења која обезбеђују загревање издувног система контролисаном циркулацијом издувних гасова



1- motor; 2- izduvna cev; 3- glavni katalizator; 5- izduvni lonac; 6- EUJ;
7- startni katalizator; 8- rezervoar nesagorelih gasova; 4, 9, 10, 11, 12- regulacioni ventili



Пречишћавање издувних гасова дизел мотора

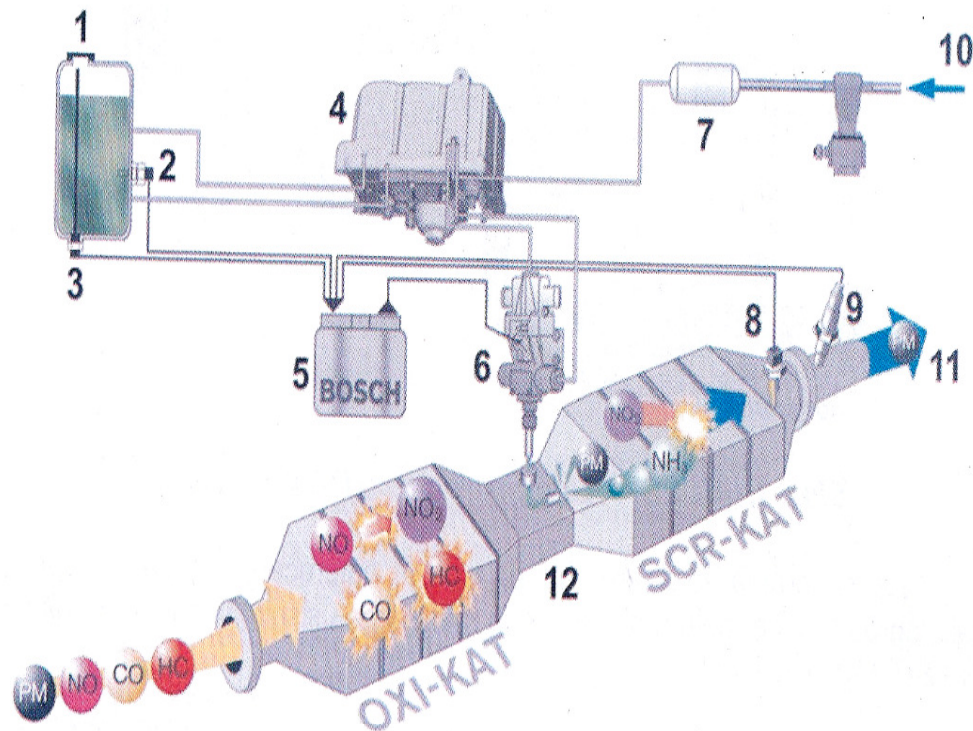


- ❑ Дизел мотори раде у области сиромашне смеше, тако да познате технике примењене код ото мотора (трокомпонентни катализатори) не могу обезбедити одговарајућу редукцију оксида азота
- ❑ Емисија CO последица локалног богатог састава смеше (мања него код ото мотора)
- ❑ Највећи загађивачи из ото мотора су оксиди азота и честице
- ❑ Накнадна обрада издувних гасова мора да смањи издувну емисију за близу десет пута

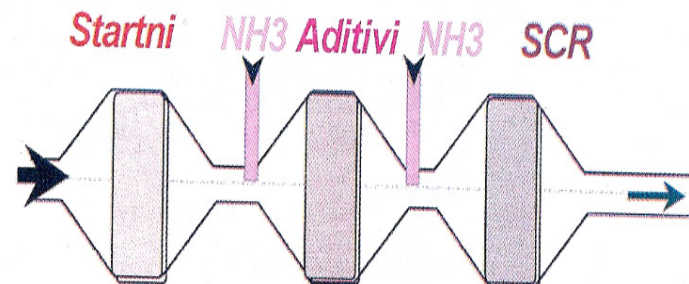


Селективна каталитичка редукција (SCR)

- Смањење емисије NOx и HC додавањем мешавине амонијака и урее (AdBlue) испред редукционог катализатора
- Више се примењује у моторима који имају мање нестационарне услове рада (камионски)



1- rezervoar rastvora uree (AdBlue), 2- senzor temperature, 3- senzor za nivo tečnosti, 4- modul doturanja, 5- upravljački uređaj, 6- modul za doziranje, 7- rezervoar vazduha, 8- senzor temperature, 9- senzor Izduvnih gasova, 10- dovod vazduha, 11- izlaz gasova, 12- cev raspršivača.



Startni katalizator: $\text{NO} + 1/2 \text{O}_2 = \text{NO}_2$

Katalizator sa aditivima: $(\text{NH}_3)_2\text{CO} + \text{NO} + \text{NO}_2 = 2\text{N}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

SCR- selektivni katalizator: $2\text{NH}_3 + \text{NO} + \text{NO}_2 = 2\text{N}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$

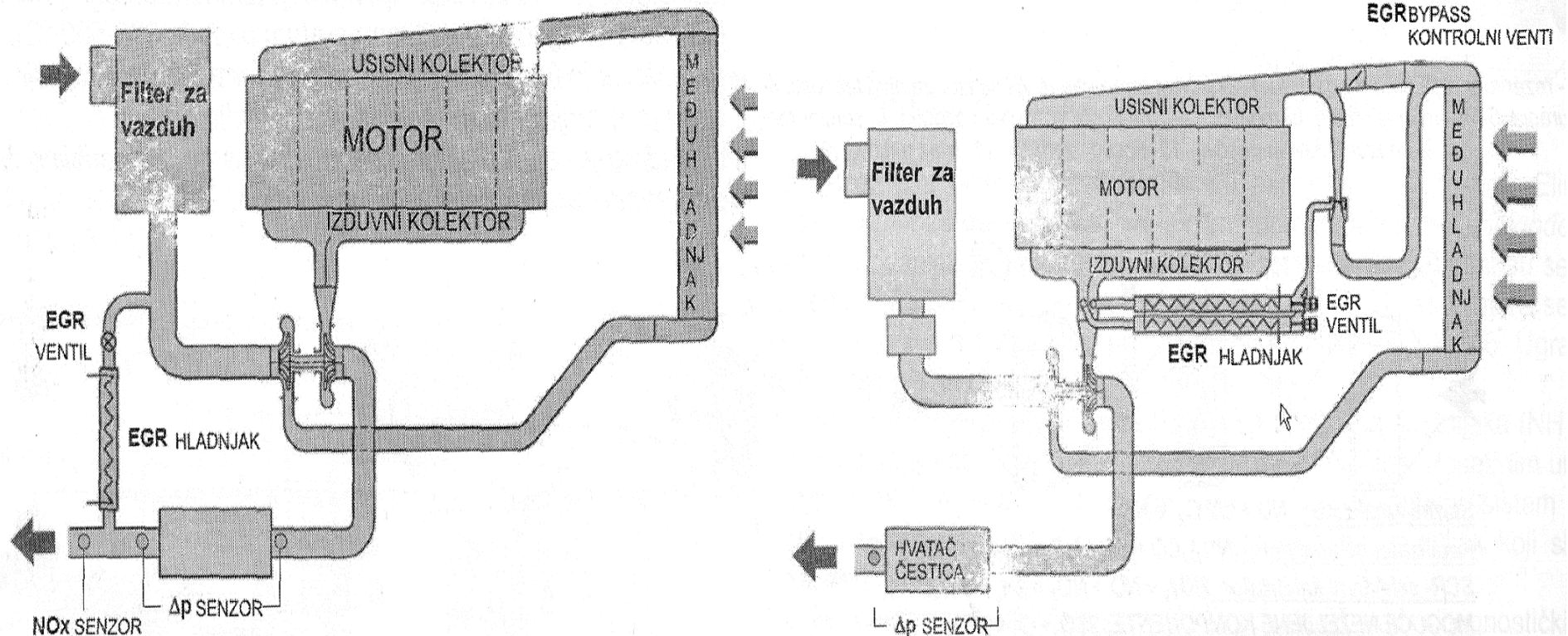
MOGUĆE NEŽELJENE KOMPONENTE: $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 3\text{SO}_3$

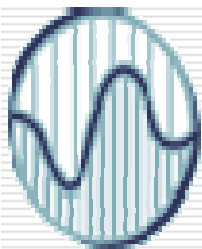
$4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 = 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$



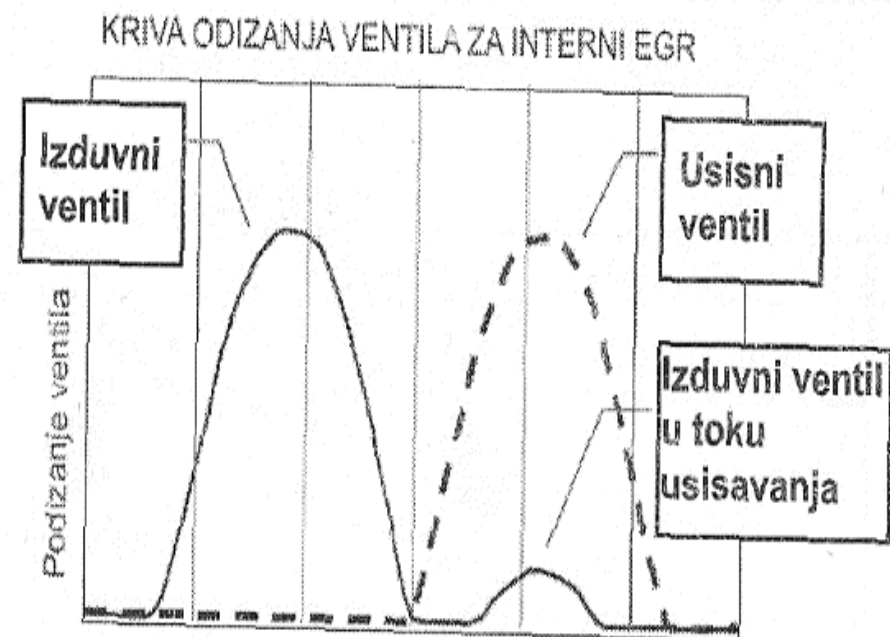
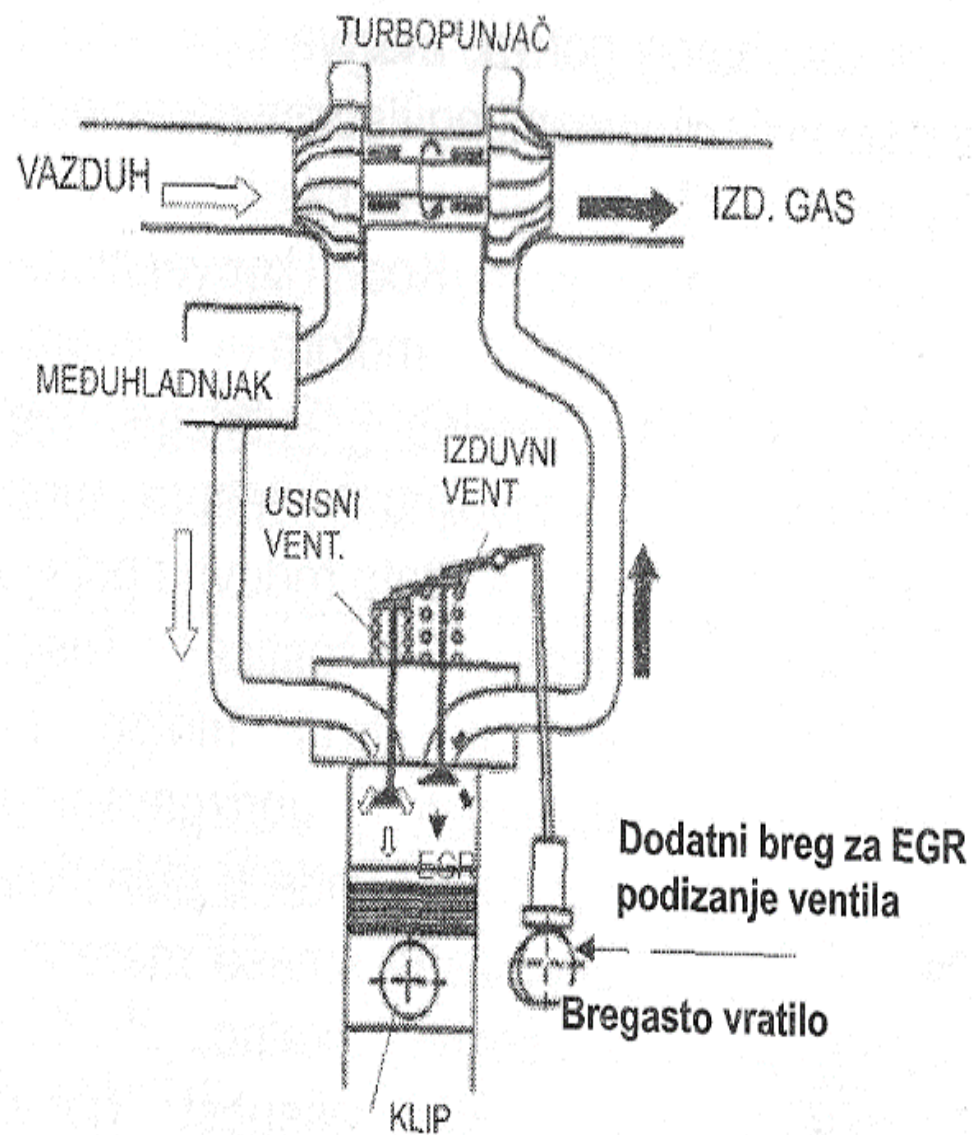
Рециркулација издувних гасова

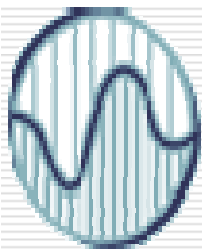
- На ниском притиску (путничка и доставна возила – честе промене и делимична оптерећења), на високом притиску (теретна возила, пуно оптерећење) или унутрашња (преко система развода)



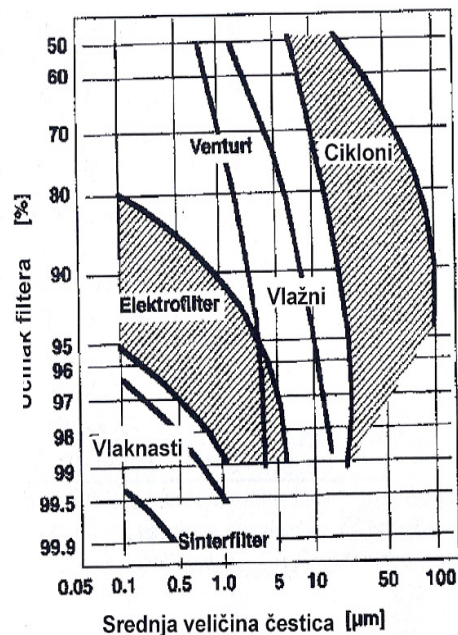
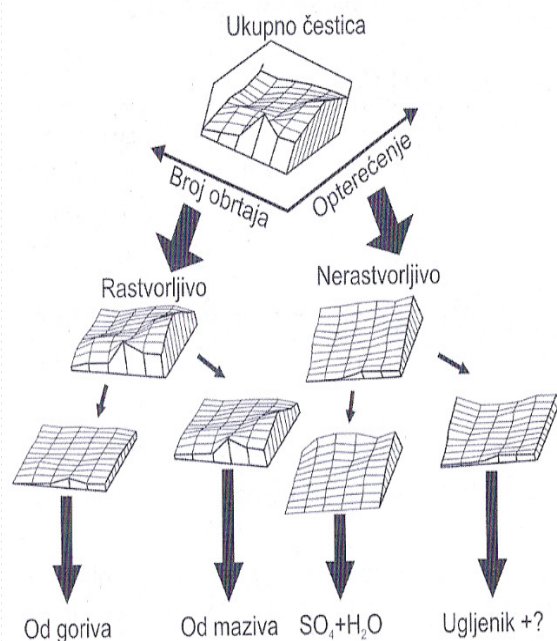


Унутрашња рецикулација издувних гасова

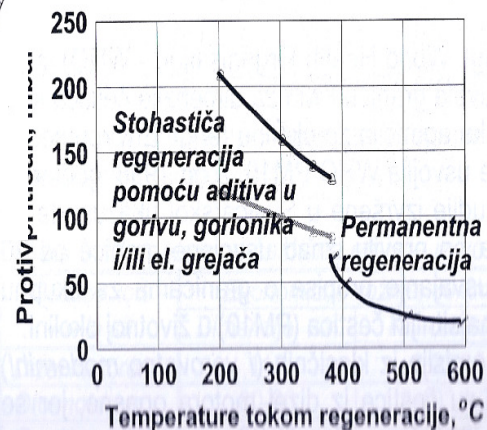




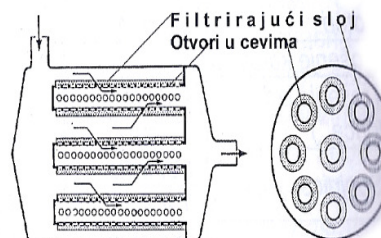
Емисија честица



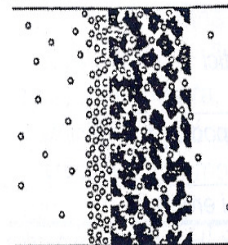
a) Protiv pritisak tokom regeneracije



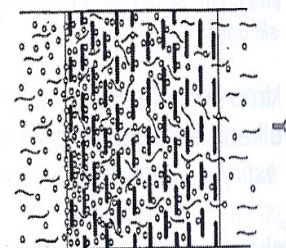
b) Hvatač čestica



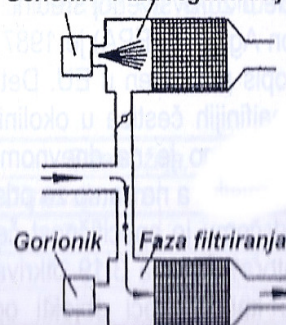
c) Zapreminski aktivni filtri



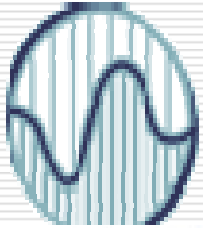
d) Površinski aktivni filtri



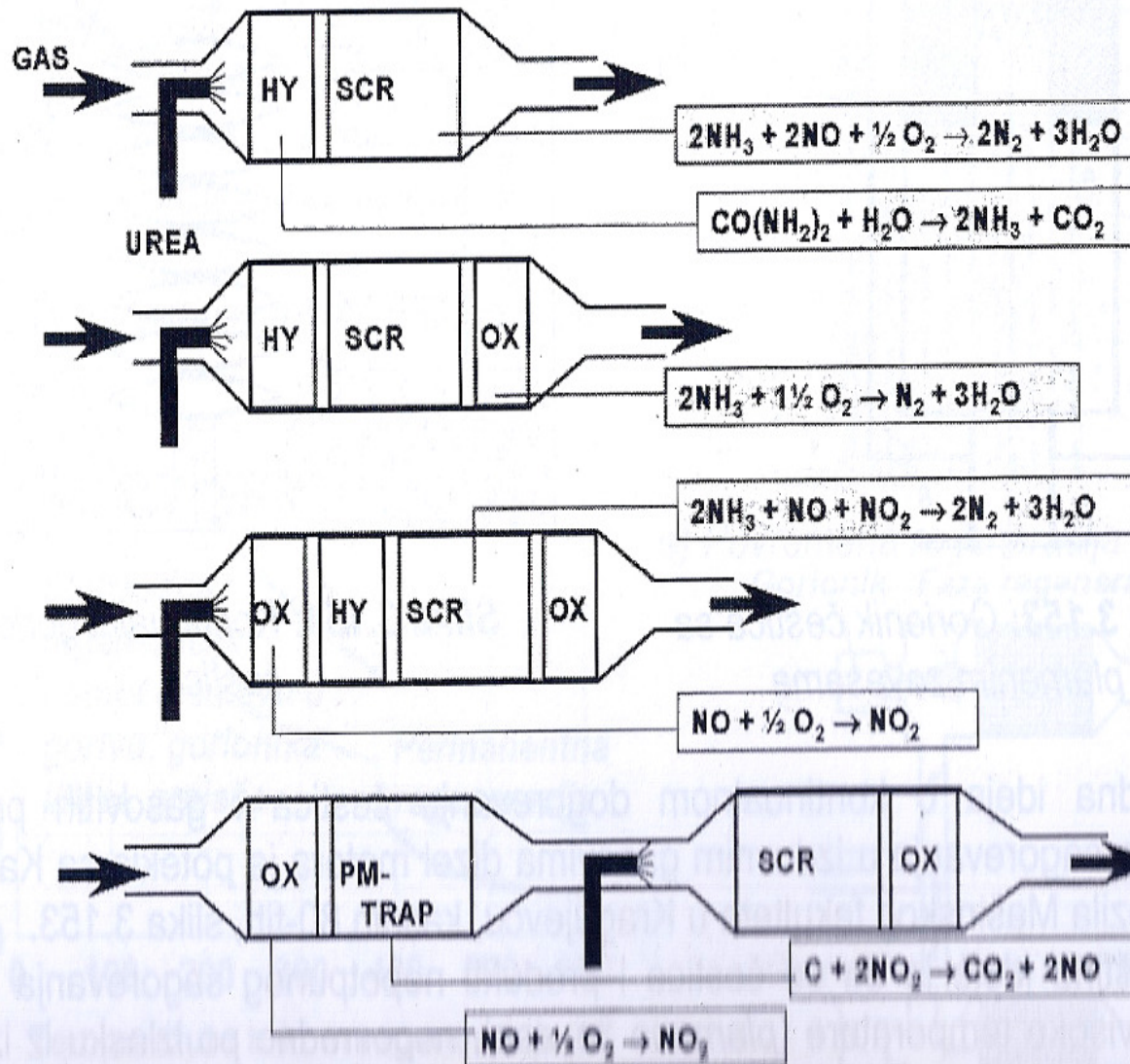
e) Povremena regeneracija Gorionik Faza regeneracije



- Највећи извори честица и честичног загађења су горива и мазива
- Код конвенционалних мотора емисија честица последица накнадног убризгавања
- Тренутно су у примени керамички и синтер, влакнасти и метални филтри великих активних површина



Комбиновани системи за пречишћавање гасова



- Комбинација филтера и катализатора ради високог оксидационог или DeNOx учинка