

CERCETARI PRIVIND EFECTELE REGLAJELOR EFECTUATE INTRE INSPECTIILE TEHNICE ASUPRA PERFORMANTELOR TEHNICO- FUNCTIONALE SI A NIVELULUI NOXELOR PENTRU AUTOVEHICULE RUTIERE URBANE

Teză destinată obținerii
titlului științific de doctor inginer
la
Universitatea "Politehnica" din Timișoara
în domeniul INGINERIE MECANICĂ
de către

Ing. FERENC VOLLONCS

Conducător științific:
Referenți științifici:

prof.univ.dr.ing.dr.h.c. Virgiliu Dan Negrea
Ordinarius.Prof. dr.ing.Roland Meyer Pittroff
prof.dr.ing.Gheorghe Alexandru Radu
prof.dr.ing.Marin Bica
prof.dr.ing.Danila Iorga

Ziua susținerii tezei: 16.01.2009.

Seriile Teze de doctorat ale UPT sunt:

- | | |
|------------------------|---|
| 1. Automatică | 7. Inginerie Electronică și Telecomunicații |
| 2. Chimie | 8. Inginerie Industrială |
| 3. Energetică | 9. Inginerie Mecanică |
| 4. Ingineria Chimică | 10. Știința Calculatoarelor |
| 5. Inginerie Civilă | 11. Știința și Ingineria Materialelor |
| 6. Inginerie Electrică | |

Universitatea „Politehnica” din Timișoara a inițiat seriile de mai sus în scopul diseminării expertizei, cunoștințelor și rezultatelor cercetărilor întreprinse în cadrul școlii doctorale a universității. Seriile conțin, potrivit H.B.Ex.S Nr. 14 / 14.07.2006, tezele de doctorat susținute în universitate începând cu 1 octombrie 2006.

Copyright © Editura Politehnica – Timișoara, 2009

Această publicație este supusă prevederilor legii dreptului de autor. Multiplicarea acestei publicații, în mod integral sau în parte, traducerea, tipărirea, reutilizarea ilustrațiilor, expunerea, radiodifuzarea, reproducerea pe microfilme sau în orice altă formă este permisă numai cu respectarea prevederilor Legii române a dreptului de autor în vigoare și permisiunea pentru utilizare obținută în scris din partea Universității „Politehnica” din Timișoara. Toate încălcările acestor drepturi vor fi penalizate potrivit Legii române a drepturilor de autor.

România, 300159 Timișoara, Bd. Republicii 9,
tel. 0256 403823, fax. 0256 403221
e-mail: editura@edipol.upt.ro

Cuvânt înainte

Teza de doctorat a fost elaborată pe parcursul activității mele în transporturi, în cadrul unei societăți ce execută transport public de persoane.

Înscrierea la doctorat în cadrul Catedrei de TMTAR - Facultatea de Mecanică - Universitatea „Politehnica” din Timișoara mi-a permis un studiu aprofundat al evoluției noxelor și a consumului de combustibil de către autobuze în marile aglomerații din orașe.

Mulțumiri deosebite se cuvin conducătorului de doctorat prof.dr.ing.dr.h.c. Virgiliu Dan Negrea pentru viziunea globală și științifică pe care mi-a acordat-o pe parcursul elaborării tezei și care prin observațiile critice, a contribuit la îmbunătățirea conținutului lucrării.

Deasemenea adresez toată recunoștința pentru sprijinul acordat, domnilor prof. dr. ing. Gheorghe Alexandru Radu, prof.univ.dr.ing.Danila Iorga, prof.univ.dr. ing. Marin Bica și Ordinarius.Prof. dr.ing.Roland Meyer Pittroff în calitatea lor de referenți oficiali.

Timișoara,
ianuarie 2009

Volloncs Ferenc

Volloncs, Ferenc

Cercetări privind efectele reglajelor efectuate între inspecțiile tehnice asupra performanțelor tehnico-funcționale și a nivelului noxelor pentru autovehicule rutiere urbane

Teze de doctorat ale UPT, Seria 9, Nr. 51, Editura Politehnica, 2008, 236 pagini, 115 figuri, 37 tabele.

ISSN: 1842-4937

ISBN: 978-973-625-805-3

Cuvinte cheie: metode de filtrare ; consum de combustibil; poluare.

Rezumat: De la inventarea motoarelor ca și combustibil s-au inventat, respectiv propus mai multe surse de energie ca monosurse (energie electrică, benzină, motorină, etanol, etc.) sau în amestec cu alte componente (ca de exemplu etanolul, MTBE: metil-terțier-butil-eter etc.).

Conform stării din prezent a tehnicii, acestea pot fi combustibili clasici, sau combustibili alternativi, adică în afară de benzina și motorina obținute din prelucrarea țițeiului orice alt combustibil.

Lucrarea inventariază importanța problemei poluării cu mijloace de transport în comun cu motoare diesel de puteri mijlocii mari în aglomerările urbane. Sunt aduse la zi informații privind stadiul actual al cercetărilor privind geneza și controlul noxelor la vehiculele urbane grele. Sunt trecuți în revistă poluanții produși de motoarele cu ardere internă (m.a.i) utilizate în transporturile rutiere, se fac referiri la emisiile nelegiferate subliniindu-se că în general motoarele cu aprindere prin comprimare (m.a.c) emit mai puține hidrocarburi ușoare decât m.a.s. cu catalizator cu câteva excepții notabile: etilena, propilena și elbutena care sunt cunoscute ca având un rol important în formarea ozonului la sol. Se redau avantajele m.a.c. față de m.a.s. și se prezintă geneza fumului care interesează în mod deosebit.

Deasemenea se trec în revistă, efectele regimului funcțional ale caracteristicii injecției ale particularităților constructive ale motorului, caracteristicile combustibilului, starea tehnică a motorului și se insistă asupra problematicei specifice ale autobuzelor care constituie de fapt obiectul fundamental al lucrării.

1.Introducere

Conform evaluărilor în Uniunea Europeană traficul este răspunzătoare pentru emisia a 21% din gaze care contribuie la încălzirea globală. Pentru limitarea emisiunilor de gaze conform celor impuse de Convenția din Kyoto, trebuie găsite modalitățile posibile de reducere a emisiei de noxe. Pe de altă parte aceasta nu este singura provocare. În ramura circulației Uniunii energia utilizată provine aproape exclusiv din petrol.

Rezervele de petrol cunoscute sunt limitate și se limitează la puține regiuni geografice. Prețurile mari de petrol constatate în ultima perioadă au atras atenția asupra faptului că Europa depinde din ce în ce mai mult de energia adusă. Asigurarea energiei în viitor nu ridică doar reducerea dependenței de importuri ci este un factor cheie pentru dezvoltare, pentru crearea locurilor de muncă și din punct de vedere a susținerii din punct de vedere al obiectivelor unionale. UE a adus mai multe măsuri legate de acest lucru. Fabricanții de autovehicule dezvoltă modele noi cu consum mai redus de combustibil și lucrează mai departe la concepții noi.

Guvernele depun eforturi susținute pentru îmbunătățirea transportului public, respectiv pentru îndemnarea folosirii unor moduri de transport care menajează mediul. Cu toate acestea, pentru a reduce consumul de energie este nevoie de noi inițiative.

Șefii de stat ai Uniunii la întâlnirea de vârf din octombrie 2005 la Hampton Court au reiterat ideea importanței crescute a politicii. Majoritatea biocombustibililor de azi sunt mai scumpi decât combustibilii fosili, cu toate acestea folosirea lor în toată lumea este din ce în ce mai energetică în răspunsurile uniunii la provocările globalizării. La întâlnirea de vârf au cerut Comisiei să facă propuneri pentru dezvoltarea politicii energetice reînnoite. Unul din elementele importante ale acestei abordări ar fi cercetarea modurilor de reducere a dependenței de importul de petrol și gaze naturale a Europei, respectiv găsirea unui mod coerent, care sprijinindu-se pe cercetările aprofundate de efecte economice, de mediu și sociale – să se poată limita gradual dependența.

Ce rol ar putea avea în această problemă combustibilii bioenergetici?

Combustibilii bioenergetici obținuți din biomasă ca sursă de energie pot înlocui în mod direct combustibilii fosili folosiți în transport, prin care se poate contribui la pregătirea utilizării unor soluții mai dezvoltate cum ar fi de exemplu folosirea hidrogenului mai răspândită.

Datorită măsurilor politice de stimulare azi se apreciază că producția mondială globală de biocombustibili depășește 35 miliarde de litri.

Scopul UE este scăderea emisiilor de gaze care provoacă efectul de seră prin sprijinirea producției de biocombustibili, stimularea înlocuirii combustibililor pe bază de cărbuni, diversificarea resurselor de combustibili, respectiv dezvoltarea materialelor care pot înlocui pe termen lung petrolul. Dezvoltarea biocombustibililor probabil va asigura noi posibilități pentru lărgirea posibilităților materiale și lărgirea ocupării forței de muncă pentru zonele rurale. Producția de biocombustibil bazat pe materiile prime potrivite și în multe țări în curs de dezvoltare va putea să reducă facturile importurilor de energie și deschidere piețelor de export potențiale.

Ungaria la sfârșitul anului 2004 a declarat Comisiei că până la sfârșitul lui decembrie 2005 se angajează la producția unei cantități de biocombustibil care să atingă 0,4-0,6 % din conținutul de energie, pe anul 2007 un procent de 2%, iar pentru 2010 aproximativ 4%.

Recent s-a luat hotărâre guvernamentală ca în concordanță cu directiva 2003/30/UE – din combustibilii comercializați în scopul transportului 5,75% să fie biocombustibili. Pentru a obține acest rezultat va fi nevoie de dezvoltarea considerabilă a producției materiilor de bază și lărgirea capacității de prelucrare. Pentru a răspândi cunoștințele profesionale pe mai multe nivele necesare pentru aceasta, pentru producția de bioenergie, rezolvarea lipsei de informații legate de prelucrare hotărârea de guvern a impus necesitatea creării unui program complex de informare, o rețea puternică de specialiști și a unui studiu de fezabilitate.

În continuare se va prezenta acest program.

1. Combustibilii pentru motoare

Combustibilii pentru motoare sunt una din resursele energetice cele mai importante ale omenirii. Ca una din elementele de bază ale dezvoltării susținute, este componentă indispensabilă a mobilității.

Clasificarea:

- după tipul acționării
- motoare Otto
- motoare Diesel
- electromotoare

După origine:

- se pot obține, respectiv extrage din purtătorii de energie
- se pot obține, respectiv extrage din purtătorii de energie regenerabili (de natura biomasei)
- se pot obține din surse de energie regenerabile

După răspândire :

- combustibilii clasici (de natură petrolieră)
- surse de energie alternative

Possibilitățile de antrenare a vehiculelor (Fig1.1) [40]

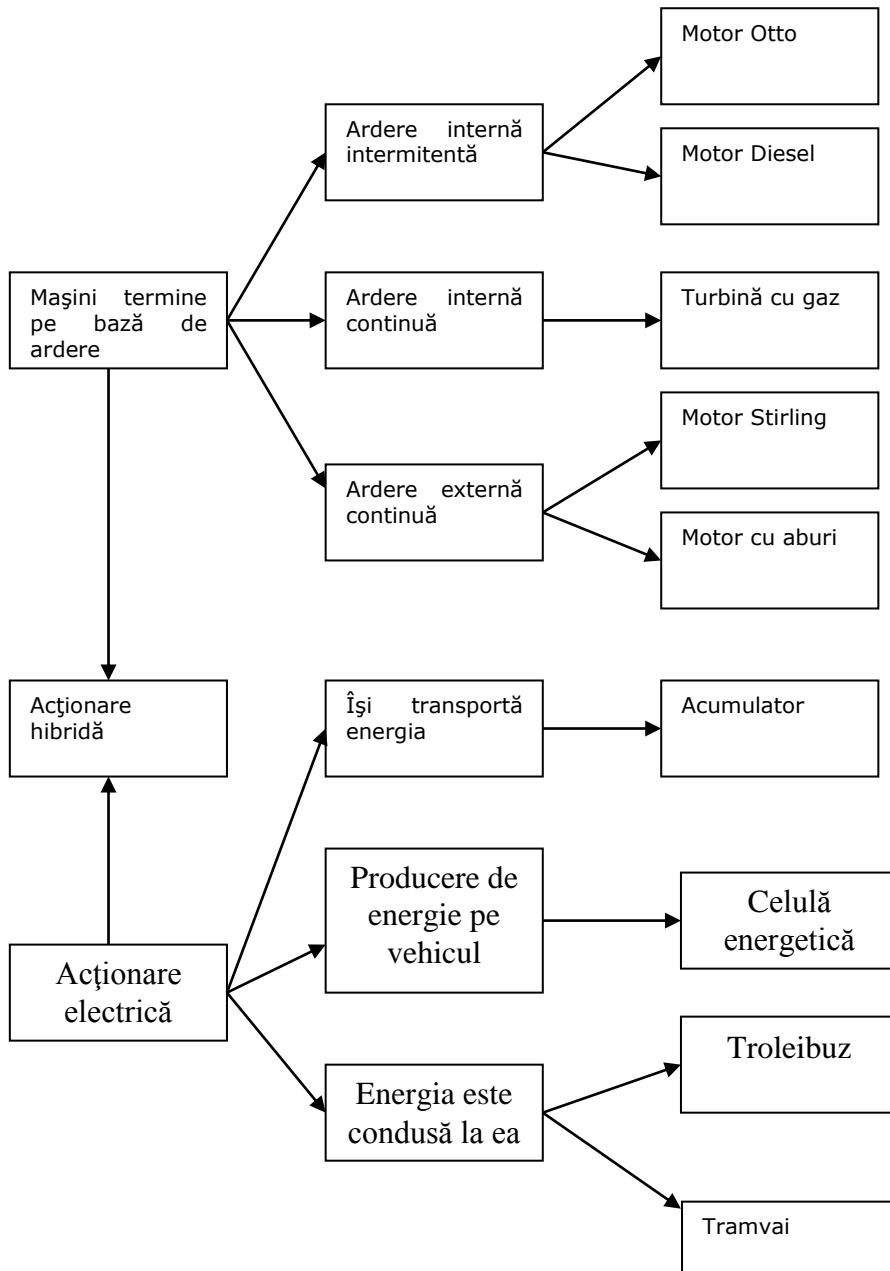


Fig 1.1

De la inventarea motoarelor ca și combustibil s-au inventat, respectiv propus mai multe surse de energie ca monosurse (energie electrică, benzină, motorină, etanol,etc.) sau în amestec cu alte componente (ca de exemplu etanolul, MTBE: metil-terțier-butil-eter etc.).

Conform stării din prezent a tehnicii, acestea pot fi combustibili clasici, sau combustibili alternativi, adică în afară de benzina și motorina obținute din prelucrarea țițeiului orice alt combustibil.

Tabel (1.1) : clasificarea combustibililor pentru motoare

Combustibilii			
Combustibilii clasici obținuți din țiței	Alternative		Clasici + regenerabili
- benzină	Fosili	Regenerabili	- amestec motorină + NOME1)
- motorină	- din țiței, alternative	- biomasă	- amestec benzină + alcooli
	● GPL (gaz petrolier lichefiat)	● bio-H2	- amestec motorină + etanol
	● H2	● biogaz	- bio-ETBE
	● alcooli	● bio-alcooli	
	● eteri	● bio-eteri	
	- gaz metan	● plante uleioase și derivatele lor	
	● H2	● combustibili din deșeuri biologice	
	● gaz metan comprimat (CNG)	- apă (curent electric → H2)	
	● gaz metan lichefiat	- vânt (curent electric → H2)	
	● propan-butan	- geotermic (centrală → curent electric → H2)	
	● combustibili sintetici	- energie solară	
	● alcooli (metanol, etanol, ...)	● cele amintite până acum	
	● eteri (MTBE2, ETBE3, DME4, ...)	● curentul electric → H2 (fotoelectricitate)	
	● esterii		
	● curent electric		
	- condensat de hidrocarburi		
	- cărbune		
	● gazul metan al minelor de cărbune		
	● H2		
	● combustibili sintetici		

Combustibili alternativi

Necesitățile de utilizare în viitor a combustibililor nealternativi sau alternativi în primul rând cele de origine biologică, sau cele care conțin diferiți bio-componenți sunt următoarele:

- distribuția inegală a rezervelor de petrol (reducerea dependenței de import)

¹ NOME: uleiuri vegetale – acizi grași - metilester

² MTBE: metil-tert.-butil eter

³ ETBE: etil-tert-butyl-eter

⁴ DME: dimetil eter

- epuizarea prevăzută a rezervelor de petrol (aproximativ 100-120 ani),
- schimbări periodice în salturi a prețului petrolului
- reducerea dependenței de petrol
- motive de protecția mediului și biologie umană (reducerea efectului de seră, împiedicarea ploilor acide, prevenirea, respectiv reducerea problemelor legate de ozon, etc.)
- folosirea surselor regenerabile sau care se pot regenera
- schimbarea surselor de energie fosile, care sunt poluante
- pretenția la calitate mai bună
- pretenția la cheltuieli mai mici
- posibilitatea unei politici de sprijin rural (creșterea ocupării forței de muncă, siguranța traiului, „ținerea” populației rurale la sat, etc.)
- rezolvarea cazurilor de supraproducție în agricultură
- folosirea loturilor în paragină
- emisie mai mică de CO₂ în ciclul de viață întreg
- contribuție la protecția solului și a apelor, respectiv la îmbunătățirea calității mediului
- idei politice („echilibru”) etc.

Combustibilii alternativi mai trebuie să corespundă și următoarelor pretenții:

- să fie utilizabili în motoarele existente
- să nu producă nesiguranță în investiții la utilizator
- să nu aibă efect de întârziere la introducerea pe piață
- să nu comporte riscuri pentru fabricanții și comercianții de combustibili
- în lipsa combustibililor alternativi posibilitatea de alimentare a motoarelor cu combustibili clasici (de exemplu transport la distanță, vânzări de vehicul etc.).

Cerința ca motoarele să sufere minime transformări:

- realizare fără probleme și cu costuri scăzute
- să fie potrivite pentru funcționare cu combustibili clasici și să fie ușor de retransformat pentru acest lucru
- posibilitatea de schimbare a parametrilor (de exemplu cantitatea de combustibil injectat, perioade mai scurte de schimbare a uleiului, altă motorină, etc.).

Din punct de vedere a protecției mediului și efectului asupra oamenilor trebuie să fie ca și combustibilii clasici:

- emisie limitată (carbohidrați, monoxid de carbon, oxizi de azot, particule),
- emisiuni nelimitate mai importante: aldehide, substanțe aromatice
- emisiune mică de dioxid de carbon
- degradabilitate biologică bună
- emisie mică de zgomot etc.

Exploatare cu cheltuieli minime:

- consum mai mic
- disponibilitate pe termen lung
- să nu crească cheltuielile de întreținere și reparații
- să fie mai ieftine decât combustibilii clasici
- să fie compatibil cu uleiurile de motor uzuali (să nu scurteze perioada de schimbare, să nu necesite ulei mai mult, etc.).

Să fie disponibil peste tot combustibil de bună calitate și în cantitățile necesare peste tot:

-infrastructura potrivită.

Tabelul(1.2) conține varianta optimistă a utilizării planificate a combustibililor pentru motoare în UE.

Tabel 1.2

An	Procentul de combustibili alternativi %			
	biocombustibili	gaz metan	hidrogen	total
2005	-2	-	-	-2
2010	-6 (5,75)	-2	-	-8
2015	-7	-5	-2	-14
2020	-8	-10	-5	-23

Biocombustibilii din prima generație amestecate cu combustibilii clasici în cantitate mică în zilele noastre sunt folosite în cele mai multe autovehicule și se pot comercializa pe baza infrastructurii existente. Unele vehicule diesel funcționează și cu un procent de 100% biodiesel (B100) și în mai multe țări ale lumii se comercializează autovehicule cu alimentare mixtă.

În ceea ce privește conținutul general al lucrării în capitolul introductiv este prezentată importanța problemei și sunt date informații de ultimă oră în legătură cu tipul de tractiune utilizate astăzi și în Timișoara cum este de exemplu cazul Troilebuzelor Skoda care sunt echipate cu motoare cu ardere internă de tip Iveco pe lângă alimentarea electrică la rețeaua urbană și informații pertinente în legătură cu combustibilii neconvenționali care vor ajunge rapid pe piața combustibililor alternativi utilizați în motoarele cu ardere internă.

Capitolul II se ocupă cu stadiul actual al cercetărilor privind geneza și controlul noxelor la vehicule urbane grele. Sunt trecuți în revistă poluanții produși de motoarele cu ardere internă (m.a.i) utilizate în transporturile rutiere, se fac referiri la emisiile nelegiferate subliniindu-se că în general motoarele cu aprindere prin comprimare (m.a.c) emit mai puține hidrocarburi ușoare decât m.a.s. cu catalizator cu câteva excepții notabile: etilena, propilena și elbutena care sunt cunoscute că având un rol important în formarea ozonului. Se dau avantajele m.a.c. față de m.a.s. și se prezintă geneza fumului care interesează în mod deosebit.

De asemenea se trec în revistă, efectele regimului funcțional ale caracteristicilor injectiei ale particularitatilor constructive ale motorului, caracteristicile combustibilului, starea tehnică a motorului și se insistă asupra problematicei specifice ale autobuzelor care constituie de fapt obiectul fundamental al lucrării.

Studiile privind potențialul de reducere al noxelor poluante sunt prezentate și în legătură cu rezultatele obținute de specialiști suedezi, de Institutul Francez din domeniul petrolului de firma Chevron și cercetările efectuate în România respectiv de firmele B.M.W. și Shell prezentându-se și unele relații empirice de evaluare a noxelor.

Motorul diesel cu gestiune electronică este de mare interes astăzi motiv pentru care sunt prezentate informații în legătură cu această problemă.

În legătură cu metodele pasive de reducere a emisiilor la m.a.c. utilizate în transporturi sunt trecute în revistă în principal date care vizează filtrele de particule cu tipurile lor constructive, procedee de regenerare a filtrelor cu regenerarea catalitică și inclusiv cu regenerarea aerodinamică.

Capitolul III se ocupă cu inventarierea transportului rutier greu și a noxelor trimise în atmosferă în țările Europene. Sunt analizate strategii și norme europene de reglementare, strategiile legate de combustibilii neconvenționali cum sunt biomasa și biocombustibilul introdus recent și pe piața de carburanți românească, se analizează transportul de pasageri în condiții rutiere și în juxtapunere transportul

aerian internațional de pasageri și transportul maritim care folosește și el în mare parte motoare cu ardere internă și sunt prezentate date în legătură cu transportul feroviar.

O atenție deosebită se acordă contribuției respectiv genezei CO₂ în transporturi, o problemă de foarte mare actualitate date fiind, turburările climatice care se înregistrează astăzi. Deși există tendința severă ca și în cazul motorinelor să se interzică existența sulfului în acestea, care produce oxizi de sulf se acordă atenția cuvenită și conținutului acestora și normelor impuse de Eurostat. Cu caracter de originalitate sunt determinați factorii de emisie ceea ce constituie o problemă de interes pentru organizarea traficului, sunt date relații privind calculul cheltuielilor marginale ale zgomotului, trecându-se în revistă rezultatele obținute pe plan internațional în domeniu.

Capitolul IV are ca obiect metodele și mijloacele pentru stabilirea evoluției în timp a performanțelor de poluare ale m.a.i. ce echipază vehicule urbane grele. Sunt prezentate ciclurile de măsurare a emisiilor poluante, s-a dezvoltat o metodă de alcatuire a ciclurilor de încercare în care sunt construite 5 cicluri reprezentative de măsurare a emisiilor poluante, funcție de destinația autovehiculului prezentând totodată tehnici și avantaje ale metodei filtrării ale aplicării metodei repartitiei proportionale, ciclu pentru parcursul urban și pentru parcursul pe autostradă respectiv pentru drumuri de munte, drumuri modernizate și apoi dezvoltându-se problematica cazului autobuzului urban cu emisiile sale poluante în regimuri tranzitorii cu expunerea standului de probe a franelor care se utilizează a aparaturii de măsură, cu tehnici de măsurare a particulelor și cu câteva date privind echivalența fum-particule în corelație cu unitățile de fum Bosch folosindu-se metoda Mira respectiv corelația de fum Hartrige. Sunt interpretate curbele de echivalență și se fac încercări și măsurători cu ajutorul dispozitivului Super Tech de care s-a dispus.

Dispozitivul Super Tech este analizat ca și construcție, ca principiu de funcționare, și sunt redate rezultate ale evoluției consumului de combustibil și a noxelor în funcție de kilometri parcurși.

Deasemenea o contribuție originală este tratamentul de combustibil MPG-Cap ceea ce constituie prima încercare de acest fel în literatura tehnică de specialitate.

Se concluzionează pertinent asupra rezultatelor obținute de autor și de cercetători străini cum sunt cei din Ucraina și Australia.

Capitolul V expune cercetările experimentale privind evoluția noxelor produse de către autovehicule urbane grele în timp și în raport cu reglajele efectuate condițiilor de exploatare și a combustibililor și lubrefianților folosiți. Se cercetează respectiv se dau informații despre combustibilii de origine petrolieră și combustibili neconvenționali utilizați în motoarele diesel cu prezentarea rezervelor de combustibili fosili a celor sigure și a celor suplimentare a stocurilor de combustibil, a influenței combustibilului și a randamentului asupra emisiilor de CO₂ pentru un motor diesel.

Emisia globală de CO₂ în funcție de tipul de combustibil și de conținutul de carbon al acestuia este deasemenea studiată și se fac comparații cu celulele de combustie cu utilizarea și efectele folosirii motorinelor sintetice obținute prin procedeul Fischer-Tropsch.

Sunt comparate rezultatele utilizării combustibililor alternativi, inclusiv a metanolului pentru diferite tipuri de motoare ca și de reducere a emisiilor de CO₂ adăugând avem un parcurs de la sursele primare de energie la utilizator în cazul m.a.i., a motorului electric sau a sistemului hibrid de tracțiune.

Avand in vedere importanta camerei de ardere se prezinta camere performante si se dau cateva date in legatura cu acestea.

Este semnalizat efectul surplusului de aer si al sarcinii asupra performantelor privind CO si NO_x emisiile specifice, influentele injectiei ale turatiei, ale temperaturii apei de racire, efectele camerei de ardere si ale umplerii.

In capitolul VI sunt evaluate performantele energetice si de poluare la m.a.c. de tractiune urbana grea.

Capitolul VII interpreteaza datele de calcul in juxtapunere cu date experimentale pentru evolutia emisiilor de fum in cazul autovehiculelor urbane grele echipate cu motoare diesel.

In partea finala sunt prezentate concluziile ce rezulta din lucrarea extinsa si se inventariaza contributiile personale si anume cele care au un caracter ridicat de originalitate.

Autorul aduce sincere multumiri colegilor specialisti din Directia Tehnica al Regiei Autonome de Transport in comun Timisoara, domnilor ingineri Ruian Alexandru si Nicola Marcel, ale caror eforturi pline de pasiune au facut posibila finalizarea cu succes a lucrarii, domnului Director dr.ing. Goia Ioan de la R.A.T.Timisoara, pentru ajutorul dat in desfasurarea programului de testare functionala, domnului dr. ing. Druga Florean de la S.C. Motoare AB S. A. Brasov pentru activitatea depusa la cercetarea si dezvoltarea motoarelor Raba din care s-a folosit si autorul acestei lucrari.

Se aduc multumiri

Conducerii U.P.T.

Conducerii Facultatii de Mecanica

Colectivului Catedrei T.M.T.A.R

pentru sprijin si bunavointa acordarii unui climat colegial la realizarea lucrarii.

In mod cu totul deosebit autorul aduce sincere si calduroase multumiri domnului Prof. Dr. Ing.Dr. H.C. Virgiliu Dan Negrea, Membru Titular al Academiei de Stiinte Tehnice din Romania, de la Universitatea Politehnica Timisoara, conducatorul stiintific al prezentei lucrari pentru sprijinul si ajutorul esential acordat realizarii acestei teze.

2.Stadiul actual al cercetarilor privind geneza si controlul noxelor pentru vehicule urbane grele in corelatie cu influenta reglajelor asupra performantelor energetice si de poluare.

2.1 Poluantii produsi de motoarele cu ardere interna utilizate în transporturile rutiere

Ecologia este o știință care se ocupă cu studiul interacțiunii dintre ființele vii și dintre acestea și mediul în care trăiesc.

În strânsă legătură cu noțiunea de ecologie este cea de poluare. Poluarea constă în introducerea în mediu a unor substanțe care pot deranja echilibrul ecologic între ființele vii, care dăunează stării de sănătate de confort a oamenilor și care pot produce pagube economice prin modificarea factorilor naturali sau a celor creați prin activități umane. Poluarea mediului înconjurător reprezintă ansamblul modificărilor defavorabile pe care le suportă calitățile naturale ale acestuia sub influența activităților societății omenești.

Atenția deosebită acordată sectorului de transporturi rutiere cu un grad ridicat de motorizare este justificată prin aceea că în 1990 aceasta consuma circa 17% din producția de petrol extras anual, folosind 20-25% din energia mondială. În 1993, statisticile British Petroleum stabilesc consumul de hidrocarburi pentru toate aplicațiile cu motoare cu ardere internă la 34%.

Efectul poluant cel mai important al m.a.i. se datorează emisiilor de gaze nocive existente în gazele de evacuare, emisii care apar datorită arderii defectuoase, incomplete, a combustibilului în m.a.i.

În camera de ardere a unui m.a.i., arderea are un caracter real datorită timpului foarte redus de reacție, dificultăților de formare a amestecului, pierderilor de căldură și altele.

În tabelul (2.1) este redată structura gravifică a noxelor înregistrate la arderea unui kilogram de combustibil. Din tabel se constată că arderea defavorabilă a benzinei în m.a.i. determină o creștere mare a CO eşapat, iar pentru motorină mai periculos este conținutul de SO₂ din gazele arse.

În raport cu noxele, pierderile anuale pentru un automobil care ar parcurge 30.000 km/an, cu un consum de 7,5 l/100 km, s-ar repartiza astfel, în condițiile în care motorul nu a fost „depoluat”:

- hidrocarburi prin evaporare, 90 l;
- hidrocarburi prin gaze de carter, 25 l;
- hidrocarburi prin gaze de evacuare, 60 l;
- oxid de carbon din gaze de eşapament 275 l, totalul fiind de 450 l din 2250 l necesari.

Tabelul 2.1.

Natura poluanților	g/1 kg combustibil	
	benzină	motorină
CO	465	21
NO	23	27
HC	4	12
SO ₂	0,8	4,8
Particule	0,1	0,8

Din cele aproximativ 1000 de substanțe distincte existente în gazele de evacuare, din cauza efectului nociv dovedit, s-au limitat prin reglementări legislative următoarele:

- hidrocarburile – HC;
- monoxidul de carbon – CO;
- oxizii de azot – NO_x (NO + NO₂);
- particulele – PT (doar pentru motoarele cu aprindere prin comprimare-m.a.i.);
- fumul – măsură a efectului vizibil produs de gazele arse.

Efectele nocive incontestabile produc și alte substanțe, pentru care sunt în discuție unele propuneri de limitări:

- dioxidul de carbon – CO₂, considerat până de curând un produs „curat” al arderii, este acuzat în prezent de producerea efectului de seră, cu consecințe nefaste asupra mediului înconjurător, singura metodă de a limita acest poluant fiind reducerea consumului specific de combustibil.

- oxizii de sulf – SO_x (SO₂ + SO₃), împreună cu NO_x cauzează ploile acide, care distrug vegetația; metoda de limitare a acestor poluanți constă în reducerea conținutului de sulf din combustibil;

- plumbul și compușii săi; este cunoscut pentru nocivitatea sa foarte mare; se impune evitarea folosirii tetraetilului de plumb ca aditiv antidetonant și găsirea unor înlocuitori nepoluanți;

- benzo(a)pirena și alte substanțe chimice din grupa HC au efecte cancerigene sau mutagene dovedite.

Transporturile rutiere realizate de autovehiculele echipate cu motoare cu ardere internă au o contribuție însemnată asupra poluării mediului înconjurător, afectând practic toate ecosistemele.

M.a.c. înregistrează emisii mai reduse de CO, HC, NO_x decât m.a.s. standard (fără catalizatorul trivalent); totuși pentru PT, emisiile m.a.c. sunt mai mari decât cele m.a.s.

Comparația dintre m.a.c. și m.a.s. cu catalizator arată că emisiile gazoase legiferate sunt apropiate. (Tabelul 2.2.)

Referitor la emisiile nelegiferate, s-a constatat că, în general, m.a.c. emit mai puține hidrocarburi ușoare decât m.a.s. cu catalizator, cu câteva excepții notabile: etilena, propilena și

l- butena care sunt cunoscute ca având rol important în formarea ozonului.

Tabelul 2.2

Tipul de vehicul	Emisii medii în trafic (g/km)			
	CO	HC	NO _x	PT
M.a.s. standard (fără catalizator)	27,0	2,8	1,7	-
M.a.s. cu catalizator	2,0	0,2	0,4	-
Diesel	0,9	0,3	0,8	0,4

Compușii aromatici pe lângă efectul fotochimic important, au o semnificație aparte datorată efectului cancerigen potențial. De exemplu, emisia de benzen este de 3 ori mai mare la m.a.s. cu catalizator decât la m.a.c.

Tabelul(2.3) prezintă creșterea de emisii datorată pornirii la rece în funcționare urbană. Creșterea pentru m.a.c. și m.a.s. standard este similară, dar pentru m.a.s. cu catalizator se observă o creștere cu un ordin de mărime la CO și HC, datorită faptului că în catalizator nu s-au atins temperaturile de regim.

Tabelul 2.3

Tipul de vehicul	Raportul rece - cald			
	CO	HC	NO _x	PT
M.a.s. standard, fără catalizator	1,6	2	1	-
M.a.s. cu catalizator	9,6	11	1,3	-

Asupra emisiilor poluante, traficul intens are următoarea influență: s-au comparat emisiile în două teste urbane, unul fiind cel european urban, iar celălalt fiind un ciclu de trafic urban intens. Rezultatele au arătat că efectul congestiei este mai mare decât cel al funcționării la rece, pentru același traseu simulat.

Emisiile de CO și HC, atât pentru m.a.s. standard cât și cu catalizator, cresc cu intensitatea traficului, în timp ce emisiile m.a.c. rămân foarte scăzute.

Trăsătura pozitivă a motoarelor diesel este randamentul termodinamic mai ridicat decât al m.a.s. și deci emisiile mai mici de CO₂ pe kilometru. Ele emit, de asemenea, mai puține gaze care produc efect de seră, metan și NO₂, contribuind într-o măsură mai mică la efectul global de încălzire.

Principalele avantaje ale m.a.c. comparativ cu m.a.s. cu catalizator sunt următoarele:

- produc mai puțin CO și HC;
- emisiile evaporative sunt reduse;
- randamentul termodinamic mai mare;
- emisie mai mică de CO₂, NO₂ și CH₄.

Zgomotul este considerat a fi un poluant cu efecte nocive asupra stării de sănătate a populației; zgomotul produs de trafic afectează un procent mare din populație, iar creșterea numărului de vehicule cu m.a.c. duce la creșterea intensității sonore. Se apreciază că la fiecare creștere cu 25% a numărului de vehicule, nivelul de zgomot crește cu 1 dB.

În fumul motoarelor cu aprindere prin comprimare sunt prezente: hidrocarburi, compuși oxigenați de tip aldehide, cetone, alcooli, oxizi, compuși polinucleari aromatici, particule.

Cele mai poluante sunt motoarele cu aprindere prin comprimare cu injecție directă.

Motoarele diesel cu aspirație normală excelează prin producerea de hidrocarburi și monoxid de carbon, iar cele supraalimentate prin producerea de oxizi de azot.

Fumul emis de către m.a.c. este de trei categorii:

- fumul alb – propriu momentelor pornirii, când este antrenat motorul și eventual când se încălzește;
- fumul albastru – propriu mersului în gol și la sarcini mici;
- fumul negru – ce apare la sarcini mari, solicitări termice mari, turația fiind indiferentă.

După regimurile opuse la care apare, fumul se mai numește rece sau cald.

Fumul alb și cel albastru constă dintr-o suspensie de particule lichide de combustibil nears, sau oxidat parțial cu diametrul în jur de 1 μm , pentru fumul alb și 0,5 μm , pentru cel albastru.

Fumul negru este format din particule cărbunoase cu diametrul de 1 μm .

Pentru fumul alb și cel albastru, particulele de combustibil parțial oxidat se datorează regimului termic prea coborât, care caracterizează pornirea, încălzirea, mersul în gol sau la sarcini mici. Acestea defavorizează arderea întregii cantități de combustibil, combustibilul condensându-se la temperaturi mici în destindere.

În situații extreme se poate ca o parte din combustibil chiar să nu se oxideze deloc, sau să fie trimis tot combustibilul în eșapament, datorită rateului de autoaprindere la unele cicluri.

Fumul albastru conține combustibil nears și eventual și ulei de ungere; din cauza unor condiții nefavorabile de concentrație, combustibilul nears ajunge să condenseze în timpul evacuării.

Fumul negru se formează numai în amestecuri cu combustibil în exces, parcurgându-se următoarele stadii:

- formarea unui compus intermediar precursor care este acetilena, care apare la 2500...3000 K, temperatura în flacără;
- formarea particulelor de funingine din acest compus, care au inițial 40 Å (1 Å = 10⁻¹⁰ m) și care, prin coagulare, cresc rapid, pentru ca să se ajungă la coagularea particulelor la dimensiuni finale de 1 μm .

De menționat că viteza finală de formare a funinginii rezultă ca diferența dintre viteza propriu-zisă de formare și viteza de ardere parțială a norului de funingine.

În afara particulelor de funingine, care se creează un efect optic detectabil prin opacimetrele tradiționale, gazele de evacuare conțin particule ultrafine, care nu pot fi detectate decât prin colectare și cântărire.

Particulele sunt definite, implicit prin metoda de măsurare, ca totalitatea materiei colectate pe un filtru de teflon la trecerea gazelor arse emise de motorul cu aprindere prin comprimare, gaze care au fost diluate cu aer filtrat, pentru menținerea temperaturii acestora sub 52°C.

Prezența hidrocarburilor se datorează:

- stingerii flăcării la perete;
- compoziției locale a amestecului excesiv de bogate sau sărace;

- existența unor elemente izolate de amestec, în care raportul suprafață/volum este mare, astfel că aprinderea este imposibilă, datorită pierderilor de căldură;

Detectarea substanțelor vinovate de mirosul neplăcut este o problemă dificilă pentru că omul distinge substanțe rău mirositoare în concentrații de 10-12 – 10-8, iar aparatura de măsură de mare finețe nu permite detectarea unor substanțe cu concentrații mai mici de 10-9.

Durata întârzierii la aprindere, precum și intensitatea proceselor care au loc în acest interval și mai ales mișcarea din cilindru au o influență consistentă asupra formării amestecului, a arderii și a noxelor.

În condițiile mișcării severe ale aerului din cilindru, jetul ajunge rapid la pereți după circa 0,5 ms, ceea ce face ca o importantă tranșă a amestecului să se formeze la apropierea pereților. Aceasta este favorizant pentru vaporizare, deoarece, în orice caz, în zona enunțată temperaturile sunt mai ridicate, dar devine defavorizant dacă combustibilul atinge peretele.

Evaporarea combustibilului, diferențiată în timp și spațiu, conferă amestecului pregătit pentru aprindere și ardere o neomogenitate nu numai termică și fizică ci și chimică, ceea ce are ca efect apariția primelor nuclee de flacără de la ciclu la ciclu, în puncte diferite ale camerei de ardere.

Emisiunile poluante își au originea în zone distincte, care caracterizează câmpul de concentrații și gradul de propagare al amestecului în vederea arderii, și anume:

- zona amestecurilor preformate inflamabile;
- zona amestecurilor preformate neinflamabile;
- nucleul jetului;
- zona peretelui;
- coada jetului (fracțiunea finală a dozei de combustibil injectată până la închiderea injectorului);
- fracțiunea de combustibil introdusă prin post-injecție.

În zona peretelui datorită manifestării stratului limită hidrodinamic, mișcările sunt frânate în apropierea sa, mai sever la apropierea de perete, ceea ce face înrăutățirea condițiilor de amestecare, chiar și în prezența curentului circular ce deformează jetul. Arderea devine incompletă, cu apariție de funingine, hidrocarburi și compuși parțial oxidați.

În nucleul jetului, deși dimensiunile picăturilor sunt cele mai mari, la sarcini parțiale, datorită disponibilităților mari de aer, se formează doar oxizi de azot, favorizați de prezența oxigenului în exces.

La sarcină plină, cel puțin local, aerul nu mai este suficient, apărând noxele specifice arderii incomplete (funinginea, hidrocarburi, compuși parțial oxidați).

În zona amestecurilor preformate neinflamabile nu există suficient combustibil pentru a permite arderea și au loc reacții chimice de descompunere și oxidare parțială, rezultând CO, aldehide și hidrocarburi parțial descompuse.

Zona amestecurilor preformate inflamabile este generatoare numai de oxizi de azot, temperaturile fiind mari datorită plasării ei în apropierea nucleului jetului.

Coada jetului apare ca urmare a injectării ultimei fracțiuni de combustibil, în destindere, când presiunea de injecție devine mică, pulverizarea și amestecarea sunt deficitare, cantitatea de funingine și hidrocarburi formate fiind cu atât mai mare cu cât disponibilitățile de oxigen sunt reduse, adică cu cât sarcina motorului este mai mare.

Post-injecția se manifestă în anumite regimuri de funcționare, când și sub efect hidrodinamic, datorită undelor, injectorul se mai deschide, chiar de câteva ori.

Injecția este deficitară la presiuni reduse, oxigen este puțin, astfel încât post-injecția, nedorită nici economic, este generatoare de hidrocarburi și de funingine.

Motoarele cu camere de ardere divizată sau cu injecție indirectă sunt constituite dintr-un compartiment de volum constant și un compartiment de volum variabil în cilindru, care comunică între ele prin unul sau mai multe canale. Combustibilul se injectează în compartimentul de volum constant unde are loc întârzierea la autoaprindere. Arderea inițiată în prima cameră continuă în camera din cilindru.

La motoarele diesel cu camera divizată, volumul acesteia reprezintă maximum 60% din volumul camerei de ardere. În camera auxiliară temperatura este ridicată, dar disponibilitățile de aer sunt reduse, astfel încât este favorizată formarea de funingine și de hidrocarburi neare sau parțial oxidate și este frânată formarea oxizilor de azot.

Formarea oxizilor de azot este frânată și în camera principală, datorită existenței temperaturii mai coborâte.

Motoarele cu cameră divizată au tendința de a emite fum albastru la sarcini parțiale și turații mari, datorită dispersiei ciclice mai mari decât la motoarele cu injecție directă.

Durata de încălzire după pornire și cantitatea de fum alb emisă sunt mai mici decât la injecția directă, deoarece camera auxiliară, unde se declanșează aprinderea și arderea, este mai caldă.

Avantajele camerelor divizate sunt: limitarea arderii violente, dezvoltarea arderii cu degajare lentă de căldură, amestecarea bună a combustibilului cu aerul, atingerea unor turații mari și sensibilitate mai scăzută la calitatea combustibilului.

Metodele de reducere a emisiilor produse de m.a.c. se împart în:

- metode active, care acționează încă din faza de geneză a emisiilor, combătându-le chiar din procesul de combustie;
- metode pasive, care acționează asupra emisiilor după formarea acestora, mai ales prin post tratarea chimică și mecanică a poluanților în instalația de evacuare.

Metodele active de reducere rezultate vor fi prezentate pe scurt în cele ce urmează.

Regimul funcțional.

Datorită caracteristicilor de funcționare a motoarelor diesel într-o gamă largă de regimuri de sarcini și turații, optimizarea regimului funcțional este dificilă; se poate recomanda evitarea funcționării îndelungate în regim de mers în gol sau cu accelerări bruște.

Pentru scăderea emisiilor poluante se determină caracteristicile emisiilor funcție de sarcină și turație care, corelate cu caracteristicile de consum de combustibil trasate în aceleași coordonate, stau la baza alegerii curbelor de utilizare a puterii; caracteristicile amintite sunt utilizate la elaborarea programelor de reglare automată a regimurilor de funcționare, la alegerea treptei de viteză, pentru delimitarea zonelor în care se interzice funcționarea motorului din considerente ecologice.

Pentru reducerea emisiilor trebuie folosit un echipament de injecție comandat electronic, care asigură injectarea dozei optime de combustibil, funcție de sarcină și turație, evitând funcționarea motorului pe curbele de consum și emisii cu valori foarte mari.

Caracteristicile injecției.

Avansul la injecție este o variabilă cu efecte contradictorii asupra NO_x și HC. Reducerea avansului sub valoarea optimă duce la scăderea NO_x și la creșterea HC. Funcția de corelare a unghiului de avans la injecție se realizează tot prin sistemul de injecție cu comandă electronică.

Legea de injecție, care este determinată de cantitatea de combustibil injectată funcție de unghiul de rotație, influențează considerabil emisiile, dacă este corelată cu fazele arderii, faza inițială de ardere generează o cantitate mare de HC, faza arderii rapide generează NO_x , datorită temperaturilor mari și a rezervelor de O_2 , iar faza arderii moderate generează o cantitate mare de CO.

Creșterea presiunii de injecție la valori în jur de 1500 bar, precum și folosirea unui pulverizator cu un număr mai mare de orificii, având diametrul mai mic, de o anumită lungime și orientare, au efecte considerabile de scădere a emisiilor de particule.

Micșorarea volumului sacului de sub acul injectorului reduce cantitatea de combustibil post-injectat, cu scăderea HC, a fumului și a particulelor.

Particularități constructive ale motorului.

Organizarea mișcării aerului în camera de ardere, caracterizată prin raportul de vârtej, are o influență contradictorie asupra NO_x și a fracțiunii insolubile din compoziția particulelor de aceea trebuie făcut un compromis la alegerea valorii optime.

Cantitatea mărită de gaze reziduale din cilindru duce la micșorarea cantității de aer proaspăt aspirat cu scăderea NO_x și creșterea fumului, gazele arse rămase în cilindru micșorează cantitatea de O_2 disponibilă, frânând reacțiile de formare a NO_x .

Influența favorabilă a gazelor reziduale asupra NO_x a condus la metoda recirculării gazelor arse, care constă în reintroducerea unei fracțiuni din gazele arse în cilindru; creșterea gradului de recirculare este extrem de eficientă din punctul de vedere al reducerii NO_x , dar și al HC, ceea ce se explică prin faptul că o parte din HC din gazele arse nu se evacuează direct în atmosferă, ci se reintroduce în cilindru, astfel încât o parte din acestea vor arde în ciclul următor; utilizând EGR se micșorează cantitatea de aer din fluidul proaspăt din cilindru, apărând tendința de creștere a fumului și a duratei arderii, ceea ce duce la mărirea consumului de combustibil; aceste tendințe sunt mai puternice odată cu mărirea sarcinii, astfel că EGR se dovedește o măsură foarte bună de reducere a NO_x și HC, dar numai în condițiile corelării corespunzătoare a EGR cu sarcina motorului și în limitele acceptabile ale creșterii consumului de combustibil.

Forma camerei de ardere influențează semnificativ nivelul emisiilor, în special al particulelor.

Schimbul termic intens din camera de ardere și pereții acesteia duce la scăderea temperaturii procesului de ardere cu scăderea emisiilor de CO, HC, PT și creșterea corespunzătoare a NO_x ; fiindcă scăderea NO_x este mai greu de obținut, se poate apela la metoda izolării termice a camerei de ardere; prin această izolare, se reduce întârzierea la autoaprindere.

Supraalimentarea motoarelor are ca efect creșterea presiunii și temperaturii aerului la intrarea în motor, deci un regim termic mai ridicat; debitul de aer mai mare decât al motoarelor aspirate natural explică

formarea amestecurilor mai sărace și, în consecință, emisiile de HC, CO, PT scad cu creșterea presiunii de supraalimentare; regimul termic ridicat duce la mărirea sau micșorarea NO_x , care poate fi redus mulțumitor prin aplicarea răcirii intermediare a aerului de admisie.

Nivelul particulelor, mai precis al fracțiunii solubile organice (SOF), depinde în proporție de 70-90% de consumul de ulei al motorului.

Scăderea SOF se poate obține fie prin limitarea consumului de ulei la regimuri tranzitorii, fie prin îmbunătățirea arderii uleiului care pătrunde în camera de ardere.

Fazele de distribuție influențează fenomenul de emisie a poluanților prin durata deschiderii simultane a supapelor în jurul punctului mort superior.

Caracteristicile combustibilului.

Acestea influențează considerabil emisia de particule și într-o măsură mai mică, și emisiile poluante gazoase.

Conținutul de sulf cauzează emisia de SO_2 și implică a unui procent variind între 12 și 28% de particule. De aceea, pentru reducerea emisiilor de particule, conținutul de sulf a trebuit să fie scăzut de la 0,5% la 0,2% în 1994 și apoi la 0,05% în 1996-1997. Reducerea sulfului este necesară și pentru menținerea eficacității reactoarelor catalitice montate pe motoarele diesel.

Densitatea combustibilului trebuie menținută în limite strânse (0,82-0,85) pentru a se evita modificarea debitului masic de combustibil.

Volatilitatea optică a combustibilului evită formarea funinginei impregnate cu hidrocarburi grele, care sunt responsabile de coxarea injectoarelor. Cifra cetanică influențează NO_x , HC și PT; pentru o scădere cu 1 unitate a CC, NO_x crește cu 1%, iar HC și PT cresc cu 2-4% pentru ciclul european cu 13 trepte și cu 10% la funcționarea la sarcini mici și motorul rece.

Compoziția fracționată supravegheată, conținând sub 10% hidrocarburi aromatice, conduce la reducerea semnificativă a emisiilor, în special a particulelor.

Starea tehnică a motorului.

Acestea influențează, într-o măsură semnificativă, poluanții emiși de motoare, în general emisii mărite apar datorită dereglărilor echipamentului de injecție, colmatării filtrelor de aer, ulei și combustibil, ca și uzurilor din cupla cinematică formată din piston-segment-cilindru.

Natura aplicației și regimul de exploatare.

În general, când un motor funcționează în sarcină, emisiile de HC sunt mici, în timp ce emisiile de NO_x sunt înalte, datorită procesului de ardere eficient. Motorul poate lucra în sarcină când vehiculul este accelerat, urcă pante, merge cu viteze mari sau este încărcat.

La motoarele diesel apar emisii mari de HC la pornirea la rece sau la mersul în gol sau sarcini mici, când amestecarea defectuoasă a aerului cu combustibilul poate duce la ardere târzie sau incompletă. La sarcini mici emisiile de NO_x sunt foarte scăzute. Compoziția particulelor variază semnificativ cu condițiile de funcționare; când motorul lucrează la sarcini mari, fracțiunea de carbon este

predominantă, în timp ce, la sarcini mici, fracțiunea cuprinzând hidrocarburi din combustibil și ulei nears este mai mare.

Tabelul (2.4) arată gama de valori ale emisiilor urbane măsurate funcție de tipul de vehicul.

Tabelul 2.4

Emisii (g/km)	Autoturisme	Autovehicule grele
PM	0,1-0,8	0,4-2
NO _x	0,1-2	0,1-40

Autobuze.

Funcționarea autobuzelor, în special în orașe, unde utilizarea lor este mai răspândită, este caracterizată de o accelerare, urmată de o scurtă cursă care poate fi sau nu de tipul pornit-oprit, funcție de nivelul de trafic, după care autobuzul se oprește în stația următoare. Acest tip de cursă impune funcționarea motorului la turații scăzute și accelerări mari.

De regulă, motoarele supraalimentate emit jumătate din PT ale motoarelor aspirate natural în ciclul european. Factorii de pondere din acest ciclu reflectă modul de funcționare a autocamioanelor pe o autostradă, mod care este diferit de funcționarea autobuzelor în centrul orașului.

În concluzie, factorii care influențează emisiile poluante sunt numeroși, depinzând atât de soluția constructiv-funcțională și de starea tehnică a motorului, cât și de tipul serviciului pe care îl desfășoară autovehiculul.

Emisiile de gaze de evacuare ale m.a.c. care sunt limitate prin norme legislative sunt monoxidul de carbon (CO), hidrocarburile (HC), oxizii de azot (NO_x) și particulele (PT sau PM). Această listă va fi în curând completată cu dioxidul de carbon (CO₂), limitare care impune scăderea consumului specific de combustibil.

Metodele pasive de reducere a emisiilor m.a.c. sunt în principal identice cu cele aplicate la m.a.s. pentru cazul poluanților CO și HC, dispozitivul utilizat fiind denumit filtru de oxidare sau catalizator de oxidare.

Folosirea catalizatorilor de oxidare la m.a.c. are ca scop reducerea substanțială a emisiilor de CO, HC, precum și a fracțiunii organice solubile a particulelor. Constructiv, catalizatorii de oxidare sunt fixați pe un suport, ansamblul fiind denumit convertor catalitic sau reactor catalitic, având aceleași particularități ca și catalizatorul trivalent. La m.a.c., arderea făcându-se într-un mediu cu exces mare de aer, nu pot avea loc reacțiile de reducere catalitică a NO_x, de aceea s-au preferat procedeele de prevenire a apariției NO_x cu prețul creșterii CO și HC, care au fost scăzute prin acțiunea catalizatorilor de oxidare.

Recent s-au dezvoltat metode pasive de tratare (after-treatment) a gazelor arse bazate pe reacții catalitice de reducere a NO_x; sistemele sunt denumite sisteme de reducere a NO_x.

În cadrul eforturilor de scădere a NO_x trebuie să se țină seama de cele trei compromisuri pe care acest poluant le generează:

- compromisul NO_x – consum de combustibil;
- compromisul NO_x – CO₂;
- compromisul NO_x – particule.

Explicația acestor compromisuri se poate da prin considerarea celor doi factori care influențează arderea: temperatura camerei de ardere și concentrația locală de O₂.

Datorită caracteristicilor procesului de combustie și a compoziției gazelor de evacuare ale motoarelor diesel, scăderea NO_x prin metode pasive a fost mult timp considerată inabordabilă, dar în ultimul timp succesele înregistrate în chimia catalizatorilor au condus la tratarea catalitică a NO_x din gazele de evacuare în instalații specializate, mai ales pentru situațiile în care rezultatele aplicării metodelor active nu sunt mulțumitoare.

Dezvoltarea tehnicilor catalitice a dus la punerea la punct a unor metode de tratare catalitică pentru reducerea NO_x din gazele de evacuare ale motoarelor diesel. Metodele de reducere s-au împărțit în reducere catalitică neselectivă, NSCR și reducere catalitică selectivă, SCR.

Pentru scăderea particulelor se folosesc dispozitive create special pentru atingerea acestui scop, care se numesc filtre de particule.

O trecere în revista a metodelor pasive aplicate m.a.c. din S.U.A. este realizată de specialiștii firmei „Johnson Matthey”, firmă specializată în tratamente catalitice. Sunt semnalate, la nivelul producției americane, principalele tendințe ale dezvoltării sistemelor pasive:

- controlul particulelor se realizează prin filtre montate în instalația de evacuare, cele mai răspândite fiind filtrele ceramice care rețin 80% din particulele din gazele nearse; acestea trebuie regenerare frecvent la circa 800 km prin diverse modalități de regenerare, prin care particulele sunt arse, fie prin încălzire electrică, fie în arzătoare; aceste sisteme de regenerare s-au dovedit nefiabile și scumpe.

- metodele de control catalitic al particulelor folosesc regenerarea catalitică; un catalizator cu platină montat în amonte filtrului generează NO_2 , iar apoi particulele din filtru sunt arse.

Sistemul s-a dovedit fiabil peste 4000 de vehicule de pe piața europeană folosindu-l. Un dezavantaj al sistemului este producerea de sulfați. În S.U.A. sistemul nu s-a utilizat, din cauza lipsei combustibilului cu conținut de sulf mic.

- controlul NO_x este dificil la m.a.c., din cauza lipsei agentului reducător care să transforme NO în N_2 . Catalizatorii cunoscuți de reducere a NO au o viteză de reacție prea mică pentru condițiile specifice m.a.c.

- s-au dezvoltat două tipuri de catalizatori: un catalizator de temperaturi joase pe bază de platină și un catalizator de temperaturi înalte pe bază de metale, de obicei cu cupru. Acești catalizatori sunt capabili să înlăture NO_x dintr-o gamă îngustă de temperatură, valorile maxime ale reducerii fiind de 40%. Catalizatorii cuprind adeseori zeoliți, care stochează HC la temperaturi joase și îi eliberează la temperaturi înalte, pentru reducerea NO_x .

- sistemele SCR reduc NO_x de la motoarele staționare, prin injecție de amoniac; pentru sistemele mobile folosirea amoniacului este considerată nepractică, de aceea s-a înlocuit cu ureea; cu uree eficiența obținută a fost de 80% într-un interval larg de temperatură.

- filtru de reținere a NO_x folosește un proces nou de înlăturare a NO_x din gazele arse; mai întâi, NO este transformat în NO_2 și apoi este stocat. Urmează apoi reducerea, care este inițiată prin introducerea unui amestec bogat, care înlătură NO_2 stocat. Catalizatorii folosiți sunt platina, pentru trecerea NO în NO_2 , iar pentru stocarea NO_2 oxizii alcalino-pământoși. Acești catalizatori au fost dezvoltați cu succes pe motoarele cu injecție pe benzină, urmând ca rezolvarea unor probleme de calibrare să fie folosite și la m.a.c.

- conținutul de sulf ridicat din combustibil este un dezavantaj important în folosirea tratamentelor catalitice. În catalizator, SO_2 se transformă în SO_3 care formează acid sulfuric în combinație cu apa. Aceasta se elimină în atmosferă sub

forma unei cețe de particule. De aceea, sistemele catalitice trebuie să evite formarea acidului sulfuric, prin micșorarea conținutului de sulf din combustibil.

În concluzie, sistemele pasive au câmp larg de dezvoltare în condițiile aspririi prevederilor legislative antipoluare; pe măsură ce tehnicile active sunt epuizate, tehnicile pasive se perfecționează și pot contribui cu procente de reducere a poluanților foarte mari.

Studiile efectuate de diverse instituții de cercetare, producători de motoare diesel, cât și de specialiști din industria petrochimică au relevat influența compoziției combustibililor diesel asupra emisiilor poluante. Problema găsirii compoziției optime a combustibilului este dificilă datorită:

- variației mari a comportamentului motoarelor la schimbarea calității combustibilului;
- interdependenței diferitelor variabile ale combustibilului;
- rezultatelor, adesea contradictorii, ale multor studii din acest domeniu.

Există cel puțin trei avantaje în folosirea unor combustibili mai curați: mai întâi, combustibili mai curați pot fi folosiți la toate motoarele diesel, chiar și la cele mai vechi, apoi, reducerea semnificativă a particulelor și de asemenea reducerea emisiilor ca urmare a posttratării din instalația de evacuare.

Definirea largă a motorinei auto ca fiind amestecul de hidrocarburi care rezultă din distilarea petrolului în procesul de rafinare la temperaturi cuprinse între 170 și 370°C a dus la variații importante ale proprietăților de bază, care au o influență considerabilă la formarea emisiilor.

Preocupări de studiere a potențialului de reducere a emisiilor poluante prin modificări aduse combustibilului au avut o serie de firme constructoare de autovehicule și motoare, precum și institute de cercetări din domeniu petrochimic. În cele ce urmează sunt prezentate succint atât obiectul cât și rezultatele cercetărilor desfășurate.

Studiul specialiștilor suedezi, a urmărit să identifice existența unei legături cuantificabile între variabilele combustibilului și emisiile poluante.

Cercetările au urmărit comportarea a 8 combustibili diferiți în motoarele diesel ale unui autobuz urban Scania și ale unui autocamion Volvo, care au fost încercate pe un șasiu dinamometric, după trei cicluri de încercare: ciclul pentru autobuze, ciclul cu 13 trepte și ciclul tranzitoriu US-EPA. S-au măsurat atât emisiile legitate cât și cele nelegitate. Concluziile studiului au relevat următoarele idei:

- combustibilii diesel reformulați sunt avantajoși din punct de vedere al emisiilor poluante.
- principalii parametri semnificativi ai combustibilului sunt: densitatea, temperatura de distilare a 90% din volum, temperatura finală de distilare, căldura specifică, conținutul de aromate (A), conținutul de sulf și conținutul de hidrocarburi aromatice policiclice (PAH).
- conținutul de PAH din gazele arse este proporțional cu PAH din combustibil.
- conținutul de sulf nu are efecte asupra componentelor gazoase, ci numai asupra particulelor.
- combustibilii mai ușori sunt mai avantajoși din punct de vedere al emisiilor decât cei grei.

Institutul francez de cercetări petrochimice, a studiat efectele desulfurării motorinei asupra emisiilor poluante ale motoarelor diesel. Calitatea motorinei depinde de calitatea petrolului din care este extrasă. Rezervele de petrol din Orientul Mijlociu (2/3 din rezervele mondiale) au de regulă 2% sulf, foarte rar sub 1%.

În cazul în care parametrii procesului de hidrotratate sunt mai intensi, monoaromatele se transformă în naftene și astfel, după desulfurare, scade densitatea, vâscozitatea și punctul final de distilare. Această scădere a aromateilor duce la creșterea cifrei cetanice, care poate atinge valoarea de 65.

Pentru m.a.c. fără catalizatori de oxidare, CO se transformă în CO₂ în proporție de 90% la 220°C, indiferent de conținutul de sulf din combustibil. Totuși reducerea conținutului de sulf duce la scăderea temperaturii de aprindere a catalizatorului și reduce durata sa de inactivitate în situația pornirii la rece. Reducerea conținutului de sulf de la 0,3% la 0,05% duce la un câștig de 10% a eficienței față de eficiența considerată ca referință, măsurată la 220°C. Fără catalizator, conținutul de HC este practic constant, nu variază cu conținutul de sulf. Desulfurarea nu are nici un efect asupra emisiilor de NO_x.

Asupra particulelor efectul este complex: pentru o temperatură a gazelor arse sub 300°C, catalizatorul de oxidare provoacă o reducere de 30% a particulelor; peste 300°C, se înregistrează formarea sulfaților, cu intensitatea crescând cu temperatura. Acest fenomen maschează activitatea oxidantă a catalizatorului asupra SOF. Acest lucru se traduce fie printr-o stagnare a masei de particule pentru un conținut de sulf de 0,05%, fie printr-o creștere a particulelor pentru un conținut de sulf mai mare.

În plus, desulfurarea motorinei de la 0,3 la 0,05% duce la scăderea temperaturii de amorsare a catalizatorului cu 20°C pentru CO și, respectiv, 35°C pentru HC.

Aceste considerații trebuie interpretate în cadrul legislativ existent, care generează următoarele două situații:

- pentru autovehicule ușoare (autoturisme, autoutilitare), în 95% din timpul de funcționare, temperaturile gazelor arse sunt inferioare valorii de 300°C; reducerea temperaturii de amorsare a catalizatorului este un avantaj pentru eficiența acestuia;

- pentru autovehicule grele care au temperatura gazelor arse peste 300°C (în cursul ciclului cuprins în Reg. CEE nr.49), evitarea creșterii particulelor prin formarea sulfaților este obiectivul principal urmărit prin reducerea sulfului la 0,05%.

Cercetări pe aceeași temă au fost făcute și în România, la Institutul pentru Cercetări Petroliere I.CER.P.Ploiești. S-au studiat motorinele, măsurându-se emisiile de fum ale unor motoare diesel; s-au obținut concluziile:

- creșterea vâscozității și a densității ca și a temperaturii medii și finale de distilare determină o emisie crescută de fum.

Acești factori nu sunt total independenți și studierea lor separată nu se poate face în mod riguros.

- creșterea conținutului de sulf duce la mărirea emisiei de fum.
- folosirea unor motorine de natură aromatică influențează în mod negativ desfășurarea arderii.

- prin adăugarea a 25%-50% petrol s-a observat o reducere notabilă a fumului.

Cercetări asupra aditivării motorinelor au dus la reduceri importante ale emisiei de fum, prin utilizarea unor aditivi în proporție de 0,8-1%. Cele mai bune rezultate s-au obținut cu aditivul Lubrizol 565 care, adăugat în proporție de 1% a dus la reducerea fumului cu 35%. O comportare bună a avut și pachetul de aditivi AF, cu 8 aditivi (AF42, AF40), precum și seturile pe bază de bariu (AF12, AF2, AF114) și calciu (AF612, AF615, AF213). Probe de exploatare în trafic urban cu motorină aditivată cu 0,25% AF42 au condus la reduceri de fum de 25-42%, fără depuneri de aditivi în injectoare.

Studii efectuate de firma americană CHEVRON, au urmărit stabilirea mărimilor specifice combustibililor diesel care afectează emisiile de particule la motoarele grele. Obiectivele acestui experiment au fost:

- identificarea celor mai importante proprietăți ale combustibilului care influențează particulele și cuantificarea efectelor acestor proprietăți.
- determinarea efectelor acestor proprietăți asupra compoziției particulelor.

Încercările au cuprins studiul a 42 de combustibili experimentali și 155 teste de funcționare pe motoare și au dus la determinarea a trei mărimi considerate cu bună aproximație independente, care influențează esențial emisiile de particule: conținutul de sulf (S%), conținutul de hidrocarburi aromatice (A%) și temperatura de distilare a 90% din volum (T90). S-au determinat o serie de corelații, cum ar fi corelația dintre T90 și vâscozitatea combustibilului ca și cea dintre densitatea și conținutul de arome A%.

Ciclul de funcționare a cuprins trei regimuri: regimul de sarcină și turație minimă stabilă, regimul de croazieră 45% din sarcină și regimul de putere la 85% din sarcină, la turația nominală. Motorul utilizat a fost de tip Cummins NTC 290, motor diesel cu injecție directă, supraalimentat de 14 litri. Metoda de măsurare a particulelor respectă procedura descrisă în REG.CEE nr.49.02 (determinare gravimetrică prin cântărirea unor filtre de teflon după trecerea gazelor arse diluate într-un tunel de diluție).

Analiza statistică a rezultatelor a urmărit stabilirea unor regresii liniare de tipul:

$$PT [g/kWh] = a \times (\%A) + b \times (T90) + c \times (\%S) + d, \quad (2.1)$$

cu a,b,c,d – coeficienți de regresie.

Pentru fiecare regim s-a determinat coeficienții de regresie respectivi și gradul de încredere care indică măsura în care intervine variabilitatea rezultatelor față de valorile determinate prin regresie. De exemplu, un grad de încredere de 91% înseamnă că 91% din variația particulelor se datorează variației mărimilor A%, T90 și S%. Pentru regimul de croazieră mai sus definit, curba de regresie are ecuația:

$$PT = 1,805 \times 10^{-3} (A) + 5,604 \times 10^{-4} (T90) + 5,190 \times 10^{-1} (S) + 4,019 \times 10^{-2} \quad (2.2)$$

Pornind de la această ecuație se poate calcula efectul variației fiecărui parametru independent. Spre exemplu, considerând compoziția tipică a unei motorine americane (A = 30%, T90 = 316°C, S = 0,4%) s-au modificat parametrii în limite posibile dictate de tehnologia chimică (A = 10%, T90 = 260°C, S = 0,05%). Modificarea secvențială a acestor parametri a condus la scăderea emisiilor de particule în următorul mod: reducerea sulfului a contribuit cu 36%, reducerea aromaticelor cu 16%, iar reducerea temperaturii de distilare cu 8%.

Liniile continue reprezintă T90 = 316°C. Liniile întrerupte corespund T90 = 260°C. Cele două oblice superioare corespund lui A = 50%, următoarele două lui A = 30% și ultimele două lui A = 10%. Pornind de la compoziția tipică a combustibilului, cu T90 = 316°C, A = 30%, S = 0,4%, se poate urmări secvențial efectul modificărilor asupra combustibilului; reducerea sulfului de la 0,4% la 0,05% conduce la o scădere cu 36% a particulelor. Reducerea aromaticelor de la 30% la 10% provoacă o reducere suplimentară a particulelor de 16%, iar reducerea T90 cu 56% produce o descreștere suplimentară a particulelor cu încă 8%.

Concluziile cercetării au fost următoarele:

- principalii factori care afectează emisia de particule sunt S%, A% și T90.
- conținutul de arome și volatilitatea afectează în primul rând fracțiunea carbonoasă a particulelor; conținutul de sulf determină cantitatea de sulfați formată și aceasta influențează fracțiunea organică solubilă (SOF) și apa legată de sulfați colectată cu particule.
- conținutul de sulf este factorul dominant care influențează particulele la regimurile de croazieră și de putere, dar este mai puțin semnificativ la regimul minim stabil.
- emisia de SOF variază puternic cu regimul motorului; variațiile SOF, datorită variației A% și T90 sunt mici la regimul de croazieră și de putere, dar mari la regimul minim stabil.

Firmele BMW și Shell, și-au propus să studieze dependențele dintre proprietățile combustibilului și emisiile poluante, dezvoltând un program comun de cercetare, care a cuprins studierea a 4 grupe de combustibili, în total 19 tipuri, la care s-a urmărit variația valorilor de referință importante, independent una de alta, stabilindu-se o dependență lineară între densitate și conținutul de arome.

Programul de încercare a cuprins procedeele de testare consacrate, testul european corespunzător CEE – 15.04 și testul american FTP – 75 pentru determinarea HC, CO, NO_x, PT.

S-au măsurat, în plus, consumul de combustibil și puterea dezvoltată. Motorul folosit a fost de tip BMW 524 td, echipat cu reglaj electronic al injecției. Rezultatele încercărilor arată efectul CC asupra emisiilor poluante, observându-se scăderea HC, CO, PT la creșterea CC și menținerea relativ constantă a emisiei de NO_x, în testele FTP-75 și CEE-15.04.

Ridicarea artificială a CC prin aditivare are aceleași efecte asupra emisiilor ca și ridicarea naturală a CC. Influența curbei de distilare asupra emisiei de particule este arătată în tabelul(2.5), observându-se că particulele scad cu scăderea T10.[43]

Tabelul 2.5

Combustibil	T10 [0C]	T90 [0C]	Emisia relativă de particule Reg.CEE15.04[%]	Emisia relativă de particule Reg.US-FPT75[%]
A	244	332	+18	+12
B	243	333	+21	+4
C	245	350	+22	+3
D	219	326	-18	-2

Conținutul de sulf influențează semnificativ emisia de particule, mai ales la reduceri ale acestuia în domeniul 0,32 – 0,2. Reducerea în continuare în intervalul 0,2 – 0,06 nu mai are același efect considerabil de scădere a particulelor. Influența conținutului de arome asupra particulelor este semnificativă în ambele teste, observându-se scăderi importante ale particulelor o dată cu reducerea procentului de compuși aromatici.

Una dintre cele mai utilizate relații empirice este:

$$PT = A - B \times CC + C \times T10 \quad (2.3)$$

În care s-au considerat că variabilele determinante CC și T10 ; constantele A, B, C depind de tipul motorului și de ciclul de încercare, având următoarele valori:

$$PT (CEE) = 0,06 - 0,006 \times CC + 0,002 \times T10$$

$$PT (FTP) = 0,02 - 0,004 \times CC + 0,002 \times T10$$

Se poate neglija influența conținutului de arome datorită dependenței indirecte a acestuia de CC și T10.

Se poate deci decela influența variației fiecărui parametru în parte asupra particulelor constatându-se, pentru combustibili exemplificați, următoarele:

- creșterea CC de la 50 la 57 unități duce la scăderea PT cu 20%;
- creșterea volatilității combustibilului în limite acceptabile duce la scăderea PT cu 30%;
- reducerea sulfului de la 0,3% la 0,2% duce la scăderea PT cu 10%.

În concluzie, un combustibil cu CC mare, S% = 0 și A% = 0 duce la o reducere a particulelor cu 50%, în raport cu combustibilul de referință, dar el deocamdată nu se poate produce în cantități industriale.

Sunt interesante măsurile de reducere a dispersiei emisiilor care vizează:

- ridicarea exactității și flexibilității de reglare a injectiei funcție de condițiile de funcționare a motorului (în principiu, prin reglarea electronică a injectiei);
- considerarea influenței proprietăților combustibilului care variază cu parametrii motorului și pentru care se preconizează dezvoltarea unor senzori.

Pentru compensarea oscilațiilor de densitate, se poate folosi o sondă lambda, plasată în gazele de evacuare, care poate controla conținutul de oxigen care să nu scadă sub o anumită valoare.

Firmele Shell, MAN și Steyr, special pentru motoarele de autovehicule rutiere, au făcut cercetări, urmărindu-se comportamentul a 5 tipuri de combustibil. Acești combustibili au fost comparați cu un combustibil considerat ca referință, având CC = 53 și S% = 0,16. Modificările aduse au afectat CC (atât prin creșterea naturală cât și prin aditivare), curba de distilare, conținutul de arome și de sulf.

Tabelul(2.6) ilustrează corelarea proprietăților combustibilului, acceptându-se că există o dependență semnificativă a parametrilor pentru valori ale coeficienților de corelare superioare lui 0,8. Se consideră astfel ca parametri independenți CC, S%, A% și T90.[43]

Tabelul 2.6

	d		T10	T50	T90	Visco- zitate	Aro- mate	Sulf	HC	Putere Cal.
d	1	0,024	- 0,218	0,423	1,000	0,318	0,754	0,773	- 0,995	-0,709
CC		1,000	0,958	0,770	- 0,233	0,829	- 0,784	- 0,430	0,296	0,280
T10			1,000	0,782	- 0,218	0,851	- 0,805	- 0,438	0,246	0,829
T50				1,000	0,421	0,993	- 0,269	0,004		
T90					1,000	0,316	0,754	0,781	- 0,996	-0,706
Visc.						1,000	- 0,379	- 0,071	- 0,278	0,413
Aro.							1,000	0,762	- 0,770	-0,989
Sulf								1,000	- 0,823	-0,658
HC									1,000	0,712
P.cal.										1

Încercările au fost efectuate pe un motor MAN tip DO826LF cu injecție directă după prevederile Regulamentului CEE-ONU nr.49 (ciclul cu 13 trepte).

Rezultatele încercărilor au relevat următoarele aspecte:

- densitatea combustibilului este parametru dominant pentru puterea motorului, la o densitate mare este injectată o cantitate mare de combustibil și, implicit, de energie, o dată cu creșterea densității crește și conținutul de aromate și scade raportul H/C, ca și puterea calorică. Scăderea densității (cu 2,8%) duce la scăderea cu 3,1% a puterii dezvoltate în testul cu 13 trepte;

- viscozitatea mare a combustibilului micșorează pierderile prin neetanșietăți, dar are o influență negativă asupra calității amestecului, controlând mărimea picăturii din jetul de combustibil, influență care nu poate fi separată de temperaturile din curba de distilare;

- mărimea cifrei cetanice micșorează întârzierea la autoaprindere și duce la o ardere compactă, cu pierderi scăzute de temperatură și o creștere măsurabilă de putere, în plus, cantitatea de combustibil injectată în perioada întârzierii la autoaprindere scade, ceea ce duce la o ardere lină, cu temperaturi mai mici și deci și emisii de NO_x mai scăzute, creșterea CC duce la scăderea particulelor;

- sulful existent în combustibil formează compuși gazoși (SO₂) și solizi (SO₄), care intră în alcătuirea particulelor, acești sulfați sunt higroscopici și rețin apa din gazele de evacuare în raportul constant apă/sulfați de 4/3.

Cercetări efectuate de firma Shell, au cuprins o varietate de motoare europene și americane, de generație nouă, care au fost încercate după testul european cu 13 trepte și după testul american tranzitoriu. S-a urmărit efectul variației densității, conținutului de aromate și sulf, precum și a cifrei cetanice.

Singurul parametru care a influențat emisia de NO_x-a dovedit a fi CC; la creșterea CC de la 50 la 65, NO_x a scăzut cu 0,7 g/kWh în testul european și cu 1,3 g/kWh în testul tranzitoriu american. Rezultatele au fost obținute pe un motor cu cilindrul de 6 l, cu injecție directă. Asupra particulelor, acționează în principal sulful, constatându-se că 1-2% din sulful din combustibil se regăsește în sulfații din particule, reconfirmând rezultatele obținute și de alte cercetări, indiferent de ciclul de încercări utilizat.

Densitatea combustibilului influențează particulele, printr-o dependență nelineară. Creșterea PT cu densitatea la motorul supraalimentat se explică prin inerția turbinei care, prin accelerare de la mersul în gol, nu ajunge suficient de rapid la turațiile de lucru și, în consecință, motorul este insuficient alimentat cu aer (rezultând astfel un amestec bogat de combustibil).

Acest fenomen este mai pregnant la testul tranzitoriu (care impune accelerări și decelerări variate ale motorului). Efectul modificărilor de densitate este mult mai redus în cazul testului european, deoarece, în acest caz, turbosufianta funcționează practic permanent la turație constantă și motorul este alimentat cu aer suficient.

Încercările s-au făcut pe un motor supraalimentat, cu răcire intermediară și injecție directă, cu cilindrul total de 14,6 l.

Scăderea conținutului de sulf necesită o tratare intensivă cu hidrogen pentru eliminarea sulfurii în rafinare și consumul energetic necesar acestui proces este mare, generând cantități mari de CO₂.

Scăderea densității reduce emisiile de PT, dar și puterea de plină sarcină; acest neajuns poate fi compensat prin creșterea cantității de combustibil injectat; variabilitatea densității poate fi măsurată printr-un senzor al densității în scopul adaptării cantității injectate la sarcină plină.

Scăderea T90 la 350°C duce la pierderi tipice de extracție de 3 – 15% și influențează negativ cifra cetanică.

Firmele IVECO și Chevron, au reconfirmat că prin reducerea conținutului de sulf la 0,05% și prin limitarea conținutului de hidrocarburi aromatice la 10% se obțin scăderi importante ale emisiilor poluante și în special ale particulelor la toate tipurile de motoare diesel cu injecție directă sau indirectă.

O parte din cercetările firmei americane Chevron au relevat faptul că emisiile de particule scad cu descreșterea temperaturii de distilare (T90), cu descreșterea conținutului de sulf și a conținutului de hidrocarburi aromatice. Încercările combustibilului efectuate de firma IVECO au vizat motoarele de autovehicule grele și au demonstrat că, indiferent de tipul și mărimea motorului diesel, reducerea conținutului de sulf și de hidrocarburi aromatice a dus la reducerea emisiilor gazoase de NO_x, CH, CO, dar mai ales a particulelor.

Întrucât folosirea combustibililor alternativi mai ridică o serie de probleme, care încă nu au fost rezolvate, combustibilii fosili vor fi folosiți cel puțin până la sfârșitul secolului cu o seamă de modificări care să le îmbunătățească calitățile. În acest sens sunt interesante concluziile întâlnirii cu titlul „Care este combustibilul viitorului?” organizată de institutul AVL:

- combustibili fosili își vor menține poziția de frunte în asigurarea energiei necesare până la sfârșitul secolului; se va utiliza mai intens gazul natural, iar reformularea combustibililor actuali va influența performanțele și emisiile.
- motoarele cu ardere internă își vor menține poziția de lideri în sistemele de propulsie; mai există rezerve de creștere a randamentului și de scădere a CO₂.
- pentru evaluarea diferitelor surse de energie, raportându-le la efectele lor locale și globale, este important să se considere întreg ciclul, de la producere la consum.
- tehnologia pe baza căreia se va introduce folosirea alcoolilor și a uleiurilor vegetale în motoarele cu ardere internă este pusă la punct și va fi utilizată în unele părți ale lumii; sunt încă prohibitive prețurile de producție ale combustibililor alternativi.
- electricitatea și hidrogenul sunt surse de energie care se luptă încă cu probleme legate de cost, depozitare și transport.

În tabelul(2.7) s-au luat în considerație principalele surse, marcându-se cu săgeți sensul variației caracteristici în scopul reducerii particulelor; efectele de scădere suplimentară a emisiilor gazoase fiind precizate în partea inferioară a rubricilor tabelului.

Tabelul 2.7

Sursa	S%	A%	CC	d	T10	T90
[1]	↓	↓	↑	↓	↑	↓
[2]	↓	↓	↑			
[3]	↓	↓		↓		↓
[4]	↓	↓				↓
	↓	↓	↑ CO, HC ↓	↓	↓	
	↓		↑ NOx ↓			
	↓		↑ NOx ↓			↓
	↓	↓				↓

În cele ce urmează sunt prezentate succint rezultatele unei cercetări experimentale desfășurate la Institutul pentru Autovehicule Rutiere Brașov. Aceste investigații au urmărit determinarea influenței conținutului de sulf asupra emisiilor poluante produse de un motor diesel. Cercetările s-au făcut cu două tipuri de motorină, cu 0,28% și cu 0,08% sulf.

Motorul diesel încercat a fost tipul 550-L6-DT, m.a.c. cu injecție directă în cameră omega, supraalimentat, produs de S.C.ROMAN Brașov.

Compoziția celor două tipuri de motorină, conform buletinelor de analiză, arată că parametrii considerați anterior influențează emisiile poluante și sunt foarte apropiați (densitățile diferă doar la a treia zecimală, curbele de distilare sunt aproximativ identice, viscozitatea și gradul de aditivare sunt aceleași), de aceea se consideră, în cele ce urmează, că diferențele care apar la probele comparative cu cele două motorine se datorează numai variației conținutului de sulf.

Analiza gazelor arse s-a executat cu instalația de analiză tip BECKMAN 1945-1954 compusă din:

- detector de ionizare a flăcării pentru hidrocarburi nearse (model 402) HFID;
- analizor cu absorbție în infraroșu pentru oxidul de carbon (model 854) NDIR;
- analizor cu chemiluminiscentă pentru oxizii de azot (model 951) HCLA.

Determinarea indicelui de fum s-a făcut cu un opacimetru tip Hartridge MK3.

Pentru evaluarea reducerii emisiilor poluante datorate scăderii conținutului de sulf s-au efectuat o serie de măsurări ale cifrei de fum și ale concentrației de emisii poluante gazoase (CO, HC, NO_x), într-un număr semnificativ de regimuri de funcționare.

Motorul a funcționat într-un număr mare de regimuri de funcționare, care au cuprins 8 valori ale turației (6 din ciclurile noi propuse și 2 din Regulamentul 49) și 10 valori ale coeficientului de sarcină, la care se adaugă regimul de ralanti.

Pentru toate aceste puncte s-au determinat indicii de fum, în unități Hartridge și concentrația poluanților gazoși (CO, HC, NO_x). Probele s-au desfășurat de două ori, în condiții identice, schimbându-se tipul motorinei folosite.

Determinările experimentale obținute au dus la două tipuri de rezultate: rezultate absolute și rezultate relative (reduceri de emisii poluante la folosirea motorinei cu conținut de sulf redus, 0,08% față de cea cu conținut considerat standard, 0,28%), mărimile interpretate fiind emisia de fum măsurată în unitățile Hartridge (cu referiri și la nivelul estimat al particulelor) și emisiile poluante gazoase (Tabelul 2.8).

Reducerea relativă a cifrei de fum datorată scăderii conținutului de sulf, apreciată în cele 80 de puncte de funcționare, a fost în medie de 25%. Efectul de reducere a poluării este mai pregnant pentru funcționarea în parcursul urban. Reducerea cifrei de fum înregistrată la mersul în gol, la turația de ralanti și la celelalte 8 turații de lucru, a fost în medie de 30%, ceea ce indică diminuări importante ale nivelului de poluare specifice circulației în mediu urban.

Tabelul 2.8

Ciclul	Reg. CEE 49	Ciclul urban	Ciclul pe autostradă	Ciclul pentru drumuri de munte
Reducerea partic. datorită scăderii sulfului	4%	37%	12%	14%
Particule (0,28% S)	0,56 g/CPh	0,40 g/kWh	0,44 g/kWh	0,56 g/kWh
Particule (0,08% S)	0,54 g/CPh	0,25 g/kWh	0,38 g/kWh	0,48 g/kWh

Rezultate referitoare la reducerea emisiilor poluante gazeose. Valorile concentrațiilor celor trei poluanți gazeși considerați nu au înregistrat variații semnificative, reconfirmând consemnările din literatura de specialitate. Nivelul emisiilor poluante gazeose calculate conform Regulamentului 49 sunt cuprinse în tabelul(2.9):

Tabelul 2.9

Poluantul	Motorină 0,28% S	Motorină 0,08% S
HC [g/kWh]	0,91	0,90
CO [g/kWh]	4,57	4,55
NOx [g/kWh]	9,06	8,8

Principalele concluzii care se conturează sunt:

- în viitorul apropiat, combustibilii fosili rămân principala sursă de energie care va pune în mișcare motoarele pentru autovehicule; combustibilul motoarelor diesel va fi tot motorina, care pentru a satisface cerințele ecologice necesită a fi reformulată.

Deși potențialul reducător al emisiilor poluante dat de aplicarea metodelor active și pasive specifice motoarelor diesel este foarte mare, este neîndoielnic faptul că factorul combustibil are resurse considerabile de scădere a emisiilor, resurse care, în condițiile aspririi legislației antipoluare, trebuie exploatate.

- cercetările efectuate de mai multe firme au condus la concluzia că parametrii combustibilului sunt în mare măsură intercorelați și, de aceea, sunt foarte dificil de separat efectele modificării fiecărui parametru; acest lucru este posibil numai prin realizarea unor combustibili cu caracteristici extreme, neobișnuite, care implică dificultăți tehnologice în procesul de rafinare.

- efectul de diminuare se manifestă cel mai puternic asupra emisiilor de particule și într-o mult mai mică măsură asupra emisiilor poluante gazeose: CO, HC, NO_x.

- s-au făcut multe încercări de găsire a variabilelor independente care caracterizează relația emisia de particule-parametrii combustibilului; cele mai multe dependențe sunt liniare și au ca variabile unele din mărimile: S%, A%, CC, d, T90, T10.

- sensul variației parametrilor combustibililor și efectele lor sunt următoarele:

Reducerea sulfului, are cea mai mare contribuție asupra scăderii particulelor; funcție de ciclul de încercare și de tipul motorului, reducerea particulelor cu 30% la o scădere a sulfului de la 0,3% la 0,05%; reducerea sub acest prag nu este nici economică și nu mai duce la reduceri semnificative a particulelor. Asupra emisiilor poluante gazeose nu s-au înregistrat modificări.

Reducerea aromatelor, deși contestată de cercetările firmei Shell, a fost adoptată de legislația californiană, apreciindu-se că reducerea acestora de la 30% la 10% duce la scăderea particulelor cu 15-20%.

Creșterea CC, duce la micșorarea întârzierii la autoaprindere, producând o ardere mai lină și zgomot redus. S-a înregistrat o scădere semnificativă a duratei de pornire. Creșterea CC duce la scăderea particulelor cu 5-20% funcție de poziția și mărimea intervalului de creștere pe scara CC; mărimea CC are efecte diferite asupra emisiilor gazeose, funcție de mărimea motorului și ciclul de încercare corespunzător; pentru autoturisme s-au constatat scăderi ale HC, CO, NO_x, menținându-se aproximativ constant; pentru autovehicule grele s-a constatat scăderea NO_x cu 6-11% la creșterea CC cu 10 unități. Prin aditivare se obțin aceleași efecte de micșorare a emisiilor poluante, ca și în cazul creșterii naturale a CC, cuantificate prin scăderea particulelor cu 7,5%, a NO_x cu 2,5% și a CO cu 13,8%.

Micșorarea densității, într-un anumit interval (0,845 la 0,825 kg/l) duce la scăderea particulelor (5-15% în ciclul tranzitoriu și 0-5% în ciclul din Regulamentul 49), dar produce și o scădere a puterii produse pe ciclu; se dovedește importantă menținerea valorilor densității într-un interval îngust care duce la dispersii foarte mici ale cantității de combustibil injectate pe ciclu; în acest scop se recomandă folosirea injectiei electronice.

Micșorarea viscozității, duce la îmbunătățirea calității amestecului, controlând mărimea picăturii din jetul de combustibil și implicit a emisiilor poluante.

Scăderea T90 cu 50°C duce la scăderea particulelor cu 8-10%, dar duce la pierderi considerabile în procesul de rafinare (3-15%).

Aditivarea, pentru regenerarea filtrelor de particule servește ca metodă pasivă de scădere a particulelor (asupra acestora se acționează după ce s-au produs în procesul de combustie) obținându-se eficiențe de reducere de 70-90%.

O tendință nouă în construcția motoarelor diesel o reprezintă adaptarea unor dispozitive care să realizeze variația unor parametri ai motorului, funcție de caracteristicile combustibilului. În acest sens se pot folosi sonde pentru măsurarea conținutului de oxigen, senzori de densitate, senzori ai presiunii din camera de ardere cu CC, prin modificarea începutului de injecție.

Investigațiile experimentale au confirmat influența conținutului de sulf asupra emisiilor poluante, așa cum a fost consemnat în toate lucrările de specialitate. S-au reconfirmat următoarele informații:

- reducerea conținutului de sulf duce la scăderea indicelui de fum și a particulelor;
- reducerea conținutului de sulf nu are o influență notabilă asupra emisiilor poluante gazeoase.

Din punct de vedere ecologic, reducerea cifrei de fum, respectiv a particulelor, constatată în urma măsurărilor conduce la scăderea poluării mediului înconjurător. Media diminuării cifrei de fum calculată în 80 puncte de funcționare a fost de 25%, constatându-se reducerea acesteia la sarcini și turații mici și medii. Efectul de reducere a poluării este mai pregnant pentru funcționarea în parcursul urban; reducerea particulelor a variat între 4-37%, subliniind importanța ciclului de încercare utilizat.

Pentru autobuze, peste matricea funcționării în regim urban trebuie suprapus un filtru care să țină cont de regimul de oprire din stație în stație, ceea ce înseamnă că trebuie modificat ciclul propus pentru funcționare urbană, astfel încât să se țină seamă de durata opririi în stație și de durata accelerării și decelerării la plecarea și respectiv la sosirea în stație. Schematic, durata funcționării între două stații este reprezentată de relația (2.3) și este alcătuită din: durata funcționării în parcursul urban în regim stabilizat (d_s), durata opririi în stație (d_0) durata accelerării (d_a) și durata decelerării (d_d);

$$D = d_s + d_0 + d_a + d_d \quad (2.4)$$

Statistic, măsurarea acestor durate a atribuit următoarele valori mărimilor descrise: $d_0 = 20s$, $d_a = d_d = 10s$, $d_s = 40s$, $d = 80s$. Se observă astfel că, în ciclul urban considerat, se modifică ponderea funcționării în regim de mers în gol (crește cu 25% datorită funcționării motorului în gol la oprirea în stații și ponderea funcționării în regimurile de sarcini și turații mici crește cu 25%, datorită funcționării motorului la plecarea și la oprirea în stație). Același principiu de modificare se poate

aplica și în cazul autovehiculelor cu funcționare din poartă în poartă, cum ar fi autogunoierile.

Tabelul (2.10) sugerează faptul că motoarele care echipează autobuzele nu sunt solicitate constant în regimuri de sarcini mari, rezerva de putere fiindu-le necesară pentru accelerări și decelerări rapide.

Tabelul 2.10.

Turația	850 0,25n	1240 0,37n	1600 0,5n	1940 0,6n	2300 0,7n	2660 0,83n	3020 0,95n
0	45%						
1/6		5%	15%	15%	5%		
2/6			5%	5%			
3/6			5%				
4/6							
5/6							
6/6							

Mirosul produs de gazele de evacuare ale motoarelor cu ardere internă reprezintă un alt neajuns, cauzând neplăcere respiratorie, senzație de disconfort, iar în cazul concentrațiilor mari, iritații ale mucoasei nazale și senzație de sufocare.

La m.a.s. mirosul gazelor arse este supărător, mai ales la pornire, când se elimină combustibil ners, la m.a.c. mirosul gazelor de evacuare este mai puternic decât la m.a.s. Acesta este dat de o serie de compuși de oxidare parțială a motorinei, de compuși oxigenați, din grupa aldehydelor, fenolilor și substanțelor aromatice ca și de compuși pe bază de sulf.

O serie de cercetări arată că intensitatea mirosurilor emise de gazele motoarelor diesel crește cu sarcina, scade prin îmbunătățirea sistemului de injecție și nu variază semnificativ cu turația motorului. Aplicarea catalizatorilor de oxidare conduce la reducerea intensității mirosului și a compușilor oxigenați.

Studiul mirosului se realizează cu juri de specialiști, antrenați în acest scop. Aceștia miros probe de gaz de evacuare, diluat cu aer în diferite proporții, sub și peste pragul de detectibilitate al mirosului uman. Se determină astfel concentrațiile de gaz care sunt supărătoare prin intermediul relației de proporționalitate dintre intensitatea mirosului și logaritmul zecimal din concentrația minimă sesizată de juri.

O altă metodă, mai puțin artificială și mai ușor de pus în practică, folosește diluția naturală a gazelor evacuate cu aerul. În interiorul unui hangar funcționează un motor, la diferite distanțe de acesta, fiind plasați evaluatori care apreciază distanța până la care mirosul este sesizat.

Ambele metode sunt subiective, apreciind numai intensitatea mirosurilor.

O abordare care evaluează și calitatea mirosurilor utilizând o scară absolută de referință este metoda Turk, în care un juriu antrenat format din 12 specialiști apreciază intensitatea și calitatea mirosului gazelor de evacuare (patru calități: afumat-ars, aromatic, caustic și uleios), prin compararea acestora cu cele emise de o trusă etalon. Gazele analizate sunt diluate cu aer în proporția de 1: 200, fiind apoi supuse mirosirii de către experți.

Alte încercări de apreciere obiectivă a mirosului gazelor de evacuare au urmărit aprecierea gustului apei prin care au trecut gazele de evacuare, dar mai

științific se dovedește a fi corelarea mirosului cu prezența unor substanțe puternic mirositoare aflate în cantități foarte mici și detectate prin cromatografie și spectrografie de masă.

2.2. Motorul Diesel cu gestiune electronică

Pentru m.a.c. de tracțiune rutieră în special, pe lângă utilizarea injecției de foarte mare presiune (peste 1000 bar) se implementează sisteme electronice pentru reducerea consumului de combustibil și a noxelor, sisteme care vizează în primul rând injecția.

Conform schemei din fig.2.1. traductoarele 1 la 3 sintetizează regimul funcțional al motorului fiind prezent inclusiv traductorul de poziție al pedalei de accelerație care elimină acțiunea directă a conducătorului auto asupra cremalierii pompei de injecție.

Se definește avansul la declanșarea injecției cu traductorul 4 pentru P.M.I., iar cu ajutorul traductorului 6 se stabilește avansul dinamic funcțional la injecție, efectuându-se și corecția debitului de combustibil cu temperatura acestuia (traductorul 7), restul funcțiilor ieșind din schemă.

UEC, informată cu date de reglaj optim stabilite experimental de către constructor, comandă trei regaje: debitul de combustibil m_c , avansul la injecție β și debitul de gaze arse recirculate m_{GER} controlat de o supapă comandată printr-un convertor electropneumatic după presiunea ambiantă p_0 și cea din colectorul de admisiune p_{ca} , asigurându-se astfel funcționarea aproape de optim a motorului.

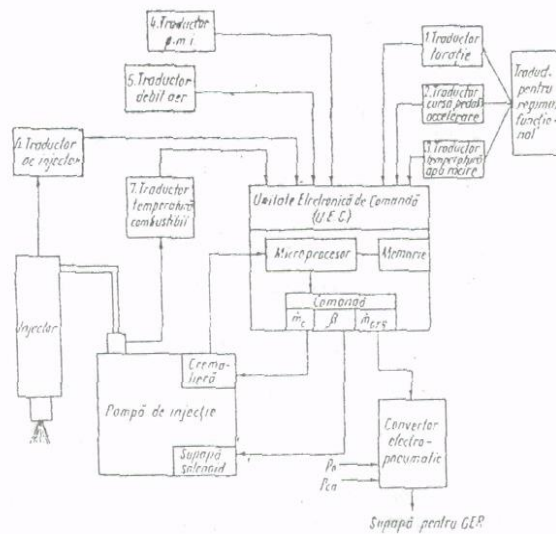


Fig.2.1. Gestiune electronică pentru motorul diesel [42]

Injecția de înaltă presiune gestionată electronic și efectele ei asupra funcționării motorului cu aprindere prin comprimare.

Motorul diesel folosit în primul rând ca unitate de tracțiune trebuie să asigure:

- reducerea consumului de combustibil;
- diminuarea noxelor;
- funcționarea cu zgomot cât mai redus;
- realizarea de puteri specifice cât mai ridicate.

Raționalizarea mișcării fluidului motor în cilindru și ridicarea presiunii de injecție pentru asigurarea rapidă a formării amestecului aer-combustibil pot satisface aceste deziderate.

O pulverizare prea fină a combustibilului penalizează condițiile de penetrare a jetului ceea ce face ca injecția de foarte înaltă presiune gestionată electronic, să se dezvolte la sfârșitul Mileniului 2, în primul rând de către firma Bosch GmbH, aplicația fiind cu precădere la motoarele de autoturisme și autocamioane.

2.2.1. Sistemul de injecție din conducta comună de foarte înaltă presiune

Consacrat sub denumirea de „common rail” acest sistem folosește o conductă comună pentru toate injectoarele în care combustibilul trimis de pompa de injecție, de multe ori pompa rotativă, la presiuni între 1300 și 2000 bar ajunge în cilindru fin pulverizat, fiind trimis de injectoare pentru care momentul injecției și doza de combustibil (uneori fragmentată chiar și în 2 sau 3 pulsuri pe ciclu) sunt controlate electronic.

Schema în care se detaliază sistemul common rail este redată în fig. 2.2. semnificația componentelor fiind expusă în cele ce urmează, ele fiind simplu de identificat: rezervor; pompa volumică de alimentare; filtru de combustibil; pompa de injecție de foarte înaltă presiune; ventil de reglare a presiunii; unitate electronică de calcul (UEC); traductor de turație; traductor pentru poziția arborelui cu came; traductor pentru poziția pedalei de accelerație; traductor pentru presiunea de supraalimentare; temperatura aerului; temperatura fluidului de răcire; traductor pentru măsurarea debitului de aer; traductor pentru conducta comună de foarte înaltă presiune; conducta acumulator pentru combustibil de foarte înaltă presiune; injectoare.

UEC, care are memorată printr-o matrice, după date de stand, funcționarea optimă în comun a automobilului, motorului și a sistemului de injecție, cu posibilități de a efectua interpolări între punctele memorate controlează presiunea de injecție precum și momentul, respectiv doza injectată, informațiile primite de la traductoare, permițând efectuarea comenzilor necesare de către UEC prin compararea datelor oferite de senzori cu cele stocate în unitatea electronică de calcul.

Aplicația common rail este proprie motoarelor diesel cu injecție directă.

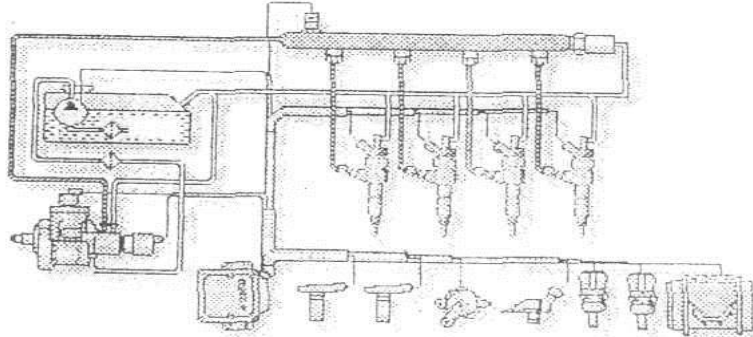
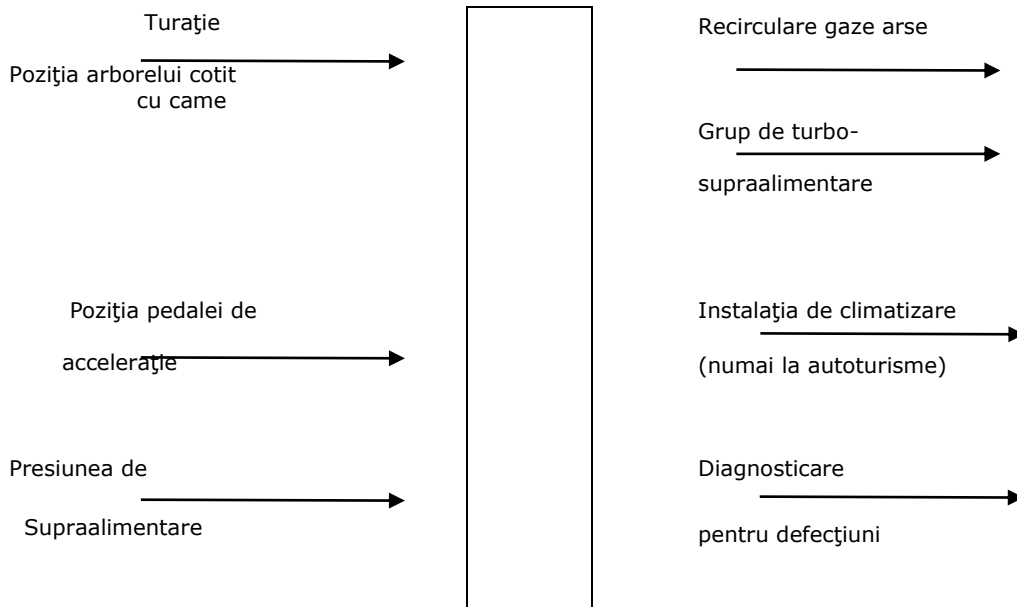


Fig.2.2.. Schema funcțională de principiu a sistemului common rail. [15]

2.2.2.Sisteme cu injector unitar și cu pompa de injecție unică sau unitară gestionate electronic.

Sistemele cu injector unitar (UI) și pompă de injecție unitară (PU) asigură pentru motoarele actualmente existente, la care adaptarea dispozitivelor gestionate electronic este simplă și ieftină, reducerea noxelor, a zgomotului, a consumului de combustibil precum și o foarte bună adaptabilitate la regimul de funcționare.

În fig. 2.3. se prezintă schema bloc a UEC cu traductoarele și comenzile specifice unui motor diesel cu gestiune electronică, inclusiv pentru sistemul de injecție.



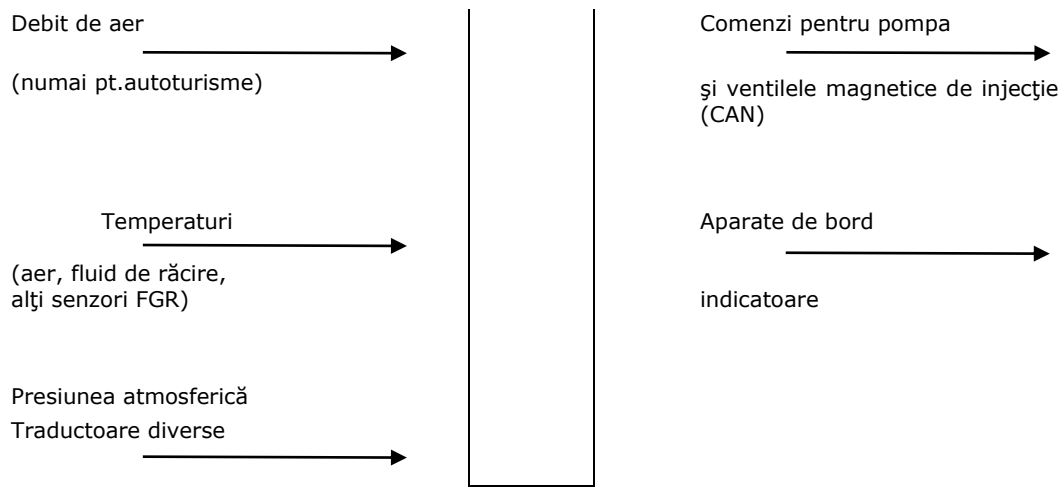


Fig.2.3. Schema de ansamblu a UEC și funcțiile sale.[42]

În fig.2.4. este schema de ansamblu și inclusiv segmentul din UEC care comandă IU respectiv PU.

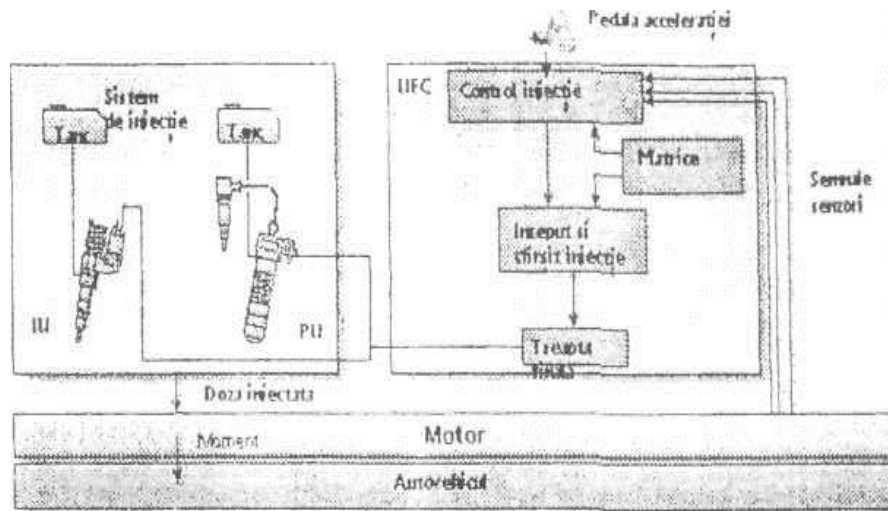


Fig.2.4. Schema de comandă electronică pentru IU și UP.[15]

În regimul de funcționare al motorului subansamblele din schema de mai sus asigură avansul la injecție și doza de combustibil injectată pe ciclu, optime.

Sistemele IU și PU dispun de ventile magnetice comandate prin bobine electromagnetice, electronic, fiind alimentate de o pompa cu un singur cilindru, cu piston obișnuit, comparativ cu sistemele clasice, cu piston cu canal elicoidal pentru

reglarea începutului injecției și a debitului injectat, folosite încă la motoarele de autocamioane.

În fig.2.5. se prezintă schema de principiu a unui sistem de injecție IU/UP în legenda figurii fiind expuse componentele electronice principale ale instalației: UEC, traductor de turație, traductor de poziție pentru arborele cu came, poziția pedalei de accelerație, presiunea de supraalimentare, traductor pentru presiunea atmosferică, temperatura aerului, temperatura fluidului de răcire.

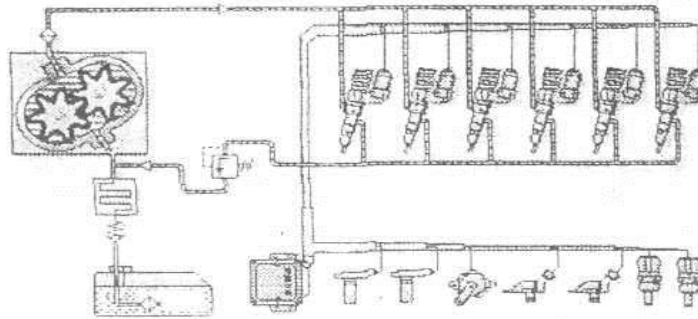


Fig.2.5. Schema de principiu a instalației de injecție de înaltă presiune IU/UP.[13]

La sistemele cu injector unitar IU toate componentele care realizează injecția de înaltă presiune (pompa cu piston și injectorul propriu-zis, inclusiv ventilul magnetic) sunt înglobate în același corp.

În cazul pompei de injecție unitară PU ventilul comandat electronic face corp comun cu elementul de pompă cu piston și printr-o conductă scurtă de foarte înaltă presiune se face legătura cu injectorul.

Sistemul IU este montat direct în chiulasă, pistonul pompei de injecție fiind antrenat direct de un culbutor. Componentele importante sunt pistonul principal cu arc de reducere, un pistonăș pentru descărcarea traseului cu combustibil susținut de către bobina comandată de către UEC și care constituie de fapt acul diuzei injectorului, fig. 2.6.

Injecția se realizează în două secvențe:

- preinjecția la 300 bar pentru care ridicarea acului pulverizatorului se realizează sub efectul presiunii combustibilului, asigurându-se astfel doza de combustibil necesară reacțiilor pregătitoare arderii ceea ce realizează un mers liniștit al motorului, optimizând și arderea propriu-zisă din punct de vedere al reducerii consumului de combustibil și al noxelor.

- injecția propriu-zisă la 2000 bar, comandată de către UEC, cu ridicarea acului pulverizatorului de către bobina electromagnetă.

Sistemul PU are pompa de injecție de foarte înaltă presiune montată direct în blocul motor antrenată fiind de către o camă specială de pe arborele cu came ce

comandă și distribuția, legătura cu injectorul de construcție specială plasat în chiulasă făcându-se prin conducta de mare presiune.

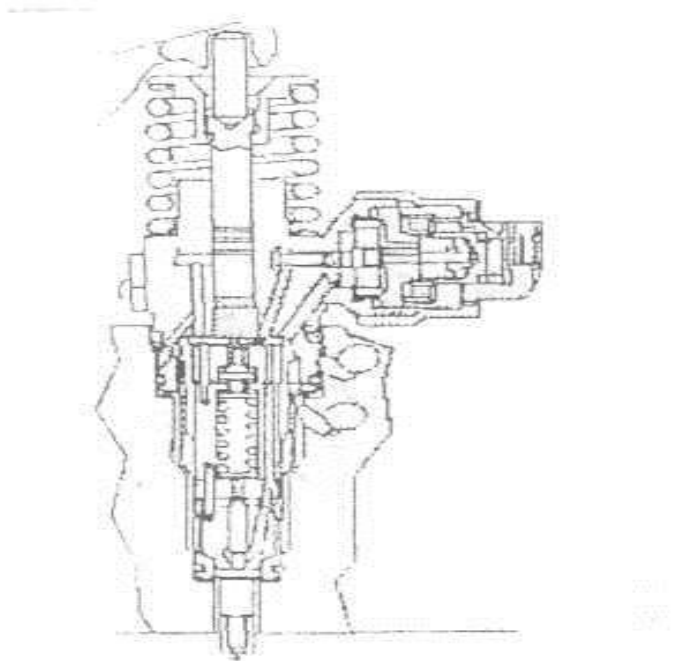


Fig.2.6. Secțiune prin sistemul injector unitar (IU) [13]

În fig.2.7. este prezentată sistemul PU:

- este caracterizat prin construcția robustă a unitatii de pompare
- a combustibilului , conducta de înalta presiune , injectorul de regula vertical , in axa cilindrului și a camerei de ardere , la solutia cu 4 supape

Injectorul 1, respectiv pulverizatorul 3 este asezat in axa cilindrului, in chiulasa motorului 2, injectia se efectueaza cu ajutorul pompei de mare presiune 6, comandata de cama 7, alimentata de la sistemul de joasa presiune prin racordul 5. Controlul injectiei ca moment și durata este dat de solenoidul 4 ce comanda o supapa .

Solutia pleaca de la dificultatea realizarii unui corp de pompa comun pentru toti elementii de pompare (o prima tentativa fiind solutia UPEC de la DAF), problemele de rezistenta a conductelor de presiune - lungime, diametre pentru presiuni variabile pana la 2000bari.

Comanda injectiei se executa cu ajutorul unei electrovalve de mare viteza care permite ajustarea momentului injectiei și a cantitatii injectate , intreruperea injectiei și returul excesului de combustibil in rezervor .

Dintre dezavantajele solutiei amintim și modificarile majore ale blocului motor, ca urmare a executiei locaselor pentru pompele individuale, complicarea axei cu

came pentru comanda pompelor și nu în ultimul rând dificultatea modularii legii de injectie. Până în prezent, electroventilele ultimei generații au reușit realizarea injectiei multistadiale ca măsură de prim rang în evitarea emisiilor crescute de zgomot caracteristice injectiei directe de mare presiune.

Din cele de mai sus rezultă că procesul de injectie în motorul diesel, cu o influență covârșitoare asupra reducerii consumului de combustibil, al noxelor și al zgomotului, poate fi asigurat prin realizarea unor presiuni la injector de până la 2000 bar, folosind UEC care are memorate date de stand cu condițiile optime de injectie, utilizate fiind la autovehiculele moderne, recent fabricate.

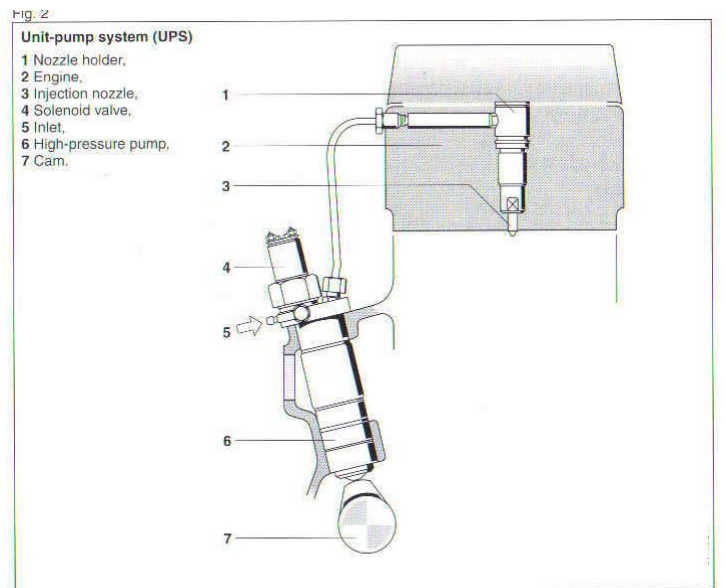


Fig. 2.7. Sistemul PU [13]

2.3 .METODE PASIVE DE REDUCEREA EMISIILOR LA M.A.C. UTILIZATE ÎN TRANSPORTURI.

Emisiile de gaze de evacuare ale m.a.c. care sunt limitate prin norme legislative sunt monoxidul de carbon (CO), hidrocarburile (HC), oxizii de azot (NO_x) și particulele (PT sau PM). Această listă va fi în curând completată cu dioxidul de carbon (CO₂), limitare care impune scăderea consumului specific de combustibil.

Metodele pasive de reducere a emisiilor m.a.c. sunt în principal identice cu cele aplicate la m.a.s. pentru cazul poluanților CO și HC, dispozitivul utilizat fiind denumit filtru de oxidare sau catalizator de oxidare.

Folosirea catalizatorilor de oxidare la m.a.c. are ca scop reducerea substanțială a emisiilor de CO, HC, precum și a fracțiunii organice solubile a particulelor. Constructiv, catalizatorii de oxidare sunt fixați pe un suport, ansamblul fiind denumit convertor catalitic sau reactor catalitic, având aceleași particularități ca și catalizatorul trivalent.

La m.a.c., arderea făcându-se într-un mediu cu exces mare de aer, nu pot avea loc reacțiile de reducere catalitică a NO_x , de aceea s-au preferat procedeele de prevenire a apariției NO_x cu prețul creșterii CO și HC, care au fost scăzute prin acțiunea catalizatorilor de oxidare.

Recent s-au dezvoltat metode pasive de tratare (after-treatment) a gazelor arse bazate pe reacții catalitice de reducere a NO_x ; sistemele sunt denumite sisteme de reducere a NO_x .

În cadrul eforturilor de scădere a NO_x trebuie să se țină seama de cele trei compromisuri pe care acest poluant le generează:

- compromisul NO_x – consum de combustibil;
- compromisul NO_x – CO_2 ;
- compromisul NO_x – particule.

Explicația acestor compromisuri se poate da prin considerarea celor doi factori care influențează arderea: temperatura camerei de ardere și concentrația locală de O_2 .

Datorită caracteristicilor procesului de combustie și a compoziției gazelor de evacuare ale motoarelor diesel, scăderea NO_x prin metode pasive a fost mult timp considerată inabordabilă, dar în ultimul timp succesele înregistrate în chimia catalizatorilor au condus la tratarea catalitică a NO_x din gazele de evacuare în instalații specializate, mai ales pentru situațiile în care rezultatele aplicării metodelor active nu sunt mulțumitoare.

Dezvoltarea tehnicilor catalitice a dus la punerea la punct a unor metode de tratare catalitică pentru reducerea NO_x din gazele de evacuare ale motoarelor diesel. Metodele de reducere s-au împărțit în reducere catalitică neselectivă, NSCR și reducere catalitică selectivă, SCR.

Pentru scăderea particulelor se folosesc dispozitive create special pentru atingerea acestui scop, care se numesc filtre de particule.

O trecere în revista a metodelor pasive aplicate m.a.c. din S.U.A. este realizată de specialiștii firmei „Johnson Matthey”, firmă specializată în tratamente catalitice. Sunt semnalate, la nivelul producției americane, principalele tendințe ale dezvoltării sistemelor pasive:

- controlul particulelor se realizează prin filtre montate în instalația de evacuare, cele mai răspândite fiind filtrele ceramice care rețin 80% din particulele din gazele nearse; acestea trebuie regenerare frecvent la circa 800 km prin diverse modalități de regenerare, prin care particulele sunt arse, fie prin încălzire electrică, fie în arzătoare; aceste sisteme de regenerare s-au dovedit nefiabile și scumpe.

- metodele de control catalitic al particulelor folosesc regenerarea catalitică; un catalizator cu platină montat în amonte filtrului generează NO_2 , iar apoi particulele din filtru sunt arse. Sistemul s-a dovedit fiabil peste 4000 de vehicule de pe piața europeană folosindu-l. Un dezavantaj al sistemului este producerea de sulfați. În S.U.A. sistemul nu s-a utilizat, din cauza lipsei combustibilului cu conținut de sulf mic.

- controlul NO_x este dificil la m.a.c., din cauza lipsei agentului reducător care să transforme NO în N_2 . Catalizatorii cunoscuți de reducere a NO au o viteză de reacție prea mică pentru condițiile specifice m.a.c.

- s-au dezvoltat două tipuri de catalizatori: un catalizator de temperaturi joase pe bază de platină și un catalizator de temperaturi înalte pe bază de metale, de obicei cu cupru. Acești catalizatori sunt capabili să înlăture NO_x dintr-o gamă îngustă de temperatură, valorile maxime ale reducerii fiind de 40%. Catalizatorii

cuprind adeseori zeoliți, care stochează HC la temperaturi joase și îi eliberează la temperaturi înalte, pentru reducerea NO_x.

- sistemele SCR reduc NO_x de la motoarele staționare, prin injecție de amoniac; pentru sistemele mobile folosirea amoniacului este considerată nepractică, de aceea s-a înlocuit cu ureea; cu uree eficiența obținută a fost de 80% într-un interval larg de temperatură.

- filtru de reținere a NO_x folosește un proces nou de înlăturare a NO_x din gazele arse; mai întâi, NO este transformat în NO₂ și apoi este stocat. Urmează apoi reducerea, care este inițiată prin introducerea unui amestec bogat, care înlătură NO₂ stocat. Catalizatorii folosiți sunt platina, pentru trecerea NO în NO₂, iar pentru stocarea NO₂ oxizii alcalino-pământoși. Acești catalizatori au fost dezvoltati cu succes pe motoarele cu injecție pe benzină, urmând ca rezolvarea unor probleme de calibrare să fie folosite și la m.a.c.

- conținutul de sulf ridicat din combustibil este un dezavantaj important în folosirea tratamentelor catalitice. În catalizator, SO₂ se transformă în SO₃ care formează acid sulfuric în combinație cu apa.

Aceasta se elimină în atmosferă sub forma unei cețe de particule. De aceea, sistemele catalitice trebuie să evite formarea acidului sulfuric, prin micșorarea conținutului de sulf din combustibil.

În concluzie, sistemele pasive au câmp larg de dezvoltare în condițiile aspririi prevederilor legislative antipoluare; pe măsură ce tehnicile active sunt epuizate, tehnicile pasive se perfecționează și pot contribui cu procente de reducere a poluanților foarte mari.

2.4.Filtre de particule.Tipuri constructive.

Problema fundamentală a particulelor din gazele arse este că sunt prea diluate pentru a putea arde, de aceea cea mai răspândită metodă este concentrarea lor într-un filtru. Funcționarea filtrului implică două faze de lucru: perioada de filtrare și acumularea a particulelor și perioada de regenerare, prin care particulele colectate sunt fie oxidate, fie înlăturate, astfel încât filtrul să poată lucra din nou.

Filtrele de particule sunt dispozitive proiectate încă la sfârșitul anilor 70, în scopul reținerii și oxidării particulelor conținute în gazele de evacuare ale motoarelor diesel.

Clasificarea filtrelor de particule s-a făcut după mai multe criterii, fără pretenția de a fi exhaustivă:

1. după procedeul de colectare a particulelor:
 - prin reținere mecanică- structuri celulare sau fibroase având suprafețe mari de depunere și canalizații înguste pentru trecerea gazelor arse;
 - prin reținerea electrostatică- prin producerea efectului Corona, particulele electrizate se aglomerează și pot fi colectate;
2. după natura materialului filtrant:
 - filtre metalice;
 - filtre ceramice,
3. după tipul regenerării:
 - regenerare termică- cu aport de energie, în scopul creșterii temperaturii gazelor arse până la valori de 550...6000C pentru oxidarea particulelor;
 - electrică, cu rezistor de încălzire;
 - cu microunde
 - cu arzător de combustibil suplimentar;
 - cu obturarea admisiei;
 - cu obturarea evacuării;

- regenerare chimică - cu reacții catalitice care produc oxidarea particulelor la temperaturi mai scăzute ale gazelor de evacuare:
 - cu depuneri sau injectare de catalizatori de filtru;
 - cu aditivarea combustibilului;
 - regenerarea combinată (termică și chimică);
 - regenerarea mecanică- prin sulfare cu aer comprimat;
- 4. după periodicitatea regenerării:
 - regenerare periodică;
 - regenerare continuă;
- 5. după locul de producere a regenerării:
 - regenerare externă- oxidarea particulelor din filtru are loc după colmatarea acestuia prin folosirea unui arzător extern;
 - regenerarea internă- oxidarea particulelor are loc în filtru, prin acțiunea sistemului propriu de regenerare.

Filtrele de particule urmăresc reținerea particulelor, urmată de curățarea periodică prin diferite procedee. Funcție de procedeele de reținere a particulelor s-au dezvoltat mai multe tipuri de filtre și procedee de regenerare, dintre care s-au dovedit eficiente, în funcționarea pe autovehicule, cele prezentate în continuare.

În general, filtrarea mecanică se împarte în filtrare bidimensională și filtrare tridimensională (în volum). Dacă dimensiunea particulei este mai mare decât cea a celulei filtrului, particula nu poate trece prin porii filtrului.

Acesta este mecanismul filtrării bidimensionale, care are o eficiență mare și o cădere de presiune mare. În cazul filtrării tridimensionale, deși dimensiunea particulei este mai mică decât cea a porului și particula poate trece, ea este reținută pe fibra filtrului din cauza forței de inerție specifice curgerii gazului. Particulele nu există numai la suprafață, ci și pe suprafața interioară a peretelui filtrului.

Funcție de dimensiunea particulelor, există trei mecanisme de captură a acestora: captura prin difuzie (particulele suficient de mici pentru a intra în mișcarea browniană cauzată de ciocnirea cu moleculele de gaz), captura prin interceptie (particule considerate prea mari pentru a mai fi supuse mișcării browniene, dar prea mici pentru a avea inerție proprie) și captura prin impact inertial (particule mai mari, cu suficientă inerție).

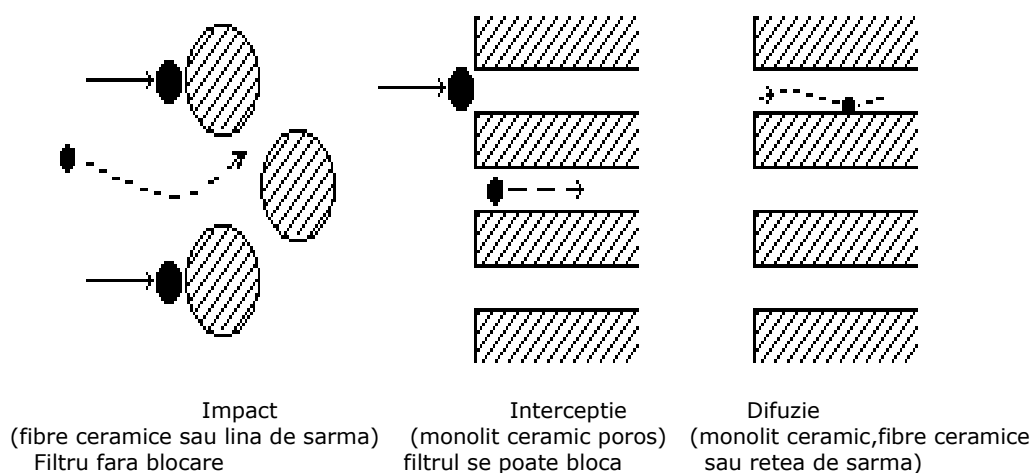


Fig2.8. Mecanisme de capturare a particulelor în filtre [11]

Mecanismele de captare a particulelor prin impact și difuzie sunt predominante la filtrele cu fibre ceramice sau cu lână de sârmă (wire mesh). Particulele mai mari aderă, după impact, cu suprafața filamentelor sau cu depunerile de pe acestea. Unele dintre particulele mici migrează (prin mecanismul de difuzie amintit anterior) pe suprafețele filamentelor.

Acest tip de filtru se mai numește nebloabil (gazele de evacuare pot răzbate permanent spre ieșire). Filtrele au avantajul unei căderi mici de presiune, dar dezavantajul unei eficiențe relativ reduse.

Intercepția este principalul mecanism de captare în filtrele din material poros, iar difuzia poate, la rândul ei, să sporească eficiența. Particulele mai mari ca diametrul mediului al porilor sunt deci interceptate și reținute de monolit. Aceste filtre se numesc blocabile, având, în consecință, o cădere sporită de presiune și o viteză mai mare de creștere a acestei căderi de presiune.

2.5. Regenerarea filtrelor.

După tipul regenerării se disting:

1. regenerare termică- cu aport de energie, în scopul creșterii temperaturii gazelor arse până la valori de 550...600°C pentru oxidarea particulelor:

- electrică- cu rezistor de încălzire;
- cu microunde;
- cu arzător de combustibil suplimentar;
- cu obturarea admisiei;
- cu obturarea evacuării;
- regenerare chimică- cu reacții catalitice care produc oxidarea particulelor la

temperaturi mai scăzute ale gazelor de evacuare:

- cu depuneri sau injectare de catalizatori de filtru;
- cu aditivarea combustibilului;
- regenerarea combinată (termică și chimică);
- regenerarea mecanică- prin suflare cu aer comprimat;
- regenerare prin alte măsuri aplicate motorului.

Procesul de regenerare constituie un compromis între mai multe cerințe contrare:

- durată minimă;
- volum minim al filtrului;
- capacitate maximă de încărcare pentru Δp dat;
- consum minim de energie pentru a iniția aprinderea;
- raport temperatură maximă/efort unitar termic corelat cu durabilitatea.

Condițiile impuse sistemului de regenerare sunt:

- regenerare filtrului trebuie să aibă loc automat, în funcționarea normală, fără a deranja conducătorul sau fără a necesita intervenția acestuia;

- sistemul trebuie să evite recurgerea la piese aflate în mișcare în curenți calzi;

- modul de încălzire și oxidarea încărcăturii trebuie să se facă cu minimum de energie și de poluare secundară;

- sistemul trebuie să poată substitui toba de evacuare și să producă aceeași atenuare sonoră fără cădere de presiune exagerată.

2.5.1. Regenerare termică

O strategie de reducere a particulelor este oxidarea lor pe traseul evacuării; fiindcă gazele conțin oxigen, particulele pot fi oxidate dacă temperatura este suficient de înaltă și timpul de ardere suficient de lung. Regenerarea necesită o anumită temperatură și un anumit conținut de oxigen pentru a se iniția, timpul de regenerare depinde de temperatura filtrului, care la rândul ei depinde de:

- cantitatea totală de particule acumulate;
- densitatea particulelor și distribuția lor în filtru;
- reactivitatea funinginei;
- debitul de gaze evacuate;
- pierderile de căldură ale filtrului.

În general, regenerarea depinde de temperatura gazelor, mai mare de 480°C, conținutul de oxigen, peste 2%, timp suficient pentru ardere completă. Creșterea temperaturii gazelor necesită o cantitate mare de energie, energie care, dacă nu poate fi recuperată, duce la consumuri inacceptabile.

Regenerarea termică este specifică filtrului monolit și se realizează prin oxidare sau piroliză, care se amorsează la 500...600°C și în condițiile unui exces de O₂.

Piroliza trebuie amorsată și controlată; în cele mai multe cazuri, temperatura gazelor arse nu atinge 550°C, rămânând în jurul a 300°C (mai ales la sarcini mici și medii); la funcționarea la sarcini mari se atinge această temperatură, dar gazele arse nu mai conțin suficient O₂ pentru producerea oxidării.

Cum cele două condiții nu sunt îndeplinite niciodată simultan, s-au folosit metode de creștere a temperaturii gazelor, cum ar fi: încălzirea lor prin intermediul unui arzător cu motorină sau a unui rezistor electric sau cu microunde, folosirea unei supape pe traseul de admisie sau de evacuare, cu rolul de a izola și de a menține temperatura înaltă a evacuării după funcționarea la sarcini mari. Cea mai bună soluție s-a dovedit a fi încălzitorul electric sau arzătorul cu motorină, care duce la creșterea consumului de combustibil cu 1-2%, regenerarea fiind comandată când colmatarea filtrului o impune, în timpul funcționării motorului. fig. 2.9.

Controlul regenerării este dat de o unitate electronică de comandă, care primește semnale electrice de la traductoarele de presiune și de temperatură montați în filtru. Pentru perioada de timp cât filtrul se regenerează, gazele arse sunt deviate printr-un by-pass în conducta de evacuare nefiind filtrate. De aceea, pentru motoarele de autobuze s-au construit sisteme cu filtre duble, astfel încât, pe toată durata funcționării autobuzului, gazele arse să fie filtrate.

Un caz particular îl reprezintă purjarea matriței monolit cu motorul oprit; această soluție se practică, în general, la motoare de puteri mici, cu autonomie redusă, care lucrează câteva ore pe zi, de regulă în spații închise (stivuitoare, utilaje miniere). Capacitatea matriței trebuie să fie suficientă, pentru a nu se colmata în timpul funcționării zilnice. La sfârșitul zilei de lucru, matrița este regenerată prin conectarea acesteia la un sistem exterior, încălzit electric și alimentat cu O₂ printr-o suflantă, care, în interval de 3 ore, realizează piroliza completă.

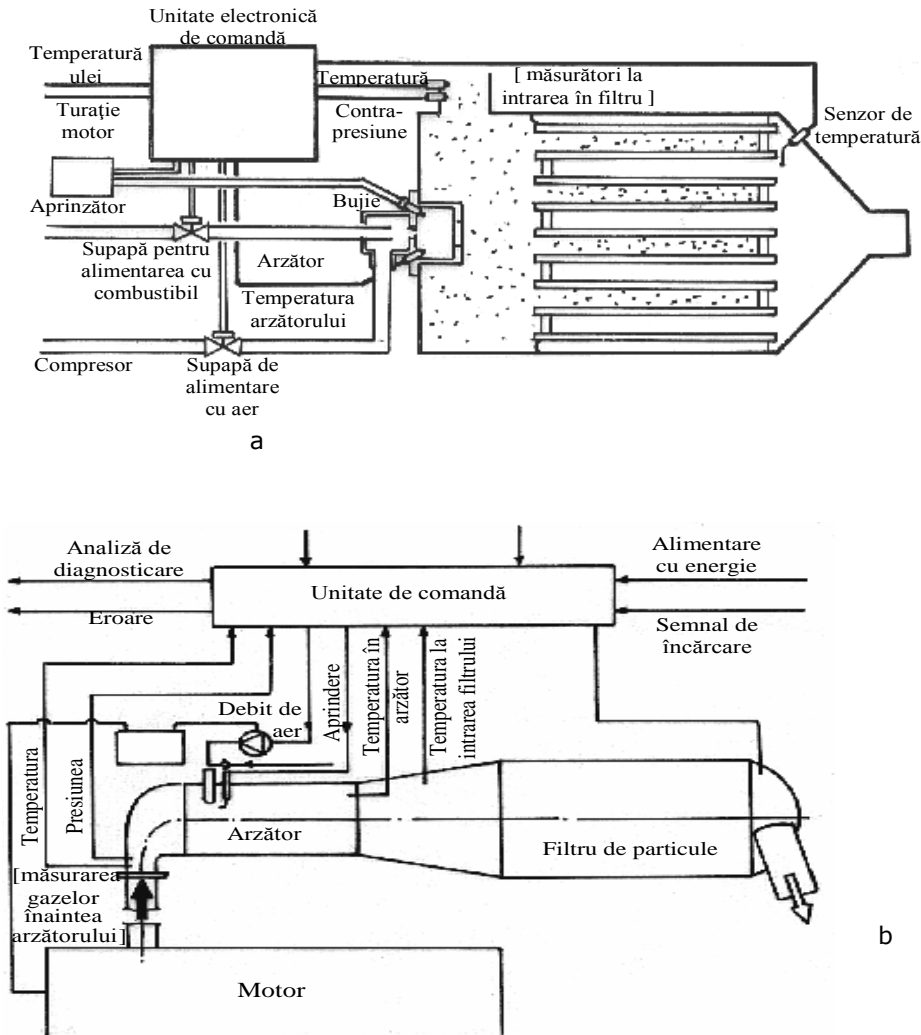


Fig.2.9. Scheme ale regenerării cu arzător: [16]
 a- filtru de particule Deutz;
 b- filtru de particule Zeuna-Straker.

Pentru cercetarea procesului de regenerare, este interesantă variația parametrului Δp . Variația Δp în procesul de regenerare este prezentată în fig.2.10. După ce se atinge condițiile staționare de funcționare prin conducta de by-pass, gazul trece prin filtru, ducând la o creștere a Δp pe filtru, fiindcă se încălzește în regimul de curgere în debit total. După aprindere, apare o scădere a Δp .

Este dificil de a aprecia care este timpul total al reacției, mai ales la încercări mici ale filtrului sau/și la temperaturi de regenerare scăzute. De aceea se folosește timpul $t_{1,2}$ corespunzător valorii medii a căderii de presiune $(\Delta p_{\max} + \Delta p_{\min})/2$ ca parametru temporal ce caracterizează durata regenerării.

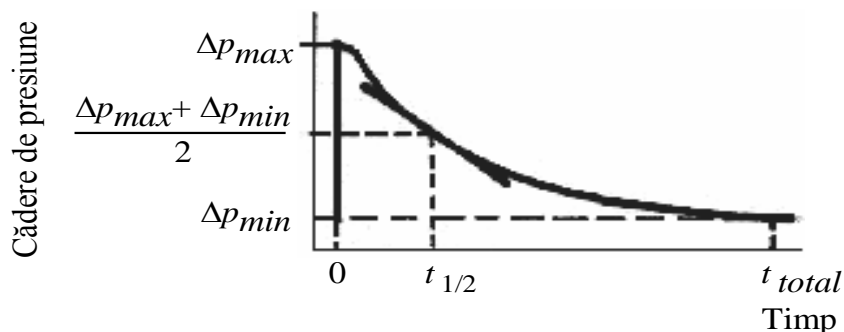


Fig.2.10. Variația Δp în timpul regenerării.[11]

Durata procesului de regenerare este puternic influențată de temperatura gazelor arse; pentru un filtru dat, procesul de regenerare poate dura între 10 minute, la temperatura de 650°C și 300 de minute, la temperatura de 450°C ; la temperatura cea mai probabilă a regenerării, de 550°C , durata regenerării este de 95 minute.

O metodă de supraveghere a arderii este măsurarea, care se dovedește un parametru extrem de sensibil al reacției de oxidare. Semnalarea regenerării se face prin scăderea presiunii și prin creșterea temperaturii în filtru, dar și prin variația bruscă a CO și O_2 .

Aprinderea particulelor depinde atât de temperatura gazelor, cât și de conținutul de oxigen; pentru un filtru dat funcție de acești doi parametri se poate trasa curba aprinderilor care delimitează zonele în care particulele se pot aprinde de cele în care ele nu se aprind (Fig.2.11.). Astfel, dacă temperatura nu poate fi crescută artificial, o metodă de asigurare a aprinderii este injecția de oxigen în filtru.

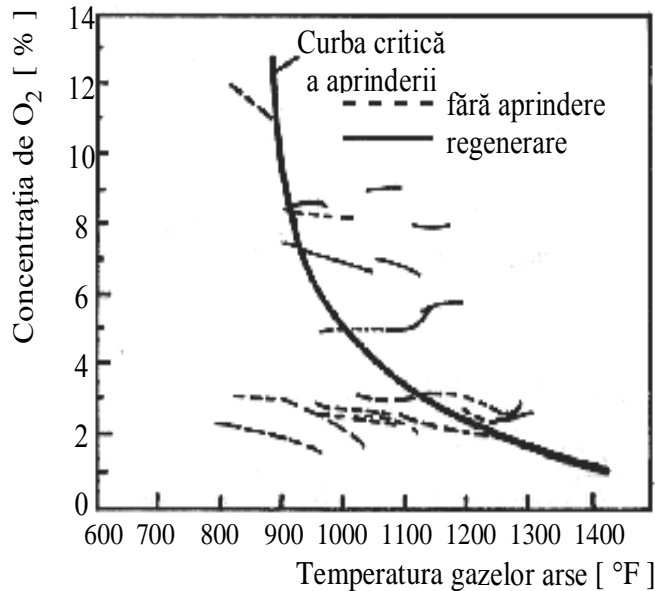


Fig.2.11. Curba de aprindere funcție de temperatură și conținutul de oxigen.

2.5.2.Regenerarea prin obturarea admisiei.

Este un procedeu de regenerare termică mai puțin cunoscut și mai rar întâlnit în literatura de specialitate. Prin reducerea debitului de aer al motorului, raportul aer-combustibil scade față de condițiile normale, producând temperaturi de ardere mai mari și temperaturi ale gazelor arse mai mari. Obturarea admisiei este limitată de menținerea oxigenului între 2-5%; ea are efecte adverse asupra celorlalte emisii și a consumului de combustibil (fig.2.12.): HC, CO și fumul cresc, iar NO_x scad datorită zonelor mai bogate în combustibil. Consumul de combustibil crește datorită rapoartelor aer - combustibil mai mici, pierderilor de căldură mai mari și a lucrului mecanic de pompaj.

Caracteristicile procesului de regenerare prin obturarea admisiei sunt cele din fig. 2.13.

Raportul aer - combustibil scade prin obturarea admisiei, la fel și debitul de gaze, ceea ce produce scăderea Δp . După o întârziere datorită inerției termice a filtrului, temperatura la intrarea în filtru crește până la 650°C, ceea ce permite regenerarea; obturarea și regenerarea afectează și ele emisiile, conform fig. 2.14. HC scad odată cu obturarea, în contradicție cu creșterea HC, prin mărirea timpului de staționare la temperaturi mai mari.

Datorită perioadei de regenerare în care s-a observat creșterea temperaturii provocată de reacția exotermă, oxidarea HC a crescut, ducând la emisii HC sub nivelul de bază al motorului neobturat. CO a crescut în timpul regenerării, iar fumul a rămas constant.

Regenerarea prin obturarea evacuării se manifestă printr-o serie de fenomene. Pe măsură ce particulele se acumulează în filtru, temperatura gazelor crește cu creșterea rezistenței gazodinamice. Temperatura gazelor crește în

continuare, prin obturarea evacuării cu ajutorul unei supape din conducta de admisie în filtru.

Dacă temperatura din timpul regenerării atinge o limită prestabilită, o supapă se închide complet și o altă supapă by-pass, situată în colectorul de evacuare, se deschide, izolând complet filtrele. Când filtrele s-au răcit, reîncepe regenerarea sub control electronic. Regenerarea reprezintă mai puțin de 2% din timpul de funcționare al unui autobuz urban, iar emisiile din gazele evacuate prin by-pass sunt neglijabile.

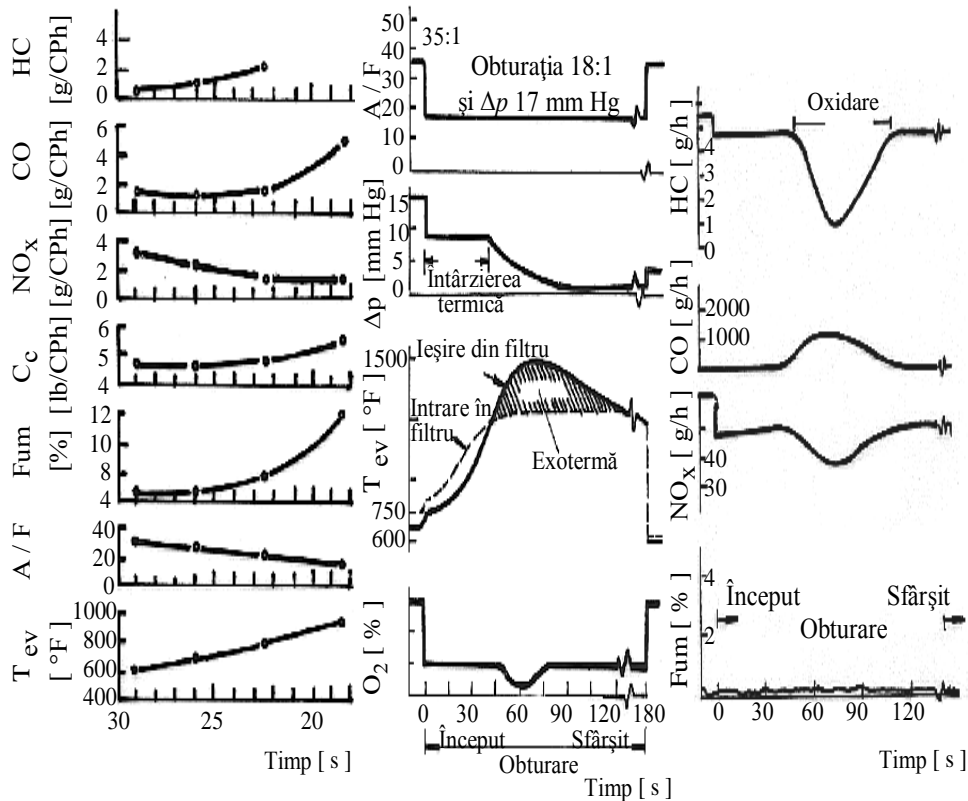


Fig.2.12.Efectul obturării asupra emisiilor,consumului de combustibil și fumului

Fig.2.13. Caracteristicile regenerării

Fig.2.14. Emisiile în timpul obturării

Avantajul acestui sistem este că nu folosește surse externe de energie (încălzitor electric sau arzător).

Dezavantajul acestui filtru este acela de a obține gradul de reținere dorit numai pentru un număr redus de regimuri de funcționare, exisând totodată pericolul ca fiabilitatea pieselor din instalația de evacuare să scadă din cauza regimului termic ridicat.

Regenerarea se poate combina cu aditivarea combustibilului.

2.5.3. Regenerare catalitică.

Ca o alternativă la ridicarea temperaturii în filtru, pentru producerea regenerării, în ultimul timp s-a dezvoltat o nouă metodă, care urmărește începerea regenerării, prin folosirea unei reacții catalitice în filtru, care are ca efect combustia particulelor la o temperatură mai scăzută.

Există două tipuri de filtre de particule, care folosesc efectul catalitic: unul folosește catalizatori care sunt depuși sau injectați în filtru, iar celălalt tip utilizează aditivi care sunt introduși în combustibil.

Filtrele cu depunere de catalizatori nu au fost prea larg dezvoltate, datorită faptului că motoarele ale căror gaze le filtrează trebuie să folosească motorină cu conținut foarte mic de sulf și efectul catalitic nu a fost prea puternic, datorită contactului insuficient dintre catalizator și particule.

Metoda de obținere a filtrului este:

- prepararea soluției pentru stratul intermediar prin măcinarea a 100 părți de zeolit și 80 părți de silică, împreună cu apă și acid azotic;
- imersarea în soluție a monolitului de cordierit cu 300 celule/m², având volumul de 1300 cm³;
- îndepărtarea surplusului de soluție prin suflarea monolitului cu aer comprimat;
- uscarea și coacerea monolitului în cuptor (o oră la 500°C);
- acoperirea cu un strat de zeolit de 50 μm grosime;
- îmbibarea monolitului cu o soluție apoasă de acetat de cupru cu 0,02 mol/litru, timp de 24 de ore;
- o nouă uscare și coacere a monolitului în cuptor (o oră la 500°C), pentru a produce trecerea ionilor de cupru din soluția de acetat pe suprafața zeolitului; eficiența acestui transfer de ioni este de 89% și cantitatea ionilor transferați este de 20 g/l.

Componentele puternic mirositoare, precum aldehidele, având punct de fierbere coborât, sunt absorbite de zeolit când temperatura gazelor arse este sub 200°C, reținându-se totodată și fumul alb și albastru.

La valori mai mari ale temperaturii gazelor arse, componentele puternic mirositoare sunt oxidate catalitic, transformându-se în compuși mai puțin mirositori.

Regenerarea catalitică se aplică mai ales la filtrele cu fibre ceramice, acestea având o serie de proprietăți care favorizează regenerarea pasivă; aceasta presupune evitarea vârfurilor de temperatură la sarcini mari și eliminarea emisiilor secundare la regenerările rapide:

- datorită repartiției uniforme a particulelor în filtru sunt evitate vârfurile de temperatură;
- temperaturile limită ale fibrelor pot fi numai cu 200°C deasupra temperaturii gazelor arse;
- suprafața mare a filtrului are proprietăți de acumulare mari.

Încercările cu aditivul Ferrocen au condus la scăderea temperaturii de regenerare la 400°C.

Emisia de particule se reduce în proporție de 80-90%, toate procesele decurg automat, rezervorul de acetyl-acetonă de 9l ajunge pe o rută de 60.000 km sau pe durata de funcționare pe mai mult de 1 an a autobuzului. Acest lichid activator, acetyl-acetona, este responsabil de poluări secundare.

Soluția a fost dezvoltată de firma Mann&Hummel și a fost preluată de firma Mercedes-Benz care a trecut la producția de serie dotându-și autobuzele; sistemul este comandat electronic, iar eficiența sa este de 80%, în medie, cu valori maxime

de 95%. În fig. 2.15.a. este ilustrată schema generală a instalației, iar în fig. 2.15.b., aspectul filtrului cu bujii cu înfășurări filamentare din fibre ceramice.

Acest filtru este alcătuit din mai multe cartușe filtrante care sunt tuburi din material refractar, perforate și înfășurate cu fibre ceramice; unul din capetele cartușului este obturat forțând gazele arse să treacă prin cartuș.

Fibrele ceramice sunt fibre continue, robuste și elastice, bobinate pe tub cu respectarea unor parametri specifici cum ar fi unghiul de bobinare, pasul și tensiunea de înfășurare. Fibra se înfășoară pe suportul tubular alternând pentru două straturi succesive sub unghiul de ± 450 față de generatoarea cilindrului mecanic. Zona perforată este acoperită în întregime de fibre.

Pentru ca sistemul să răspundă tuturor condițiilor de încărcare termică și mecanică, rezistența fibrelor ceramice la temperaturi înalte este completată de utilizarea oțelurilor inoxidabile pentru tuburile suport și pentru carcasa filtrului.

Toate aceste particularități constructive conduc la obținerea unui filtru cu rezistență remarcabilă la solicitările termice și mecanice, cu eficiență și durabilitate mari ca și cu posibilitatea efectuării regenerării pe motor.

În ultimii ani s-au studiat mulți aditivi, fiind evaluate proprietățile acestora de a reduce temperatura de aprindere a particulelor.

Principalele contribuții ale aditivilor în procesul de regenerare catalitică au fost identificate:

- aditivii reduc temperatura de aprindere a funinginei până la valori de 400°C în condiții de laborator și chiar mai scăzute în condiții de funcționare reale;
- aditivii nu reduc temperaturile maxime locale de regenerare în același mod;
- aditivii nu previn supraîncălzirea filtrelor când regenerarea începe la sarcini mari;
- calitatea regenerării nu este îmbunătățită după depășirea unei anumite concentrații limită;
- activitatea catalitică a aceluiași aditiv diferă substanțial cu tipul și regimul motorului;
- temperatura de evacuare, concentrația de oxigen și conținutul HC/SOF sunt parametri importanți ai procesului de regenerare.

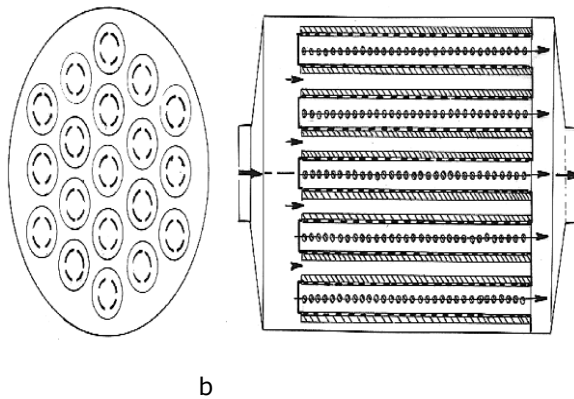
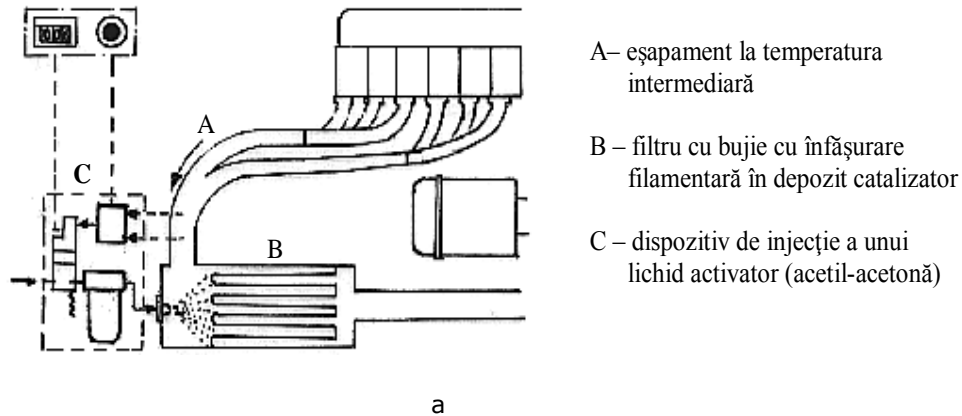


Fig.2.15. Instalația de filtrare [11]
 a-schema generala ;
 b-filtrul cu bujii si infasurari filamentare din fibre ceramice

Datele experimentale arată că un adaos de cupru în motorină, de 0,13 g/l, coboară cu aproximativ 200°C temperatura de aprindere a particulelor, iar manganul, în aceeași proporție, coboară temperatura cu 100...150°C față de cazul temperaturii de aprindere fără aditivi. Alte surse care au studiat aditivii pe bază de cupru au ajuns la următoarele concluzii:

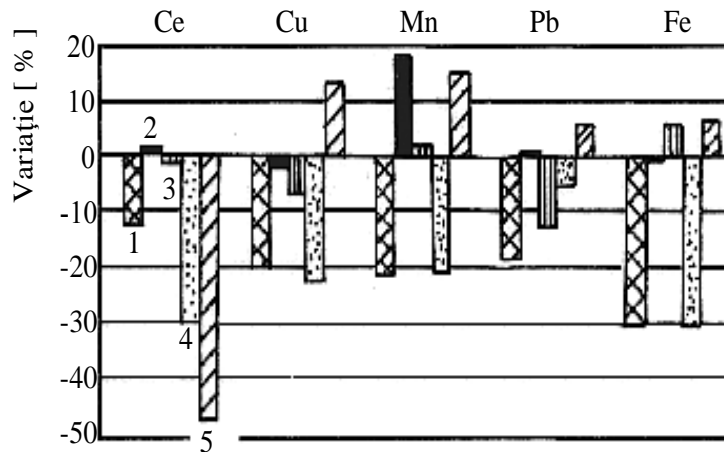
- eficiența reducerii particulelor în filtrul cu aditivi pe bază de cupru a fost de aproximativ 80%;
- temperatura de regenerare a scăzut cu 135°C;
- durata regenerării s-a redus de la 90 minute fără aditiv la 5,5 minute cu 15 ppm Cu și la 1 minut cu 30 ppm Cu;
- filtrul a reținut peste 95% din particulele care au conținut Cu; această determinare s-a făcut datorită faptului că oxidul de cupru eliminat în atmosferă este de asemenea o substanță toxică.

Aditivul pe bază de fier cel mai cunoscut este ferrocenul – Fe + diciclo-pentadienyl, este foarte răspândit în Germania fiind studiat pe motoarele firmelor KHD, Mercedes, MAN, VW și Opel.

În prezent cel mai promițător aditiv este cerium, care reduce semnificativ emisia de particule fără a crește ceilalți poluanți gazoși (fig. 2.16.).

În afara efectului pe care aditivul îl produce în filtru, mai sunt unele efecte negative care pot primejdi un produs:

- deteriorarea proprietăților combustibilului;
- uzuri și depuneri în motor;
- reactivitate prea mare în filtru;
- reactivitate chimică cu substratul filtrului.



1 – CO, 2 – HC, 3 – NO_x, 4 – Particule, 5 – SOF

Fig. 2.16. Efectul aditivilor asupra emisiilor poluante. [59]

Aditivii pe bază de cerium au toxicitatea practic nulă și nu implică riscuri asupra sănătății umane. Spre deosebire de aditivii cu Cu sau Fe care, după inițierea regenerării, imprimă reacție de oxidare o viteză explozivă și curbei de presiune un aspect de dinți de fierăstrău, ceriumul asigură producerea regenerărilor la intervale mai scurte și la presiuni cvasi-constante.

Alte avantaje ale compușilor cu cerium sunt următoarele:

- regenerare cvasicontinuă la sarcini și turații reduse;
- temperaturi maxime locale în filtru relativ scăzute;
- contrapresiune relativ constantă;
- reducere a particulelor fără filtru de 20% și cu filtru de 90%;
- colectare în filtru în proporție de 97% a ceriumului emis.

Sistemul de injecție a aditivului este format dintr-o pompă electrică de presiune, dintr-un rezervor metalic de aditiv și o supapă de injecție. Pompa de presiune asigură o suprapresiune de 0,5-0,7 bar. Comutatorul pompei își schimbă poziția când presiunea iese din interval. La un număr de rotații ale arborelui cotit, supapa se deschide pentru câteva milisecunde. Aditivul este injectat în conducta de alimentare cu combustibil a pompei de injecție; astfel în pompă există un amestec

omogen de combustibil și aditiv. Capacitatea rezervorului de aditiv este de 1,6 gal și acoperă 100.000 mile.

2.5.4. Regenerare aerodinamică.

Regenerarea termică periodică a filtrelor monolit necesită folosirea unor dispozitive de supraveghere și control complicate și adesea provoacă deteriorarea termică din cauza fisurilor sau topirii monolitului. Introducerea regenerării aerodinamice a rezolvat unele dintre problemele menționate, prin limitarea nivelului termic din monolit.

Regenerarea aerodinamică utilizează pulsuri scurte de aer comprimat, care parcurg filtrul în sens invers gazelor evacuate; aerul este conținut într-un rezervor de presiune de 4-6 atm și presiunea la intrare în filtru de 1-2 atm.

Funinginea se colectează într-o cameră amplasată sub monolit și care se curăță fie prin ardere, fie prin colectare într-un aspirator.

Astfel de filtre cu regenerare aerodinamică pot asigura un curent de gaze arse răcit necesar pentru recircularea gazelor arse (EGR) și pot reduce hidrocarburile volatile nearse (VOC) prin condensare pe particule reținute.

Regenerarea se efectuează periodic, când se atinge o valoare limită a căderii de presiune se declanșează o frecvență formată din 3 pulsuri scurte, de o fracțiune de secundă, de aer comprimat care parcurge monolitul.

Rezervorul de aer comprimat este menținut la 5 atm, iar la intrarea în filtru presiunea aerului este de 1,5 atm în timpul regenerării. Această ultimă valoare trebuie menținută, căci la valori mai mici filtrul nu se curăță suficient de bine. Funinginea este reținută în incinerator și particulele sunt arse sau extrase cu un aspirator printr-un orificiu special.

Schema instalației de regenerare combinată cu cea de EGR (pentru reducerea NO_x) este ilustrată în fig. 2.17.[54]

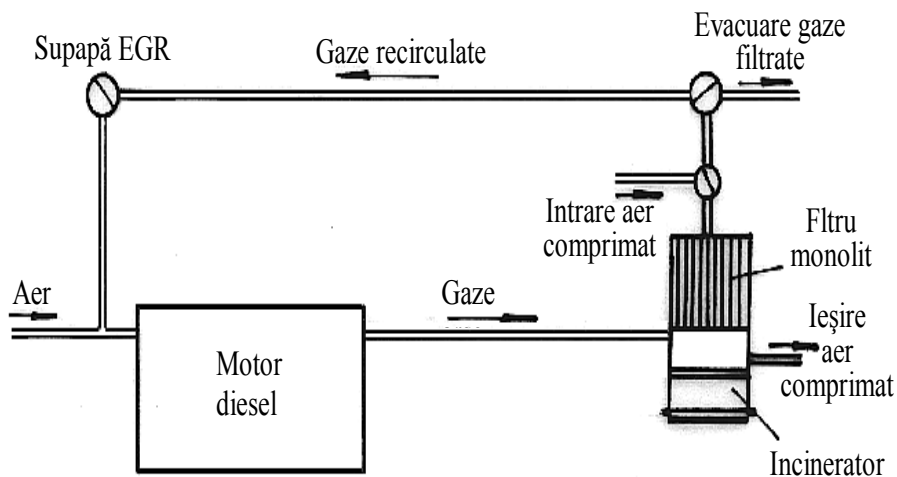


Fig.2.17.

2.5.5. Regenerarea prin alte măsuri aplicate motorului.

Situarea temperaturii de regenerare la 400°C prin folosirea aditivilor nu este suficientă, această temperatură nefiind atinsă decât în anumite zone de funcționare ale motorului. Pentru cazul unui motor de 12 l cu injecție directă și supraalimentare, cartograma temperaturilor de evacuare este reprezentată în fig. 2.18.

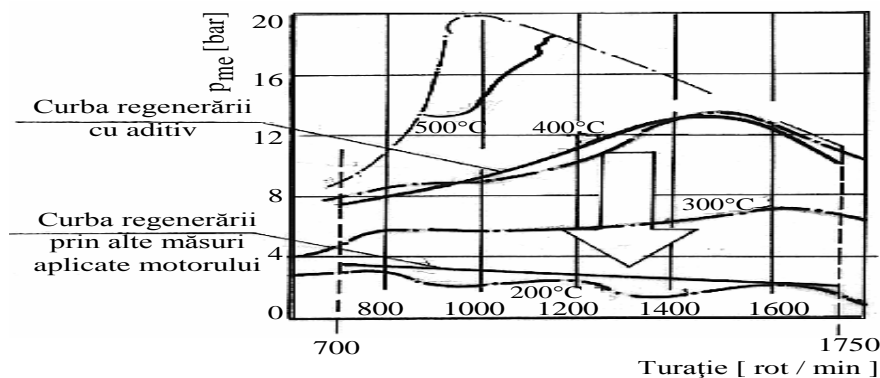


Fig.2.18.Efectul măsurilor de scădere a temperaturii de evacuare.[54]

Pentru funcționarea motorului în zonele critice este necesar să se aplice o serie de procedee de creștere a temperaturii gazelor arse, creștere provocată și comandată de echipamentul de control al motorului.

Principalele tehnici utilizate sunt:

- creșterea temperaturii aerului aspirat de motor- este cea mai simplă metodă pentru motoarele supraalimentate și cu răcire intermediară, obținându-se prin întreruperea circulației în răcitorul intermediar prin by-pass fie al aerului, fie al lichidului de răcire;
- aplicarea recirculării gazelor arse;
- variația avansului la injecție prin modificarea cartogramei de avans din pompa de injecție comandată electronic;
- creșterea căderii de presiune în sistemul de evacuare- se realizează simplu cu o supapă fluture- se poate adapta pentru motoarele fără control electronic al motorului;
- descreșterea presiunii de supraalimentare prin deschiderea supapei de descărcare, la motoarele supraalimentate;
- creșterea depresiunii aerului pe traseul de admisie prin aplicarea unei supape fluture.

Creșterea temperaturii gazelor arse înrăutățește randamentul motorului și crește consumul de combustibil cu circa 30% pe perioada regenerării, totuși durata scurtă a regenerării, față de durata de funcționare, nu duce la creșteri semnificative ale consumului de combustibil.

3. Cu privire la inventarierea transportului rutier greu în legătură cu noxele trimise în atmosferă, în țările europene.

3.1. Strategii și norme europene de reglementare

3.1.1. Norme de drept, prescripții

Recomandările de utilizări cantitative a biocombustibililor în UE și a prescripțiilor fiind un produs biologic care se obține din deșeuri agricole, ale silviculturii, din industrie sau casnice care se pot descompune biologic.

Conform acestora, biocombustibilii de bază sunt: bioetanolul, biodieselul, biogazul și uleiurile vegetale.

În ceea ce privește utilizarea ca și combustibil dintre biocombustibili pentru înlocuirea benzinei, respectiv pentru amestec se pot lua în considerare bioalcolii, în calitative sunt reglementate de directiva 30/2003 a UE. Modul de subvenție a biocombustibililor este reglementat de directiva 96/2003 a UE, dar sunt doar niște directive generale, deoarece permite scăderea sau eliminarea accizei biocombustibililor.

Din această cauză se întâmplă ca nici o țară nu subvenționează răspândirea biocombustibililor, ci pur și simplu impun cantitatea de biocomponenți prezenți în benzină și motorină. Față de această situație alte țări au reduceri de impozit pentru a ajuta răspândirea biocombustibililor. Cu toate acestea, nu există posibilitatea ca subvenția să depășească eliminarea accizelor. Aici trebuie amintit și de directiva 99/93 a UE despre obligația constituirii stocurilor, deoarece aceasta se referă în principal la combustibilii pe bază de uleiuri minerale.

Directiva 30/2003 a UE din 8 mai 2003 a Parlamentul European și Consiliul Europei stipulează că în fiecare țară membră trebuie sprijinită utilizarea combustibililor de origine biologică și în cadrul acestora în cazul autovehiculelor care pot înlocui parțial benzina și motorina, combustibilii obținuți din țuței și care în prezent se folosesc aproape în mod exclusiv.

Ca bază a Directivei trebuie amintită Conferința din Goteborg din 15-16 iunie 2001 unde s-a adoptat strategia referitoare la dezvoltarea sustenabilă, a cărei recomandare printre altele este suportul folosirii pe scară tot mai largă a biocombustibililor ca surse regenerabile.

Conform directivei amintite se pot considera biocombustibili combustibilii obținuți din biomasă în stare lichidă sau gazoasă.

Directiva definește biomasă ca amestec sau pentru înlocuirea motorinei se pot lua în considerare biodiesel-ul, din cauza asemănării proprietăților fizico-chimice și motorice.

Intenția celor care au creat Directiva se poate sintetiza în funcție de intenția de a se folosi biocombustibili în următorul mod:

Pentru a se reduce emisiile de CO₂ care provoacă încălzirea globală datorită efectului de seră, singura posibilitate viabilă pe termen scurt și mediu este utilizarea biocombustibililor.

Conform art. 3 a directivei amintite, scopul a fost ca în statele membre în ceea ce privește circulația procentul biocombustibililor să ajungă la procentul de 2,00 % din cantitatea de benzină și motorină utilizată până la data de 31 decembrie 2005, iar până la data de 31 decembrie 2010 să ajungă la procentul de 5,75.

Ținând cont că puterea calorică a alcoolilor obținuți din uleiurile vegetale este mai scăzută decât al motorinei pe bază de țiței, respectiv a benzinei, ca și volum aceste procente vor fi mai mari.

Dealtfel Cartea Verde a Comisiei Europene despre „Strategia europeană a siguranței alimentare cu energie” își propune ca scop ca în domeniul traficului până în anul 2020, 20% din combustibilii clasici să fie înlocuiți cu combustibili alternativi.

În privința biocombustibililor se pot lua în considerare următoarele trei posibilități:

- biocombustibilii curați, respectiv în amestec în procent mare (70-90%) cu derivați din țiței.
- biocombustibilii în amestec în procent mic (2-15%) cu combustibilii clasici astfel încât autovehiculul să îndeplinească normele europene (EN228, EN 590).
- derivatele obținute din biocombustibilii de bază, de exemplu ETBE, RME, etc.

3.1.2. Strategia legată de biomasă și biocombustibil

Proiectul referitor la biomasă a fost întocmit în 2005 și impune măsuri pentru dezvoltarea energiei obținută din biomasă (lemn, deșeuri și produse agricole) prin înființarea unor stimulente de piață, respectiv îndepărtează piedicile din fața dezvoltării și impunerii lor pe piață.

Potențialul biomasei:

UE în prezent își acoperă 4% din necesarul de energie folosind biomasa. Dacă și-ar folosi în totalitate potențialul său propriu, până în anul 2010 utilizarea biomasei s-ar putea dubla (de la 69 mtoe din 2003 la aproximativ 185 mtoe), în timp ce ar corespunde practicilor corecte în agricultură, ar asigura producția de biomasă fără ca să afecteze în mod semnificativ producția internă de alimente.

Intrarea Bulgariei și României în UE îmbunătățește disponibilitatea acestor surse și importurile oferă posibilitatea măririi potențialului.

Conform evaluării Comisiei, măsurile care fac parte din proiect conduc la mărirea utilizării biomasei până la 150 mtoe. Acesta este mai puțin decât întregul potențial și este în concordanță cu scopurile referitoare la energia regenerabilă.

Cheltuieli și venituri:

Creșterea utilizării biomasei în 2010 ar avea următoarele avantaje:

- diversificarea asigurării energiei regenerabile pentru Europa prin creșterea cu 5% a energiei regenerabile, respectiv prin scăderea importurilor de energie de la 48% la 42%;
- scăderea emisiilor gazelor care provoacă efectul de seră;
- loc de muncă direct în acest domeniu pentru 250-300.000 persoane, în primul rând în regiunea rurală.

Diferite studii publică date considerabil de diferite;

- datorită cererii mai scăzute, se poate întâmpla ca prețul produselor din țiței să scadă.

Considerând mai scăzut cu 10% prețul combustibililor fosili, cheltuielile măsurabile direct se poate estima la 9 miliarde euro pe an.

Din această sumă 6 miliarde euro ar reveni biocombustibililor folosiți în transport, iar 3 miliarde euro pentru biomasa folosită pentru producerea energiei electrice (biomasa folosită pentru încălzire deseori este un produs competitiv).

Aceste valori corespund creșterii prețurilor benzinei și motorinei cu 1,5 cenți/l, a energiei electrice cu 0,1 cenți/kWh. Pentru a fi competitiv, biodieselul trebuie să coste aproximativ 95 euro barilul. Dacă costurile combustibililor fosili ar reflecta cheltuielile externe, mai multe forme de biomasă ar fi competitive.

Se poate conta pe avantaje și din faptul că în aceste ramuri rolul de conducere a UE se lărgeste. Aceste avantaje probabil se pot obține fără ca să apară alte poluări sau pagube produse mediului.

Concepțiile referitoare la biocombustibili :

Strategia unională referitoare la biocombustibili dorește să realizeze trei scopuri:

- sprijinirea în continuare a biocombustibililor în UE și în țările în curs de dezvoltare, asigurarea ca din punct de vedere a producției și utilizării din punctul de vedere al mediului să fie pozitiv în mod global, respectiv ca ținând cont de competitivitate să contribuie la atingerea obiectivelor strategiei stabilite la Conferința de la Lisabona.
- pregătire pentru utilizarea pe scară largă a biocombustibililor prin producerea optimizată a materiei prime speciale datorită structurii de preț mai avantajoase, cercetări în planul biocombustibililor de generația a doua, respectiv sprijinirea intrării produselor pe piață cu intensificarea proiectelor demonstrative și eliminarea impedimentelor care nu sunt de natură tehnică.
- exploatarea posibilităților altor țări în curs de dezvoltare de a produce materii prime pentru biocombustibili, respectiv evaluarea rolului posibil a UE în domeniul susținerii producției de biocombustibili.

Biocombustibilii din prima generație simplă la realizarea obiectivelor Conferinței de la Kyoto prin înlocuirea unui procent de benzină și motorină cu biocombustibili. Acest lucru poate fi realizabil mai ales dacă efectele pozitive se vor extinde asupra tuturor autovehiculelor.

La nivelul Europei este deosebit de important dezvoltarea unui produs de înlocuire a combustibilului diesel, deoarece UE momentan este importator net de combustibil diesel și totodată exportator de benzină.

Biocombustibilii produși în UE datorită cheltuielilor lor ridicate nu pot concura nici cu folosirea celor mai noi tehnologii cu combustibilii fosili. Cu tehnologiile folosite în prezent biodieselul din UE devine rentabil la prețul de 60 euro/baril, pe când bioetanolul devine rentabil la prețul de 90 euro/baril față de prețurile de petrol așa cum se poate citi în Proiectul biocombustibililor. În trecutul apropiat prețul mondial al barilului de țiței era între 60 și 80 USD.

Figura 3.1. arată că deși se poate observa o mică scădere a prețului mondial al țițeiului, se poate conta în mod real cu îmbunătățirea semnificativă și susținută a competitivității biocombustibililor.

20

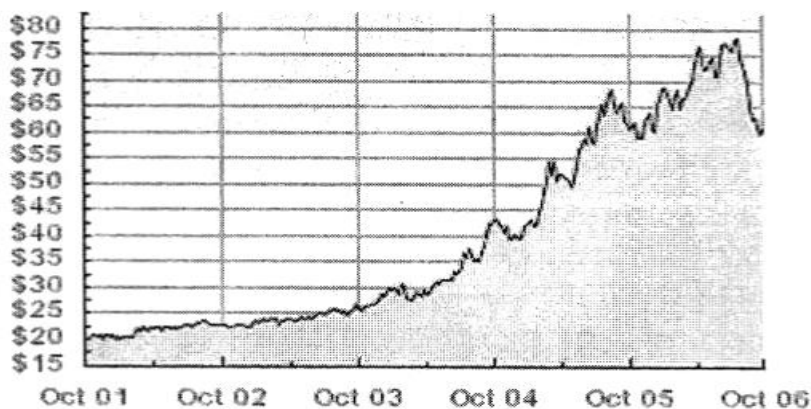


Fig.3.1. prețul țițeiului în perioada 2001-2006
sursă: www.oil-price.net [39]

Biocombustibilii în transport se poate folosi ca și combustibil alternativ , ca și ceilalți înlocuitori, de exemplu GPL-ul, gazul metan comprimat și hidrogenul. Cu toate acestea, biocombustibilii disponibili în prezent se poate considera ca o soluție intermediară pentru a se reduce emisiunile de gaze care provoacă efectul de seră, pentru diversificarea surselor de energie folosite în transporturi, respectiv în pregătirea economiei UE pentru alternative încă nedefinitivate.

Prin susținerea activă a tendinței globale a biocombustibililor și prin asigurarea producției active se pot exploata și exporta experiența și cunoștințele dobândite în timp ce prin continuarea cercetărilor poate să asigure rămânerea în prima linie tehnologică.

Crearea unei strategii unionale clare va atrage după sine și scăderea cheltuielilor de producție.

Din punct de vedere a succesului strategiei biocombustibililor este de o importanță mare asigurarea materiei prime. Din această cauză, dacă este necesar se vor revizui și modifica unele directive a politicii agrare.

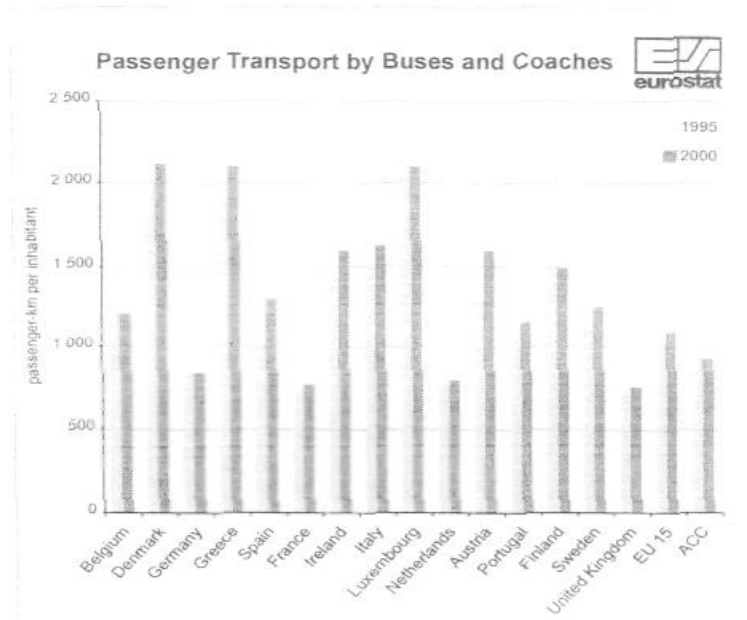
Inventarierea transportului în țările UE conform Eurostat arată în felul următor:

1.Transportul de pasageri cu autobuze si autocare

Dupa automobilele de pasageri, cei mai mulți km sunt parcurși în UE15 cu autobuzul sau autocarul, mai mult decat cu orice alt mijloc de transport intern(Fig.3.2).Cu aproape 1100 km parcursi pe cap de locuitor, înseamna mai mult cu 300 km decat transportul feroviar.

Cifrele sunt destul de diferite, Olanda pe de parte cu 2116 km parcursi pe cap de locuitor anual și Marea Britanie pe de alta, cu 753 km. In perioada 1995-2000 acest coeficient a fost relativ stabil în UE15, media crescand usor de la 1027 la 1094.

Aceeași tendința se poate observa și în țările EFTA, cu o creștere a mediei de la 852 km la 909 km, pe când în țările aderante și cele candidate la UE s-a putut observa o ușoara scadere (țări candidate: de la 1076 km la 973 km). Valorile extreme se pot observa în Estonia, 1921 km, si Bulgaria, cu 164 km.



Data Source: Eurostat, DG for Energy and Transport

Fig3.2.Transportul de pasageri cu autobuze si autocare [68]

2.Transportul aerian internațional de pasageri

Avionul este pe departe mijlocul de transport care câștigă tot mai mult teren pentru pasagerii din UE, cu o creștere medie anuală de 7,33% în UE15 și 8,46% în țările aderante în perioada 1995-2000.

Două state UE (Irlanda și Belgia), precum și patru state aderante (Cehia, Estonia, Ungaria și Polonia) chiar au înregistrat mai mult de 10% din creșterea medie anuală.

Chiar și cu restricția explicată în nota de subsol, se poate considera că în medie, fiecare locuitor UE15 a făcut în 2000 mai mult de o călătorie internațională. (Fig.3.3 și Fig.3.4)

Cel mai mare număr de călătorii internaționale din UE15 a fost înregistrat în Irlanda, iar cel mai scăzut în Italia (în Irlanda de 5,5 ori mai mult decât în Italia). În ceea ce privește țările aderante, numărul de pasageri internaționali poate fi foarte diferit de la o țară la alta.

Cifrele extreme se înregistrează pe de o parte în Cipru și Malta, adică aproape 8 pasageri internaționali pe cap de locuitor, iar pe de altă parte în Slovacia, care înregistrează o cifră de 0.03.

În ceea ce privește Cipru și Malta, cifrele reflectă importanța turismului. În cazul Slovaciei, cifra foarte scăzută poate fi probabil explicată și prin faptul că Bratislava, capitala Slovaciei începând cu 1993, este foarte aproape de capitala Austriei (cu aeroportul Viena Internațional).

(passengers per thousand inhabitants)

	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Belgium	1 234	1 315	1 564	1 811	1 956	2 106
Denmark	2 292	2 450	2 632	2 850	3 019	3 204
Germany	895	934	996	1 038	1 120	1 199
Greece	1 847	1 739	1 906	1 874	2 127	2 300
Spain	1 403	1 453	1 580	1 743	1 922	2 031
France	772	844	895	961	1 029	1 113
Ireland	2 589	2 598	3 247	3 574	3 909	4 217
Italy	513	544	585	609	676	767
Luxembourg	3 075	3 062	3 381	3 487	3 640	3 775
Netherlands	1 642	1 794	2 027	2 206	2 357	2 538
Austria	1 276	1 356	1 459	1 576	1 641	1 753
Portugal	956	966	1 018	1 144	1 219	1 310
Finland	1 115	1 131	1 253	1 356	1 344	1 468
Sweden	1 191	1 303	1 442	1 559	1 716	1 836
United Kingdom	1 723	1 784	1 935	2 118	2 243	2 390
EU 15	1 127	1 179	1 283	1 383	1 492	1 604
Iceland	3 526	3 901	4 124	4 565	4 835	5 263
Liechtenstein	-	-	-	-	-	-
Norway	1 400	1 500	1 600	1 600	1 662	1 832
Switzerland	3 005	3 116	3 425	3 628	3 990	4 364
Czech Republic	317	370	410	430	477	551
Estonia	245	291	341	384	388	408
Cyprus	6 250	5 873	6 157	6 683	7 256	7 965
Latvia	195	200	215	227	234	243
Lithuania	113	117	129	142	146	157
Hungary	287	325	356	390	430	470
Malta	6 862	6 885	7 337	7 616	7 869	7 789
Poland	70	74	87	104	112	122
Slovenia	326	341	366	407	462	509
Slovakia	24	24	29	39	29	27
ACC*	240	253	278	305	330	360
Bulgaria	264	264	272	277	260	256
Romania	73	71	70	75	80	92
Turkey	290	326	355	333	267	334
CC 13*	236	256	278	284	270	310

*Pasagerii care călătoresc între două țări care se află în același agregat se numără de doua ori în acest agregat (ACC sau CC13)

Fig3.3.

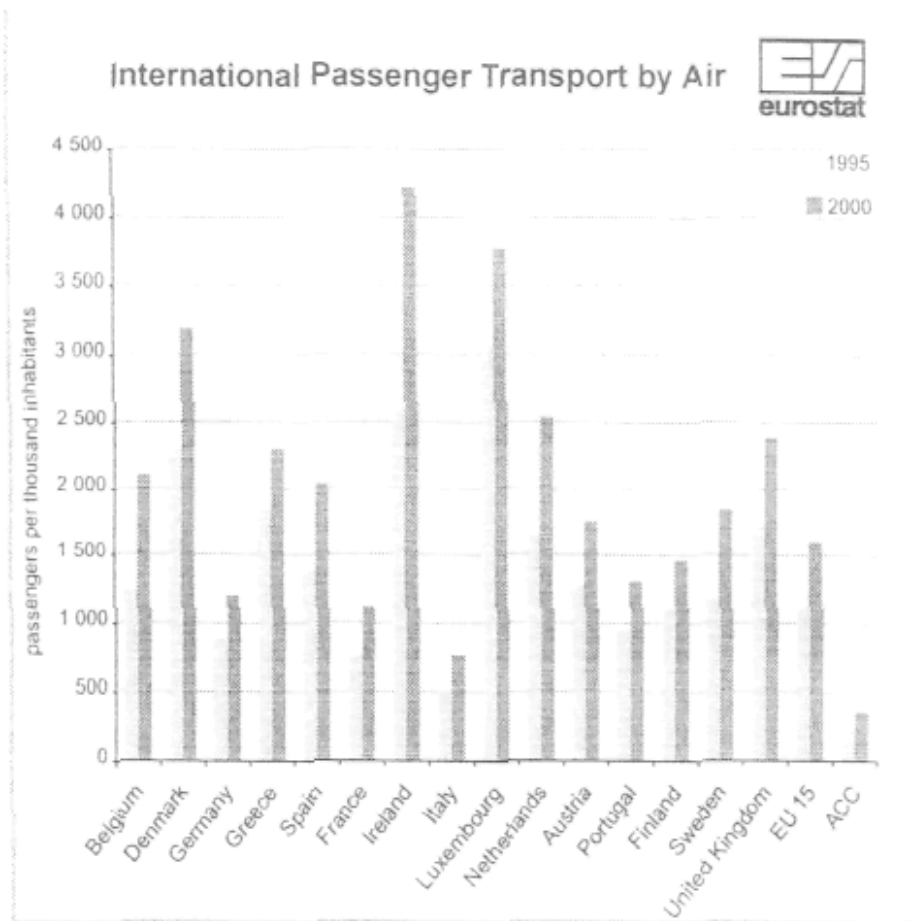


Fig.3.4.

3. Transportul maritim de pasageri

Transportul maritim de pasageri a fost redus cu 10% in UE în perioada 1997-2000. Cifrele trebuie tratate cu atenție: acestea iau în considerare pasagerii care au făcut calatoriile naționale, internaționale între statele din UE și din afara UE.

Astfel, pasagerii din traficul național și internațional din UE sunt numărați de două ori, o dată la imbarcare și o dată la debarcare. Deși porturile italiene au înregistrat cel mai mare număr de pasageri, Danemarca a fost țara cu cifra cea mai ridicată de pasageri la mia de locuitori. Începând cu 1997 cifrele înregistrate în Danemarca au început să scadă. Aceasta scădere poate fi atribuită în mare măsură discontinuității serviciilor de feribot Storeb. It.

Atât caracteristicile geografice ale țării cu numeroase feriboturi între diferitele insule daneze, cât și legăturile de feribot cu Germania, Suedia și Norvegia explică cifrele ridicate. Suedia este pe locul doi, în ciuda unei scăderi de 11% în comparație cu 1999. (Fig 3.5. și Fig 3.6.)

Responsabile în mare masura pentru frecventarea porturilor suedeze sunt feriboturile din și spre Danemarca și Germania. În timpul perioadei analizate cifrele înregistrate de Belgia și de Franța arată o scădere semnificativă în 2000, în comparație cu anii anteriori.

Scăderea ar putea fi explicată printr-o consolidare a legăturilor de feribot și prin faptul că un număr din cei mai mulți pasageri aleg să utilizeze legătura prin Channel Tunnel cu serviciile feroviare "Eurostar".

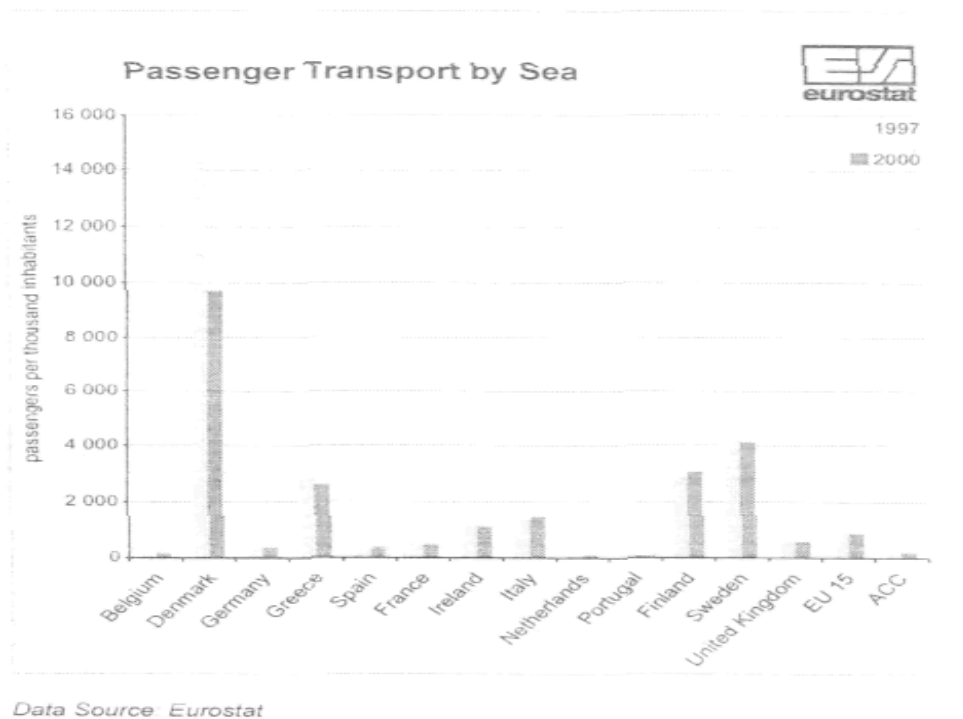


Fig.3.5.

Passenger Transport by Sea

(passengers per thousand inhabitants)

	1997	1998	1999	2000
Belgium	191	166	152	148
Denmark	14 367	11 962	10 775	9 707
Germany	380	380	380	382
Greece	3 073	3 363	3 528	2 600
Spain	354	389	409	365
France	569	528	519	473
Ireland	1 192	1 261	1 160	1 110
Italy	1 394	1 400	1 482	1 495
Luxembourg	-	-	-	-
Netherlands	126	117	123	126
Austria	-	-	-	-
Portugal	47	47	46	52
Finland	2 955	3 102	3 126	3 084
Sweden	4 629	4 717	4 693	4 122
United Kingdom	615	623	602	567
EU 15	983	960	956	887
Iceland	:	:	:	:
Liechtenstein	-	-	-	-
Norway	1 300	1 400	1 500	1 500
Switzerland	-	-	-	-
Czech Republic	-	-	-	-
Estonia	4 207	4 661	5 213	5 428
Cyprus	963	984	1 094	1 367
Latvia	25	41	31	32
Lithuania	19	21	21	29
Hungary	-	-	-	-
Malta	7 718	7 729	8 256	8 198
Poland	56	60	81	116
Slovenia	22	21	19	19
Slovakia	-	-	-	-
ACC	161	172	195	218
Bulgaria	3	1	-	-
Romania	:	:	:	:
Turkey	33	29	17	20
CC 13	:	:	:	:

Data Source: Eurostat



Fig.3.6.

Inventarierea emisiilor de gaze produse de transporturi în țările UE conform Eurostat se prezintă astfel:

Emisiile totale de gaze care produc efectul de seră în echivalenți Mt CO₂ este prezentata in figura 3.7.

Total Greenhouse Gas Emissions in Mt CO₂ Equivalents

	1990	1995	(Mt) 2000
Belgium	143.1	153.5	151.9
Denmark	69.4	77.4	68.5
Germany	1 222.8	1 071.2	991.4
Greece	104.8	110.4	129.7
Spain	286.4	318.1	386.0
France	551.8	547.1	542.3
Ireland	53.4	57.2	66.3
Italy	522.1	528.1	543.5
Luxembourg	10.8	7.7	5.9
Netherlands	210.3	223.6	216.9
Austria	77.4	78.6	79.8
Portugal	65.1	73.3	84.7
Finland	77.1	75.2	74.0
Sweden	70.6	72.7	69.4
United Kingdom	742.5	685.5	649.1
EU 15	4 207.6	4 079.8	4 059.3
Iceland	2.1	2.3	2.6
Norway	52.0	51.6	55.3
Czech Republic	192.0	150.9	146.7
Estonia	43.5	22.3	19.7
Cyprus	5.0	6.0	7.0
Latvia	31.0	13.4	10.6
Lithuania	51.5	23.9	23.9
Hungary	86.6	77.9	83.8
Malta	2.2	2.7	2.8
Poland	459.0	416.5	384.6
Slovenia	18.3	19.0	19.8
Slovakia	72.6	54.1	48.5
ACC	961.8	786.7	747.4
Bulgaria	137.7	98.1	77.6
Romania	229.1	164.0	164.0
Turkey	167.4	197.2	256.2
CC 13	1 496.1	1 246.0	1 245.2

Fig.3.7.

Nota: Emisiile totale de gaze cuprind grupul Kyoto de șase gaze care produc efectul de seră: CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC și SF₆, conform potențialului lor de încălzire globală exprimat în echivalenți CO₂.

Datele exclud emisiile și înlăturările datorită schimbărilor în modalitățile de utilizare a solului și exploatarea a pădurilor.

Scăderea emisiilor totale din perioada 1990-1995 în UE15 nu s-a menținut în perioada imediat următoare, 1995-2000 (Fig.3.8). Dintre statele care nu fac parte din UE, numai Malta, Cipru, Slovenia și Turcia au înregistrat creșteri ale emisiilor de gaze. Toate celelalte state au înregistrat reduceri semnificative.

Acest fapt poate fi asociat cu reducerea consumului de energie, prezentat în capitolul despre energie din această publicație

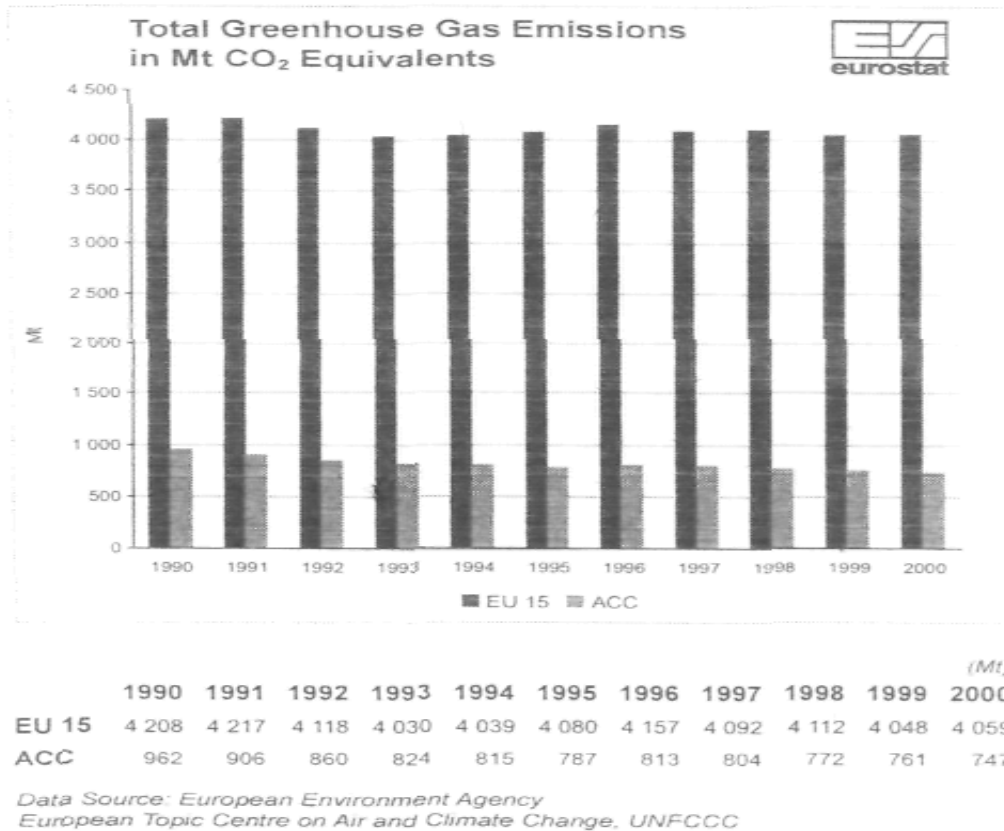


Fig.3.8.

Emisiile totale de gaze care cauzează efectul de seră din anul bază și obiectivele conform protocolului Kyoto pentru 2008-12

Nota: Datele pentru ACC (țări aderante) exclud Malta și Cipru; pentru CC13 (țări candidate la UE) se exclude Turcia.

Anul baza: toate țările din UE au selectat anul 1990 ca bază pentru calcularea primelor trei gaze care cauzează efectul de seră. Protocolul de la Kyoto permite o alegere între 1990 și 1995 ca bază pentru calcularea primelor trei grupuri de gaze fluorinate.

Selecțiile făcute de CC13, diferite de anul 1990 sunt: Bulgaria și Polonia – 1998, Ungaria – 1985-1987, România – 1989, Slovenia – 1986.

Nu există nici un fel de ținte de atins pentru Cipru, Malta și Turcia, ori pentru grupurile ACC și CC13.

Ținta care trebuie atinsă și care a fost stabilită de UE15 prin protocolul de la Kyoto este o reducere de 8% în raport cu valorile înregistrate în 1990. O reducere de 3,5% s-a obținut în ultimii zece ani. Acest fapt ar putea constitui un semn bun ca scopurile vor fi în cele din urmă realizate.

Emisiile totale de gaze care cauzează efectul de seră în anul 2000 și scopurile stabilite de UE este prezentată în figura 3.9 și figura 3.10.

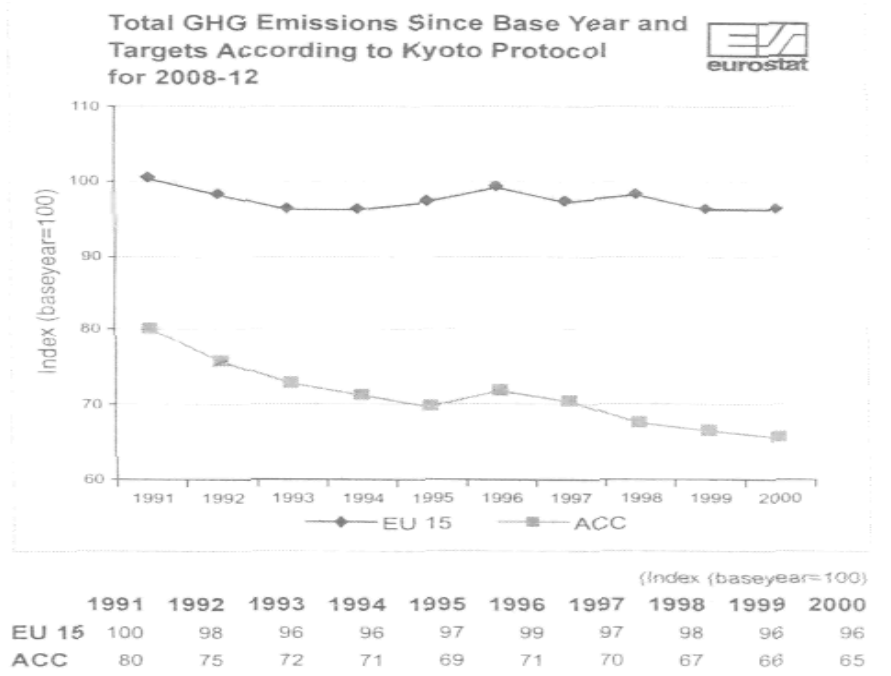


Fig.3.9.

	1990	(Mt) 2000	Change 1990-2000	Per cent (%) Target for 2008-2012
Belgium	143.1	151.9	6.2	-7.5
Denmark	69.4	68.5	-1.2	-21.0
Germany	1 222.8	991.4	-18.9	-21.0
Greece	104.8	129.7	23.8	25.0
Spain	286.4	386.0	34.8	15.0
France	551.8	542.3	-1.7	0.0
Ireland	53.4	66.3	24.0	13.0
Italy	522.1	543.5	4.1	-6.5
Luxembourg	10.8	5.9	-45.1	-28.0
Netherlands	210.3	216.9	3.1	-6.0
Austria	77.4	79.8	3.1	-13.0
Portugal	65.1	84.7	30.1	27.0
Finland	77.1	74.0	-4.1	0.0
Sweden	70.6	69.4	-1.7	4.0
United Kingdom	742.5	649.1	-12.6	-12.5
EU 15	4 207.6	4 059.3	-3.5	-8.0

*Data Source: European Environment Agency
European Topic Centre on Air and Climate Change, UNFCCC*

Fig.3.10.

Emisiile totale de gaze care cauzează efectul de seră în anul 2000 și scopurile stabilite de UE este prezentata in figura 3.11.

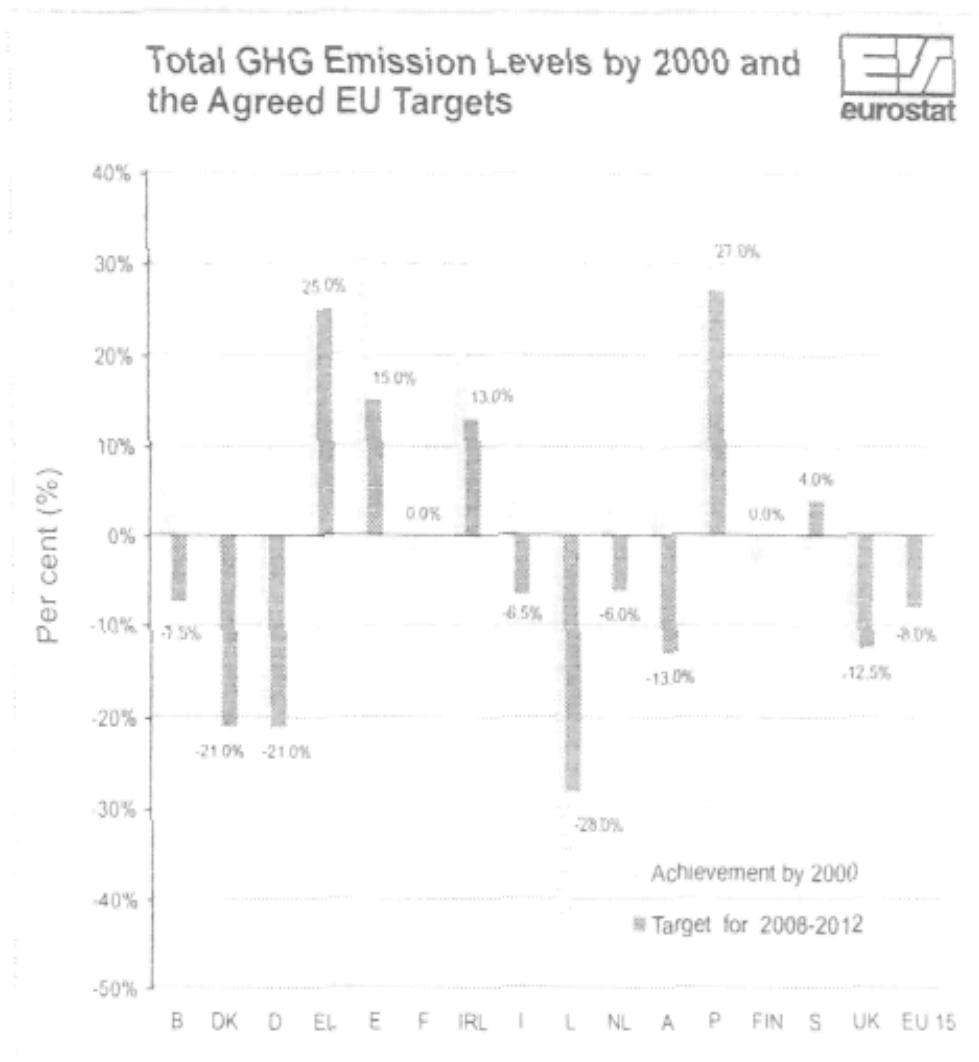


Fig.3.11.

Decizia consiliului 2002/358/EC a stabilit un procent de creștere sau scădere a emisiilor de gaze care cauzează efectul de seră pentru fiecare dintre statele care fac parte din UE15. A fost permisă o creștere în cazul Spaniei, Portugaliei, Irlandei și Greciei pentru că se explica astfel coeficientul ridicat de dezvoltare economică, o creștere mai mică a fost permisă Suediei, și o valoare 0 în cazul Franței și Finlandei.

Cu toate acestea, Portugalia, Spania și Irlanda au depășit deja nivelul permis, iar Grecia a ajuns la sfârșitul lui 2000 aproape la nivelul maxim permis. Franța, Finlanda și Suedia înregistrează o scădere a nivelului de emisii.

Emisiile de CO₂ provenite din arderea de combustibil și raportate la sectoarele principale este prezentată în figura 3.12.

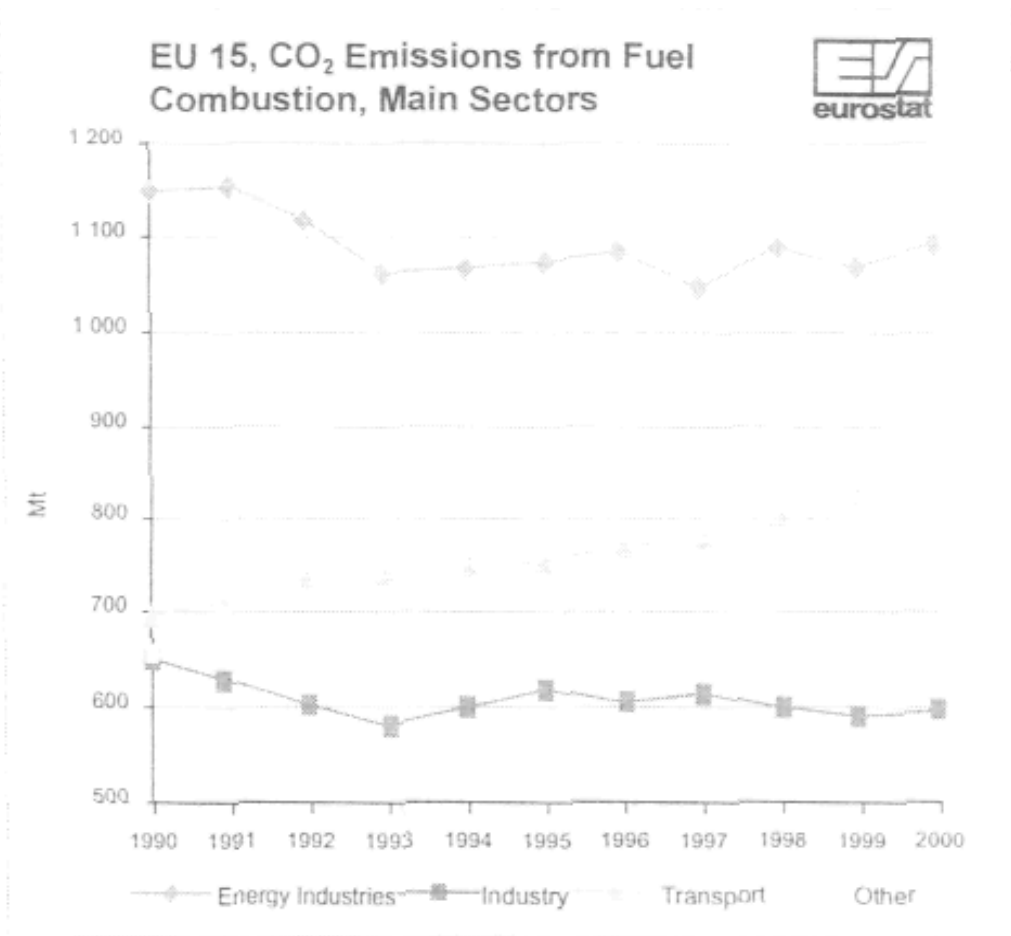
CO₂ Emissions from Fuel Combustion, Main Sectors

	(Gg)							
	Energy industries		Industry		Transport		Other	
	1990	2000	1990	2000	1990	2000	1990	2000
B	28 572	27 357	33 023	32 344	19 610	23 999	28 005	30 425
DK	26 202	25 250	5 605	5 823	10 381	12 028	9 078	7 592
D	412 896	337 466	196 457	139 425	162 281	182 910	215 199	171 958
EL	43 302	55 058	9 792	10 415	18 039	21 678	5 341	8 530
E	76 717	103 542	44 530	58 203	57 656	85 118	25 953	34 436
F	65 492	60 173	84 924	81 081	119 159	137 783	94 375	97 258
IRL	11 057	16 016	3 833	4 743	4 961	10 115	9 726	10 364
I	142 927	152 078	86 908	82 159	101 769	121 189	77 125	77 097
L	1 277	255	5 258	1 734	870	1 451	1 277	1 268
NL	51 513	59 085	41 889	43 003	29 085	35 120	34 656	32 935
A	14 395	12 137	8 450	10 607	11 944	16 937	13 908	13 638
P	15 884	22 377	8 797	10 056	11 221	19 633	3 630	5 040
FIN	18 517	19 815	14 358	15 956	12 475	12 379	8 543	6 782
S	10 170	10 704	11 776	12 558	18 736	19 568	10 756	8 021
UK	228 089	190 833	94 133	86 510	116 581	123 046	117 803	121 223
EU 15	1 147 013	1 092 146	649 732	594 615	694 767	822 954	655 374	626 568
IS	:	:	:	:	:	:	:	:
NO	:	:	:	:	:	:	:	:
CZ	59 171	60 160	59 457	36 130	7 275	11 110	34 177	17 019
EE	29 753	13 945	2 655	483	2 693	1 030	2 392	1 036
CY	2 800	2 800	:	:	:	:	:	:
LV	8 288	2 705	2 683	1 003	6 011	2 120	5 982	919
LT	16 425	7 923	5 396	964	5 791	3 754	9 720	1 340
HU	29 746	22 403	7 893	10 826	8 208	9 325	22 258	13 180
MT	1 397	1 784	60	58	342	496	96	106
PL	236 582	176 324	49 820	52 056	29 103	28 207	55 928	45 695
SI	5 911	5 362	3 011	2 361	2 660	4 199	1 610	2 883
SK	50 654	32 647	0	0	5 070	4 319	0	0
ACC	440 728	326 053	:	:	:	:	:	:
BG	39 664	26 322	19 890	9 488	10 864	6 212	6 387	2 491
RO	74 856	113 583	49 585	:	9 417	7 744	31 525	:
TR	30 320	72 320	41 220	68 100	:	:	29 210	33 480
CC 13	585 567	538 278	:	:	:	:	:	:

Data Source: European Environment Agency
European Topic Centre on Air and Climate Change, UNFCCC

Fig.3.12.

Emisiile de CO₂ din UE15 provenite din arderea de combustibil și raportate la sectoarele principale este prezentată în figura 3.13.



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Energy Industries	1147	1152	1116	1060	1066	1073	1083	1046	1087	1066	1092
Industry	650	626	601	580	599	617	603	614	599	590	595
Transport	695	709	734	738	746	752	767	778	803	823	823
Other	655	695	659	673	641	647	708	660	658	643	627

Fig.3.13.

Sursa cea mai importantă de emisii de CO₂ este arderea de combustibili. Pentru UE15 industriile producătoare de energie produc cel mai mare procent de emisii de CO₂ (35% in 2000).

Transportul este al doilea sector pe lista producătorilor de emisii (26% în 2000) și prezintă o tendință de creștere constantă în toate statele din UE15. Emisiile provenite din industriile producătoare de energie și din alte sectoare industriale din UE15 prezintă o tendință generală de scădere pe parcursul ultimilor zece ani.

Emisiile totale de CO₂, CH₄, N₂O din UE15, raportate la surse cheie este prezentată în figura 3.14.

1990	2000	Schimbare		
Industria producătoare de energie – CO ₂	1147	1092	-4.8	
Transport – CO ₂ *	695	823	18.5	
Industria de prelucrare / producție – CO ₂	650	595	-8.5	
Alte sectoare – CO ₂	636	619	-2.6	
Produse minerale – CO ₂	112	111	-0.8	
Soluri folosite pentru agricultură – N ₂ O	198	190	-4.2	
Fermentare enterică – CH ₄	144	131	-8.8	
Depozitarea deșeurilor solide pe sol – CH ₄	133	99	-22.8	

*activitati de transport

Fig.3.14.

Dupa cum s-a discutat în capitolele anterioare, emisiile de CO₂ provenite din toate sectoarele consumatoare de combustibil au scăzut în ultimii zece ani.

Cea mai însemnată scădere provine din industriile de prelucrare / producție, adică 8,5%. Emisiile de CO₂ cauzate de transport au crescut considerabil în ultimii zece ani, situație explicabilă printr-o creștere corespunzătoare a consumului de combustibil. Un alt punct important este reducerea emisiilor de CH₄ datorită unei schimbări în modalitățile de depozitare a deșeurilor solide pe sol (Figura 3.15)

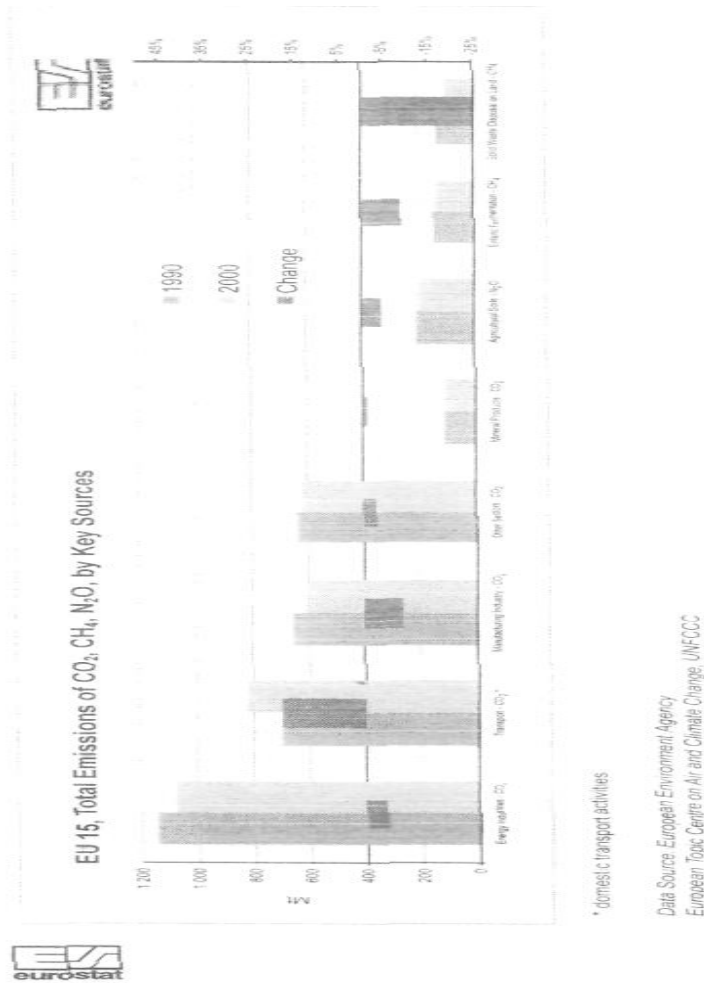


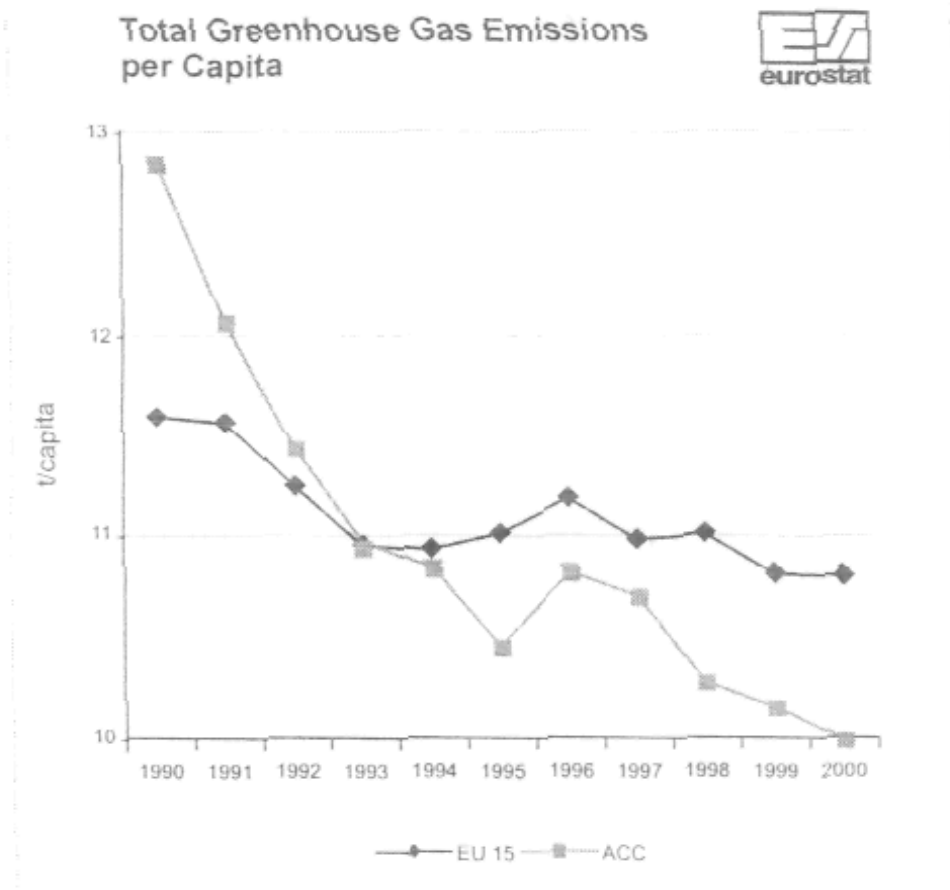
Fig.3.15.

Emisiile totale de gaze care produc efectul de seră, calculate pe cap de locuitor este prezentata in figura 3.16.si figura 3.17.

Total Greenhouse Gas Emissions per Capita

	<i>GHG in CO₂ eq. (t/capita)</i>			
	1990	1995	1999	2000
Belgium	14.4	15.2	14.8	14.8
Denmark	13.5	14.8	13.7	12.9
Germany	15.5	13.1	12.1	12.1
Greece	10.4	10.6	11.8	12.3
Spain	7.4	8.1	9.4	9.7
France	9.8	9.5	9.4	9.2
Ireland	15.2	15.9	17.5	17.5
Italy	9.2	9.2	9.4	9.4
Luxembourg	28.6	19.0	13.9	13.7
Netherlands	14.1	14.5	13.8	13.7
Austria	10.1	9.8	9.9	9.8
Portugal	6.6	7.4	8.6	8.3
Finland	15.5	14.7	14.8	14.3
Sweden	8.3	8.3	8.0	7.8
United Kingdom	12.9	11.7	10.9	10.9
EU 15	11.6	11.0	10.8	10.8
Iceland	8.4	8.6	9.4	9.3
Norway	12.3	11.9	12.6	12.3
Czech Republic	18.5	14.6	13.6	14.3
Estonia	27.7	14.9	13.6	14.4
Cyprus	7.4	8.2	9.3	9.3
Latvia	11.6	5.3	4.6	4.4
Lithuania	13.9	6.4	6.4	6.4
Hungary	8.3	7.6	8.5	8.3
Malta	6.3	7.3	7.3	7.5
Poland	12.1	10.8	10.4	9.9
Slovenia	9.2	9.5	10.0	9.9
Slovakia	13.7	10.1	9.5	9.0
ACC	12.8	10.4	10.1	10.0
Bulgaria	15.7	11.6	9.4	9.5
Romania	9.9	7.2	7.3	7.3
Turkey	3.0	3.2	3.7	3.8
CC13	9.2	7.4	7.3	7.2

Fig.3.16.



GHG in CO₂ eq. (t/capita)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
EU 15	11.6	11.5	11.2	10.9	10.9	11.0	11.2	11.0	11.0	10.8	10.8
ACC	12.8	12.0	11.4	10.9	10.8	10.4	10.8	10.7	10.3	10.1	10.0

*Data Source: European Environment Agency
European Topic Centre on Air and Climate Change, UNFCCC*

Fig.3.17.

Nota: Emisiile de gaze (în echivalenți CO₂) care produc efectul de seră cuprind toate cele șase gaze fără schimbări în utilizarea solului și fără exploatarea pădurilor.

Suedia are cea mai mică cifră de emisii de cap de locuitor în UE15 (7,8% în 2000), în timp ce Irlanda înregistrează cea mai mare cifră (17,5 în 2000). Media emisiilor în UE15 pe cap de locuitor este de același ordin ca și cea pentru statele aderante, în timp ce media

pentru statele candidate este chiar mai mică (în mare parte datorită unei valori foarte mici înregistrate în Turcia, care este numai 3,8 în 2000.

Emisiile menajere de CO₂ calculate în % din total (pe ani diferiți) este prezentată în figura 3.18 și figura 3.19.

	<i>(Mt) Per cent(%)</i>			
	Industry*	Households**	Total***	Share
B (95)	91.6	30.8	122.4	25.2
DK (95)	66.8	11.5	79.7	14.5
D (95)	691.4	214.4	905.8	23.7
EL (95)	80.3	9.8	90.2	10.9
E (95)	201.9	46.9	248.8	18.9
F (95)	306.7	159.1	465.8	34.2
IRL (96)	29.1	7.8	36.9	21.2
I (90)	389.4	71.6	461.0	15.5
L (96)	6.4	0.8	7.2	10.4
NL (96)	163.8	40.4	205.2	19.7
A (95)	43.0	19.1	62.4	30.6
P (95)	50.7	13.4	64.1	20.9
FIN (95)	68.4	13.6	83.0	16.4
S (95)	45.1	16.2	63.5	25.5
UK (95)	442.1	136.4	578.4	23.6
NO (95)	44.4	5.2	49.6	10.6
CZ (95)	110.0	18.1	128.9	14.0

Fig.3.18.

- * pe baza NACE; 50-93, exclusiv 60-64
- ** consum; exclusiv electricitatea;
- *** inclusiv emisii nealocate

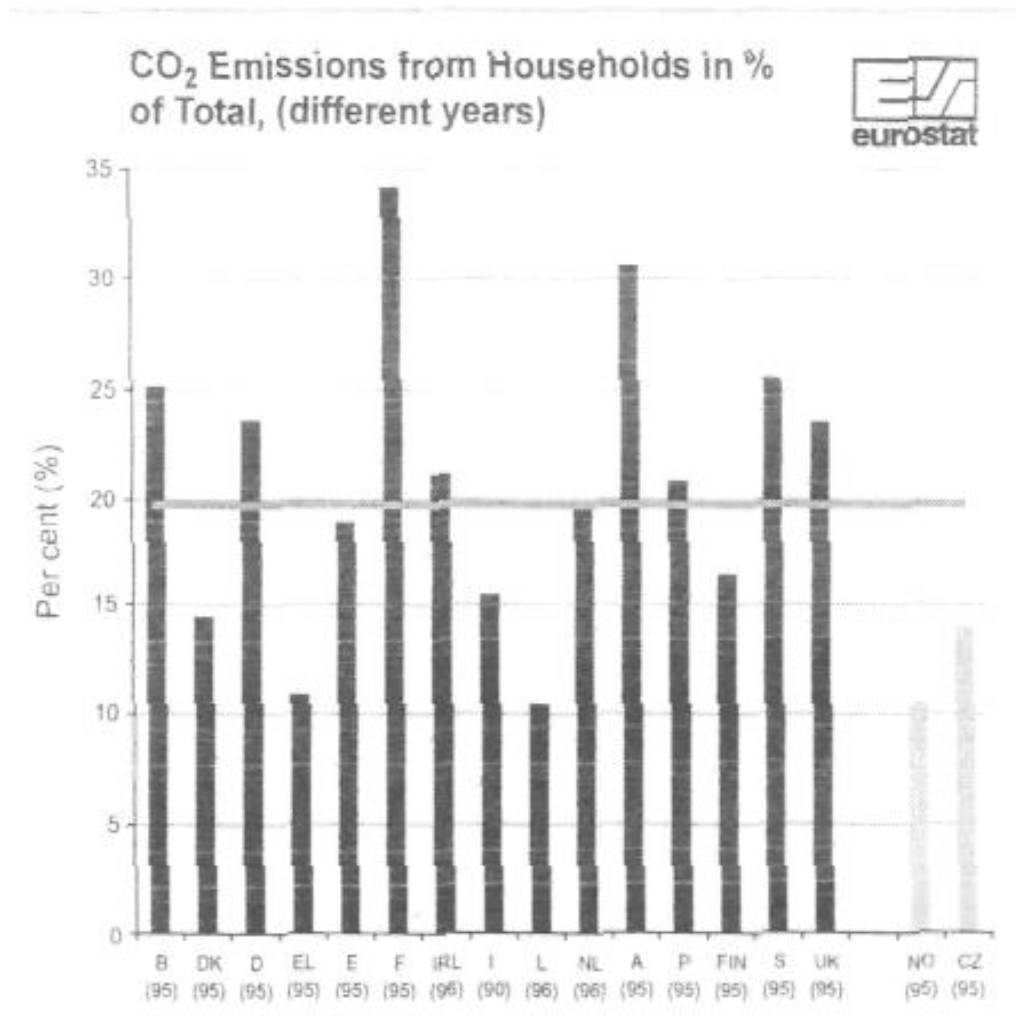


Fig.3.19.

Nota: Datele referitoare la emisiile din aer și la cele cauzate de consumul de energie bazate pe clasificarea industrială NACE utilizată de NAMEA (Matricea națională de rapoarte, inclusiv rapoarte de mediu) sunt puse la dispoziție de statele membre și alte țări prin proiecte pilot. Informațiile sunt disponibile în ghidul provizoriu de compilații NAMEA.

Emisiile menajere de CO₂ se datorează în mare parte utilizării combustibililor fosili pentru încălzire. Partea deținută de aceste emisii din totalul de emisii de CO₂, conform statisticilor elaborate, este mare în Franța (34%) și Austria (30%) cu o medie de 20% pentru UE15.

Emisiile de gaze precursori și de ozon troposferic este prezentată în figura 3.20 și 3.21.

Emissions of Tropospheric Ozone Precursor Gases

	<i>tropospheric ozone forming potential (TOFP), equivalents (kt)</i>			
	1990	1995	1999	2000
B	822	766	720	720
DK	592	551	473	461
D	7 830	5 208	4 238	4 235
EL	886	932	1 036	1 036
E	3 629	3 605	3 678	3 673
F	5 931	5 087	4 379	4 174
IRL	308	288	283	282
I	5 464	5 404	4 174	4 174
L	67	54	40	41
NL	1 350	1 074	897	885
A	762	626	580	569
P	898	1 039	1 064	1 064
FIN	656	555	534	508
S	1 069	962	861	814
UK	6 724	5 251	4 112	3 837
EU15	36 988	31 402	27 069	26 473

	<i>tropospheric ozone forming potential (TOFP), equivalents (kt)</i>											
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	
CH ₄	263	276	268	261	254	252	248	241	237	232	226	
CO	5 508	5 312	5 097	4 838	4 600	4 452	4 249	4 033	3 909	3 703	3 560	
NMVOG	14 859	14 365	13 919	13 338	13 013	12 617	11 942	11 602	11 254	10 771	10 533	
NO _x	16 338	16 245	15 815	15 126	14 566	14 081	13 853	13 250	12 851	12 363	12 154	
SUM	36 988	36 198	35 100	33 563	32 434	31 402	30 291	29 126	28 251	27 069	26 473	

Fig.3.20.

Patru gaze poluante (CH₄, CO, NMVOC, NO_x) contribuie la formarea ozonului troposferic ("precursoare de ozon"). Emisiile totale de precursori de ozon sunt în scădere în majoritatea statelor și în UE în totalitate, în UE fiind reduse cu 28% între 1990 și 2000.

Reducerea variază de la -20% pentru CH₄ până la -39% pentru emisiile de CO. Reducerea la NO_x este aproximativ 29% în mare parte datorită utilizării pe scară largă a tehnologiilor de ardere scăzute în NO_x și utilizării transformatorilor catalitici.

Reducerea de 29% la compuşii organici volatili non-metanici (NMVOC) se atribuie de asemenea utilizării transformatorilor catalitici la automobile și unei reduceri a emisiilor fugitive provenite din procesele care au legătura cu petrolul (de ex. stațiile de benzină).

Cu toate acestea, mai sunt încă necesare reduceri substanțiale la NMVOC și NO_x pentru a îndeplini obiectivele 2010 ale directivei UE cu privire la limitele naționale de emisii.

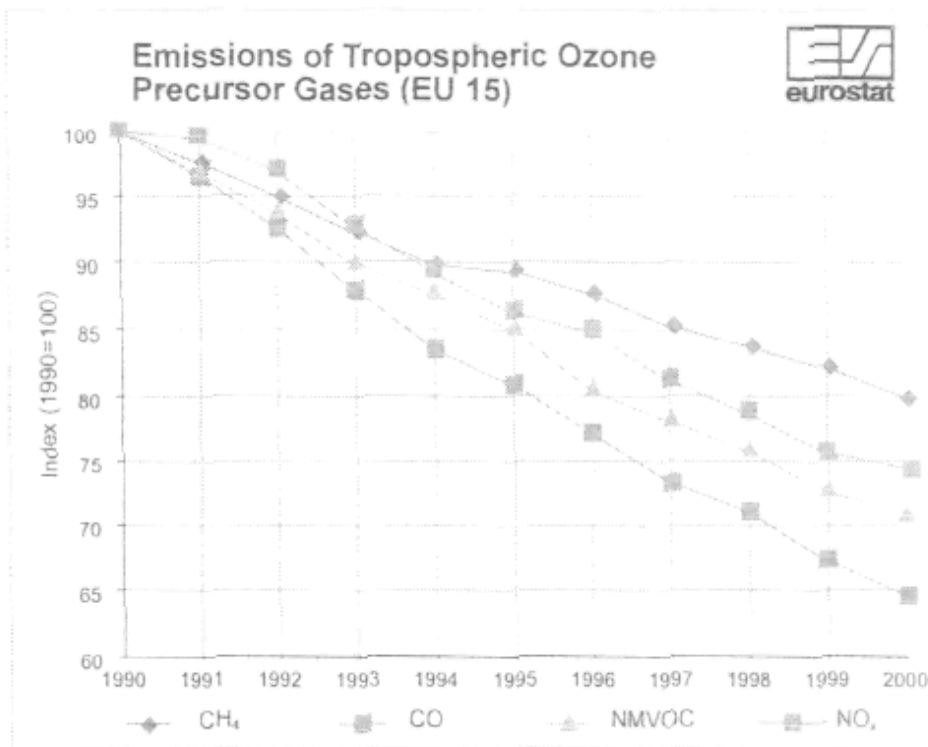


Fig.3.21.

Impărțirea emisiilor poluante de precursori și de ozon în UE15 în anul 2000 este prezentată în figura 3.22.

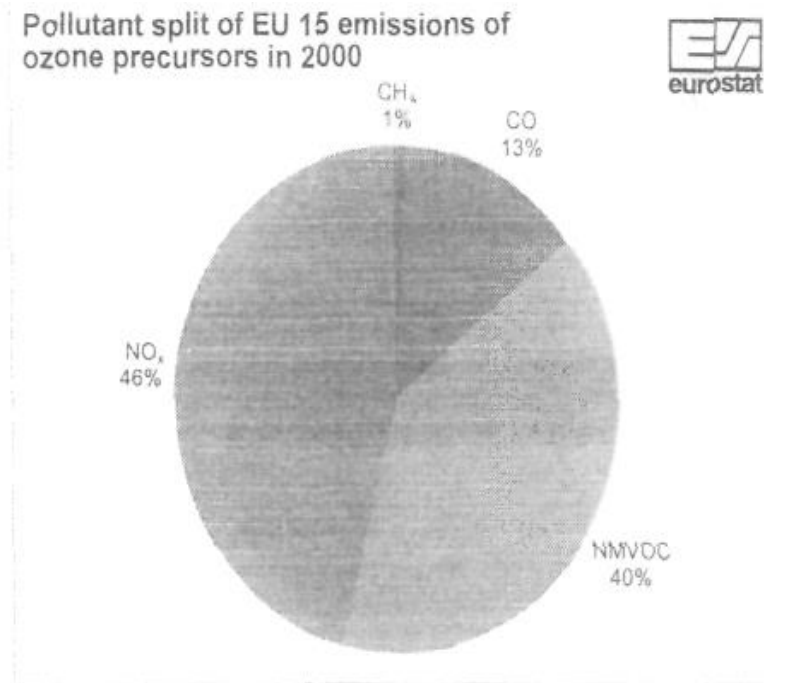


Fig.3.22.

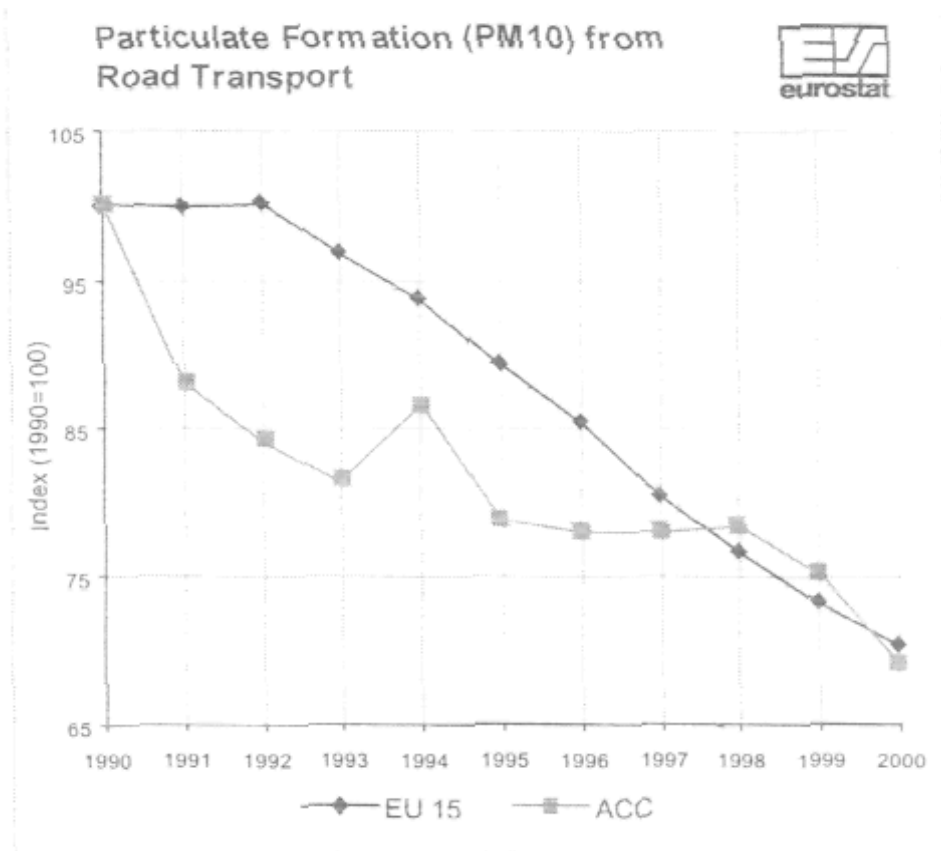
Nota: Factorii de greutate sunt utilizați pentru a deriva potențialul de formare a ozonului troposferic (TOFP), astfel încât emisiile să poată fi combinate în ceea ce privește contribuția lor la ozonul troposferic: CH₄ 0,014; CO 0,11; NMVOC 1,0; NO_x 1,22.

Emisii de particule de materie (PM₁₀) provenite din transportul rutier este prezentată în figura 3.23.

Emissions of Particulate Matter (PM10) from Road Transport				
	1990	1995	<i>(kt)</i> 2000	<i>Per cent (%)</i> Change 1995-2000
Belgium	149	162	137	-15.3
Denmark	114	103	86	-16.2
Germany	1 409	1 156	936	-19.0
Greece	98	101	102	1.1
Spain	530	552	514	-6.8
France	1 148	1 061	777	-26.8
Ireland	43	47	49	4.2
Italy	927	902	718	-20.4
Luxembourg	9	10	7	-29.7
Netherlands	253	204	168	-17.6
Austria	79	74	78	5.6
Portugal	115	146	151	3.4
Finland	146	122	100	-17.5
Sweden	167	141	106	-24.4
United Kingdom	1 246	963	596	-38.1
EU 15	6 432	5 742	4 525	-21.2
Iceland	:	:	:	:
Norway	:	:	:	:
Czech Republic	131	163	154	-5.6
Estonia	48	30	19	-36.6
Cyprus	13	13	15	19.8
Latvia	63	23	19	-19.5
Lithuania	51	22	24	7.6
Hungary	113	96	105	8.9
Malta	:	:	:	:
Poland	434	308	243	-21.1
Slovenia	35	40	34	-15.1
Slovakia	43	38	31	-17.2
ACC*	933	734	645	-12.2
Bulgaria	127	80	54	-33.3
Romania	49	24	24	0.0
Turkey	275	325	311	-4.3
CC 13*	1 383	1 164	1 034	-11.2

Fig.3.23.

Formarea particulelor (PM10) provenite din transportul rutier este prezentata in figura 3.24.



(kt)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
EU 15	6 432	6 419	6 432	6 213	6 022	5 742	5 496	5 161	4 921	4 700	4 525
ACC*	933	823	783	757	810	734	727	726	729	699	645

Fig.3.24.

Emisiile de particule de materie provenite din transportul rutier au scăzut în medie cu 30% în UE15. O scădere asemănătoare este observată în statele aderante (în cazul statelor candidate reducerea este de 25%).

În UE, cea mai însemnată scădere a fost înregistrată în Marea Britanie (52%), în timp ce Grecia, Irlanda și Portugalia au înregistrat o creștere care poate fi explicată prin creșterea consumului de combustibil pentru activitățile de transport rutier.

Expunerea populației la poluarea aerului în raport cu stratul de ozon este prezentată în figura 3.25.

	<i>Per cent (%)</i>	
	1998	2000
Belgium	0	0
Denmark	0	:
Germany	18	10
Greece	:	:
Spain	46	41
France	:	18
Ireland	:	:
Italy	:	70
Luxembourg	:	:
Netherlands	0	0
Austria	90	95
Portugal	:	0
Finland	0	0
Sweden	0	0
United Kingdom	0	0
EU 15	13	20
Iceland	:	:
Norway	:	:
Czech Republic	18	12
Estonia	:	:
Cyprus	:	:
Latvia	:	:
Lithuania	:	:
Hungary	:	:
Malta	:	:
Poland	32	6
Slovenia	13	87
Slovakia	26	81
ACC	:	:
Bulgaria	:	:
Romania	:	:
Turkey	:	:
CC 13	:	:

Fig.3.25.

Procentul din populația urbană expusă la poluarea aerului este prezentată pentru doi ani (1998 și 2000). În medie pare să existe o creștere în UE15, deși aceste rezultate nu sunt concludente pentru că doi ani nu sunt îndeajuns pentru a trage concluzii.

Cu toate acestea, există cinci state pentru care procentajul este 0, cifra constantă de-a lungul perioadei de referință. Numai statele pentru care există date sunt prezentate în grafic.

Expunerea populației urbane la poluarea aerului în raport cu stratul de ozon și populația urbană (în %) expusă la nivele de concentrație care depășesc valorile stabilite este prezentată în figura 3.26.

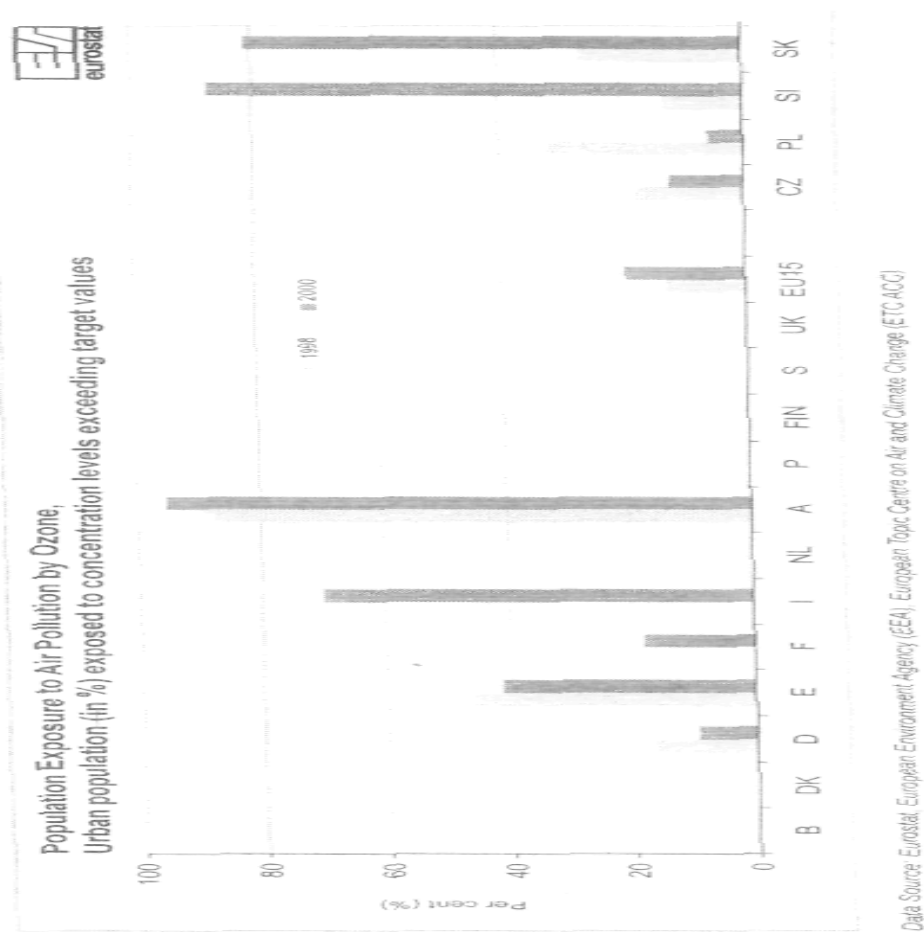


Fig.3.26.

Expunerea populației la poluarea aerului cu particule de materie (PM10) este prezentata in figura 3.27.

	<i>Per cent (%)</i>	
	1998	2000
Belgium	9	0
Denmark	:	:
Germany	3	36
Greece	:	:
Spain	100	98
France	:	:
Ireland	:	:
Italy	:	100
Luxembourg	:	:
Netherlands	100	96
Austria	:	0
Portugal	100	100
Finland	0	0
Sweden	0	56
United Kingdom	0	0
EU 15	17	36
Iceland	:	:
Norway	:	:
Czech Republic	89	68
Estonia	:	:
Cyprus	:	:
Latvia	:	:
Lithuania	:	:
Hungary	:	100
Malta	:	:
Poland	100	100
Slovenia	:	:
Slovakia	:	100
ACC	:	:
Bulgaria	:	:
Romania	:	:
Turkey	:	:
CC 13	:	:

Fig.3.27.

Procentul de populație expusă la poluarea aerului prin particule de materie este mai mare decât procentul respectiv pentru poluarea stratului de ozon și ajunge la o valoare de 100%. În medie procentul s-a dublat în UE15 din 1998 până în 2000.

Expunerea populației la poluarea aerului cu particule de materie (PM10) și populația urbană (în %) expusă la nivele de concentrație care depășesc valorile limită este prezentată în figura 3.28.

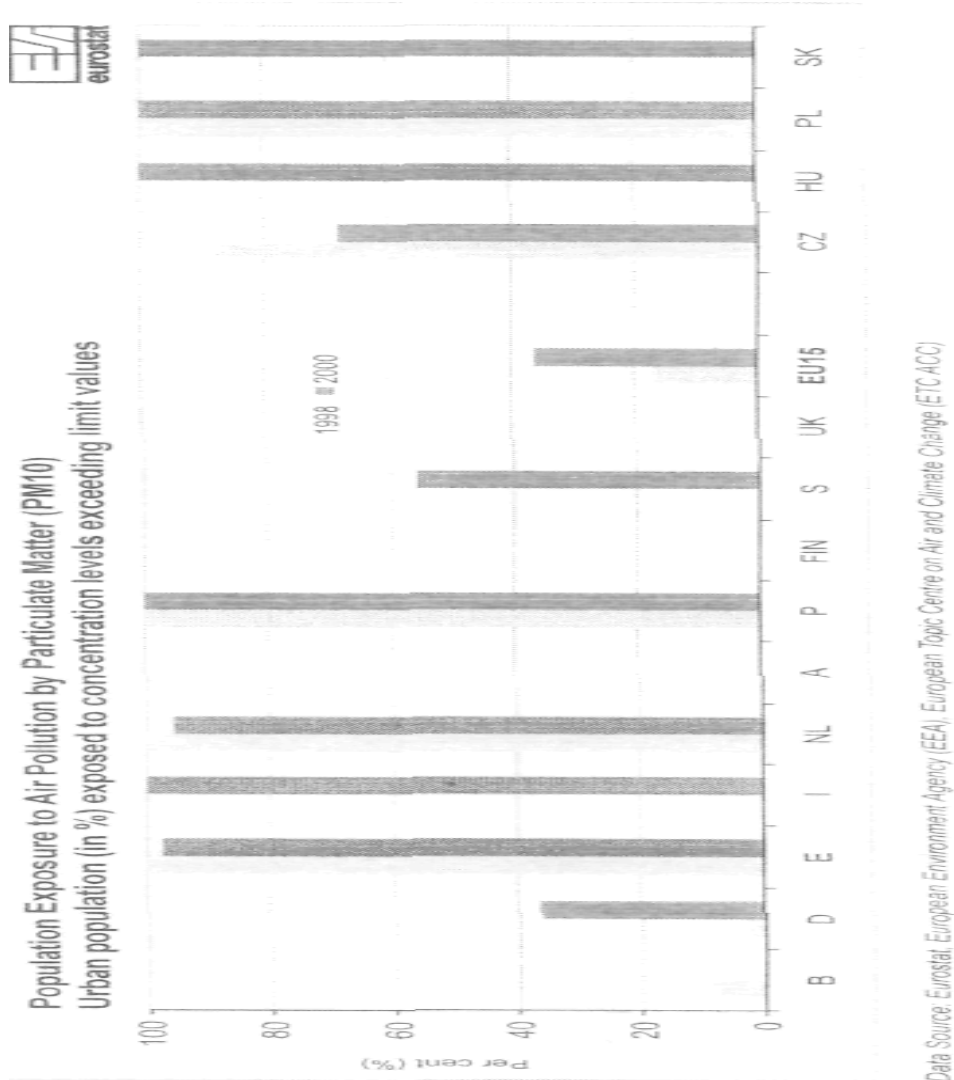
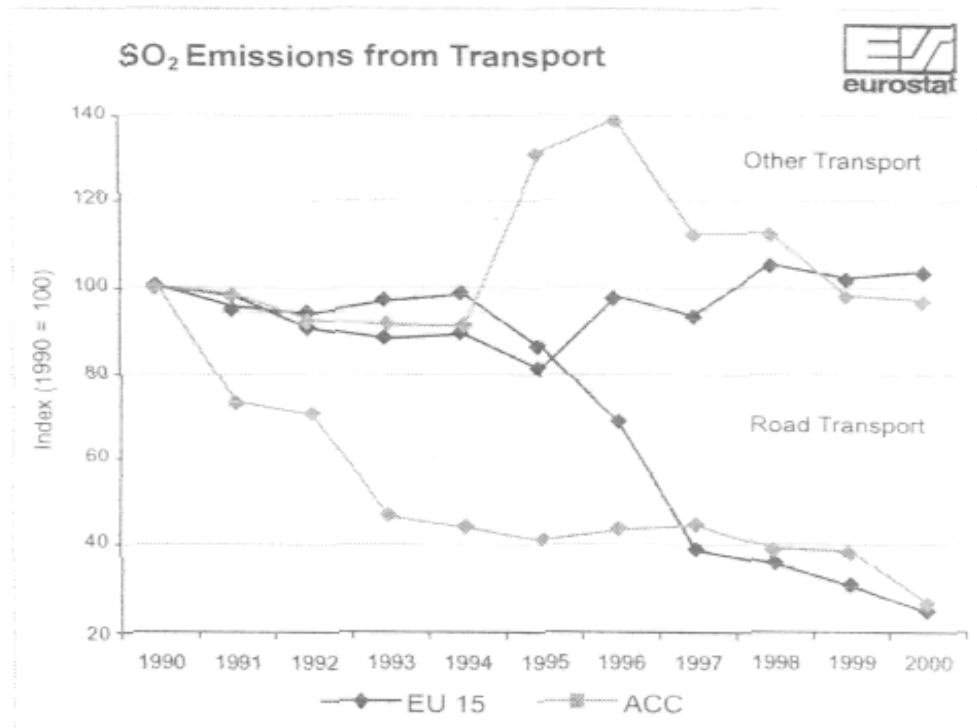


Fig.3.28.

E emisiile de SO₂ provenite din transport este prezentata in figura 3.29 si 3.20.

	<i>(kt)</i>					
	Road Transport			Other Transport		
	1990	1995	2000	1990	1995	2000
Belgium	15.1	16.9	6.2	0.3	0.6	0.8
Denmark	5.8	1.8	0.5	9.4	5.8	2.6
Germany	86.0	69.0	26.0	27.0	11.0	5.0
Greece	17.0	9.0	5.0	33.0	27.0	47.0
Spain	56.0	50.0	17.0	53.0	53.0	42.0
France	139.0	114.0	22.0	34.0	26.0	23.0
Ireland	5.2	5.4	1.5	2.3	2.1	1.9
Italy	103.1	102.0	30.0	20.8	21.8	96.0
Luxembourg	0.4	0.6	0.3	0.1	0.1	0.1
Netherlands	12.6	12.2	4.0	16.7	17.4	19.6
Austria	3.5	4.6	2.7	2.5	1.0	0.8
Portugal	13.2	17.4	6.5	28.4	21.4	21.3
Finland	5.4	1.8	0.2	1.7	1.0	4.5
Sweden	8.0	1.7	0.5	12.1	1.4	1.0
United Kingdom	63.0	51.0	6.0	47.0	44.0	32.0
EU 15	533	457	129	288	234	298
Iceland	0.0	0.3	:	2.0	2.7	:
Norway	3.5	1.9	0.7	7.6	2.9	3.5
Czech Republic	5.3	6.8	3.9	0.6	0.7	3.7
Estonia	13.1	8.3	0.6	0.7	0.7	0.7
Cyprus	8.3	7.8	9.4	0.7	0.7	0.8
Latvia	5.5	4.8	1.5	:	:	:
Lithuania	6.0	1.0	0.8	3.0	8.0	0.1
Hungary	16.0	6.6	2.3	0.7	0.9	0.6
Malta	:	:	:	:	:	:
Poland	140.0	42.0	32.0	9.0	9.0	9.0
Slovenia	3.3	1.9	2.0	0.5	0.2	0.1
Slovakia	2.9	2.2	0.7	0.5	0.3	0.2
ACC *	200	81	53	16	20	15
Bulgaria	10.3	5.6	3.3	16.3	18.5	25.1
Romania	5.0	3.0	3.0	33.0	24.0	24.0
Turkey	:	:	:	:	:	:
CC 13	:	:	:	:	:	:

Fig.3.29.



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
<i>(kt)</i>											
Road Transport											
EU 15	533.3	508.2	499.8	514.4	523.2	457.4	363.0	203.5	187.1	161.1	128.6
ACC *	200.4	147.0	140.6	92.4	86.8	81.4	86.0	88.1	77.8	76.0	53.0
Other Transport											
EU 15	288.2	280.9	260.2	253.1	256.6	233.6	281.3	269.1	302.1	293.5	297.6
ACC **	15.7	15.4	14.5	14.3	14.2	20.5	21.7	17.5	17.5	15.3	15.2

Fig.3.30.

Emisiile de SO₂ provenite din transportul rutier au fost reduse dramatic (aproape 76%) din 1990 până în 2000 în UE15 și cu 74% în statele aderante. Cu toate acestea, emisiile de SO₂ provenite din alte modalități de transport au rămas aproape la același nivel ca și în 1990, după o creștere bruscă (aproape 40% în 1996) pentru UE15.

Reducerea emisiilor de SO₂ provenite din transportul rutier este în mare parte atribuită benzinei cu un conținut redus de sulfură care a fost treptat introdusă în câteva state membre începând cu anul 1999.

Evoluția tehnologiilor de control al poluării la automobilele de pasageri în UE15 și standarde europene de reglare a emisiilor (se aplică automobilelor de pasageri în producția de serie) este prezentată în figura 3.31.

Evolution of Take-up of Pollution Control Technologies in Passenger Cars - EU 15

Stock of cars											(million units)
1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	
143.2	151.0	154.8	158.3	157.6	160.0	163.3	166.7	170.9	175.5	179.4	

Breakdown of cars											Per cent (%)
Conventional	Pre-Euro-Cat	Euro I	Euro II	Euro III	1990	1991	1992	1993	1994	1995	
88.7	2.5	8.8	0.0	0.0	83.1	2.5	14.4	0.0	0.0	78.4	
71.6	2.4	19.2	0.0	0.0	71.6	2.3	26.1	0.0	0.0	65.6	
59.1	2.3	32.1	0.0	0.0	59.1	2.2	38.6	0.0	0.0	52.9	
46.7	2.1	41.1	3.9	0.0	46.7	2.0	39.6	11.7	0.0	40.7	
40.7	1.8	37.8	19.8	0.0	40.7	1.6	35.8	27.7	0.0	34.9	
29.6	1.4	33.8	31.1	4.1	29.6	1.4	33.8	31.1	0.0	29.6	

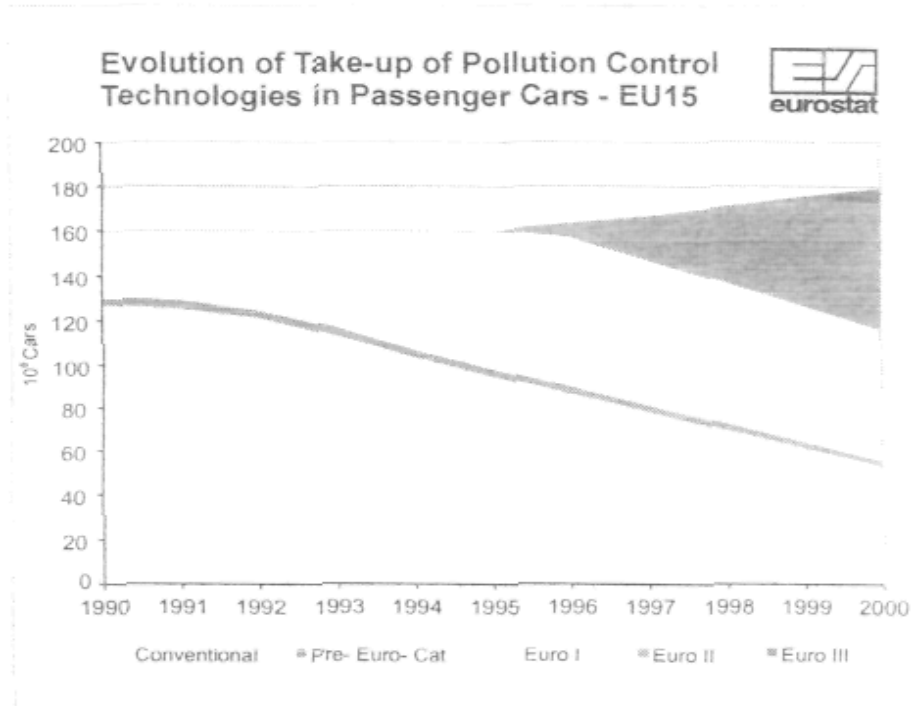
Data Source: Eurostat

European regulatory emission standards (applying to passenger cars of serial production)

Standard	Directive	as from	CO	NO _x	VOC's
Petrol Engine					
(g/km)					
"EURO-I"	91/441/EEC	02-07-1996	4.05	0.49	0.66
"EURO-II"	94/12/EEC	02-01-2000	3.28	0.25	0.34
"EURO-III"	98/69/EC	02-01-2004	2.30	0.15	0.20
"EURO-IV"	98/69/EC	02-01-2009	1.00	0.08	0.10
Diesel Engine					
"EURO-I"	91/441/EEC	02-07-1996	2.88	0.78	0.20
"EURO-II"	94/12/EEC	02-01-2000	1.06	0.73	0.19
"EURO-III"	98/69/EC	02-01-2004	0.64	0.50	0.06
"EURO-IV"	98/69/EC	02-01-2009	0.50	0.25	0.05

Fig.3.31.

Evoluția utilizării tehnologiilor de control al poluării la automobilele de pasageri în UE15 este prezentată în figura 3.32.



	<i>(10⁶ Cars)</i>											
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	
Conventional	127.0	125.5	121.3	113.4	103.4	94.6	86.4	77.9	69.5	61.3	53.0	
Pre-Euro-Cat	3.6	3.8	3.7	3.7	3.7	3.6	3.5	3.3	3.1	2.8	2.5	
Euro I	12.6	21.7	29.7	41.2	50.6	61.8	67.1	65.9	64.6	62.8	60.7	
Euro II	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.3	19.6	33.8	48.6	55.8	
Euro III	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4	

Fig.3.32.

Stocul de automobile in UE15 a crescut cu 25% in ultimii zece ani. In 2000 aproape o treime din numarul total de automobile erau echipate cu tehnologie convenționala.

Majoritatea dintre celelalte automobile indeplineau standardele Euro 1 si Euro 2. Numărul de automobile convenționale a scăzut linear începând cu 1992, ele fiind inlocuite de mașini care indeplinesc standarde mai stricte cu privire la emisii. Standardul Euro 3 incepe din ce in ce mai mult să-și producă efectele.

Producția de combustibil biodiesel în statele membre UE, în anul 2000 este prezentată în figura 3.33 și 3.34.

	(1000 tonnes)							
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Belgium	:	:	:	:	:	:	:	20
Denmark	0	0	0	0	93	117	128	246
France	8	65	150	215	250	250	250	329
Italy	36	54	82	83	101	34	56	78
Austria	:	14	18	17	22	25	25	28

Data Source: Eurostat, EurObserver

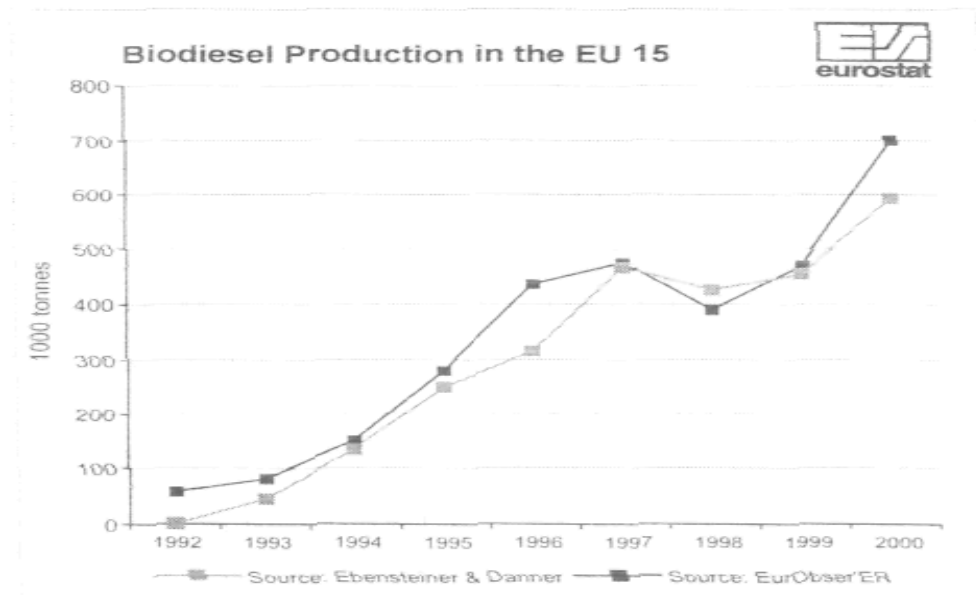


Fig.3.33.

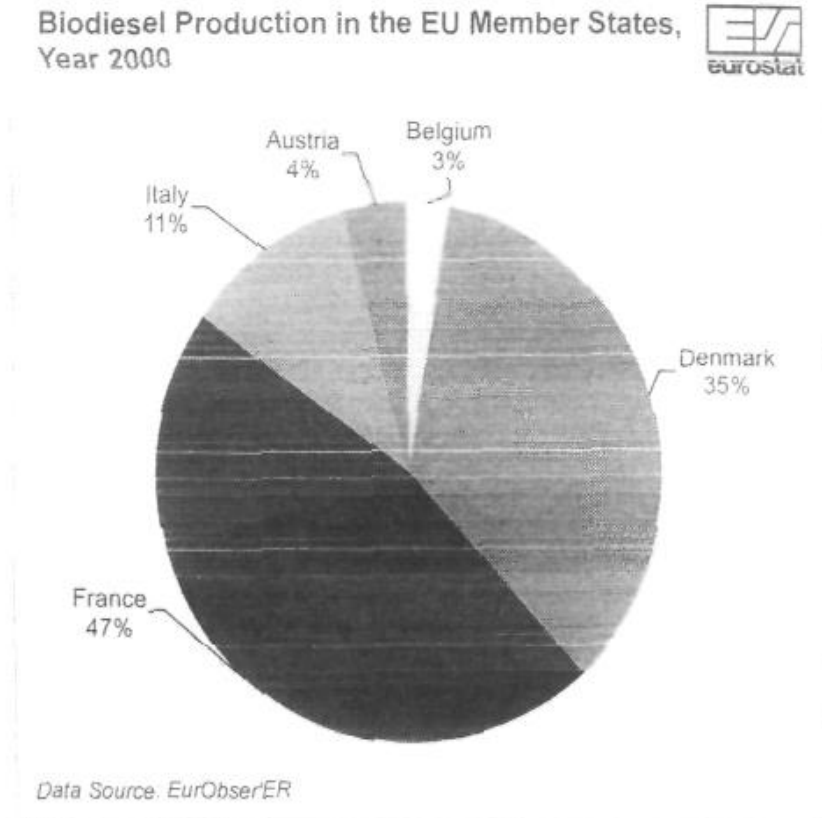


Fig.3.34.

Conform Actului cu privire la surse de energie care pot fi reînnoite (1997), statele membre UE ar trebui să facă un angajament foarte ferm pentru a atinge obiectivele de a acoperi 7% din consumul total cu combustibili ecologici până în anul 2010.

Producția comercială a combustibilului biodiesel a început în 1993, în 2000 ajungând la un total de 700 kt în cinci țări. Franța produce aproape jumătate (47%) din cantitatea totală de biodiesel în UE15, Danemarca vine apoi pe locul doi cu un procent de 35%.

3.2. Determinarea capacității de trafic prin calcule

Pentru rețelele de drumuri naționale și de localități unde pentru 2004 nu s-a contorizat traficul rutier facem calculele cu ajutorul unui model de calcul care descrie regularitățile traficului.

Componentele calculului de model sunt detaliate de rapoartele precedente referitoare la determinarea registrului de emisii sunt:

Elementele exterioare care acționează asupra traficului este atragerea traficului, generarea traficului, capacitatea oferită, parcul de vehicule aflat la dispoziție, etc.

Regularitățile interne acționează asupra caracteristicilor de trafic, viteza, timpul de parcurgere, numărul opririlor. Calculele au fost făcute ținând cont de mărimea localităților și a traficului, respectiv a relației dintre categoria drumurilor și mărimea traficului.

Pentru determinarea capacității totale de trafic a localităților, se va folosi așa numita curbă de extindere, care dă relația dintre capacitatea totală de trafic a localității și traficul măsurat.

Pentru calculul emisiei în afară de capacitatea de circulație a fost nevoie și de calculul traficului.

Variația vitezei este influențată fundamental de condițiile de drum și de circulație. Viteza medie se poate descrie cu următoarea formulă generală:

$$v = f(\gamma, \xi, \delta) \text{ și } \gamma = g\left(\frac{F}{K(\varphi)}\right) \quad [38] \quad (3.1)$$

unde:

v = este viteza medie de parcurs,

γ = utilizarea capacității, care este raportul dintre circulația F și capacitatea efectivă K .

unde:

$K = K(\varphi)$ capacitatea efectivă este o valoare care depinde de „împiedicarea din partea mediului: parcursul pe orizontală și de înălțime, lățime în secțiune, piedici laterale)

ξ = coeficient care exprimă procentul de vehicule de marfă.

Măsurătorile asupra traficului au confirmat faptul că odată cu creșterea autovehiculelor de transport marfă (la o circulație neschimbată) viteza medie scade. δ = pe drumuri depășirea este asigurată în proporție de 50%. Pe porțiunile din interiorul localităților poate să apară și diferențe considerabile.

Autovehiculele care parchează, trecerile de pietoni, stațiile de autobuse și stațiile de tramvaie și nodurile de comunicație scad semnificativ posibilitățile de depășire.

F = valoarea mărimii traficului, luat în considerare în principal în ora semnificativă.

După asta, determinarea vitezelor s-a făcut conform următoarelor supoziții:

$$v = v_0(1 - b \cdot \gamma^c) \text{ km/h} \quad (3.2)$$

unde:

v = viteza care s-a format pe lângă mărimea traficului (utilizarea capacității)

γ = factorul de utilizare a capacității

v_0 = viteza pe porțiuni de drum fără circulație (km/h)

b, c = parametrii de calcul

În cazul capitalei pentru anul 2004 s-a determinat schimbarea capacității de circulație pe 2004 pentru șoselele principale și în primul rând pe baza schimbării mărimii traficului pe podurile de pe Dunăre. Circulația din anul 2004 de pe podurile Dunării s-a schimbat doar în mică măsură față de anul 2003.

Emisia pe tipuri de mașini a fost determinat luând în considerare calculele de acest gen din trecut și schimbarea emisiei specifice a unor autovehicule-detaliat mai târziu.

3.3. Determinarea factorilor de emisie

Pentru determinarea factorilor de emisie pe categorii de autovehicule s-au luat ca bază de calcul valorile determinate din anii trecuți. Din acești factori de emisie s-au determinat datele pentru anul 2004 pe baza următoarelor considerente.

În cazul autoturismelor la determinarea registrului de emisii am luat în considerare numeric următoarele influențe principale:

- vârsta medie a parcului de mașini a scăzut de la 11,36 ani la 10,9 ani;
- a încetat comercializarea benzinei cu plumb;
- a scăzut numărul autoturismelor în doi timpi și utilizarea lor a scăzut foarte mult, în principal în circulația publică din orașe;
- a scăzut numărul autoturismelor în patru timpi din țările socialiste, utilizarea lor s-a diminuat, vârsta lor medie însă s-a mărit;
- a crescut în mod semnificativ numărul și utilizarea autoturismelor diesel;
- a crescut în continuare numărul autoturismelor moderne din occident cu catalizator cu randamentul anual de funcționare este mult mai mare;
- în ultimii ani marea majoritate a autoturismelor înmatriculate sunt noi, cu o vechime mai mică de 1 an;
- autoturismele nou înmatriculate corespund normelor UE 98/69 (nivel de emisii Euro-3), care este o scădere importantă de emisii față de autoturismele cu vârsta medie de 11,4.

În cazul autobuzelor efectele mai importante luate în considerare au fost următoarele:

- a scăzut numărul autobuzelor marca IKARUS care dădea grosul parcului de autobuze, dar vârsta lor medie a crescut puțin;
- autobusele înmatriculate au fost noi;
- vârsta medie a parcului de autobuze a crescut puțin.

În privința camioanelor (și tractoarelor) am luat în considerare următoarele efecte:

- vârsta medie a parcului de camioane a scăzut (de la 9,15 la 8,93/an);
- a crescut procentul de camioane moderne diesel provenite din occident;
- a scăzut numărul camioanelor fabricate în est;
- a crescut numărul camioanelor care intră în țară, iar în cadrul acestora -a crescut în mod semnificativ procentul camioanelor care au intrat din țările din vest.

În cazul tuturor categoriilor de autovehicule comparativ cu registrul de emisii pentru anul 2003 în loc de emisie de funingine am dat valorile referitoare la emisiile de particule.

La determinarea factorului de emisie a particulelor pentru autoturisme au fost luate în considerare rezultatele măsurătorilor, iar în cazul autobuzelor și camioanelor datele din literatura de specialitate.

Determinarea emisiilor de particule se face determinând masa materialului solid filtrat cu hârtie de filtru conform normelor, la temperatura dată de ($\geq 50^{\circ}\text{C}$).

În cazul unor tipuri de autovehicule efectele particulelor au fost luate în considerare ca masă, respectiv ca și componentă a gazelor de eșapament și în cazul vitezelor medii separat pe domenii de viteză.

Luarea în considerare a efectelor de emisie a autovehiculelor moderne s-a făcut pe baza cercetărilor din străinătate și a măsurătorilor din țară. Factorii de emisie calculați astfel în cazul autoturismelor sunt arătați în tabelul.3.1., la autobuze în tabelul.3.2, iar în cazul camioanelor în tabelul.3.3.

Factorii de emisie la autoturisme pentru anul 2004 (g/km) [38]

Tabelul 3.1.

Mod de Utilizare	Monoxid de carbon	Hidrocarburi	Dioxid de azot	Dioxid de sulf	Plumb	Particule	Dioxid de carbon
Km/h	CO	HC	NO₂	SO₂	Pb	(g/km)	CO₂
	(g/km)	(g/km)	(g/km)	(g/km)	(g/km)		(g/km)
5	41,6	3,42	1,40	0,0149	0,00	0,299	355,3
10	33,2	3,08	1,38	0,0125	0,00	0,246	296,2
20	21,4	2,46	1,29	0,00974	0,00	0,181	230,6
30	16,1	2,027	1,33	0,00836	0,00	0,142	194,7
40	12,2	1,64	1,34	0,00808	0,00	0,121	174,6
50	10,1	1,57	1,42	0,00709	0,00	0,105	166,9
60	7,74	1,56	1,62	0,00699	0,00	0,101	166,4
70	5,64	1,47	1,84	0,00718	0,00	0,102	170,8
80	4,97	1,42	2,06	0,00749	0,00	0,108	177,1
90	5,35	1,44	2,21	0,00798	0,00	0,118	187,4
100	6,21	1,50	2,40	0,00857	0,00	0,123	202,1
110	8,12	1,53	2,60	0,00992	0,00	0,137	219,8
120	10,5	1,55	2,79	0,0104	0,00	0,156	245,6

Factorii de emisie la autobuze pentru anul 2004 (g/km) [38]

Tabelul 3.2.

Mod de utilizare	Monoxid de carbon	Hidrocarburi	Dioxid de azot	Dioxid de sulf	Particule	Dioxid de carbon
Km/h	CO(g/km)	HC	NO₂	SO₂	(g/km)	CO₂(g/km)
		(g/km)	(g/km)	(g/km)		
5	25,1	8,99	8,51	0,252	3,31	1822,7
10	20,6	3,51	7,63	0,197	2,69	1428,3
20	15,4	2,45	6,25	0,152	2,11	1110,8
30	12,0	1,63	5,66	0,135	1,85	984,3
40	10,2	1,21	5,44	0,123	1,71	904,1
50	9,56	0,953	5,46	0,121	1,63	873,2
60	7,64	0,805	5,72	0,119	1,62	871,3
70	6,556	0,257	6,25	0,118	1,61	902,7
80	5,73	0,713	7,08	0,135	1,69	984,3
90	6,54	0,732	8,22	0,150	1,89	1090,1
100	8,24	0,760	10,04	0,172	2,15	1230,7

Factorii de emisie la autovehiculele mai mari de 3,5 t pentru anul 2004 [g/km]

Tabelul 3.3.

Mod de utilizare Km/h	Monoxid de carbon CO(g/km)	Hidrocarburi HC (g/km)	Dioxid de azot NO ₂ (g/km)	Dioxid de sulf SO ₂ (g/km)	Particule (g/km)	Dioxid de carbon CO ₂ (g/km)
5	26,74	6,04	9,37	0,193	3,15	1396,2
10	22,69	2,40	8,39	0,152	2,55	1099,4
20	16,50	1,67	6,87	0,117	1,99	854,9
30	12,94	1,13	6,25	0,104	1,76	757,3
40	11,10	0,814	6,00	0,0957	1,62	695,7
50	9,18	0,645	5,99	0,0932	1,56	671,9
60	8,11	0,550	6,31	0,0932	1,55	671,8
70	6,95	0,490	6,88	0,956	1,53	697,7
80	6,11	0,486	7,78	0,104	1,65	757,3
90	6,95	0,498	9,07	0,118	1,80	869,3
100	8,68	0,517	11,17	0,144	2,02	1046,7

Efectul condițiilor de trafic asupra emisiunilor în cazul registrului de emisii pentru anii anteriori i-am luat în considerare în modul arătat, în funcție de viteza de deplasare. Astfel s-a putut aproxima destul de corect datele privind condițiile de trafic de oraș și de segmente de șosea semnificativ diferite și în cadrul acestora părțile de traversare, respectiv de exterior ale drumurilor naționale.

La alegerea vitezei medii de deplasare referitor la unele categorii de vehicule s-au luat în considerare viteza maxim permisă și experiența cu privire la distribuția vitezelor. Valorile specifice a emisiilor au fost determinate în trepte de $\Delta V=10$ km/h corespunzător limitelor de viteză care la autoturisme este în gama 10-120 km/h, iar în cazul autobuselor și camioanelor este în gama 10-100 km/h.

Ținând cont valorile specifice a emisiilor au fost determinate corespunzător vitezei de deplasare medii în funcție de tipul de șosea, numărul benzilor de circulație și compoziția traficului rutier s-a calculat viteza medie corespunzător acestora iar la calculul emisiei am atașat o valoare a emisiei specifice valorii medii a vitezei mai sus amintite.

3.4. Calculul registrului de emisie

Calculul se face în principal luând în considerare valorile determinate în anii anteriori și relațiile cu acestea. Bazele de date mai importante erau formate din datele amintite mai sus.

Calculul corespunzător unui element de registru s-a făcut cu ajutorul formulei de mai jos:

$$E_z = \sum_{v=1}^k \sum_{jk=1}^3 \sum_{i=1}^n F_i \cdot v_{jk} \cdot e_{vjk} \cdot l_i \quad [\text{g/h}] \quad (3.3)$$

unde:

E_Z - este emisia autovehiculului la țeava de eșapament nr. Z în zona elementului de registru

k - nr. claselor viteză v

jk- categoria autovehiculului (autoturism, autobuz, camion)

n – nr. de segmente corespunzătoare claselor de viteză v

F_i – circulația reprezentativă a a segmentului de drum nr. i (vehic/h)

v_{jk} – viteza medie pentru segmentul dat pentru categoria de vehicule jk în (km/h)

e_{vjk} – emisia specifică a categoriei de vehicul pentru o viteză medie (g/km)

l_i – lungimea segmentelor de șosea (km)

Algoritmul calculului a fost identic cu cel din metoda aplicată în ultimii ani.

Modelul de calcul schițat mai sus a făcut posibilă ca să stabilim emisia de noxe a mașinilor detaliat după dorință, respectiv însumarea lor.

Calculul pentru sedii și localități de județ s-au făcut de asemenea ținând cont de formulele folosite pentru calculul registrului de emisie din anii anteriori.

În cazul capitalei și pentru rețeaua ei de drumuri calculul s-au efectuat în baza mărimii traficului rutier obținută din cele mai noi statistici. Cifrele totalizate de emisiuni s-au atribuit registrului de emisiuni proporțional cu zona construită.

3.5. Calculul cheltuielilor marginale ale zgomotului

Punctul obligatoriu de pornire pentru calculul cheltuielilor marginale este funcția de cheltuieli pentru care derivata pentru mărimea traficului rutier (măsurat în numărul de vehicule) dă conform definiției cheltuielile vehiculului suplimentar care intră în sistem.

Ținând cont de complexitatea efectului sunetului și în special de subiectivitatea acțiunii asupra oamenilor, procedeul efectului-traietorie permite cu dificultate derivarea funcției de cheltuieli. Din această cauză efectul funcției de cheltuieli asupra funcției referitoare la nivelul de zgomot se tratează cu interpolarea valorilor de plată. Așa cum ne putem aștepta, forma de funcție arată creșterea cheltuielilor odată cu efectul de zgomot.

Calculul cheltuielilor marginale se poate sintetiza după cum urmează:

Determinarea nivelului (L) de zgomot. (L) este funcția logaritmică a nivelului de trafic, (L) se poate exprima în general după cum urmează:

$$L = a_1 + a_2 \log [Q(1 + a_3 p)] + \Sigma D \quad (3.4)$$

unde:

a_1, a_2, a_3 – sunt constante

Q – mărimea traficului

p – procentul de vehicule grele

D – coeficientul de corecție suplimentară care ia în considerare caracteristicile drumului și al vitezei permise (în timpul calculului presupunem că toate vehiculele se deplasează cu viteza regulamentară).

Funcția de cheltuieli C calculat ca mai sus – pentru indivizii implicați – se poate scrie sub forma exponențială în modul următor:

$$C = \beta [\exp(\lambda(L-L_0))-1] \quad (3.5)$$

unde:

β și λ – factori

L, măsurat în dB(A) este acel nivel de zgomot la care este supus populația

L_0 , măsurat în dB(A) este nivelul limita a zgomotului peste care zgomotul devine deranjant pentru populație, valoarea acestuia este dată de legislația fiecărei țări în parte (sub valoarea de L_0 cheltuielile zgomotului este 0)

Din derivata funcției (3.5) rezultă $MC = \emptyset \cdot Q^n$ (3.6)

unde:

MC , cheltuielile marginale ale zgomotului

\emptyset , este funcția limitei de zgomot L_0 și a unor parametri precum puncte de măsurare (H - înălțime, S - distanță, valoarea acestora este pozitivă)

n , nu depinde în totalitate de λ și din această cauză se modifică în funcție de valoarea L_0

3.6. Trecerea în revistă a rezultatelor internaționale

Pentru compararea cheltuielilor externe ale traficului sunt disponibile cercetări făcute anterior doar în măsură limitată.

3.6.1. Studiul instituțiilor INFRAS (Elveția) și IWW (Germania) pentru UIC cu denumirea de „Cheltuielile externe ale circulației”

Studiul a fost publicat în 2000 martie și în afară de cei 15 membri ai UE mai cuprinde și datele Elveției și Norvegiei. Anul de bază pentru cheltuielile externe a fost anul 1995, iar pentru anul 2010 s-a făcut prognoză. Din punct de vedere al studiului nostru trebuie luate în considerare cheltuielile schimbărilor climatice, zgomotului și poluării aerului.

În traficul rutier de persoane cea mai mare încărcare specifică o reprezintă motocicletele, cu valoarea de 298 €/1000 ukm. Pentru autoturisme valoarea este 87 €/1000 ukm, care are valoare mai mare cu 74% decât valorile prognozate de studiul IWW/INFRAS.

În cazul căilor ferate această valoare este 20 €/1000 ukm, iar această valoare este dublul valorii prognozate, dar și așa această valoare este cu 4,4 mai mică decât în cazul sectorului rutier. Dintre elementele de cheltuială cel mai semnificativ este schimbarea climatică, zgomotul și poluarea aerului.

În domeniul aviatic sunt determinante cheltuielile schimbărilor climatice.

În transportul de mărfuri cheltuielile externe pentru autovehiculele de transport marfă este semnificativ mai ridicat decât la toate celelalte ramuri de transport.

Una din cauzele acestui fapt este că indicatorul ales (tona) pentru această categorie nu este tocmai potrivit, pentru că masa de produse transportate diferă în mod semnificativ de celelalte moduri de transport.

Autovehiculele de transport marfă de dimensiuni mai mici transportă de obicei marfă de valoare mare de dimensiuni mici. Cheltuielile autovehiculelor de transport marfă de dimensiuni mai mari este de 72 €/1000 ukm care este de 3,8 mai mare decât în cazul căilor ferate. Comparând cu studiul mai vechi IWW/INFRAS cheltuielile pe drumurile publice este mai mare cu 51%, iar a căilor ferate cu 2,6 ori.

În tabelul de mai sus, asemănător cu studiile mai vechi între țări apar diferențe semnificative .

În privința transportului cheltuielile specifice ale Germaniei (28% peste medie) este cel mai mare, iar cele ale Spaniei și Portugaliei sunt cele mai scăzute (cu 30% sub medie). Explicația acestui lucru este pe lângă estimarea scăzută și numărul mare de autovehicule diesel.

În cazul transportului în comun din Elveția cheltuielile specifice ale Elveției sunt cele mai mari (cu 81% peste medie) și în cazul Austriei sunt cele mai mici (cu 51% sub medie). Unul din factorii care pot explica aceste valori este sarcina permisă pe osie mai mică, iar densitatea populației mai mare.

În cadrul transportului feroviar de persoane cheltuielile specifice ale Danemarcei sunt cele mai mari (149% deasupra mediei) iar valorile Franței și Suediei sunt cele mai scăzute (sub 60%). Unul din factorii care ar putea explica diferențele de aici este diferența în compoziția puterii obținute pe cale electrică.

În cadrul transportului de marfă pe cale ferată Irlanda are cheltuielile specifice cele mai ridicate (cu 105% deasupra mediei) iar Suedia cea mai scăzută (cu 67% sub medie). Pe când în Irlanda se utilizează în mod exclusiv tracțiune diesel, Suedia folosește surse „verzi” de energie.

Conform prognosticului până în anul 2010 cheltuielile externe produse de zgomot sunt mai mari cu 30% decât valorile din 1995. Datorită creșterii transportului aerian în acest sector cheltuielile datorită zgomotului o să crească, în cazul transportului pe cale ferată datorită dezvoltării tehnologice, cheltuielile nu o să crească în măsură așa de mare ca și GDP pe cap de locuitor (care în perioada studiată se apreciază la 39%). În ceea ce privește cheltuielile generale însă, imaginea este cu totul alta.

Creșterea cheltuielilor de zgomot relativ la ukm sau tkm rămâne pe departe sub creșterea venitului național. Motivul principal al creșterii zgomotului este creșterea traficului, care însă are efect redus asupra nivelului total de zgomot. Datorită relației logaritmice din dublarea traficului rezultă doar o creștere de 5% al zgomotului.

Cheltuielile externe provocate de poluarea aerului sunt estimate la 8% până la anul 2010. Motivul principal al creșterii este creșterea circulației, creșterea prețului unitar (datorită creșterii GDP-ului), pe care emisia de particule care scade în mică măsură nu poate să o echilibreze (pentru că mare parte din acesta este proporțională cu randamentul de deplasare).

Cheltuielile generale însă scad în mod semnificativ în viitor: în traficul rutier la autoturisme cu 20%, la camioane mici cu 29%, iar la camioane cu 10%. În circulația feroviară scăderea – datorită electrificării în creștere și a randamentului energetic îmbunătățit poate să fie și de 50%.

Toate creșterile climatice până în 2010 vor fi de 73%. În ceea ce privește cheltuielile medii la autoturisme creșterea va fi de 12%, la camioane mari 32%. În circulația feroviară datorită generalizării electrificării la transportul de persoane creșterea va fi de 24%, iar la transportul de marfă va fi de 46%.

4. Metodele si mijloacele pentru stabilirea evolutiei in timp a performantelor de poluare pentru m.a.i. ce echipeaza vehiculele urbane grele.

4.1 Ciclurile de masurare a emisiilor poluante

Datorită funcționării specifice a autovehiculelor echipate cu motoare cu ardere internă, s-a constatat că motoarele lucrează într-o gamă foarte largă de sarcini și turații, fapt care implică variații destul de mari ale solicitărilor mecanice și termice, cât și ale emisiilor poluante.

Pentru măsurarea emisiilor poluante, conform regulamentelor antipoluare în vigoare, se folosesc cicluri de încercare care au fost concepute având în vedere respectarea unor criterii, cum ar fi reprezentativitatea, simplitatea, reproductibilitatea, durata scurtă și costul redus.

Din dorința de simplificare, se ajunge la o interpretare simplistă a ciclurilor de încercare fără a se ține seama de încă un criteriu, de specificul dat de utilizarea autovehiculului. Cu alte cuvinte, destinația vehiculului nu este întotdeauna considerată (în Regulamentul CEE-ONU nr.49, emisiile poluante specifice unui autobuz și cele ale unui autocamion sunt măsurate după același ciclu de încercare, având și aceleași limite).

Acest lucru poate genera interpretări eronate ale mărimilor măsurate, limita emisiei de NO_x impusă unui autobuz nu va fi niciodată depășită, ținând cont că aceasta funcționează o mare parte din timp la sarcini și turații mici, ceea ce înseamnă că generează emisii de NO_x mici.

Știind că testul de încercare a fost creat în urma regimometrării unor autocamioane grele în parcurs interurban, rezultă că acest ciclu este prea larg pentru autobuze.

4.1.1. Construirea ciclurilor.

Termenul de destinație a unui autovehicul include, implicit, o serie de informații referitoare la traseul caracteristic și la timpul serviciului, informații care generează o serie de mărimi specifice, cuprinse în ciclul de solicitări caracteristic.

Pe baza măsurărilor de sarcină și turație, prin regimometrare, se poate determina un traseu și un tip de serviciu dat, repartitia temporală a regimurilor de funcționare, ceea ce conduce la posibilitatea construirii unui ciclu de încercări reprezentativ pentru destinația dată, ciclu care este reprezentativ pentru întreaga durată de funcționare a autovehiculului, atât din punct de vedere al solicitărilor, cât și al emisiilor poluante.

Pentru a crea un ciclu de încercare reprezentativ, trebuie găsit un algoritm de selectare a celor mai reprezentative regimuri din totalul regimurilor considerate. Folosirea unui ciclu format din 42 de regimuri de funcționare este scumpă și de

durată. De aceea trebuie aplicată o metodă de selectare și de concentrare a regimurilor alese, astfel ca proprietatea de reprezentativitate să nu fie alterată.

Legislațiile antipoluante cuprind cicluri de măsurare a emisiilor poluante alcătuite fie din regimuri staționare bine determinate, având un număr variabil de trepte, fie din regimuri tranzitorii.

În cele ce urmează se prezintă o metodă de alcătuire a ciclurilor de încercare în care sunt construite 5 cicluri reprezentative de măsurare a emisiilor poluante, funcție de destinația vehiculului.

La baza acestei analize au stat regimometrările unui autovehicul tip ARO-240, în condițiile circulației pe următoarele trasee caracteristice:

- circulație urbană;
- circulație pe autostradă;
- circulație pe drumuri de munte;
- circulație pe drumuri modernizate.

Pentru obținerea regimurilor de funcționare se efectuează o clasare tridimensională, în care cele trei axe ale sistemului de referință sunt turația, sarcina și durata de funcționare.

Pentru fiecare din cele 4 trasee s-a făcut o repartitie pe intervale de sarcină și turație conform tabelelor 4.1 - 4.4, păstrându-se corespondența de mai înainte.

Tabelul 4.1.

Turația Coef. de sarcină	850- 1400	1400- 1760	1760- 2120	2120- 2480	2480- 2840	2840- 3200	Durata de funcționare la sarcină
0	1811s 15,2%	119s 1%	60s 0,5%	36s 0,3%	24s 0,2%	24s 0,2%	2074s 17,4%
0-1/6	595s 5%	1655s 13,9%	1367s 11,5%	657s 5,5%	261s 2,2%	37s 0,3%	4572s 38,4%
1/6-2/6	102s 0,86%	449s 3,8%	632s 5,3%	367s 3,08%	122s 1,02%	41s 0,34%	1713s 14,4%
2/6-3/6	102s 0,86%	469s 3,9%	571s 4,8%	285s 2,4%	122s 1,02%	20s 0,17%	1569s 13,2%
3/6-4/6	61s 0,5%	204s 1,7%	245s 2,06%	163s 1,4%	61s 0,5%	20s 0,17%	754s 6,3%
4/6-5/6	61s 0,5%	122s 1%	245s 2,06%	265s 2,2%	163s 1,4%	20s 0,17%	876s 7,4%
5/6-6/6	30s 0,25%	41s 0,3%	51s 0,43%	102s 0,85%	82s 0,69%	30s 0,25%	337s 2,8%
Durata de funcționare la turația dată	762s 23,2%	3059s 25,7%	3171s 26,7%	1875s 15,7%	835s 7%	192s 1,6%	11894s 100%

Tabelul 4.2.

Turația Coef. de sarcină	850- 1400	1400- 1760	1760- 2120	2120- 2480	2480- 2840	2840- 3200	Durata de funcționare la sarcină
0-1/6	30s 0,44%	20s 0,29%	30s 0,44%	40s 0,58%	60s 0,87%	20s 0,29%	200s 2,9%
1/6-2/6	20s 0,29%	0s 0%	20s 0,29%	20s 0,29%	81s 1,18%	20s 0,29%	161s 2,4%
2/6-3/6	20s 0,29%	20s 0,29%	30s 0,44%	60s 0,87%	243s 3,5%	60s 0,87%	433s 6,3%
3/6-4/6	20s 0,29%	0s 0%	20s 0,29%	101s 1,46%	506s 7,35%	101s 1,46%	747s 10,9%
4/6-5/6	60s 0,87%	20s 0,29%	60s 0,87%	243s 3,5%	3542s 51,5%	668s 9,7%	4593s 66,7%
5/6-6/6	20s 0,29%	40s 0,58%	20s 0,29%	40s 0,58%	202s 2,9%	425s 6,2%	747s 10,8%
Durata de funcționare la turația dată	170s 2,47%	100s 1,45%	180s 2,6%	504s 7,3%	4634s 67,3%	1294s 18,8%	6881s 100%

Tabelul 4.3.

Turația Coef. de sarcină	850- 1400	1400- 1760	1760- 2120	2120- 2480	2480- 2840	2840- 3200	Durata de funcționare la sarcină
0	147s 1%	208s 1,5%	147s 1%	147s 1%	74s 0,5%	13s 0,09%	736s 5%
0-1/6	917s 6,2%	1041s 7,5%	1176s 8%	617s 4,2%	147s 1%	15s 0,1%	3913s 26,7%
1/6-2/6	186s 1,27%	557s 3,8%	762s 5,2%	446s 3%	93s 0,63%	18s 0,12%	2062s 14,09%
2/6-3/6	111s 0,75%	409s 2,8%	762s 5,2%	520s 3,5%	130s 0,8%	18s 0,12%	1950s 13,3%
3/6-4/6	93s 0,63%	353s 2,4%	539s 3,7%	427s 3%	167s 1,1%	36s 0,24%	1615s 11,1%
4/6-5/6	74s 0,5%	465s 3,2%	1115s 7,6%	1152s 7,8%	557s 3,8%	56s 0,8%	3419s 23,3%
5/6-6/6	37s 0,25%	93s 0,63%	372s 2,5%	335s 2,3%	74s 0,5%	36s 0,24%	947s 6,4%
Durata de funcționa re la turația dată	1560s 10,7%	3122s 21,3%	4870s 33,3%	3642s 24,9%	1244s 8,5%	192s 1,3%	14630s 100%

Tabelul 4.4.

Turația Coef. de sarcină	850- 1400	1400- 1760	1760- 2120	2120- 2480	2480- 2840	2840- 3200	Durata de funcționare la sarcină
0	179s 0,4%	450s 1%	450s 1%	403s 0,9%	403s 0,9%	225s 0,5%	2110s 4,7%
0-1/6	1120s 2,5%	1974s 4,4%	3747s 8,5%	3495s 7,8%	1479s 3,3%	544s 1,1%	12353s 28%
1/6-2/6	75s 0,17%	125s 0,28%	1300s 2,9%	1650s 3,7%	950s 2,1%	75s 0,17%	4175s 9,4%
2/6-3/6	75s 0,17%	600s 1,36%	1250s 2,8%	1850s 4,2%	1300s 2,9%	350s 0,79%	5425s 12,3%
3/6-4/6	75s 0,17%	350s 0,79%	1100s 2,5%	1400s 3,2%	1000s 2,2%	300s 0,68%	4225s 9,6%
4/6-5/6	75s 0,17%	450s 1,02%	2350s 5,3%	4300s 9,77%	2850s 6,47%	600s 1,36%	10625s 24,1%
5/6-6/6	75s 0,17%	150s 0,34%	650s 1,47%	2100s 4,8%	1700s 3,86%	600s 1,36%	5275s 12%
Durata de funcționare la turația dată	1675s 3,8%	4075s 9,3%	10837s 24,6%	15150s 34,4%	9650s 21,9%	2625s 5,9%	44012s 100%

Construirea unui ciclu de încercare implică un oarecare nivel de subiectivitate, în ceea ce privește criteriile de reprezentativitate adoptate. De aceea vom folosi două proceduri de construire a unor cicluri reprezentative, care folosesc două metode de selectare, denumite metoda filtrării și metoda repartiției proporționale.

Metoda filtrării pornește de la considerentul că se pot neglija o parte din regimurile de funcționare a căror pondere este foarte mică și deci nereprezentativă față de durata totală a ciclului.

Metoda repartiției proporționale urmărește împărțirea printr-un proces iterativ a celor mai mici ponderi din matricea duratelor către valorile cele mai mari, fără a neglija nici un regim.

4.1.2. Aplicarea metodei filtrării

Metoda filtrării trebuie aplicată cu grijă, pentru că, la o repartiție cvasiuniformă a duratelor de funcționare, există pericolul pierderii reprezentativității. Această problemă se poate face prin adăugarea unei condiții de reprezentativitate, care limitează, la un procent dat, suma ponderilor regimurilor neglijate.

În cazul acestei analize, procentul este de 20% și el a fost dedus din măsurarea emisiilor poluante in situ, comparativ cu estimările ciclurilor de încercare și care constată o diferență între cele două seturi de mărimi de până la 20%. Astfel, se va considera că un ciclu este reprezentativ dacă însumarea procentelor de funcționare a regimurilor considerate reprezentative nu este mai mică decât 80% din durata de funcționare în toate regimurile.

În prima fază se aplică metoda filtrării, prin care se neglijează acele regimuri a căror pondere este mai mică de 1% din durata totală de funcționare. Prin acest procedeu se reduce numărul regimurilor de la 42 la 22, 10, 26, și respectiv 27.

Prin prima filtrare reprezentativitatea se menține ridicată, fiind neglijate numai 8,3%, 11,2%, 6,8% și respectiv 6,6% din durata totală de funcționare.

Analiza numărului de trepte în care urmează să fie încercat motorul denotă că este necesar să se aplice un criteriu de concentrare și rotunjire empiric, prin care valorile cele mai mici sunt concentrate. Rotunjirea a urmărit refacerea procentului de 100% al duratei totale.

Ciclurile de încercare rezultate au configurația din tabelele 4.5. - 4.8., fiind notată cu n turația nominală a motorului.

Tabelul 4.5.

Turația Coef. de sarcină	850- 0,25n	1240- 0,37n	1600- 0,5n	1940- 0,6n	2300- 0,7n	2660- 0,83n	3020 0,95n
0	20%						
1/6		5%	15%	15%	5%	5%	
2/6			5%	5%	5%		
3/6			5%	5%	5%		
4/6				5%			
5/6							

Tabelul 4.6.

Turația Coef. de sarcină	850- 0,25n	1240- 0,37n	1600- 0,5n	1940- 0,6n	2300- 0,7n	2660- 0,83n	3020 0,95n
0	5%						
1/6							
2/6							
3/6						5%	
4/6						5%	
5/6					5%	55%	10%
6/6						5%	10%

Tabelul 4.7.

Turația Coef. de sarcină	850- 0,25n	1240- 0,37n	1600- 0,5n	1940- 0,6n	2300- 0,7n	2660- 0,83n	3020 0,95n
0	10%						
1/6		5%	10%	10%	5%		
2/6			5%	5%			
3/6				5%	5%		
4/6				5%			
5/6				10%	10%	5%	
6/6				5%			

Tabelul 4.8.

Turația Coef. de sarcină	850- 0,25n	1240- 0,37n	1600- 0,5n	1940- 0,6n	2300- 0,7n	2660- 0,83n	3020 0,95n
0	10%						
1/6			5%	10%	10%	5%	
2/6					10%		
3/6					10%		
4/6					10%		
5/6				5%	10%	5%	
6/6					5%	5%	

S-au construit astfel 4 cicluri de încercare, definite tabelar prin regimurile corespunzătoare și prin ponderile acestora.

Metoda are un grad ridicat de subiectivitate, datorită neglijării unor regimuri și datorită rotunjirii și concentrării unor regimuri într-unul singur.

4.1.3 Aplicarea metodei repartiției proporționale.

Pentru evitarea subiectivismului metodei filtrării, s-a imaginat o metodă originală de concentrare a ponderii regimurilor de funcționare, prin care se renunță la eliminarea regimurilor cu pondere foarte mică, acestea fiind distribuite regimurilor proxime. În acest scop se alcătuieste matricea ponderilor, de coordonate i și j , coordonate care definesc regimul de funcționare.

Dacă se consideră distribuția uniformă a regimurilor de funcționare, atunci indicele i reprezintă variabila turației, iar j reprezintă variabila coeficient de sarcină. Se determină iterativ valoarea minimă a ponderilor din matrice, care se redistribuie celorlalte ponderi, direct proporțional cu acestea din urmă și invers proporțional cu distanța de la poziția lor la poziția valorii minime.

După redistribuirea valorii minime, ponderea existentă în poziția respectivă se anulează. Se păstrează pe de altă parte, suma (100%) a ponderilor, ceea ce reprezintă un avantaj față de metoda prezentată anterior.

Operația este o accentuare a ponderilor mari, cu estomparea celor mici. Acest proces se interează de n ori, n fiind numărul de trepte considerate semnificative pentru ciclul respectiv. Se obține astfel o matrice cu n valori nenule. Funcție de gradul de reprezentativitate dorit, poate fi căutat un optim al parametrului n .

Principalii pași de calcul sunt următorii:

1. se identifică valoarea minimă nenulă.
2. se calculează sub forma unui vector linie cu 2 elemente, coordonatele minimului nenul (minNN); dacă mai multe elemente au valoarea min. NN, localizarea se face la sud-est.
3. se calculează baza pentru sumarea ponderată astfel încât suma procentajelor să rămână 100. Ponderea redistribuirii minNN către vecini este direct proporțională cu valoarea acestora și invers proporțională cu distanța până la ei.

		15,1	0,1	1	0,5	0,3	0,2	0,2
		0,5	4,5	13,9	11,5	5,5	2,2	0,3
		0,4	0,46	3,8	5,3	3,08	1,02	0,34
		0,4	0,46	3,9	4,8	2,4	1,02	0,17
	B=	0,25	0,25	1,7	2,06	1,4	0,5	0,17
	(4.1)	0,25	0,25	1	2,06	2,2	1,4	0,17
		0,1	0,15	0,3	0,43	0,85	0,69	0,25
	REGRUP=							
(4.2)		17,684	0	0	0	0	0	0
		0	5,535	17,355	14,575	7,239	0	0
		0	0	4,865	6,879	4,14	0	0
		0	0	5,259	6,525	3,353	0	0
		0	0	0	3,041	0	0	0
		0	0	0	0	3,33	0	0
		0	0	0	0	0	0	0

Metoda se exemplifică pentru matricea B a ciclului urban, grupul B reprezintă deci B cu o primă redistribuire a min. NN. Procedură al cărui rezultat a fost denumit REGRUP, reprezintă un număr de n redistribuiri.

Așadar, REGRUP reprezintă matricea cu ponderile temporale ale celor 13 trepte de încercare în ciclul urban.

Ciclul rezultat este reprezentat în figura 4.1 având coordonatele sarcină, turație și ponderile regimurilor de funcționare alese.

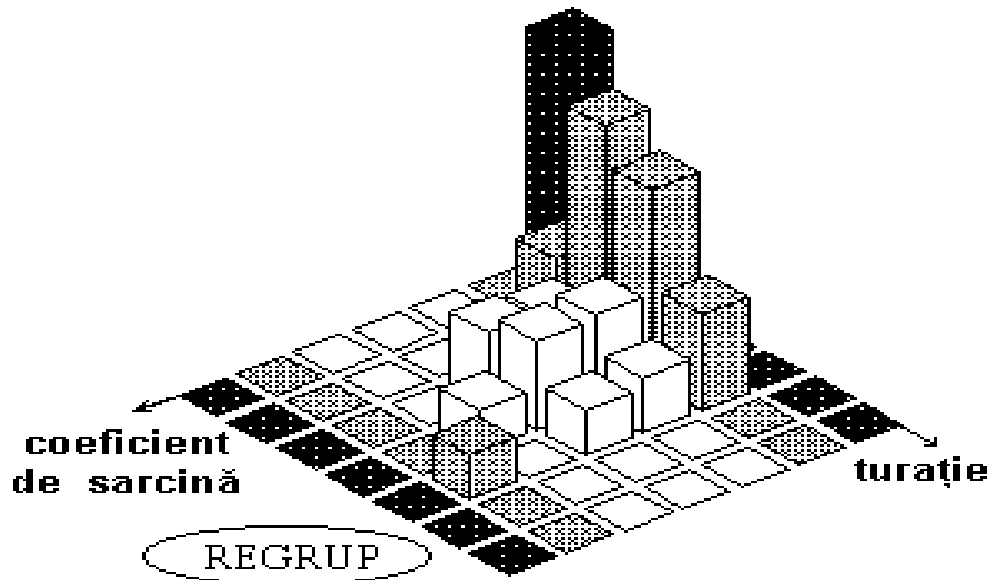


Fig. 4.1 Ciclul pentru parcursul urban. [53]

Aceași metodă se poate aplica și celorlalte cicluri de încercări; pentru simplificare se prezintă numai matricele ce definesc ponderile regimurilor funcționale ca și ilustrarea lor în fig. 4.2. - 4.4. pentru regimurile de funcționare pe autostradă, pe drumuri de munte și respectiv, pe drumuri modernizate.

	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	1,383	0
REGRUP =	0	0	0	0	1,014	4,02	0
	0	0	0	0	1,679	8,289	1,627
(4.3)	0	0	0	0	4,009	57,377	10,629
	0	0	0	0	0	3,2	6,725

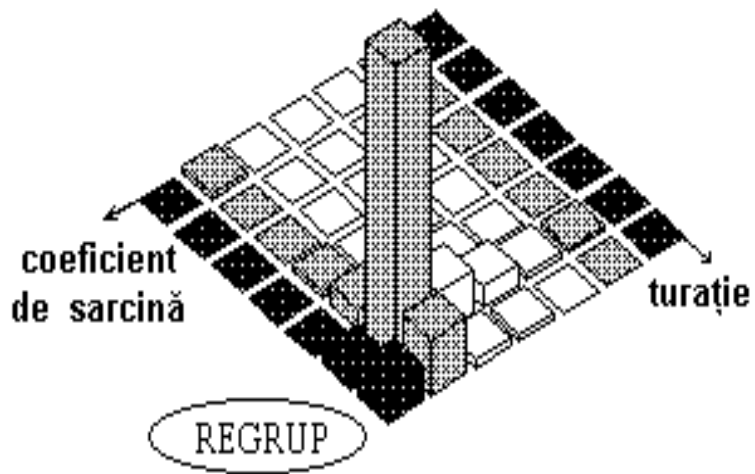


Fig. 4.2 Ciclul pentru parcursul pe autostradă [53]

REGRUP = (4.4)	6,244	0	0	0	0	0	0
	0	0	9,948	10,294	5,389	0	0
	0	0	4,928	6,582	3,8	0	0
	0	0	3,649	6,597	4,431	0	0
	0	0	0	4,738	3,802	0	0
	0	0	4,078	9,597	9,941	4,826	0
	0	0	0	3,125	0	3,2	0

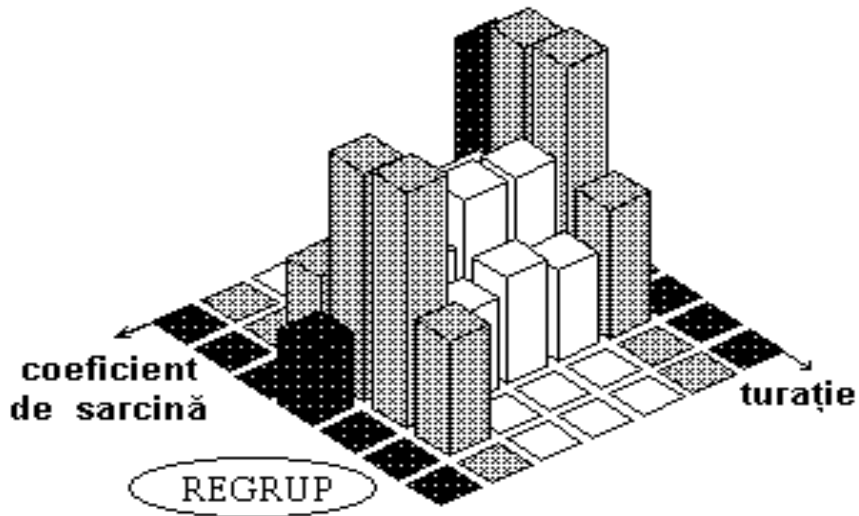


Fig. 4.3 Ciclul pentru drumuri de munte [53]

	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	5,817	10,955	10,056	4,332	0
	0	0	0	3,702	4,761	0	0
	0	0	0	3,574	5,299	3,724	0
	0	0	0	3,159	3,975	2,759	0
REGRUP	0	0	0	6,689	12,039	8,065	0
=	0	0	0	0	5,85	4,714	0

(4.5)

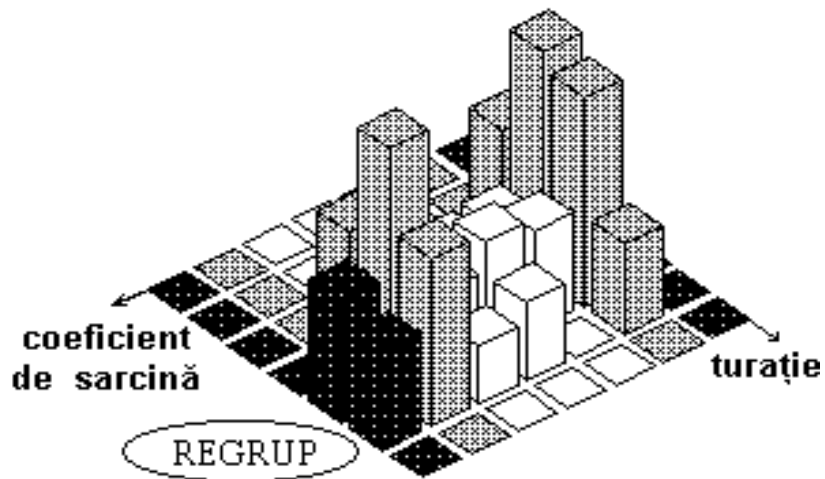


Fig. 4.4 Ciclul pentru drumuri modernizate.

Asupra corectitudinii alegerii regimurilor considerate ca regimuri reprezentative se pot face următoarele considerații:

- împărțirea în intervale destul de mici a câmpului de coordonate sarcină și turație duce la selectarea riguroasă a regimurilor reprezentative; ele se consideră concentrate în mijlocul intervalelor considerate;
- analiza matricelor REGRUP conduce la observația că natura diferită a destinației înseamnă ponderi foarte diferite ale regimurilor de încercare; mai mult, acestea de cele mai multe ori nu coincid. În cazul măsurării emisiilor poluante devine astfel discutabil modelul tradițional, care consideră că turații reprezentative ale funcționării unui motor turația la regimul de mers în gol, turația cuplului maxim și turația nominală.

Rezultatele măsurărilor au arătat că, pentru fiecare traseu caracteristic, există câteva regimuri de turație și de sarcină mult mai frecvent utilizate decât celelalte. Se observă că în circulația urbană predomină turațiile mici și sarcini reduse.

Pe autostradă predomină turațiile și sarcinile ridicate care sunt utilizate circa 95% din timp.

Pe drumurile modernizate și de munte majoritatea timpului se circulă la turații medii în jurul cuplului motor maxim cu sarcini spre limita superioară, alternând cu sarcinile mici.

4.2.Cazul autobuzului urban.

Pentru autobuze, peste matricea funcționării în regim urban trebuie suprapus un filtru care să țină cont de regimul de oprire din stație în stație, ceea ce înseamnă că trebuie modificat ciclul propus pentru funcționare urbană, astfel încât să se țină seamă de durata opririi în stație și de durata accelerării și decelerării la plecarea și respectiv sosirea în stație.

Schematic, durata funcționării între două stații este alcătuită din: durata funcționării în parcursul urban, în regim stabilizat (d_s), durata opririi în stație (d_0), durata accelerării (d_a) și durata decelerării (d_d):

$$d = d_s + d_0 + d_a + d_d. \quad (4.6)$$

Statistic, măsurarea acestor durate a atribuit următoarele valori mărimilor descrise: $d_0 = 20s$, $d_a = d_d = 10s$, $d_s = 40s$, $d = 80s$.

Se observă astfel că, în ciclul urban considerat, se modifică ponderea funcționării în regim de mers în gol (crește cu 25%, datorită funcționării motorului în gol la oprirea în stații și ponderea funcționării în regimurile de sarcină și turații mici crește cu 25%, datorită funcționării motorului la plecarea și la oprirea în stație).

Același principiu de modificare se poate aplica și în cazul autovehiculelor cu funcționare din poartă în poartă, cum ar fi autogunoierele.

Tabelul 4.9 sugerează faptul că motoarele care echipează autobuzele nu sunt solicitate constant în regimuri de sarcini mari, rezerva de putere fiindu-le necesară pentru accelerații și decelerații rapide.

Tabelul 4.9

Turația Coef. de sarcină	850- 0,25n	1240- 0,37n	1600- 0,5n	1940- 0,6n	2300- 0,7n	2660- 0,83n	3020 0,95n
0	45%						
1/6		5%	15%	15%	5%		
2/6			5%	5%			
3/6			5%				
4/6							
5/6							
6/6							

4.3 Emisiile poluante în regimuri tranzitorii.

Întrucât regimurile tranzitorii au o pondere importantă din durata de funcționare a motoarelor, este de mare interes cunoașterea caracteristicilor emisiilor poluante specifice acestor regimuri.

Pentru evaluarea emisiilor poluante caracteristice regimurilor tranzitorii s-au folosit încercările ridicate pentru un m.a.c. în cele trei variante de aspirație: aspirație naturală (N), supraalimentare (T) și supraalimentare cu răcire intermediară (R).

În cazul variației sarcinii la turație constantă, s-a folosit măsurarea opacității gazelor arse pentru determinarea particulelor, căci măsurarea clasică, prin metoda gravimetrică, este neconcludentă.

Rezultatele din fig. 4.5. înfățișează variația emisiilor poluante la variația sarcinii de la mers în gol până la sarcina maximă.

Se constată la varianta N o creștere a emisiei de HC, care durează aproximativ 40s; în cazul variantei T se constată o creștere a CO și a particulelor care durează circa 10s; varianta R înregistrează și ea o creștere a CO și PT, dar mai scăzută. Emisia de NO_x nu sesizează nici o variație la trecerea în sarcină plină.

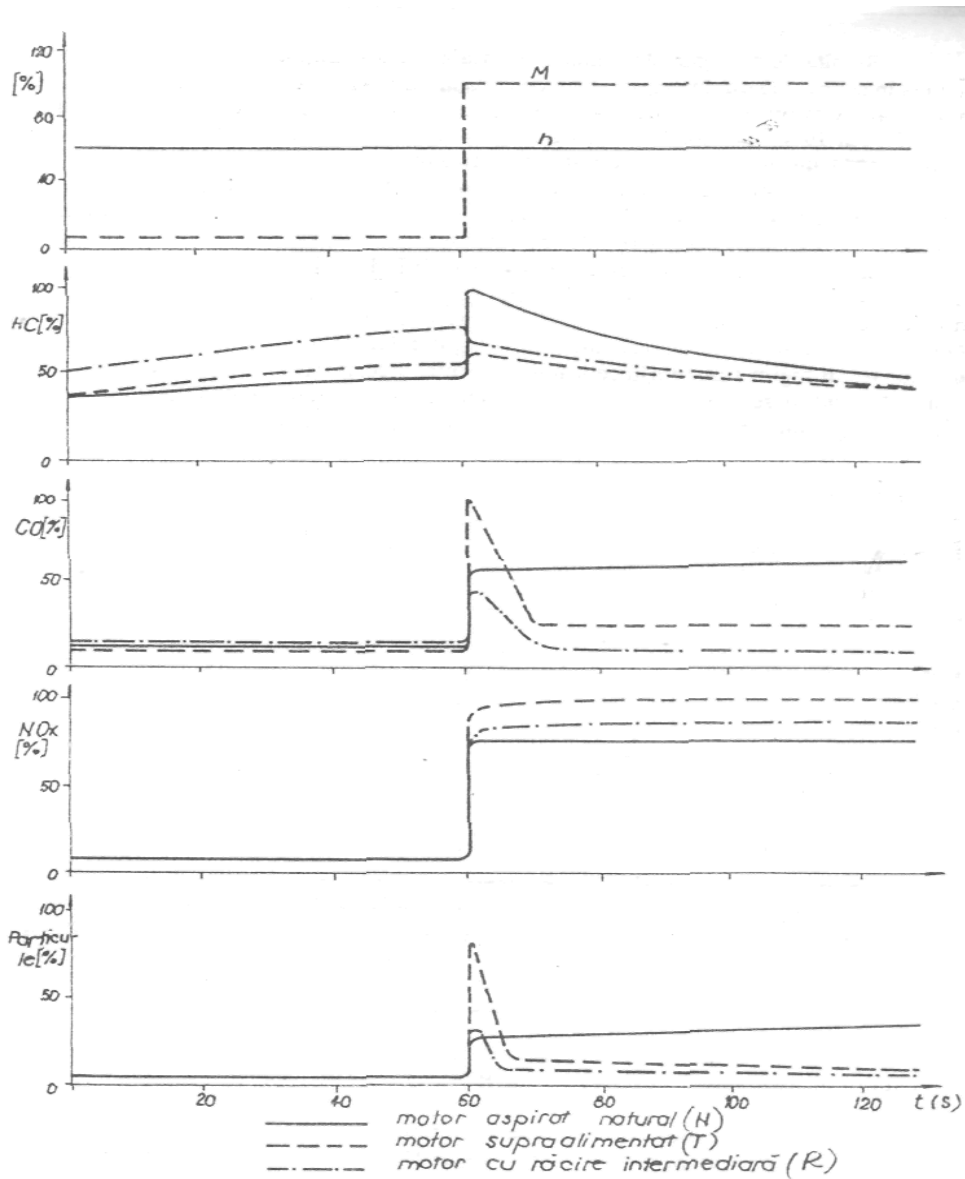


Fig. 4.5. Variația emisiilor la variația de tip treaptă a sarcinii, la turație constantă. [54]

Cercetări mai amănunțite care au urmărit influența variației sarcinii și turației mai aproape de funcționarea reală a autovehiculelor pe stradă, au dus la studierea emisiilor pe cicluri cu diferite procente de funcționare în regim tranzitoriu. S-au folosit 4 cicluri care au fost repetate de un număr variabil de ori, astfel ca durata totală de funcționare să fie aceeași.

În figura 4.6. este arătată variația temporală a sarcinii și turației în cele 4 cicluri, care se repetă de 25, 20, 12 și respectiv de 6 ori. Toate fazele de accelerare,

mers în gol și decelerare sunt identice, iar ponderea de funcționare în regim tranzitoriu se stabilește pentru fiecare ciclu în parte (tabelul 4.10).

În aceste condiții se măsoară emisiile poluante, care sunt reprezentate grafic funcție de ponderea regimului tranzitoriu (fig. 4.7.) și se constată următoarele:

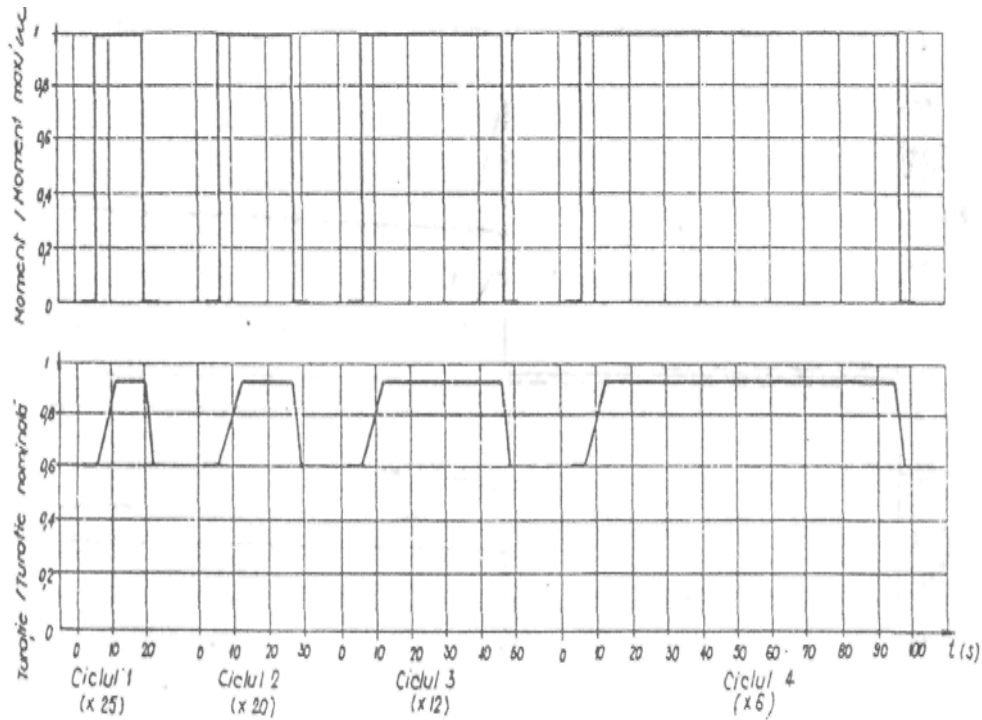


Fig. 4.6.Cicluri de evaluare a emisiilor în funcționarea tranzitorie. [54]

Tabelul 4.10

Nr. ciclului	Procent de funcționare tranzitorial (%)
1	60
2	43
3	22
4	10

- în cazul variantei N emisiile HC cresc până la dublu, o dată cu creșterea procentului de funcționare tranzitorie, iar PT scad cu 10%; CO și NO_x nu sunt vizibil influențate;
- în cazul variantei T emisiile de CO cresc vertiginos, peste 200% pe domeniul analizat, iar PT cresc până la 1,5 ori; NO_x și HC se află într-o plajă de 10% față de valoarea staționară;
- în cazul variantei R se manifestă creșterea CO de 1,8 ori, iar a PT de 1,2 ori;
- raportarea (100%) s-a făcut la valoarea emisiilor poluante specifice regimului staționar caracterizat de $n = 0,85n_n$ și $M = 100\%$.

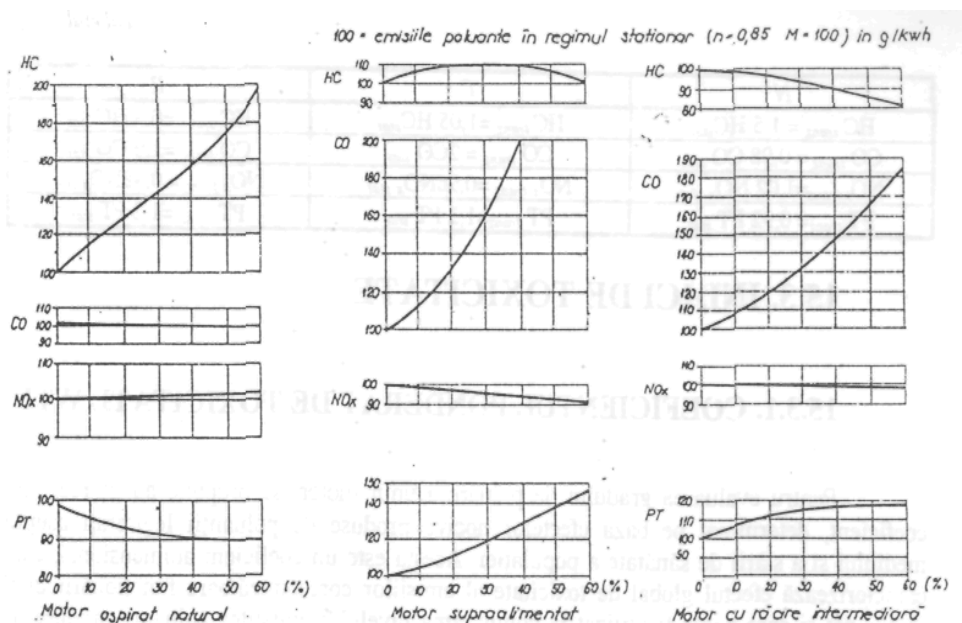


Fig. 4.7. Valorile relative ale emisiilor poluante funcție de procentul de funcționare tranzitorie. [54]

4.4. Măsurarea conținutului de particule

Motoarele de tracțiune rutieră, cu volum considerabil de gaz vehiculat sunt testate cu aparatură bazată pe prelevarea parțială a gazelor prin tunelul de diluție.

Gazele eșapate sunt prelevate din conducta de eșapament, diluate cu aer în volume controlate, amestecul fiind apoi filtrat prin filtre speciale.

Volumul de gaz se corelează cu turația și sarcina motorului.

Pentru 'probe de casa' s-a utilizat o metodă de corelație fum / particule, determinată experimental / statistic și cunoscută ca și curba de corelație MIRA (Motor International Research Asociație).

Măsurarea zgomotului permite aprecierea efectelor adoptării unor soluții constructive și poate furniza informații asupra calității procesului de ardere. Variațiile mari de presiune în cilindru sunt însoțite de zgomotele mecanicii motorului, intensitatea acestora putând furniza informații calitative privind procesul de ardere - întârzierea la autoaprindere, rata de creștere a presiunii etc.

Aparatura este specializată, permite măsurarea intensității zgomotului în game de frecvență, ceea ce poate duce la identificarea surselor și luarea de măsuri de reducere. Pentru studii aprofundate se utilizează camere 'surde' izolate fonic și un complex de receptori așezați pe laturile și în colțurile unui paralelipiped, în scopul determinării pe fiecare direcție a intensității zgomotului și a identificării agregatului responsabil pentru emisia de nivel maxim.

Centrele de cercetare consacrate, institute sau laboratoare uzinale dispun de instrumentații complete, rețele de măsurare cu traductori și plăci de achiziție date, precum și softuri de încercare - măsurare - prelucrare specializate.

Investigația experimentală oferă înainte de toate o ultimă verificare a soluțiilor constructive și a reglajelor, înainte de lansarea în fabricație. În același timp sunt oferite date concrete pentru setarea programelor de simulare, în măsura a permite simularea funcționării virtuale a motorului în cele mai variate condiții. Data fiind importanța economică a sectorului industriei constructoare de motoare de tracțiune, o serie de firme s-au specializat în execuția echipamentelor de investigare cum ar fi:

Kistler - traductoare piezo pentru diagrama indicată

AVL - standuri complete, traductoare, soft de cecetare

Schenck - frâne dinamometrice, echipament achiziție date

Horiba, Pierburg, AVL - analizoare de gaze

Standurile de proba devin astfel complexe de instrumente și aparate de înaltă rezoluție, al caror costuri devin din ce în ce mai prohibitive.

Pentru aprecierea simultană și în timp real a variației parametrilor prelevați cu ajutorul plăcilor de achiziție, datele sunt prelucrate în calculator pe baza unor softuri specializate, operatorul având un rol de supraveghere și control.

În fig. 4.8. este prezentat un stand modern de testare a MAI

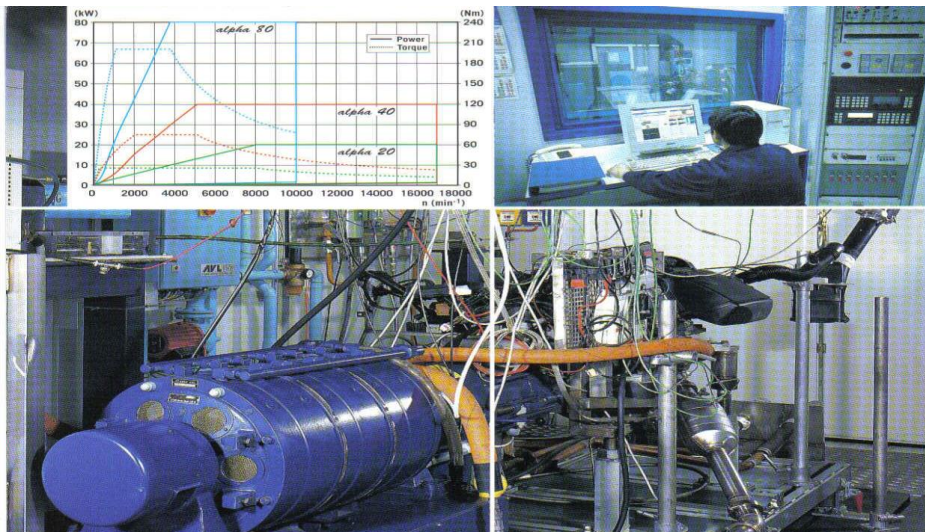


Fig. 4.8. Stand testare MAI

4.4.1. Masurarea Particulelor

Așa cum s-a arătat anterior, particulele sunt definite implicit, euristic, prin metoda proprie de măsurare: metoda gravimetrică, în contextul instalațiilor de măsurare.

Întrucât aceasta metodă este destul de complicată, recent, firma AVL a propus altă metodă de măsurare a particulelor prin tehnica absorbției în infraroșu la anumite lungimi de undă; echipamentul DPL482 determină conținutul de carbon (fracțiunea insolubilă a particulelor) și cantitatea totală de hidrocarburi (solide, lichide și gazoase); precizia determinării este de $\pm 5\%$ pentru carbon și de $\pm 15\%$ pentru hidrocarburi, raportate la metoda convențională.

4.4.1.1. Echivalența Fum - Particule

Particulele emise de motoarele diesel sunt compuse în principal din funingine, generată în timpul arderii (carbon grafitic) și hidrocarburi, absorbite sau condensate.

Particulele sunt definite, în scop legislativ, ca materialul (cu excepția apei) care se colectează pe un filtru de teflon la trecerea gazelor arse emise de motor, anterior diluate cu aer filtrat; diluarea cu aer curat se face pentru a respecta condiția ca $T^{\text{filtru}} < 52^{\circ}\text{C}$, pentru a evita volatilizarea unor hidrocarburi și condensarea apei.

Măsurarea particulelor se bazează pe definiția anterioară și implică o procedură complicată; diluarea gazelor de evacuare sau a unei părți a acestora, măsurarea exactă a raportului de diluție, cântărirea filtrelor înainte și după eșantionare într-o atmosferă controlată, cunoașterea exactă a debitului de gaze diluate care trec prin filtru în perioada eșantionării.

Se poate trage concluzia că măsurarea particulelor este o operație cu multe faze, scumpă și de durată și, de aceea, nu este surprinzător faptul că au fost făcute multe încercări de a corela măsurarea gravimetrică a particulelor cu măsurarea indicelui de fum, prin folosirea fummetrelor obișnuite (Bosch, Hartrige) sau a altor instrumente necomercializate.

Majoritatea studiilor pe această temă au obținut corelații între cifrele de fum și concentrația de funingine măsurată în gazele de evacuare nediluate. De aceea, se va urmări aplicativitatea corelațiilor existente fum-funingine în estimarea emisiei masice de particule și se vor cerceta relațiile dintre particule, funingine și fum.

În cele ce urmează se vor prezenta rezultatele cercetărilor unor instituții consacrate în domeniul investigării de motoare diesel și de aparatură destinată acestui scop. Cele mai dese referiri se vor face la MIRA (Motor Industry Research Association - Societatea Britanică pentru Cercetări în industria de Automobile) și la AVL (Institutul Austriac de Cercetare a Motoarelor)

4.4.1.2. Corelații cu unitățile de fum Bosch

Există mai multe determinări, efectuate de diferiți investigatori, începând din anii '60, care au stabilit o serie de corelații sub formă de monograme, valori tabelate sau ecuații.

$$C = 3,87 \cdot 10^{-2} \cdot Bn^5 - 1,47 \cdot 10^{-1} \cdot Bn^4 + 1,06 \cdot 10^{-1} \cdot Bn^3 + 12,6 \cdot Bn^2 + 12,4 \cdot Bn \quad (4.6)$$

$$C = 24,7 \cdot Bn + 1,92 \cdot Bn^3 \quad (4.7)$$

$$C = 19,1 \cdot Bn^{1,78} \quad (4.8)$$

$$C = 581,4 \cdot \left[\ln\left(\frac{10}{10 - Bn}\right) \right]^{1,413} \quad (4.9)$$

în care: C este concentrația de funingine din gaze (g/m^3)

Bn -indicele de fum în unitați Bosch

Pe graficele următoare (fig. 4.9.), această ultimă curbă (4) -adoptată pentru celelalte dependențe cantitative expuse în lucrare-este cea mai reprezentativă, având o poziție mediană în raport cu celelalte curbe.

Formulele (4.7), (4.8) și (4.9) au fost determinate prin măsurarea masei de carbon raportată la condițiile standard de presiune și temperatură și a indicelui de fum Bosch, în 53 de puncte de funcționare ale motorului.

Semnificația fizică a ecuației (4.9) este mai evidentă în forma:

$$Bn = 10 \cdot \left\{ 1 - \exp\left[-(kC)^b\right] \right\} \quad (4.10)$$

în care: Bn este indicele de fum Bosch;

C - concentrația de carbon(g/m^3)

k, b - constante experimentale

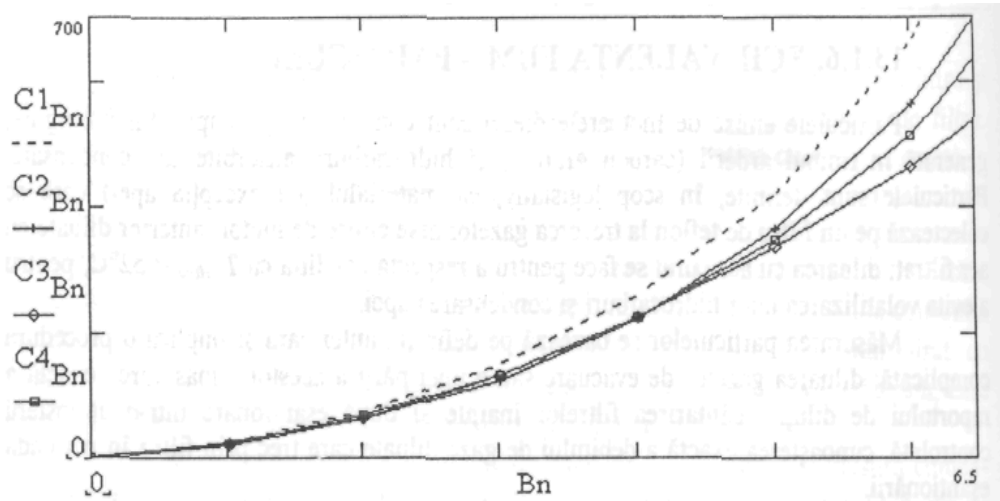


Fig.4.9.Diferite funcții de interpolare a dependențelor experimentale $C(Bn)$

Ecuția (4.10) reflectă fenomenul de atenuare al radiației luminoase, definit de legea Lambert-Beer, iar determinarea experimentală a coeficienților k, b a condus la ecuația:

$$Bn = 10 \left\{ 1 - \exp \left[- (0,0017 \cdot C)^{0,708} \right] \right\} \quad (4.11)$$

Pentru aceleași încercări s-a stabilit corelația particule - fum

$$P = 565 \cdot \left[\ln \left(\frac{10}{10 - Bn} \right) \right]^{1,206}$$

în care P este concentrația de particule din gazele arse (g/m^3) și echivalența sa: (4.12)

$$Bn = 10 \cdot \left\{ 1 - \exp \left[- (0,0018 \cdot P)^{0,829} \right] \right\} \quad (4.13)$$

În fig. 4.10. se observă consistența relațiilor (4.9) și (4.12), cu relația evidentă $C < P$ pe domeniul de aplicabilitate tipic $0 < Bn < 5$, inegalitate care se păstrează, pe curbele de interpolare, doar la valorile lui $Bn < 6$

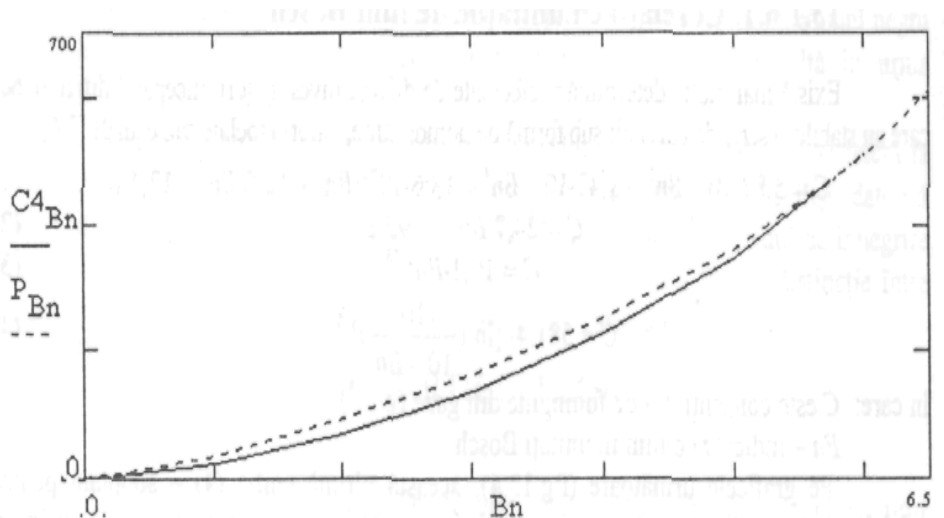


Fig 4.10. curbele de funingine și particule

Din reprezentarea grafică se observă că măsurătorile de particule se corelează surprinzător de bine cu indicele de fum Bosch.

Folosind măsurări efectuate pe motoare diesel cu cameră unitară și cu cameră divizată, avem relația următoare:

$$P = 1,024 \cdot C + 0,505 \cdot HC \quad (4.14)$$

în care: C -este concentrația de carbon sau funingine obținută prin măsurarea fumului Bosch prin corelația propusă de Mira și care este trasată în fig 4.11. ;

$\cdot HC$ -concentrația masică de hidrocarburi din gazele de evacuare

$$C = \frac{1}{0,405} \cdot a \cdot Bn \cdot \exp(b \cdot Bn) \quad (4.15)$$

în care: 0,405 este lungimea (m), a tubului de măsură;
a,b - coeficienți experimentali (a=4,95 și b=0,38)

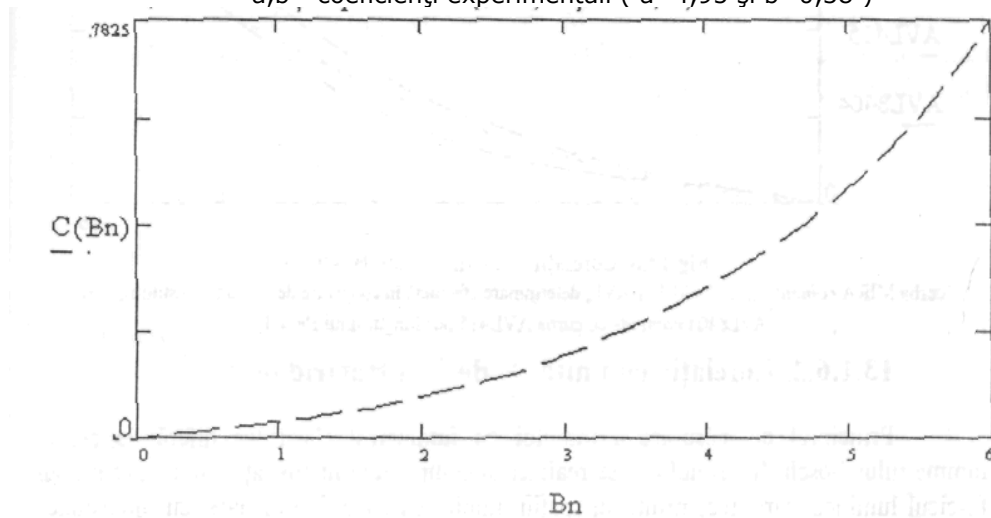


Fig. 4.11. Curba de corelație Mira

Figura 4.12. redă corespondența descrisă de ecuația (4.15),iar fig. 4.13. arată situația acestei relații comparativ cu alte relații deja existente, dintre care curba MIRA-DB este cea din fig.4.10, curba Alkidas este cea corespunzătoare relației (4.9),(fig.4.9.), iar celelalte curbe s-au obținut de specialiștii firmei AVL cu ocazia dezvoltării altor fummetre.

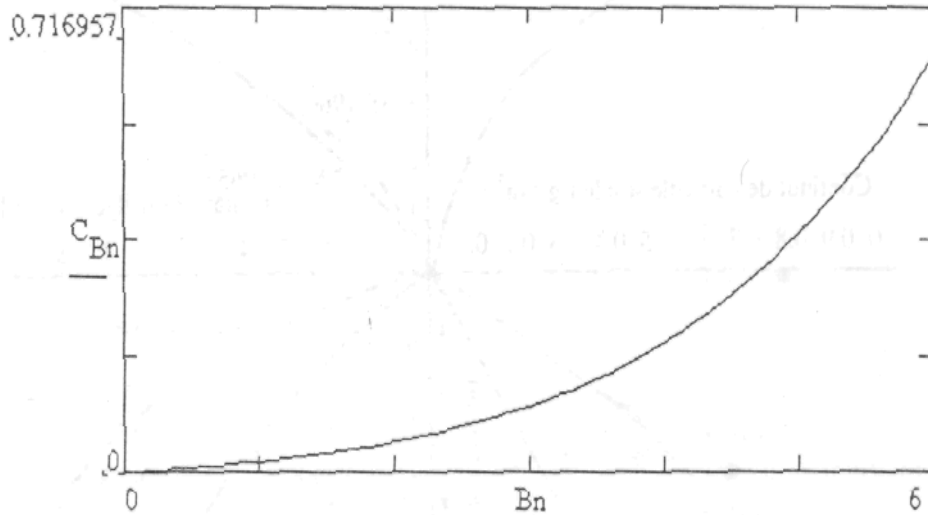


Fig.4.12. Corelația funingine-unități Bosch (conform AVL)

Din graficele prezentate, ce reprezintă concluziile mai multor investigatori ai problemei, care au utilizat diferite tipuri și mărimi de motoare diesel, rezultă convergența opiniilor lor, dovedind că fummetrul Bosch poate fi un instrument potrivit pentru evaluarea particulelor.

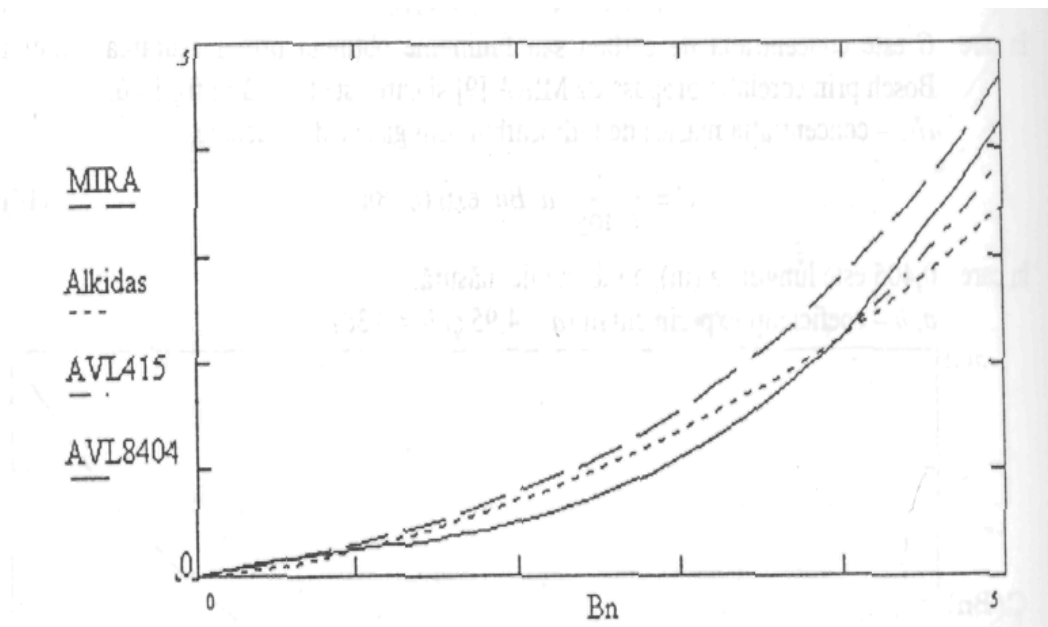


Fig.4.13. Corelații funingine-fum Bosch
(curba MIRA coincide cu curba MIRA-AVL, determinare efectuată în cooperare de cele două instituții; curba AVL8404 coincide cu curba AVL415 până în jurul lui $B_n=4$)

4.4.1.3. Corelația cu unitățile de fum Hartridge

Principiul de măsurare a fumului cu fummetrul Hartridge diferă de cel al fummetrului Bosch. În primul caz se realizează compararea intensității luminoase a unui fascicul luminos, care trece printr-un spațiu umplut cu gaze de evacuare, cu intensitatea luminoasă a aceluiași fascicul, care trece prin aer curat, iar în al doilea caz se realizează filtrarea gazelor și evaluarea colorației (gradul de înnegrire al hârtiei de filtru).

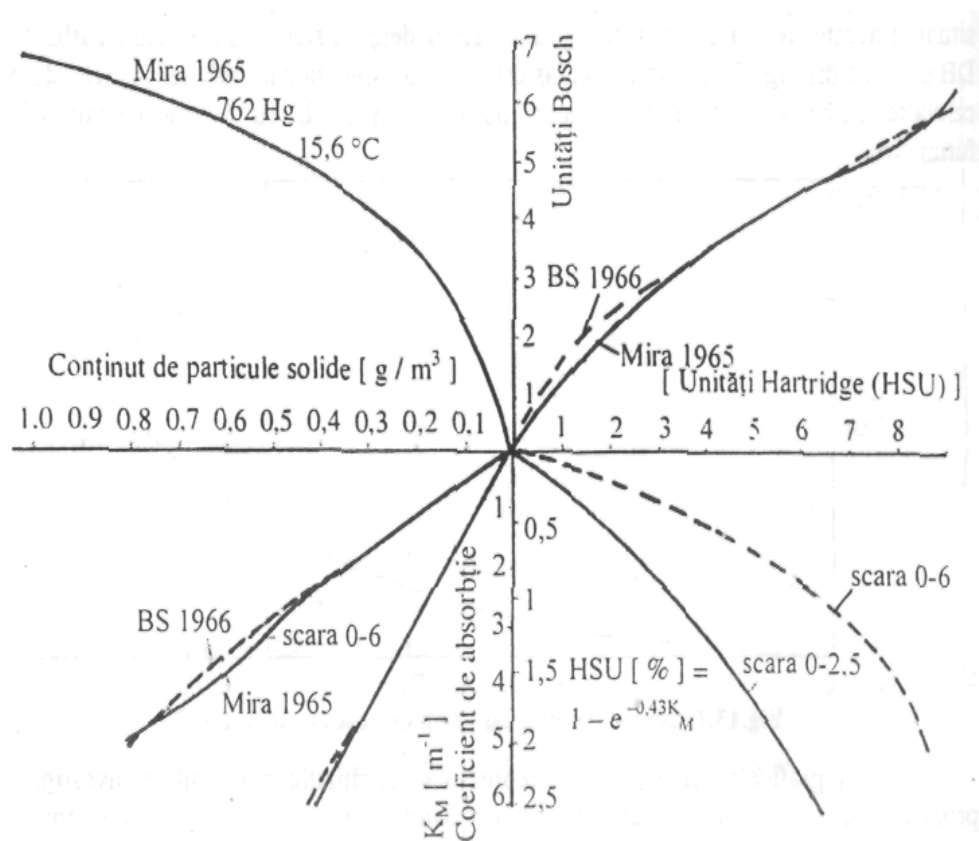


Fig.4.14. Corelații ale măsurărilor de fum

Ca metodă de măsurare, metoda Hartridge este mai directă, ea fiind caracterizată de o mărime cu semnificație fizică clar definită -coeficientul de absorbție a luminii (m^{-1}), spre deosebire de metoda Bosch, la care scara de măsurare este relativă.

Răspândirea mare a acestor fummetre a dus la stabilirea unei corespondențe între indicele de fum Bosch și indicele Hartrige. Statistic, MIRA a determinat această corespondență sub formă grafică din fig. 4.14, în care apare, de asemenea, corelația cu conținutul de particule solide.

Pe baza măsurărilor efectuate de MIRA care au stabilit relații de corespondență tabelară între fumul Hartrige și emisia de funingine, specialiștii germani au aplicat corecții acestei corespondențe, explicabile datorită modificărilor echipamentului de măsură, definind astfel o nouă formulă de echivalență:

$$P = 0,349_{-0,089}^{+0,183} \cdot \ln[1 - H/100]^{-1} \left[g/m^3 \right] \quad (4.16)$$

în care: P este concentrația de particule din gazele arse;
H - indicele de fum Hartrige.

Această formulă a rezultat din interpretarea statistică a 376 de perechi de măsurări (particule-fum Hartrige), valoarea centrală fiind și cea mai probabilă; formula cuprinde între limitele sale 95% dintre măsurători (probabilitate de eroare 5%).

Reprezentarea grafică a valorii minime, medii și maxime a curbelor P_H s-a ilustrat în figura 4.15, în care pentru deosebirea curbelor, s-au utilizat indicii 0,1 și respectiv 2.

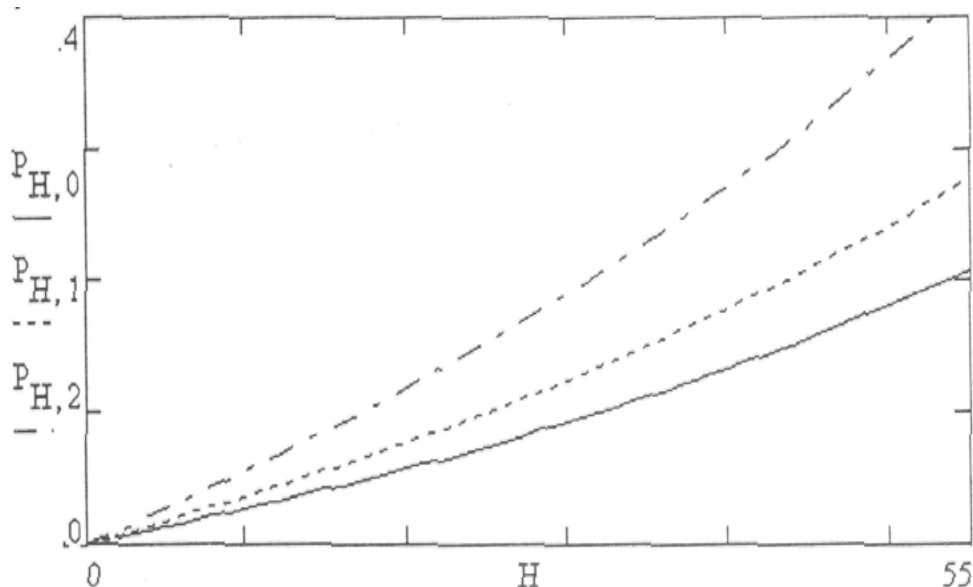


Fig.4.15. Corespondența între fumul Hartrige și emisia de funingine.

Interpretarea curbelor de echivalență

În fig. 4.16. s-au reprezentat curbele care definesc corespondența particule – fum Hartrige determinate de formula (4.16.) în care $P_{H,0.1}$ au semnificația din

fig.4.15, iar P_{BH} reprezintă corespondența particule-fum Hartrige obținută prin transformarea formulei (4.12.) din unități Bosch în unități Hartrige.

La valori mai mari ale indicelui de fum Bosh ($Bn > 5$), rar întâlnite în practică, extrapolarea curbelor de corespondență prezentate nu este semnificativă și introduce erori importante.

Întrucât măsurarea fumului prin metoda Hartrige este cea recunoscută de organismele europene (Regulamentul CEE-ONU nr.24.03), se propune folosirea formulei (4.16.), prin care se determină concentrația de particule a emisiei motorului pentru un regim dat.

Pentru stabilirea acestei emisii, se urmărește procedura de calcul din Regulamentul CEE-ONU nr. 49.02, regulament ce prevede că se acceptă și alte metode, sisteme și tipuri de analizoare dacă se dovedește că ele dau rezultate echivalente (echivalența este recunoscută dacă rezultatele noului sistem se încadrează în limitele $\pm 5\%$ față de rezultatele obținute cu sistemul considerat de referință).

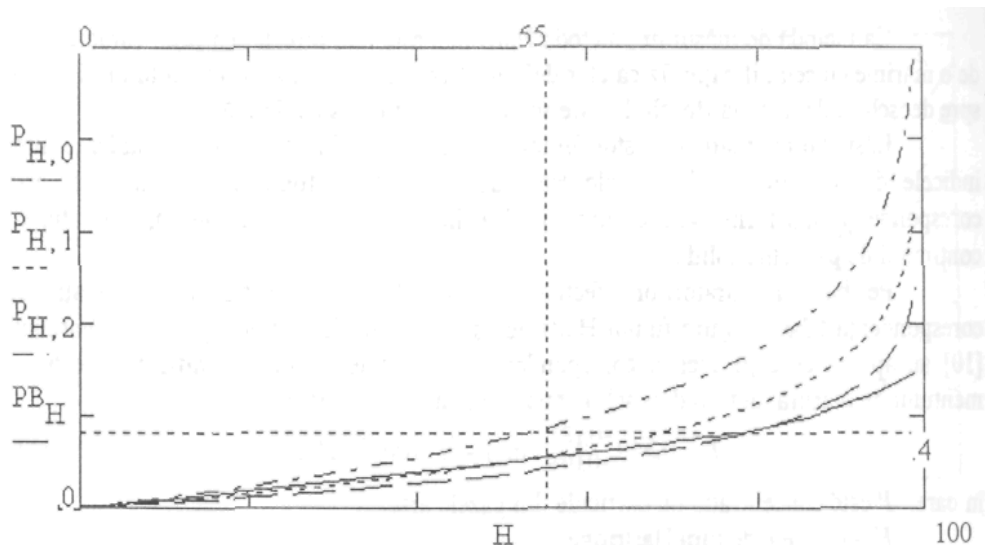


Fig. 4.16. Reprezentarea grafică a echivalenței particule-fum Hartrige

(S-a încadrat cu linie punctată domeniul uzual, $0 < H < 55$ și $0 < P < 0,4 \text{ g/m}^3$)

4.5. Încercari si masuratori cu ajutorul dispozitivului SUPER TECH

SUPER TECH este un dispozitiv de imersie pentru reducerea emisiilor poluante și pentru economia energetică a vehiculelor cu ardere de hidrocarburi înregistrat cu titlul: „Brevet de Invenție Industrială Nr.RM98A000501 cu extensie Pct.Nr.PCT/IT99/00237”, fiind produs în Canada la nivel industrial.

Pentru obținerea acestui brevet s-au desfășurat diferite teste în laboratoare internaționale cum ar fi: TUV Lamsheim – Germania, Mosavtoprogress – Rusia, AMAT – Palermo – Italia.

La noi în țară, în urma atestărilor obținute la INCERP Ploiești, Agenția Română pentru Conservarea Energiei, Institutul Național de Cercetare Dezvoltare pentru Protecția Mediului, IFIN-HH București cât și a probelor efectuate atât în laborator cât și pe teren, produsul Super Tech a fost omologat de Registrul Auto Român R.A. București cu nr.001/04.02.2002 și 002/05.02.2003.

Produsul Super Tech, prin simpla scufundare(fig.4.17) în rezervoarele de combustibil ale autovehiculelor, ionizează combustibilul datorită unei emisii de unde magnetice stabilind astfel legăturile Van der Walls, permițând în acest mod o mai bună oxigenare și în consecință o ardere mai completă, în felul acesta se obțin două efecte benefice: o reducere a consumului de combustibil cu 8-12% și o reducere a emisiilor de fum între 35-75%.

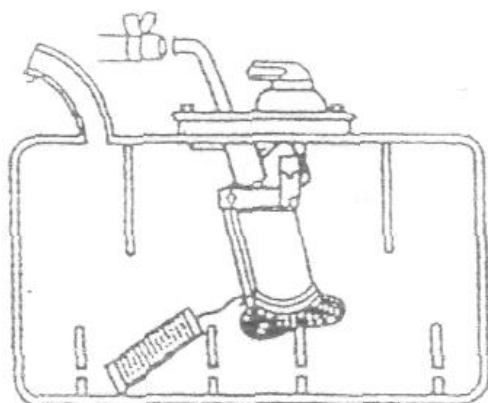


Fig. 4.17.

De asemenea aceste efecte se mențin pe întreaga durată garantată de funcționare a produsului și anume 5 ani sau 1.000.000 km.

Super Tech este compus din: cămașa externă din alamă perforată și argintată, două capace de închidere din alamă argintată, magneți permanenți din ultima generație având și elemente de Samariu și Cobalt, inele distanțiere din ceramică, bile ceramice piezoelectrice, în interior, așezat central, un fir din cupru pe care este lipită o diodă, pachete de magneți și piese ceramice care sunt împachetate cu vată ceramică, un ciorap din țesătură metalică din platină ce fixează întreg ansamblul, cablul de fixare(fig.4.18).

În motoarele cu combustie de hidrocarburi una din cauzele arderii incomplete este tocmai natura însăși a moleculelor hidrocarburilor compuse din H și C care sunt supuse forței de agregare denumită Van der Walls.

Dispozitivul funcționează prin simpla scufundare în rezervorul vehiculului fără nici o legătură electrică, hidraulică sau mecanică cu vehiculul respectiv și acționează generând o emisie de unde electromagnetice care împreună cu proprietățile catalizatoare ale platinei modifică simultan structura moleculară a carburantului prin stabilirea legăturii dintre molecule, determinând o mai bună omogenizare cu oxigen realizând astfel o ardere mai completă.

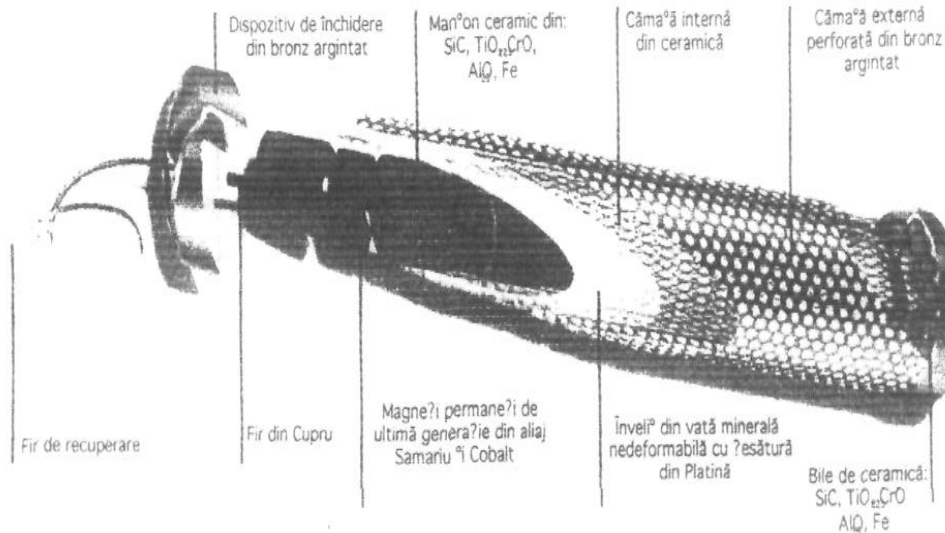


Fig. 4.18. [56]

4.5.1. Criterii pentru încercări și măsurători.

Pentru o verificare și o analiză cât mai completă a datelor statistice și pentru realizarea unei experimentări care să fie convingătoare și precisă, este oportun a se monitoriza un grup semnificativ de vehicule care să reprezinte cât mai bine diferitele tipuri de mijloace de transport existente în parcul auto, de asemenea este oportun a se compara datele culese prin intermediul verificării efectuate cu grupuri de control, sau prin monitorizarea paralelă a unui anumit număr de vehicule de același tip și care nu au fost dotate cu acest dispozitiv.

Este foarte important a se sublinia că datele vor trebui să se poată suprapune, adică diferitele măsurători efectuate în absența dispozitivului Super Tech se vor repeta obligatoriu în condiții identice în măsurătorile ulterioare în prezența dispozitivului Super Tech: absența totală a intervențiilor de întreținere (schimb de ulei, schimb de filtre) deci în aceleași condiții subiective ale vehiculului (aceleași temperatură a uleiului de motor) și în final același opacimetru și același mecanic utilizator.

Instrumentul folosit pentru aprecierea periodică a opacității emisiilor poluante este opacimetru, conform celor prescrise în Directiva CE 96/96.

La sfârșitul perioadei indicate, se va obține prin urmare o grilă de date comparabile între ele, deoarece au fost obținute printr-un proces identic de observații și de obținere de date.

Probele se vor executa pe toate mijloacele de transport care vor lua parte la experiment, cu un opacimetru de tip Cap 3200 (fig. 4.19.).

Conectori externi pentru gaze

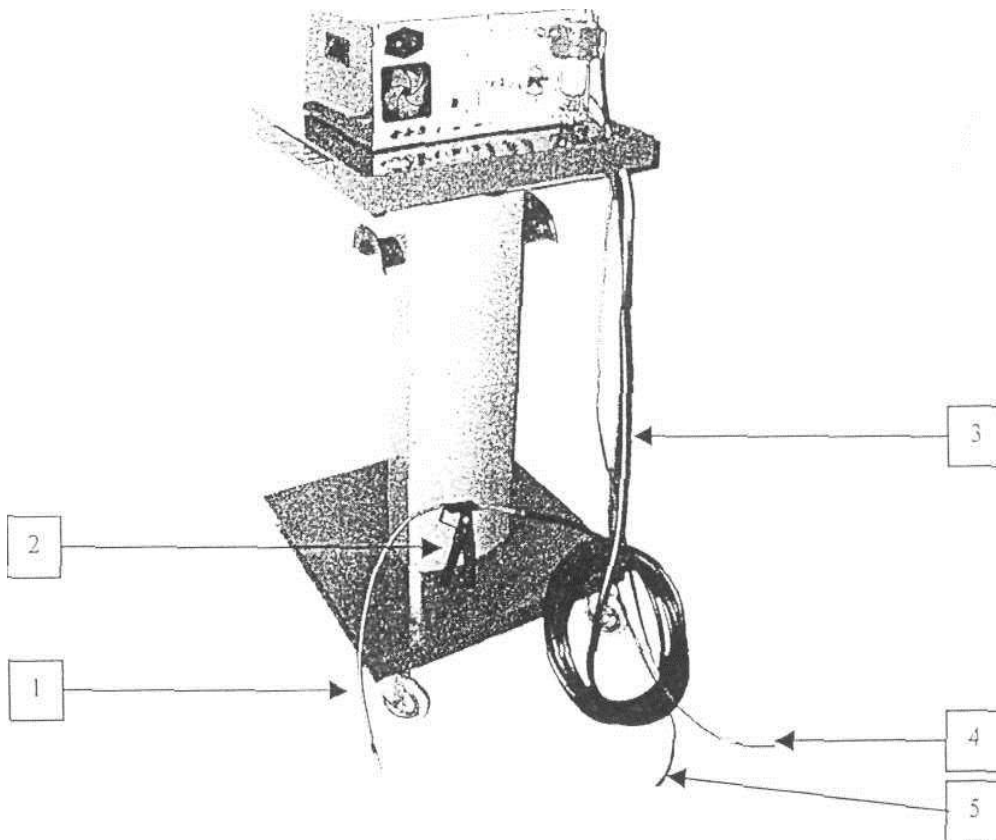


Fig.4.19.

- 1- Sondă de prelevare
- 2- Clema de prindere a colectorului de gaze de evacuare
- 3- Tub negru (lungime 7,5 m)
- 4 și 5- Tub transparent (1,5m)

Partea din spate(fig.4.20):

- 1. Placuta de identificare
- 2. Separator (FD)
- 3. Evacuare a gazului de testare (GAS)
- 4. Evacuarea produsilor de condensare (COND)
- 5. Intrarea gazului (GAS)
- 6. Intrare aer atmosferic pentru stabilirea nivelului zero
- 7. Ventilator cu filtru (FV)
- 8. Conector de alimentare 230V
- 9. Conectorul pentru clip-ul de inductie

10. Conector de intrare TTL si piezoelectric
11. Conector de intrare pentru senzor de temperatura uleiului
12. Controlul contrastului pentru ecranul LCD
13. Conector PS2 pentru tastatura
14. Conector serial COM2
15. Conector serial COM1
16. Conector OBD
17. Filtru de protectie a pompei de gaz (FG)
18. Filtru de protectie a pompei dc condens (FC)
19. Filtru cu carbune activ (FCC)

Principiul de funcționare al opacimetrului Cap 3200 :

În compoziția gazelor de eșapament emise de motoarele diesel, componenta poluantă este considerată a fi carbonul în suspensie. Un vehicul poluant emite la accelerare un nor de gaz mai închis la culoare (și mult mai opac) decât un vehicul în bună stare. Opacimetrul cu flux parțial este utilizat pentru a stabili o măsurare a acestui fenomen pe baza unei unități de măsură, $K(m^{-1})$.

Principiul măsurării opacității este următorul: un fascicul de lumină (emițător îndreptat către un receptor, cu o distanță constantă între cei doi) este trecut printr-un eșantion de gaz.

Fracția de lumină incidentă care ajunge la receptor este invers proporțională cu concentrația de particule în suspensie din gaz.

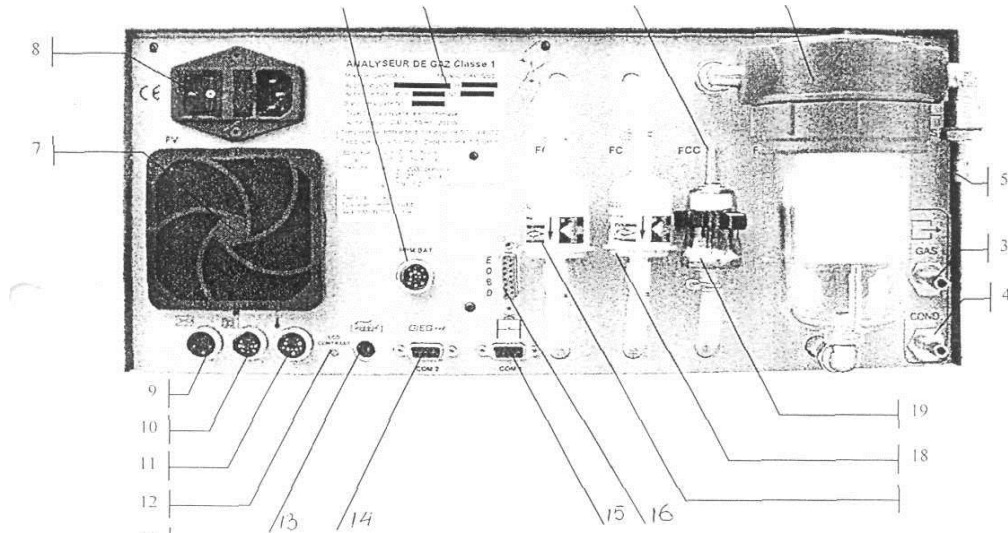


Fig.4.20.

Opacimetrul depinde de funcționarea interactivă a două sub-sisteme. Primul este compus din celulă, acesta stabilește măsurarea opacității. Sistemul electronic al acestei celule conține un microprocesor care, pe baza mai multor senzori de temperatură și presiune, face posibilă reglarea sistemului, detectarea unor condiții proaste de funcționare și corectarea măsurării (fig.4.21).

Toate aceste informații sunt luate în considerare în mod direct de către unitatea centrală care este responsabilă cu detectarea opacității maxime, afișarea rezultatelor pe un ecran LCD, listarea la o imprimantă termică sau o imprimantă format A4 externă și îndrumarea operatorului de-a lungul procedurii.

- 1-Emitător
- 2-Receptor
- 3-Senzor de temperatură a camerei
- 4-Elemente de încălzire
- 5-Senzor de temperatură a gazului
- 6-Orificiu de admisie a gazului
- 7-Camera de măsurare
- 8-Ventilator de eşapament

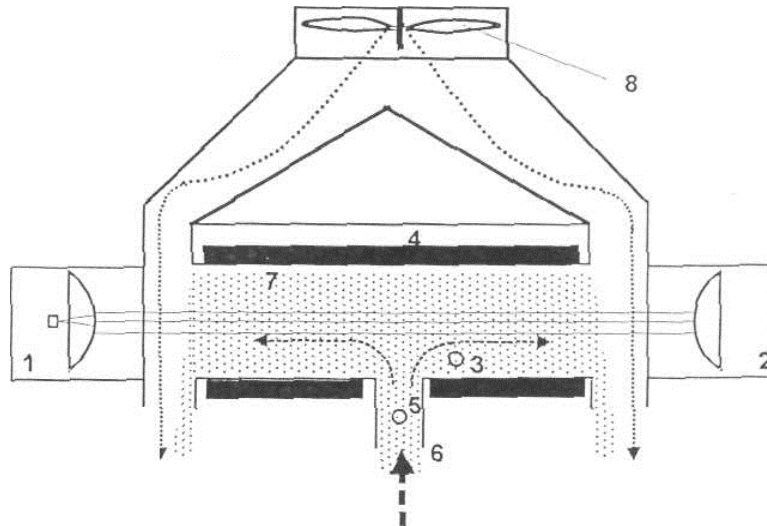


Fig.4.21.

Măsurătorile pe fiecare vehicul se vor executa la temperatura optimă de lucru (75-80°C), încălzirea vehiculului se va efectua în mers și nu cu vehiculul oprit, pentru a evita concentrația de noxe în tubul de eșapament. Acest parcurs este între 4.000 și 40.000 km și depinde de tipul de vehicul, de vechimea sa, de starea de uzură, de tipul de lucrări pe care le efectuează și de cilindree.

În scopul reducerii poluării produse de gazele de evacuare ale motoarelor autobuzelor din dotare precum și pentru reducerea consumului de carburant, în RATT s-a experimentat începând cu luna iunie 2003 dispozitivul de imersie Super Tech pe un număr de 6 autobuze, experimentare în baza Convenției nr.3833/30.03.2003, încheiată între RATT și firma SC „ROM FUEL SAVER” SRL.

Dispozitivele s-au montat pe un număr de 2 autobuze ROCAR U312 (echipate cu motoare RABA D10UT(s) motoare euro 2, 2 autobuze UDM112 echipate cu motoare RABA D2156 HM6V și 2 autobuze IKARUS 260.50.

Pe parcursul experimentării, conform metodologiei stabilite în Convenție s-au obținut rezultatele prezentate în anexa 1 și 2.

Din tabele se observă că:

- datele obținute în ceea ce privește evoluția coeficientului de opacitate demonstrează în general scăderea acestora pe măsura creșterii perioadei de utilizare, chiar dacă în unele cazuri valorile sunt oscilante.
- Autobuzele Rocar în general s-au comportat destul de bine în perioada încercărilor, se poate observa la acestea o reducere atât a consumului de combustibil dar mai ales a opacității 42% respectiv 63% deși înainte de încercări aveau 383200 respectiv 269630 de kilometri rulați.
- Autobuzele Ikarus și UDM112 au avut rezultate oscilante atât ce privește opacitatea cât și consumul de carburant datorită uzurii motoarelor (în medie 400000 de kilometri rulați), caz special la un autobuz UDM112 care având sub 200000 de kilometri rulați a avut atât reducere de consum de combustibil (13,38%) cât și de opacitate (21%)

Concluzionând în baza datelor obținute pe perioada experimentării, se observă că prin utilizare dispozitivului sunt influențate pozitiv atât opacitatea cât și consumul de motorină dar este dependent de starea de uzura a motoarelor.(fig. 4.22. și fig. 4.23).

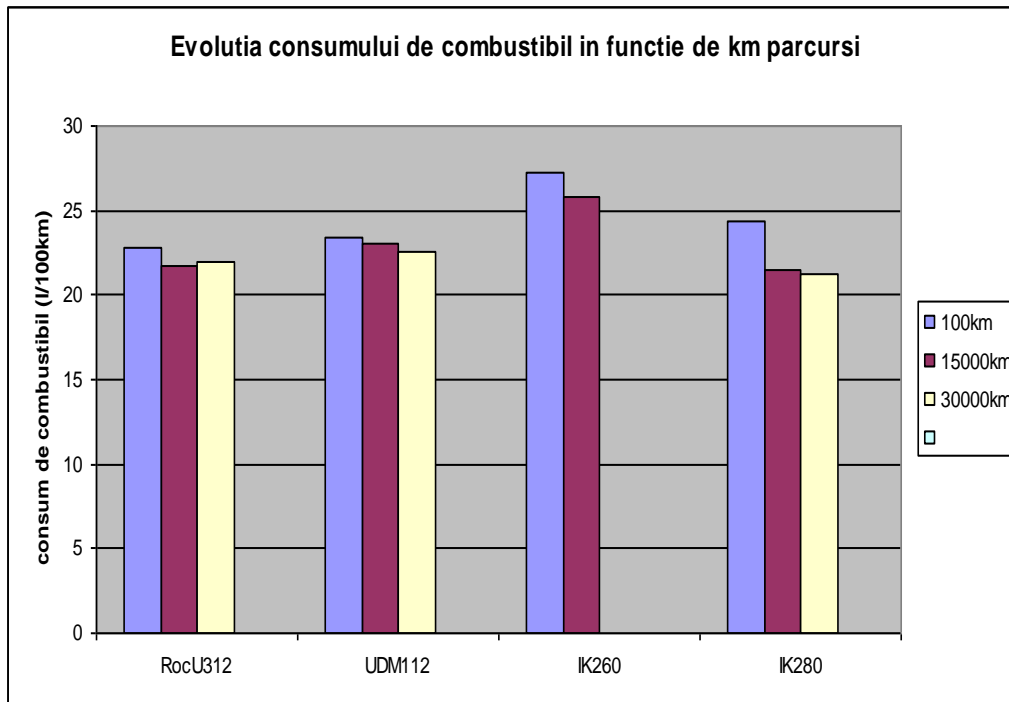


Fig. 4.22.

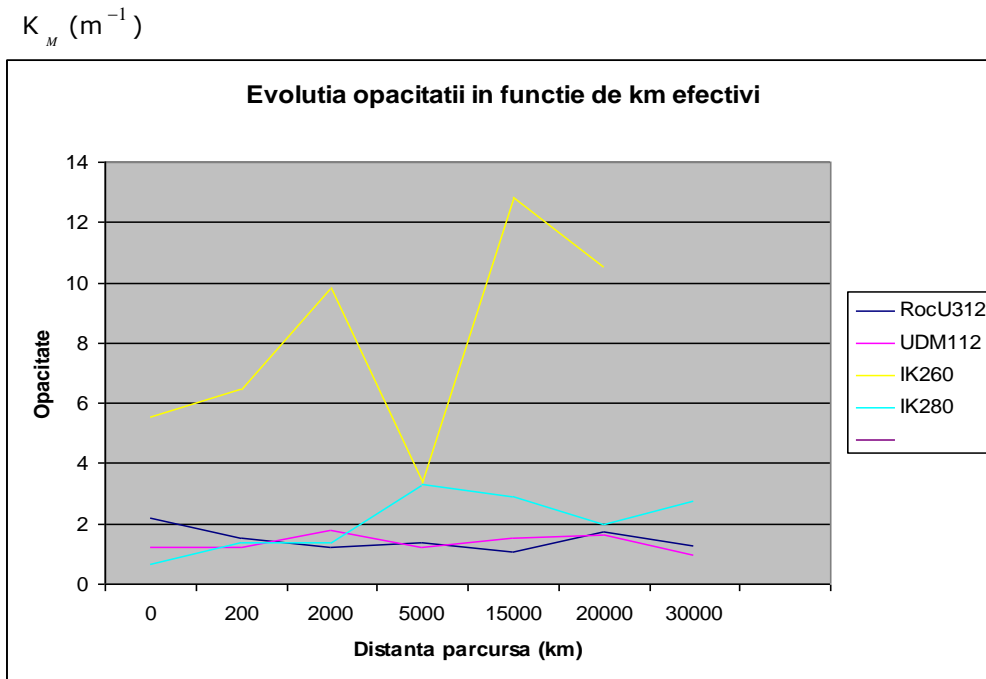


Fig. 4.23.

4.6. Tratamentele de combustibil MPG-CapTM (pastile) și MPG-BOOSTTM (lichid)

4.6.1. Descrierea produsului

Tratamentele de combustibil MPG-CapTM (pastile) și MPG-BOOSTTM (lichid) sunt alcătuite din compuși 100% organici destinate motoarelor cu combustie internă, care asigură o economie reală de combustibil, creșterea puterii motorului și reducerea noxelor din gazele de eșapament în același timp. Aceste tratamente creează un înveliș catalitic de grosime nanometrică pe pereții camerei de ardere, pe supape, pe capul pistonului și pe bujii, curăță calamina și reduce formarea de funingine pe bujii, pistoane, segmenti și supape.

4.6.2. Utilizare

Pastilele MPG-CapTM se utilizează în toate tipurile de motoare cu combustie internă, inclusiv în cele care folosesc combustibil organic, folosite în automobile și camioane, avioane și elicoptere pe benzină, bărci cu motor, vase maritime și

fluviale, locomotive, vehicule off-road, snowmobile, motociclete, moped etc. Doza optimă este de 0,5 g / 50 litri (o pastilă la 50 de litri de benzină sau motorină).

Lichidul MPG-BOOSTTM se utilizează în toate tipurile de motoare cu combustie internă atât pe benzină cât și pe motorină. Doza optimă este de 0.295 ml la 1 l, flaconul de 236 ml ajungând la 800 l de combustibil.

Doza recomandată de producător trebuie respectată cu strictețe. (Dozajul poate fi indicat în uncii și galoane).

1 uncie = 28,4 ml

1 galon = 3,785 l

Caracteristicile MPG-CapTM și MPG-BOOSTTM

Caracteristicile tratamentelor de combustibil MPG-CapTM și MPG-BOOSTTM conform declarației producătorului sunt:

- crește biologic cifra octanică cu până la 1 punct, crește cifra cetanică cu până la 1.5 puncte;
- accelerează arderea combustibilului la începutul ciclului de explozie și mărește puterea motorului;
- elimină calamina din camerele de ardere datorită unei arderi eficiente;
 - îmbunătățește și crește durata de utilizare a bujiilor și a injectoarelor;
 - prelungeste durata de utilizare a sistemului de evacuare și a catalizatorului;
 - reduce detonațiile motorului;
- reduce diferitele zgomote mecanice și îmbunătățește calitatea șofatului;
- îmbunătățește funcționarea sistemului de aprindere la temperaturi extreme atât iarna cât și vara și mărește puterea motorului la turații mari și accelerații bruște;
 - economie reală de carburant între 7 - 14 %;
 - extinde durata de viață a motorului;
 - reduce emisiile poluante cu până la 75%.

Modalități de aplicare a tratamentelor de combustibil

1 pastilă de MPG-Cap™ (0.50 g) se folosește pentru tratarea a 50 litri de orice tip de carburant. Din MPG-BOOSTTM se folosesc între 12 și 22 de ml pentru tratarea a 40-75 litri de carburant.

Tratamentul se introduce înainte de umplerea rezervorului și se va folosi la fiecare alimentare. După consumarea a aproximativ 150 litri se formează o peliculă de înveliș catalitic pe pereții camerei de ardere.

Tratamentele MPG-Cap™ și MPG-BOOSTTM își fac efectul atât în motoare noi cât și uzate, totuși este posibilă consumarea a trei până la șapte rezervoare tratate până la obținerea economiei de carburant. Dacă se încetează tratarea carburantului, învelișul catalitic va dispărea treptat, însă va reveni de îndată ce se va trata din nou carburantul cu dozele recomandate.

Pastilele se dizolvă în benzină complet în 2,5 - 3 ore. Pentru a accelera procesul dizolvării în motorină este recomandată pulverizarea lor sau dizolvarea lor prealabilă într-o cantitate mică de combustibil.

Rezultatele testării tratamentelor MPG-Cap™ și MPG-BOOSTTM folosite în toate tipurile de combustibil: benzină, motorină, biodiesel și etanol.

Centrul de testări chimice nr. 10 al Ministerului Apărării din Ucraina a dezvoltat și a întocmit o baterie de teste pentru a verifica proprietățile catalitice enunțate ale tratamentelor de combustibil în perioada 03.03.2007 - 04.05.2007:

- creșterea cifrei octanice la benzinele de tipul A-80, A-92 și A-95 produse conform Standardului ucrainean 4063-2001 pentru motoarele de autovehicule cu până la 1,6 puncte;
- creșterea cifrei cetanice a motorinei de tip JI-0,2-62 produsă conform Standardului ucrainean 3868-99 cu până la 2.0 puncte;

- creșterea puterii motorului datorită îmbunătățiri arderii combustibilului;
- îmbunătățește eliminarea calaminei din camerele de ardere;
- îmbunătățește funcționarea bujiilor și a injectoarelor;
- creșterea duratei de exploatare a sistemului de evacuare și a catalizatorului;
- reducerea detonației și funcționarea zgomotoasă a motorului;
- o economie reală de combustibil;
- creșterea duratei de exploatare a motorului;
- reducerea noxelor din gazele eșapate.

Testele pentru caracteristicile de mai sus au fost efectuate cu ajutorul unui echipament YHT-85 destinat determinării cifrei octanice în conformitate cu standardul 511-82 și a unui YHT -69 destinat determinării cifrei cetanice în conformitate cu standardul 3122-67, deopotrivă cu testele asupra unor autovehicule de generație actuală:

- Opel Astra, an de fabricație 2005, capacitate cilindrică 1400 cm³, benzină;
- Honda Accord, an de fabricație 1997, capacitate cilindrică 2000 cm³, benzină;
- Mercedes E220, an de fabricație 1999, capacitate cilindrică 2000 cm³, diesel.

Pe perioada experimentului autoturismele pe benzină Opel Astra și Honda Accord au parcurs 6552 km, iar autoturismul cu motor diesel Mercedes E220 a parcurs 4500 km.

Tratamentul de combustibil se va folosi în autovehiculele noi numai după parcurgerea a cel puțin 2500 km.

Echipamentul YHT-85 a fost folosit pentru determinarea cifrei octanice a 4 mostre de benzine tratate cu MPG-Cap™ față de o referință de amestec de isoocetan cu heptan în proporție de 70:30. Creșterea cifrei octanice față de referință a fost de 4,7 puncte.

Au fost de asemenea efectuate 6 teste cu benzină comercializată și produsă de Lukoil de tipurile A-80, A-92 și A-95. Cifra octanică a fost determinată pentru 3 mostre fără tratament și pe 3 mostre tratate cu MPG-Cap™ cu o concentrație de 0,125 g/l.

Echipamentul YHT-69 a fost folosit pentru determinarea influenței tratamentului cu MPG-BOOST™ asupra cifrei cetanice a motorinei de tipul JI-0,2-62 produsă de Lukoil.

Rezultatele sunt trecute în Anexa 4 aferent testului înregistrat în 21.04.2007.

Echipamentul YHT-85 a funcționat un timp total de 60 de ore echivalente de funcționare motor astfel: 30 de ore folosind benzine de tipurile A-80, A-92 și A-95 fără MPG-Cap™ și 30 de ore folosind aceleași tipuri de benzine tratate cu MPG-Cap™.

Monitorizarea procesului de combustie a benzinelor fără tratament s-a făcut folosind senzorul de detonație și bujia echipamentului care au fost montate direct în camera de ardere a motorului. Măsurarea funinginei depuse pe senzor și pe bujie a fost făcută la fiecare 10 ore de funcționare a motorului.

Ca urmare a monitorizării bujiilor și a senzorilor de detonație s-a observat formarea unui înveliș lucios de culoare galbenă de grosime micrometrică pe bujiile și senzorii noi (curățați) în timp ce pe bujiile și senzorii care au funcționat 10 ore cu combustibil netratat s-a depus un strat de funingine neagră.

După 10 ore de funcționare a senzorilor și bujiilor pe care se depusese funingine neagră aceasta s-a redus treptat în paralel cu formarea unui înveliș lucios de culoare galbenă de grosime micrometrică.

Rezultatele descrise mai sus sunt ilustrate în figura 4.24. -4.28



Fig.4.24.Bujia și senzorul de detonație folosite de echipamentul YHT-85 înainte de începerea testului (curate, fără funingine)



Fig.4.25.Bujia și senzorul de detonație folosite de echipamentul YHT-85 după 10 ore de funcționare cu benzină A-95 netratată



Fig.4.26.Bujia și senzorul de detonație curățate de funingine folosite de echipamentul YHT-85 după 10 ore de funcționare cu benzină A-95 tratată cu o pastilă de 0,5 g de MPG-Cap™ la 50 l



Fig.4.27. Bujia și senzorul de detonație necurățate de funingine folosite de echipamentul YHT-85 după 10 ore de funcționare cu benzină A-95 tratată cu o pastilă de 0,5 g de MPG-Cap™ la 50 l

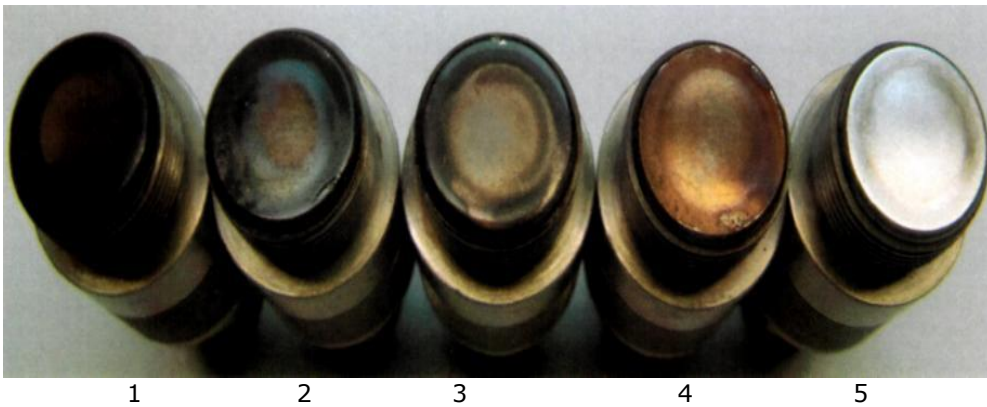


Fig.4.28. Compararea senzorilor de detonație:

- 1 – după 10 ore de funcționare fără tratament a senzorului curățat;
- 2 – după 5 ore de funcționare cu tratament a senzorului necurățat;
- 3 – după 10 ore de funcționare cu tratament a senzorului necurățat;
- 4 – după 20 ore de funcționare cu tratament a senzorului necurățat;
- 5 – senzorul în stare inițială curată

Echipamentul YHT-69 a fost folosit în total 20 de ore de funcționare cu motorină tip JI-0,2-62, astfel: 10 ore fără tratare cu MPG-BOOSTTM și 10 ore cu tratament. Monitorizarea funinginii a fost realizată cu ajutorul unui piston care modifica compresia în motorul echipamentului.

În urma monitorizării s-a observat depunerea unui strat negru de funingine pe capul pistonului care a funcționat cu motorină netratată. După 10 ore de funcționare cu motorină tratată s-a observat eliminarea treptată a funinginii și înlocuirea ei cu un micro-strat lucios de culoare galbenă.

S-a observat formarea unui micro-înveliș de culoare galbenă pe suprafața pistonului ce fusese curățat în prealabil după ce s-a consumat motorină tratată. Datorită efectului tratamentului de îmbunătățire a arderii carburantului s-a constatat creșterea cifrei cetanice și reducerea neregularităților în funcționare.

În cazul autoturismelor Opel Astra și Honda Accord s-a observat încă de la începutul consumării combustibilului tratat o separare a funinginii din camera de ardere și de pe suprafața pistonului fapt explicat prin folosirea unui combustibil de calitate inferioară înainte. Acest lucru a dus la contaminarea cu reziduuri a sistemului de alimentare cu combustibil și iregularități în funcționarea motorului, ce s-au eliminat prin folosirea benzinei tratate.

Folosirea tratamentului pentru combustibil este necesară în continuare pentru eliminarea acestei probleme și dacă este necesar se poate realiza și o curățare a sistemului de alimentare cu combustibil.

Noxele din gazele de eșapament s-au redus de la 0,5 la 0,2% în timpul utilizării combustibilului tratat cu MPG-Cap™ și s-a constatat creșterea turăției de ralanti cu ajutorul unui tahometru digital.

În autoturismul Mercedes E220 s-a constatat îmbunătățirea arderii și reducerea consumului cu 0,5 l la 100 km încă de la începutul tratării motorinei cu MPG-BOOSTTM .

Concluzii:

Tratamentele MPG-Cap™ și MPG-BOOSTTM asigură:

- creșterea cifrei octanice cu până la 4,7 puncte și a cifrei cetanice cu până la 2 puncte; (Anexa nr.3.)

- îmbunătățirea eliminării hidrocarburilor nearse depuse în camera de ardere;

- îmbunătățirea funcționării bujiilor și a injectoarelor;

- prelungirea duratei de viață a sistemului de eșapament și a catalizatorului;

- reducerea detonațiilor din motor;

- reducerea diferitelor zgomote mecanice fapt ce duce la o îmbunătățire a calității șofatului;

- îmbunătățirea funcționării sistemului de aprindere la temperaturi extreme atât iarna cât și vara, precum și creșterea puterii motorului la viteze mari și accelerații bruște;

- o reală economie de combustibil cuprinsă între 6-23% (Anexa nr.4.);

- prelungirea duratei de viață a motorului;

- reducerea cu mai mult de 60% a noxelor (CO) din gazele de eșapament.

În anexa 5 și 6 este prezentat un test de emisie de gaze efectuat în Australia (anul 2007), înainte și după tratament cu MPG-Cap.

Acest produs MPG-caps a fost testat și de R.A.T.Timișoara pe un autobuz Rocar U312 echipat cu motor Raba D10UT(s) și pe un autobuz Mercedes Conecto, echipat cu motor OM457hLA euro3.

Pentru acest experiment s-au folosit 20 de capsule MPG-caps care conform instrucțiunilor de utilizare (1 capsulă (5g)-tratament pentru 500l motorină) rezultă

tratamentul a 10000 l de motorină, consumată de cele două autobuze în perioada testată.

La acest experiment s-a urmărit aspectele legate de reducerea consumului de combustibil și a opacității. Consumul de combustibil la autobuzul Rocar a fost măsurat cu litrometru iar la autobuzul Mercedes cu un sistem de monitorizare a consumului de combustibil EDM eco (fig. 4.29.), legat direct la calculatorul autobuzului.



Fig.4.29.

Rezultatele experimentale sunt prezentate în tabelele 4.11 și 4.12.

Tabelul.4.11.

Nr crt	Autobuz Rocar			Diferență Consum combustibil (l/100km)	Diferență Consum combustibil (%)	Diferență opacitate (%)
	Consum de combustibil (l/100km)	Opacitate (m^{-1})	Distanța parcursă (km)			
1	21,5	1,2	0	0	0	
2	22,5	1	1000	+1		16,66
3	21,15	1,24	2500	-0,35	1,62	
4	20,6	1,1	4500	-0,9	4,18	8,33
5	19,85	1,74	5200	-1,65	7,67	
6	19,78	1,4	5850	-1,72	8,09	

140 Metode și mijloace pentru stabilirea evoluției în timp - 4

7	20,7	1,14	6750	-0,8	3,70	5
8	19,8	0,99	7450	-1,7	7,90	17,5
9	19,7	0,74	8250	-1,8	8,37	38,3

Obs: Datele de referință sunt de la linia 1.

Tabelul 4.12.

Nr crt	Autobuz Mercedes			Diferență Consum combustibil (l)	Diferență Consum combustibil (%)	Diferență opacitate (%)
	Consum de combustibil (l/100km)	Opacitate	Distanța parcursă (km)			
1	26,6	0,52	0	0	0	
2	25,8	0,23	1323	-0,8	3	55,76
3	25,1	0,31	1741	-1,5	5,63	40,3
4	26,8	0,44	2322	+0,2		15,3
5	28,1	0,26	2936	+1,5		50
6	26,2	0,38	3465	-0,4	1,50	26,9
7	25,2	0,14	3855	-1,4	5,26	73,07
8	24,5	0,56	4490	-2,1	7,90	
9	24,1	0,4	5125	-2,5	9,37	23,07
10	23	0,45	5741	-3,6	13,53	13,47
11	22,9	0,36	6154	-3,7	13,90	30,7
12	22,2	0,21	6660	-4,4	16,54	59,1

Obs: Datele de referință sunt de la linia 1.

Analizând cele două tabele se ajunge la următoarele concluzii :

-Autobuzul Rocar deși se încadrează în specificațiile tehnice în ceea ce privește reducerea consumului de combustibil (reducerea consumului de combustibil 7-14%, reducerea noxelor 50-80%) ajungând la o reducere de consum de combustibil 8,37%, iar în ceea ce privește opacitatea aceasta nu s-a redus mai mult de 38,3%.

La autobuzul Mercedes se vede cel mai bine atât reducerea consumului de combustibil 16,54% cât și al opacității care a ajuns și la 73,07%. În figurile 4.30, 4.31, 4.32 și 4.33 se prezintă diagramele consumului de combustibil și al opacității în funcție de kilometri parcurși.

Cu sistemul de măsurare a consumului de combustibil EDM-eco se poate monitoriza corelația între consumul de combustibil și turația medie fig. 4.34. de unde se poate vedea că alura curbei de turație medie și a consumului de combustibil sunt asemănătoare, cu creșterea turației medii crește și consumul de combustibil.

Concluzii:

Tratarea combustibililor cu MPG-caps a dat rezultate atât la autobuze cu motoare noneuro dar mai ales la autobuze euro 3, unde rezultatele încercărilor au fost semnificative.

Dacă aceste tratamente pentru combustibil sunt folosite de marii transportatori, atunci se pot obține atât economii semnificative de combustibil cât și reducerea poluării în marile orașe.

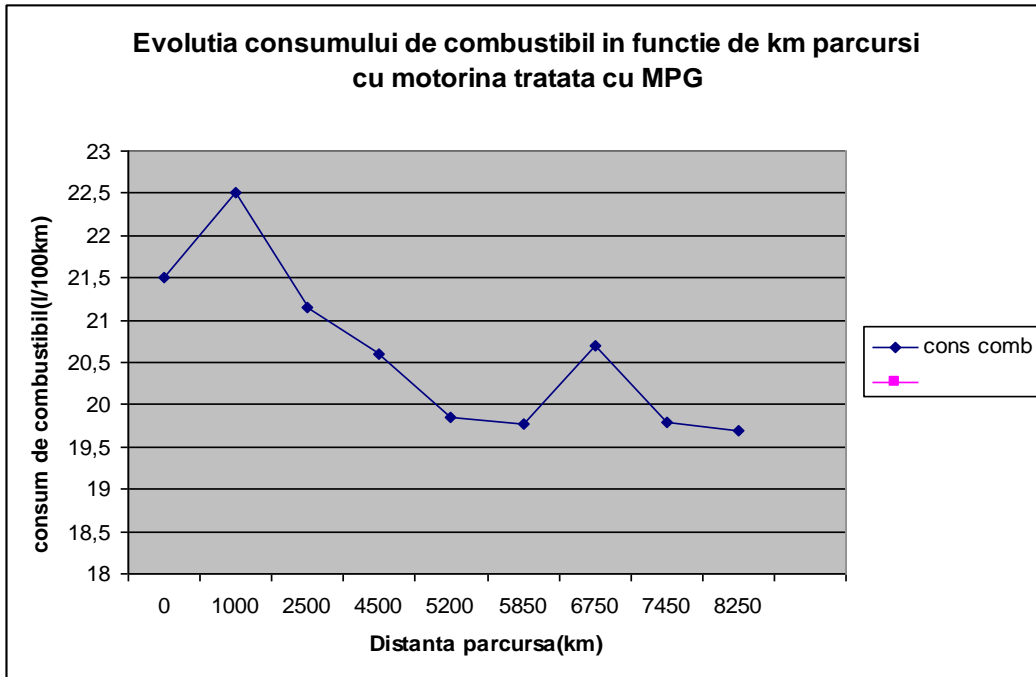


Fig. 4.30. Consumul de combustibil în funcție de km parcurși de autobuzul Rocar

K_M (m^{-1})

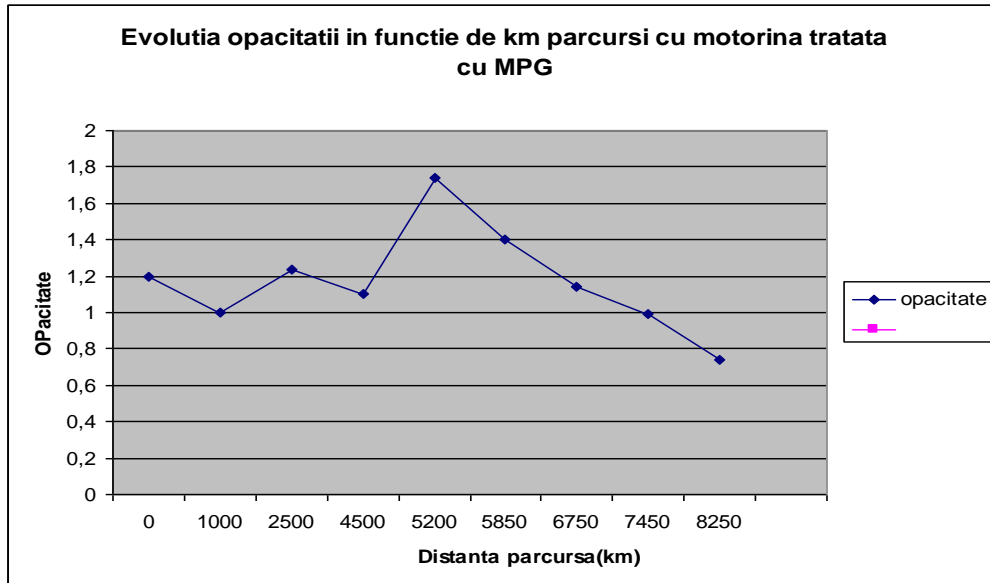


Fig. 4.31. Evoluția opacității în funcție de km parcurși de autobuzul Rocar

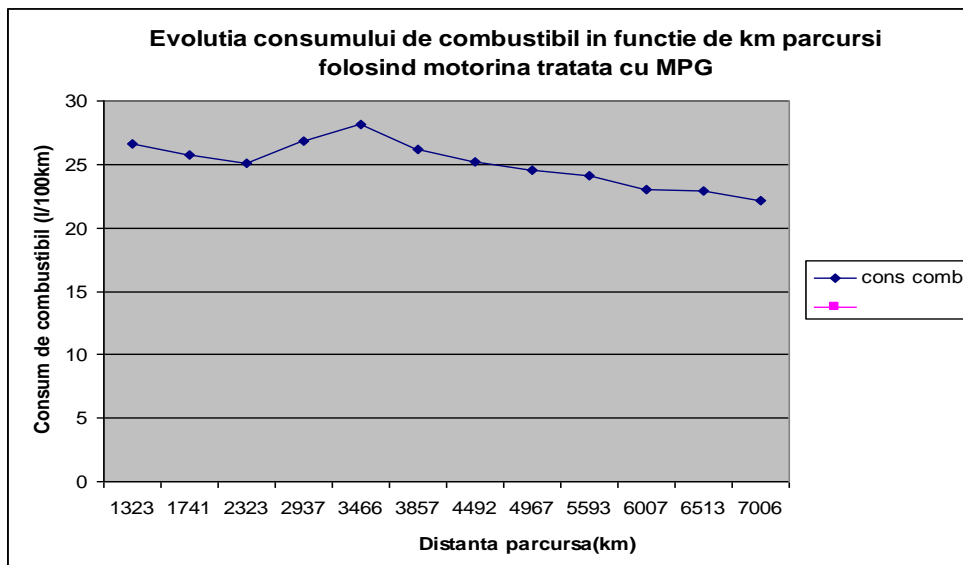


Fig. 4.32. Evoluția consumului de combustibil în funcție de km parcurși la autobuzul Mercedes.

$K_M (m^{-1})$

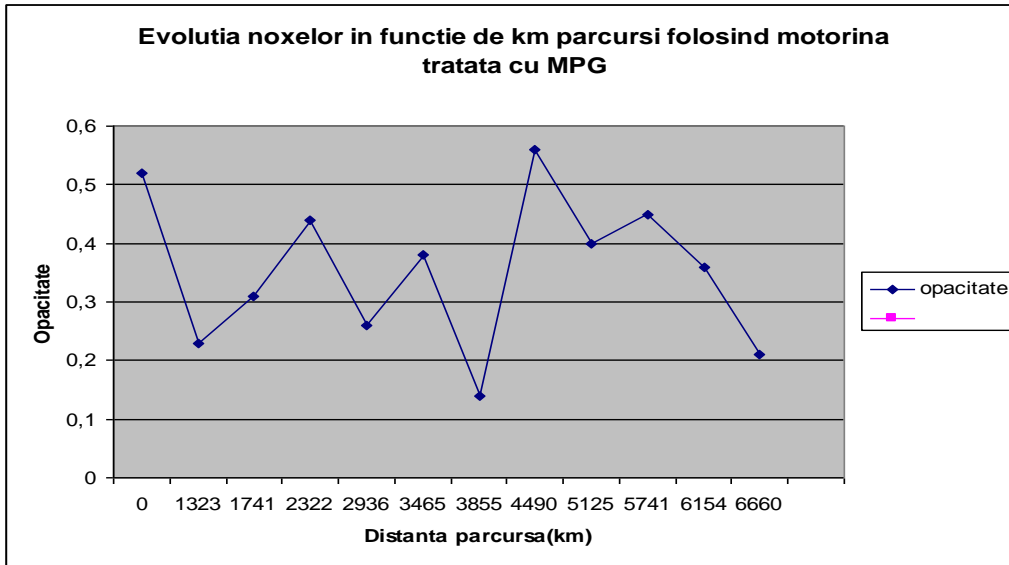


Fig. 4.33. Evoluția opacității în funcție de km parcurși la autobuzul Mercedes

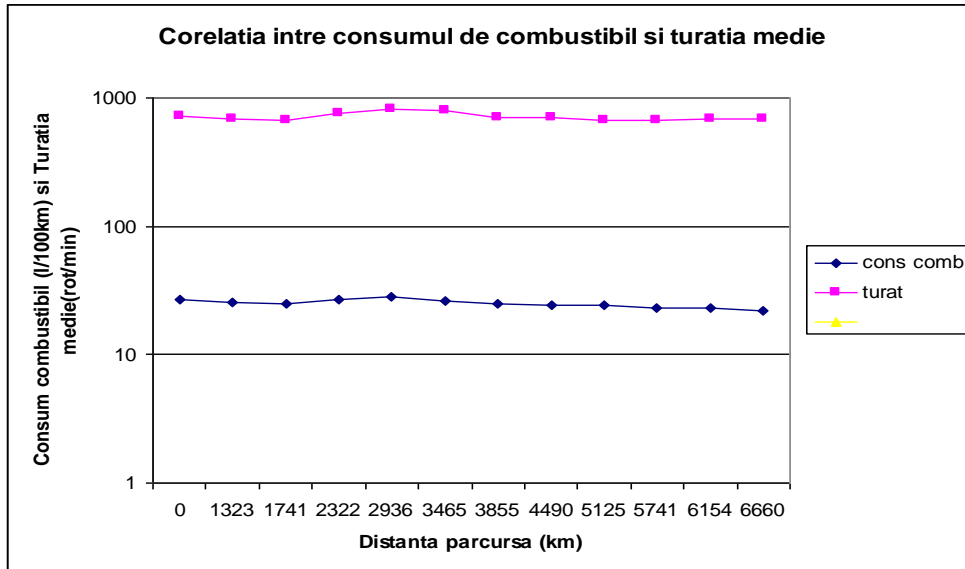


Fig. 4.34.

5.Cercetari experimentale privind evolutia noxelor produse de catre autovehiculele urbane grele in timp in raport cu conditiile de exploatare si combustibili folositi

5.1 Combustibili de origine petroliera si combustibili neconventionali utilizati in motoarele diesel

În ultimele decenii, datorită importanței din ce în ce mai mari care s-a acordat calității mediului înconjurător, s-au derulat numeroase cercetări ce au urmărit stabilirea principalilor factori care influențează emisiile poluante produse de motoarele cu ardere internă.

Problema aplicării unor măsuri de limitare a emisiilor poluante se dovedește a fi foarte delicată, datorită multitudinii factorilor ce influențează aceste mărimi. Există influențe contradictorii ale unor factori asupra celor patru tipuri de poluanți legiferati, dar și efecte contradictorii ale aceluiași factor asupra aceluiași poluant, în cazul unor motoare diferite.

Termenul de poluare are în general sensul de impurificare sau viciere, iar din punct de vedere științific desemnează atribuirea caracterului de nocivitate unui mediu natural din cauza unor substanțe periculoase. În majoritatea lucrărilor din domeniu poluarea are sensul de poluare chimică; în timp semnificația s-a lărgit căpătând și alte valențe: poluare radioactivă, poluare acustică, poluare termică, poluare electromagnetică.

Termenul de emisii poate defini o gamă largă de agenți, de la substanțe chimice, la zgomot și radiații; în cele ce urmează prin emisii se vor înțelege acele substanțe care nu mai sunt folosite în scopul producției, transformării sau consumului și care sunt eliminate în mediu.

Emisiile pot fi clasificate în emisii primare care sunt produse direct de surse identificate sau identificabile și emisii secundare care sunt produse în aer de interacțiunea dintre emisiile primare sau prin reacție cu constituenții naturali ai aerului, cu sau fără activare fotochimică.

Din prima categorie fac parte CO, HC, SO₂, CO₂, NO_x, iar din cea de a doua smogul fotochimic al cărui mecanism probabil de formare a fost descris în detaliu de 13 reacții chimice, care cuprind peste 200 de compuși, propuse de dr. Caplan și care au fost acceptate și reproduse în multe lucrări de specialitate. Smogul fotochimic apare în zone puternic poluate, cu circulație redusă a aerului pe verticală, reduce vizibilitatea atmosferică și este deunător mai ales pentru persoanele cu suferință cardio-respiratorie.

Din punct de vedere al mediilor naturale afectate de fenomenul poluării se disting poluarea atmosferică, poluarea apei, poluarea solului.

Poluarea atmosferei cu gaze și cu particule determină modificări importante de concentrație nu numai local, dar care se pot manifesta chiar la nivel planetar.

În atmosferă se deversează mari cantități de gaze, lichide și particule solide care, dacă ajung la concentrații prea mari, modifică condițiile de viață. În legătură

cu poluanții gazoși, se pare că nu este o problemă consumarea oxigenului, deoarece s-a stabilit că dacă s-ar arde toți combustibili fosili și toată biomasa combustibilă, concentrația de O_2 n-ar scădea cu mai mult de 3%, ceea ce n-ar constitui deloc un pericol.

Dificultăți ridică marea cantitate de substanțe poluante ce ajung în atmosferă prin activitățile omului și care se ridică în total la 1012 tone an.

Combustibilii fosili sunt deosebit de atractivi pentru motorul diesel datorită costurilor mai scăzute necesare obținerii acestora a infrastructurii deja existente și a îmbunătățirilor aduse atât echipamentelor de alimentare cu combustibil, cât și proceselor de schimb de gaze și ardere și, nu în ultimul rând, a reducerii substanțiale a emisiilor poluante.

Resursele pentru acești combustibili sunt limitate, iar consumurile energetice tot mai mari, după cum se observă în fig.5.1 și fig.5.2. Deși estimările diferă de la o sursă la alta, concluzia rămâne aceeași: sursele de combustibili fosili sunt epuizabile într-un timp relativ scurt.

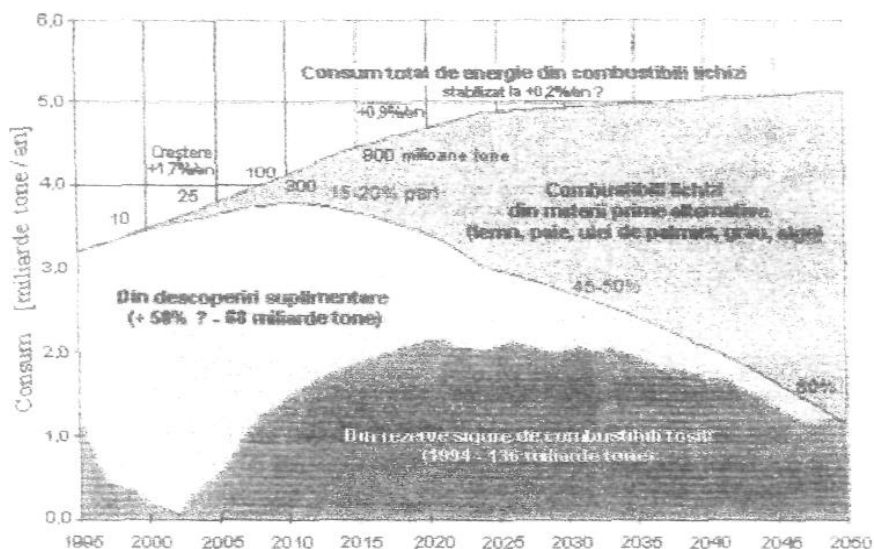


Fig.5.1- Resursele de combustibili de origine petroliera și consumul de combustibil; după 2010 se prevede o folosire mai accentuată a combustibililor alternativi

Tabelul 5.1.- Rezervele de combustibili fosili

Combustibilul	Rezerve sigure		Rezerve suplimentare evaluate	
	[tone]	[ani]	[tone]	[ani]
Țiței	151×10^9	43	76×10^9	22
Țiței neconvențional*	80×10^9	23	240×10^9	68
Gaze naturale	153×10^{12}	66	226×10^{12}	98

*de exemplu șisturi bituminoase

Tabelul 5.2.- Estimarea rezervelor de combustibili fosili

Combustibilul	Țitei	Gaze naturale	Cărbune
Estimare [ani]	30...40	50	475

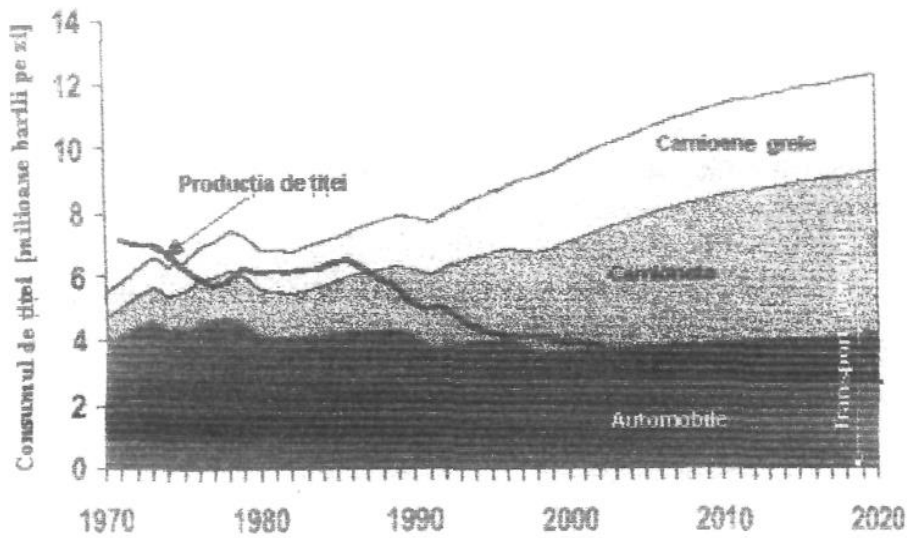


Fig. 5.2 - Estimarea consumului de produse petroliere pe diferite categorii de vehicule în SUA, comparativ cu producția proprie de țitei.

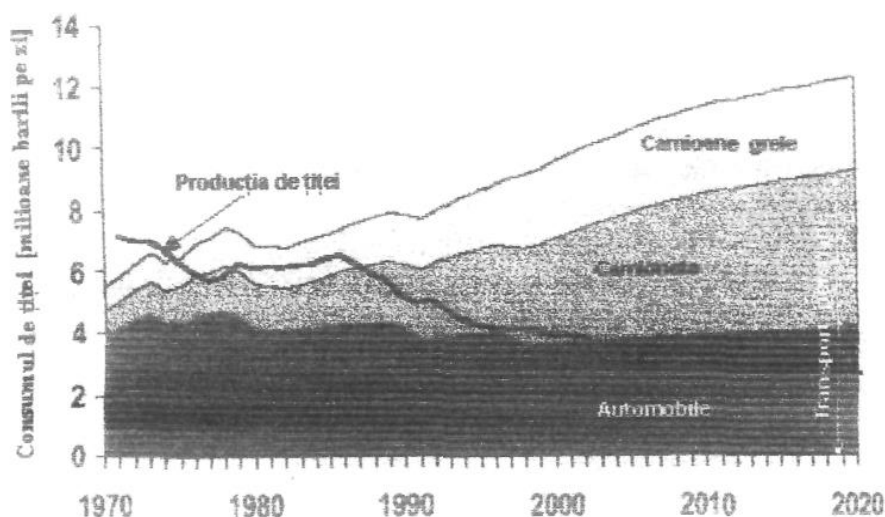


Fig. 5.3 - Stocurile de combustibili petrolieri folosiți în transporturi acum și estimarea unei tranziții majore la combustibili alternativi începând din anul 2015.

Referindu-se la combustibilii folosiți în transporturi, Venkataraman atrage atenția că după anul 2015 trebuie făcută o tranziție majoră la produsele petroliere clasice – benzina și motorina – către combustibili alternativi, fig. 5.3.

Această trecere trebuie făcută având în vedere necesitatea reducerii atât a consumului de combustibil, cât și poluării mediului înconjurător. Prin folosirea combustibililor alternativi (alcooli, GNC, GNL, GPL, hidrogen) emisia de CO₂ a motorului diesel este mult mai mică decât în cazul motorinei, fig. 5.4.

Mai interesantă este emisia globală de CO₂, ea ținând seama și de emisia ce se adaugă în procesul de prelucrare și datorită consumului de energie din timpul de fabricație. Din acest punct de vedere contează mult materia primă din care se obține combustibilul, fig. 5.5.

Deși emisiile globale ale celulelor de combustie sunt mai mici decât ale motoarelor cu ardere internă, motorul diesel rămâne deocamdată imbatabil având în vedere noile sisteme de post tratare a gazelor de evacuare, fig. 5.6. Pentru a se încadra în normele de poluare tot mai severe motorina trebuie să conțină cât mai puțin sulf, prin ardere să emită cât mai puține particule și NO_x, și toate acestea cu investiții cât mai mici.

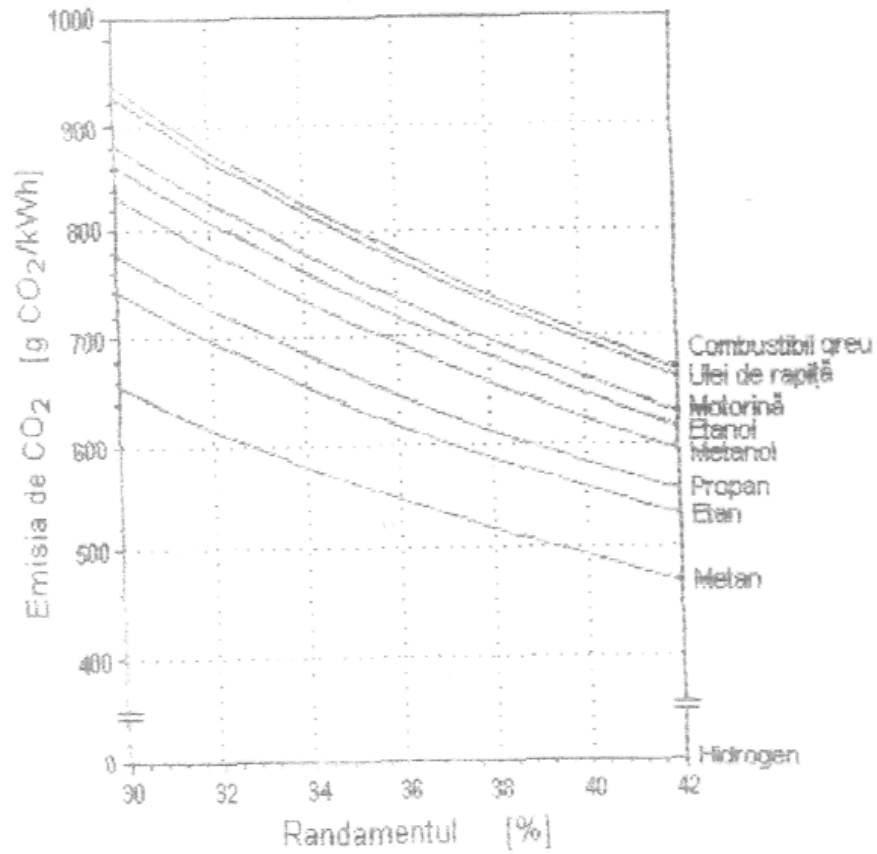


Fig. 5.4- Influența combustibilului și a randamentului asupra emisiei de CO₂ pentru un motor diesel.

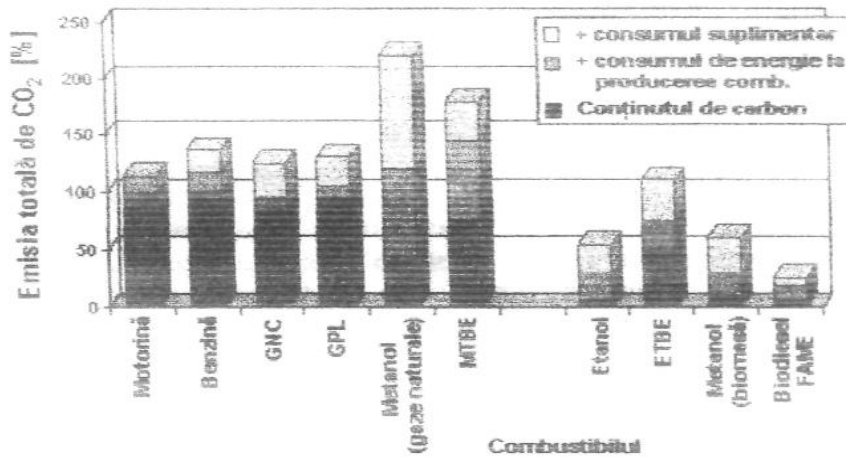


Fig. 5.5- Emisia globală de CO₂ în funcție de tipul de combustibil și de conținutul de carbon al acestuia.

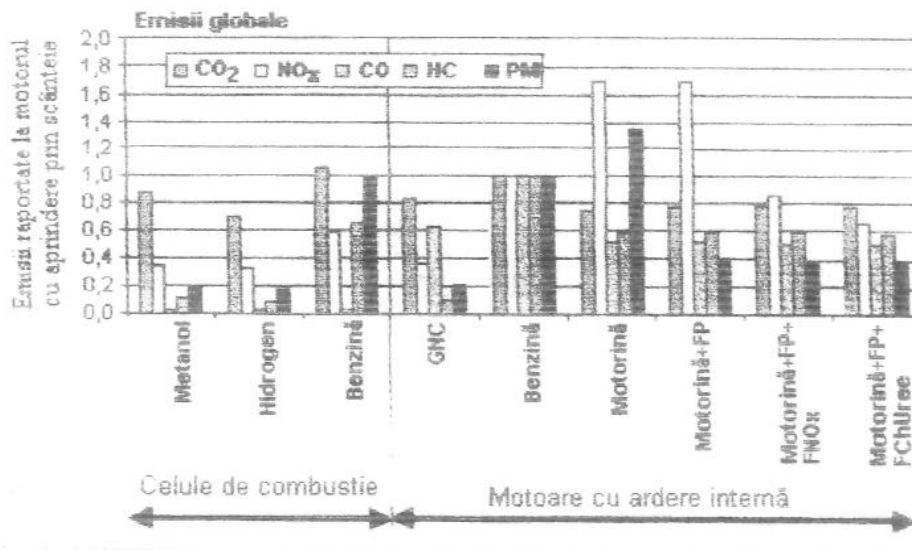


Fig. 5.6-Emisiile globale pentru diferiți combustibili și motoare comparativ cu motorul cu aprindere prin scântee: FP- filtru de particule; FNO_x- filtru de NO_x; FchUree- filtru chimic pe bază de uree.

Deși emisiile globale ale celulelor de combustie sunt mai mici decât ale motoarelor cu ardere internă, motorul diesel rămâne deocamdată imbatabil având în

vedere noile sisteme de post tratare a gazelor de evacuare, fig. 5.6. Pentru a se încadra în normele de poluare tot mai severe motorina trebuie să conțină cât mai puțin sulf, prin ardere să emită cât mai puține particule și NO_x , și toate acestea cu investiții cât mai mici.

Tendința de micșorare drastică a emisiei de CO_2 , fig. 5.7., a determinat pe cercetătorii și constructorii de motoare să reducă substanțial consumul de combustibil; în acest sens firma Audi a realizat motorul A2 1,2TDI cu trei cilindri și o cilindree totală de 1,2l cu un consum de combustibil de 2,99l/100 km, ceea ce înseamnă o emisie de 81g CO_2 /km, [61], mult sub limitele impuse pentru anul 2008 și chiar pentru o perspectivă mai îndepărtată- anul 2012.

Motorinele sintetice, deși micșorează substanțial emisiile poluante ale motorului diesel, tab. 5.3., se obțin din combustibili fosili- gaze naturale și cărbune.

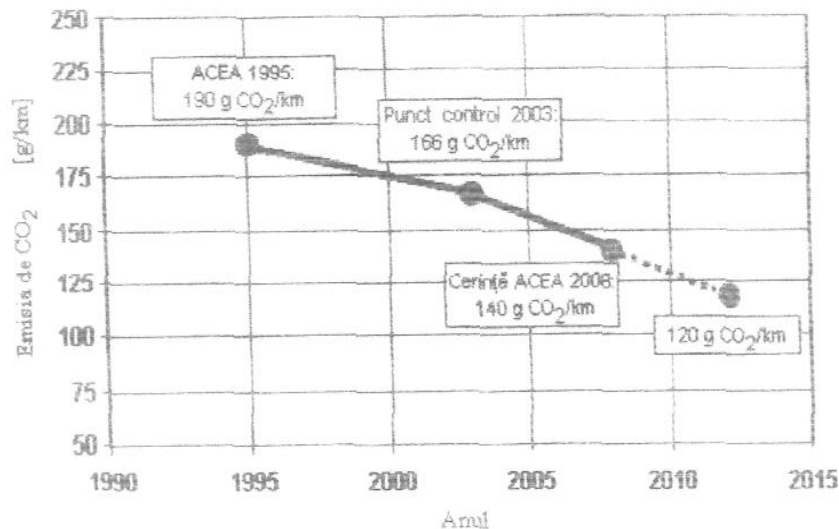


Fig. 5.7- Limitele privind emisia de CO_2 - prezent și perspectivă după ACEA (Association des Constructeurs Europeens d'Automobiles)

Tabelul 5.3 - Reducerea emisiilor motorului diesel alimentat cu motorine sintetice obținute prin procedeul Fischer-Tropsch.

Emisia		Reducere față de motorina cu conținut redus de sulf	Reducere față de motorina conținut redus de sulf și hidrocarburi aromatice
HC	%	41...47	25...31
CO	%	45...47	34...38
NOx	%	9	6
Particule	%	27...32	23...29

Gazele naturale sunt considerate ca un combustibil cu un rol important în secolul 21, secol al tranziției către o economie post combustibili fosili. Prin diferite procedee de conversie, fig. 5.8, ele pot constitui o bază în etapa următoare de obținere a unor combustibili cu proprietăți îmbunătățite.

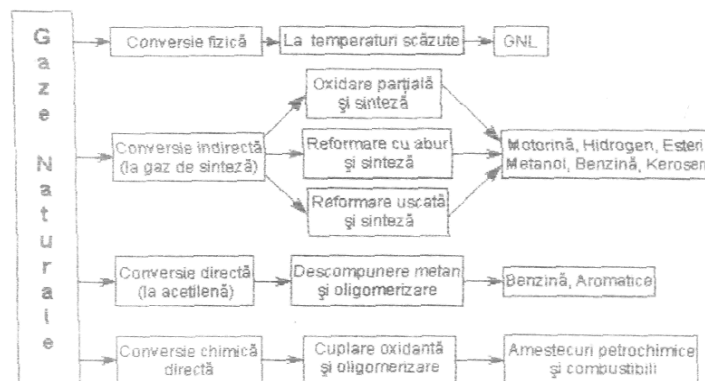


Fig. 5.8 - Diferite procedee de conversie a gazelor naturale.

Biodieselul poate constitui o bună alternativă, fiind un combustibil regenerabil, deocamdată nu este disponibil decât în cantități mici și poate fi folosit drept combustibil de adaos în motoarele fără sulf pentru a îmbunătăți calitățile de lubrifiere ale acestora, în agricultură, în alimentarea motoarelor ambarcațiunilor mici, de agrement.

Tabelul 5.4- Criterii de evaluare a combustibililor alternativi și agregatelor, după Onno Syassen.

	Criteriul								
	Complex tehnică	Vânzare/Utilizare	Siguranță	Timp impl.rez	Autonomie	Ungere	Disponibilitate	Cost *	
Hidrogen	+++	+++	++	++	++	+	+++	+++	
GNL	+++	+++	++	++	++	0	+++	+++	
GNC	++	++	0	0	++	0	+	+	
GPL	++	+	+	0	+	0	+	+	
Metanol	+	+	+	0	+	+	++	+	
Etanol	+	+	0	0	+	+	++	++	
Biodiesel	0	+	0	0	0	0	++	++	
Vehicul electric	+++	+	0	+++	+++	0	+	+++	
Celule de comb. cu	Hidrogen	+++	+++	++	++	++	0	+++	+++
		Benzină	+++	0	+	0	0	0	0

Fig. 5.9 arată necesitatea îmbinării acțiunilor cercetătorilor atât în domeniul combustibililor cât și al perfecționării motorului cu ardere internă pentru micșorarea consumului de combustibil și prin aceasta a emisiei de CO₂. Calea de la sursele primare de energie la utilizator este arătată în fig. 5.10

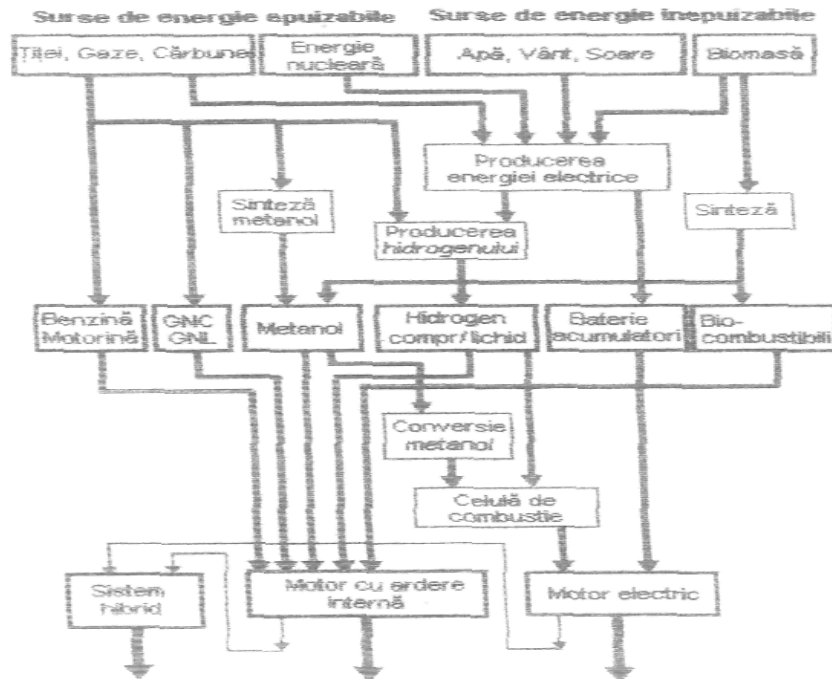


Fig. 5.10- Calea de la sursele primare de energie la utilizatori: motorul cu ardere internă, motorul electric sau sistemul hibrid de tracțiune.

5.2. Formarea noxelor la motoarele diesel.

Arderea în motoarele diesel – față de motoarele cu benzină – are loc într-un amestec neomogen sub acțiunea autoaprinderii. La motoarele diesel cea mai mare problemă este formarea Nox-ului și a funinginii, din această cauză nu vom trata în mod preferențial formarea noxelor.

Procesul formării noxelor în cadrul ciclului de motor dat a fost studiat de mai mulți cercetători. Se remarcă dintre aceștia experimentul lui Nightingale și al colectivului său. Pentru experimentele lor foloseau dispozitive speciale, cu ajutorul

căroră din unele puncte ale cilindrului în funcțiune se luau mostre, iar procesul de ardere era fotografiat cu aparate foto de mare viteză.

Experimentele au fost extinse la camerele de ardere vizibile în figura 5.11, care sunt următoarele:

- cameră de turbionare în piston
- cameră de ardere cu injecție directă fără turbioni în camera de ardere; caracteristic motoarelor de mare capacitate;
- cameră de ardere de tip Comet V.

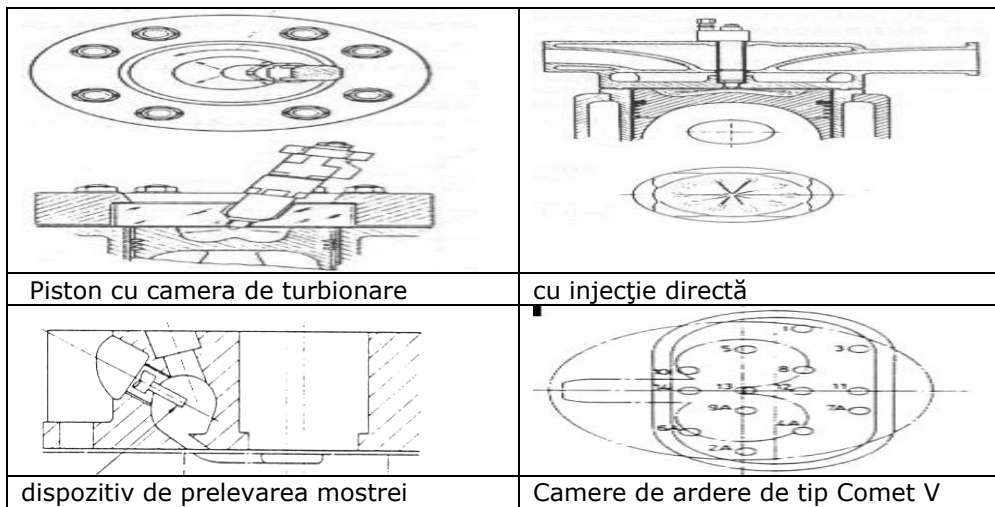


Figura 5.11 Diferite tipuri de camere de ardere [37]

5.2.1. Cameră de ardere cu injecție directă.

Rezultatele tipice de măsurători ale camerei de ardere cu injecție directă în camera de ardere sunt arătate în figura 5.12, unde se pot vedea concentrația unor noxe în funcție de unghiul de rotație a arborelui cotit.

Conform experimentelor NO în combustibil se formează în timpul arderii intensive a amestecului combustibil. De pe figură se observă și faptul că NO se formează doar în timpul în care CO se transformă în mod intens în CO₂. În alte zone ale camerei de ardere NO ajunge doar prin difuziune în camera de ardere.

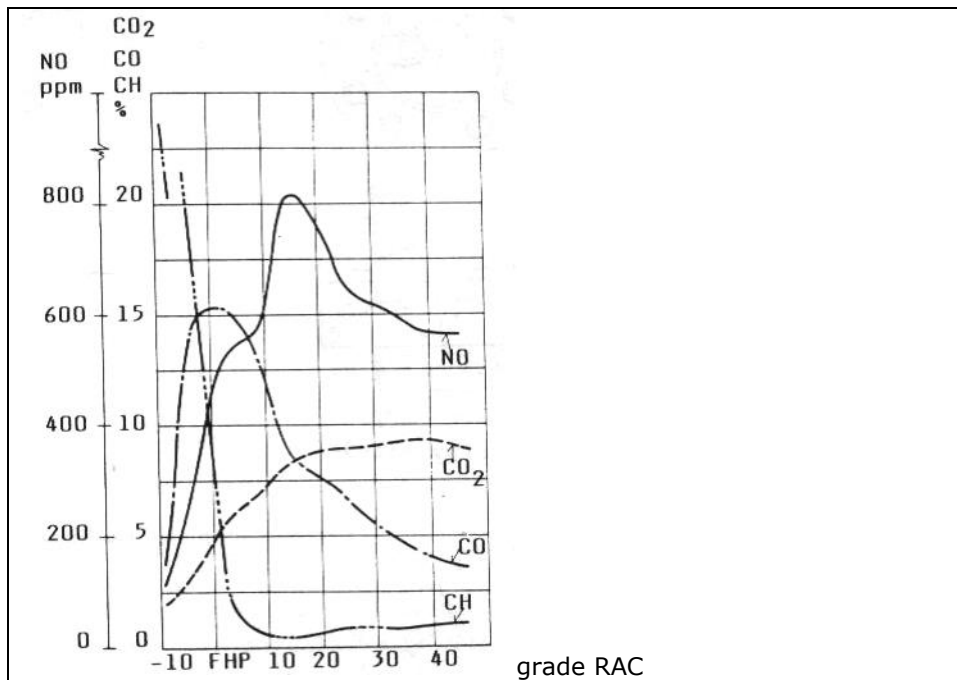


Figura 5.12 [37]
Emisia de noxe a camerei de ardere cu injecție directă în funcție de unghiul de rotație a arborelui cotit

5.2.2. Camerele de ardere cu turbionare

În cazul camerelor de ardere cu turbionare s-a constatat că NO provine ca locație din mijlocul camerei, respectiv din zona de ardere din jurul peretelui camerei. Partea dintre capul pistonului și chiulasă are practic rolul camerei de amestec.

5.2.3. Camera de ardere tip Comet V.

La camera de ardere tip Comet V formarea NO se face în mare parte în camera turbionară, unde intensitatea arderii este cea mai mare. Cea mai mare cantitate de NO a fost măsurată în zona de mijloc a camerei. S-a constatat concentrație mare de NO în afara camerei, la arderea amestecului care evacuează incinta. La aceste două camere de ardere rezultatele măsurătorilor arată că crearea de NO depinde mai mult de ardere, respectiv de temperatura gazului, decât de factorul excesului de aer.

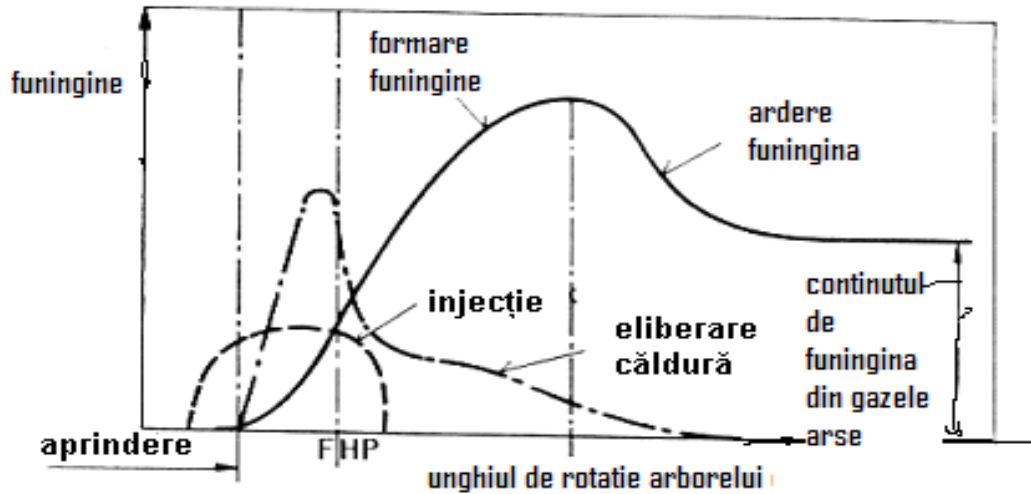


Figura 5.13 Emisie de funingina în procesul de ardere

Formarea și arderea funinginei se leagă de asemenea de arderile din motor. Funinginea formată în prima fază a în cursul arderii este arsă mai mult sau mai puțin. În gazele de eșapament apare doar diferența de funingine formată și cea arsă. Schimbarea conținutului de funingine în cilindru este arătată de figura 5.13. Formarea funinginei începe cu eliberare de căldură și atinge limita maximă înainte de sfârșitul eliberării de căldură.

Parametrii constructivi și de funcționare influențează de fapt condițiile de ardere în locul determinat al spațiului de ardere, în moment determinat:

- amestecul de combustibil-aer și condițiile de circulație ale acestuia,
- temperatura,
- timpul care este la dispoziție.

Schimbarea condițiilor de ardere are efect și asupra diferitelor caracteristici de motor (consum specific, cuplu, etc.). În continuare se va studia efectul unor parametri asupra emisiilor motorului.

5.2.4. Excesul de aer.

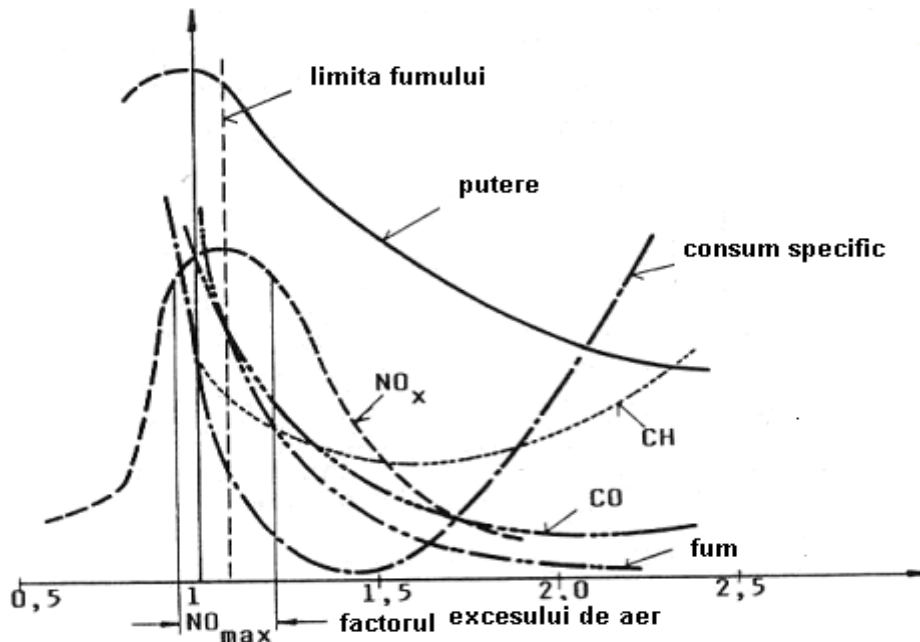


Figura 5.14. Schimbarea emisiei și a caracteristicilor principale de motor în funcție de factorul excesului de aer la motoarele diesel

Unul din cei mai importanți factori este excesul de aer, efectul său asupra emisiei de noxe și asupra principalelor caracteristici ale motorului este arătat de figura 5.14. [37]

Emisia maximă de NO_x conform teoriei apare la excesul de aer de 1,1 - 1,2. Valoarea excesului de aer are efect și asupra caracteristicilor motorului. La motorul diesel nici nu se poate realiza o valoare a excesului de aer sub 1, deoarece înainte de asta apare deja limita de fum.

Din cele de mai sus rezultă, că optimizarea procesului de ardere este posibilă întotdeauna doar pentru un factor, optimizarea mai multor componente se bazează în mod necesar pe compromis.

5.2.5.Sarcina

Mărimea emisiei de noxe depinde în mare parte de punctul pe graficul sarcină-turație în care lucrează motorul. Sarcina în creștere afectează emisia de noxe prin următorii parametri:

- crește cantitatea combustibilului injectat, durata injecției;
- scade concentrația de oxigen;
- crește temperatura camerei de ardere.

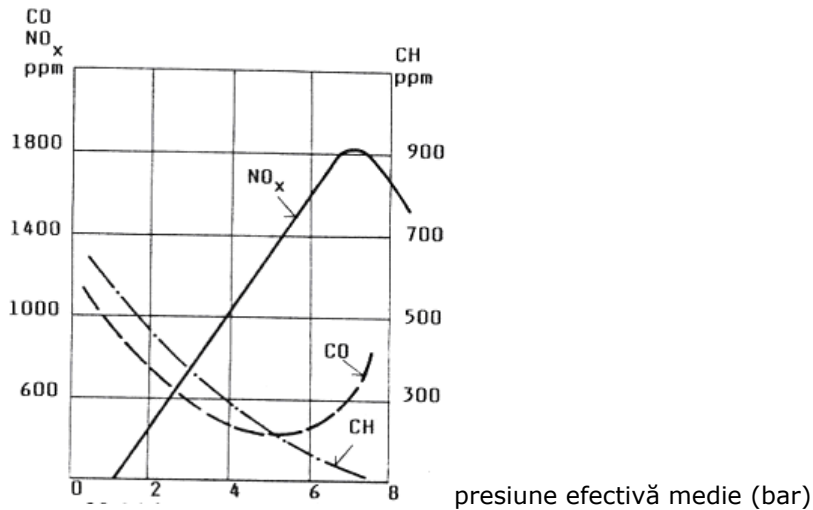
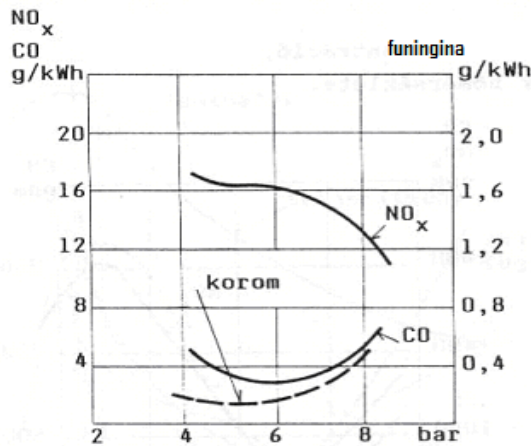


Figura 5.15. Emisia de noxe în funcție de sarcină în cazul motorului diesel. [37]

Concentrația de oxid de azot în treimea superioară a sarcinii atinge valoare maximă. Cauza acestui lucru este următorul: Creșterea sarcinii în prima fază înseamnă că pe lângă cantitate de aer neschimbată este injectată o cantitate mai mare de combustibil, din care în mod natural se formează mai mult NO_x . Acest efect este mărit de creșterea temperaturii camerei de ardere.

Crescând însă mai departe sarcina, durata injecției combustibilului crește și prin asta se întinde durata arderii. În sensul întinderii duratei acționează și scăderea concentrației de oxigen, care are de asemenea efectul de a reduce cantitatea de NO_x .

Cele de mai înainte sunt bine perceptibile, dacă emisia de noxe se raportează la energia unitară (kWh), vezi fig.5.16). Emisia de NO_x în cazul încărcării mari nu crește, ci scade. Scăderea este dată de creșterea duratei de ardere, din lipsa oxigenului, cu toate că temperatura crește.



presiune medie efectivă

Fig. 5.16. Emisie specifică de noxe în funcție de sarcină la motorul diesel

5.2.6. Turația

Efectul turației asupra apariției noxelor este mai puțin clar, deoarece turația are efect asupra mai multor factori. În cazul în care turația se mărește:

- se schimbă caracteristica pompei de injecție,
- scade gradul de umplere,
- crește gradul de mișcare al aerului în cilindru,
- crește întârzierea aprinderii,
- crește nivelul temperaturii,
- scade timpul de rămânere în spațiul cilindrului

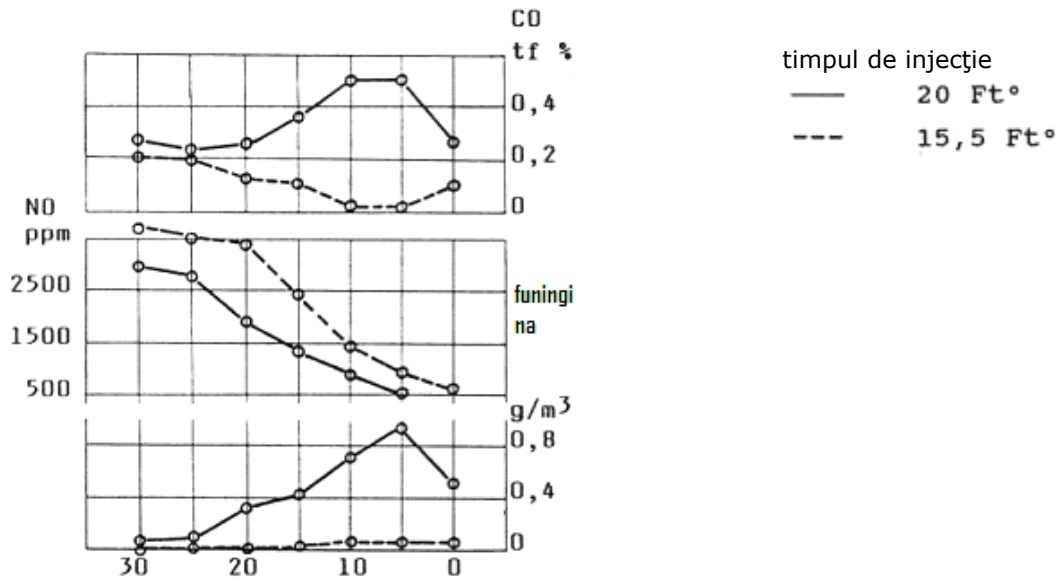
Acești factori întărindu-se respectiv împiedicându-se unii pe alții, pot da naștere la caracteristici de semnal foarte diferite.

5.2.7. Injecția

Pentru a reduce emisia de NO_x , o metodă simplă, dar eficace este modificarea avansului de injecție spre punctul mort superior, în special la motoare cu injecție directă. Așa cum se vede și pe figura 5.17, întârzierea injecției înseamnă, că și arderea are loc mai târziu, lucru care în mod clar acționează spre reducerea NO_x .

Dacă începutul injecției este scăzut cu $8-10^\circ$ RAC spre punctul mort superior, cu aceasta se obține o scădere medie de 40% de NO_x . Această soluție are și efecte negative. Consumul specific de combustibil crește cu 5-10%, iar emisia de funingina poate să crească în unele cazuri cu mai mult de 100%, de asemenea crește și emisia de CH și CO.

Datorită emisiei mari de funingine de cele mai multe ori este necesară reducerea cantității de combustibil injectat. Prin asta puterea motorului scade cu 10-20%.



începutul preinjecției înaintea punctului mort superior, °RAC

Figura 5.17. Efectul preinjecției și a duratei asupra formării noxelor la motorul diesel

Sistemul de injecție (durata injecției, tipul duzei de injecție, respectiv dimensiunile orificiilor și unghiul de injecție, adâncimea de pătrundere a combustibilului) influențează în mod semnificativ formarea amestecului, a arderii și prin asta formarea noxelor. O injecție cu durată mai lungă are ca rezultat concentrație mai scăzută de NO_x și emisie mai mare de funingine.

Injecția unei cantități mici de combustibil la sfârșitul emisie anterioare a gazului de eșapament are efect de reducere oxidului de azot cât și a emisie de funingine. Prin modificarea direcției și adâncimii jetului se poate obține o scădere semnificativă a emisie de NO_x.

5.2.8. Temperatura lichidului de răcire

Scăderea temperaturii lichidului de răcire – care este caracteristică perioadei de pornire – atrage după sine emisie mărită de CO, CH și funingine, dar atrage însă după sine și emisie scăzută de NO_x.

Răcirea motoarelor care au sistem de răcire cu aer este mai puțin intensiv, astfel că la acestea ne putem aștepta la creșterea emisie de NO_x.

5.2.9. Efectul miscarii turbionare

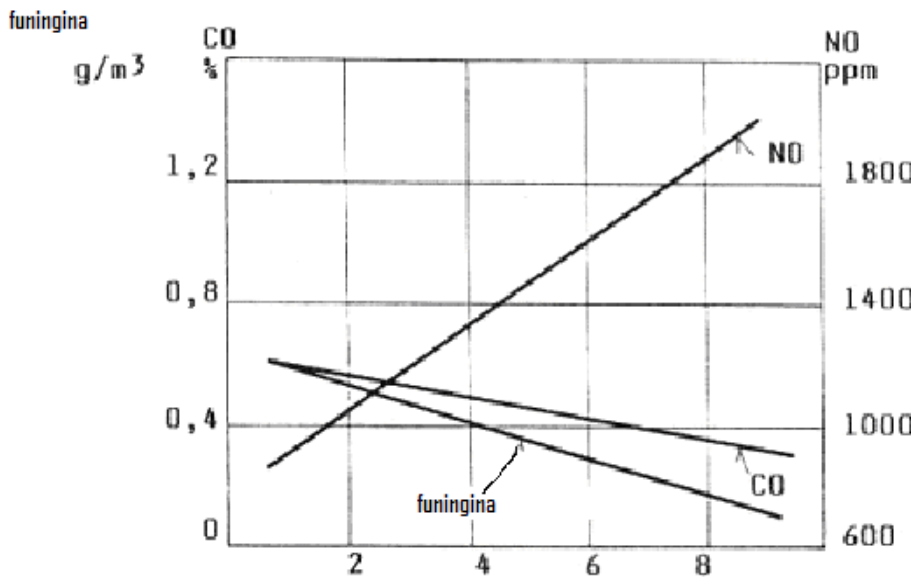


Figura 5.18. Emisia de noxe în funcție de efectul de turbionare

Amplificarea mișcării turbionare ajută la preamestecarea aerului și combustibilului în camera de ardere făcând astfel arderea mai intensivă. Datorită mișcării turbionare emisia de NO_x crește semnificativ, după cum se vede pe figura 5.18.

5.2.10. Efectul camerei de ardere

Camera de ardere are efect semnificativ asupra creerii de noxe. La motoare cu camera de ardere divizată prima parte a arderii în precameră este fără aer, care reduce emisia de NO_x . Din această cauză la motoarele cu camera de ardere divizată emisiile de NO_x sunt întotdeauna mai reduse decât la motoarele cu injecție directă.

La motoarele cu injecție directă concentrația maximă de NO_x este 1500-2000 ppm, pe când la camere de ardere divizate se poate măsura valoarea de 600-900 ppm.

Valorile mai reduse de NO_x ale motoarelor cu cameră de precombustie se datorează camerei de ardere în două trepte. Prima parte a arderii în camera de precombustie are loc în lipsa aerului; despre efectele acestuia s-a mai vorbit anterior.

În afară de asta și cantitatea de căldură eliberată în camera de precombustie este mai mică și o cantitate de căldură importantă pleacă prin peretele camerei.

Arderea în continuare în camera principală de ardere are loc la presiune și temperatură scăzută. Trebuie menționat însă, că la sarcină mică în cameră stă la dispoziție destul oxigen, și emisia de NO_x a camerei de precombustie se apropie de valorile obținute la motoarele cu injecție directă.

La emisia celorlalte componente diferențele sunt semnificativ mai mici între camerele de ardere împărțite și neîmpărțite. La sarcini mici motoarele cu camera de ardere împărțită datorită amestecului și arderii intensive au emisii mai mici de hidrocarbură și monoxid de carbon.

Emisia mai mică de hidrocarburi înseamnă și emisie mai mică de miros, în special la motoarele cu camera de ardere unitară și cu injecția pe peretele camerei de ardere.

Forma camerei de ardere și construcția capului pistonului au efect considerabil asupra emisiei de noxe. În vederea scăderii emisiei de funingine camera de ardere pe cât posibil trebuie să fie unitară (nu divizată), pentru care motoarele cu cursă lungă asigură condiții avantajoase.

Această cerință însă are efect de creștere de NO_x . Dacă construcția camerei de ardere este de așa natură, că scade timpul de întârziere al aprinderii, atunci are efect de scădere de NO_x .

5.2.11. Efectul umplerii fortate

Motoarele cu umplere fortată au de obicei emisia de NO_x mai mare. Cu umplere fortată se mărește nu numai puterea motorului, ci și cantitatea ajunsă în cilindru, în special în cazul turațiilor mari.

Ca efect al umplerii concentrație de NO_x deseori urcă peste valoarea de 2000 ppm.

Emisia mai mare de NO_x a motoarelor cu umplere fortată este cauzată de faptul că aerul care intră în motor are presiune și temperatură mai mare decât la motoare cu aspirație normală.

Astfel arderea are loc la temperaturi și presiuni mai mari. Împotriva acestui efect lucrează factorul de exces de aer, dar formarea de NO_x începe să scadă doar peste excesul de aer de 1,2-1,4.

De asemenea are efect de scădere a NO_x re-răcirea aerului. Surplusul crescut de aer și mărirea temperaturii datorită umplerii are însă un efect benefic asupra scăderii hidrocarburilor și monoxidului de carbon, în special la sarcini mai mici.

6.Evaluarea performanțelor energetice si de poluare la m.a.c. de tracțiune urbana grea.

Motorul 1035 L6 DTI este în esență o dezvoltare a modelului D2156 MTN8R al anilor 80, provenit la randul lui din modelul de licență MAN.

Abandonarea principiului de ardere Meurer, reglarea la un real nivel al puterii de 191 KW cu ventilator și în condiții ISO 1585 precum și încadrarea în limitele de poluare EURO 2 au fost jaloanele de baza ale programului de dezvoltare.

Modelul 1035 L6 DTI este un pas important în evoluția constructivă și funcțională a motorului de 10 litri cilindree, prin alinierea la soluțiile pentru EURO 2 practicate de marii constructori și crearea premiselor pentru etapele de dezvoltare viitoare.

6.1 Comparația cu motorul D2156 MTN8R

Pastrarea formulei alezaj / cursa de 121/150 mm are la baza o serie de rațiuni de ordin tehnic, tehnologic și economic.

În gama de motoare ROMAN, în anii '80 a fost introdus motorul 1240V8DT, de 12,4 litri, alezaj/cursa 123 /130, cu scopul acoperirii intervalului de puteri de la 242 la 294 KW. Au fost întocmite și proiecte și prototipuri și cu alezaje de 128 și 130 mm .

Ca urmare, modificarea alezajului de 121mm cu diferențe substanțiale nu a parut justificată. În același timp din punct de vedere tehnologic, apariția unor repere noi în număr foarte mare ar fi echivalat cu un efort economic major, imposibil de susținut.

Studiind evoluțiile motorului de licența D2156 MAN la firmele RABA Ungaria și DAEWOO Coreea de Sud, constatăm că acestea au pastrat o perioadă de timp formula motorului.

RABA a dezvoltat mai târziu motorul D11 cu alezaj 123 în ideea lărgirii gamei de puteri prin mărirea cilindreei în lipsa altui motor. Creșterea semnificativă de alezaj sau de cursa este însă limitată de construcția blocului motor.

DAEWOO a urmat aceeași cale după care a trecut la asimilarea licenței motorului MAN D28 .

ROMAN SA a considerat suficientă dezvoltarea motorului 1035 L6 DTI pentru gama de puteri 161-264 KW, variante auto cu poluare EURO 2 și în continuare EURO 3,4, iar peste 264 KW să promoveze dezvoltarea motorului 1240V8DTI .

Sub 161KW au fost prevăzute programe de dezvoltare pentru motorul 798.5 (102 x 112mm) din licența Saviem 1962, programe care s-au finalizat cu modelele 550 L6 DTI 160 și 550L6 DTI 190, omologabile EURO 2 .

Modelele de 117 și respectiv 144 KW au pompe de injecție tip P3000 MEFIN Sinaia, injectoare cu pulverizatoare cu 5 orificii, supraalimentare înaltă, cu răcire intermediară aer / aer, grupuri de supraalimentare cu waste gate HIDROMECHANICA sau import Holset H₂

Aceste modele ce au pastrat formula constructivă inițială, dar au schimbat de asemenea procedeul Meurer cu injecția multijet de mare presiune, au fost concepute pe baza principiilor constructive și funcționale ale motorului de 3,9 litri model 392L4 DTI (102x120), proiectat împreună cu AVL Austria și omologat EURO 2 în anul 2000 .

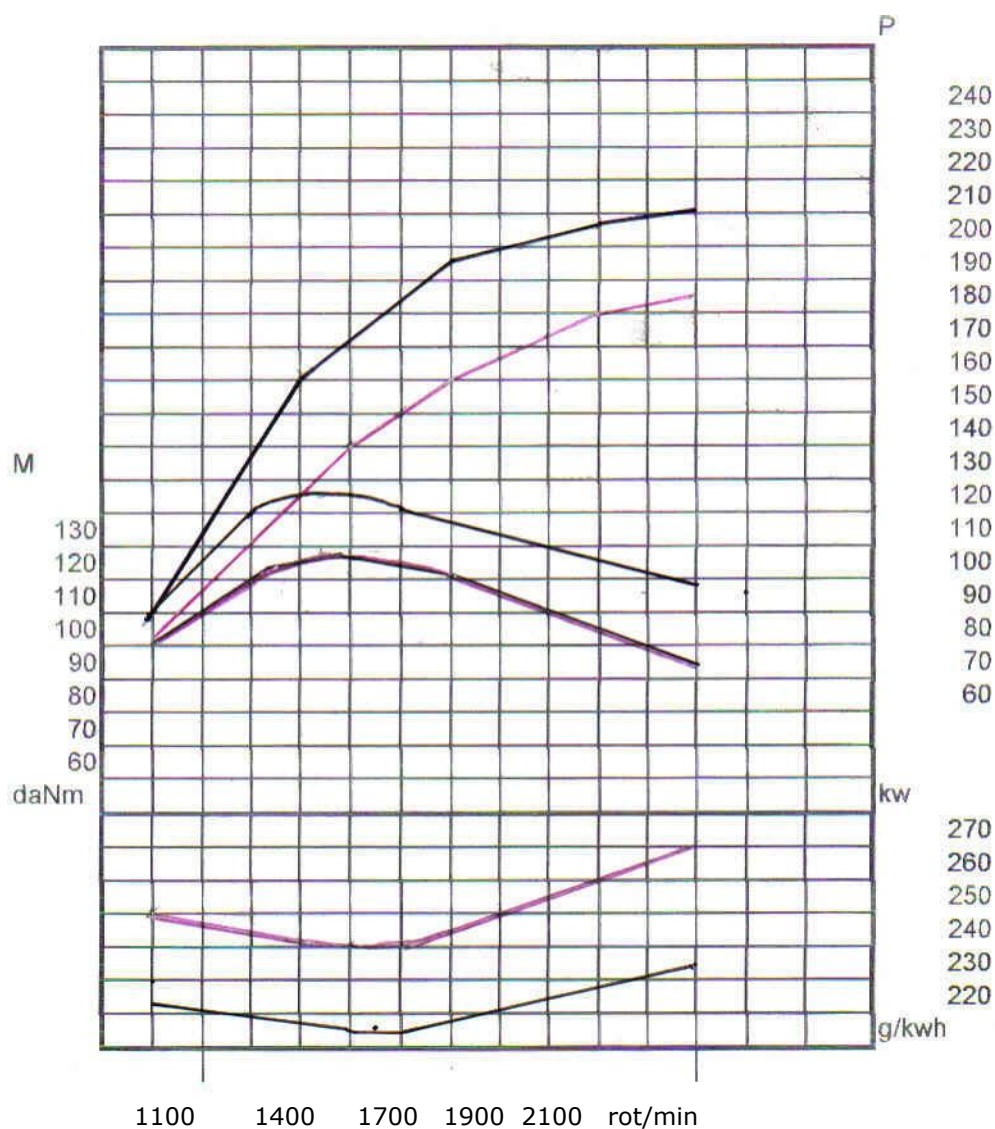
Tendința de creștere a puterii specifice a camioanelor (KW/ to) impusă de realitățile traficului actual, ca și solicitările de motorizare indigenă a specificațiilor omologate cu motoare Navistar și Renault de 183 KW, au avut ca rezultat tema de asimilare a unui motor de 191 -235 KW, cu poluare EURO 2, condiție de legislație pentru înscrierea în circulație în ROMANIA(2000).

Îmbunătățirea mecanicii (constructiv și tehnologic) efectuată cu această ocazie ca și comparația cu evoluția modelului RABA D10 au dus la supoziția că motorul 1035 L6 DTI poate acoperi plaja de putere până la 264 KW.

Date de poluare asupra motorului D2156 MTN 8 R au fost determinate în anii 80 la CCSITA Brasov cu aparatura tip analizor Beckmann 1956 .

În fig. 6.1. [21] sunt prezentate comparativ caracteristicile motoarelor D2156 MTN8R și 1035 L6 DTI (putere,cuplu, consum specific), fara ventilatoare .

Se constata diferențe semnificative între toți parametrii considerați ceea ce justifică efortul solicitat de programul de dezvoltare .



----- motor 1035 L6 DTI

----- motor D2156 MTN8R

Fig. 6.1 Comparația performanțelor D2156MTN8R/1035 L6DTI

Se constată o reducere a consumurilor specifice de combustibil, atât în valorile determinate pe stand cât și în exploatare (se vehiculează o reducere de la 33 la 28 l / 100 km).

Motorul 1035 L6DTI se remarcă prin creșterea sensibilă de cuplu de la 96 la 123 daNm (cca. 30 %), cu efecte apreciate în dinamica mașinii.

În același timp, disponibilul de cuplu a dus la o altă manieră de conducere, ceea ce explică reducerea consumului mediu de carburant.

În fig. 6.2. este prezentată reducerea emisiei de fum la motorul 1035L6 DTI față de motorul D2156 MTN8R

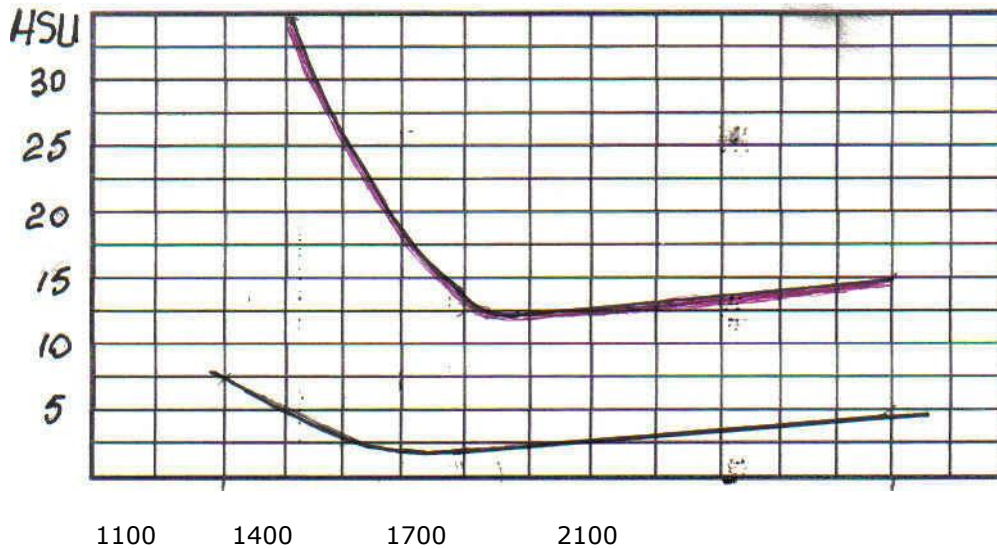


Fig. 6.2 [21] ----- motor 1035 L6 DTI
 motor D2156 MTN8R

Un succes foarte apreciat al noului model a fost realizarea pornirii mult mai ușoară pe timp rece. Exploatarea fără probleme de pornire a impus măsuri drastice de supraveghere a etanșetății sistemului de alimentare cu combustibil.

Aerul intrat accidental în sistem dezamorsează pompa de injecție și face pornirea imposibilă, fapt constatat la mai toate motoarele cu injecție directă, fie cu pompa linie fie rotativă.

Un rezultat scontat îl constituie creșterea emisiei de zgomot, deși probele comparative cu motoarele Renault, Navistar, Caterpillar, MAN arată un nivel mai redus cu cca. 2-3 dBA la motorul 1035L6 DTI și mai mic decât la motorul RABA D10 (cu pompa tip P7100 adaptată de Bosch.)

În ideea reducerii zgomotului, împreună cu HIDROJET Breaza s-a asimilat injectorul cu două arcuri. Primele rezultate au arătat o reducere de 2-6 dBA pe externă, la turațiile mai joase și pe parțiale.

6.2 Direcții de acțiune în perfecționarea soluțiilor motorului EURO 2

Rezultatele obținute cu injectorul în trepte sugerează o problemă legată de legea de injecție. Rata mare a debitării în prima parte a injecției, efect al valorii presiunii maxime de injecție în jurul a 1400 bari, conduce la

acumulări de combustibil și la dezvoltarea excesivă de căldură în faza arderii rapide.

Din datele simulării, la turațiile din jurul regimului de cuplu maxim rezultă o presiune maximă de ardere de calcul de cca. 150 bari.

În măsura în care modificarea duratei de injecție va permite în speța nivelul fumului la turația nominală, este indicată verificarea unui alt profil al camei pompei de injecție, prin reducerea într-o măsură prudentă a vitezei elementului. Este de presupus că, reducerea ratei injecției în prima parte va avea ca efect reducerea creșterii excesive a presiunii, a presiunii maxime și a nivelului NO_x .

Probele privind presiunea de injecție cu pompa Bosch P7100 au evidențiat presiuni maxime de cca. 1150 bari la injector.

Probele funcționale au evidențiat valori relativ ridicate ale temperaturii gazelor în fața turbinei.

Constructorul turbosufletei, HIDROMECANICA Brasov limitează valoarea maximă a temperaturii gazelor la 650 grd C. Nivelul mai ridicat al temperaturii (cca .700 grd.C) afectează și durabilitatea agregatului în exploatare.

O măsură sugerată de exercițiul de simulare funcțională ar fi creșterea ușoară a volumului colectorului de evacuare, cu prudență, urmărind performanțele grupului de supraalimentare.

Pentru siguranța exploatarei ca și pentru variantele următoare, de 220, 235 și 264KW au fost demarate programe de colaborare cu firma Holset Anglia. O primă propunere a fost utilizarea unei turbosuflete din gama H₂. De remarcat ca și motorul RABA D10 a trecut la o astfel de soluție, exersând modele Holset sau Garrett .

Consumul specific relativ mare de combustibil la turațiile ridicate sugerează, ca și studiul de simulare, o valoare mare a pierderilor mecanice. Aceste pierderi sunt puse pe seama presiunilor mari din cilindru, a energiei pentru antrenarea pompei de injecție, a frecărilor din mecanismul motor.

Ca măsură tehnologică în reducerea frecării s-a introdus o normă avansată privind honuirea camșilor de cilindru. O rezervă banuită cel puțin ,rezulta din 'adaptarea ' treptată a fabricației față de noutățile tehnologice și rigoarea crescută a execuțiilor atât la fabricant cat și la furnizori. Supoziția se confirmă prin scăderea treptată a scăparilor de gaze în carter pe măsura creșterii numărului de motoare executate -o măsură a adaptării profilului pistonului, din scăderea gradului de fum -statistic, din creșterea treptată a performanțelor medii statistice.

S-a constatat în timpul fabricației de serie o reducere statistică medie a fumului de la 3-4 HSU la 1,5-2 HSU la același regim de funcționare. O evoluție pozitivă a fost constatată și la diuze și injectoare după ce fabricantul a introdus norme mai severe de calitate și-a constituit propriul laborator de încercări. În același timp s-a redus numărul căderilor turbosufletelor în garanție.

6.3.Calculul fumului emisi de motoarele D2156MTN8R si 1035L6 DTI dupa MIRA

Pornind de la relația: $\text{HSU}=1-e^{-0,43K_M}$ (6.1)

$$\text{HSU}-1=-e^{-0,43K_M} \quad (6.2)$$

Logaritmand relația (6.2) rezulta : $\ln(\text{HSU}-1) = -(-0,43) \times K_M \times \ln e$ (6.3) din care rezultă

$$K_M = \ln(\text{HSU}-1)/0,43 \quad (6.4)$$

Luând valorile HSU pentru motorul D2156MTN8R din fig. 6.2 rezultă următoarele:

Pentru turația de: 1. $n=1300(\text{rot}/\text{min})$ $\text{HSU}=35 \Rightarrow K_M=8,2 \Rightarrow \text{PT}=1,1$

2. $n=1400(\text{rot}/\text{min})$ $\text{HSU}=25 \Rightarrow K_M=7,39 \Rightarrow \text{PT}=0,8$

3. $n=1600(\text{rot}/\text{min})$ $\text{HSU}=13 \Rightarrow K_M=5,96 \Rightarrow \text{PT}=0,75$

4. $n=1700(\text{rot}/\text{min})$ $\text{HSU}=12 \Rightarrow K_M=5,77 \Rightarrow \text{PT}=0,70$

5. $n=2100(\text{rot}/\text{min})$ $\text{HSU}=13 \Rightarrow K_M=5,96 \Rightarrow \text{PT}=0,75$

Rezultatele obținute sunt centralizate în tabelul(6.1) și se interpretează grafic conținutul de particule solide în funcție de turație fig. 6.3.

Tabelul 6.1.

Nr crt	HSU (%)	K_M (m^{-1})	n (rot/min)	PT (g/m^3)
1	35	8,2	1300	1,1
2	25	7,39	1400	0,8
3	13	5,96	1600	0,75
4	12	5,77	1700	0,70
5	13	5,96	2100	0,75

PT(g/m^3)

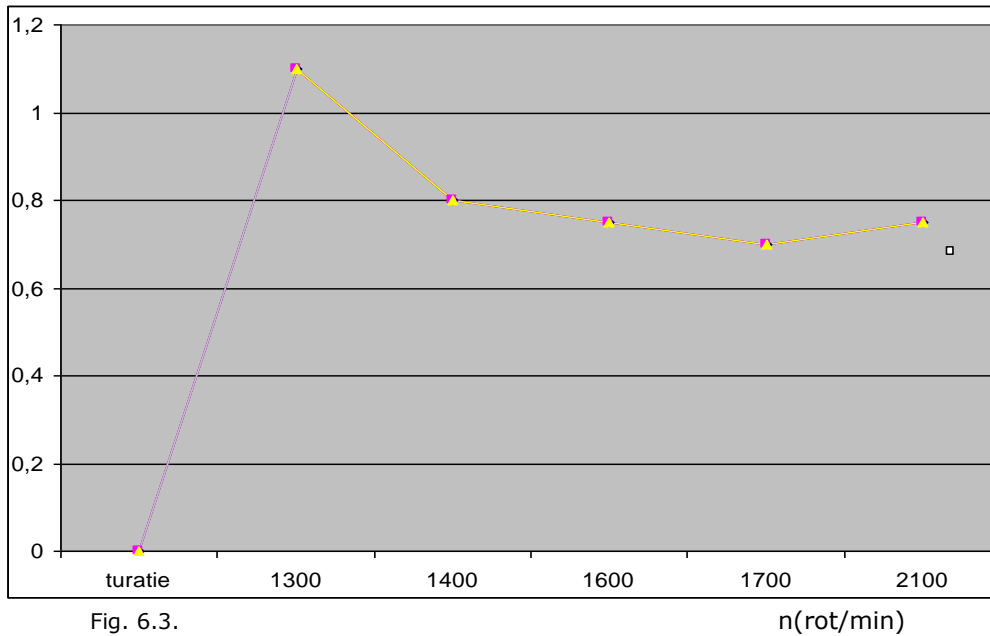


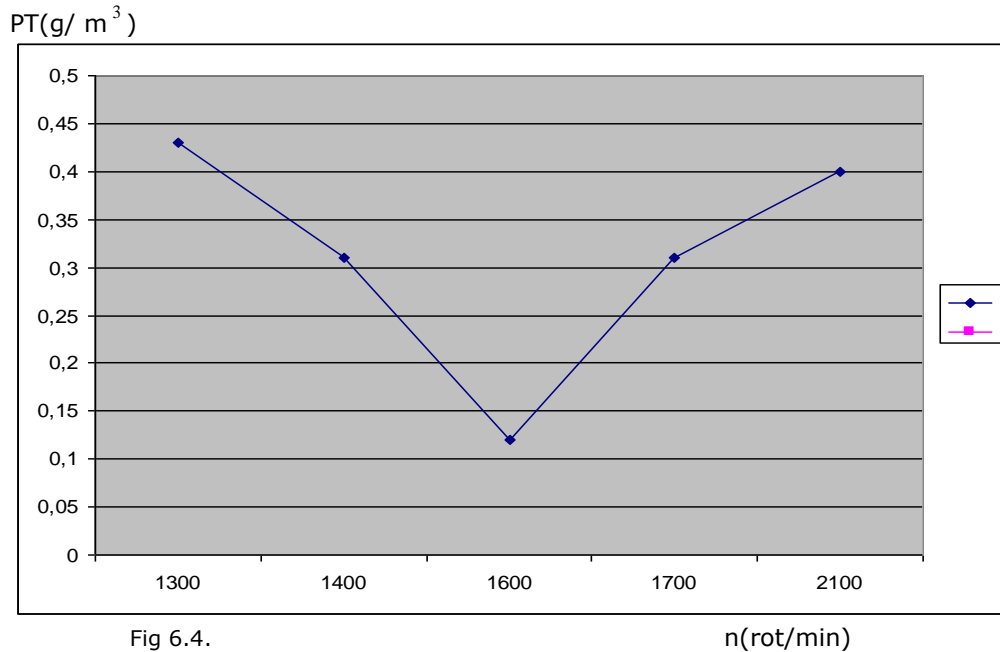
Fig. 6.3.

În mod asemănător se calculează coeficientul de absorbție și conținutul de particule solide la motorul 1035L6DTI și se centralizează în tabelul(6.2)

Tabelul 6.2.

Nr crt	HSU (%)	K_M (m^{-1})	n (rot/min)	PT (g/ m^3)
1	5	3,22	1300	0,43
2	3	1,61	1400	0,31
3	2,5	0,94	1600	0,12
4	3	1,61	1700	0,31
5	3,5	2,13	2100	0,40

În figura 6.4. este reprezentată evoluția conținutului de particule în funcție de turație.



Din cele două figuri se poate observa o valoare minimă pentru PT pentru ambele motoare în plaja de turație 1600-1700 (rot/min), dar valorile atât PT cât și K_M sunt mult mai mici la motorul 1035L6DTI decât la motorul D2156MTN8R.

Pentru motorul D2156MTN8R s-a făcut calcule și cu programul Progo iar rezultatele sunt prezentate în anexa 7, 8, 9, 10 și 11.

Din aceste calcule reiese ca atât regimul termic al motorului cât și consumul specific indicat este mai ridicat decât cele măsurate la standul de proba, iar randamentul indicat calculat este 0,364.

7. Interpretarea critică a datelor de calcul în juxtapunere cu date experimentale pentru evoluția emisiilor de fum în cazul autovehiculelor urbane grele echipate cu motoare diesel.

Rezultatele obținute la stand pentru fumul eşapat au în vedere și efectele reglajelor efectuate de fiecare dată înainte de măsuratori.

În acest capitol se studiază gradul de poluare în funcție de traseele și de kilometrii parcurși de trei tipuri de autovehicule din dotarea R.A.T. Timișoara și anume:

1. Autobuz Mercedes echipat cu motor OM457LhA de 11 litri, supraalimentat, cu răcire intermediară (aer/aer), cu pompa injector cu presiunea de injecție de 1600 bari, patru supape /cilindru, putere nominală 183 KW la turația de 2100 rot/min, norma de poluare euro 3.

2. Autobuz Rocar echipat cu motor Raba D10 UT(s) de 10 litri supraalimentat, cu răcire intermediară (aer/aer), echipat cu pompă de injecție Bosch P7100, putere nominală 176KW la turația de 2100 rot/min.

3. Autocamion Raba echipat cu motor D2156 MTN8R de 10 litri, supraalimentat, funcționând pe baza principiului de ardere Meurer având puterea nominală de 176 KW la turația de 2100 rot/min.

Autovehiculele respective au fost monitorizate în medie 4500 km fiecare în regim de funcționare urban pe traseele consacrate ale transportului în comun din Timișoara, iar după anumiți kilometri parcurși au fost prelevate probe de fum cu opacimetrul CAP 3200 din dotare.

Autobuzele au fost planificate la început pe perioade mai lungă pe trasee mai dificile cu aglomerări și ambuteiaje mari cum ar fi liniile 40, 33, 42, 17 iar la sfârșit s-au prelevat probe.

S-a observat după perioadele de traseu greu o creștere a valorilor K_M la opacimetru la toate autovehiculele. (Anexa 10 și 11.)

Perioadele de drum parcurs greu au alternat cu perioade de drum mai ușoare cu linii de traseu cum sunt linia 43, Expres1, Expres2, Expres3, sau în zilele de duminică când circulația este mai aerisită și mai fluidă.

În consecință s-au efectuat 5 probe de fum la fiecare autovehicul pe perioada testate iar rezultatele sunt prezentate în Anexa 12 și 13.

Având K_M măsurat cu opacimetrul se poate calcula HSU pentru fiecare autovehicul după relația :

$$HSU = 1 - e^{-0,43K_M} \quad (7.1)$$

7.1 Cazul autobuzului Mercedes:

Dupa efectuarea a 1323km proba cu opacimetrul $K_M = 0,23(m^{-1}) \Rightarrow HSU = 0,90$ (%) iar calculul dupa Mira $\Rightarrow PT = 0,05(g/m^3)$.

Dupa efectuarea a 418km proba cu opacimetrul: $K_M = 0,31(m^{-1}) \Rightarrow HSU = 0,86(\%)$
 \Rightarrow calculul dupa Mira $\Rightarrow PT = 0,07(g/m^3)$.

Dupa efectuarea a 581km proba cu opacimetrul :

$K_M = 0,44(m^{-1}) \Rightarrow HSU = 0,81(\%) \Rightarrow PT = 0,09(g/m^3)$.

Dupa efectuarea a 614km proba cu opacimetrul:

$K_M = 0,26(m^{-1}) \Rightarrow HSU = 0,88(\%) \Rightarrow PT = 0,06(g/m^3)$.

Dupa efectuarea a 529km proba cu opacimetrul :

$K_M = 0,38(m^{-1}) \Rightarrow HSU = 0,83(\%) \Rightarrow PT = 0,08(g/m^3)$.

Se centralizează datele obținute in tabelul(7.1)

Tabelul 7.1.

Nr crt	Distanța parcursă (km)	K_M (m^{-1})	HSU (%)	PT (g/m^3).
1	1323	0,23	0,90	0,05
2	418	0,31	0,86	0,07
3	581	0,44	0,81	0,09
4	614	0,26	0,88	0,06
5	529	0,38	0,83	0,08

In figura 7.1. este reprezentată evoluția conținutului de particule solide in funcție de km parcurși la autobuzul Mercedes iar in figura 7.2. evoluția opacității in funcție de km parcurși.

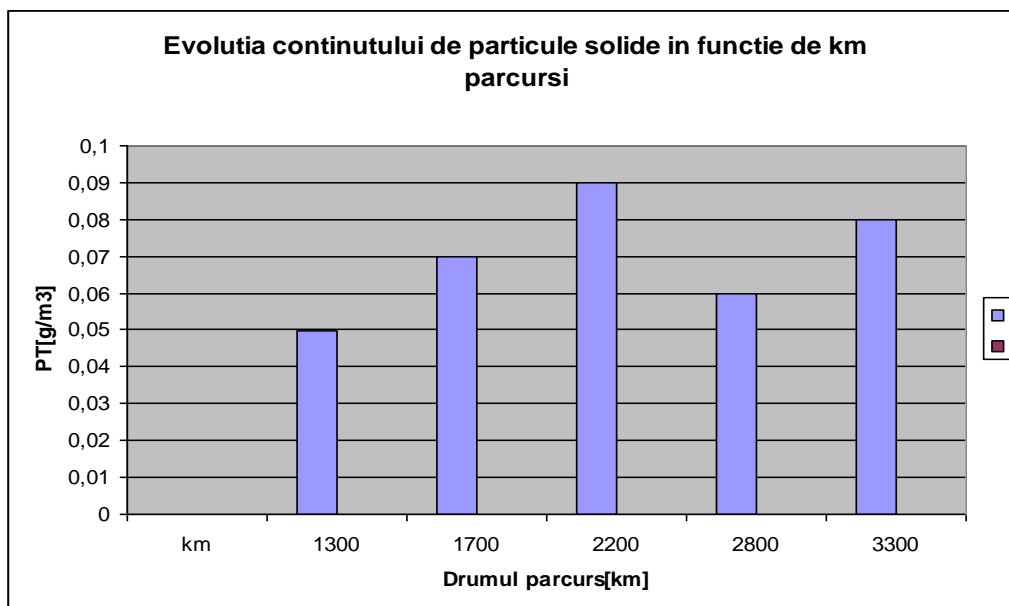


Fig. 7.1.

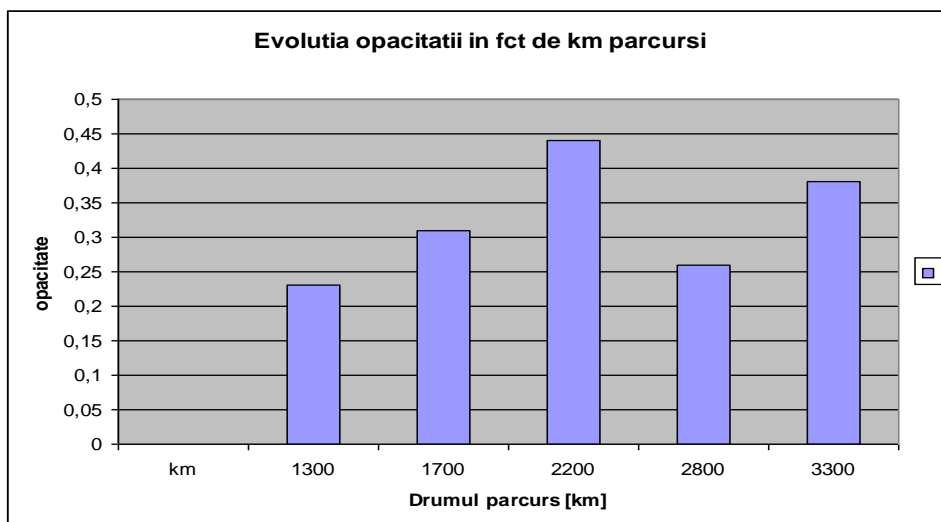
 $K_M (m^{-1})$


Fig.7.2.

Din figura 7.1. și 7.2 reiese ca deși la primii 1300 de kilometri de traseu greu atât PT cât și K_M au o valoare scăzută, la următoarele două trasee adică la 2200 și 3300 de kilometri valoarea PT și K_M devin destul de ridicate.

7.2.Cazul autobuzului Rocar

Dupa efectuarea a 2000 km de traseu greu proba cu opacimetrul $K_M = 1,40$
(m^{-1}) \Rightarrow HSU=0,45(%) \Rightarrow PT=0,27 (g/m^3).

Dupa efectuarea a 500 km de traseu usor proba cu opacimetrul
 $K_M = 1,14(m^{-1}) \Rightarrow$ HSU=0,38(%) \Rightarrow PT=0,18(g/m^3).

Dupa efectuarea a 1200 km de traseu greu proba cu opacimetrul
 $K_M = 0,99(m^{-1}) \Rightarrow$ HSU=0,34(%) \Rightarrow PT=0,13(g/m^3).

Dupa efectuarea a 900 km de traseu usor proba cu opacimetrul
 $K_M = 0,74(m^{-1}) \Rightarrow$ HSU=0,27(%) \Rightarrow PT=0,11(g/m^3).

Dupa efectuarea a 1100 km de traseu greu proba cu opacimetrul
 $K_M = 0,96(m^{-1}) \Rightarrow$ HSU=0,33(%) \Rightarrow PT=0,12(g/m^3).

Se centralizeaza rezultatele obtinute in tabelul (7.2)

Tabelul 7.2.

Nr crt	Distanța parcursă (km)	K_M (m^{-1})	HSU (%)	PT (g/m^3)
1	2000	1,40	0,45	0,27
2	500	1,14	0,38	0,18
3	1200	0,99	0,34	0,13
4	900	0,74	0,27	0,11
5	1100	0,96	0,33	0,12

In figura 7.3. este reprezentată evoluția conținutului de particule solide iar in figura 7.4. evoluția opacității in funcție de km parcurși.

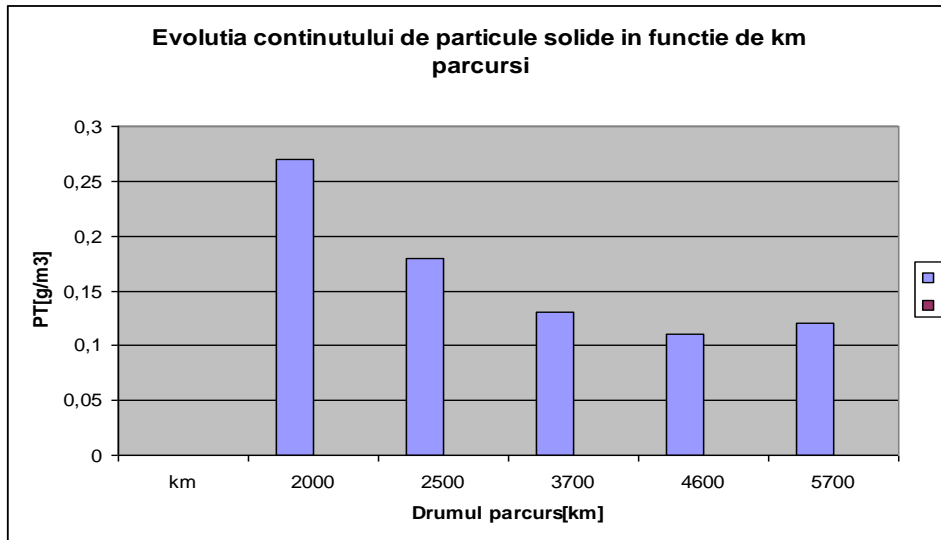


Fig.7.3.

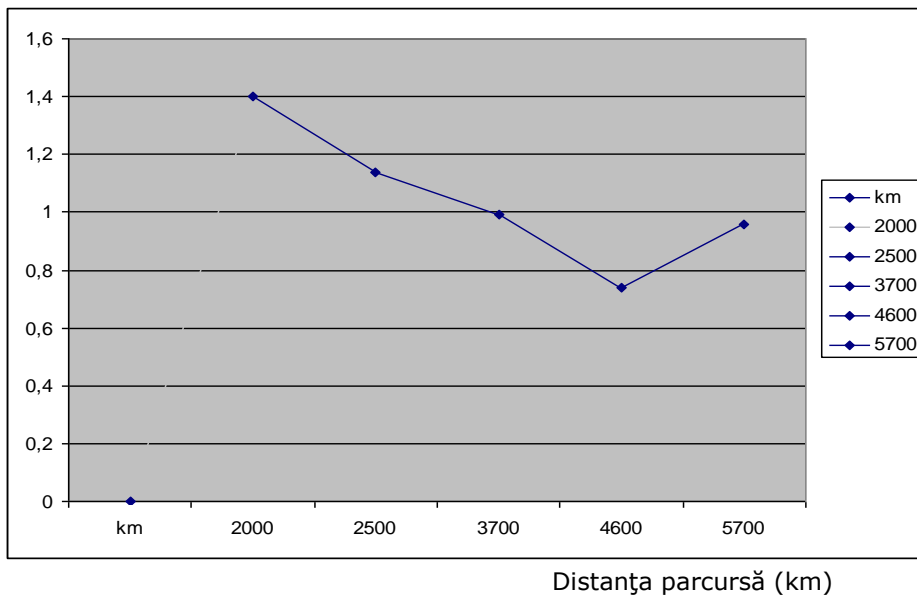
 $K_M (m^{-1})$


Fig 7.4.

Din figurile 7.3. și 7.4. reiese că în primii 2000 de km de traseu greu avem un maxim în ceea ce privește atât PT cât și K_M după care urmează un trend descrescător pentru că la final la 5700 de km să avem din nou o tendință de urcare.

7.3.Cazul autocamionului Raba:

Dupa efectuarea a 1000 km de traseu greu proba cu opacimetrul arata $K_M = 1,55(\text{m}^{-1}) \Rightarrow \text{HSU} = 0,485(\%) \Rightarrow \text{PT} = 0,28 (\text{g}/\text{m}^3)$.

Dupa efectuarea a 1200 km de traseu usor proba cu opacimetrul arata $K_M = 1,57(\text{m}^{-1}) \Rightarrow \text{HSU} = 0,489(\%) \Rightarrow \text{PT} = 0,30(\text{g}/\text{m}^3)$.

Dupa efectuarea a 500 km de traseu greu proba cu opacimetrul arata $K_M = 1,72(\text{m}^{-1}) \Rightarrow \text{HSU} = 0,521(\%) \Rightarrow \text{PT} = 0,32(\text{g}/\text{m}^3)$.

Dupa efectuarea a 1000 km de traseu usor proba cu opacimetrul arata $K_M = 1,96(\text{m}^{-1}) \Rightarrow \text{HSU} = 0,568(\%) \Rightarrow \text{PT} = 0,36(\text{g}/\text{m}^3)$.

Dupa efectuarea a 1100 km de traseu greu proba cu opacimetrul arata $K_M = 2,06(\text{m}^{-1}) \Rightarrow \text{HSU} = 0,586(\%) \Rightarrow \text{PT} = 0,39(\text{g}/\text{m}^3)$.

Se centralizeaza rezultatele obtinute in tabelul (7.3)

Tabelul 7.3.

Nr crt	Distanța parcursă (km)	K_M (m^{-1})	HSU (%)	PT (g/m^3)
1	1000	1,55	0,485	0,28
2	1200	1,57	0,489	0,30
3	500	1,72	0,521	0,32
4	1000	1,96	0,568	0,36
5	1100	2,06	0,586	0,39

În figura 7.5. si 7.6. este reprezentată evoluția PT si K_M in funcție de distanța parcursă de autocamion.

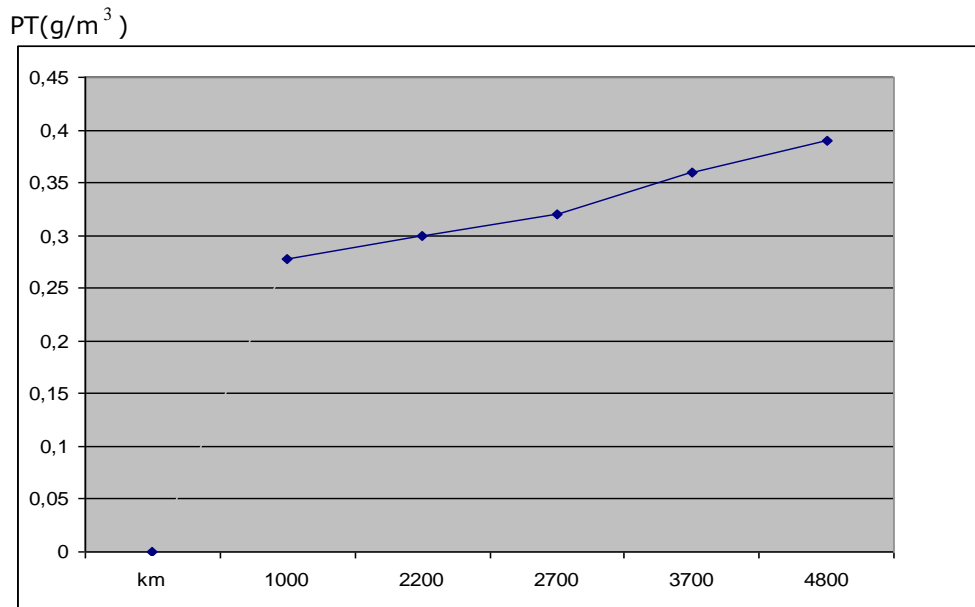


Fig 7.5. Distanța parcursă (km)

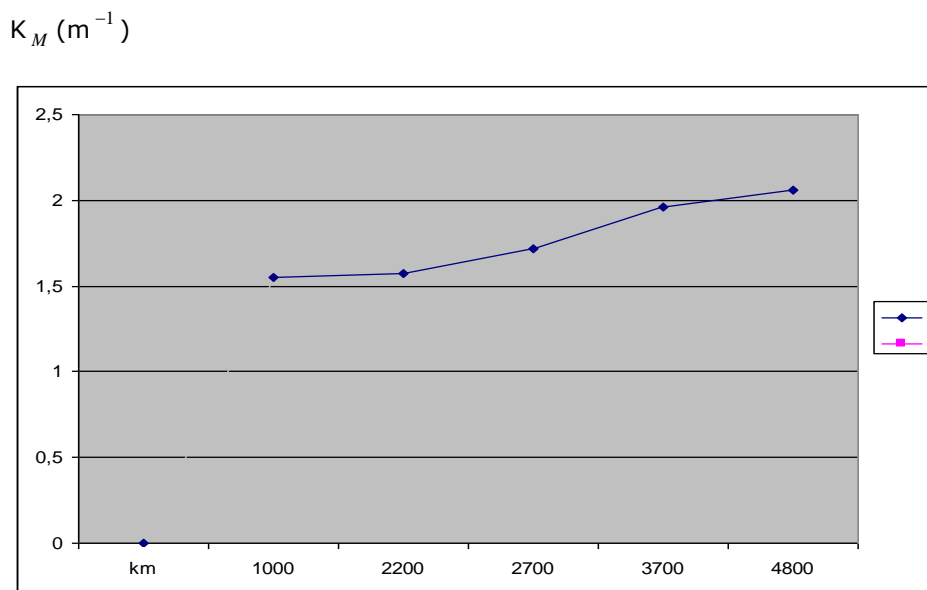


Fig 7.6. Distanța parcursă (km)

Din figurile 7.5. și 7.6. rezultă ca atât PT cât și K_M au o evoluție crescătoare indiferent de traseul urmat .

Concluzie:

Se observă ca atât autobuzul Mercedes cât și autobuzul Rocar au o sensibilitate în ceea ce privește gradul de poluare în funcție de traficul urban însă ambele autobuze îndeplinesc condițiile de poluare impuse de legislația în vigoare.

La autobuzul Mercedes se poate observa diferențe de la un parcurs la altul dar nu sunt fluctuații mari de valori ale PT și K_M asta și datorită gestiunii electronice a injectiei, a EGR-lui și a filtrelor de particule.

8. Concluzii. Contribuții personale.

8.1. Concluzii

Lucrarea inventariază importanța problemei poluării cu mijloace de transport în comun cu motoare diesel de puteri mijlocii mari în aglomerările urbane. Se aminteste și soluția de ultimă oră practică în Timișoara și sunt date informații în legătură cu tipul de tracțiune utilizate cum este de exemplu cazul Troilebuzelor Skoda care sunt echipate și cu motoare cu ardere internă de tip Iveco pe lângă alimentarea electrică de la rețeaua urbană, tracțiunea mixtă fiind folosită în caz de avarii. Se dau și informații pertinente în legătura cu combustibilii neconvenționali care vor ajunge rapid pe piața combustibililor alternativi.

Sunt aduse la zi informații privind stadiul actual al cercetărilor privind geneza și controlul noxelor la vehicule urbane grele. Sunt trecuți în revistă poluanții produși de motoarele cu ardere internă (m.a.i) utilizate în transporturile rutiere, se fac referiri la emisiile nelegiferate subliniindu-se că în general motoarele cu aprindere prin comprimare (m.a.c) emit mai puține hidrocarburi ușoare decât m.a.s. cu catalizator cu câteva excepții notabile: etilena, propilena și elbutena care sunt cunoscute ca având un rol important în formarea ozonului la sol. Se redau avantajele m.a.c. față de m.a.s. și se prezintă geneza fumului care interesează în mod deosebit.

Deasemenea se trec în revistă, efectele regimului funcțional ale caracteristicii injecției ale particularităților constructive ale motorului, caracteristicile combustibilului, starea tehnică a motorului și se insistă asupra problematicei specifice ale autobuzelor care constituie de fapt obiectul fundamental al lucrării. Studiile privind potențialul de reducere al noxelor poluante sunt prezentate și în legătură cu rezultatele obținute de specialiștii Suedezi, de Institutul Francez din domeniul petrolului de firma Chevron și cercetările efectuate în România respectiv de firmele B.M.W. și Shell prezentându-se și unele relații empirice de evaluare a noxelor.

Motorul diesel cu gestiune electronică este de mare interes astăzi motiv pentru care sunt prezentate informații în legătura cu această problemă.

În legătură cu metodele pasive de reducere a emisiilor la m.a.c. utilizate în transporturi sunt trecute în revistă în principal date care vizează filtrele de particule cu tipurile lor constructive, procedee de regenerare a filtrelor cu regenerarea catalitică și inclusiv cu regenerarea aerodinamică.

Se inventariază particularitățile transportului rutier greu și a noxelor trimise în atmosferă în țările Europene. Sunt analizate strategii și norme europene de reglementare, strategiile legate de combustibilii neconvenționali cum sunt biomasa și biocombustibilul introdus recent și pe piața de carburanți din România, se analizează transportul de pasageri în condiții rutiere și în juxtapunere transportul aerian internațional de pasageri și transportul maritim care folosește și el în mare parte motoare cu ardere internă și sunt prezentate date în legătură cu transportul feroviar.

O atenție deosebită se acorda contribuției respectiv genezei CO₂ în transporturi, o problemă de foarte mare actualitate date fiind, schimbările climatice care se înregistrează astăzi.

Deși există tendința severă că și în cazul motorinei să se interzică existența sulfului în aceasta, care produce oxizi de sulf se acorda atenția cuvenită și a conținutului acestora și normelor impuse de Eurostat. Cu caracter de originalitate sunt determinați factorii de emisie ceea ce constituie o problemă de interes pentru organizarea traficului, sunt date relații privind calculul cheltuielilor marginale ale zgomotului, trecându-se în revistă rezultatele obținute pe plan internațional în domeniu.

Sunt prezentate metodele și mijloacele pentru stabilirea evoluției în timp a performanțelor de poluare ale m.a.i. ce echipează vehicule urbane grele. Sunt expuse ciclurile de măsurare a emisiilor poluante, s-a dezvoltat o metodă de alcatuire a ciclurilor de încercare în care sunt construite 5 cicluri reprezentative de măsurare a emisiilor poluante, funcție de destinația autovehiculului prezentând totodată tehnici și avantaje ale metodei filtrării ale aplicării metodei repartitiei proporționale, ciclul pentru parcursul urban și pentru parcursul pe autostradă respectiv pentru drumuri de munte, drumuri modernizate și apoi dezvoltându-se problematica cazului autobuzului urban cu emisiile sale poluante în regimuri tranzitorii cu expunerea standului de probe a frânelor care se utilizează a aparaturii de măsură, cu tehnici de măsurare a particulelor și cu câteva date privind echivalența fum-particule în corelație cu unitățile de fum Bosch folosindu-se metoda Mira respectiv corelația de fum Hartrige.

Sunt interpretate curbele de echivalență și se fac încercări și măsurători cu ajutorul dispozitivului Super Tech de care s-a dispus. Dispozitivul Super Tech este analizat ca și construcție, ca principiu de funcționare și sunt redată rezultate ale evoluției consumului de combustibil și a noxelor în funcție de kilometri parcursi.

Deasemenea o contribuție originală este tratamentul de combustibil MPG-Cap ceea ce constituie prima încercare de acest fel în literatura tehnică de specialitate autohtonă.

Se concluzionează pertinent asupra rezultatelor obținute de autor și de cercetători străini cum sunt cei din Ucraina și Australia.

Se expun cercetările experimentale privind evoluția noxelor produse de către autovehicule urbane grele în timp și în raport cu reglajele efectuate, a condițiilor de exploatare și a combustibililor și lubrefianților folosiți.

Se cercetează respectiv se dau informații despre combustibilii de origine petrolieră și combustibilii neconvenționali utilizați în motoarele diesel cu prezentarea rezervelor de combustibili fosili a celor sigure și a celor suplimentare a stocurilor de combustibil, a influenței combustibilului și a randamentului asupra emisiilor de CO₂ pentru un motor diesel.

Emisia globală de CO₂ în funcție de tipul de combustibil și de conținutul de carbon al acestuia este deasemenea studiată și se fac comparații cu celulele de combustie cu utilizarea și efectele folosirii motorinelor sintetice obținute prin procedeul Fischer-Tropsch .

Sunt comparate rezultatele utilizării combustibililor alternativi, inclusiv a metanolului pentru diferite tipuri de motoare, căi de reducere a emisiilor de CO₂ așadar avem un parcurs de la sursele primare de energie la utilizator în cazul m.a.i., a motorului electric sau a sistemului hibrid de tracțiune.

Având în vedere importanța camerei de ardere se prezintă camere performante și se dau câteva date în legătură cu acestea. Este semnalizat efectul surplusului de aer și al sarcinii asupra performanțelor privind CO și NO_x emisiile specifice, influențele injecției ale turajiei, ale temperaturii apei de răcire, efectele camerei de ardere și ale umplerii.

Sunt evaluate performanțele energetice și de poluare la m.a.c. de tracțiune urbană grea.

Deasemenea sunt interpretate datele de calcul in juxtapunere cu date experimentale pentru evoluția emisiilor de fum in cazul autovehiculelor urbane grele echipate cu motoare diesel.

8.2. Contributii personale.

1. Lucrarea se constituie ca o trecere reușită în revistă a problematicii legate de poluarea realizată de transportul urban greu, in speță de autobuze, fiind prima lucrare in literatura de specialitate românească, din aceasta categorie.

2. Pornind și fructificând date din literatura de specialitate, incepând cu informații din literatura de specialitate americană, suedeză, germană, ungară a Comunității Europene pâna la cele australiene se reușește o sistematizare originală a tuturor acestor informații.

3. Se prezintă aparatura de măsuri a noxelor pentru motoarele diesel de ultimă oră din literatura de specialitate și aparatura de masură pe care a avut-o la dispoziție autorul lucrării.

4. O contribuție originală importantă constituie aplicația pentru prima dată a sistemului Supe-tech, care este un dispozitiv de imersie pentru reducerea emisiilor poluante și pentru economia energetică a vehiculelor ce utilizează HC, inregistrat cu titlul de " Brevet de Invenție Industrială " nr. RM98A000501 cu extensie nr. PCT/IT99/00237 fiind produs in Canada la nivel industrial.

5. S-au efectuat studii de detalii originale și in premieră pentru tratamente de combustibil MPG-Cap (pastile) care sunt alcatuite din compusi 100% organic destinate motoarelor cu ardere internă.

Aceste tratamente creează un inveliș catalectic de grosime nanometrică pe pereții camerei de ardere, pe supape, pe capul pistonului și pe bujii, curate calamine și asigură o economie reală de combustibil cu reducerea semnificativă a noxelor.

6. S-a urmărit evoluția dupa kilometrii parcurși a factorului cinetic Km pentru procedeul de măsurare a fumului in sistem Hartrige efectuate de către autor pentru motorul Raba și s-a efectuat masuratori pentru autobuzele Rocar și Mercedes.

7. S-au interpretat rezultate de stand preluate după [21] care au fost judicios interpretate, motorul funcționând pe caracteristica externă de turație.

8. Pentru motorul Mercedes s-au facut aprecieri pertinente, pentru funcționarea acestuia in regim de tracțiune pe caracteristica de viteză.

9. Cu datele obținute la stand s-a calculat cu procedeul Mira emisia de fum (particule) in unități gramifice [g/m³], care s-au prezentat intuitiv in tabele si grafice.

10. Foarte important pentru controlul poluării in marile aglomerații urbane este stabilirea faptului că autobuzele Raba si Rocar depășesc astăzi nivelele statuate prin norme, numai autobuzele Mercedes incadrându-se in acestea.

Bibliografie

- =====
1. Abaitancei ,D s.a – "Motoare pentru automobile si tractoare "
Editura Tehnica Bucuresti 1978
 2. Abaitancei D, Bobescu Ghe . , " Motoare pentru automobile "
Editura Didactica si Pedagogica Bucuresti 1975
 3. Anton ,R "Modeling techniques for high pressure Diesel injection systems
FISITA Congress , Paris 1998
 4. Alkidas , A, C – " Relationship between Smoke measurements and Particulate
measurement . SAE Paper 840412
 5. Anisits F , Zapf H – " Auswertfahren der Druckverlaufe und elektronische
Berechnung des Verbrenungsverlaufs in Dieselmotoren mit
Untereiltem Brennraume " MTZ , 32/12 1971
 6. Apostolescu , N, Chiriac ,R "Procesul arderii in motorul cu ardere interna "
Editura Tehnica Bucuresti 1998
 7. Apostolescu N , s.a " Bazele cercetarii experimentale a masinilor termice "
Editura Didactica si Pedagogica Bucuresti , 1979
 8. Arama , C , Grunwald B , " Motoare cu ardere interna . Procese si
caracteristici " Editura Tehnica Bucuresti 1966
 9. Baranescu R , "Are Advanced Fuels able to meet Mobile Emission Challenges"
Diesel Technology Option CONAT IX Int. Conf. Brasov 1999.
 10. Bobescu Ghe. s a ." Motoare pentru automobile si tractoare " EdituraTehnica
Chisinau 1996
 11. Bobescu Ghe. s.a. " Tehnici speciale pentru reducerea consumului de
combustibil si limitarea noxelor la autovehicule " Univ.Trans. Brasov
 12. Boulouchos K , s.a. "Optimierung von Arbeits und Brennverfahren fur grosser
Dieselmotoren mit Common rail Einspritzung " MTZ 4,5/ 2000
 13. Bosch " Diesel Engine Management " 2nd Edition SAE Int. 1999
 14. Bosch " Automotive Terminology " 1st Edition 1999
 15. Bosch " Diesel fuel Injection 1st Edition 1994
 - 16.Chmela F.G. u.a. Emissionsverbesserung an Dieselmotoren mit
Direkteinspritzung mittels Einspritzverlaufsformung " MTZ 9/1999
 - 17.Comsa C , Pasculete E " Selective catalytical reduction of Nox in flue gases
to the power station for environmental protection " Int.
Symposium
on Environmental Protection , ECO Bucuresti 1996
 18. Decker R, "Influence of the high pressure injection on the combustion in a
Diesel engine " MTZ 9/90
 19. Dietz M, u.a. " Der neue Common Rail Diesel Motor mit Direkteinspritzung
fur den Smart " MTZ 12/99
 - 20 . Dunn M . " Meeting 21st Century Environmental Challenges by the
Miniaturization of HSDI Diesel Engine Technology " FISITA
Congress Paris1998
 21. Druga F "Contributii privind optimizarea constructiva si nivelul de noxe
pentru motoare diesel de tractiune rutiera.Teza de Doctorat-
U.P.Timisoara 2006.
 22. Eidelmann J.I , " Cauzele care provoaca depunerea cocsului pe suprafata
orificiilor de refulare ale injectoarelor ce echipeaza motoarele " trad .
Biblioteca Mefin Sinaia , dosar 01618

23. Eiglmeir C, u.a. " Neue Ansätze zur phonomenologischen Modellierung das gaseitigen Wandwarmenubergans im Dieselmotor " MTZ 5/2000
24. Grunwald B. "Teoria , calculul si constructia motoarelor pentru autovehiculele rutiere " Ed. Didactica si Pedagogica Bucuresti 1980
25. Hannifin P. "Cleaner fuel needed for cleaner exhaust emissions " High speed Diesel and Drives 9/1996
26. Hermann R. u.a. " Einfluss von Abgasruckfuhrung und Kraftstoff-Wasser Emulsion auf Verbrennungsablauf und Schadstoffbildung in Dieselmotor " MTZ 12/1999
27. Hlousek J. " Common rail fuel injection systems for heigh speed large Diesel engines " FISITA Congress Paris 1998
28. Huber E. "Lucrari experimentale si teoretice pentru calculul echipamentului de injectie al motoarelor Diesel " trad. Bibl.Tehnica Mefin Sinaia
29. Iwamoto M , Mizuno N, " Nox emission control in oxigen rich exhaust trough selective catalytic reduction by hydrocarbon . " Proc. Instn. Mech. Engrs. Vol. 27/93
30. Kammerdiener T, u.a. " Ein Common Rail Konzept mit druckmodulierter Einspritzung" MTZ 4/2000
31. Kimura S. , " New combustion concept for simultaneus reduction of Nox and particulate emissions from small DIDiesel Engines "FISITA Congress ,Paris 1998
32. Klein H, "Einfluss der Kraftstoffvoreinspritzung auf das betriebsverhalten eines mittelschnellafenden grossdieselmotors " Doktor Dissetation 1992
33. Krieger K, "Diesel -Einspritzungstechnik fur Pkw -Motoren . Uberlicht uber Verfahren und Ergebnisse " MTZ 5/1999
34. Leipertz A ,u.a. "Wandeinflusse auf Gemischbildung und Verbrennung bei kleinvolumiger DI Dieselmotor MTZ 5-6/1999
35. Lilly L, a.a. "Diesel Engine . Refference book " . London , Butterwoths 1990
36. Metz N. u.a. " Grussenverteilung und Charakterisierung der Russpartikel moderner Dieselmotoren MTZ 1/ 2000
37. Meggyes Attila "Hoerogepek Egestermekei Okozta Levegoszennyezes" Muegyetemi Kiado Budapest 1993.
38. Meretei Tamas "A Hazai Kozuti,Vasuti,Legi es Vizi Kozlekedes Orszagos Regionalis es Lokalis Emisszio-Kataszterenek Meghatarozasa a 2004-es Evre Vonatkozoan" Kozlekedesi Intezet Kht Budapest 2006.
39. Meretei Tamas "Alapelvek Kidolgozasa a Kozlekedesi Alagazatok Tevekenysegenek Kornyezetvedelmi Szempontok Alapjan Torteno Ertekelese"Kozlekedesi Intezet Budapest 2004.
40. Meretei Tamas "Biotuzeloanyagok alkalmazasanak elterjesztese a Kozlekedesben" Budapest 2003.
41. Naber D. " Die neue Common Rail Dieselmotoren mit Direkteinspritzung in der modellgepflegten E Klasse " MTZ 8-9/2000
42. Negrea V.D. " Procese in motoare cu ardere interna . Economicitate , combaterea poluarii " volI,II , Editura Politehnica 2003
43. Negrea V.D. " Sandu V. " Combaterea poluarii mediului in transporturile

- rutiere " Editura Tehnica Bucuresti 2000
44. Negrea V.D." Motoare cu ardere interna –Procese . Economicitate. Poluare"
Editura Sedona Timisoara 1997
 45. Prechtl P. u.a. "Wasserstoff –Dieselmotoren mit Direkteinspritzung ,hoher
Leistungsdichte und geringer Absatzemision MTZ 11/12/2000
 46. Radu Ghe. s.a. " Calculul si constructia instalatiilor auxiliare ale
autovehiculelor " Univ. Transilvania Brasov , 1988 .
 47. Reitz,R D , Kong. S C " Spray Combustion Process in Internal Combustion
Engines " Univ. Wisconsin Madison 1996
 48. Schmidt G. "Comparison of Direct Injection Petrol and Diesel Engines with
Regard to Fuel Efficiency FISITA Congress Paris 1998
 49. Takasaki K " Verbrennungseigenschaften von Dumbel –Schwerol MTZ 3/2000
 50. Takasaki K " Visuelle Untersuchung der Verbrennungseigenschaften von
Schwerol in Dieselmotoren , MTZ 1/1999
 51. Turcoi T s.a." Echipamente de injectie pentru motoare cu ardere interna "
Editura Tehnica Bucuresti 1987
 52. Vibe , N, " Brennverlauf und Kreisprozess von Verbrennungsmotoren " VEB
Verlag Technik Berlin 1970
 53. Volloncs F "Stadiul actual al cercetarilor privind geneza si controlul
noxelor la vehicule urbane grele" Referat Teza de Doctorat
 54. Volloncs F "Studiul influentei reglajelor asupra performantelor energetice
si de poluare ale m.a.i. pentru vehicule urbane grele.
Referat Teza de Doctorat
 55. Volloncs F "Metode teoretice si experimentale pentru stabilirea
evolutiei in timp a performantelor de poluare pentru
m.a.i. ce echepeaza vehiculele urbane grele.
Referat Teza de Doctorat
 56. Volloncs F "Evolutia in timp a noxelor pentru motoare diesel de puteri
mijlocii de tractiune urbana " Simpozion"Omul si Mediul"
U.P.Timisoara 2007.
 57. Woschni , " Wasserstoff -Dieselmotor mit Direkteinspritzung hoher
Leitungsdichte und geringer Abgasemisionen MTZ2/2000
 58. Yeh , C, N , Kosaka , H, Kamimoto " Measurement drop size in Unsteady
Dense Spray " Tokyo Institute of Technology Japan
 59. *** Colectia Engine Technology 2001-2004
 60. *** Colectia Diesel Progress 1998-2004
 61. *** Colectia MTZ 1998-2002
 62. *** Contract ROMAN AVL -motor 1240 V8DT Raportul 578/1985
 63. ***Quality of Urban AIR Group-Diesel Vehicle Emissions
and Urban Air Quality, London, 1993.
 64. Pagini web. - [www./renault vi](http://www./renaultvi.com) , [mercedes benz ag](http://mercedesbenz.ag.com) , [caterpillar](http://caterpillar.com) , [iveco](http://iveco.com) , [fiat](http://fiat.com) ,
[cummins](http://cummins.com) , [daf](http://daf.com) , [man](http://man.com) , [mtz](http://mtz.com) , [atz](http://atz.com) , [sae .org](http://sae.org) . [tuneline.at news](http://tuneline.at/news)
 - 65 . Documente ECE ONU R 85 , R24 , R 49 .
 - 66 RAR RA - Norme privind inscrierea in circulatia rutiera a autovehiculelor
RNTR 2-4
 - 67 . Documente ADEME –France – Raport d'etude Predit " Les bus propres en
France –filieres actuelles –nov.1999 "
 68. Documente Eurostat
 69. Documentatie NAVISTAR INTERNATIONAL -TECHNICAL

Anexa1. Probe consum și opacitate RATT.

Nr.crt	Autobaza Nr. inv. auto	Tip motor	Rulaj km echivalent	Opacitate (m^{-1})	Consum motor ($l/100km$)	Opacitate la 200km (m^{-1})	Opacitate la 2000 km (m^{-1})	Opacitate la 5000 km (m^{-1})	Opacitate la 15000 km (m^{-1})	Consum la 15000 km (m^{-1})	Diferenta consum (%)
1.	ROC U312	Raba D10UT(s)	383,200	2,19	22,78	1,54	1,21	1,39	1,07	21,73	4,61
2.	ROC U312	Raba D10UT(s)	269,630	1,12	22,22	0,92	1,51	0,96	1,18	20,20	9,09
3.	UDM112	Raba D2156HM6U	198,840	1,23	23,33	1,2	1,8	1,21	1,51	20,28	13,07
4.	UDM112	Raba D2156HM6U	336,616	2,25	23,4	1,15	1,61	1,84	2,01	22,98	1,79
5.	IKARUS 260	Raba D2156HM6V	440,000	5,55	27,22	6,48	9,81	3,35	12,84	25,83	5,11
6.	IKARUS 280	Raba D2156HM6V	370,000	0,66	24,3	1,4	1,37	3,32	2,90	21,53	11,40

Anexa2. Rezultatele experimentare dispozitiv SUPER TECH.

Nr.crt	Autobaza Nr.inv.auto	Tip motor	Rulaj km echivalent	Opacitate (m^{-1})	Consum motor ($l/100km$)	Opacitate la ...km (m^{-1})	Opacitate la 30.000 km (m^{-1})	Consum la 30.000 km ($l/100km$)	Diferență consum ($l/100km$)	Diferență consum (%)	OBS.
1.	ROC U312	Raba D10UT(s)	383,200	2,19	22,78	1,74	1,26	21,94	-0,84	3,69	
2.	ROC U312	Raba D10UT(s)	269,630	1,12	22,22	1,41	0,49	21,80	-0,42	1,89	
3.	UDM112	Raba D2156HM6 U	198,840	1,23	23,33	1,63	0,97	20,21	-3,12	13,38	
4.	UDM112	Raba D2156HM6 U	336,616	2,25	23,4	1,50	3,37	24,79	+1,39		
5.	IKARUS 260	Raba D2156HM6 V	440,000	5,55	27,22	10,47					Def.p unte moto are
6.	IKARUS 280	Raba D2156HM6 V	370,000	0,66	24,3	1,98	2,74	22,64	-1,66	6,84	

Anexa nr.4.
CENTRALIZATOR

Al caracteristicilor autoturismelor participante la experimentul tratării combustibilului cu MPG-Cap™ și MPG-BOOST™ în perioada 23 Martie – 04 Mai 2007

Nr. Crt.	Producătorul motorului	Anul fabricației	Capacitate cilindrică l	Kilometraj total km	Media consumului înainte experiment /100 km	Emisia de CO de înaintea experiment	Caracteristicile pe parcursul experimentului					Obs.
							de combustibil folosită l	de parcursă km	Media consumului după experiment /100 km	Economia reală, %	Emisia de CO	
1.	Opel Astra	2005	1.4	39800	8.5	0.5	234	3120	7.5	12	0,2	-
2.	Honda Accord	1997	2.0	235140	11.0	-	292,03	3432	8.5	23	-	-
3.	Mercedes E220	1999	2.2	199315	8.6	-	365	4500	8.1	6	-	-

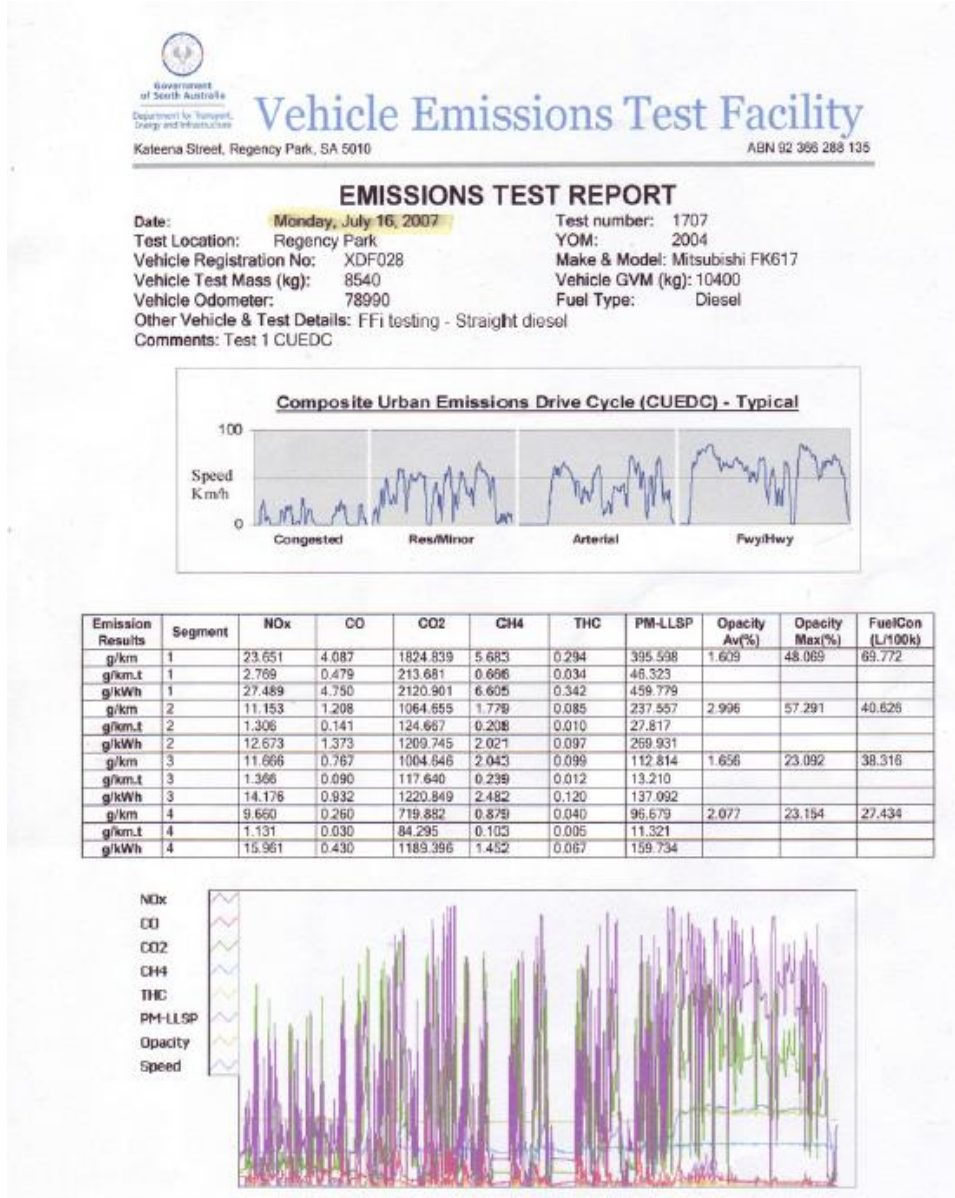
Raport întocmit pe baza testelor realizate de al 10-lea Centru de Cercetări Chimice al Ministerului Apărării din Ucraina asupra utilizării tratamentelor de combustibil MPG-Cap™ și MPG-BOOST™, 04 Mai 2007

Rezultatele testării benzinelor uzuale, a motorinei JI-0,2-62 și a influenței tratamentului asupra caracteristicilor de antidetonaj și a cifrei cetanice

M		Tratamentul benzine și isooctane și n-heptane			MPG-Cap TM pentru				Rezultatele obținute asupra mostrelor			
		0.5 g/40 l sau 0.0125 g/l	1.0 g/40 l sau 0.025 g/l	1.5 g/40 l sau 0.0375 g/l	Cifra octanică a mostrelor tratament	Cifra octanică a mostrelor fără tratament	Cifra octanică a mostrelor tratament	Creșterea a cifrei octanice	Obs.			
1.	Isooctane și n-heptane 70 0,1-30,0 %	-	-	-	70.0	-	-	-				
2.	Isooctane și n-heptane 70	0.0125	-	-	70.0	74.7	+4.7					
3.	Isooctane și n-heptane 70	-	0.025	-	70.0	75.1	+5.1					
4.	Isooctane și n-heptane 70	-	-	0.0375	70.0	76.0	+6.0					
5.	A-80 Hn3 Lukoil	-	-	-	77.0	-	-					
6.	A-80 Hn3 Lukoil	0.0125	-	-	77.0	78.6	+1.6					
7.	A-92 Hn3 Lukoil	-	-	-	82.6	-	-					
8.	A-92 Hn3 Lukoil	0.0125	-	-	82.6	83.8	+1.2					
9.	A-95 Hn3 Lukoil	-	-	-	85.0	-	-					

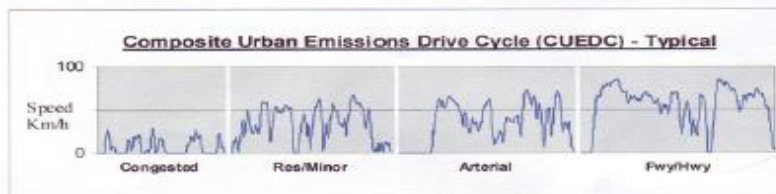
10.	A-95 Hn3 Lukoil	0.0125	-	-	85.0	86.2	+1.2	
Rezultatele testării motorinei JI-0,2-62 și a influenței tratamentului asupra îmbunătățirii cifrei cetanice Testare realizată conform standardului 3122-67								
M	Denumirea mostrelor	Tratamentul motorina MPG-BOOST™	Results of sample tests					
o		0.295 ml/l	Cifra cetanică tratament	Cifra cetanică fără tratament	Cifra cetanică cu tratament	Creșterea cifrei	Obs	
11	JI-0,2-62 Hn3 Lukoil	-	48	-	-			
12	JI-0,2-62 Hn3 Lukoil	0,295	48	50	+2			
REF								

Raport întocmit pe baza testelor realizate de al 10-lea Centru de Cercetări Chimice al Ministerului Apărării din Ucraina asupra utilizării tratamentelor de combustibil MPG-Cap™ și MPG-BOOST™, 04 Mai 2007. Testul s-a efectuat pe 12 (douăsprezece) mostre. Prepararea amestecurilor și testele au fost efectuate de cercetătorul principal P.I. Zvyagin de la al 10-lea Centru de Cercetări Chimice al Ministerului Apărării din Ucraina. Anexa 3

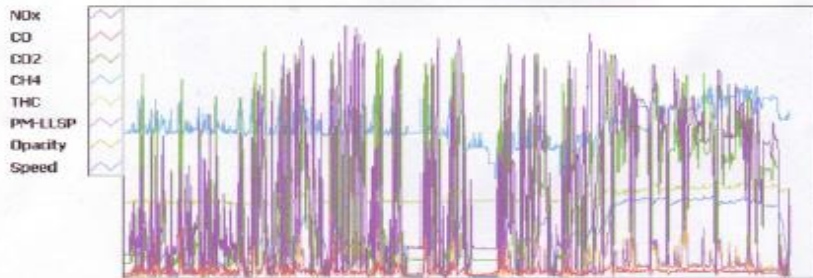


EMISSIONS TEST REPORT

Date: Friday, August 17, 2007 **Test number:** 1956
Test Location: Regency Park **YOM:** 2004
Vehicle Registration No: XDF028 **Make & Model:** Mitsubishi FK617
Vehicle Test Mass (kg): 8540 **Vehicle GVM (kg):** 10400
Vehicle Odometer: 81484 **Fuel Type:** Diesel
Other Vehicle & Test Details: FFi testing - Straight diesel + FFi Additive
Comments: 2nd CUEDC



Emission Results	Segment	NOx	CO	CO2	CH4	THC	PM-LLSP	Opacity Av(%)	Opacity Max(%)	FuelCon (L/100k)
g/km	1	15.95	2.168	1511	2.120	0.282	84.63	1.068	18.60	57.72
g/km.t	1	1.868	0.254	177.0	0.248	0.033	9.910			
g/kWh	1	18.72	2.545	1774	2.489	0.331	96.35			
g/km	2	10.49	0.509	1012	0.700	0.062	65.75	2.140	15.38	38.59
g/km.t	2	1.228	0.060	118.5	0.082	0.011	7.899			
g/kWh	2	11.09	0.538	1071	0.741	0.097	69.53			
g/km	3	10.20	0.534	984.1	0.743	0.110	54.47	1.602	15.12	37.90
g/km.t	3	1.194	0.062	116.4	0.087	0.013	6.378			
g/kWh	3	11.97	0.626	1166	0.871	0.128	63.90			
g/km	4	7.178	0.196	667.4	0.337	0.047	25.57	1.698	19.12	25.43
g/km.t	4	0.841	0.023	78.15	0.039	0.005	2.994			
g/kWh	4	12.29	0.336	1143	0.576	0.080	43.79			
g/km	combined	8.716	0.404	826.0	0.556	0.077	40.74			31.49
g/km.t	combined	1.021	0.047	96.72	0.065	0.009	4.771			
g/kWh	combined	12.29	0.570	1165	0.784	0.108	57.45			



Test Officer: Robert House

QA Officer:

A1	aria pistonului (m2)	0.01188
A2	aria chiulasei (m2)	0,03242
AAK	suprafață galerie admisie	0,00250
AMO(-)	coef excesului de aer lambda	1,6 -1,7 /1350 RPM
AMOA	coef excesului de aer lambda	2,1-2,3 /2100RPM
AVKE	suprafață taler admisie	AVKE
AVS	supraf canal evacuare	AVS
AVSCHA	supraf canale chiulasa	AVSCHA
AVU	suprafața canal admisie (pt schimb de caldura)	AVU
BE	consumul specific efectiv	155 G/CPH/1300-1400 RPM
BETAA	unghi supapă evacuare	45
BETAE	unghi supapă admisie	60
BI	consumul specific indicat	BI
C22, CONH, CONL	coef tranfer caldură Woschni	0.0032 3,050 7,27
CM	viteza medie a pistonului	10,50
D	alezaj (m)	0,121
DAK	diametru galerie admisie	0,041
DELFI	durata arderii	43 RAC *
DIA	diametru supapă evacuare	46 MM
DIE	diametru supapă admisie	54 MM
DQW1 ... DQW4	coef schimbului de caldura temp din colectorul de evacuare la diferite distanțe	DQW1 ... DQW4
DSS	distanțe	DSS
DVU	diametru canal admisie	DVU
EPS(-)	raport de comprimare	16,2
ETAI	randamentul indicat	ETAI
ETAISV	randament turbosuflantă	ETAISV
ETAMEC	randament mecanic (se estimează)	ETAMEC
FIAO	unghi DSE	480
FIAS	unghi ISE	750
FIEBA	unghi început ardere (se estimează)	358
FIEO	unghi DSA	699
FIES	unghi ISA	935
FIFB	unghi inceput ardere	362 RAC
FIFBA	unghi inceput injecție sau moment scanteie	358
FIVA	unghi sfârșit ardere rapida	FIVA
FIVE	unghi sfârșit ardere	405 RAC
FNOX	coef C1 din formula NOx Schroder	FNOX
FSW	pași de calcul 1-2 schimb de gaze 3-4 ardere	FSW
GPW	debitul de apă prin racitorul de ulei	GPW
HU	puterea calorică inferioară motorină	41868 KJ/KG

KFIVA	1	KFIVA
KFNA	1	KFNA
LUFT EIN MASSE	masa de aer introdusă în cilindru	
AUS	masa evacuată din cilindru	MASSE AUS
NANDZR	nr cicluri de iterație	NANDZR
NOX	emisia de Nox după Schroder	NOX
NTACT	nr timpi	4
NZIL	nr cilindri motor	6
P	presiune admisie	
PBO	presiunea la iesirea din suflantă	2,22/ 1350 RPM // 2,46 /2000 RPM
PE	contrapresiune evacuare a mediului în care se evacuează	1,05/1350RPM // 1,11/ 2100RPM
PMAX	pres maximă din cilindru	120 BAR
PME	pres medie efectivă	PME
PMI	pres medie indicată	PMI
PMR	pres medie a perderilor	PMR
PO	presiune intrare in cilindru (in galerie)	PO
QBOA	căldura degajată prin ardere	QBOA
QBO =		
QBOA	căldura degajată pe ciclu	QBO = QBOA
QPBUE	caldura schimbată prin camasa cilindru	QPBUE
QPDE	caldura schimbată prin chulasă	QPDE
QPKO	caldura schimbată prin piston	QPKO
RESTGAS	coef gazelor reziduale gama	RESTGAS
S	cursa (m)	0.150
SVH2(-2)	1/2 raport manivelă/bielă	0,136
T	temp abiantă	293 K
TBO	temp la iesirea din suflantă	TBO
TDS	temp din colectorul de evac la dif distanțe	TDS
TGM	temp medie a ciclului motor	TGM
TKLA	temperatura la sfârșit admisie	TKLA
TMAG	temp medie a gazelor evac la supapă	TMAG
TMAX	temp maximă din cilindru	TMAX
TVKE	temp taler admisie	TVKE
TVS	temp din colectorul de evacuare	TVS
TVSCHA	temperaturi canal chiulasa	TVSCHA
TVU	temp la iesirea gazelor din cilindru (se estimează)	TVU
TWA	temp perete galerie evacuare	500
UPS	turația [rot/min]	2100
UPSA	turația [rot/secudă]	UPSA
VA	coeficient din rel Vibe 5,4...6,9	VA
VC	vol camerei de ardere Vc	93 CCM

VH	cilindreea unitară Vs	1,7248
VM	parametrul m din rel Vibe < 6 pt diesel lent	0,62
VM1	param m din rel Vibe de ordinul 2	VM1
VMA	param Vibe	VMA
W	lucrul mecanic	W
ZA	nr supape evacuare	1
ZE	nr supape admisie	1

Anexa 7

OKONSTANTE MOTORDATEN Anexa 8
0 VERLPA= .0
0
EINGABE NZYL NTAKT NANZDR NAUSLP MMAV NSTOSS MLLK KFIVA
 6 4 5 1 1 0 0 0
NBV = 0 NZYLM = 0
0 FSW1 FSW2 FSW3 FSW4 1.000 1.000 .500 .100
0 S(M) D(M) EPS(-) SVH2(-) A1(M2) A2(M2) SB(KW)
 .1500 .1210 16.200 .136 .01188 .03242 5.00
0 C22(-) CONH(-) CONL(-) TW1(K) TW2(K) TW3(K) HU(KJ/KG)
VA(-)
 .0032 3.050 7.270 580.0 540.0 450.00 41868.0 6.91
0 FIES(KW) FIAO(KW) FIEO(KW) FIAS(KW)
 935.00 480.00 699.00 750.00
0 FIFBA(KW) FIEBA(KW) FIVAA(KW) FIVEA(KW) P11A(BAR) T11A(K) VMA(-
) UPSA(1/SEC)
 358.00 358.00 366.00 405.00 1.490 397.00 .20 50.000
0 AM0A(-) QB0A(KJ) V11A(M3) X1BR DELFI1
 2.300 .423 .000286 .00043.000
0 TKLA(K) FDQB
 293.00 .0032
0 DVU(M) AVU(M2) TVU(K) AVS(M2) TVS(K) TDS(K) TK(K)
 .0315 .00074 820.00 .00021 700.00 565.00 380.00
0 ZA(-) BETAA(GRD) DIA(M) ZE(-) BETAE(GRD) DIE(M)
 1. 45.0 .046 1. 60.0 .054
0 AVKE(M2) TVKE(K) AVSCHA(M2) TVSCHA(K)
 .00080 800.00 .00075 790.00
0 AAK(M2) DAK(M) TWA(K)
 .00250 .041 500.00
0
VENTILHUB AUSLASS

 .000000 .000070 .000180 .000290 .000430 .000830 .001580 .002640 .003850
.005080 .006240 .007270 .008120 .008770
.009200 .009420 .009420 .009200 .008770 .008120 .007270 .006240 .005080
.003850 .002640 .001580 .000830 .000430
.000290 .000180 .000070 .000000
0 ZUGEHOERIGE KURBELWINKEL

 460.00 470.00 480.00 490.00 500.00 510.00 520.00 530.00 540.00 550.00
560.00 570.00 580.00 590.00
 600.00 610.00 620.00 630.00 640.00 650.00 660.00 670.00 680.00 690.00
700.00 710.00 720.00 730.00
 740.00 750.00 760.00 770.00
0
DURCHFLUSSBEIWERTE AUSLASS

 1.000000 .966000 1.047000 .907000 .849000 .823000 .771000 .695000 .633000
.575000 .518000
0 ZUGEHOERIGER VENTILHUB

 .000000 .001000 .002000 .003000 .004000 .005000 .006000 .007000 .008000
.009000 .010000
0
VENTILHUB EINLASS

 .000000 .000070 .000180 .000290 .000430 .000830 .001580 .002640 .003850
.005080 .006240 .007270 .008120 .008770

198 Anexe

.009200 .009420 .009420 .009200 .008770 .008120 .007270 .006240 .005080
.003850 .002640 .001580 .000830 .000430
.000290 .000180 .000070 .000000

0 ZUGEHOERIGER KURBELWINKEL

670.00 680.00 690.00 700.00 710.00 720.00 730.00 740.00 750.00 760.00
770.00 780.00 790.00 800.00
810.00 820.00 830.00 840.00 850.00 860.00 870.00 880.00 890.00 900.00
910.00 920.00 930.00 940.00
950.00 960.00 970.00 980.00

0

DURCHFLUSSBEIWERT EINLASS

1.000000 .952000 .976000 .951000 .875000 .775000 .675000 .607000 .539000
.482000 .432000

0 ZUGEHOERIGER VENTILHUB

.000000 .001000 .002000 .003000 .004000 .005000 .006000 .007000 .008000
.009000 .010000

0

EFF. VENTILOEFFNUNGSFLAECHE AUSLASS

.000000 .000007 .000018 .000029 .000044 .000083 .000166 .000266 .000350
.000449 .000513 .000544 .000565 .000577
.000583 .000585 .000585 .000583 .000577 .000565 .000544 .000513 .000449
.000350 .000266 .000166 .000083 .000044
.000029 .000018 .000007 .000000

0 ZUGEHOERIGER KURBELWINKEL

460.00 470.00 480.00 490.00 500.00 510.00 520.00 530.00 540.00 550.00
560.00 570.00 580.00 590.00
600.00 610.00 620.00 630.00 640.00 650.00 660.00 670.00 680.00 690.00
700.00 710.00 720.00 730.00
740.00 750.00 760.00 770.00

0

EFF. VENTILOEFFNUNGSFL. EINL.

.000000 .000006 .000015 .000024 .000036 .000068 .000131 .000220 .000300
.000344 .000366 .000384 .000390 .000393
.000396 .000396 .000396 .000396 .000393 .000390 .000384 .000366 .000344
.000300 .000220 .000131 .000068 .000036
.000024 .000015 .000006 .000000

0 ZUGEH. KURBELWINKEL

670.00 680.00 690.00 700.00 710.00 720.00 730.00 740.00 750.00 760.00
770.00 780.00 790.00 800.00
810.00 820.00 830.00 840.00 850.00 860.00 870.00 880.00 890.00 900.00
910.00 920.00 930.00 940.00
950.00 960.00 970.00 980.00

0

VOM BETRIEBSPUNKT ABHAENGIGE DATEN

0

UPS(1/SEC) P(BAR) T(K)

35.000 1.30 293.0

OAM0(-) QB0(KJ) FIFB(KW) ETAISV(-)

1.60 .423 362.00 1.000

OPE(BAR) PO(BAR) TO(K) PBO (BAR) TBO(K)
 .950 1.000 293.0 1.000

----- E R G E B N I S S E -----

0 HUBVOLUMEN VH = .0017 (M3)
 KOMPRESSIVOLUMEN VC = .0001 (M3)
 MITTL. KOLBENGESCHWINDIGKEIT CM =10.5000 (M/SEC)
 ZYL.VOLUMEN BEI VERD.BEGINN V11= .00172119 (M3)
 0
 ERSTE ZEILE DES HOCHDRUCKTEILS DER 1 DURCHRECHNUNG
 FI P T W QW1 QW2 QW3 QW4 DQB QB ALFA U
 [GRD] [BAR] [K] [KJ] [KJ] [KJ] [KJ] [KJ] [KJ/KG/GRD] [KJ] KW/M**2
 KJ/KG
 215.0 1.300 293.00 .00000 .00000 .00000 .00000 .00000 .000 .00000 .00000
 .000
 0

LETZTE ZEILE DES LADUNGSWECHSELS

0 FI P T W DQW1 DQW2 DQW3 DQW4 QW1 QW2
 QW3 QW4
 (KW) (BAR) (K) (KJ) (KJ/KW) (KJ/KW) (KJ/KW) (KJ/KW) (KJ) (KJ)
 (KJ) (KJ)
 MZYL MEIN MAUS TA QAK PB TB
 (KG) (KG) (KG) (K) (KJ) (BAR) (K)
 935.0 .762 377.0761 1.7760 -.0000415 -.0000912 -.0000685 -.0002012 .14425
 .43214 .29644 .87283
 .001211 .001116 .002680 537.03 .024585 1.000 537.0
 0

ERSTE ZEILE DES HOCHDRUCKTEILS DER 2 DURCHRECHNUNG
 FI P T W QW1 QW2 QW3 QW4 DQB QB ALFA U
 [GRD] [BAR] [K] [KJ] [KJ] [KJ] [KJ] [KJ] [KJ/KG/GRD] [KJ] KW/M**2
 KJ/KG
 215.0 .762 377.08 .00000 .00000 .00000 .00000 .00000 .000 .00000 .35621
 1051.169
 0

LETZTE ZEILE DES LADUNGSWECHSELS

0 FI P T W DQW1 DQW2 DQW3 DQW4 QW1 QW2
 QW3 QW4
 (KW) (BAR) (K) (KJ) (KJ/KW) (KJ/KW) (KJ/KW) (KJ/KW) (KJ) (KJ)
 (KJ) (KJ)
 MZYL MEIN MAUS TA QAK PB TB
 (KG) (KG) (KG) (K) (KJ) (BAR) (K)
 935.0 .760 375.9387 .7358 -.0000417 -.0000918 -.0000696 -.0002032 .08788
 .26321 .13937 .49046
 .001213 .001137 .001184 508.69 .014020 1.000 508.7
 0

ERSTE ZEILE DES HOCHDRUCKTEILS DER 3 DURCHRECHNUNG
 FI P T W QW1 QW2 QW3 QW4 DQB QB ALFA U
 [GRD] [BAR] [K] [KJ] [KJ] [KJ] [KJ] [KJ] [KJ/KG/GRD] [KJ] KW/M**2
 KJ/KG

200 Anexe

215.0 .760 375.94 .00000 .00000 .00000 .00000 .00000 .000 .00000 .18180
 952.598
 0

LETZTE ZEILE DES LADUNGSWECHSELS

0 FI P T W DQW1 DQW2 DQW3 DQW4 QW1 QW2
 QW3 QW4
 (KW) (BAR) (K) (KJ) (KJ/KW) (KJ/KW) (KJ/KW) (KJ/KW) (KJ) (KJ)
 (KJ) (KJ)
 MZYL MEIN MAUS TA QAK PB TB
 (KG) (KG) (KG) (K) (KJ) (BAR) (K)

935.0 .760 376.0101 .7528 -.0000417 -.0000917 -.0000695 -.0002030 .08979
 .26850 .14251 .50080
 .001212 .001137 .001187 510.17 .014353 1.000 510.2
 0

ERSTE ZEILE DES HOCHDRUCKTEILS DER 4 DURCHRECHNUNG

FI P T W QW1 QW2 QW3 QW4 DQB QB ALFA U
 [GRD] [BAR] [K] [KJ] [KJ] [KJ] [KJ] [KJ] [KJ/KG/GRD] [KJ] KW/M**2
 KJ/KG

215.0 .760 376.01 .00000 .00000 .00000 .00000 .00000 .000 .00000 .18287
 964.613
 0

LETZTE ZEILE DES LADUNGSWECHSELS

0 FI P T W DQW1 DQW2 DQW3 DQW4 QW1 QW2
 QW3 QW4
 (KW) (BAR) (K) (KJ) (KJ/KW) (KJ/KW) (KJ/KW) (KJ/KW) (KJ) (KJ)
 (KJ) (KJ)
 MZYL MEIN MAUS TA QAK PB TB
 (KG) (KG) (KG) (K) (KJ) (BAR) (K)

935.0 .760 376.0117 .7528 -.0000417 -.0000917 -.0000695 -.0002030 .08982
 .26857 .14252 .50091
 .001212 .001137 .001187 510.21 .014357 1.000 510.2
 0

HOCHDRUCKTEIL DER 5 DURCHRECHNUNG

FI P T W QW1 QW2 QW3 QW4 DQB QB ALFA U
 [GRD] [BAR] [K] [KJ] [KJ] [KJ] [KJ] [KJ] [KJ/KG/GRD] [KJ] KW/M**2
 KJ/KG

215.0 .760 376.01 .00000 .00000 .00000 .00000 .00000 .000 .00000 .18284
 964.780
 216.0 .766 376.71 -.00052 -.00002 -.00005 -.00003 -.00010 .000 .00000
 .10885 270.969 .73439
 217.0 .770 377.42 -.00105 -.00004 -.00009 -.00007 -.00020 .000 .00000
 .10926 271.493 .73455
 218.0 .775 378.15 -.00161 -.00006 -.00014 -.00010 -.00030 .000 .00000
 .10969 272.032 .73471
 219.0 .780 378.90 -.00218 -.00008 -.00018 -.00013 -.00040 .000 .00000
 .11013 272.585 .73488
 220.0 .785 379.68 -.00277 -.00010 -.00023 -.00016 -.00050 .000 .00000
 .11058 273.153 .73505

221.0	.790	380.47	-.00338	-.00013	-.00027	-.00020	-.00060	.000	.00000
.11105	273.735	.73523							
222.0	.796	381.28	-.00400	-.00015	-.00032	-.00023	-.00069	.000	.00000
.11154	274.334	.73541							
223.0	.802	382.12	-.00465	-.00017	-.00037	-.00026	-.00079	.000	.00000
.11204	274.947	.73559							
224.0	.807	382.97	-.00532	-.00019	-.00041	-.00029	-.00089	.000	.00000
.11256	275.577	.73578							
225.0	.813	383.85	-.00600	-.00021	-.00046	-.00032	-.00099	.000	.00000
.11309	276.222	.73598							
226.0	.820	384.75	-.00671	-.00023	-.00050	-.00035	-.00108	.000	.00000
.11364	276.884	.73618							
227.0	.826	385.67	-.00743	-.00025	-.00055	-.00038	-.00118	.000	.00000
.11421	277.563	.73638							
228.0	.833	386.62	-.00818	-.00027	-.00059	-.00041	-.00127	.000	.00000
.11479	278.258	.73659							
229.0	.839	387.58	-.00895	-.00029	-.00064	-.00044	-.00137	.000	.00000
.11540	278.970	.73681							
230.0	.847	388.57	-.00974	-.00031	-.00068	-.00047	-.00146	.000	.00000
.11602	279.700	.73702							
231.0	.854	389.59	-.01055	-.00033	-.00073	-.00049	-.00155	.000	.00000
.11666	280.448	.73725							
232.0	.861	390.63	-.01139	-.00036	-.00077	-.00052	-.00165	.000	.00000
.11732	281.214	.73748							
233.0	.869	391.69	-.01225	-.00038	-.00082	-.00055	-.00174	.000	.00000
.11800	281.998	.73771							
234.0	.877	392.78	-.01313	-.00040	-.00086	-.00057	-.00183	.000	.00000
.11869	282.801	.73795							
235.0	.886	393.89	-.01403	-.00042	-.00091	-.00060	-.00192	.000	.00000
.11941	283.623	.73820							
236.0	.894	395.03	-.01496	-.00044	-.00095	-.00062	-.00201	.000	.00000
.12016	284.464	.73845							
237.0	.903	396.20	-.01592	-.00046	-.00100	-.00065	-.00211	.000	.00000
.12092	285.326	.73871							
238.0	.912	397.39	-.01690	-.00048	-.00104	-.00067	-.00219	.000	.00000
.12171	286.207	.73897							
239.0	.922	398.61	-.01790	-.00050	-.00109	-.00069	-.00228	.000	.00000
.12252	287.109	.73924							
240.0	.931	399.86	-.01893	-.00052	-.00113	-.00072	-.00237	.000	.00000
.12335	288.032	.73952							
241.0	.942	401.14	-.01999	-.00054	-.00118	-.00074	-.00246	.000	.00000
.12421	288.977	.73980							
242.0	.952	402.44	-.02108	-.00056	-.00122	-.00076	-.00255	.000	.00000
.12509	289.944	.74009							
243.0	.963	403.78	-.02219	-.00059	-.00126	-.00078	-.00263	.000	.00000
.12600	290.932	.74038							
244.0	.974	405.14	-.02333	-.00061	-.00131	-.00080	-.00272	.000	.00000
.12693	291.944	.74068							
245.0	.985	406.54	-.02450	-.00063	-.00135	-.00082	-.00280	.000	.00000
.12789	292.979	.74099							
246.0	.997	407.97	-.02570	-.00065	-.00140	-.00084	-.00289	.000	.00000
.12888	294.037	.74130							
247.0	1.009	409.43	-.02693	-.00067	-.00144	-.00086	-.00297	.000	.00000
.12990	295.120	.74162							
248.0	1.022	410.92	-.02819	-.00069	-.00148	-.00088	-.00305	.000	.00000
.13095	296.228	.74195							
249.0	1.035	412.45	-.02948	-.00071	-.00153	-.00089	-.00313	.000	.00000
.13203	297.361	.74229							

202 Anexe

250.0	1.049	414.01	-.03081	-.00073	-.00157	-.00091	-.00321	.000	.00000
.13314	298.519	.74263							
251.0	1.063	415.61	-.03216	-.00075	-.00161	-.00093	-.00329	.000	.00000
.13428	299.704	.74298							
252.0	1.077	417.24	-.03355	-.00077	-.00166	-.00094	-.00337	.000	.00000
.13546	300.916	.74333							
253.0	1.092	418.90	-.03498	-.00079	-.00170	-.00095	-.00345	.000	.00000
.13667	302.155	.74370							
254.0	1.108	420.61	-.03644	-.00082	-.00174	-.00097	-.00352	.000	.00000
.13792	303.423	.74407							
255.0	1.123	422.35	-.03794	-.00084	-.00178	-.00098	-.00360	.000	.00000
.13920	304.719	.74445							
256.0	1.140	424.13	-.03947	-.00086	-.00183	-.00099	-.00367	.000	.00000
.14053	306.045	.74484							
257.0	1.157	425.95	-.04104	-.00088	-.00187	-.00100	-.00375	.000	.00000
.14189	307.400	.74524							
258.0	1.175	427.81	-.04265	-.00090	-.00191	-.00101	-.00382	.000	.00000
.14329	308.787	.74564							
259.0	1.193	429.71	-.04430	-.00092	-.00195	-.00102	-.00389	.000	.00000
.14473	310.205	.74606							
260.0	1.212	431.65	-.04598	-.00094	-.00199	-.00103	-.00396	.000	.00000
.14622	311.655	.74648							
261.0	1.232	433.64	-.04771	-.00096	-.00203	-.00104	-.00403	.000	.00000
.14775	313.138	.74691							
262.0	1.252	435.67	-.04948	-.00098	-.00207	-.00104	-.00410	.000	.00000
.14933	314.654	.74735							
263.0	1.273	437.74	-.05130	-.00100	-.00211	-.00105	-.00416	.000	.00000
.15096	316.205	.74780							
264.0	1.295	439.86	-.05316	-.00102	-.00215	-.00105	-.00423	.000	.00000
.15263	317.792	.74826							
265.0	1.318	442.03	-.05506	-.00104	-.00219	-.00106	-.00429	.000	.00000
.15436	319.414	.74873							
266.0	1.341	444.25	-.05701	-.00106	-.00223	-.00106	-.00435	.000	.00000
.15613	321.074	.74921							
267.0	1.365	446.51	-.05901	-.00108	-.00227	-.00106	-.00441	.000	.00000
.15797	322.771	.74970							
268.0	1.390	448.83	-.06106	-.00110	-.00231	-.00106	-.00447	.000	.00000
.15986	324.507	.75021							
269.0	1.417	451.19	-.06315	-.00112	-.00234	-.00106	-.00453	.000	.00000
.16181	326.283	.75072							
270.0	1.444	453.61	-.06530	-.00114	-.00238	-.00106	-.00458	.000	.00000
.16382	328.100	.75124							
271.0	1.472	456.09	-.06750	-.00116	-.00242	-.00106	-.00464	.000	.00000
.16589	329.958	.75177							
272.0	1.501	458.61	-.06975	-.00118	-.00245	-.00106	-.00469	.000	.00000
.16803	331.860	.75232							
273.0	1.532	461.20	-.07206	-.00120	-.00249	-.00105	-.00474	.000	.00000
.17023	333.805	.75287							
274.0	1.563	463.84	-.07442	-.00122	-.00252	-.00105	-.00479	.000	.00000
.17251	335.795	.75344							
275.0	1.596	466.54	-.07685	-.00124	-.00255	-.00104	-.00483	.000	.00000
.17486	337.831	.75402							
276.0	1.630	469.30	-.07933	-.00125	-.00259	-.00104	-.00487	.000	.00000
.17729	339.914	.75461							
277.0	1.665	472.13	-.08187	-.00127	-.00262	-.00103	-.00492	.000	.00000
.17979	342.046	.75522							
278.0	1.702	475.01	-.08448	-.00129	-.00265	-.00102	-.00496	.000	.00000
.18238	344.227	.75583							

279.0	1.741	477.97	-.08715	-.00131	-.00268	-.00101	-.00499	.000	.00000
.18505	346.459	.75647							
280.0	1.780	480.99	-.08988	-.00133	-.00271	-.00099	-.00503	.000	.00000
.18781	348.744	.75711							
281.0	1.822	484.07	-.09268	-.00134	-.00274	-.00098	-.00506	.000	.00000
.19066	351.082	.75777							
282.0	1.865	487.23	-.09556	-.00136	-.00276	-.00097	-.00509	.000	.00000
.19360	353.476	.75844							
283.0	1.910	490.46	-.09850	-.00138	-.00279	-.00095	-.00512	.000	.00000
.19665	355.926	.75913							
284.0	1.957	493.76	-.10152	-.00139	-.00281	-.00093	-.00514	.000	.00000
.19980	358.434	.75983							
285.0	2.006	497.14	-.10461	-.00141	-.00284	-.00092	-.00516	.000	.00000
.20306	361.001	.76054							
286.0	2.058	500.59	-.10778	-.00143	-.00286	-.00090	-.00518	.000	.00000
.20643	363.630	.76127							
287.0	2.111	504.13	-.11103	-.00144	-.00288	-.00088	-.00519	.000	.00000
.20992	366.321	.76202							
288.0	2.167	507.74	-.11436	-.00146	-.00290	-.00085	-.00520	.000	.00000
.21353	369.077	.76278							
289.0	2.225	511.44	-.11777	-.00147	-.00291	-.00083	-.00521	.000	.00000
.21726	371.899	.76356							
290.0	2.286	515.22	-.12127	-.00148	-.00293	-.00080	-.00522	.000	.00000
.22113	374.790	.76436							
291.0	2.349	519.09	-.12486	-.00150	-.00294	-.00078	-.00522	.000	.00000
.22514	377.750	.76517							
292.0	2.415	523.05	-.12854	-.00151	-.00295	-.00075	-.00521	.000	.00000
.22929	380.782	.76600							
293.0	2.485	527.11	-.13231	-.00152	-.00296	-.00072	-.00520	.000	.00000
.23359	383.888	.76685							
294.0	2.558	531.25	-.13618	-.00153	-.00297	-.00069	-.00519	.000	.00000
.23805	387.069	.76772							
295.0	2.634	535.49	-.14015	-.00154	-.00297	-.00066	-.00518	.000	.00000
.24267	390.328	.76860							
296.0	2.713	539.84	-.14422	-.00155	-.00297	-.00063	-.00515	.000	.00000
.24747	393.668	.76951							
297.0	2.797	544.28	-.14840	-.00156	-.00297	-.00059	-.00513	.000	.00000
.25244	397.089	.77043							
298.0	2.884	548.83	-.15268	-.00157	-.00297	-.00056	-.00509	.000	.00000
.25761	400.595	.77138							
299.0	2.976	553.48	-.15707	-.00158	-.00296	-.00052	-.00506	.000	.00000
.26297	404.188	.77234							
300.0	3.073	558.25	-.16158	-.00158	-.00295	-.00048	-.00501	.000	.00000
.26853	407.870	.77332							
301.0	3.174	563.12	-.16620	-.00159	-.00293	-.00044	-.00496	.000	.00000
.27431	411.644	.77433							
302.0	3.280	568.12	-.17095	-.00159	-.00292	-.00040	-.00491	.000	.00000
.28032	415.512	.77536							
303.0	3.392	573.23	-.17582	-.00159	-.00289	-.00035	-.00484	.000	.00000
.28656	419.476	.77641							
304.0	3.509	578.46	-.18082	-.00160	-.00287	-.00031	-.00477	.000	.00000
.29304	423.540	.77748							
305.0	3.632	583.81	-.18595	-.00159	-.00284	-.00026	-.00469	.000	.00000
.29979	427.705	.77857							
306.0	3.762	589.29	-.19121	-.00159	-.00280	-.00022	-.00461	.000	.00000
.30681	431.976	.77969							
307.0	3.899	594.90	-.19661	-.00159	-.00276	-.00017	-.00451	.000	.00000
.31411	436.353	.78083							

204 Anexe

308.0	4.042	600.65	-.20215	-.00158	-.00271	-.00012	-.00441	.000	.00000
.32170	440.841	.78200							
309.0	4.194	606.52	-.20785	-.00158	-.00266	-.00006	-.00430	.000	.00000
.32961	445.442	.78319							
310.0	4.354	612.54	-.21369	-.00157	-.00260	-.00001	-.00417	.000	.00000
.33785	450.159	.78440							
311.0	4.522	618.70	-.21968	-.00156	-.00253	.00005	-.00404	.000	.00000
.34643	454.994	.78564							
312.0	4.700	625.01	-.22584	-.00154	-.00246	.00010	-.00390	.000	.00000
.35536	459.951	.78691							
313.0	4.888	631.46	-.23215	-.00153	-.00238	.00016	-.00374	.000	.00000
.36468	465.033	.78820							
314.0	5.086	638.06	-.23863	-.00151	-.00229	.00022	-.00357	.000	.00000
.37438	470.241	.78952							
315.0	5.295	644.82	-.24529	-.00148	-.00219	.00028	-.00339	.000	.00000
.38450	475.579	.79087							
316.0	5.516	651.73	-.25212	-.00146	-.00208	.00034	-.00320	.000	.00000
.39506	481.050	.79224							
317.0	5.750	658.80	-.25912	-.00143	-.00196	.00041	-.00299	.000	.00000
.40606	486.656	.79364							
318.0	5.997	666.03	-.26631	-.00140	-.00183	.00047	-.00276	.000	.00000
.41754	492.399	.79506							
319.0	6.258	673.42	-.27369	-.00136	-.00169	.00054	-.00252	.000	.00000
.42952	498.282	.79652							
320.0	6.535	680.98	-.28125	-.00132	-.00153	.00060	-.00226	.000	.00000
.44202	504.307	.79800							
321.0	6.828	688.70	-.28901	-.00128	-.00137	.00067	-.00198	.000	.00000
.45505	510.476	.79951							
322.0	7.137	696.59	-.29696	-.00123	-.00119	.00074	-.00168	.000	.00000
.46866	516.789	.80104							
323.0	7.465	704.64	-.30511	-.00118	-.00099	.00081	-.00136	.000	.00000
.48285	523.248	.80260							
324.0	7.812	712.87	-.31347	-.00112	-.00078	.00088	-.00102	.000	.00000
.49766	529.855	.80419							
325.0	8.180	721.26	-.32202	-.00105	-.00055	.00095	-.00065	.000	.00000
.51310	536.608	.80581							
326.0	8.569	729.81	-.33077	-.00098	-.00030	.00102	-.00026	.000	.00000
.52921	543.507	.80745							
327.0	8.980	738.52	-.33973	-.00090	-.00003	.00109	.00016	.000	.00000
.54601	550.551	.80911							
328.0	9.416	747.40	-.34889	-.00082	.00026	.00116	.00061	.000	.00000
.56351	557.738	.81080							
329.0	9.876	756.42	-.35825	-.00072	.00057	.00124	.00109	.000	.00000
.58175	565.065	.81251							
330.0	10.363	765.60	-.36781	-.00062	.00091	.00131	.00159	.000	.00000
.60073	572.527	.81424							
331.0	10.878	774.91	-.37756	-.00051	.00127	.00138	.00214	.000	.00000
.62048	580.120	.81599							
332.0	11.421	784.36	-.38749	-.00039	.00166	.00145	.00272	.000	.00000
.64101	587.836	.81775							
333.0	11.993	793.93	-.39760	-.00027	.00208	.00152	.00333	.000	.00000
.66233	595.667	.81953							
334.0	12.596	803.60	-.40788	-.00013	.00253	.00159	.00399	.000	.00000
.68444	603.603	.82132							
335.0	13.231	813.36	-.41831	.00002	.00301	.00166	.00469	.000	.00000
.70734	611.631	.82312							
336.0	13.897	823.20	-.42889	.00018	.00352	.00173	.00544	.000	.00000
.73103	619.736	.82493							

337.0	14.596	833.09	-.43958	.00036	.00407	.00180	.00623	.000	.00000
.75548	627.903	.82674							
338.0	15.326	843.00	-.45037	.00055	.00466	.00186	.00707	.000	.00000
.78066	636.110	.82854							
339.0	16.088	852.92	-.46123	.00075	.00529	.00192	.00796	.000	.00000
.80653	644.335	.83033							
340.0	16.880	862.80	-.47214	.00096	.00596	.00198	.00891	.000	.00000
.83304	652.553	.83211							
341.0	17.700	872.63	-.48306	.00119	.00667	.00204	.00991	.000	.00000
.86011	660.734	.83387							
342.0	18.547	882.34	-.49395	.00144	.00743	.00210	.01097	.000	.00000
.88766	668.845	.83561							
343.0	19.418	891.91	-.50478	.00170	.00824	.00215	.01209	.000	.00000
.91557	676.850	.83730							
344.0	20.307	901.29	-.51548	.00197	.00909	.00220	.01326	.000	.00000
.94372	684.710	.83896							
345.0	21.210	910.42	-.52603	.00227	.00999	.00224	.01451	.000	.00000
.97194	692.380	.84057							
346.0	22.121	919.26	-.53634	.00258	.01094	.00229	.01581	.000	
.000001.00007	699.814	.84211							
347.0	23.033	927.74	-.54637	.00291	.01195	.00232	.01718	.000	
.000001.02791	706.962	.84359							
348.0	23.938	935.80	-.55606	.00325	.01300	.00236	.01861	.000	
.000001.05523	713.770	.84499							
349.0	24.826	943.39	-.56533	.00362	.01409	.00239	.02010	.000	
.000001.08178	720.184	.84630							
350.0	25.686	950.43	-.57411	.00399	.01524	.00242	.02165	.000	
.000001.10731	726.147	.84751							
351.0	26.509	956.86	-.58233	.00439	.01643	.00244	.02326	.000	
.000001.13154	731.602	.84862							
352.0	27.282	962.62	-.58992	.00480	.01767	.00246	.02492	.000	
.000001.15418	736.494	.84960							
353.0	27.993	967.65	-.59682	.00522	.01894	.00247	.02663	.000	
.000001.17494	740.769	.85046							
354.0	28.631	971.89	-.60294	.00566	.02025	.00248	.02839	.000	
.000001.19354	744.374	.85118							
355.0	29.184	975.28	-.60824	.00610	.02159	.00249	.03018	.000	
.000001.20971	747.264	.85176							
356.0	29.641	977.79	-.61266	.00656	.02296	.00250	.03201	.000	
.000001.22319	749.398	.85218							
357.0	29.994	979.37	-.61614	.00702	.02435	.00250	.03386	.000	
.000001.23378	750.744	.85245							
358.0	30.235	979.99	-.61866	.00749	.02575	.00250	.03573	.000	
.000001.24129	751.276	.85256							
359.0	30.359	979.65	-.62018	.00795	.02715	.00250	.03761	.000	
.000001.24559	750.980	.85250							
360.0	30.363	978.32	-.62068	.00842	.02856	.00250	.03949	.000	
.000001.24661	749.850	.85227							
361.0	30.247	976.02	-.62018	.00889	.02996	.00250	.04136	.000	
.000001.24433	747.891	.85188							
361.1	30.228	975.74	-.62007	.00894	.03010	.00250	.04154	.000	
.000001.24392	747.650	.85184							
361.2	30.209	975.45	-.61996	.00898	.03024	.00250	.04173	.000	
.000001.24348	747.401	.85179							
361.3	30.188	975.15	-.61983	.00903	.03038	.00250	.04191	.000	
.000001.24300	747.144	.85173							
361.4	30.167	974.83	-.61969	.00908	.03052	.00250	.04210	.000	
.000001.24250	746.879	.85168							

206 Anexe

361.5	30.144	974.51	-.61955	.00912	.03066	.00250	.04228	.000
.000001.24196		746.605	.85163					
361.6	30.120	974.18	-.61939	.00917	.03080	.00250	.04247	.000
.000001.24138		746.324	.85157					
361.7	30.094	973.84	-.61922	.00921	.03094	.00250	.04265	.000
.000001.24078		746.035	.85151					
361.8	30.068	973.49	-.61905	.00926	.03107	.00250	.04284	.000
.000001.24014		745.737	.85145					
361.9	30.040	973.14	-.61886	.00931	.03121	.00250	.04302	.000
.000001.23948		745.432	.85139					
362.0	30.012	972.77	-.61867	.00935	.03135	.00250	.04321	.000
.000001.23878		745.119	.85133					
362.1	29.982	972.39	-.61846	.00940	.03149	.00250	.04339	.000
.000001.23804		744.798	.85127					
362.2	29.951	972.00	-.61825	.00944	.03163	.00250	.04357	.000
.000001.23728		744.469	.85120					
362.3	29.919	971.61	-.61802	.00949	.03176	.00250	.04376	.000
.000001.23648		744.132	.85113					
362.4	29.885	971.20	-.61779	.00954	.03190	.00250	.04394	.000
.000001.23566		743.788	.85106					
362.5	29.851	970.79	-.61754	.00958	.03204	.00250	.04412	.000
.000001.23480		743.436	.85099					
362.6	29.815	970.37	-.61729	.00963	.03218	.00250	.04431	.000
.000001.23391		743.076	.85092					
362.7	29.779	969.93	-.61702	.00967	.03231	.00250	.04449	.000
.000001.23299		742.708	.85085					
362.8	29.741	969.49	-.61675	.00972	.03245	.00250	.04467	.000
.000001.23204		742.332	.85077					
362.9	29.702	969.04	-.61647	.00976	.03258	.00250	.04485	.000
.000001.23106		741.949	.85070					
363.0	29.663	968.58	-.61618	.00981	.03272	.00250	.04503	.000
.000001.23004		741.559	.85062					
363.1	29.622	968.12	-.61587	.00985	.03286	.00251	.04521	.000
.000001.22900		741.161	.85054					
363.2	29.580	967.64	-.61556	.00990	.03299	.00251	.04539	.000
.000001.22793		740.755	.85046					
363.3	29.537	967.15	-.61524	.00994	.03313	.00251	.04557	.000
.000001.22682		740.342	.85038					
363.4	29.493	966.66	-.61491	.00999	.03326	.00251	.04575	.000
.000001.22569		739.921	.85029					
363.5	29.447	966.16	-.61457	.01003	.03339	.00251	.04593	.000
.000001.22453		739.493	.85021					
363.6	29.401	965.64	-.61422	.01008	.03353	.00251	.04611	.000
.000001.22334		739.058	.85012					
363.7	29.354	965.12	-.61387	.01012	.03366	.00251	.04629	.000
.000001.22212		738.616	.85003					
363.8	29.306	964.59	-.61350	.01016	.03380	.00251	.04647	.000
.000001.22086		738.166	.84994					
363.9	29.257	964.06	-.61312	.01021	.03393	.00251	.04665	.000
.000001.21958		737.709	.84985					
364.0	29.206	963.51	-.61274	.01025	.03406	.00251	.04682	.000
.000001.21828		737.245	.84975					
364.1	29.155	962.95	-.61234	.01030	.03419	.00251	.04700	.000
.000001.21694		736.773	.84966					
364.2	29.103	962.39	-.61194	.01034	.03433	.00251	.04718	.000
.000001.21557		736.295	.84956					
364.3	29.050	961.82	-.61153	.01038	.03446	.00251	.04735	.000
.000001.21418		735.809	.84947					

364.4	28.996	961.24	-.61111	.01043	.03459	.00251	.04753	.000
.000001.21276		735.317	.84937					
364.5	28.941	960.65	-.61068	.01047	.03472	.00251	.04770	.000
.000001.21131		734.817	.84927					
364.6	28.885	960.06	-.61024	.01052	.03485	.00251	.04788	.000
.000001.20984		734.311	.84916					
364.7	28.828	959.45	-.60979	.01056	.03498	.00251	.04805	.000
.000001.20833		733.798	.84906					
364.8	28.770	958.84	-.60933	.01060	.03511	.00251	.04823	.000
.000001.20680		733.278	.84896					
364.9	28.712	958.22	-.60887	.01064	.03524	.00251	.04840	.000
.000001.20525		732.751	.84885					
365.0	28.652	957.59	-.60839	.01069	.03537	.00251	.04857	.000
.000001.20366		732.218	.84874					
365.1	28.591	956.95	-.60791	.01073	.03550	.00251	.04875	.000
.000001.20205		731.678	.84863					
365.2	28.530	956.31	-.60742	.01077	.03563	.00252	.04892	.000
.000001.20042		731.132	.84852					
365.3	28.468	955.66	-.60692	.01082	.03576	.00252	.04909	.000
.000001.19876		730.578	.84841					
365.4	28.405	955.00	-.60642	.01086	.03589	.00252	.04926	.000
.000001.19707		730.019	.84830					
365.5	28.341	954.33	-.60590	.01090	.03601	.00252	.04943	.000
.000001.19536		729.453	.84818					
365.6	28.276	953.66	-.60538	.01094	.03614	.00252	.04960	.000
.000001.19362		728.880	.84807					
365.7	28.211	952.97	-.60484	.01098	.03627	.00252	.04977	.000
.000001.19186		728.302	.84795					
365.8	28.144	952.28	-.60430	.01103	.03640	.00252	.04994	.000
.000001.19007		727.717	.84783					
365.9	28.077	951.59	-.60376	.01107	.03652	.00252	.05011	.000
.000001.18826		727.126	.84771					
366.0	28.009	950.88	-.60320	.01111	.03665	.00252	.05028	.000
.000001.18643		726.529	.84759					
366.1	27.941	950.17	-.60264	.01115	.03677	.00252	.05045	.000
.000001.18457		725.925	.84747					
366.2	27.871	949.45	-.60206	.01119	.03690	.00252	.05061	.000
.000001.18269		725.316	.84734					
366.3	27.801	948.73	-.60149	.01123	.03702	.00252	.05078	.000
.000001.18078		724.700	.84722					
366.4	27.730	947.99	-.60090	.01127	.03715	.00253	.05095	.000
.000001.17886		724.079	.84709					
366.5	27.658	947.25	-.60030	.01132	.03727	.00253	.05111	.000
.000001.17691		723.452	.84697					
366.6	27.586	946.50	-.59970	.01136	.03739	.00253	.05128	.000
.000001.17493		722.819	.84684					
366.7	27.513	945.75	-.59909	.01140	.03751	.00253	.05144	.000
.000001.17294		722.180	.84671					
366.8	27.439	944.99	-.59847	.01144	.03764	.00253	.05160	.000
.000001.17092		721.536	.84658					
366.9	27.365	944.22	-.59785	.01148	.03776	.00253	.05177	.000
.000001.16889		720.886	.84644					
367.0	27.290	943.45	-.59722	.01152	.03788	.00253	.05193	.000
.000001.16683		720.230	.84631					
367.1	27.214	942.66	-.59658	.01156	.03800	.00253	.05209	.000
.000001.16475		719.569	.84618					
367.2	27.138	941.88	-.59593	.01160	.03812	.00254	.05225	.000
.000001.16265		718.902	.84604					

208 Anexe

367.3	27.061	941.08	-.59528	.01164	.03824	.00254	.05241	.000
.000001.16053	718.230	.84590						
367.4	26.983	940.28	-.59462	.01168	.03836	.00254	.05257	.000
.000001.15839	717.553	.84576						
367.5	26.905	939.47	-.59395	.01171	.03848	.00254	.05273	.000
.000001.15623	716.870	.84562						
367.6	26.826	938.66	-.59327	.01175	.03860	.00254	.05289	.000
.000001.15405	716.183	.84548						
367.7	26.747	937.84	-.59259	.01179	.03872	.00254	.05305	.000
.000001.15185	715.490	.84534						
367.8	26.667	937.02	-.59190	.01183	.03883	.00254	.05321	.000
.000001.14963	714.792	.84520						
367.9	26.586	936.18	-.59121	.01187	.03895	.00255	.05337	.000
.000001.14740	714.089	.84506						
368.0	26.505	935.35	-.59051	.01191	.03907	.00255	.05352	.000
.000001.14514	713.380	.84491						
368.1	26.424	934.50	-.58980	.01195	.03918	.00255	.05368	.000
.000001.14287	712.668	.84476						
368.2	26.342	933.65	-.58908	.01199	.03930	.00255	.05384	.000
.000001.14058	711.950	.84462						
368.3	26.259	932.80	-.58836	.01202	.03942	.00255	.05399	.000
.000001.13827	711.227	.84447						
368.4	26.176	931.94	-.58763	.01206	.03953	.00255	.05414	.000
.000001.13595	710.500	.84432						
368.5	26.093	931.07	-.58690	.01210	.03964	.00255	.05430	.000
.000001.13361	709.768	.84417						
368.6	26.009	930.20	-.58616	.01214	.03976	.00256	.05445	.000
.000001.13125	709.031	.84402						
368.7	25.924	929.32	-.58541	.01217	.03987	.00256	.05460	.000
.000001.12887	708.290	.84386						
368.8	25.839	928.43	-.58466	.01221	.03998	.00256	.05476	.000
.000001.12648	707.545	.84371						
368.9	25.754	927.55	-.58390	.01225	.04010	.00256	.05491	.000
.000001.12408	706.795	.84356						
369.0	25.668	926.65	-.58314	.01228	.04021	.00256	.05506	.000
.000001.12166	706.041	.84340						
369.1	25.582	925.75	-.58237	.01232	.04032	.00257	.05521	.000
.000001.11922	705.282	.84324						
369.2	25.496	924.85	-.58159	.01236	.04043	.00257	.05536	.000
.000001.11677	704.519	.84309						
369.3	25.409	923.94	-.58081	.01239	.04054	.00257	.05550	.000
.000001.11431	703.752	.84293						
370.0	25.057	927.04	-.57517	.01265	.04131	.00258	.05654	22.533
.009711.11088	706.699	.84363						
371.0	25.171	955.49	-.56646	.01303	.04246	.00261	.05810	44.571
.050771.13970	731.183	.84964						
372.0	25.749	1003.99	-.55679	.01346	.04378	.00265	.05988	61.648
.115291.19276	773.734	.86031						
373.0	26.605	1066.76	-.54601	.01399	.04533	.00270	.06202	75.121
.198241.25874	829.989	.87413						
374.0	27.598	1139.13	-.53397	.01462	.04720	.00276	.06459	85.449
.295551.32920	896.293	.88998						
375.0	28.616	1217.11	-.52059	.01539	.04944	.00285	.06769	92.905
.403591.39770	969.464	.90694						
376.0	29.576	1297.38	-.50581	.01630	.05208	.00297	.07135	97.734
.519041.45959	1046.672	.92425						
377.0	30.417	1377.25	-.48964	.01736	.05512	.00313	.07562	100.186
.638871.51176	1125.425	.94133						

378.0	31.099	1454.59	-.47209	.01857	.05858	.00333	.08047	100.530
.760381	.55236	1203.574	.95776					
379.0	31.600	1527.79	-.45325	.01992	.06241	.00357	.08590	99.051
.881171	.58061	1279.315	.97323					
380.0	31.911	1595.68	-.43319	.02139	.06659	.00386	.09183	96.041
.999231	.59653	1351.186	.98755					
381.0	32.033	1657.49	-.41202	.02297	.07106	.00420	.09822	91.794
1.112891	.60070	1418.056	1.00060					
382.0	31.975	1712.74	-.38988	.02463	.07576	.00459	.10499	86.593
1.220801	.59413	1479.098	1.01234					
383.0	31.751	1761.24	-.36689	.02636	.08065	.00504	.11205	80.702
1.321991	.57803	1533.766	1.02277					
384.0	31.379	1802.97	-.34319	.02814	.08566	.00553	.11932	74.368
1.415781	.55377	1581.757	1.03194					
385.0	30.877	1838.10	-.31893	.02994	.09072	.00607	.12673	67.805
1.501741	.52273	1622.985	1.03990					
386.0	30.266	1866.90	-.29422	.03174	.09581	.00666	.13420	61.201
1.579741	.48624	1657.537	1.04672					
387.0	29.565	1889.75	-.26921	.03354	.10085	.00728	.14167	54.711
1.649811	.44554	1685.644	1.05249					
388.0	28.792	1907.07	-.24400	.03531	.10583	.00795	.14908	48.460
1.712161	.40178	1707.647	1.05729					
389.0	27.965	1919.33	-.21871	.03704	.11070	.00864	.15638	42.544
1.767161	.35596	1723.969	1.06121					
390.0	27.099	1927.03	-.19343	.03873	.11544	.00936	.16354	37.031
1.815241	.30894	1735.083	1.06433					
391.0	26.208	1930.65	-.16826	.04036	.12004	.01011	.17051	31.966
1.856921	.26145	1741.497	1.06673					
392.0	25.304	1930.67	-.14326	.04194	.12447	.01088	.17728	27.371
1.892761	.21411	1743.729	1.06849					
393.0	24.398	1927.57	-.11850	.04345	.12872	.01166	.18383	23.254
1.923331	.16739	1742.291	1.06967					
394.0	23.497	1921.77	-.09405	.04490	.13280	.01245	.19015	19.604
1.949211	.12168	1737.680	1.07035					
395.0	22.610	1913.70	-.06994	.04629	.13670	.01325	.19624	16.404
1.970951	.07727	1730.365	1.07059					
396.0	21.741	1903.71	-.04622	.04761	.14042	.01406	.20209	13.626
1.989071	.03438	1720.783	1.07044					
397.0	20.895	1892.17	-.02291	.04887	.14396	.01487	.20770	11.237 2.00408
.99314	1709.331	1.06997						
398.0	20.075	1879.35	-.00003	.05007	.14733	.01569	.21309	9.202 2.01641
.95365	1696.369	1.06921						
399.0	19.284	1865.55	.02239	.05121	.15053	.01650	.21824	7.483 2.02647
.91596	1682.215	1.06820						
400.0	18.523	1850.98	.04434	.05229	.15358	.01731	.22318	6.043 2.03463
.88007	1667.147	1.06700						
401.0	17.793	1835.86	.06581	.05332	.15647	.01812	.22791	4.848 2.04120
.84596	1651.405	1.06564						
402.0	17.094	1820.35	.08681	.05430	.15922	.01893	.23245	3.863 2.04645
.81361	1635.196	1.06413						
403.0	16.427	1804.61	.10732	.05522	.16184	.01973	.23679	3.059 2.05062
.78296	1618.693	1.06252						
404.0	15.790	1788.74	.12736	.05611	.16432	.02052	.24095	2.406 2.05392
.75393	1602.039	1.06082						
405.0	15.184	1772.86	.14693	.05694	.16668	.02131	.24494	1.881 2.05650
.72647	1585.352	1.05906						
406.0	14.606	1757.05	.16602	.05774	.16893	.02210	.24877	1.461 2.05851
.70049	1568.728	1.05725						

210 Anexe

407.0	14.057	1741.36	.18465	.05850	.17107	.02287	.25244	1.127	2.06007
.67592	1552.244	1.05540							
408.0	13.536	1725.85	.20283	.05922	.17311	.02364	.25598	.865	2.06127
.65268	1535.957	1.05353							
409.0	13.039	1710.57	.22057	.05991	.17506	.02440	.25937	.659	2.06219
.63070	1519.915	1.05164							
410.0	12.568	1695.46	.23787	.06057	.17691	.02516	.26264	.000	2.06256
.60987	1504.151	1.04975							
411.0	12.117	1680.33	.25473	.06119	.17869	.02591	.26579	.000	2.06256
.59009	1488.214	1.04778							
412.0	11.689	1665.58	.27118	.06179	.18038	.02665	.26882	.000	2.06256
.57137	1472.772	1.04584							
413.0	11.283	1651.19	.28722	.06236	.18200	.02739	.27175	.000	2.06256
.55365	1457.740	1.04392							
414.0	10.898	1637.16	.30286	.06291	.18355	.02811	.27457	.000	2.06256
.53686	1443.104	1.04203							
415.0	10.532	1623.47	.31812	.06343	.18503	.02884	.27730	.000	2.06256
.52094	1428.850	1.04016							
416.0	10.183	1610.11	.33300	.06394	.18645	.02955	.27994	.000	2.06256
.50583	1414.967	1.03832							
417.0	9.852	1597.07	.34751	.06442	.18782	.03026	.28249	.000	2.06256
.49148	1401.442	1.03650							
418.0	9.537	1584.35	.36166	.06488	.18913	.03096	.28496	.000	2.06256
.47784	1388.264	1.03471							
419.0	9.236	1571.93	.37546	.06532	.19039	.03165	.28736	.000	2.06256
.46486	1375.422	1.03294							
420.0	8.950	1559.80	.38893	.06575	.19160	.03234	.28969	.000	2.06256
.45252	1362.904	1.03120							
421.0	8.678	1547.95	.40207	.06616	.19276	.03303	.29195	.000	2.06256
.44075	1350.702	1.02948							
422.0	8.418	1536.39	.41488	.06655	.19388	.03370	.29414	.000	2.06256
.42954	1338.804	1.02779							
423.0	8.170	1525.09	.42739	.06693	.19496	.03437	.29627	.000	2.06256
.41885	1327.202	1.02612							
424.0	7.933	1514.05	.43959	.06730	.19601	.03504	.29835	.000	2.06256
.40865	1315.887	1.02448							
425.0	7.707	1503.27	.45150	.06765	.19701	.03570	.30037	.000	2.06256
.39890	1304.849	1.02286							
426.0	7.491	1492.74	.46312	.06800	.19798	.03635	.30233	.000	2.06256
.38959	1294.080	1.02126							
427.0	7.285	1482.44	.47446	.06833	.19892	.03700	.30425	.000	2.06256
.38069	1283.573	1.01969							
428.0	7.088	1472.38	.48552	.06864	.19983	.03764	.30612	.000	2.06256
.37217	1273.318	1.01814							
429.0	6.899	1462.54	.49632	.06895	.20071	.03828	.30794	.000	2.06256
.36402	1263.311	1.01662							
430.0	6.718	1452.92	.50687	.06925	.20156	.03892	.30973	.000	2.06256
.35622	1253.541	1.01512							
431.0	6.545	1443.52	.51716	.06954	.20238	.03954	.31147	.000	2.06256
.34873	1244.004	1.01364							
432.0	6.380	1434.33	.52721	.06982	.20318	.04017	.31317	.000	2.06256
.34156	1234.691	1.01219							
433.0	6.221	1425.34	.53702	.07009	.20396	.04079	.31483	.000	2.06256
.33468	1225.598	1.01076							
434.0	6.069	1416.54	.54659	.07035	.20471	.04140	.31646	.000	2.06256
.32808	1216.717	1.00935							
435.0	5.923	1407.94	.55595	.07061	.20544	.04201	.31805	.000	2.06256
.32174	1208.042	1.00796							

436.0	5.783	1399.53	.56508	.07085	.20614	.04261	.31961	.000	2.06256
.31565	1199.568	1.00660							
437.0	5.648	1391.30	.57399	.07109	.20683	.04321	.32114	.000	2.06256
.30980	1191.290	1.00525							
438.0	5.519	1383.25	.58270	.07133	.20750	.04381	.32264	.000	2.06256
.30417	1183.201	1.00393							
439.0	5.395	1375.37	.59120	.07155	.20815	.04440	.32411	.000	2.06256
.29876	1175.297	1.00263							
440.0	5.276	1367.66	.59950	.07178	.20879	.04499	.32555	.000	2.06256
.29355	1167.573	1.00135							
441.0	5.162	1360.12	.60761	.07199	.20940	.04557	.32697	.000	2.06256
.28854	1160.024	1.00010							
442.0	5.052	1352.74	.61553	.07220	.21000	.04615	.32836	.000	2.06256
.28371	1152.645	.99886							
443.0	4.946	1345.51	.62326	.07240	.21059	.04673	.32972	.000	2.06256
.27906	1145.432	.99764							
444.0	4.844	1338.44	.63082	.07260	.21116	.04730	.33106	.000	2.06256
.27457	1138.380	.99644							
445.0	4.747	1331.51	.63820	.07280	.21172	.04787	.33238	.000	2.06256
.27025	1131.485	.99527							
446.0	4.652	1324.74	.64541	.07299	.21226	.04843	.33368	.000	2.06256
.26608	1124.744	.99411							
447.0	4.561	1318.10	.65245	.07317	.21279	.04899	.33496	.000	2.06256
.26206	1118.152	.99297							
448.0	4.474	1311.61	.65932	.07335	.21331	.04955	.33621	.000	2.06256
.25818	1111.706	.99185							
449.0	4.390	1305.25	.66604	.07353	.21382	.05010	.33745	.000	2.06256
.25444	1105.401	.99075							
450.0	4.309	1299.02	.67260	.07370	.21431	.05065	.33867	.000	2.06256
.25082	1099.235	.98967							
451.0	4.230	1292.92	.67901	.07387	.21480	.05120	.33987	.000	2.06256
.24732	1093.203	.98861							
452.0	4.155	1286.95	.68527	.07403	.21527	.05174	.34105	.000	2.06256
.24395	1087.303	.98756							
453.0	4.082	1281.10	.69139	.07419	.21574	.05228	.34221	.000	2.06256
.24069	1081.532	.98653							
454.0	4.012	1275.38	.69737	.07435	.21619	.05282	.34336	.000	2.06256
.23753	1075.885	.98552							
455.0	3.944	1269.77	.70320	.07450	.21664	.05336	.34450	.000	2.06256
.23448	1070.361	.98453							
456.0	3.878	1264.28	.70890	.07466	.21707	.05389	.34561	.000	2.06256
.23153	1064.956	.98355							
457.0	3.815	1258.90	.71447	.07480	.21750	.05442	.34672	.000	2.06256
.22868	1059.668	.98259							
458.0	3.754	1253.63	.71991	.07495	.21792	.05494	.34781	.000	2.06256
.22592	1054.493	.98165							
459.0	3.695	1248.47	.72522	.07509	.21833	.05546	.34888	.000	2.06256
.22325	1049.429	.98072							
460.0	3.638	1243.41	.73041	.07523	.21873	.05598	.34994	.000	2.06256
.22066	1044.474	.97981							
461.0	3.583	1238.46	.73548	.07537	.21913	.05650	.35099	.000	2.06256
.21815	1039.625	.97891							
462.0	3.530	1233.61	.74043	.07550	.21952	.05701	.35203	.000	2.06256
.21573	1034.880	.97803							
463.0	3.478	1228.86	.74527	.07563	.21990	.05753	.35305	.000	2.06256
.21338	1030.235	.97717							
464.0	3.429	1224.21	.74999	.07576	.22027	.05803	.35407	.000	2.06256
.21110	1025.689	.97632							

212 Anexe

465.0	3.381	1219.65	.75460	.07589	.22064	.05854	.35507	.000	2.06256
.20890	1021.240	.97549							
466.0	3.334	1215.18	.75910	.07601	.22100	.05904	.35606	.000	2.06256
.20676	1016.886	.97467							
467.0	3.289	1210.81	.76350	.07614	.22136	.05955	.35704	.000	2.06256
.20469	1012.624	.97386							
468.0	3.245	1206.52	.76779	.07626	.22171	.06004	.35801	.000	2.06256
.20268	1008.453	.97307							
469.0	3.203	1202.32	.77199	.07638	.22205	.06054	.35897	.000	2.06256
.20074	1004.370	.97230							
470.0	3.162	1198.21	.77608	.07649	.22239	.06103	.35992	.000	2.06256
.19885	1000.373	.97153							
471.0	3.123	1194.18	.78007	.07661	.22273	.06153	.36086	.000	2.06256
.19702	996.461	.97079							
472.0	3.085	1190.24	.78397	.07672	.22306	.06202	.36179	.000	2.06256
.19524	992.632	.97005							
473.0	3.048	1186.37	.78778	.07683	.22338	.06250	.36272	.000	2.06256
.19352	988.885	.96933							
474.0	3.012	1182.59	.79149	.07694	.22370	.06299	.36363	.000	2.06256
.19185	985.216	.96862							
475.0	2.977	1178.88	.79511	.07705	.22402	.06347	.36454	.000	2.06256
.19023	981.625	.96792							
476.0	2.943	1175.25	.79865	.07716	.22433	.06395	.36544	.000	2.06256
.18866	978.111	.96724							
477.0	2.911	1171.69	.80210	.07726	.22463	.06443	.36633	.000	2.06256
.18714	974.671	.96657							
478.0	2.879	1168.20	.80546	.07737	.22493	.06491	.36721	.000	2.06256
.18566	971.304	.96591							
479.0	2.849	1164.79	.80875	.07747	.22523	.06538	.36808	.000	2.06256
.18423	968.009	.96527							
480.0	2.819	1161.45	.81195	.07757	.22553	.06586	.36895	.000	2.06256
.18284	964.784	.96463							
0									

ERGEBNISSE LADUNGSWECHSEL

0	FI	P	T	W	DQW1	DQW2	DQW3	DQW4	QW1	QW2
QW3	QW4									
(KW)	(BAR)	(K)	(KJ)	(KJ/KW)	(KJ/KW)	(KJ/KW)	(KJ/KW)	(KJ/KW)	(KJ)	(KJ)
(KJ)	(KJ)									
MZYL	MEIN	MAUS	TA	QAK	PB	TB				
(KG)	(KG)	(KG)	(K)	(KJ)	(BAR)	(K)				
480.0	2.819	1161.4500	.8119	.0000000	.0000000	.0000000	.0000000	.0000000	.07757	
.22553	.06586	.36895								
.001262	.000000	.000000	1161.45	.000000	1.000	510.2				
485.0	2.664	1142.1750	.8267	.0001802	.0005260	.0008675	.0015737	.07847		
.22816	.07019	.37682								
.001259	.000000	.000002	1087.66	.000164	1.000	510.2	0			
490.0	2.534	1124.3690	.8396	.0001686	.0004933	.0008468	.0015087	.07931		
.23062	.07443	.38436								
.001256	.000000	.000006	1075.85	.000372	1.000	510.2	0			
495.0	2.422	1107.9720	.8508	.0001585	.0004649	.0008271	.0014505	.08011		
.23295	.07856	.39162								
.001252	.000000	.000009	1064.99	.000592	1.000	510.2	0			
500.0	2.323	1092.8460	.8604	.0001497	.0004400	.0008081	.0013978	.08085		
.23515	.08260	.39860								
.001248	.000000	.000014	1054.39	.000823	1.000	510.2	0			

.505.0	2.235	1078.7060	.8685	.0001419	.0004179	.0007894	.0013493	.08156
.23724	.08655	.40535						
.001242	.000000	.000020	1046.37	.001078	1.000	510.2	0	
510.0	2.154	1065.3010	.8753	.0001349	.0003980	.0007703	.0013032	.08224
.23923	.09040	.41187						
.001234	.000000	.000028	1038.69	.001365	1.000	510.2	0	
515.0	2.078	1052.2850	.8809	.0001284	.0003796	.0007504	.0012583	.08288
.24113	.09415	.41816						
.001223	.000000	.000038	1031.20	.001691	1.000	510.2	0	
520.0	2.004	1039.3480	.8853	.0001221	.0003619	.0007286	.0012126	.08349
.24294	.09780	.42422						
.001209	.000000	.000053	1022.83	.002060	1.000	510.2	0	
525.0	1.931	1026.3800	.8886	.0001161	.0003447	.0007047	.0011654	.08407
.24466	.10132	.43005						
.001190	.000000	.000071	1013.16	.002463	1.000	510.2	0	
530.0	1.858	1013.2770	.8909	.0001101	.0003277	.0006785	.0011164	.08462
.24630	.10471	.43563						
.001168	.000000	.000094	1002.62	.002891	1.000	510.2	0	
535.0	1.786	1000.1410	.8922	.0001042	.0003111	.0006505	.0010658	.08514
.24785	.10796	.44096						
.001142	.000000	.000120	991.28	.003334	1.000	510.2	0	
540.0	1.715	987.0737	.8926	.0000985	.0002949	.0006213	.0010148	.08563
.24933	.11107	.44603						
.001113	.000000	.000149	979.51	.003780	1.000	510.2	0	
545.0	1.647	974.0063	.8922	.0000930	.0002793	.0005913	.0009636	.08610
.25072	.11403	.45085						
.001081	.000000	.000180	967.62	.004227	1.000	510.2	0	
550.0	1.579	960.8878	.8910	.0000877	.0002640	.0005603	.0009121	.08654
.25204	.11683	.45541						
.001047	.000000	.000215	955.56	.004673	1.000	510.2	0	
555.0	1.515	947.9640	.8892	.0000825	.0002493	.0005290	.0008609	.08695
.25329	.11947	.45972						
.001011	.000000	.000251	943.29	.005109	1.000	510.2	0	
560.0	1.454	935.4730	.8867	.0000777	.0002355	.0004983	.0008115	.08734
.25447	.12197	.46377						
.000975	.000000	.000287	931.14	.005530	1.000	510.2	0	
565.0	1.399	923.6314	.8836	.0000732	.0002227	.0004686	.0007646	.08771
.25558	.12431	.46760						
.000939	.000000	.000323	919.37	.005930	1.000	510.2	0	
570.0	1.351	912.6381	.8800	.0000692	.0002113	.0004407	.0007212	.08805
.25664	.12651	.47120						
.000903	.000000	.000358	908.23	.006310	1.000	510.2	0	
575.0	1.309	902.5569	.8759	.0000657	.0002012	.0004146	.0006815	.08838
.25764	.12859	.47461						
.000869	.000000	.000392	897.92	.006668	1.000	510.2	0	
580.0	1.273	893.4405	.8713	.0000626	.0001924	.0003904	.0006455	.08869
.25861	.13054	.47784						
.000836	.000000	.000425	888.49	.007008	1.000	510.2	0	
585.0	1.244	885.3272	.8662	.0000600	.0001849	.0003681	.0006130	.08899
.25953	.13238	.48090						
.000805	.000000	.000457	880.00	.007330	1.000	510.2	0	
590.0	1.220	878.2355	.8607	.0000578	.0001787	.0003474	.0005839	.08928
.26042	.13411	.48382						
.000774	.000000	.000487	872.49	.007637	1.000	510.2	0	
595.0	1.203	872.1496	.8546	.0000560	.0001736	.0003283	.0005579	.08956
.26129	.13576	.48661						
.000745	.000000	.000517	865.98	.007931	1.000	510.2	0	

214 Anexe

600.0	1.191	867.0334	.8482	.0000546	.0001696	.0003106	.0005348	.08984
.26214	.13731	.48928						
.000716	.000000	.000545	860.46	.008215	1.000	510.2	0	
605.0	1.185	862.8220	.8413	.0000536	.0001667	.0002940	.0005142	.09010
.26297	.13878	.49186						
.000688	.000000	.000574	855.88	.008491	1.000	510.2	0	
610.0	1.183	859.4377	.8339	.0000528	.0001647	.0002782	.0004958	.09037
.26380	.14017	.49433						
.000660	.000000	.000602	852.18	.008762	1.000	510.2	0	
615.0	1.186	856.7872	.8262	.0000524	.0001635	.0002632	.0004790	.09063
.26461	.14149	.49673						
.000632	.000000	.000630	849.27	.009031	1.000	510.2	0	
620.0	1.193	854.7720	.8180	.0000522	.0001631	.0002485	.0004637	.09089
.26543	.14273	.49905						
.000603	.000000	.000658	847.06	.009300	1.000	510.2	0	
625.0	1.203	853.2908	.8094	.0000522	.0001633	.0002340	.0004494	.09115
.26625	.14390	.50130						
.000574	.000000	.000687	845.44	.009570	1.000	510.2	0	
630.0	1.216	852.2372	.8004	.0000524	.0001640	.0002195	.0004359	.09141
.26707	.14500	.50347						
.000544	.000000	.000717	844.30	.009844	1.000	510.2	0	
635.0	1.231	851.5088	.7911	.0000528	.0001652	.0002049	.0004228	.09168
.26789	.14602	.50559						
.000513	.000000	.000748	843.53	.010122	1.000	510.2	0	
640.0	1.249	850.9896	.7815	.0000532	.0001667	.0001901	.0004100	.09194
.26873	.14697	.50764						
.000482	.000000	.000780	843.02	.010405	1.000	510.2	0	
645.0	1.269	850.5699	.7717	.0000538	.0001685	.0001749	.0003973	.09221
.26957	.14785	.50963						
.000449	.000000	.000813	842.63	.010693	1.000	510.2	0	
650.0	1.289	850.1133	.7617	.0000544	.0001705	.0001596	.0003844	.09248
.27042	.14864	.51155						
.000415	.000000	.000846	842.26	.010987	1.000	510.2	0	
655.0	1.310	849.4881	.7517	.0000550	.0001724	.0001439	.0003713	.09276
.27128	.14936	.51340						
.000381	.000000	.000881	841.75	.011285	1.000	510.2	0	
660.0	1.330	848.5179	.7418	.0000556	.0001743	.0001280	.0003579	.09304
.27215	.15000	.51519						
.000346	.000000	.000915	840.96	.011587	1.000	510.2	0	
665.0	1.349	846.9869	.7320	.0000560	.0001758	.0001120	.0003439	.09332
.27303	.15056	.51691						
.000311	.000000	.000950	839.69	.011891	1.000	510.2	0	
670.0	1.365	844.6051	.7225	.0000563	.0001767	.0000961	.0003291	.09360
.27392	.15104	.51856						
.000276	.000000	.000985	837.68	.012196	1.000	510.2	0	
675.0	1.378	841.4194	.7135	.0000562	.0001768	.0000805	.0003136	.09388
.27480	.15145	.52013						
.000243	.000000	.001019	834.78	.012497	1.000	510.2	0	
680.0	1.388	837.4404	.7050	.0000560	.0001764	.0000657	.0002981	.09416
.27568	.15177	.52162						
.000210	.000000	.001051	831.00	.012791	1.000	510.2	0	
685.0	1.399	832.8408	.6972	.0000555	.0001753	.0000518	.0002827	.09444
.27656	.15203	.52303						
.000180	.000000	.001081	826.42	.013072	1.000	510.2	0	
690.0	1.411	827.8052	.6903	.0000550	.0001742	.0000394	.0002686	.09471
.27743	.15223	.52437						
.000154	.000000	.001108	821.17	.013337	1.000	510.2	0	

695.0	1.419	821.1561	.6841	.0000543	.0001724	.0000284	.0002552	.09498
.27829	.15237	.52565						
.000130	.000000	.001132	814.88	.013584	1.000	510.2	0	
700.0	1.406	810.7642	.6790	.0000518	.0001657	.0000155	.0002331	.09525
.27913	.15247	.52685						
.000108	.000000	.001153	801.95	.013812	1.000	510.2	0	
705.0	1.348	793.1270	.6751	.0000470	.0001520	.0000083	.0002073	.09549
.27992	.15252	.52794						
.000089	-.000002	.001170	783.98	.014008	1.000	510.2	0	
710.0	1.269	771.5837	.6724	.0000410	.0001350	.0000035	.0001795	.09571
.28063	.15255	.52889						
.000075	-.000005	.001183	761.64	.014164	1.000	510.2	0	
715.0	1.160	744.8318	.6709	.0000337	.0001140	.0000008	.0001485	.09589
.28125	.15256	.52970						
.000064	-.000007	.001191	733.64	.014278	1.000	510.2	0	
720.0	1.034	714.8280	.6704	.0000258	.0000910	.0000000	.0001169	.09604
.28175	.15256	.53035						
.000057	-.000010	.001195	697.72	.014347	1.000	510.2	0	
725.0	.947	691.5372	.6708	.0000201	.0000741	.0000004	.0000946	.09615
.28215	.15256	.53086						
.000056	-.000011	.001194	691.22	.014357	1.000	691.2	0	
730.0	.914	682.2996	.6720	.0000179	.0000677	.0000017	.0000872	.09624
.28250	.15256	.53131						
.000061	-.000009	.001192	682.28	.014357	1.000	682.3	0	
735.0	.886	678.6748	.6738	.0000167	.0000642	.0000038	.0000847	.09633
.28282	.15258	.53173						
.000069	-.000002	.001191	678.65	.014357	1.000	678.7	0	
740.0	.818	634.2040	.6763	.0000102	.0000457	.0000055	.0000614	.09640
.28311	.15260	.53211						
.000081	.000008	.001189	634.21	.014357	1.000	634.2	0	
745.0	.745	565.4180	.6791	-.0000013	.0000141	.0000054	.0000181	.09642
.28324	.15263	.53229						
.000099	.000025	.001188	565.42	.014357	1.000	565.4	0	
750.0	.691	510.2098	.6822	-.0000105	-.0000109	.0000041	-.0000173	.09638
.28323	.15266	.53227						
.000122	.000047	.001187	510.27	.014357	1.000	510.3	0	
755.0	.641	466.3003	.6855	-.0000175	-.0000304	.0000017	-.0000463	.09631
.28312	.15267	.53209						
.000148	.000073	.001187	510.21	.014357	1.000	510.2	0	
760.0	.603	434.0074	.6889	-.0000226	-.0000444	-.0000014	-.0000684	.09620
.28292	.15267	.53179						
.000176	.000101	.001187	510.21	.014357	1.000	510.2	0	
765.0	.572	410.0813	.6925	-.0000248	-.0000507	-.0000035	-.0000791	.09608
.28267	.15265	.53140						
.000207	.000132	.001187	510.21	.014357	1.000	510.2	0	
770.0	.547	392.0665	.6962	-.0000278	-.0000588	-.0000074	-.0000939	.09594
.28237	.15261	.53093						
.000239	.000164	.001187	510.21	.014357	1.000	510.2	0	
775.0	.526	378.2738	.7000	-.0000298	-.0000647	-.0000114	-.0001059	.09579
.28205	.15256	.53040						
.000272	.000197	.001187	510.21	.014357	1.000	510.2	0	
780.0	.508	367.5798	.7037	-.0000313	-.0000689	-.0000157	-.0001159	.09563
.28171	.15248	.52982						
.000305	.000230	.001187	510.21	.014357	1.000	510.2	0	
785.0	.494	359.1939	.7075	-.0000323	-.0000720	-.0000201	-.0001245	.09547
.28135	.15238	.52920						
.000340	.000265	.001187	510.21	.014357	1.000	510.2	0	

216 Anexe

.790.0	.482	352.5646	.7113	-.0000331	-.0000743	-.0000246	-.0001320	.09531
.28098	.15225	.52854						
.000374	.000299	.001187	510.21	.014357	1.000	510.2	0	
.795.0	.472	347.3181	.7150	-.0000337	-.0000759	-.0000290	-.0001387	.09514
.28060	.15211	.52784						
.000409	.000334	.001187	510.21	.014357	1.000	510.2	0	
.800.0	.464	343.1820	.7186	-.0000341	-.0000772	-.0000335	-.0001448	.09497
.28021	.15194	.52712						
.000444	.000369	.001187	510.21	.014357	1.000	510.2	0	
.805.0	.459	339.9633	.7222	-.0000344	-.0000782	-.0000378	-.0001505	.09480
.27982	.15175	.52637						
.000479	.000404	.001187	510.21	.014357	1.000	510.2	0	
.810.0	.455	337.5138	.7257	-.0000347	-.0000790	-.0000421	-.0001558	.09462
.27942	.15154	.52559						
.000514	.000439	.001187	510.21	.014357	1.000	510.2	0	
.815.0	.453	335.7122	.7290	-.0000349	-.0000797	-.0000462	-.0001608	.09445
.27902	.15131	.52478						
.000549	.000474	.001187	510.21	.014357	1.000	510.2	0	
.820.0	.452	334.4625	.7323	-.0000352	-.0000803	-.0000502	-.0001656	.09427
.27862	.15106	.52396						
.000585	.000510	.001187	510.21	.014357	1.000	510.2	0	
.825.0	.453	333.6905	.7354	-.0000354	-.0000809	-.0000540	-.0001702	.09409
.27822	.15079	.52311						
.000620	.000545	.001187	510.21	.014357	1.000	510.2	0	
.830.0	.456	333.3356	.7384	-.0000356	-.0000814	-.0000576	-.0001746	.09392
.27781	.15050	.52223						
.000655	.000580	.001187	510.21	.014357	1.000	510.2	0	
.835.0	.459	333.3479	.7412	-.0000358	-.0000819	-.0000610	-.0001788	.09374
.27740	.15020	.52134						
.000690	.000615	.001187	510.21	.014357	1.000	510.2	0	
.840.0	.465	333.6858	.7439	-.0000361	-.0000825	-.0000643	-.0001828	.09356
.27699	.14988	.52042						
.000726	.000651	.001187	510.21	.014357	1.000	510.2	0	
.845.0	.471	334.3121	.7464	-.0000363	-.0000830	-.0000672	-.0001866	.09338
.27657	.14954	.51949						
.000761	.000686	.001187	510.21	.014357	1.000	510.2	0	
.850.0	.479	335.1962	.7488	-.0000366	-.0000836	-.0000700	-.0001903	.09319
.27616	.14919	.51854						
.000796	.000721	.001187	510.21	.014357	1.000	510.2	0	
.855.0	.488	336.3165	.7509	-.0000369	-.0000843	-.0000725	-.0001937	.09301
.27574	.14883	.51757						
.000831	.000756	.001187	510.21	.014357	1.000	510.2	0	
.860.0	.498	337.6553	.7529	-.0000372	-.0000849	-.0000748	-.0001970	.09282
.27531	.14845	.51659						
.000865	.000790	.001187	510.21	.014357	1.000	510.2	0	
.865.0	.509	339.1917	.7547	-.0000376	-.0000856	-.0000768	-.0002000	.09263
.27488	.14807	.51559						
.000900	.000825	.001187	510.21	.014357	1.000	510.2	0	
.870.0	.522	340.9089	.7563	-.0000380	-.0000863	-.0000786	-.0002028	.09244
.27445	.14768	.51457						
.000934	.000859	.001187	510.21	.014357	1.000	510.2	0	
.875.0	.536	342.7812	.7577	-.0000383	-.0000870	-.0000800	-.0002054	.09225
.27402	.14728	.51355						
.000968	.000893	.001187	510.21	.014357	1.000	510.2	0	
.880.0	.550	344.7903	.7589	-.0000387	-.0000878	-.0000812	-.0002077	.09206
.27358	.14687	.51251						
.001001	.000926	.001187	510.21	.014357	1.000	510.2	0	

885.0	.566	346.9347	.7598	-.0000391	-.0000885	-.0000821	-.0002097	.09186
.27313	.14646	.51146						
.001033	.000958	.001187	510.21	.014357	1.000	510.2	0	
890.0	.583	349.2158	.7605	-.0000395	-.0000892	-.0000826	-.0002114	.09167
.27269	.14605	.51040						
.001063	.000988	.001187	510.21	.014357	1.000	510.2	0	
895.0	.601	351.6173	.7609	-.0000399	-.0000899	-.0000828	-.0002127	.09147
.27224	.14563	.50934						
.001092	.001018	.001187	510.21	.014357	1.000	510.2	0	
900.0	.619	354.1321	.7611	-.0000403	-.0000906	-.0000827	-.0002136	.09126
.27179	.14522	.50827						
.001119	.001044	.001187	510.21	.014357	1.000	510.2	0	
905.0	.638	356.7481	.7609	-.0000407	-.0000912	-.0000821	-.0002139	.09106
.27133	.14481	.50720						
.001143	.001068	.001187	510.21	.014357	1.000	510.2	0	
910.0	.657	359.4646	.7605	-.0000410	-.0000916	-.0000812	-.0002138	.09086
.27087	.14440	.50613						
.001163	.001088	.001187	510.21	.014357	1.000	510.2	0	
915.0	.675	362.3142	.7597	-.0000412	-.0000919	-.0000798	-.0002129	.09065
.27041	.14400	.50507						
.001180	.001105	.001187	510.21	.014357	1.000	510.2	0	
920.0	.695	365.3324	.7585	-.0000414	-.0000921	-.0000779	-.0002114	.09044
.26995	.14361	.50401						
.001192	.001117	.001187	510.21	.014357	1.000	510.2	0	
925.0	.715	368.5815	.7570	-.0000416	-.0000921	-.0000756	-.0002093	.09024
.26949	.14324	.50296						
.001201	.001126	.001187	510.21	.014357	1.000	510.2	0	
930.0	.736	372.1211	.7551	-.0000417	-.0000920	-.0000728	-.0002064	.09003
.26903	.14287	.50193						
.001208	.001133	.001187	510.21	.014357	1.000	510.2	0	
935.0	.760	376.0118	.7528	-.0000417	-.0000917	-.0000695	-.0002030	.08982
.26857	.14253	.50092						
.001212	.001137	.001187	510.21	.014357	1.000			

218 Anexe

```

Anexa 9 -----
  NZYL  NTAKT  NANZDR  NAUSPL  MMAV  NSTOSS  MLLK
0   6   4   5   1   1   0   0   1
  KFIVA  NDQB   NZYLM  NP2
0   0   0   0   0
  VERLPA
0   0
  FSW1   FSW2   FSW3   FSW4
1.00   1.00   .500   .100
S(m)   D(m)   EPS(-)  SVH2(-)  A1(m2)  A2(m2)  SB(KW)
.1500  .121  16.20  .1360  .011880 .032420  5.000000
C22(-)  CONH(-)  CONL(-)  TW1(K)  TW2(K)  TW3(K)  HU(kJ/kg)  VA(-)
0.00324  3.050  7.27  580.0  540.0  450.0  41868.  6.90500000
FIES(KW)  FIAO(KW)  FIEO(KW)  FIAS(KW)
935.  480.  699.  750.000000
FIFBA  FIEBA  FIVAA  FIVEA  P11A  T11A  VMA  UPSA  (wird benoetigt fuer
KFIVA = 0!)
358.0  358.0  366.0  405.0  1.49  397.0  0.2  50.0000000
AMOA  QB0A  V11A  X1BR(-)  DELFI(KW)  FNOX(-)
2.3  0.4231  0.000286  0.0  43.  0.00000000
FIVA(KW)  FIVE(KW)  VM(-)  VM1(-)  ABLB
356.00  405.00  0.6200  0.000  0.00000000
TKLA(K)  ETAMEC(-)  FDQB(-)
293.  1.10000  0.00324000
CKUE  TKWE  GPW  TKWA  (wird benoetigt fuer MLLK > 0 !)
0.0  0.0  0.0  0.00000000
VB  AT  (wird benoetigt fuer NSTOSS > 0 !)
0.0  0.00000000
DVU(m)  AVU(m2)  TVU(K)  AVS(m2)  TVS(K)  TDS(K)  TK(K)
.0315  .000744  820.  .00021  700.  565.  380.000000
ZA(-)  BETAA(grd)  DIA(m)  ZE(-)  BETAE(grd)  DIE(m)
1.  45.  0.0460  1.  60.  0.05400000
AVKE(m2)  TVKE(K)  AVSCHA(m2)  TVSCHA(K)
.0008  800.  .00075  790.000000
AAK(m2)  DAK(m)  TWA(K)
0.00250  0.0410  500.0000000
32.0000000
0.00000  0.00007  0.00018  0.00029  0.00043  0.00083  0.00158  0.00264000
0.00385  0.00508  0.00624  0.00727  0.00812  0.00877  0.00920  0.00942000
0.00942  0.00920  0.00877  0.00812  0.00727  0.00624  0.00508  0.00385000
0.00264  0.00158  0.00083  0.00043  0.00029  0.00018  0.00007  0.00000000
460.  470.  480.  490.  500.  510.  520.  530.000000
540.  550.  560.  570.  580.  590.  600.  610.000000
620.  630.  640.  650.  660.  670.  680.  690.000000
700.  710.  720.  730.  740.  750.  760.  770.000000
0.00945000
11.0000000
1.000  0.966  1.047  0.907  0.849  0.823  0.771  0.69500000
0.633  0.575  0.518
0.000  .001  .002  .003  .004  .005  .006  .007000000
0.008  .009  .01
32.0000000
0.00000  0.00007  0.00018  0.00029  0.00043  0.00083  0.00158  0.00264000
0.00385  0.00508  0.00624  0.00727  0.00812  0.00877  0.00920  0.00942000
0.00942  0.00920  0.00877  0.00812  0.00727  0.00624  0.00508  0.00385000
0.00264  0.00158  0.00083  0.00043  0.00029  0.00018  0.00007  0.00000000
670.  680.  690.  700.  710.  720.  730.  740.000000
750.  760.  770.  780.  790.  800.  810.  820.000000

```

830.	840.	850.	860.	870.	880.	890.	900.000000
910.	920.	930.	940.	950.	960.	970.	980.000000
0.00945							
11.0000000							
1.0	0.952	0.976	0.951	0.875	0.775	0.675	0.60700000
(Oeffnungsquerschnitt nach Meurer)							
0.539	0.482	0.432					
0.000	.001	.002	.003	.004	.005	.006	.007000000
0.008	.009	.01					
UPS(1/min)P(bar) T(K)							
2100.	1.300	293.000000					
AM0(-) QB0(kJ) FIFB(KW) ETAISV(-)							
1.60	0.4231	362.0	1.00000000				
PE(bar) P0(bar) T0(K) PB0(bar) TB0(K)							
0.950	0.9999	293.0	1.00	700.000000			
RECHNE(-) FAKPR PMR0 UPMBEZ P2FAK							
0.00	-0.3	1.20	1500.0000	1.0000000000			

220 Anexe

Anexa 10

LAD.WECHSELARBEIT [KJ] = .13151 BEZ. ARBEIT UT-UT [%]= 17.47
ZUSAMMENFASSUNG DER WICHTIGSTEN ERGEBNISSE FUER EINEN ZYLINDER
RECHNUNG MIT REALER GASKONST.-----

MOTORDREHZAHL : 2100.000000 1./MIN
KOLBEN QPKO = .089819
DECKEL QPDE = .268572
BUECHSE QPBUE = .142525
GESAMTER WANDWAERMESTROM QPGES = .500916
KRUEMMER QPKRUE = .014357

ARBEIT .7528
ABGASENTH. 1.1365
QKRU = .0144
FRIEN = .3348
FEHL = -3.773928E-03 [KJ/AS] FEHLP = -1.826722E-01 %
FEHLBZ = 3.393690E-03[KJ/AS] FEHLBP = 1.642673E-01[%]
OMITTLERER INDIZIERTER DRUCK PMI = 4.364 (BAR)
MITTLERER INDIZIERTER KRAFTSTOFFVERBRAUCH BI = 235.981 (G/KW H)
PME = 4.801 PMR = -.436 BE = 214.528 ETAMECH = 1.1000
GZ = .001212 [KG/AS] BZ = .00000314 [KG/AS] GLZ = .001209 [KG/AS]
GES = .000000 [KG/S] LE = 4.9448 [KG/KWH]
LUFT EIN [KG] .001137 MASSE AUS [KG] .001187 RESTGAS % 6.185
BLOW-BY [G] = 0.000000E+00
PMAX = 32.03 TMAX = 1930.67
INNERER WIRKUNGSGRAD ETAI = .364 (-)
BRENNSTOFFMASSE PRO ARBEITSSPIEL QB0 = 2.066 (KJ/AS)
VERBRENNUNGSLUFTVERHAELTNIS AM0 = 1.60 (-)
LUFTVERHAELTNIS BEI EINLASS SCHLIESST AM = 26.7 (-)
OISENTROPE VERDICHTERARBEIT HL = -.005 (KJ)
ISENTROPE TURBINENARBEIT HT = .000 (KJ)
ERFORDERLICHER TURBOLADERWIRKUNGSGRAD ETATL = ***** (-)
LIEFERGRAD BEZOGEN AUF LUFTZUSTAND IM EINLASS AML = .582 (-)
OFOERDERBEGINN FIFB = 362.000 (KW)
EINSPRITZBEGINN FIEB = 362.000 (KW)
ZUENDVERZUG DELZV = 7.351 (KW)
BRENNBEGINN FIVA = 369.351 (KW)
BRENNDAUER DELFI = 40.568 (KW)
BRENNDAUER1 (DOPPELVIBE) DELFI1 = 43.000 (KW)
OFORMPARAMETER FUER DEN BRENNVERLAUF NACH VIBE VM = .753 (-)
FORMPARAMETER1 (DOPPELVIBE) VM1 = .000 (-)
KRAFTSTOFFANTEIL1 (DOPPELVIBE) X1BR = .000 (-)
OTEMP. VOR EINLASS TE = 293.0 (K)
MITTLERE GASTEMPERATUR TGM = 998.67 (K)
NOX-EMISSION NACH SCHROER NOX = 0. [PPM]
MITTLERE ABGASTEMPERATUR TMAG = 883.28 (K)
OMITTLERE WAERMEUEBERGANGSZAHL FUER DEN ALFM = .3160 (KJ/M2 SEC K)
OMITTLERE WAERMEUEBERGANGSZAHL OHNE ALFCMM = .1292 (KJ/M2 SEC K)
DTO. FUER DEN VENTILSITZ ALFVSM = .4531 (KJ/M2 K)
ERSATZWAERMELEITZAHLEN VENTILUNTERSEI VK1 = .000349 (KJ/SEC K)
VENTILSITZ-D VK2 = .000462 (KJ/SEC K)
DECKELSTZ-KUVK3 = .000518 (KJ/SEC K)
OVENTILTEMPERATUREN AM AUSSLASSVENTIL
VENTILTELLER UNTVU = 820.00 (K)
VENTILSITZ SITZSEITIG TVS = 700.00 (K)
VENTILSITZ DECKELSEITIG TDS = 565.00 (K)
WAERMESTROM IN DEN VENTILSITZ QPVS = .020453 (KJ/SEC)

Anexa 11

216.00	.76585	.000	.000	376.706	108.853	.287490	.0000
217.00	.77044	.000	.000	377.419	109.265	.287491	.0000
218.00	.77519	.000	.000	378.152	109.690	.287492	.0000
219.00	.78010	.000	.000	378.905	110.130	.287492	.0000
220.00	.78519	.000	.000	379.677	110.585	.287493	.0000
221.00	.79045	.000	.000	380.470	111.055	.287494	.0000
222.00	.79589	.000	.000	381.284	111.540	.287495	.0000
223.00	.80152	.000	.000	382.118	112.041	.287495	.0000
224.00	.80734	.000	.000	382.974	112.557	.287496	.0000
225.00	.81336	.000	.000	383.851	113.091	.287497	.0000
226.00	.81958	.000	.000	384.750	113.641	.287498	.0000
227.00	.82600	.000	.000	385.672	114.208	.287499	.0000
228.00	.83264	.000	.000	386.616	114.793	.287500	.0000
229.00	.83950	.000	.000	387.583	115.395	.287501	.0000
230.00	.84658	.000	.000	388.573	116.017	.287502	.0000
231.00	.85389	.000	.000	389.587	116.657	.287503	.0000
232.00	.86145	.000	.000	390.626	117.316	.287504	.0000
233.00	.86925	.000	.000	391.689	117.995	.287505	.0000
234.00	.87731	.000	.000	392.777	118.694	.287506	.0000
235.00	.88563	.000	.000	393.891	119.415	.287508	.0000
236.00	.89422	.000	.000	395.031	120.156	.287509	.0000
237.00	.90309	.000	.000	396.197	120.920	.287510	.0000
238.00	.91225	.000	.000	397.390	121.706	.287511	.0000
239.00	.92171	.000	.000	398.611	122.515	.287513	.0000
240.00	.93147	.000	.000	399.859	123.348	.287514	.0000
241.00	.94156	.000	.000	401.136	124.205	.287516	.0000
242.00	.95198	.000	.000	402.443	125.088	.287517	.0000
243.00	.96274	.000	.000	403.779	125.996	.287519	.0000
244.00	.97385	.000	.000	405.145	126.931	.287520	.0000
245.00	.98533	.000	.000	406.541	127.893	.287522	.0000
246.00	.99719	.000	.000	407.970	128.883	.287524	.0000
247.00	1.0094	.000	.000	409.430	129.902	.287525	.0000
248.00	1.0221	.000	.000	410.923	130.951	.287527	.0000
249.00	1.0352	.000	.000	412.449	132.030	.287529	.0000
250.00	1.0487	.000	.000	414.010	133.141	.287531	.0000
251.00	1.0627	.000	.000	415.605	134.284	.287533	.0000
252.00	1.0771	.000	.000	417.236	135.462	.287535	.0000
253.00	1.0921	.000	.000	418.903	136.673	.287537	.0000
254.00	1.1075	.000	.000	420.607	137.921	.287539	.0000
255.00	1.1235	.000	.000	422.348	139.205	.287541	.0000
256.00	1.1400	.000	.000	424.128	140.527	.287544	.0000
257.00	1.1571	.000	.000	425.948	141.888	.287546	.0000
258.00	1.1748	.000	.000	427.808	143.290	.287549	.0000
259.00	1.1931	.000	.000	429.709	144.734	.287551	.0000
260.00	1.2121	.000	.000	431.652	146.221	.287554	.0000
261.00	1.2317	.000	.000	433.638	147.752	.287556	.0000
262.00	1.2520	.000	.000	435.668	149.330	.287559	.0000
263.00	1.2731	.000	.000	437.743	150.955	.287562	.0000
264.00	1.2949	.000	.000	439.864	152.630	.287565	.0000
265.00	1.3175	.000	.000	442.031	154.356	.287568	.0000
266.00	1.3410	.000	.000	444.247	156.135	.287571	.0000
267.00	1.3653	.000	.000	446.512	157.968	.287575	.0000
268.00	1.3905	.000	.000	448.827	159.858	.287578	.0000
269.00	1.4166	.000	.000	451.193	161.807	.287582	.0000
270.00	1.4438	.000	.000	453.613	163.817	.287585	.0000
271.00	1.4719	.000	.000	456.085	165.890	.287589	.0000

222 Anexe

272.00	1.5012	.000	.000	458.613	168.028	.287593	.0000
273.00	1.5315	.000	.000	461.198	170.234	.287597	.0000
274.00	1.5631	.000	.000	463.840	172.511	.287601	.0000
275.00	1.5959	.000	.000	466.541	174.860	.287606	.0000
276.00	1.6299	.000	.000	469.303	177.286	.287610	.0000
277.00	1.6654	.000	.000	472.127	179.790	.287615	.0000
278.00	1.7022	.000	.000	475.014	182.376	.287620	.0000
279.00	1.7406	.000	.000	477.966	185.047	.287625	.0000
280.00	1.7805	.000	.000	480.985	187.806	.287630	.0000
281.00	1.8221	.000	.000	484.072	190.658	.287636	.0000
282.00	1.8653	.000	.000	487.229	193.605	.287641	.0000
283.00	1.9105	.000	.000	490.458	196.651	.287647	.0000
284.00	1.9575	.000	.000	493.760	199.801	.287653	.0000
285.00	2.0065	.000	.000	497.138	203.059	.287659	.0000
286.00	2.0576	.000	.000	500.593	206.429	.287666	.0000
287.00	2.1110	.000	.000	504.126	209.916	.287673	.0000
288.00	2.1667	.000	.000	507.741	213.525	.287680	.0000
289.00	2.2248	.000	.000	511.439	217.261	.287687	.0000
290.00	2.2856	.000	.000	515.222	221.130	.287695	.0000
291.00	2.3491	.000	.000	519.093	225.137	.287703	.0000
292.00	2.4155	.000	.000	523.053	229.288	.287711	.0000
293.00	2.4850	.000	.000	527.106	233.591	.287720	.0000
294.00	2.5576	.000	.000	531.252	238.050	.287729	.0000
295.00	2.6337	.000	.000	535.495	242.674	.287739	.0000
296.00	2.7134	.000	.000	539.837	247.470	.287748	.0000
297.00	2.7969	.000	.000	544.281	252.445	.287759	.0000
298.00	2.8845	.000	.000	548.829	257.608	.287769	.0000
299.00	2.9763	.000	.000	553.484	262.967	.287781	.0000
300.00	3.0726	.000	.000	558.248	268.532	.287792	.0000
301.00	3.1738	.000	.000	563.125	274.312	.287805	.0000
302.00	3.2800	.000	.000	568.116	280.317	.287817	.0000
303.00	3.3915	.000	.000	573.226	286.558	.287831	.0000
304.00	3.5088	.000	.000	578.456	293.045	.287845	.0000
305.00	3.6322	.000	.000	583.810	299.790	.287859	.0000
306.00	3.7620	.000	.000	589.291	306.807	.287875	.0000
307.00	3.8986	.000	.000	594.902	314.107	.287891	.0000
308.00	4.0425	.000	.000	600.645	321.704	.287907	.0000
309.00	4.1941	.000	.000	606.524	329.613	.287925	.0000
310.00	4.3538	.000	.000	612.542	337.849	.287944	.0000
311.00	4.5223	.000	.000	618.701	346.427	.287963	.0000
312.00	4.7001	.000	.000	625.006	355.364	.287983	.0000
313.00	4.8877	.000	.000	631.458	364.677	.288005	.0000
314.00	5.0858	.000	.000	638.060	374.384	.288027	.0000
315.00	5.2950	.000	.000	644.816	384.505	.288051	.0000
316.00	5.5161	.000	.000	651.727	395.057	.288075	.0000
317.00	5.7499	.000	.000	658.797	406.064	.288101	.0000
318.00	5.9970	.000	.000	666.027	417.544	.288129	.0000
319.00	6.2584	.000	.000	673.420	429.521	.288157	.0000
320.00	6.5349	.000	.000	680.977	442.016	.288188	.0000
321.00	6.8275	.000	.000	688.699	455.054	.288219	.0000
322.00	7.1373	.000	.000	696.588	468.657	.288253	.0000
323.00	7.4651	.000	.000	704.644	482.850	.288288	.0000
324.00	7.8122	.000	.000	712.867	497.658	.288325	.0000
325.00	8.1796	.000	.000	721.256	513.104	.288364	.0000
326.00	8.5685	.000	.000	729.809	529.212	.288405	.0000
327.00	8.9801	.000	.000	738.524	546.007	.288448	.0000
328.00	9.4156	.000	.000	747.397	563.511	.288493	.0000
329.00	9.8762	.000	.000	756.424	581.745	.288541	.0000

330.00	10.363	.000	.000	765.599	600.729	.288591	.0000
331.00	10.878	.000	.000	774.913	620.479	.288643	.0000
332.00	11.421	.000	.000	784.359	641.009	.288698	.0000
333.00	11.993	.000	.000	793.925	662.327	.288756	.0000
334.00	12.596	.000	.000	803.597	684.440	.288816	.0000
335.00	13.231	.000	.000	813.361	707.343	.288879	.0000
336.00	13.897	.000	.000	823.197	731.029	.288945	.0000
337.00	14.596	.000	.000	833.086	755.477	.289013	.0000
338.00	15.326	.000	.000	843.002	780.658	.289084	.0000
339.00	16.088	.000	.000	852.919	806.531	.289158	.0000
340.00	16.880	.000	.000	862.805	833.040	.289234	.0000
341.00	17.700	.000	.000	872.626	860.113	.289313	.0000
342.00	18.547	.000	.000	882.343	887.659	.289394	.0000
343.00	19.418	.000	.000	891.913	915.570	.289476	.0000
344.00	20.307	.000	.000	901.290	943.716	.289560	.0000
345.00	21.210	.000	.000	910.424	971.942	.289644	.0000
346.00	22.121	.000	.000	919.260	1000.074	.289729	.0000
347.00	23.033	.000	.000	927.740	1027.910	.289814	.0000
348.00	23.938	.000	.000	935.804	1055.228	.289898	.0000
349.00	24.826	.000	.000	943.388	1081.783	.289980	.0000
350.00	25.686	.000	.000	950.429	1107.313	.290059	.0000
351.00	26.509	.000	.000	956.862	1131.542	.290135	.0000
352.00	27.282	.000	.000	962.624	1154.181	.290206	.0000
353.00	27.993	.000	.000	967.652	1174.942	.290271	.0000
354.00	28.631	.000	.000	971.890	1193.541	.290330	.0000
355.00	29.184	.000	.000	975.285	1209.707	.290381	.0000
356.00	29.641	.000	.000	977.790	1223.191	.290424	.0000
357.00	29.994	.000	.000	979.369	1233.776	.290458	.0000
358.00	30.235	.000	.000	979.994	1241.286	.290481	.0000
359.00	30.359	.000	.000	979.647	1245.591	.290495	.0000
360.00	30.363	.000	.000	978.321	1246.612	.290498	.0000
361.00	30.247	.000	.000	976.023	1244.329	.290490	.0000
370.00	25.057	.027	.000	927.042	1110.881	.290032	.0097
371.00	25.171	.054	.000	955.494	1139.698	.290003	.0508
372.00	25.749	.075	.000	1003.989	1192.756	.289995	.1153
373.00	26.605	.091	.000	1066.763	1258.745	.289998	.1982
374.00	27.598	.103	.000	1139.128	1329.199	.290005	.2955
375.00	28.616	.112	.000	1217.109	1397.699	.290012	.4036
376.00	29.576	.118	.000	1297.384	1459.592	.290013	.5190
377.00	30.417	.121	.000	1377.254	1511.756	.290009	.6389
378.00	31.099	.122	.000	1454.592	1552.359	.289998	.7604
379.00	31.600	.120	.000	1527.789	1580.612	.289980	.8812
380.00	31.911	.116	.000	1595.681	1596.526	.289955	.9992
381.00	32.033	.111	.000	1657.488	1600.701	.289923	1.1129
382.00	31.975	.105	.000	1712.743	1594.126	.289886	1.2208
383.00	31.751	.098	.000	1761.238	1578.034	.289844	1.3220
384.00	31.379	.090	.000	1802.970	1553.775	.289797	1.4158
385.00	30.877	.082	.000	1838.098	1522.730	.289747	1.5017
386.00	30.266	.074	.000	1866.900	1486.236	.289694	1.5797
387.00	29.565	.066	.000	1889.747	1445.541	.289639	1.6498
388.00	28.792	.059	.000	1907.068	1401.781	.289583	1.7122
389.00	27.965	.051	.000	1919.333	1355.957	.289526	1.7672
390.00	27.099	.045	.000	1927.029	1308.938	.289468	1.8152
391.00	26.208	.039	.000	1930.648	1261.454	.289410	1.8569
392.00	25.304	.033	.000	1930.672	1214.110	.289352	1.8928
393.00	24.398	.028	.000	1927.568	1167.392	.289295	1.9233
394.00	23.497	.024	.000	1921.773	1121.682	.289239	1.9492
395.00	22.610	.020	.000	1913.697	1077.275	.289184	1.9709

224 Anexe

396.00	21.741	.016	.000	1903.715	1034.378	.289131	1.9891
397.00	20.895	.014	.000	1892.166	993.141	.289079	2.0041
398.00	20.075	.011	.000	1879.354	953.651	.289029	2.0164
399.00	19.284	.009	.000	1865.548	915.955	.288980	2.0265
400.00	18.523	.007	.000	1850.983	880.065	.288933	2.0346
401.00	17.793	.006	.000	1835.860	845.964	.288888	2.0412
402.00	17.094	.005	.000	1820.353	813.612	.288845	2.0465
403.00	16.427	.004	.000	1804.608	782.957	.288804	2.0506
404.00	15.790	.003	.000	1788.745	753.933	.288764	2.0539
405.00	15.184	.002	.000	1772.865	726.471	.288726	2.0565
406.00	14.606	.002	.000	1757.049	700.493	.288689	2.0585
407.00	14.057	.001	.000	1741.362	675.923	.288655	2.0601
408.00	13.536	.001	.000	1725.855	652.684	.288621	2.0613
409.00	13.039	.001	.000	1710.567	630.697	.288589	2.0622
410.00	12.568	.000	.000	1695.459	609.870	.288559	2.0626
411.00	12.117	.000	.000	1680.331	590.088	.288530	2.0626
412.00	11.689	.000	.000	1665.580	571.374	.288502	2.0626
413.00	11.283	.000	.000	1651.193	553.654	.288475	2.0626
414.00	10.898	.000	.000	1637.160	536.864	.288450	2.0626
415.00	10.532	.000	.000	1623.469	520.942	.288426	2.0626
416.00	10.183	.000	.000	1610.110	505.831	.288402	2.0626
417.00	9.8520	.000	.000	1597.073	491.479	.288380	2.0626
418.00	9.5367	.000	.000	1584.348	477.839	.288359	2.0626
419.00	9.2364	.000	.000	1571.926	464.865	.288339	2.0626
420.00	8.9504	.000	.000	1559.798	452.516	.288319	2.0626
421.00	8.6778	.000	.000	1547.955	440.754	.288301	2.0626
422.00	8.4179	.000	.000	1536.389	429.544	.288283	2.0626
423.00	8.1699	.000	.000	1525.091	418.852	.288266	2.0626
424.00	7.9332	.000	.000	1514.055	408.648	.288250	2.0626
425.00	7.7072	.000	.000	1503.272	398.904	.288234	2.0626
426.00	7.4913	.000	.000	1492.736	389.593	.288219	2.0626
427.00	7.2849	.000	.000	1482.439	380.691	.288204	2.0626
428.00	7.0876	.000	.000	1472.375	372.175	.288191	2.0626
429.00	6.8988	.000	.000	1462.538	364.023	.288177	2.0626
430.00	6.7182	.000	.000	1452.922	356.216	.288164	2.0626
431.00	6.5452	.000	.000	1443.520	348.735	.288152	2.0626
432.00	6.3795	.000	.000	1434.326	341.562	.288140	2.0626
433.00	6.2208	.000	.000	1425.335	334.682	.288129	2.0626
434.00	6.0686	.000	.000	1416.543	328.079	.288118	2.0626
435.00	5.9227	.000	.000	1407.943	321.740	.288107	2.0626
436.00	5.7827	.000	.000	1399.530	315.650	.288097	2.0626
437.00	5.6483	.000	.000	1391.300	309.797	.288088	2.0626
438.00	5.5193	.000	.000	1383.249	304.170	.288078	2.0626
439.00	5.3954	.000	.000	1375.371	298.758	.288069	2.0626
440.00	5.2764	.000	.000	1367.662	293.550	.288060	2.0626
441.00	5.1620	.000	.000	1360.118	288.536	.288052	2.0626
442.00	5.0520	.000	.000	1352.735	283.708	.288044	2.0626
443.00	4.9462	.000	.000	1345.510	279.056	.288036	2.0626
444.00	4.8445	.000	.000	1338.437	274.574	.288029	2.0626
445.00	4.7465	.000	.000	1331.514	270.252	.288021	2.0626
446.00	4.6523	.000	.000	1324.736	266.084	.288014	2.0626
447.00	4.5615	.000	.000	1318.102	262.063	.288007	2.0626
448.00	4.4740	.000	.000	1311.606	258.182	.288001	2.0626
449.00	4.3898	.000	.000	1305.246	254.436	.287994	2.0626
450.00	4.3085	.000	.000	1299.019	250.819	.287988	2.0626
451.00	4.2303	.000	.000	1292.921	247.325	.287982	2.0626
452.00	4.1548	.000	.000	1286.950	243.949	.287977	2.0626
453.00	4.0819	.000	.000	1281.103	240.686	.287971	2.0626

454.00	4.0117	.000	.000	1275.376	237.533	.287966	2.0626
455.00	3.9438	.000	.000	1269.768	234.483	.287961	2.0626
456.00	3.8784	.000	.000	1264.275	231.533	.287956	2.0626
457.00	3.8152	.000	.000	1258.896	228.680	.287951	2.0626
458.00	3.7541	.000	.000	1253.627	225.918	.287946	2.0626
459.00	3.6952	.000	.000	1248.466	223.246	.287942	2.0626
460.00	3.6382	.000	.000	1243.411	220.659	.287937	2.0626
461.00	3.5831	.000	.000	1238.460	218.154	.287933	2.0626
462.00	3.5299	.000	.000	1233.610	215.729	.287929	2.0626
463.00	3.4785	.000	.000	1228.859	213.379	.287925	2.0626
464.00	3.4287	.000	.000	1224.205	211.103	.287921	2.0626
465.00	3.3806	.000	.000	1219.646	208.898	.287917	2.0626
466.00	3.3341	.000	.000	1215.181	206.761	.287913	2.0626
467.00	3.2890	.000	.000	1210.806	204.690	.287910	2.0626
468.00	3.2455	.000	.000	1206.521	202.682	.287907	2.0626
469.00	3.2033	.000	.000	1202.323	200.736	.287903	2.0626
470.00	3.1625	.000	.000	1198.211	198.849	.287900	2.0626
471.00	3.1230	.000	.000	1194.183	197.019	.287897	2.0626
472.00	3.0847	.000	.000	1190.238	195.244	.287894	2.0626
473.00	3.0477	.000	.000	1186.373	193.523	.287891	2.0626
474.00	3.0118	.000	.000	1182.587	191.854	.287888	2.0626
475.00	2.9771	.000	.000	1178.879	190.235	.287885	2.0626
476.00	2.9434	.000	.000	1175.246	188.664	.287883	2.0626
477.00	2.9109	.000	.000	1171.689	187.140	.287880	2.0626
478.00	2.8793	.000	.000	1168.204	185.661	.287878	2.0626
479.00	2.8487	.000	.000	1164.792	184.227	.287875	2.0626
480.00	2.8190	.000	.000	1161.450	182.835	.287873	2.0626
480.00	2.8190			1161.450			
485.00	2.6627			1142.078			
490.00	2.5344			1124.371			
495.00	2.4216			1107.974			
500.00	2.3227			1092.847			
505.00	2.2345			1078.707			
510.00	2.1541			1065.301			
515.00	2.0781			1052.285			
520.00	2.0039			1039.348			
525.00	1.9306			1026.379			
530.00	1.8575			1013.277			
535.00	1.7855			1000.140			
540.00	1.7155			987.073			
545.00	1.6468			974.005			
550.00	1.5793			960.886			
555.00	1.5147			947.961			
560.00	1.4543			935.470			
565.00	1.3994			923.627			
570.00	1.3509			912.633			
575.00	1.3088			902.551			
580.00	1.2730			893.434			
585.00	1.2436			885.320			
590.00	1.2204			878.229			
595.00	1.2031			872.144			
600.00	1.1915			867.029			
605.00	1.1850			862.819			
610.00	1.1834			859.437			
615.00	1.1860			856.788			
620.00	1.1926			854.775			
625.00	1.2027			853.296			
630.00	1.2158			852.245			

226 Anexe

635.00	1.2315	851.519
640.00	1.2493	851.002
645.00	1.2687	850.584
650.00	1.2892	850.131
655.00	1.3100	849.505
660.00	1.3305	848.540
665.00	1.3492	847.008
670.00	1.3647	844.633
675.00	1.3773	841.422
680.00	1.3880	837.448
685.00	1.3980	832.802
690.00	1.4103	827.768
695.00	1.4173	821.151
696.00	1.4184	819.495
697.00	1.4176	817.704
698.00	1.4161	815.774
699.00	1.4138	813.697
700.00	1.4047	810.634
701.00	1.3956	807.533
702.00	1.3849	804.159
703.00	1.3734	800.636
704.00	1.3610	796.959
705.00	1.3478	793.126
706.00	1.3338	789.133
707.00	1.3189	784.981
708.00	1.3031	780.670
709.00	1.2865	776.202
710.00	1.2690	771.581
711.00	1.2502	766.739
712.00	1.2298	761.613
713.00	1.2078	756.230
714.00	1.1845	750.622
715.00	1.1602	744.826
716.00	1.1352	738.887
717.00	1.1097	732.853
718.00	1.0842	726.783
719.00	1.0589	720.741
720.00	1.0343	714.809
721.00	1.0108	709.034
722.00	.98957	703.671
723.00	.97566	699.615
724.00	.96003	695.281
725.00	.94576	691.219
726.00	.94010	689.141
727.00	.93401	687.196
728.00	.92768	685.400
729.00	.92113	683.760
730.00	.91441	682.276
731.00	.90786	681.019
732.00	.90187	680.059
733.00	.89632	679.360
734.00	.89118	678.899
735.00	.88641	678.655
736.00	.88199	678.606
737.00	.87789	678.734
738.00	.85609	664.027
739.00	.83629	649.095
740.00	.81812	634.208

741.00	.80132	619.556
742.00	.78571	605.280
743.00	.77113	591.464
744.00	.75749	578.164
745.00	.74469	565.418
746.00	.73267	553.243
747.00	.72137	541.647
748.00	.71073	530.628
749.00	.70072	520.174
750.00	.69128	510.272
751.00	.67996	500.300
752.00	.66957	491.017
753.00	.65968	482.262
754.00	.65030	474.033
755.00	.64140	466.299
756.00	.63295	459.028
757.00	.62493	452.191
758.00	.61731	445.759
759.00	.61008	439.706
760.00	.60321	434.006
765.00	.57226	409.951
770.00	.54675	391.982
775.00	.52558	378.218
780.00	.50816	367.542
785.00	.49373	359.170
790.00	.48173	352.547
795.00	.47198	347.305
800.00	.46430	343.173
805.00	.45859	339.956
810.00	.45475	337.508
815.00	.45263	335.708
820.00	.45211	334.459
825.00	.45311	333.688
830.00	.45554	333.333
835.00	.45936	333.346
840.00	.46452	333.684
845.00	.47096	334.311
850.00	.47864	335.195
855.00	.48757	336.315
860.00	.49778	337.654
865.00	.50923	339.191
870.00	.52190	340.908
875.00	.53567	342.781
880.00	.55043	344.790
885.00	.56620	346.934
890.00	.58303	349.215
895.00	.60071	351.616
900.00	.61907	354.131
905.00	.63778	356.747
910.00	.65655	359.463
915.00	.67548	362.313
920.00	.69470	365.331
925.00	.71481	368.580
930.00	.73646	372.119
935.00	.76039	376.010

VERIF. NOXE

CAPELEC

CLIENT: MERCEDES 034T
 Vehicul: B-41656
 Nr inmatriculare: B-41656
 -Kilometrii:
 Notes:
 13/02/2008 09:48:39

OPACINETRU
 CAP3200 Copyright CAPELEC
 VERIFICARE OPACITATE
 Serie nr.: 00510

TURBO DIESEL
 Limita OPACITATE: 3.00 /n
 Temperatura ulei: 79(°C)

Proba nr.	RAL (rpm)	Resul. (rpm)	Tbaza (s)	K (/n)
1	560	1690	0.38	

REZULTAT: ~~0.38~~ **0.44**

VERIF. NOXE

CAPELEC

CLIENT: MERCEDES 034T
 Vehicul: B-41656
 Nr inmatriculare: B-41656
 -Kilometrii:
 Notes:
 11/02/2008 11:46:13

OPACINETRU
 CAP3200 Copyright CAPELEC
 VERIFICARE OPACITATE
 Serie nr.: 00510

TURBO DIESEL
 Limita OPACITATE: 3.00 /n
 Temperatura ulei: 72(°C)

Proba nr.	RAL (rpm)	Resul. (rpm)	Tbaza (s)	K (/n)
1	560	1680		

REZULTAT: ~~0.31~~ **0.31**

B-41656.

CAPELEC

CLIENT:
 Vehicul:
 Nr inmatriculare:
 -Kilometrii:
 Notes:
 07/02/2008 10:49:43

OPACINETRU
 CAP3200 Copyright CAPELEC
 VERIFICARE OPACITATE
 Serie nr.: 00510

TURBO DIESEL
 Limita OPACITATE: 3.00 /n
 Temperatura ulei: 84(°C)

Proba nr.	RAL (rpm)	Resul. (rpm)	Tbaza (s)	K (/n)
1	560	1680	0.76	0.23

VERIF. NOXE

CAPELEC

CLIENT: MERCEDES 034T
 Vehicul: B-41656
 Nr inmatriculare: B-41656
 -Kilometrii:
 Notes:
 18/02/2008 08:43:32

OPACINETRU
 CAP3200 Copyright CAPELEC
 VERIFICARE OPACITATE
 Serie nr.: 00510

DIESEL NORMAL
 Limita OPACITATE: 2.50 /n
 Temperatura ulei: 80(°C)

Proba nr.	RAL (rpm)	Resul. (rpm)	Tbaza (s)	K (/n)
1	560	1690	0.76	0.38

REZULTAT: ~~0.38~~ **0.38**

VERIF. NOXE

CAPELEC

CLIENT: MERCEDES 034T
 Vehicul: B-41656
 Nr inmatriculare: B-41656
 -Kilometrii:
 Notes:
 15/02/2008 11:20:36

OPACINETRU
 CAP3200 Copyright CAPELEC
 VERIFICARE OPACITATE
 Serie nr.: 00510

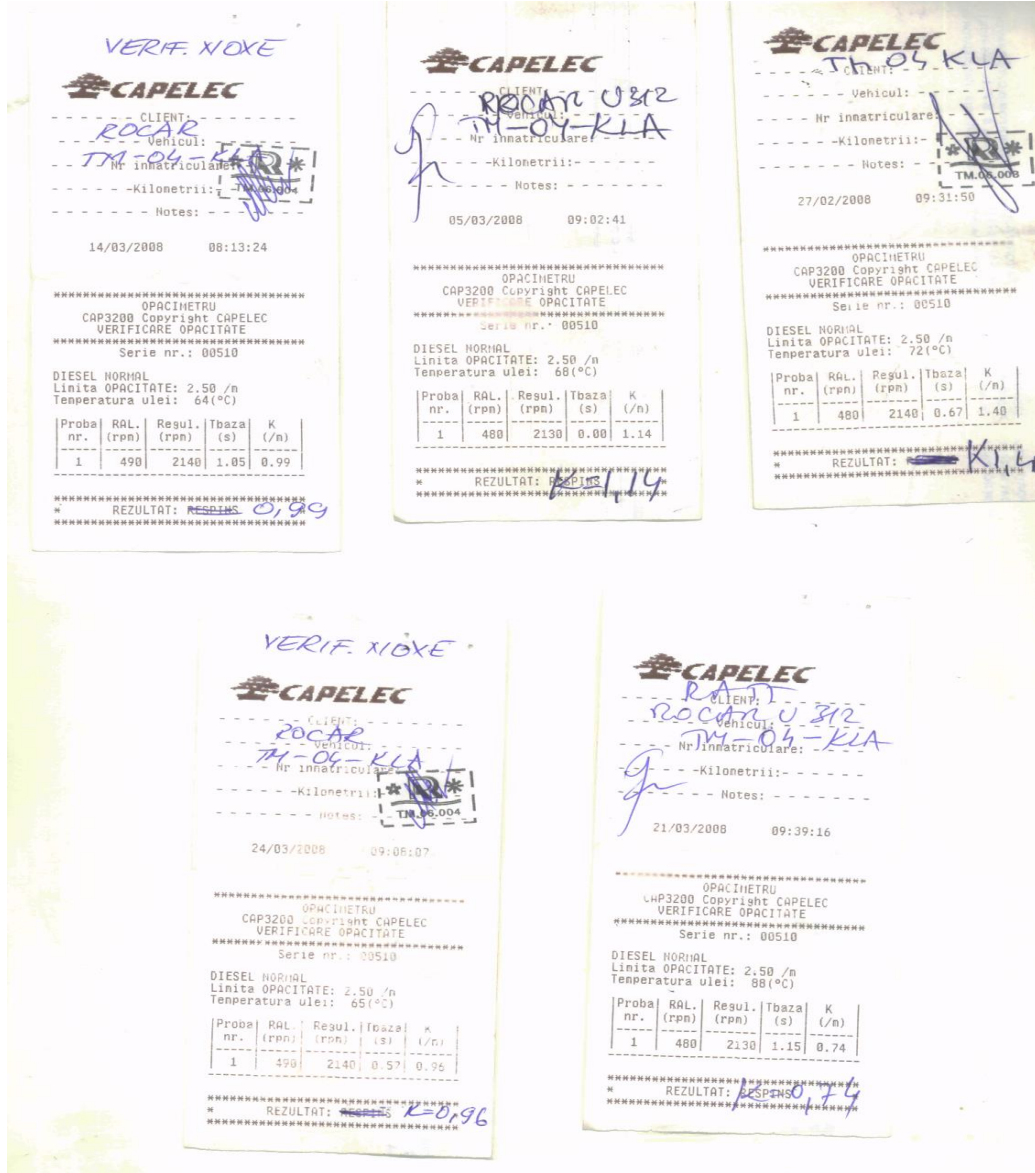
TURBO DIESEL
 Limita OPACITATE: 3.00 /n
 Temperatura ulei: 63(°C)

Proba nr.	RAL (rpm)	Resul. (rpm)	Tbaza (s)	K (/n)
1	570	1720	0.38	0.26

REZULTAT: ~~0.26~~ **0.26**

Anexa 12.

Anexa13.



RESEARCHES REGARDING THE EFFECTS OF THE ADJUSTMENTS PERFORMED BETWEEN THE TECHNICAL INSPECTIONS ON THE TECHNICAL AND FUNCTIONAL PERFORMANCES AND ON THE LEVEL OF EMISSIONS FOR URBAN ROAD VEHICLES

ABSTRACT

The paper is describing the importance of the issue regarding the pollution due to public transport means with average power diesel engines in urban agglomeration.

It is mentioned also the last minute solution put into practice in Timisoara and there are given information regarding the traction type used for example in case of the trolley buses mark Skoda which are equipped also with internal combustion engines type Iveco besides the power supply from the urban power network, the mixed traction being used in case of damage.

There are given pertinent information regarding the non conventional fuels that will reach fast the alternative fuel market. There are being updated information regarding the current stage of the researches concerning the genesis and control of emissions for heavy urban vehicles. There are being revised the pollutants produced by internal combustion engines used in road transports. It refers to non legislated emissions, emphasizing that generally the compression ignition engines emit less low hydrocarbons than m.a.s. with catalyzer with some notable exceptions: ethylene, propylene and elbuten that are known as having an important role in forming the ozone on the ground. There are presented the advantages of compression ignition engines in comparison with m.a.s. and it is presented the genesis of the smoke which it interests especially.

Moreover, there are revised the effects of the functional regime of injection, engine's constructive features, characteristics of the fuel, the technical status of the engine and it is dwelt on the issue regarding the buses which constitutes in fact the fundamental object of the paper. The studies regarding the potential of reducing the emissions are presented also in connection with the results obtained by Swedish specialists, French Institute in oil field by Chevron company and the researches

performed in Romania respectively by B.M.W and Shell, and also some empirical relations for assessing the emissions.

The diesel engine with electronic control is of great interest in nowadays, and that's why there are presented information regarding this issue.

As far as the passive methods for reducing the emission caused by compression ignition engines used in transports are concerned, there are revised mainly the data that aim at the particle filters with their constructive types, the regeneration procedures of the filters with catalytic regeneration, including with aerodynamic regeneration.

It is inventoried the trade features of the heavy road transport and the emissions transmitted in the atmosphere in the European countries.

There are being analyzed European regulation strategies and norms, strategies linked to non conventional fuels such as biomass and biofuel introduced recently also on the Romanian fuel market. It is analyzed the passenger road transport, passenger international airline transport and sea transport that used mostly internal combustion engines and presented in connection with the railway transport.

A special attention is given to CO₂ genesis in transports, the current issue, taking into consideration the climatic changes registered nowadays.

Although there is a severe tendency, also in case of diesel fuel, to be forbidden the existence of the sulphur in it, which produces sulphur oxides, it is given full attention also to their content and to the norms imposed by Eurostat. As originality, there are determined the emission factors which constitute a problem for traffic organization, there are given data regarding the calculation of the marginal expenses of the noise, being revised the results obtained in the field internationally.

There are presented the methods and means for determining the evolution in time of the polluting performances of internal combustion engines that endowed the heavy urban vehicles. There are exposed the measuring cycles of the pollutive emissions, being developed a method of forming the testing cycles in which 5 representative cycles of measuring pollutive emissions are being built, the function of motor vehicle destination presenting in the same time techniques and advantages of the filtration method of proportional distribution method enforcement, cycle for urban itinerary and for road itinerary respectively for mountain roads, modernized roads and then developing the problematic of urban bus with its pollutive emissions in transitory regimes with exposing the dynamometer test stand, with measuring techniques of the particles and with some data regarding the smoke-particle equivalency in correlation to the smoke units Bosch using the Mira method respectively the Hartrige smoke correlation.

There are being interpreted the equivalency curves and there are performed several tests and measuring by means of Super Tech device. The Super Tech device is analyzed as a construction, as an operating principle and there are given results of the fuel consumption and emission evolution according to the kilometers.

An original contribution is the fuel treatment MPG-Cap, constituting the first trial of this kind in the technical literature.

It is drawn a conclusion on the results obtained by the author and foreign researchers like those from Ukraine and Australia.

There are exposed the experimental researches regarding the evolution of the emission produced by the heavy urban motor vehicles and according to the adjustments, the exploitation conditions, fuels and lubricants.

It is being researched and given information about fuels of oil original and non conventional fuels used in diesel engines, presenting the fossil fuel reserves, fuel stocks, the influence of the fuel and the efficiency on the CO₂ emissions for a diesel motor.

The CO₂ global emission depending of course on the fuel and its carbon content is also studied and comparisons are being made with combustion cells with using the effects of using the synthetic diesel fuel obtained by Fischer-Tropsch procedure.

There are being compared the results of using the alternative fuels, including the methanol for various types of engines, ways for reducing the CO₂ emissions. Therefore we have a path from the primary energy resources to the user in case of internal combustion engines, electric engine and traction hybrid system.

Taking into consideration the importance of the combustion chamber, there are being presented performance chambers and some information is given in this respective. It is signaled the effect of the air and charge surplus on performances regarding CO and NO_x specific emissions, influences of revolution injection, temperature of cooling water, effects of combustion chamber and filling.

There are assessed energetic and polluting performances for compression ignition engines with heavy urban traction.

Moreover, there are interpreted the calculation data with experimental data for the evolution of the smoke emission in case of heavy urban motor vehicles with diesel engines.

Personal contributions

1. The paper is dealing with the issue regarding the pollution caused by heavy urban transport, especially buses, being the first paper in Romanian specialized literature in this field.

2. Starting from and using data from the specialized literature, beginning with information from American, Swedish, German, Hungarian specialized literature until the Australian specialized literature, all this information are being systematized in an original way.

3. It is presented the emission measuring apparatus for diesel engines from specialized literature and the measuring equipment that the paper's author had at his disposal.

4. An important original contribution is the application for the first time of Super-tech system, which is an immersion device for reducing the pollutive emissions and for energetic economy of vehicles using HC, registered with title "Industrial invention license" no RM98A000501 with extension no PCT/IT99/00237 being manufactured in Canada at international level.

5. There have been performed studies on original details, and in premiere for fuel treatments MPG-Cap (tablets) formed of 100% organic composites meant for internal combustion engines.

These treatments create a catalectic covering of nanometric thickness on the combustion chamber walls, on valves, head of piston and sparking plugs, and provides a real economy of fuel with significant emission reduction.

6. It has been followed the evolution after kilometers of the kinetic factor Km for smoke measuring procedure in Hartrige system performed by the author for Raba engine and there were performed measuring for Rocar and Mercedes buses.

7. There have been interpreted the stand results taken after 21 which have been judiciously interpreted, the engine operating according to revolution external characteristic.

8. For Mercedes engine there have been made pertinent appreciations, for its operation in traction regime on speed characteristic.

9. Using the data obtained at the stand, it has been calculated by means of Mira procedure, the smoke emission (particles) in gramific units [g/m³], being presented intuitively in tables and graphics.

10. Very important for the pollution control in large cities is the determination of the fact if Raba and Rocar buses overpass today the levels specified in the norms, only the Mercedes buses being in this category.