

**UNIVERSITATEA POLITEHNICA  
TMIȘOARA  
Facultatea de Mecanică**

**ing. ILEANA NEGREA**

**CERCETĂRI PRIVIND IMPACTUL  
SISTEMELOR DE TRANSPORT ASUPRA  
MEDIULUI**

**Conducător științific:  
Prof.univ.dr.ing. IOAN NICOARĂ**

**2009**

## CUPRINS

|                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Introducere</b> .....                                                                                                      | 5  |
| <b>1. Cercetări actuale privind impactul sistemelor de transport asupra mediului</b> .....                                    | 9  |
| 1.1 Influența transportului rutier asupra mediului .....                                                                      | 10 |
| 1.1.1 Legătura între ecologie și poluare .....                                                                                | 10 |
| 1.1.2 Transporturile rutiere, natura și efectele emisiilor produse de motoarele cu ardere internă .....                       | 10 |
| 1.1.3 Particularități ale influenței emisiilor din trafic, asupra mediului .....                                              | 12 |
| 1.2 Analiza critică privind cercetările referitoare la caracteristicile constructiv-funcționale ale m.a.c. de tracțiune ..... | 19 |
| 1.2.1 Obiective generale .....                                                                                                | 19 |
| 1.2.2 Influența factorului uman .....                                                                                         | 27 |
| 1.2.3 Cauze care determină efectul de seră .....                                                                              | 27 |
| 1.3 Concluzii .....                                                                                                           | 28 |
| <b>2. Poluarea aerului. Metode și tehnici de evaluare a poluării provocate de motoarele cu ardere internă</b> .....           | 30 |
| 2.1. Particulele emise de motoare .....                                                                                       | 31 |
| 2.2. Instalații de măsurare a noxelor .....                                                                                   | 34 |
| 2.2.1 Principii privind procedeele de analiză a gazelor .....                                                                 | 34 |
| 2.2.1.1 Măsurarea concentrației gazelor după metoda conductivității termice .....                                             | 34 |
| 2.2.1.2 Măsurarea concentrației gazelor după metoda arderii suplimentare .....                                                | 37 |
| 2.2.1.3 Măsurarea magnetică a concentrației oxigenului .....                                                                  | 38 |
| 2.2.1.4 Cromatografia cu gaze .....                                                                                           | 39 |
| 2.2.1.5 Analiza gazelor prin absorbție în infraroșu .....                                                                     | 40 |
| 2.2.1.6 Spectroscopia de masă.....                                                                                            | 42 |
| 2.2.1.7 Analiza prin chemiluminiscentă .....                                                                                  | 42 |
| 2.2.1.8 Metode colorimetrice de analiză.....                                                                                  | 43 |
| 2.2.1.9 Evaluarea mirosului gazelor de eșapament.....                                                                         | 45 |
| 2.3 Norme de măsurare a fumului .....                                                                                         | 46 |
| 2.3.1 Regulamente din Europa .....                                                                                            | 46 |
| 2.3.2 Regulamente și legi din România .....                                                                                   | 49 |
| 2.4 Metoda MIRA pentru echivalarea opacitate-gravifică a fumului emis de motoare diesel .....                                 | 58 |
| 2.4.1 Echivalența fum-particule .....                                                                                         | 58 |
| 2.4.2 Corelații cu unitățile de fum Bosch .....                                                                               | 58 |
| 2.4.3 Corelația cu unitățile de fum Hartridge .....                                                                           | 61 |
| 2.4.4 Experimente numerice privind evaluarea gravifică a fumului după măsurările specifice inspecției tehnice periodice ..... | 63 |
| 2.4.5 Prezentarea autovehiculelor supuse măsurărilor și a valorilor măsurate .....                                            | 64 |

|                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2.4.6 Prelucrarea datelor experimentale .....                                  | 69  |
| 2.4.7 Diagnosticarea noxelor la bordul autovehiculului (OBD).....              | 71  |
| 2.5 Concluzii .....                                                            | 73  |
| <b>3. Evaluarea termodinamică a unui motor cu ardere internă.</b>              |     |
| <b>Calculul dioxidului de carbon și utilizarea combustibililor</b>             |     |
| <b>neconvenționali</b> .....                                                   | 75  |
| 3.1 Determinarea prin calcul a ciclului real de funcționare. Aspecte privind   |     |
| poluarea chimică și fonică. Experimente ale motorului cu ardere internă .....  | 76  |
| 3.1.1 Procedeele de calcul .....                                               | 76  |
| 3.1.2 Rezultate obținute la calculul termodinamic al unui motor diesel .....   | 82  |
| 3.1.3 Interpretarea critică, în juxtapunere, a datelor de calcul cu datele     |     |
| experimentale obținute pentru motorul diesel Lombardini 3LD510 .....           | 91  |
| 3.2 Standul de încercare, rezultate ale măsurărilor și calculul coeficientului |     |
| excesului de aer, pe baza noxelor măsurate în cazul motorului cu aprindere     |     |
| prin scânteie .....                                                            | 94  |
| 3.2.1 Standul de testare a motorului .....                                     | 94  |
| 3.2.2 Rezultatele măsurărilor de stand .....                                   | 99  |
| 3.2.3 Calculul coeficientului excesului de aer, pe baza noxelor măsurate       |     |
| în cazul motorului cu aprindere prin scânteie .....                            | 102 |
| 3.2.4 Calculul dioxidului de carbon eşapat de către motorul cu                 |     |
| aprindere prin scânteie .....                                                  | 103 |
| 3.2.5 Zgomotele produse de către motoarele cu ardere internă .....             | 106 |
| 3.3 Concluzii .....                                                            | 112 |
| <b>4. Biocombustibilii cu utilizare în motoarele cu ardere internă</b> .....   | 114 |
| 4.1 Biocombustibili și combustibili neconvenționali .....                      | 115 |
| 4.1.1 Etanolul și ETBE .....                                                   | 116 |
| 4.1.2 Biodieselul și biogazul .....                                            | 119 |
| 4.1.3. Situația utilizării biocombustibililor pe plan național.....            | 124 |
| 4.1.4 Instituționalizarea activităților de producere și utilizare a            |     |
| biocarburanților .....                                                         | 125 |
| 4.1.5 Potențialul biocarburanților și cerințele viitoare .....                 | 127 |
| 4.2 Concluzii .....                                                            | 127 |
| <b>5. Evaluarea tehnico-economică și a impactului psihologic</b>               |     |
| <b>propriu poluării, în contextul transporturilor și al</b>                    |     |
| <b>managementului de mediu</b> .....                                           | 129 |
| 5.1 Implicații tehnico-economice și ecologice ale poluării, în contextul       |     |
| impactului psihologic al societății umane .....                                | 130 |
| 5.1.1. Aspecte tehnico-economice .....                                         | 130 |
| 5.1.2 Exergia și mediul, atitudinea psihologică a societății umane în          |     |
| complexitatea sa multidisciplinară, pentru controlul poluării .....            | 135 |
| 5.1.2.1 Mediul ambiant și exergia .....                                        | 135 |
| 5.1.2.2 Combaterea poluării prin atitudinea corectă a omului .....             | 135 |
| 5.1.3 Reducerea consumului de combustibil și a unor noxe pentru                |     |
| autoturismul echipat cu motor cu ardere internă, prin raționalizarea           |     |
| conducerii acestuia .....                                                      | 142 |

|                                                                                  |     |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.2 Concluzii .....                                                              | 146 |
| <b>6. Transporturile și mediul în corelație cu aspectele de management</b> ..... | 148 |
| 6.1 Transporturile și mediul .....                                               | 149 |
| 6.2 Aspecte privind managementul poluării .....                                  | 154 |
| 6.3 Concluzii.....                                                               | 155 |
| <b>7. Concluzii finale și contribuții personale</b> .....                        | 157 |
| 7.1 Concluzii finale .....                                                       | 158 |
| 7.2 Contribuții personale .....                                                  | 160 |
| <b>Bibliografie</b> .....                                                        | 162 |
| <b>Anexe</b> .....                                                               | 170 |

**INTRODUCERE**

Omul a încercat să cucerească natura și, în mare parte, a reușit, dar din păcate, natura nu s-a adaptat omului. El a influențat mediul natural în sensul dorit, pentru a-și asigura protecție, hrană, caldura. Dacă la început impactul a fost neglijabil, datorită numărului redus de indivizi și adaptării la mediu, treptat, efectele distructive asupra mediului s-au amplificat.

Poluarea naturală a existat pe pământ miliarde de ani, fiind un principal factor modelator al climei și reliefului. În această categorie pot intra erupțiile vulcanice, cutremurele, inundațiile, alunecările de teren, eroziunea solului etc. Poluării naturale îi este caracteristică reversibilitatea efectelor, păstrarea ciclurilor vitale biologice și biochimice, ceea ce permite refacerea naturii. Poluarea artificială este rezultatul activității omului.

Studiul poluării este deci o parte a ecologiei care evaluează și studiază perturbarea echilibrului biologic al ecosistemelor. Caracteristică poluării artificiale este interferența consecințelor activității omului cu acțiunea modelatoare a naturii.

Din secolul al XVIII-lea, industrializarea a intervenit din ce în ce mai puternic în mediul natural, deteriorându-l prin exploatarea resurselor naturale și prin prelucrarea lor prin diferite tehnici, prin intensificarea traficului și creșterea demografică.

Impactul omului asupra naturii s-a materializat prin:

- modificarea radicală a peisajului geografic prin lucrări de mari proporții, ca: bazine, lacuri de acumulare, îndiguiri, desecări, extracții
- exploatarea puternică a resurselor materiale, ale solului și ale subsolului, precum și a resurselor energetice
- modificarea climei în sensul aridizării ei, prin transformări negative în structura învelișului vegetal și în special prin defrișări
- schimbarea structurii ecosistemelor peste limitele de refacere a lor
- distrugerea a numeroase specii de plante și animale prin deteriorarea, schimbarea sau distrugerea ecosistemelor în care fuseseră adaptate
- schimbarea compoziției atmosferei, apelor, solului, prin deversări de diverse produse poluante
- alterarea fondului genetic natural al viețuitoarelor, în sensul scăderii capacității de adaptare, refacere și reproducere.

Sunt de mare pericolozitate ploile acide, extinderea deșerturilor, eutrofizarea apelor, efectul de seră (datorat în bună măsură arderii combustibililor), micșorarea stratului de ozon din stratosferă.

Un factor important în degradarea mediului îl constituie sistemele de transport și în primul rând transportul rutier.

Numărul mare de autovehicule echipate cu motoare cu ardere internă, (având în vedere principiile lor constructive și regimurile de mare variabilitate funcțională), sunt o sursă consistentă de poluare.

Lucrarea de față a apărut ca o necesitate practică odată cu creșterea îngrijorătoare a poluării mediului înconjurător, în ultimele decenii, ca rezultat al acțiunilor omului.

Teza este organizată în șapte capitole în care interferă informații din literatura internă și externă de specialitate, cu rezultatele unor cercetări originale.

În capitolul 1 „*Stadiul actual al cercetărilor în domeniul sistemelor de transport cu implicații asupra mediului*”, este prezentat stadiul actual al cercetărilor în domeniul transporturilor, cu implicații asupra mediului. Se redă ansamblul modificărilor defavorabile pe care le suportă mediul înconjurător, ca urmare a activităților societății omenești. Capitolul cuprinde o analiză amănunțită a emisiilor poluante, produse de autovehicule și cauzele care determină efectul de seră.

Capitolul 2 „*Poluarea aerului. Metode și tehnici de evaluare a poluării provocate de motoarele cu ardere internă*”, tratează metodele necesare pentru evaluarea cantitativă a diferitelor specii poluante, prezentând totodată și aparatura necesară acestor determinări. Sunt studiate motoarele diesel care emit particule prin fum, cu implicații asupra sănătății umane, făcându-se o comparație între acest tip de motoare (cu injecție directă sau indirectă) și motoarele cu aprindere prin scânteie, alimentate cu benzină.

Capitolul 3 „*Evaluarea termodinamică a unui motor cu ardere internă. Calculul dioxidului de carbon și utilizarea combustibililor neconvenționali*”, tratează pentru început determinarea prin calcul a diagramei indicate a motorului Lombardinni 3LD510, în coordonate (p- $\alpha$ ) și (p-v). Pe același motor sunt efectuate o serie de măsurători privind compoziția poluanți din gazele de ardere. Un alt aspect prezentat în acest capitol este cel al calculului coeficientului excesului de aer  $\lambda$ , pe baza noxelor măsurate, în cazul unui motor cu aprindere prin scânteie (TD 201). În ultima parte a capitolului se face calculul dioxidului de carbon eșapat de un motor din familia TD 200, cu aprindere prin scânteie și consumul de combustibil la 100 km.

Datele prezentate conferă informații recente, în legătură cu emisiile ce afectează calitatea aerului.

Capitolul 4 „*Biocombustibilii cu utilizare în motoarele cu ardere internă*”, redă o analiză a biocombustibililor, ca sursă alternativă de energie regenerabilă, prezentându-se avantajele asupra protejării mediului, ca rezultat al utilizării acestora într-o cantitate cât mai mare. La sfârșitul capitolului sunt arătate procesele și tehnologiile de obținere, din diverse materii organice, a bioetanolului, utilizat tot mai mult în Europa, ca sursă alternativă de producere a energiei.

Capitolul 5 „*Evaluarea tehnico-economică și a impactului psihologic propriu poluării, în contextul transporturilor și al managementului de mediu*”, aduce în atenție implicațiile tehnico-economice și ecologice ale poluării, evidențiind necesitatea utilizării pe viitor a automobilelor ecologice hibride, cu impact favorabil asupra societății umane și a mediului în general.

Capitolul 6 „*Transporturile și mediul în corelație cu aspectele de management*”, este destinat analizei interacțiunii dintre transporturi și mediu, având ca obiective protecția acestuia din urmă, prin reducerea emisiilor de gaze nocive și prin integrarea într-o abordare sistemică a dezvoltării socio-economice.

Capitolul 7 „*Concluzii finale și contribuții personale*”, prezintă concluziile generale și contribuțiile aduse în urma cercetărilor teoretice și experimentale, efectuate asupra motoarelor cu ardere internă, care stau la baza genezei a 14% din elementele poluante, eliberate în atmosferă.

## Introducere

---

\*  
\* \*

Doresc să exprim înalta mea apreciere și mulțumire conducătorului de doctorat domnul prof.dr.ing. Ioan NICOARĂ, pentru infinita înțelegere față de problemele cu care m-am confruntat și deosebitul sprijin acordat în mod nemijlocit, pe tot parcursul realizării prezentei lucrări.

Port sentimente de recunoștință, d-lui prof.dr.ing. Dănilă IORGA, pentru promptitudinea cu care mi-a venit în ajutor, în momentele dificile.

Am dorit să finalizez această lucrare în memoria prof.dr.ing.dr.h.c.Virgiliu Dan NEGREA, care în timpul vieții sale m-a încurajat și susținut în permanență.

Mulțumesc referenților științifici: domnului prof. univ. dr. ing. Vasile NĂSTĂSESCU, de la Academia Tehnică Militară București și domnului prof. univ. dr. ing. Marin BICĂ de la Universitatea Craiova, pentru revizuirea cu atenție și cu mult profesionalism a lucrării, oferindu-mi șansa de a o perfecționa.

Mulțumesc colegilor as.dr.ing.Adriana Tokar și șl.dr.ing. Daniel Ostoia, pentru prietenia și ajutorul dezinteresat, fără de care această teză nu ar fi avut suportul necesar finalizării.

Mulțumesc de asemenea familiei mele, în mod deosebit fiului meu Dan Sebastian NEGREA, pentru înțelegerea avută pe durata stagiului de doctorat și a pregătirii tezei.



**1. CERCETĂRI ACTUALE PRIVIND IMPACTUL SISTEMELOR DE  
TRANSPORT, ASUPRA MEDIULUI**

## 1.1 Influența transportului rutier asupra mediului

### 1.1.1 Legătura între ecologie și poluare

Știința care se ocupă cu studiul interacțiunii dintre ființele vii și mediul în care trăiesc, se numește ecologie. Originea denumirii vine din limba greacă și anume: oikos – casă și logos – știință și a fost dată în 1866 de biologul german Ernest Haeckel în lucrarea „*Morfologia generală a organismului*”.

Ecologia este o știință a gospodăririi planetei, bazată pe observații proprii, pe experimente și cercetări efectuate prin mijloace statistice și pe modele matematice fiind desprinsă din biologie, științe medicale și din cele social-umaniste.

Există o legătură strânsă între ecologie și poluare. Poluarea constă în introducerea în mediu a unor substanțe care pot deranja echilibrul ecologic între ființele vii, care dăunează stării de sănătate și de confort a oamenilor și care produc pagube economice prin modificarea factorilor naturali, sau a celor creați prin activități umane. Ansamblul modificărilor defavorabile pe care le suportă calitățile naturale ale mediului, sub influența activităților societății omenești, reprezintă poluarea mediului înconjurător. Poluarea începe în momentul în care consistența noxelor nu mai poate fi controlată de mecanismele existente în natură pentru distrugerea sau izolarea lor.

### 1.1.2 Transporturile rutiere, natura și efectele emisiilor produse de motoarele cu ardere internă

Transporturile rutiere realizate cu autovehicule echipate cu motoare cu ardere internă contribuie foarte mult la poluarea mediului înconjurător, afectând toate ecosistemele. Contribuția procentuală a transporturilor rutiere la degradarea mediului este:

- Schimbări de climă: - prin producerea efectului de seră: 17%  
- prin reducerea stratului de ozon: 2%
- Acidificare: 25%
- Eutroficare cu azot (5%) și cu fosfor (2%)
- Zgomot 90%
- Miros 38%

Efectele principale sunt reprezentate în tabelul 1.1 .

Tabelul 1.1 Efectul transporturilor rutiere asupra ecosistemelor

| Elementul natural | Efectele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aer               | - emisii de NO <sub>x</sub> , CO, CO <sub>2</sub> , compuși organici volatili (VOC), PT care produc înrăutățirea stării de sănătate<br>- emisiile de NO <sub>x</sub> și VOC produc O <sub>3</sub> troposferic și peroxiacetil nitrat (PAN)<br>- folosirea și evaporarea combustibililor cu aditivi duce la creșterea emisiei de plumb<br>- poluare sonoră |
| Apă               | - contaminarea apelor de suprafață și de adâncime cu săruri, aditivi și solvenți                                                                                                                                                                                                                                                                          |

## 1. Cercetări actuale privind impactul sistemelor de transport, asupra mediului

| Elementul natural | Efectele                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                   | - acidificarea prin SO <sub>2</sub> și NO <sub>x</sub><br>- modificarea sistemelor hidrologice prin rețeaua de drumuri                                                                                                                          |
| Sol               | - construirea drumurilor produce fragmentarea și erodarea solului<br>- riscul de contaminare accidentală cu substanțe periculoase, pe care vehiculele le transportă<br>- probleme de depozitare a vehiculelor vechi și a componentelor acestora |
| Cadru natural     | - extragerea minereurilor duce la degradarea peisajului                                                                                                                                                                                         |

Sursele principale de emisii în care transportul rutier apare ca sursă distinctă funcție de tipul motorului: m.a.s. – motoare cu aprindere prin scânteie, care funcționează cu benzină și m.a.c. - motoare cu aprindere prin comprimare, care funcționează cu motorină sunt redate în tabelul 1.2 .

Tabelul 1.2 Principalele surse poluante

| Sursa                                                | SO <sub>2</sub> | NO <sub>2</sub> | CO | PM     | VOC        | PB | Metale grele |
|------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|----|--------|------------|----|--------------|
| Centrale termice                                     | •               | *               | *  |        |            |    | */•          |
| Combustie casnică:<br>-cărbune<br>- petrol<br>- lemn | •<br>•          | *<br>*          | •  | •<br>• | •/*<br>•/* |    | */•          |
| Transporturi rutiere:<br>- m.a.s.<br>- m.a.c.        | *               | •<br>•          | #  | •      | •<br>•     | #  |              |
| Industrie                                            | *               | *               | *  | *      | *          | *  | •/#          |

- \* între 5 – 25% din emisiile totale în orașele neindustrializate
- între 25 - 50 %, analog
- # peste 50%, analog.

Din studiile efectuate în Germania, privind măsurătorile asupra poluării aerului efectuate și raportate atât la surse (tabelul 1.3), cât și la parcul de autovehicule (tabelul 1.4), prin analiza datelor, se pot face o serie de aprecieri. Se constată că mijloacele de transport (de la motocicletele la avioane) produc 74% CO, 61% NO<sub>x</sub> și 21% CO<sub>2</sub>; contribuția lor la emisia de SO<sub>x</sub> și particule este relativ mică .

Tabelul 1.3 Valorile poluării aerului la sursă

| Poluant         | Gradul de poluare [%] |                    |                  |              |
|-----------------|-----------------------|--------------------|------------------|--------------|
|                 | Industrie             | Centrale electrice | Utilizări civile | Transporturi |
| CO              | 15,2                  | 0,5                | 10,6             | 73,7         |
| NO <sub>x</sub> | 9,8                   | 24,6               | 4,8              | 60,8         |
| SO <sub>x</sub> | 23,7                  | 60,8               | 10,7             | 4,8          |
| HC*             | 44,3                  | 0,6                | 3,5              | 51,6         |
| CO <sub>2</sub> | 21                    | 33                 | 24               | 21           |
| PT**            | 63,6                  | 15,3               | 8,1              | 13           |

\* incluzând solvenții

\*\* incluzând praful

Tabelul 1.4 Valorile poluării produse de autovehicule

| Poluant         | Gradul de poluare [%] |                      |                             |                             |                               |
|-----------------|-----------------------|----------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
|                 | Autoturisme (m.a.s.)  | Autoturisme (m.a.c.) | Veicule comerciale (m.a.s.) | Veicule comerciale (m.a.c.) | Veicule industriale, autobuze |
| CO              | 81,9                  | 2,4                  | 4                           | 1,2                         | 10,5                          |
| NO <sub>x</sub> | 44,6                  | 12,2                 | 1,3                         | 4,9                         | 37                            |
| SO <sub>x</sub> | ≈ 0                   | 30                   | ≈ 0                         | 10                          | 60                            |
| HC              | 74                    | 4,6                  | 2,7                         | 4,3                         | 14,3                          |
| PT              | ≈ 0                   | 30                   | ≈ 0                         | 10                          | 60                            |

Dacă se consideră numai poluarea produsă de transporturi (tabelul 1.4), se observă că emisia de CO și HC se datorează în special, motoarelor cu benzină (m.a.s.). Emisia de SO<sub>x</sub> și particule este produsă, aproape în întregime, de motoarele diesel (m.a.c.), în timp ce emisia de ansamblu pentru NO<sub>x</sub> se împarte relativ egal între m.a.s. și m.a.c. .

Cum compușii pe bază de sulf există în cantitate mai mare în motorină, decât în benzină. În urma arderii lor rezultă dioxidul de sulf și în proporție mai mică trioxidul de sulf, care în combinație cu apa și cu alți compuși ai gazelor de evacuare, formează acidul sulfuric și sulfații , care contribuie la emisia totală de particule.

Efectele cele mai periculoase ale poluării produse de m.a.i. se manifestă la nivelul atmosferei prin emisiile de gaze nocive. Compușii care se formează în gazele de evacuare contribuie la poluarea aerului, atât global cât și local, direct sau indirect, prin reacții chimice în atmosferă. Schimbarea compoziției locale a atmosferei poate produce efecte asupra stării de sănătate a populației, cum ar fi cele produse de emisia de CO, particule și ozon. La nivelul întregii planete, creșterea concentrației de gaze care produc efectul de seră conduce la încălzirea globală, cu consecințe imprevizibile asupra mediului și a vieții.

### 1.1.3 Particularități ale influenței emisiilor din trafic, asupra mediului

Domeniul real al emisiilor autoturismelor și vehiculelor grele este determinat nu doar de condițiile vehiculelor specifice, care sunt parțial prescrise de cerințele legislative, ci este influențat într-un grad substanțial -pe drum- de conducătorii auto.

Pentru a permite o mărime evaluată de ambele efecte a măsurilor legislative (care includ emisiile standard, necesitățile combustibilului și inspecțiile vehiculelor în folosință) și influența conducătorului, s-a dezvoltat un program pentru calculul emisiilor la Universitatea Tehnică din Viena (Institutul pentru Motoare cu Ardere Internă și Proiectarea Vehiculului).

Diferitele estimări privind creșterea probabilă a populației vehiculelor prezentă în figura 1.1 demonstrează dificultatea în obținerea unei prognoze sigure despre viitorul dezvoltării traficului străzii. Actuala dezvoltare a făcut să depășească toate proiectele.

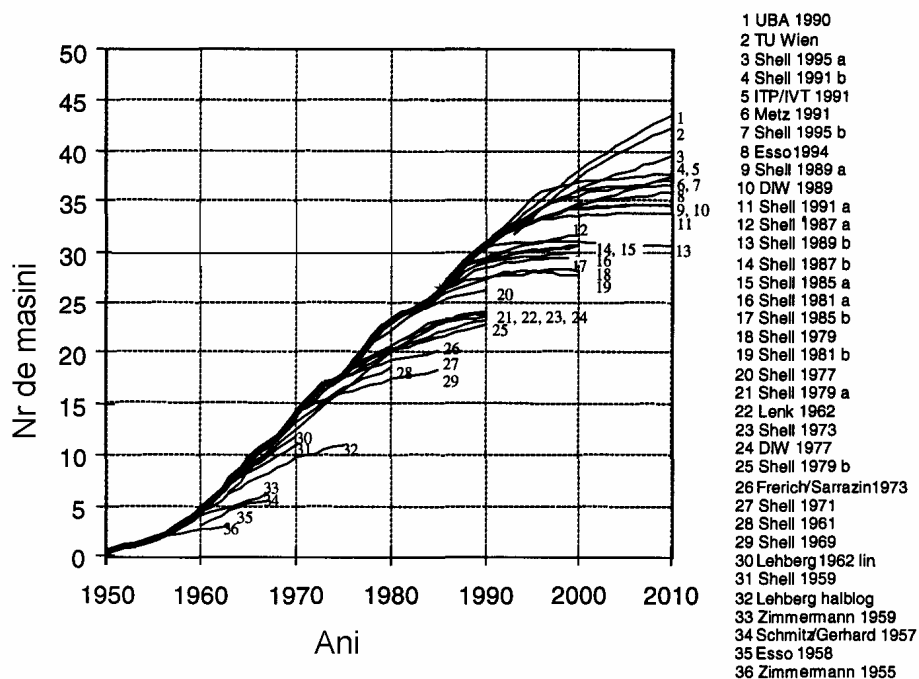


Fig. 1.1 Compararea estimativă pentru dezvoltarea numărului de mașini din 1950 până în 2010 cu actuala dezvoltare în Germania

Fig. 1.1 prezintă emisiile automobilelor și vehiculelor grele în Germania din 1970 până în 2010, pe 44 categorii de automobile. Aceste categorii sunt separate armonizând metoda propulsiei individuale, suprafața de întâlnire a standardelor emisiilor și categoria de dispersie individuală pentru 142 categorii de vehicule grele. Determinarea viitoarei creșteri a populației vehiculelor este bazată pe calculul tendinței pentru necesitatea vehiculelor de curând înregistrate și pe „probabilitatea ciclului de viață” a vehiculelor extrapolate din anul 1996 (figurile 1.2 și 1.3). Investigațiile de la Shell, Esso și Institutul de informații pentru studii economice sunt folosite pentru evoluția vehiculelor.

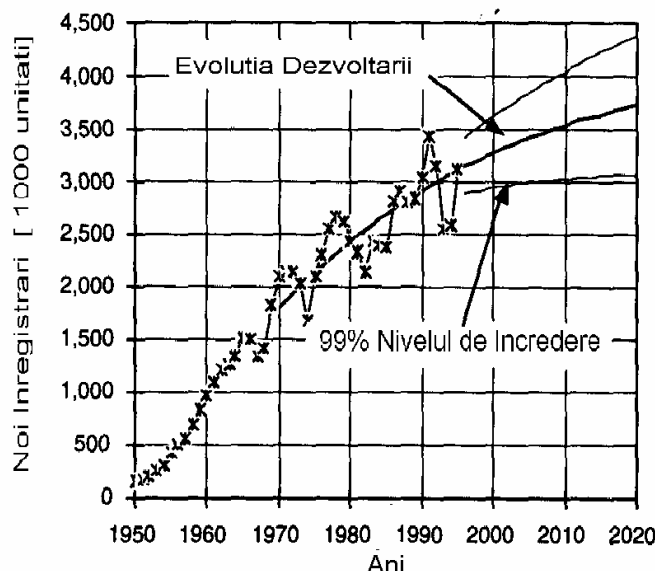


Fig. 1.2 Noi înregistrări ale autoturismelor în vechiul R.F.G. din 1950 până în 2020

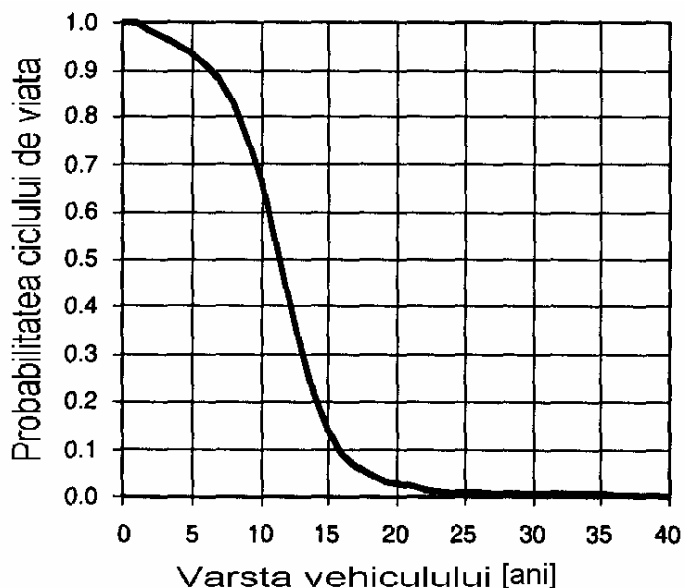


Fig. 1.3 Probabilitatea ciclului de viață a autoturismului în Germania

Separarea mașinilor rapide în diferite categorii de vehicule se calculează pornind de la noile înregistrări individuale și probabilitatea anumitului ciclu de viață. Rezultatele dezvoltării mașinilor rapide este arătată în figurile 1.4 și 1.5. Aceste grafice nu includ nici o diferențiere în dispersarea claselor pentru pasagerii mașinilor și nici pentru vehicule grele.

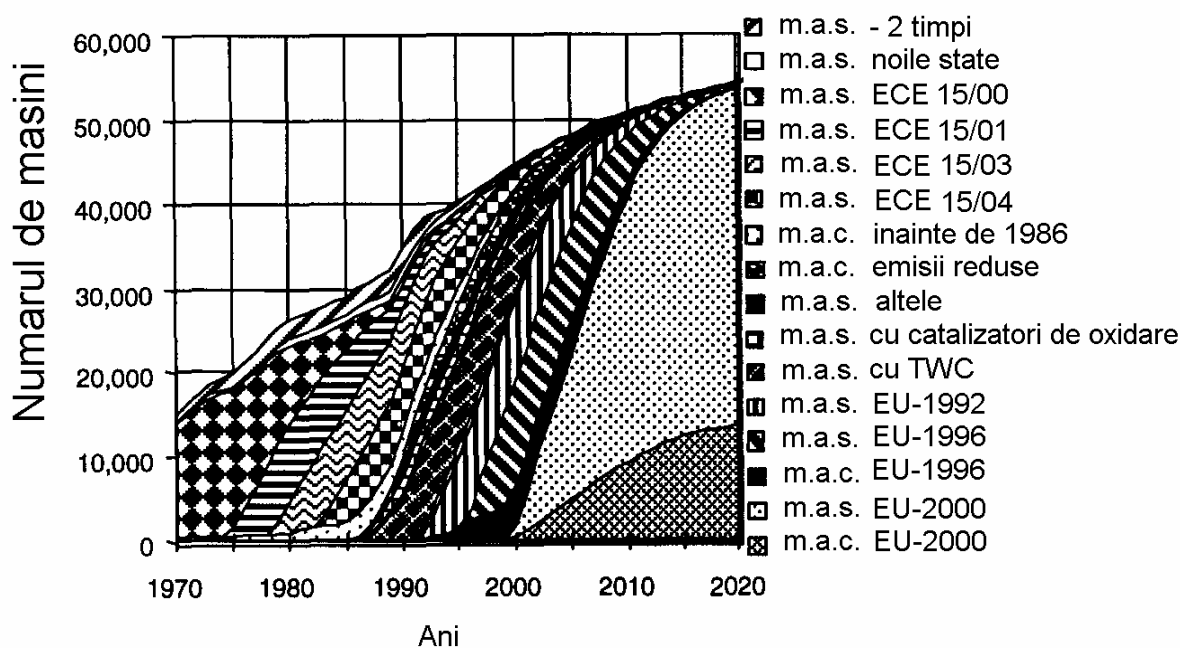


Fig. 1.4 Numărul de autoturisme în funcție de motorizare Germania, din 1979 până în 2020

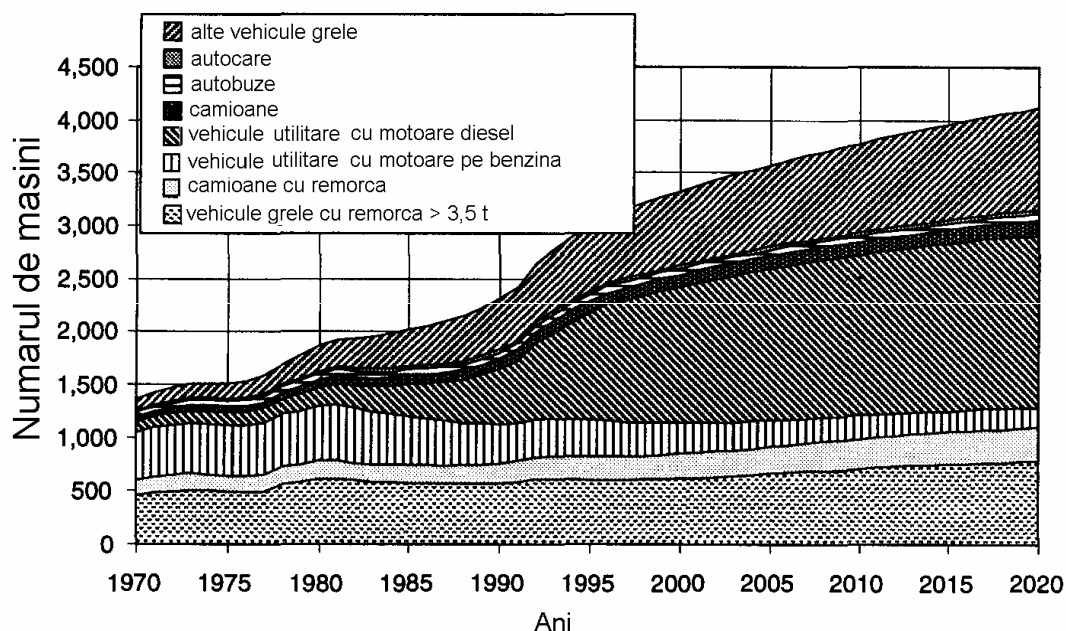


Fig. 1.5 Numărul de autovehicule în funcție de clase Germania, din 1979 până în 2020

Date despre consumul de combustibil și factorii de emisie pentru oxidul de azot, hidrocarburi totale, monoxid de carbon și particule materiale au fost luate din literatură pentru anul de referință 1990. Acești factori de emisie provin din TÜV Rheinland (Technischer Überwachungs-Verein) pentru categorii de vehicule individuale, dezvoltându-se fiecare pentru un vehicul sau grup de mașini cu distanță medie oarecare.

Cu aceste date pereche: an de referință și distanța corespunzătoare, cu ajutorul relației dintre emisiile evacuate și distanța medie a vehiculului, calculată din informația luată de la băncile de date, a fost posibil să se aprecieze emisiile specifice în relație cu anul de referință și vârsta vehiculului. Pe deasupra, această bancă de date a fost folosită la determinarea factorilor de emisie pentru viitoarele emisii ale controlului tehnologiilor.

Ciclurile reprezentative ale conducătorilor, pentru străzile urbane și extra-urbane (rural) precum și pentru conducătorii pe drumurile federale (Bundes-Autobahn) s-au format prin luarea în calcul, a informațiilor conținute în 2 surse de literatură și folosite de conducători succesiv, deoarece vitezele medii ale traficului real au fost simulate aproximativ. Aceasta s-a făcut prin compararea consumului de combustibil calculat și cantitatea de benzină și motorină folosite în Germania în anul respectiv.

În calculul emisiilor anuale se apelează la media traficului zilnic (fig.1.6) și la relația non-liniară dintre temperatura de pornire la rece și emisii (fig.1.7).

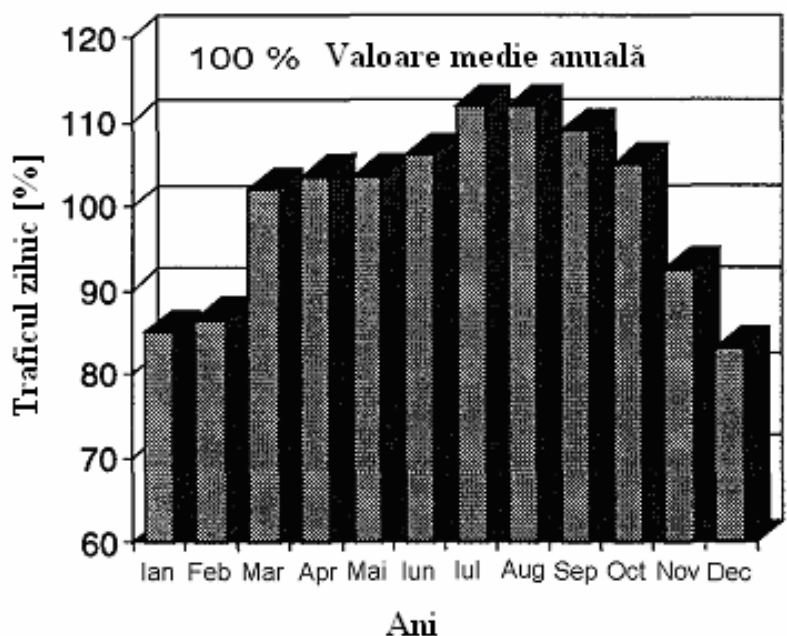


Fig. 1.6 Media traficului zilnic ca valoare principală a magistralei federale A5, A8 și A81

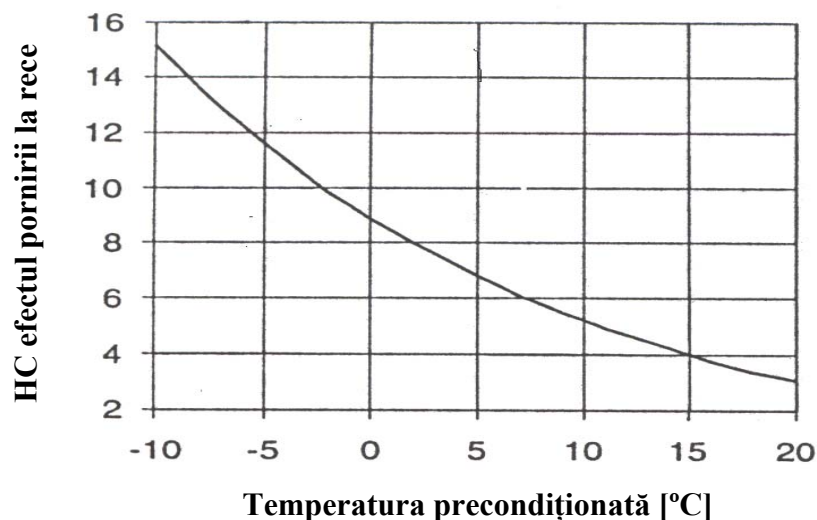


Fig. 1.7 Efectul pornirii la rece pentru emisiile de HC pentru m.a.s. cu catalizatoare cu 3 căi

Metoda de calcul pentru determinarea cantității de emisii s-a aplicat pentru vehicule cu motoare cu benzină, catalizatoare cu 3 căi și motorizare sub 1,4 litri). Metoda folosită la autoturisme este aceeași ca una folosită pentru vehicule grele, excepție fac pentru calcularea emisiilor de pornire la rece, care nu pot fi încorporate în modelul computerului deoarece lipsesc investigațiile relevante.

Bazată pe noile date înregistrate „probabilitatea ciclului de viață”, populația de mașini anuală este calculată pentru fiecare 44 de automobile și 142 de vehicule grele. Numărul vehiculelor este determinat pentru categoriile de vehicule și media traficului zilnic, cu ajutorul distribuției vârstei vehiculului și tipul străzii. Emisiile generate de categoria de vehicule menționată, pe tipul de stradă dată și anul dat în condițiile de regim stabilizat de funcționare, sunt calculate prin multiplicarea



corespondenței populației de mașini cu distanța anuală și factorul de emisie corectat pentru pantă și altitudine.

Emisiile de pornire la rece și la cald sunt considerate doar pentru calculul emisiilor generate de străzile urbane. Bazele de calcul a emisiilor lunare de pornire la rece și la cald pentru fiecare categorie de vehicul este clasificată pe distanța medie anuală cu traseul lungimii distribuției în 11 clase de traseu-lungime. Alți parametri ai acestui calcul sunt distribuiți de temperatura zilnică și diferențierea în timpul de impregnare al claselor.

Clasificarea orară a timpului de impregnare în intervale de la 0 la 8 ore ține seama de considerațiile individuale a emisiilor de pornire la rece și la cald, pornire rece „reală” cu 8 sau mai multe ore de impregnare și pornirea caldă de la 0 până la o oră din timpul de impregnare.

După această metodă a determinării în funcție de clasele de distanță, zonele de temperatură zilnică și timpul de impregnare rezultă 297 de cazuri diferite. Un caz reprezintă o pornire la o anumită temperatură, după o definire a timpului de impregnare, cu următoarea distanță terminată, funcție de distanța specifică (care este una din cele 11 clase de distanțe).

Totalul emisiilor lunare de pornire la rece și la cald pentru categoria de vehicule date, rezultă din multiplicarea „efectului de pornire la rece” cu un număr la întâmplare și numărul de mașini al populației. După aceea, toate 297 de cazuri sunt adunate. În final, emisiile de pornire la rece și la cald pentru toate cele 12 luni sunt adunate și rezultatul este adăugat la emisiile la cald la începutul anului dat, în ordinea sosirii emisiilor totale anuale a categoriei de vehicule date.

Emisiile caracteristice categoriei autovehiculelor pot fi influențate de următorii factori:

- standardele nivelului emisiilor
- durabilitatea emisiilor necesare
- compoziția combustibilului
- inspecția în folosire și întreținere

### **Standardizarea nivelului emisiilor**

Impactul traficului stradal asupra calității aerului în California în timpul anilor 1940 a fost discutat dintotdeauna (în special în Los Angeles a apărut „smogul de vară”). Această situație de asemenea, a fost agravată de emisiile de evacuare și evaporare de la motoarele vehiculelor. Sub condițiile „smogului de vară”, reacțiile chimice ale oxizilor de azot ( $\text{NO}_x$ ) și hidrocarburile (HC) sunt intens influențate de radiațiile ultraviolete (UV) și temperaturile înalte, sub formă de foto-oxidanți. În Europa, emisiile de CO din traficul stradal devin marcante datorată efectului lui direct al sănătății umane. Contramăsurile legislative vizând diminuarea emisiilor poluante, au pornit mai întâi în Statele Unite, cu introducerea în 1961 a regulilor controlului emisiilor în California. Prima legislație a controlului emisiilor auto necesare în Comunitatea Europeană a fost pusă în vigoare în 1970. Dezvoltările viitoare ale ambelor reguli ale cadrelor sunt descrise în fig.1.8 pentru gazele de evacuare constituite din monoxid de carbon (CO) și suma hidrocarburilor și oxidul de azot ( $\text{HC}+\text{NO}_x$ ).

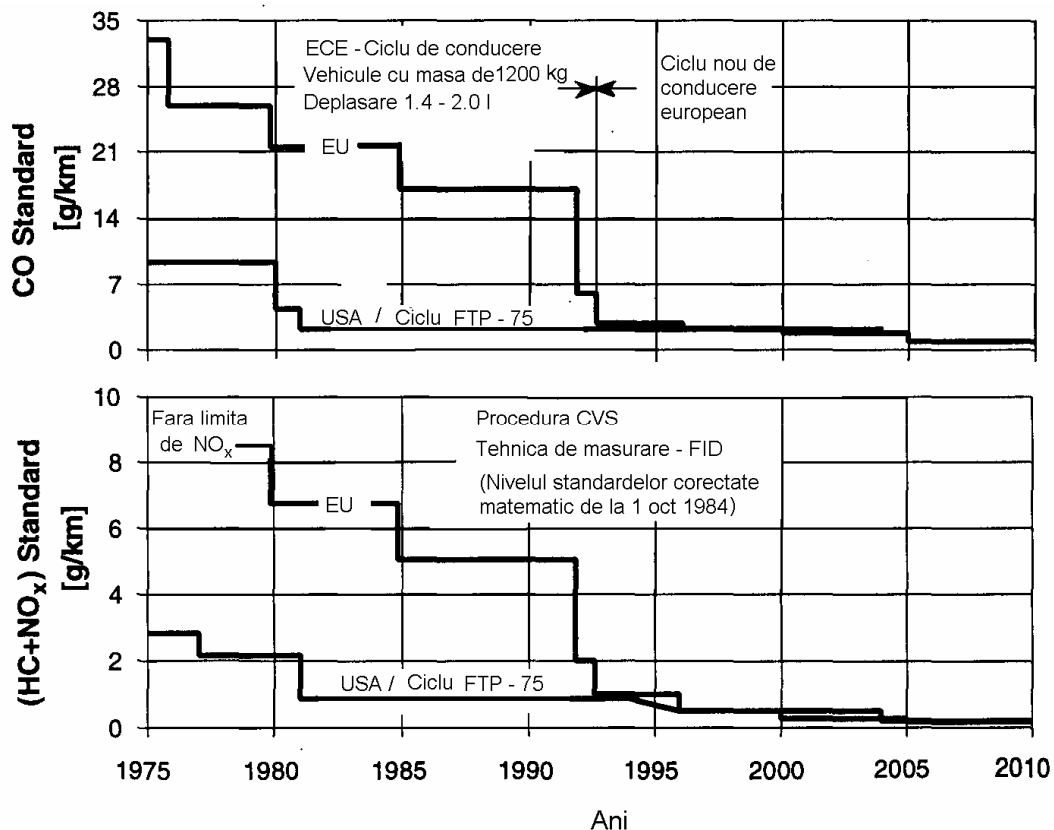


Fig. 1.8 Evoluția emisiilor gazelor evacuate standard pentru m.a.s. în U.E. și în S.U.A. pentru CO și combinația standardelor pentru HC și NO<sub>x</sub>

Figura 1.9 arată dezvoltarea corespondenței standardelor emisiilor pentru vehiculele grele.

Efectele acestor regulamente legislative în reducerea emisiilor din traficul stradal vis-à-vis de permanenta creștere a populației de mașini, sunt evaluate ținând cont de emisiile de oxid de azot, hidrocarburi și monoxid de carbon.

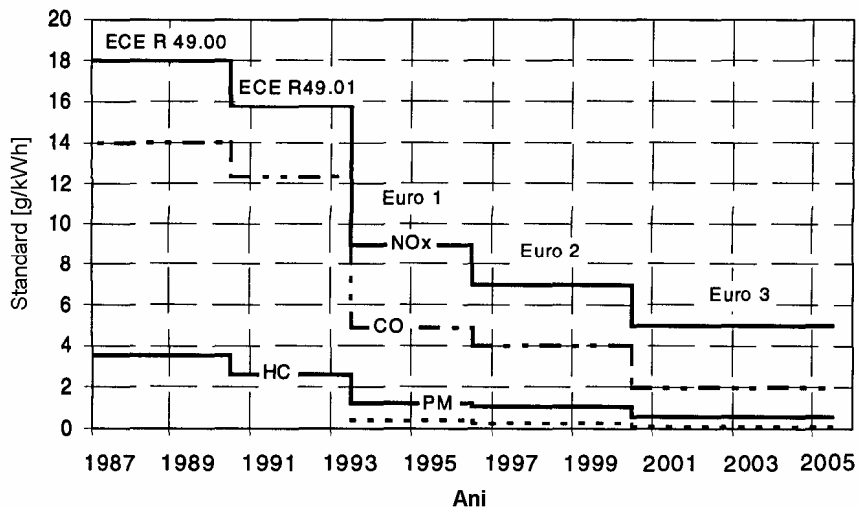


Fig. 1.9 Dezvoltarea emisiilor de NO<sub>x</sub> ale autovehiculelor, pentru emisii controlate regulat, comparate cu dezvoltarea totală la milele parcurse de autovehicul

## 1.2 Analiza critică privind cercetările referitoare la caracteristicile constructiv-funcționale ale m.a.c. de tracțiune

### 1.2.1 Obiective generale

Dezvoltarea industrială mondială, cooperarea economică între diversele regiuni și aglomerări, necesitatea aprovizionării cu materiile prime necesare, ca și distribuția ulterioară a produselor finite, au condus în ultimii ani la o creștere fără precedent a volumului transporturilor rutiere. Desfășurate pe adevărate "coridoare", transporturile au suferit o serie de limitări legate de masa transportată și distribuția acesteia pe axele vehiculului, în corelație cu infrastructura regiunii, viteza de circulație și siguranța traficului, poluarea chimică și sonoră etc.

Aceste impuneri au generat specializarea mijloacelor de transport rutier, între care cele de lungă distanță, cunoscute din categoria TIR, au devenit emblematice .

Exploatarea mijloacelor de transport rutier de capacitate medie-mare implică luarea în considerare a unui cumul de condiții, de interes fiind cele legate de motorizare .

În ideea schițării unui studiu comparativ (tabelul 1.5), se poate analiza seria de mărci consacrate de motoare, de origine europeană și americană, care constituie baza parcului de transport rutier actual de capacitate mare și lungă distanță.

Tabelul 1.5 Mărci consacrate de motoare

| Model motor | Formula [cil/disp.] | Cilindree [l] | Putere [CP] | Turație [rpm] | Cuplu [daNm] | c <sub>s</sub> [g/kwh] |
|-------------|---------------------|---------------|-------------|---------------|--------------|------------------------|
| MAN         | 6 linie             | 11,9          | 310/410     | 1900          | 170/210      | 195/215                |
| IVECO       | 6 linie             | 10,3          | 390/430     | 1900          | 180/200      | 195/220                |
| Renault     | 6 linie             | 11,12         | 265/412     | 2000          | 101/187      | 195/220                |
| Mercedes    | 6 linie             | 11,95         | 350/430     | 1900          | 185/210      | 200/230                |
| DAF         | 6 linie             | 12,6          | 340/480     | 1900          | 160/210      | 195/225                |
| Cummins     | 6 linie             | 11            | 345/420     | 1900          | 171/200      | 195/220                |
| Detroit D   | 6 linie             | 11,1          | 285/350     | 1800          | 115/135      | 190/230                |

Se poate constata o similitudine în ceea ce privește formula constructivă : Diesel, 6 cilindri în linie, cilindree în jurul a 12 litri, turbosupraalimentare cu răcire intermediară, puteri relativ apropiate - între 300 și 400 CP cu tendință crescătoare .

Din datele prezentate de constructori, motoarele pretind consumuri specifice minime apropiate, în jurul a 200 g/ kwh.

Ca urmare a instituirii regionale a legislației antipoluare, un criteriu esențial în alegerea și dotarea parcului de transport intern și internațional de capacitate medie/mare îl constituie gradul de poluare chimică și fonică în care este încadrat vehiculul. Respectarea limitelor pentru emisiile poluante chimice specifice, ca și a limitelor pentru zgomotul de funcționare au generat mai mult ca oricând o cursă contra cronometru în dezvoltarea constructivă și funcțională a motoarelor .

Astfel, pe lângă șirul de criterii "clasice"- economicitate, putere specifică, greutate specifică, compactitate, fiabilitate, adaptabilitate etc., criteriul legat de poluarea chimică și sonoră devine esențial, putând duce la eliminarea din competiție a modelelor și fabricanților neadaptate legislației curente. Este momentul a sublinia aici faptul că imperativul respectării regulamentelor europene privind poluarea chimică și sonoră stă la originea dificultăților majore întâmpinate de industria românească de mijloace

de transport, camioane și autobuze. Regulamentul R24 cu amendamentul 03 stabilește limitele de fum în regim staționar și în accelerație liberă, cu toate prevederile mult mai ample legate de particule, conținute în Regulamentul 49. [fig.1.10]

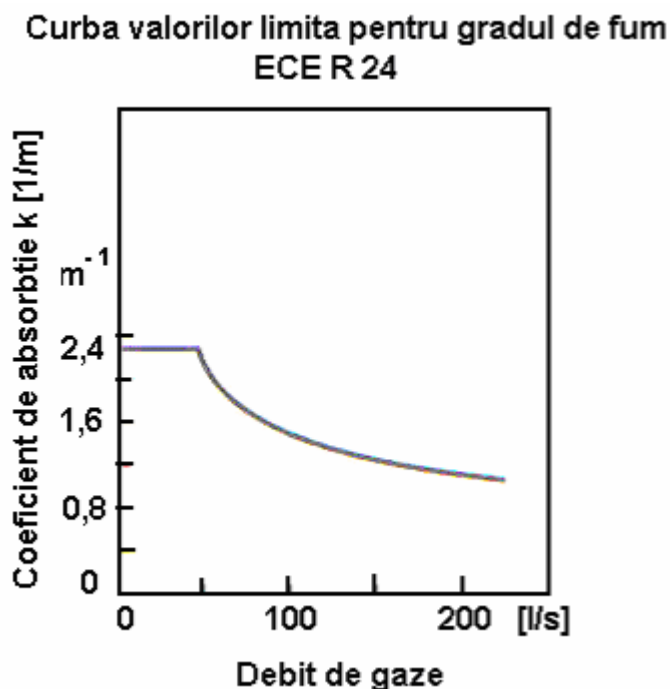


Fig. 1.10 Limitele valorilor fumului conf. R 24 ECE ONU

Coeficientul de absorbtie  $k$  este limitat în raport cu debitul de gaze prin motor, cele două coordonate se calculează după formulele :

Debitul de gaze :

$$Q = V \cdot n / 120 \text{ [l/s]} \quad (1.1)$$

unde :

$V$  - cilindrul [l];

$n$  - turația [rpm].

Coeficientul de absorbtie :

$$K = -1/L \ln(1 - N/100) \text{ [1/m]} \quad (1.2)$$

unde :

$L$  - lungimea de absorbtie [m];

$N$  - intervalul scalei.

Normele legislației în domeniul poluării mijloacelor de transport pentru cele mai importante regiuni ale lumii sunt stabilite pe zone geografice.

## 1. Cercetări actuale privind impactul sistemelor de transport, asupra mediului

Pentru Europa, în fig. 1.11 este prezentată evoluția limitelor de poluare pentru cele 4 componente nocive din gazele de evacuare.

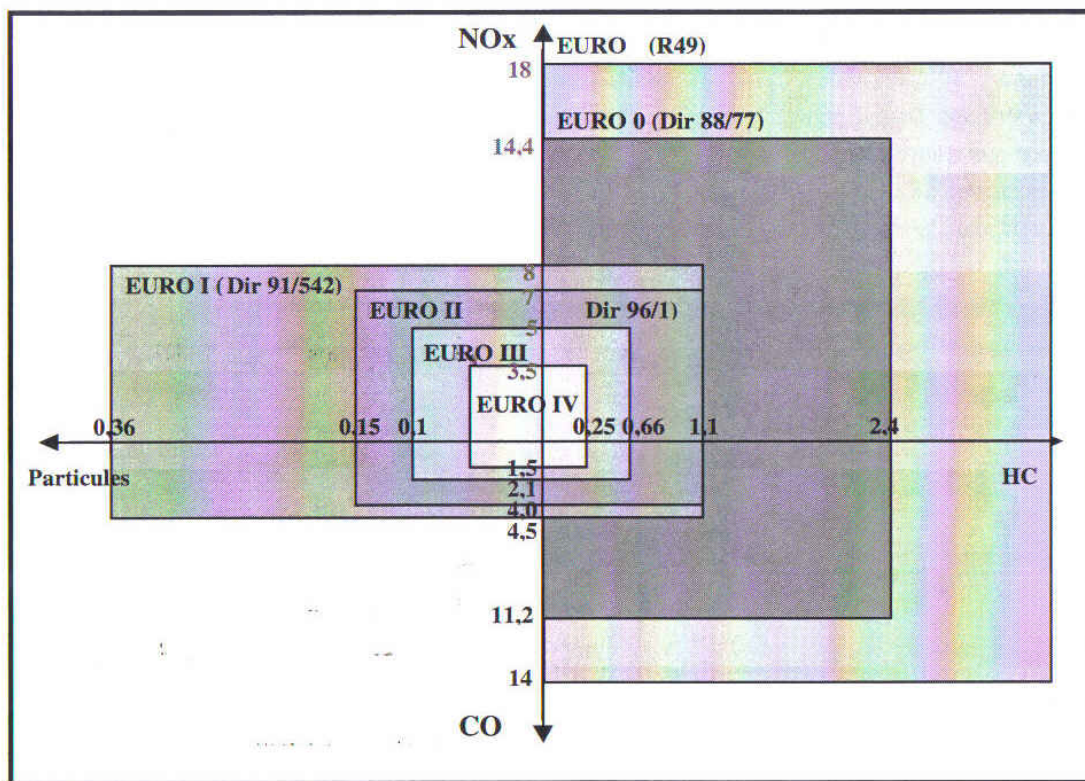


Fig. 1.11 Etapele de reducere a emisiilor poluante / EURO 0/ EURO IV

După cum se arată în figurile 1.12 -1.14, toate cele 3 emisii de evacuare ( $\text{NO}_x$ , HC și CO) vor fi reduse în continuare dincolo de anul 2000 și eventual vor fi păstrate constante la o linie foarte înaltă, chiar sub presupunerea viitoare a sporirii deplasării vehiculelor în mile. Comparăm linia obținută în anul 2020 cu punctul de pornire făcând o scurtă previziune la curbele de emisii în 1987, efectivele pentru fiecare legislație în măsură devin evidente, ca spre exemplu în tabelul 1.6. .

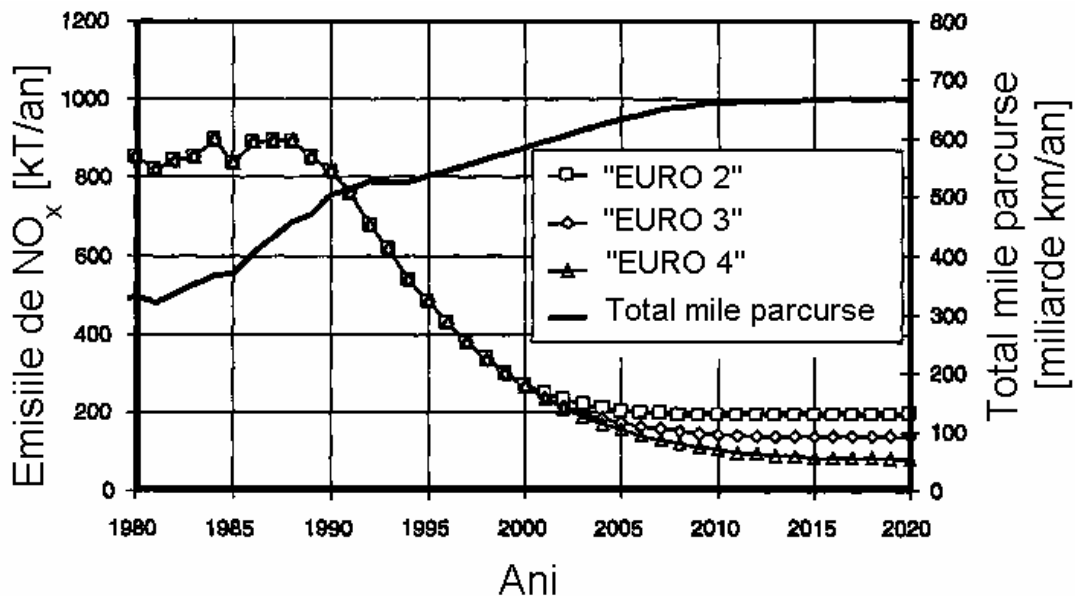


Fig. 1.12 Prezentarea emisiilor HC a autovehiculelor pentru comanda de reglare a diverselor emisii, comparate cu dezvoltarea milelor totale parcurse de vehicul

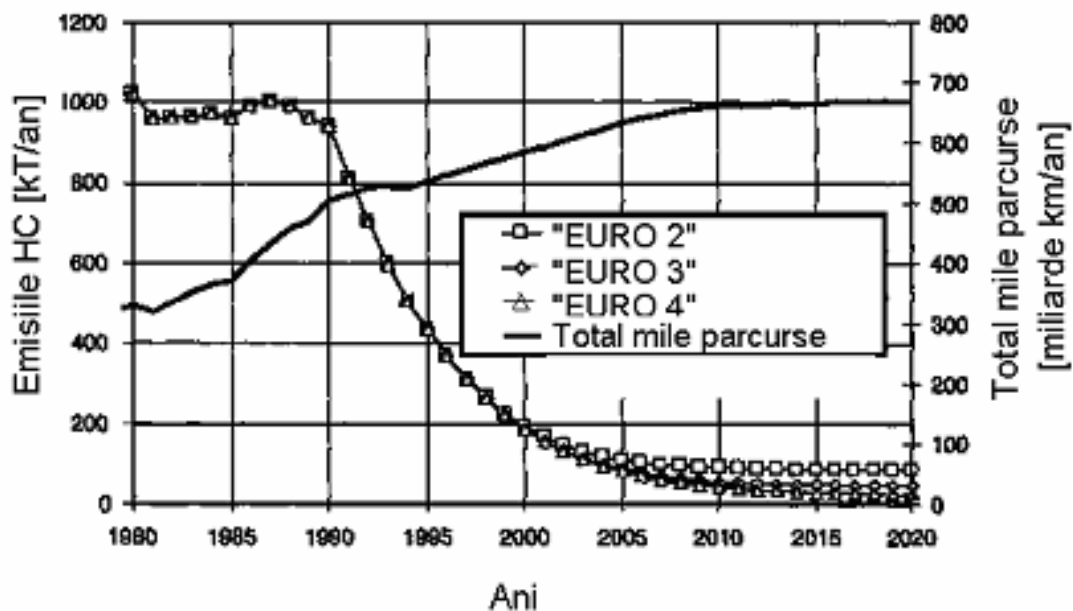


Fig. 1.13 Valorile emisiilor de HC a autovehiculelor pentru comanda de control a variației emisiei comparată cu milele totale parcurse de vehicul

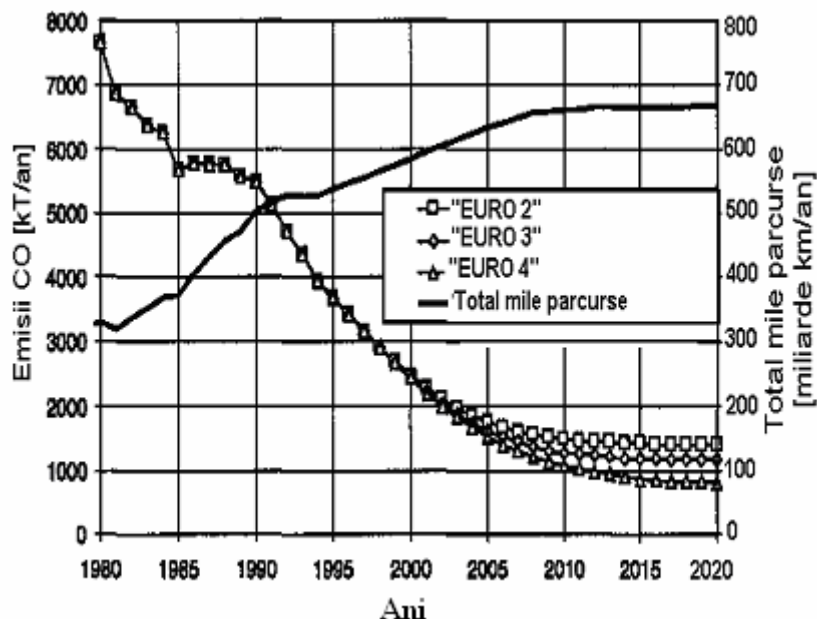


Fig. 1.14 Cantitățile emisiilor de CO a autovehiculelor în funcție de milele totale parcurse de vehicul

Tabelul 1.6 Legislația EURO 2 - EURO4

| Legislație | NO <sub>x</sub> | HC  | CO  |
|------------|-----------------|-----|-----|
| „Euro2”    | 78%             | 91% | 76% |
| „Euro3”    | 85%             | 95% | 80% |
| „Euro4”    | 91%             | 97% | 85% |

Comparația de mai sus redă calitatea aerului, obținută prin implementarea legislației „Euro 4”, care, pe de altă parte, determină eforturi tehnice substanțiale, crescând costurile pentru dezvoltarea adecvată a sistemelor de control a emisiilor.

Rezultatele indicate în graficele din figurile precedente, pot fi rezumate astfel:

- legislația „Euro 3” asigură acea linie de emisie foarte înaltă ce va putea fi obținută și întreținută după conversia mașinilor rapide existente comparativ cu vehiculele cu emisii standard
- legislația „Euro 4” obține doar o reducere limitată pentru emisiile comparate cu „Euro 3”.

### Emisiile vehiculelor în folosință

În afară de considerentul anului de producție individual (tehnologia aplicată emisiilor de control), o emisie accentuată a vehiculelor este prezentată în figura 1.15. Media deteriorării este caracterizată de o curbă de regresie (non-liniară) cu interval de încredere de 99%, care descrie domeniul în care media emisiilor de HC funcție de distanța obținută, pot fi găsite cu o probabilitate de 99%.

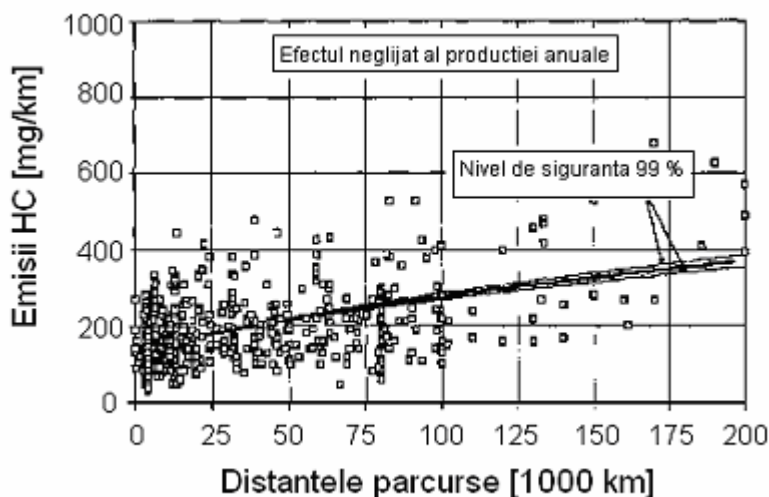


Fig. 1.15 Deteriorarea emisiilor de HC pentru m.a.s. și catalizator cu 3 căi

Dacă producția anuală (sau cu alte cuvinte, aplicarea controlului tehnologic a emisiilor) este luată în calcul, vom vedea efectul arătat în fig. 1.16, adică factorul deteriorării emisiilor vehiculelor a producției obținute anual, este redus în același timp cu linia descrescătoare a emisiilor.

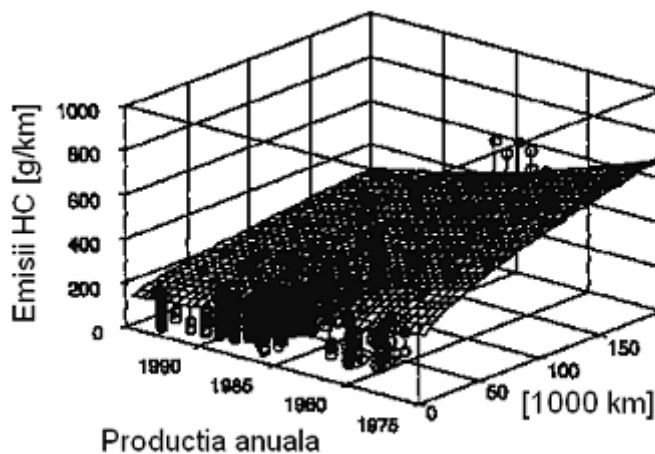


Fig. 1.16 Evoluția emisiilor de HC pentru m.a.s. cu catalizatoare cu 3 căi

Introducerea standardelor mai severe a emisiilor în timpul anilor trecuți, care au declanșat îmbunătățirea motorului și controlul tehnologic al emisiilor, nu doar au influențat coborârea liniei de emisie absolută, dar de asemenea au determinat o stabilitate favorabilă a emisie de durată în timpul domeniului actual al utilizării vehiculului.

### Compoziția combustibilului

În Europa și Statele Unite, eforturile legislative pentru ameliorarea calității aerului au influențat în mod continuu creșterea presiunii pentru ca fabricanții de vehicule să dezvolte și să introducă viitoare îmbunătățiri ale sistemelor pentru controlul emisiilor. De asemenea, se declanșează similar necesitățile pentru industria uleiului.



## 1. Cercetări actuale privind impactul sistemelor de transport, asupra mediului

Tabelele 1.7 și 1.8 expun prezentul și viitorul specificațiilor stabilite în Uniunea Europeană pentru benzină și motorină, împreună cu sarcinile apreciate definite de ACEA. Pentru compararea scopurilor, valorile medii din benzinele analizate pe piață sunt de asemenea menționate în aceste tabele.

Tabelul 1.7 Specificațiile stabilite în Uniunea Europeană pentru benzină

|                   | Standardele prezente DIN EN 228 | Piața medie Germania 1995 |        |         | Îndrumător      |                 | Revendicarea lui ACEA |
|-------------------|---------------------------------|---------------------------|--------|---------|-----------------|-----------------|-----------------------|
|                   |                                 | Super Plus                | Super  | Regular | Înainte de 2000 | Înainte de 2005 |                       |
| RVP [kPa]         | < 70                            | 66                        | 65     | 65      | < 60            | -               | 55 – 70*              |
| Aromatice [vol %] | -                               | 43                        | 38     | 31      | < 42            | < 35            | < 35                  |
| Benzen [vol %]    | < 5                             | 2                         | 2,2    | 1,7     | < 1             | -               | < 1                   |
| Oxigen [wt %]     | < 2,8                           | 1,3                       | 0,4    | 0,1     | < 2,7           | -               | < 2,7                 |
| Olefine [vol %]   | -                               | 4                         | 10     | 18      | < 18            | -               | < 10                  |
| E 100 [vol %]     | 40 – 70                         | 49                        | 51     | 53      | > 46            | -               | 50 – 60               |
| E 150 [vol %]     | -                               | 84,5                      | 84     | 84      | > 75            | -               | > 85 (E 180)          |
| Sulfură [wt %]    | < 0,05                          | 0,0065                    | 0,0135 | 0,0275  | < 0,015         | < 0,005         | < 0,003               |
| Plumb [g/l]       | < 0,013                         | 0,001                     | 0,001  | 0,001   | < 0,005         |                 | < 0,005               |

\* Valabil pentru combustibil, vara

Tabelul 1.8 Specificațiile stabilite în Uniunea Europeană pentru motorină

|                                | Standardele prezente DIN EN 590 | Piața medie în Germania 1995 | Îndrumător      |                 | Revendicarea lui ACEA |
|--------------------------------|---------------------------------|------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|
|                                |                                 |                              | Înainte de 2000 | Înainte de 2005 |                       |
| Numărul cetanic                | > 49                            | 52                           | > 51            | -               | > 55                  |
| Densitate [kg/m <sup>3</sup> ] | 820 - 860                       | 841                          | < 845           | -               | < 840                 |
| PAH [wt %]                     | -                               | 5,6                          | < 11            | -               | < 1                   |
| Total aromatice [wt %]         | -                               | -                            | -               | -               | < 10                  |
| T 95 [°C]                      | < 370                           | 367                          | < 360           | -               | < 340                 |
| Sulfură [% m/m]                | < 0,05                          | 0,04                         | > 0,035         | < 0,005         | < 0,003               |

Posibilitățile reducerii emisiilor diferiților compuși ai combustibilului sunt prezentate în tabelele 1.9 și 1.10. Potențialele reduceri de emisii depind nu doar de compoziția combustibilului, dar și de motorul la care se aplică. În plus, este dificil de stabilit precis efectul individual al anumitor combustibili, deoarece câteva specificări sunt înrudite în cazul combustibilului obținut.

Efectele modificării compoziției combustibililor au ca scop, în cazul benzinei, reducerea conținutului aromatic pentru diminuarea procentului de benzen, iar în cazul motorinei, reducerea particulelor, în special la vehiculele grele.

## 1. Cercetări actuale privind impactul sistemelor de transport, asupra mediului

### Emisiile de benzen

Influența emisiilor aromatice și a benzenului, conținute în benzina pentru automobile, sunt calculate în 3 secțiuni. Calculul a pornit de la normele de bază ce reflectă dificultățile vânzării de combustibil actual, compoziția combustibilului fiind aproximativ 40% volum aromatice și 2% volum benzen în Germania, înainte de 1996 și până în anul 2020. Al doilea început de secțiune se referă la conținutul aromatic cu 35% volum și conținutul de benzen a 1% volum la anul 2000. Secțiunea a 3-a descrie un combustibil cu un conținut de benzen de 0,5% volum și aromatice rămase de 20% volum.

Tabelul 1.9 Reducerea emisiilor diferiților compuși ai combustibilului la motoare m.a.s.

| Specificare                         | Modificare     | Vehicle          | CO  | C <sub>emisie</sub> | HC <sub>evaporare</sub> | NO <sub>x</sub> | Benzen | Butadienă | Aldehide |
|-------------------------------------|----------------|------------------|-----|---------------------|-------------------------|-----------------|--------|-----------|----------|
| Creșterea oxigenului                | 0 → 2,7%       | Fără catalizator | ↓↓↓ | ↓                   | +0                      | ±0              | 0      | 0         | ↑↑       |
|                                     |                | Cu catalizator   | ↓↓  | ↓                   | +0                      | +0              | -0     | 0         | ↑        |
| Reducerea hidrocarburilor aromatice | 40 → 25 volum% | Fără catalizator | ↓   | ↓                   | 0                       | ↓               | ↓↓     | 0         | ↑        |
|                                     |                | Cu catalizator   | ↓   | ↓                   | 0                       | ±0              | ↓↓↓    | +0        | ↑        |
| Reducerea benzenului                | 3 → 2 volum %  | Fără catalizator | 0   | 0                   | -0                      | 0               | ↓↓     | 0         | 0        |
|                                     |                | Cu catalizator   | 0   | 0                   | -0                      | 0               | ↓↓     | 0         | 0        |
| Reducerea olefinelor                | 10 → 5 volum % | Fără catalizator | ±0  | ↑                   | -0                      | ↓               | 0      | ↓↓        | 0        |
|                                     |                | Cu catalizator   | 0   | +0                  | -0                      | -0              | 0      | ↓↓        | 0        |
| Reducerea sulfurilor                | 300 → 100 ppm  | Fără catalizator | 0   | 0                   | 0                       | 0               | 0      | 0         | 0        |
|                                     |                | Cu catalizator   | ↓   | ↓                   | 0                       | ↓               | ↓      | ↓         | ↑        |
| Reducerea RVP                       | 70 → 60 kPa    | Fără catalizator | 0   | ±0                  | ↓↓↓                     | 0               | 0      | 0         | 0        |
|                                     |                | Cu catalizator   | 0   | -0                  | ↓↓                      | 0               | 0      | 0         | 0        |
| Descreșterea lui E 100              | 50 → 60%       | Fără catalizator | +0  | ↓                   | ±0                      | 0               | 0      | 0         | 0        |
|                                     |                | Cu catalizator   | +0  | ↓                   | 0                       | 0               | 0      | 0         | 0        |
| Descreșterea lui E 150              | 85 → 90%       | Fără catalizator | 0   | ↓↓                  | 0                       | ↑               | 0      | ↓         | ↓        |
|                                     |                | Cu catalizator   | 0   | ↓↓                  | 0                       | ↑               | 0      | ↓         | ↓        |

(0 – fără efect; ±0 - - 2 la + 2 %; ↓ sau ↑ de la 2 la 10 %; ↓↓ sau ↑↑ de la 10 la 20%; ↓↓↓ sau ↑↑↑ mai mare de 20%)

Tabelul 1.10 Reducerea emisiilor diferiților compuși ai combustibilului la motoare m.a.c.

| Specificare                                  | Modificare                  | Vehicle | CO | HC <sub>emisie</sub> | NO <sub>x</sub> | Particule |
|----------------------------------------------|-----------------------------|---------|----|----------------------|-----------------|-----------|
| Reducerea sulfurilor                         | 0,05 → 0,02 wt %            | PC, LCV | 0  | 0                    | 0               | ↓         |
|                                              |                             | HCV     | 0  | 0                    | 0               | ↓↓        |
| Reducerea densității                         | 855 → 828 kg/m <sup>3</sup> | PC, LCV | ↓↓ | ↓↓                   | ↓↓              | ↓↓↓       |
|                                              |                             | HCV     | ↑  | ↑                    | ↓               | ↓         |
| Reducerea poliaromaticelor                   | 8 → 1 wt %                  | PC, LCV | +0 | +0                   | ↓               | ↓↓        |
|                                              |                             | HCV     | 0  | -0                   | ↓               | ↓         |
| Reducerea totală a hidrocarburilor aromatice | 30 → 10 wt %                | PC, LCV | 0  | 0                    | ↓               | ↓         |
|                                              |                             | HCV     | -0 | -0                   | ↓               | ↓         |
| Descreșterea numărului cetanic               | 50 → 55                     | PC, LCV | ↓↓ | ↓↓                   | ±0              | ±0        |
|                                              |                             | HCV     | ↓↓ | ↓                    | -0              | 0         |
| Reducerea lui T 95                           | 370 → 325 °C                | PC, LCV | -0 | +0                   | +0              | ↓         |
|                                              |                             | HCV     | ↑  | ↑                    | -0              | -0        |

(0 – fără efect;  $\pm 0$  - - 2 la + 2 %;  $\downarrow$  sau  $\uparrow$  de la 2 la 10 %;  $\downarrow\downarrow$  sau  $\uparrow\uparrow$  de la 10 la 20%;  $\downarrow\downarrow\downarrow$  sau  $\uparrow\uparrow\uparrow$  mai mare de 20%)

PC – autovehicule de pasageri; LCV – vehicule comerciale ușoare; HCV – vehicule comerciale grele

În privința îmbunătățirii calității combustibilului, trebuie să fie subliniate aceste calcule ale potențialelor emisii reduse, care vor conduce la o îmbunătățire imediată și regională ajutând la folosirea combustibililor îmbunătățiți și pentru industria uleiului.

### Emisiile de particule materiale

Următorul scenariu pentru particule de emisii asumă modificări ale combustibilului, cum sunt :

- densitate redusă de la 841 la 828 kg/m<sup>3</sup>
- conținut redus de poliaromate de la 8 la 1 %
- conținut redus de sulf de la 400 la 50 p.p.m.
- temperatura T<sub>95</sub> redusă de la 367 la 325 °C (693 la 617 °F)
- număr crescut de cetan de la 52 la 58.

### Verificarea vehiculelor în folosință

Legislația a stabilit măsura pentru inspecțiile periodice a tuturor componentelor emisiilor relevante. În cursul progresului tehnic este de așteptat ca efortul necesar pentru asemenea metode-test să poată fi redus în viitor, printr-o tranziție către sistemele autodiagnosticate pe vehicule individuale (diagnoze la bord (OBD)), care vor îndeplini simultan o creștere substanțială în eficiență a programului printr-o evaluare continuă.

#### 1.2.2 Influența factorului uman

Conducătorul auto contribuie substanțial la reducerea emisiilor și a consumului de combustibil pentru vehicule, inclusiv prin optimizarea acțiunilor acestuia. Următorul studiu arată efectul conducătorului „adaptat” – un stil de conducere care evită accelerările bruște și decelerările – pentru consum de combustibil. Au fost testate de către conducător, șase vehicule cu catalizator cu 3 căi în mediul urban și extra-urban (rural). Trei tipuri de acțiuni ale conducătorului – adică agresiv, normal și liniștit – au definit prin accelerația medie a vehiculului de 0,85 – 1,10 m/s<sup>2</sup>, 0,65 – 0,80 m/s<sup>2</sup> și 0,46 – 0,65 m/s<sup>2</sup> și accelerația maximă de 3; 2, 6 și 2,2 m/s<sup>2</sup>.

#### 1.2.3 Cauze care determină efectul de seră

Aspectele nedorite, extrem de severe, care se amplifică rapid, dar și prognozele până în anul 2050, impun reducerea cu 50% a noxelor atmosferice, inclusiv a celor cu efect de seră, adică cu 40 gigatone în echivalent CO<sub>2</sub> (Gt. eq. CO<sub>2</sub>) pe an.

Pentru țările dezvoltate noxele trebuie reduse la un sfert, normă impusă de așa zisul *factor 4*. Se apreciază că în anul 2030 trebuie cheltuiți 30 mld. USD, cu tehnologii curate, dând speranțe pentru evitarea dezastrului.

Există 6 domenii principale de intervenție, care vor fi expuse mai jos.

**Producerea energiei**, „vinovată” de 24% din total noxe, trebuie să conducă la alternative pentru combustibili fosili.

**Transporturile**, asupra cărora vom insista mai mult, produc 14% din noxele globale.

O statistică realizată la începutul anului 2008 stipulează că:

- America de Nord contribuie cu 40% noxe eşapate de transporturile rutiere cu tracţiune clasică
- Europa Occidentală cu 19%
- alte ţări industrializate 15 %
- ţările în curs de dezvoltare cu 16 %
- Europa de Est cu 6 %
- China 5%.

Avionul rămâne „campion” la toate categoriile de emisii.

Soluţii pentru problematica noxelor prevăd trecerea în transporturile urbane la vehicule electrice şi hibride şi optimizarea traficului aerian şi maritim, utilizarea de motoare cu consum redus şi a biocombustibililor.

**Locuinţele** contribuie cu 8% din noxele ce produc de efectul de seră, iar **industria** generează 23% din noxe.

**Agricultura** produce 17% din gazele generatoare de efect de seră. Emiterea de gaz metan în atmosferă poate fi controlată cu culturi de orez, pentru care, deşi 1 kg. de boabe uscate degajă 120 g. gaz metan, prin irigare corectă, 35% din echivalentul în CO<sub>2</sub>, poate fi redus pe glob până în anul 2030.

Prin **tăierea pădurilor** se amplifică efectul de seră cu cca. 14%.

În concluzie salvarea climei este posibilă, iar istoria ei nu este încă scrisă.

Comisia Europeană a stabilit o strategie comunitară pentru reducerea emisiilor de CO<sub>2</sub> prin trei acţiuni prioritare:

- angajarea voluntară din partea industriei auto pentru reducerea emisiilor de dioxid de carbon
- îmbunătăţirea nivelului de informare a consumatorilor
- promovarea autoturismelor eficiente din punct de vedere energetic cu ajutorul unor măsuri fiscale.

### 1.3 Concluzii

Dezvoltarea industrială mondială, cooperarea economică între diversele regiuni şi aglomerări, necesitatea aprovizionării cu materiile prime necesare ca şi distribuţia ulterioară a produselor finite, au condus în ultimii ani la o creştere fără precedent a numărului de automobile, dar şi volumului transporturilor rutiere .

Ca o consecinţă a acestui fapt, s-a constatat creşterea în atmosferă a cantităţii de oxizi de azot, hidrocarburi neare, monoxid şi dioxid de carbon.

Exploatarea mijloacelor de transport rutier de capacitate medie-mare implică luarea în considerare a unui cumul de condiţii, de interes fiind cele legate de motorizare, tocmai pentru diminuarea emisiilor poluante în mediul ce ne înconjoară.

Normele legislaţiei în domeniul poluării mijloacelor de transport pentru cele mai importante regiuni ale lumii au fost stabilite pe zone geografice. Este bine cunoscut efortul SUA şi UE în ultimii ani, privitor la modificarea graduală a limitelor principalelor specii poluante, transpus prin elaborarea normelor EURO 0 până la EURO 6.

Se remarcă în acest capitol concentrarea câtorva aspecte fundamentale, referitoare la legătura dintre ecologie şi poluare, sistemele actuale de transport rutier, natura şi efectele emisiilor poluante produse de motoarele cu ardere internă.

Este evidențiat faptul că natura și compoziția combustibilului este un factor determinant pentru arderea în motoare, motiv pentru care se face o analiză complexă a compoziției atât pentru benzină, cât și pentru motorină.

### **Bibliografie**

[B16], [H1], [L3], [M4], [N9], [N10], [N11]

**2. POLUAREA AERULUI. METODE ȘI TEHNICI DE EVALUARE A  
POLUĂRII PROVOCATE DE MOTOARELE CU ARDERE INTERNĂ**

### 2.1 Particulele emise de motoare

Dintre motoarele cu ardere internă, motorul cu aprindere prin scânteie (m.a.s.) este considerat ca cel mai poluant, nu atât datorită principiului de funcționare comparativ cu motorul cu aprindere prin comprimare (m.a.c.), ci datorită populației foarte mari de motoare de acest tip în trafic. M.a.s. emite fum format din calamină, ulei ars și eventual particule metalice provenite din uzură.

S-a evidențiat relativ recent că ambele tipuri de motoare absorb și apoi pompează gazele arse din interstițiul dintre capul pistonului și primul segment, segmentul de compresiune sau de foc.

În ansamblu, din 100% noxe eșapate, 20% revin evaporării, 20% gazelor de carter și 60% gazelor de evacuare.

Primele măsuri de protecție antipoluantă, în multe țări, au fost luate prin etanșarea corectă a rezervorului, controlată prin bușonul acestuia, respectiv prin aspirarea gazelor de carter. Intervențiile asupra gazelor evacuate în eșapament sunt mai complicate, ele presupunând atât controlul la geneză a noxelor, cât și prelucrarea ulterioară a acestora.

Începând cu 1932, motorul diesel a fost identificat ca sursă de poluare datorită fumului negru la eșapare, o dată cu introducerea supraalimentării de către Büchi. Fumul și mirosul gazelor sunt încă probleme nerezolvate pentru motoarele cu aprindere prin comprimare la geneza noxelor și datorită complexității proceselor de formare a amestecului și de ardere, dar și datorită atenției acordate motoarelor cu aprindere prin scânteie în ultimii 35 ani. Datorită faptului că motorul a fost considerat când „sfânt”, când „păcătos” s-a creat o stare de confuzie în rândul legislatorilor și a proiectanților de motoare.

În fumul motoarelor cu aprindere prin comprimare sunt prezente: hidrocarburi, compuși oxigenați de tip aldehide, cetone, alcooli, oxizi, compuși polinucleari aromatici, CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, particule. Concentrațiile variază în limite largi, după tipul motorului, după calitățile combustibilului și după regimul funcțional.

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

Motoarele diesel cu aspirație normală („aspirate”) excelează prin producerea de hidrocarburi și monoxid de carbon, iar cele supraalimentate prin producerea de oxizi de azot, cel de-al treilea poluant nedorit, recunoscut astăzi. Toate motoarele cu aprindere prin comprimare produc fum la sarcini mari.

Particulele sunt definite 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 sub 52°C.

Acest nou poluant cuprinde toate emisiile solide și lichide în gazele de evacuare ale motoarelor cu ardere internă, care sunt apreciate gravimetric, mai exact decât măsurările opacității fumului.

Emisia de particule m.a.s. este de 40 – 100 de ori mai mică decât aceea a m.a.c., pentru motoare similare. Din punct de vedere al compoziției chimice, se poate spune că particulele m.a.s. conțin, pe lângă carbon, Pb, aditivi organici din ulei și benzină.

Particulele emise de m.a.c., din punct de vedere cantitativ, din cele 0,4% din gazele arse care sunt dăunătoare sănătății, reprezintă 0,005%, per total.

Corelația dintre particule, emisiile de funingine și HC indică faptul că particulele provin din procese similare cu cele ale genezei funinginei și HC. Emisia de particule ia valori care urmăresc valorile fumului negru și ale HC, de aceea s-a presupus că emisia masică de particule

este egală cu suma emisiei de funingine (fum negru) și emisia masică de HC, care sunt lichide la temperatura de prelevare a particulelor (52°C) :

$$P[g/m^3] = A \cdot \text{Fum}[g/m^3] + B \cdot \text{HC}[g/m^3] + C \quad (2.1)$$

*Funinginea* se formează prin supunerea amestecurilor bogate la temperaturi înalte. Cu cât amestecul este mai bogat sau cu cât temperatura este mai ridicată, cu atât crește cantitatea de funingine produsă din carbonul existent în combustibil. Emisia de funingine este legată de cantitatea de combustibil injectată, în special de cea injectată în cea de-a doua fază a arderii, după perioada de întârziere la autoaprindere. Combustibilul injectat înaintea aprinderii are timp să se amestece în condiții mai sărace înainte ca temperatura să crească.

*Hidrocarburile*, HC, provin din trei surse principale:

- amestecurile sărace neinflamabile
- volumul sacului injectorului
- amestecurile bogate formate târziu în ciclul motor.

Cea mai mare parte a combustibilului injectat este consumată de reacțiile rapide la valori ale coeficientului de exces de aer apropiate de unitate, care nu generează HC. HC apar când temperaturile sunt prea mici sau există o lipsă locală de oxigen, când amestecul este prea sărac sau prea bogat pentru a fi consumat de reacțiile rapide stoechiometrice.

*Particulele* sunt alcătuite dintr-o fracțiune insolubilă de carbon, cunoscută sub denumirea de funingine, compuși metalici și o fracțiune solubilă, formată din combustibil și ulei nears.

În figura 2.1 sunt prezentate compoziția chimică și proveniența particulelor din gazele de evacuare.

Compoziția particulelor depinde de regimul de funcționare al motorului, observându-se că odată cu creșterea sarcinii și cu creșterea turației are loc scăderea procentului reprezentat de fracțiunea organică solubilă (SOF) și creșterea fracțiunii insolubile, alcătuită din carbon amorf.

Compoziția particulelor depinde de tipul constructiv al motorului, înregistrându-se variații ale procentelor componentelor specifice (DI, IDI) între ele (tabelul 2.1) [N-S], cât și compoziția din figura 2.1.

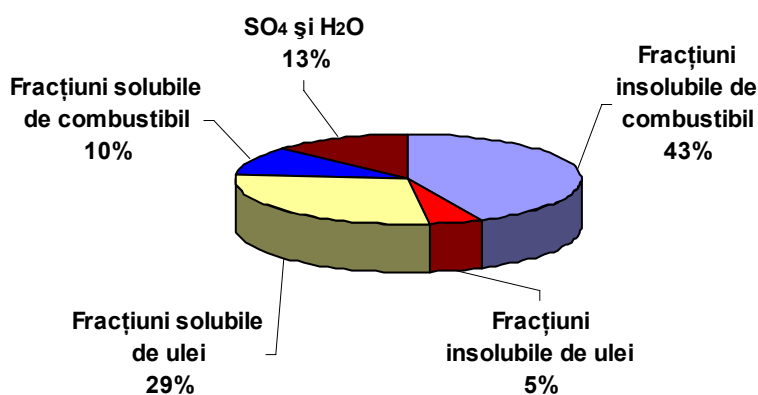


Fig. 2.1 Compoziția particulelor



Tabelul 2.1 Compoziția particulelor funcție de tipul constructiv al motorului

| Compuși                | Motor cu injecție directă | Motor cu injecție indirectă |
|------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Carbon                 | 31%                       | 46%                         |
| Ulei nears             | 40%                       | 28%                         |
| Combustibil nears      | 7%                        | 6%                          |
| Sulfai asociați cu apă | 14%                       | 10%                         |
| Diverse                | 8%                        | 10%                         |

Analiza spectrografică a particulelor evidențiază ca element dominant carbonul; există Fe, Si, S în cantități mai mari, iar alte elemente sunt numai în cantități foarte mici, numai urme.

Există mai multe referiri asupra dimensiunilor particulelor emise de motoarele diesel:

- diametrul mediu (masiv) 0,1 – 0,3  $\mu\text{m}$ , cele mai mici pot fi de 10 nm
- mai mult de 50% dintre particule au diametrul sub 0,5  $\mu\text{m}$
- 80 – 90% dintre particule au un diametru mai mic de 1  $\mu\text{m}$
- 90% dintre particule (raportate masiv) au diametrul mai mic de 1  $\mu\text{m}$ , iar 70% sub 0,3  $\mu\text{m}$
- 0,03 – 0,6  $\mu\text{m}$  conform distribuției tipice dimensionale.

Dimensiunile particulelor emise de m.a.s. sunt mai mici decât cele emise de m.a.c.: 0,01 – 0,05  $\mu\text{m}$  în cazul m.a.s. cu catalizator și 0,01 – 0,1  $\mu\text{m}$  în m.a.s. fără catalizator.

Particulele emise de m.a.c. sunt foarte mici și nu au intrat în atenția legislatorilor, decât prin măsurarea fumului și a compoziției chimice a gazului de eșapament. Experții în medicină estimează că ele provoacă sau întrețin boli cum ar fi astmul, bronșita cronică sau emfizemul pulmonar, după clasificarea internațională a substanțelor care au probabilitate mare de a produce cancerul.

Efectele asupra sănătății produse de particule depind de dimensiunile acestora, de modul în care pătrund în organism și de capacitatea organismului de a le elimina sau neutraliza. Particulele m.a.c. sunt suficient de mici pentru a se depune în traiectul respirator. Particulele mai mari de 0,3  $\mu\text{m}$  sunt eliminate din traiectul respirator, în timp ce restul (70% masiv) pot pătrunde în plămâni.

Particulele reprezintă tot materialul sub formă suspendată, solid sau lichid și se clasifică după mărime. Nanoparticulele sau particulele submicroscopice sunt particulele ultrafine care apar în număr foarte mare dar au o contribuție mică asupra masei totale a particulelor. Funcție de tipul motorului, distribuția dimensională tipică este centrată pe valoarea de 100 nm (0,1  $\mu\text{m}$ ).

Epidemiologia a corelat nivelul particulelor cu rate crescute ale morbidității și mortalității. Cu toate că particulele nu sunt considerate că produc boala, ele înrăutățesc stările cronice existente. Particulele ultrafine sunt mai periculoase, din cauza capacității acestora de a pătrunde adânc în sistemul respirator și de a se depozita în zona alveolară a plămânului. Particulele mari sunt fixate în zonele superioare ale plămânilor, de unde sunt eliminate de ciliile pulmonari în 3 – 4 zile. Particulele ultrafine pătrund în zona alveolară. Eliminarea particulelor din această regiune este realizată în 100 de zile, de celule specializate, numite macrofage alveolare.

Dimensiunile particulelor variază cu regimul de funcționare al motorului, constatându-se că la turație constantă creșterea sarcinii a dus la creșterea diametrului mediu al particulelor, iar la

creșterea turației, diametrele medii au scăzut, datorită scăderii timpului de staționare a particulelor în motor și a anihilării fenomenelor de aglomerare.

Constituirea particulelor sub formă de aglomerate aproximativ sferice pot avea HC adsorbite pe suprafață, de obicei lichide. S-a folosit microscopia electronică pentru studiul dimensional al particulelor cu ajutorul căreia s-a analizat imaginea particulelor emise de motoare în regimul de funcționare caracterizat de 100% sarcină și la turația de 1800 rot/min. Depunerea particulelor s-a făcut pe pastile de aluminiu lustruite chimic, acestea fiind menținute în curentul de gaze arse un timp foarte scurt, pentru a se evita depunerile în straturi ale particulelor. S-a constatat ca particulele se aglomerează luând aspectul de conopidă. Dimensiunile medii ale aglomeratelor s-au apreciat la 20  $\mu\text{m}$  și ale particulelor celor mai mici de circa 1  $\mu\text{m}$ .

### 2.2 Instalații de măsurare a noxelor

#### 2.2.1 Principii privind procedeele de analiză a gazelor

##### 2.2.1.1 Măsurarea concentrației gazelor după metoda conducției termice

Măsurarea concentrației gazelor, după metoda conducției termice are în vedere dependența dintre coeficientul de conductivitate  $\lambda$  și concentrația  $C$ , care determină în ultimă instanță compoziția gazului respectiv.

$$\lambda = f(C) \quad (2.2)$$

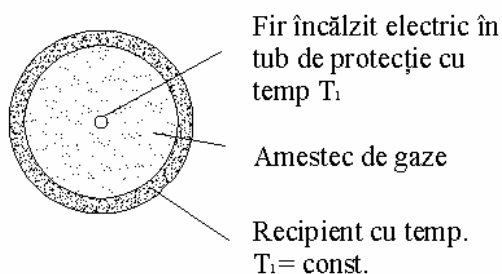


Fig. 2.2 Schema de principiu privind măsurarea concentrației gazelor

Prin încălzirea firului central plasat de regulă într-un tub de protecție cu pereți subțiri (fig.2.2.) cu un curent ( $I = \text{constant}$ ) și menținând constantă temperatura peretelui recipientului ( $T_2 = \text{const.}$ ), după proprietățile de conductivitate ale gazului, temperatura  $T_1$  și cu aceasta rezistența  $R_1$  a firului vor lua anumite valori în interdependență univocă cu condițiile de schimb de căldură.

De menționat că viteza gazului este suficient de mică în incintă ; în același timp curentul de încălzire  $I$  fiind mic, se poate neglija transferul termic convectiv și prin radiație față de cel prin conducție.

În această situație căldura dezvoltată de rezistența electrică în unitatea de timp :

$$Q = I^2 \cdot R \quad (2.3)$$

se schimbă cu gazul, prin conducție :

$$\dot{Q} = k \cdot \lambda \cdot (T_1 - T_2) \quad (2.4)$$

unde, k este o constantă dependentă de soluția constructivă după care s-a realizat instalația, astfel că rezultă că :

$$\dot{Q} = I^2 \cdot R_1 = k \cdot \lambda \cdot (T_1 - T_2) \quad (2.5)$$

Având în vedere dependența rezistenței cu temperatura :

$$R_1 = R_2 \cdot [1 + \alpha(T_1 - T_2)] \quad (2.6)$$

din care :

$$T_1 - T_2 = \frac{1}{\alpha} \left( \frac{R_1}{R_2} - 1 \right) \quad (2.7)$$

se obține :

$$I^2 R_1 = \frac{k \cdot \lambda}{\alpha} \cdot \frac{R_1 - R_2}{R_2} \quad (2.8)$$

de unde :

$$\lambda = I^2 \cdot \frac{\alpha}{k} \cdot \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 - R_2} \quad (2.9)$$

Cum parametrii I,  $\alpha$ , k și  $R_2$  sunt constanți, rezultă că :

$$\lambda = c \cdot f(R_1) \quad (2.10)$$

Așadar, prin simpla evaluare a rezistenței  $R_1$ , rezultă coeficientul de conductivitate  $\lambda$ , care la rândul-i este legat univoc de concentrație prin relația (2.3).

În practică nu se fac măsurări absolute de conductivități, ci se compară conductivitatea unui amestec de gaze cu conductivitatea unui gaz cunoscut (de exemplu a aerului).

Aparatul pentru măsurat concentrația  $O_2$  din fum prin metoda comparației are ca element principal un bloc metalic masiv prevăzut cu 4 camere de lucru prin care sunt trecute 4 fire de platină identice ( fig.2.3) .

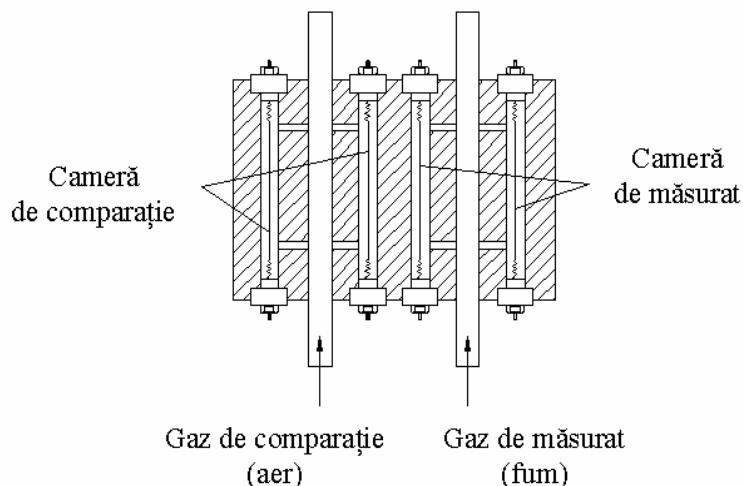


Fig.2.3 Blocul de lucru al aparatului de măsurat concentrația  $\text{CO}_2$  din fum

Prin două dintre camere trece gazul de măsurat (fumul) și prin alte două gazul de comparație (aerul). Cele 4 fire (cu rezistențe de aproximativ  $12 \Omega$ ) se leagă în ramurile unei punți Wheatstone, alimentată cu un curent care să permită realizarea unei temperaturi de  $100^\circ\text{C}$  (fig.2.4).

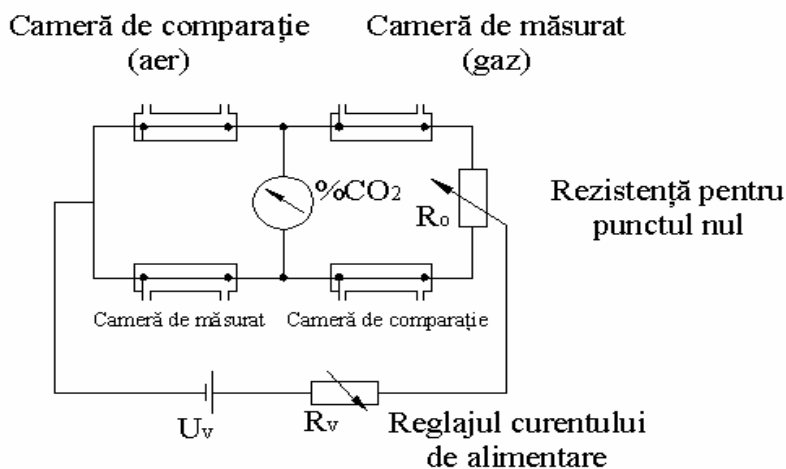


Fig. 2.4 Schema de montaj a aparatului de măsurat concentrația  $\text{CO}_2$  din fum

Deoarece  $\text{CO}_2$  are o conductivitate termică mai redusă decât aerul, firele din camerele de măsurat se vor răci mai puțin, rezistența lor va fi mai mare, astfel că puntea se dezechilibrează. Tensiunea indicată de galvanometrul plasat în diagonala punții este o măsură a concentrației volumetrice de  $\text{CO}_2$  din fum.

Aparatele pentru măsurat concentrația  $\text{CO}_2$  au un domeniu de lucru de  $0\text{-}20\% \text{CO}_2$ , pentru indicația maximă creșterea de temperatură fiind de cca.  $6^\circ\text{C}$  și variația rezistenței de  $0, 2 \Omega$ .

Eroarea maximă este de 0,5 %  $\text{CO}_2$ , corespunzând unor abateri ale temperaturii de  $0,15^\circ\text{C}$  și ale rezistenței de  $5 \text{ m}\Omega$ . Utilizarea metodei conductivității este indicată în general pentru amestecurile binare de gaze. În cazul unor amestecuri mai complexe trebuie menținută constantă structura volumetrică a acestora (cu excepția  $\text{CO}_2$ ), fiind totodată necesară etalonarea aparatului pentru amestecul respectiv.

Influența variațiilor de temperatură ale fumului poate fi compensată prin introducerea în schemă a unor rezistențe suplimentare, care corectează, sub efectul temperaturii măsurandului, tensiunea din diagonala punții.

Deoarece atât aerul cât și fumul trec liber sau sunt aspirate cu aceeași pompă prin blocul de lucru, nu poate fi vorba de erori determinate de variațiile de viteze ale celor două fluide. Pentru măsurări de precizie trebuie să se asigure aceeași umiditate a aerului și fumului.

### 2.2.1.2 Măsurarea concentrației gazelor după metoda arderii suplimentare

Procedeul este aplicabil amestecurilor de gaze pentru care componentul ce prezintă interes este combustibil, el urmând a se arde în prezența unui catalizator.

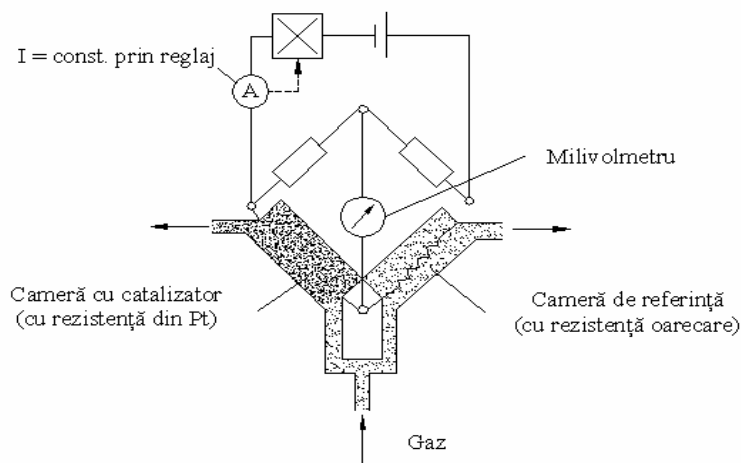


Fig. 2.5 Măsurarea concentrației prin metoda arderii suplimentare

Pentru schema din fig. 2.5 gazul de investigat se distribuie în 2 camere, una dintre acestea conținând ca și rezistență un fir de Pt cu rol de catalizator. Rezistențele din camera cu catalizator și din camera de referință se încălzesc electric fiind legate într-o punte Wheatstone ce se găsește în echilibru, dacă la firul de platină nu apar arderi suplimentare. În prezența componentelor combustibile, sub efectul arderii temperatura firului crește, puntea se dezechilibrează ceea ce constituie o măsură a concentrației de CO de exemplu din amestecul de gaze.

Aparatele pentru măsurarea concentrației gazelor de tipul celor descrise mai sus se folosesc pentru testarea prezenței în amestecul de gaze a unor gaze toxice, explozive sau a componentelor nense în cazul cuptoarelor și agregatelor de cazane.

### 2.2.1.3 Măsurarea magnetică a concentrației oxigenului

Măsurarea magnetică a concentrației oxigenului exploatează proprietățile paramagnetice ale acestuia, magnetizarea reducându-se cu creșterea temperaturii.

Oxigenometrul este compus din 4 camere prevăzute cu fire de Pt încălzite electric la circa  $300^{\circ}\text{C}$ . Două dintre camere se găsesc sub influența câmpului magnetic generat de un magnet permanent ( fig.2.6.)

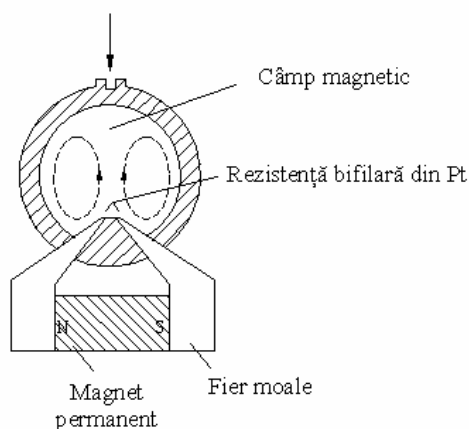


Fig. 2.6 Secțiune printr-un oxigenometru magnetic

Dacă gazul de măsurat nu este magnetic, atunci în fiecare cameră, filamentele de Pt vor fi răcite identic sub efectul convecției termice, puntea în care sunt legate firele rămânând în echilibru (fig. 2.7).

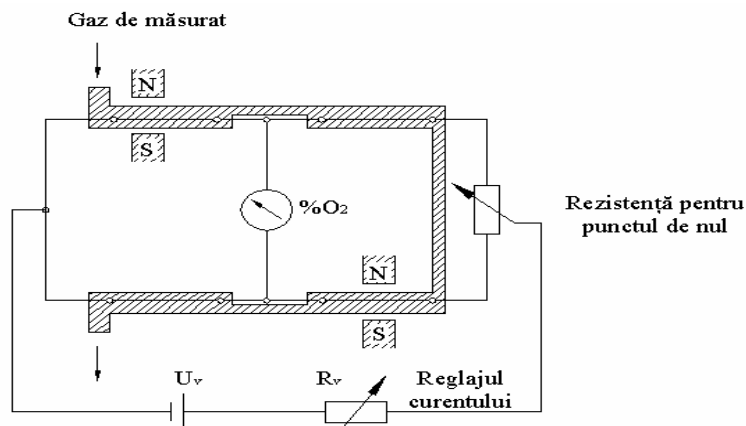


Fig. 2.7 Schema de montaj a oxigenometrului magnetic

Oxigenul din amestecul de gaze se magnetizează, fiind puternic atras de către magnetul permanent. Ajungând la filament el își reduce magnetismul sub efect termic fiind astfel facilitat accesul unei noi tranșe de  $\text{O}_2$ , rece și puternic magnetizat. În această situație filamentele din cele două camere ce dispun de magneți permanenți se vor răci mai mult, puntea se dezechilibrează, semnalul din diagonala sa fiind proporțional cu conținutul de  $\text{O}_2$  din amestecul investigat.

Pentru o concentrație de 5% O<sub>2</sub> se înregistrează diferențe de temperatură între firele de Pt de 2°C. Procedul descris este extrem de selectiv deoarece O<sub>2</sub> are proprietăți paramagnetice de cca. 100 ori mai bune decât celelalte gaze.

### 2.2.1.4 Cromatografia cu gaze

Cromatografia cu gaze este frecvent practică mai ales în domeniul petrochimiei pentru stabilirea compoziției amestecurilor de hidrocarburi.

În cazul măsuranzilor în fază solidă sau lichidă, măsuranzii se supun în prealabil gazeificării, fiind apoi conduși spre cromatograf cu ajutorul unui gaz purtător care este, în mod obișnuit, heliu sau azot.

Gazul purtător transportă probele de analizat în coloanele de separare realizate din cărbune activ, coloane ce pot ajunge la lungimi de până la câțiva metri (fig.2.8).

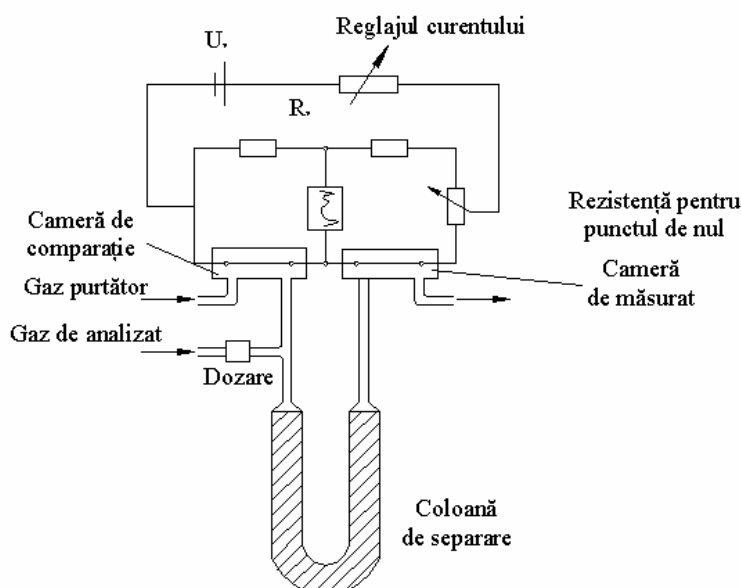


Fig. 2.8 Cromatograful cu gaze

Materialul adsorbant al coloanei influențează în mod diferit, timpul de transport al componentelor gazoase. Coloana de separare este părăsită în timp de către componentele ușoare întâi, apoi de cele grele, datorită proceselor descrise mai jos.

În absența probei, faza mobilă (gazul purtător) se află în echilibru cu faza staționară (cărbunele activ). La apariția unui nou gaz în faza mobilă, echilibrul se strică și se restabilește numai după ce o parte din moleculele noului gaz trec din faza mobilă în faza staționară prin adsorbție. Fenomenul are loc de-a lungul coloanei de adsorbție, până când în faza mobilă nu au mai rămas deloc molecule din gazul de probă. În această situație din nou cele două faze nu se mai află în echilibru și pentru restabilirea acestuia are loc fenomenul invers de desorbție, adică de spălare a coloanei de către gazul purtător. Timpul în care are loc fenomenul de adsorbție – desorbție purtând numele de *timp de eluție*, care este diferit pentru fiecare gaz în parte.

Coloanele cromatografice pot fi realizate nu numai ca și coloane adsorbante (când gazul de analizat este fixat pe un element solid – cărbune activ). Ele pot fi și coloane de adsorbție sau de partiție (când gazul este fixat de către un lichid, de regulă plasat pe materiale poroase) soluție preferată de multe ori la analiza hidrocarburilor.

În ambele cazuri componentele ajung succesiv în camera de măsurat a unei punți Wheatstone cu rol de detector, prin camera de comparare fiind trecut gazul purtător. Cromatografele pot utiliza și alte tipuri de detectoare, în afara celor cu rezistență în punte.

Datorită conductivității termice diferite a celor două fluide, rezistențele din cele două camere se vor răci diferit, puntea se dezechilibrează, semnalul înregistrat în diagonala sa, fiind univoc legat de natura și concentrația gazului transportat de fluidul purtător.

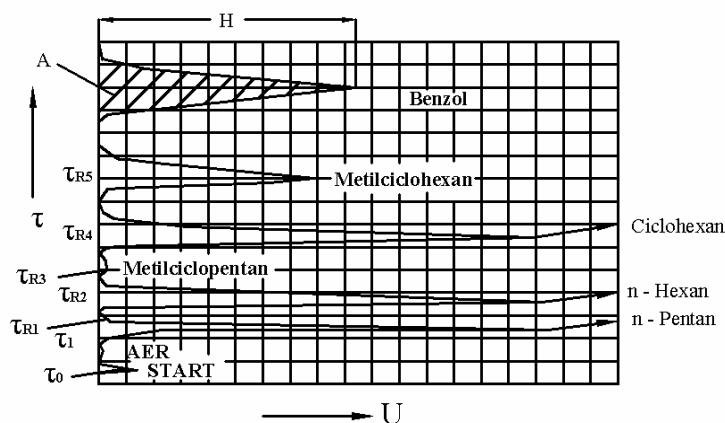


Fig. 2.9 Cromatogramă

În fig.2.9 se prezintă, pentru exemplificare, o cromatogramă care redă variațiile de tensiune sub forma unor semnale în salt, în raport cu timpul.

Timpii de reținere  $\tau_R$  (eluție) sunt specifici fiecărei componente după natura sa, pe când înălțimea semnalului  $H$ , respectiv suprafața  $A$  pe care acesta o descrie, este o măsură concentrației (gravimetrice respectiv volumetrice) a gazului respectiv.

Precizia cromatogramei este legată de dozarea cât mai exactă a probei, de constanța temperaturilor coloanei de separare, a gazului purtător și a amestecului de măsurat, motiv pentru care cromatograful trebuie termostatat.

Sensibilitatea cromatografului este foarte ridicată, putând a fi puse în evidență impurități care reprezintă până la  $10^{-4}$  din gazul purtător.

### 2.2.1.5 Analiza gazelor prin absorbție în infraroșu

Analizoarele în infraroșu exploatează proprietatea componentelor gazoase de a absorbi selectiv, după lungimea de undă, radiația infraroșie.

În fig. 2.10. se prezintă schema de principiu a unui analizor de gaz ce funcționează pe principiul absorbției în infraroșu.



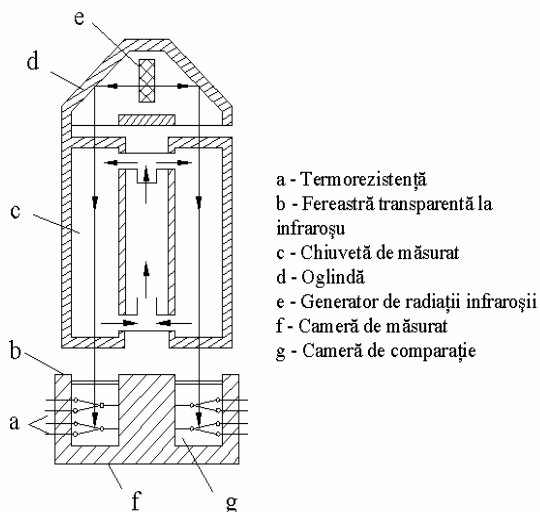


Fig. 2.10 Analizor de gaz în infraroșu

Radiația emisă de un radiator în infraroșu este dirijată către două oglinzi de deviere care o trimit prin chiuveta de măsurat, spre camera de măsurat respectiv de comparație. Camera de comparație este umplută cu un gaz ce nu absoarbe radiația infraroșie, iar camera de măsurat - cu componenta din gazul analizat, care urmează să fie determinată. Ambele camere sunt prevăzute cu termorezistențe electrice.

Prin chiuveta de măsurat circulă gazul a cărui componentă dorim să o determinăm.

Dacă acest gaz nu conține respectiva componentă, radiația infraroșie va trece liber prin chiuvetă. Datorită absorbției puternice din camera de măsurat, termorezistențele din aceasta se vor încălzi mai mult decât termorezistențele din camera de comparație, apărând o diferență de temperatură care poate fi pusă în evidență prin legarea traductoarelor de temperatură în punte. În prezența componentei de analizat în gazul trecut prin chiuvetă, această diferență de temperatură se reduce deoarece partea din energia radiată se absoarbe în chiuvetă, rămânând mai puțină energie disponibilă absorbției în camera de măsurat, pentru încălzirea suplimentară a termorezistențelor de aici. Dacă gazul de analizat conține 100% componenta care se găsește și în camera de măsurat, diferența de temperatură va fi 0, deoarece întreaga energie radiată în infraroșu este absorbită încă din chiuvetă, căldura primită de termorezistențele din cele două camere fiind aceeași.

Așadar diferențele mari de temperatură înregistrate între cele două camere semnifică o cantitate mică din componenta ce prezintă interes în amestecul de gaze, pe când diferențele mici sunt proprii unei participări consistente a componentei respective în gazul de analizat.

Procedeul descris poate fi utilizat cu bune rezultate la determinarea cantitativă a  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CH}_4$ , acetilenă din amestecurile de gaze, fiecare absorbind radiația infraroșie într-o anumită bandă de frecvență spre exemplu  $\text{CO}_2$  în bandă de  $4,0 - 4,5 \mu\text{m}$ ,  $\text{CO}$  în  $4,5 - 5 \mu\text{m}$  etc.

Dacă gazul de analizat conține componente care absorb în domeniul infraroșu radiații cu lungimi de undă apropiate, se utilizează filtre care selectează radiația pentru benzi de frecvență extrem de reduse.

Unele analizoare pot folosi ca detectoare dispozitive capacitive ce funcționează după următorul principiu :

- între camera de măsurat și cea de comparație se așează o membrană care se încălzește selectiv, deformându-se după proporția din radiația infraroșie reținută de gazul de analizat. Membrana constituie una din armăturile unui condensator. Pentru ușurința măsurării un astfel de analizor funcționează cu impulsuri, în acest scop între generatorul de radiație infraroșie și chiuvetă, găsindu-se un disc cu fante, în mișcare la o anumită turație.

### 2.2.1.6 Spectroscopia de masă

Spectroscopia de masă analizează compoziția chimică a unui amestec în funcție de comportarea caracteristică a particulelor încărcate electric într-un câmp electromagnetic.

În spectroscopia de masă convențională, proba de gaze analizată este „bombardată” mai întâi cu electroni cu energii înalte, rezultând ioni de masă  $m$  și de sarcină  $e$ . Acești ioni sunt accelerați într-un câmp electric de tensiune  $U$  până când ating viteza  $v$  cu care pătrund într-un câmp magnetic de putere  $H$ . Sub acest efect traiectoria inițială a ionilor se curbează cu raza  $\rho = \frac{2Um}{e \cdot H^2}$ . Raza de curbură poate fi modificată convențional acționându-se fie asupra lui  $U$ , fie asupra lui  $H$ , astfel ca particulele cu un anumit raport caracteristic  $m/e$  să ajungă la detector. Răspunsul detectorului este proporțional cu numărul de ioni cu același  $m/e$ , adică cu concentrația inițială a substanței analizată.

În mod obișnuit, spectrometrul de masă se utilizează pentru analiza gamei complete a componentelor dintr-un amestec. Înregistrarea care se obține în urma variației continue a razei de curbură se numește spectrul de masă și are alura cromatogramei din fig.2.9.

Fiecare vârf corespunde unui  $m/e$  caracteristic, deci unei componente, iar înălțimea vârfului este proporțională cu concentrația din amestec.

### 2.2.1.7 Analiza prin chemiluminiscență

Analiza prin chemiluminiscență se poate utiliza la determinarea oxidului de azot (NO) din gazele eșapate de m.a.i. Ea se bazează pe reacția dintre NO și ozon ( $O_3$ ), prin care poate lua naștere  $NO_2$  în stare excitată electronic. Moleculele excitate se relaxează emițând lumină (fotoni) în banda de  $0,6 - 3\mu m$ . De observat că numai o fracțiune din NO este transformată în  $NO_2$ , funcție de temperatură, motiv pentru care acest parametru trebuie riguros controlat în timpul măsurărilor.

Intensitatea luminii emise  $I$ , este proporțională cu concentrația de NO și  $O_3$  și invers proporțională cu concentrația substanței  $M$ .

$$I = I_0 \frac{[NO] \cdot [O_3]}{[M]} \quad (2.11)$$

La analizorul cu chemiluminiscență, reacția dintre NO și  $O_3$  se produce într-un reactor cu flux continuu, menținut la o presiune joasă de ordinul a  $5 - 10$  mmHg. Proba de gaz analizată este amestecată în fața unui detector cu  $O_3$ , care este produs de un generator auxiliar. Semnalul preluat de un tub fotomultiplicator este amplificat și transmis unui aparat înregistrator, care redă direct concentrația de NO.

### 2.2.1.8 Metode colorimetrice de analiză

Metodele colorimetrice de analiză utilizează reactivi specifici care colorează soluția, intensitatea culorii indicând concentrația substanței analizate.

Astfel de pildă, metoda Saltzmann care servește la determinarea oxizilor de azot, folosește ca reactanți acid sulfanilic și N-(1-naftil)–etilendiamina. Primul compus reacționează cu ionul de  $\text{NO}_2$ , iar produsul rezultat cu cel de-al doilea component, colorând soluția în roșu. Concentrația ionilor de  $\text{NO}_2$  se determină prin măsurarea intensității culorii, indicată de exemplu, de absorbția optică a soluției la  $0,55 \mu\text{m}$ , cu un spectrometru.

Metoda indică conținutul total de oxizi de azot ( $\text{NO} + \text{NO}_2$ ) din proba de gaze.  $\text{NO}_2$  se dizolvă rapid în soluție formând ionul  $\text{NO}_2^-$ ;  $\text{NO}$  este mai întâi oxidat în soluție.

În esență, cercetarea genezei poluanților și a eficienței mijloacelor de combatere a acestora impun identificarea naturii și a concentrației substanțelor poluante prin metode și cu echipamente cât mai performante de măsurare. Acestea trebuie să satisfacă o serie de cerințe distincte cum ar fi: timpul de răspuns redus, mai ales pentru măsurările continue, costurile legate de încercare și materialele consumabile să fie cât mai mici, fiabilitatea și precizia cât mai mari.

Întrucât metodele de investigație se aplică unei probe prelevate din gazele de evacuare, aceasta nu trebuie să sufere modificări în perioada deplasării în sistemul de prelevare sau în perioada de conservare (adsorbție-desorbție la perete, condensare, reacții chimice între componente etc.).

Metodele de analiză aplicate pentru a determina componentele gazelor de evacuare nelimitate prin norme nu sunt, nici ele și nici metodele de prelevare a probelor, reglementate de altfel de norme. În același timp, deși pentru prelevarea probelor se pot utiliza, în parte metodele unice aplicate componentelor limitate prin norme, la înregistrarea analitică se pot aplica metode unice pentru ambele grupe de substanțe. Aceasta se justifică, în principal, prin două cauze: pe de o parte, sensibilitatea aparatelor de măsură aplicabile componentelor gazelor de evacuare limitate prin norme, nu corespunde cerințelor efectuării cercetărilor componentelor care nu sunt limitate prin norme (componente a căror concentrație este de multe ori mai redusă), iar pe de altă parte, selectivitatea aparatelor existente este insuficientă.

De aceea, a fost necesară elaborarea unor tehnici de înregistrare de înaltă sensibilitate, precum și a unor metodici de prelucrare prealabilă a probelor pentru separarea dorită a substanțelor necesare. Această combinație dintre prelevarea selectivă a probelor, dirijată în totalitate spre separarea și detectarea specială a substanțelor, a căpătat denumirea de microanaliză.

Metodele de microanaliză se bazează, în principal, pe principii fizice sau fizico-chimice de măsurare. Printre acestea sunt, de exemplu, metode cunoscute precum :

- spectrometria masică
- cromatografia
- gravimetria
- termo-gravimetria
- combinații ale cromatografiei cu spectrometria masică.

Metodele clasice, pur chimice, de analiză nu se pot aplica, în majoritatea cazurilor, unor serii mari de măsurători, datorită timpului îndelungat de lucru și a costurilor mari implicate. De aceea, unde a fost posibil, ele s-au înlocuit cu metode moderne, în mare măsură automatizate.

## 2. Poluarea aerului. Metode și tehnici de evaluare a poluării, provocate de motoarele cu ardere internă

Metodele utilizate pentru prelevarea probelor și metodele de analiză pentru diferitele componente ale gazelor de evacuare sunt prezentate în tabelul 2.2.

Tabelul 2.2 Metode de prelevare și analiză pentru gazele de evacuare

| COMPONENTELE                                   | METODELE DE PRELEVARE A PROBELOR * | METODELE DE ANALIZĂ **                                                         |
|------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Masa totală a particulelor                     | Filtararea                         | Gravimetria                                                                    |
| Totalitatea cianurilor                         | Absorbția                          | Fotometria                                                                     |
| Amoniacul                                      | Absorbția                          | Fotometria                                                                     |
| Dioxidul de sulf                               | Absorbția                          | Titrea                                                                         |
| Sulfații                                       | Filtararea                         | Fotometria                                                                     |
| Hidrogenul sulfurat                            | Absorbția                          | Fotometria                                                                     |
| Totalitatea aldehydelor                        | Absorbția                          | Absorbția                                                                      |
| Aldehyde separate și cetone                    | Absorbția                          | HPLC                                                                           |
| Totalitatea fenolilor                          | Absorbția                          | Fotometria                                                                     |
| Hydrocarburi separate                          | Sac colector                       | GC/FID                                                                         |
| Hydrocarburi aromatice                         | Filtararea, filtrarea cu absorbție | DSC/HPCC,GC/FID,GC/MC                                                          |
| Combinatii organice care se leagă de particule | Filtararea                         | Extracție, termogravimetrie                                                    |
| Compoziția elementară a particulelor           | Filtararea                         | Analiza elementară, amortizarea atomică și spectroscopia Röntgeno-fluorescență |

\* Prelevarea probelor se face din gazele de evacuare diluate, exceptând analiza hidrocarburilor aromatice policiclice pentru care prelevarea probelor se face direct din curentul de gaze de evacuare nediluate.

\*\* DSC - cromatografia straturilor subțiri

HPLC - cromatografie lichidă de înaltă sensibilitate

GC/FID - cromatografie cu detector de ionizare a flăcării

GC/MC - cromatografie cu spectrometrie de masă.

În esență, metodele pentru măsurarea noxelor apelează la:

- în cazul hidrocarburilor:
  1. spectroscopia în infraroșu
  2. cromatografia cu gaze
  3. spectroscopia de masă.
- în cazul oxidului de carbon:
  1. absorbția în infraroșu
  2. oxidarea catalitică
  3. spectroscopia în infraroșu.
- în cazul oxizilor de azot:
  1. spectroscopia în infraroșu
  2. spectroscopia în ultraviolet
  3. spectroscopia de masă
  4. metode de chemiluminiscentă
  5. metode colorimetrice.

- în cazul fumului și al particulelor (compuse în principal din funingine și hidrocarburi absorbite sau condensate la motoarele diesel):
  1. gravimetria și termogravimetria (aplicate și pentru stabilirea fracțiunilor organice ce compun particulele)
  2. fotometria (bazată pe măsurarea valorii absolute a absorbției luminii, servind la determinarea concentrației unui component dintr-un amestec).

### 2.2.1.9 Evaluarea mirosului gazelor de eșapament.

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 de evacuare este supărător, mai ales la pornire, când se elimină combustibil nears. 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 aldehidelor, fenolilor și substanțelor aromatice ca și de compușii pe bază de sulf.

O serie de cercetări arată că intensitatea mirosurilor emise de gazele motoarelor diesel crește cu sarcina, descrește 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.

Evaluarea mirosurilor este o problemă dificilă, deoarece implică aprecierea prin metode senzoriale, metode cu grad ridicat de subiectivitate. Studiul mirosurilor se realizează cu juriu de specialiști antrenați în acest scop. Aceștia miros probe de gaz de evacuare, diluat cu aer în diferite proporții, sub și peste pragul de detectabilitate 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 juriu .

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. Trusa Turk cuprinde două seturi de materiale, unul pentru evaluarea intensității globale a mirosului, iar celălalt pentru evaluarea mirosului pe cele patru calități de mirosuri. Gazele de analizat 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. Pragul de sensibilitate al aparatelor este de  $10^{-9}$ , iar cel al mirosului uman este de  $10^{-18}$  -  $10^{-21}$ , ceea ce înseamnă că natura nu a fost încă o dată depășită de om.

## 2.3 Norme de măsurare a fumului

### 2.3.1 Regulamente din Europa

Documentele cu putere de lege sunt emise de către două organisme europene: Comunitatea Economică Europeană și Comisia Economică Europeană (organism al Organizației Națiunilor Unite). Directivele primului organism sunt similare regulamentelor celui de-al doilea și tind în timp să devină identice.

#### Regulamentul nr. 83 CEE - ONU

Categoriile de vehicule sunt notate prescurtat conform standardului referitor la frânarea vehiculelor (STAS 11960) după cum urmează:

Tabelul 2.3 Categoriile de vehicule cf STAS 11960

| Simbolul categoriei | Caracteristici                                                                      |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| M <sub>1</sub>      | Automobile cu persoane cu cel mult opt locuri pentru pasageri                       |
| M <sub>2</sub>      | Autobuze cu masă totală maximă de cel mult 5000 kg                                  |
| M <sub>3</sub>      | Autobuze cu masă totală maximă peste 5000 kg                                        |
| N <sub>1</sub>      | Automobile de mărfuri cu masa totală maximă de cel mult 3500 kg                     |
| N <sub>2</sub>      | Automobile de mărfuri cu masă totală maximă peste 3500 kg, dar cu cel mult 12000 kg |
| N <sub>3</sub>      | Automobile de mărfuri cu masă totală maximă peste 12000 kg                          |

Prevederile acestui regulament se aplică:

- emisiilor din gazele de eșapament și emisiilor de gaze de carter ale tuturor vehiculelor din categoria M<sub>1</sub> și N<sub>1</sub>, cu motoare cu aprindere prin scânteie, funcționând cu benzină cu plumb
- emisiilor din gazele de eșapament, din gazele de carter, emisiilor evaporative și a durabilității dispozitivelor antipoluante ale vehiculelor din categoria M<sub>1</sub> și N<sub>1</sub>, cu motoare cu aprindere prin scânteie, funcționând cu benzină fără plumb
- emisiilor din gazele de eșapament și durabilității dispozitivelor antipoluante ale tuturor vehiculelor din categoria M<sub>1</sub> și N<sub>1</sub>, cu motoare cu aprindere prin comprimare, având cel puțin 4 roți.

Categoriile M<sub>1</sub> și N<sub>1</sub> cuprind vehicule pentru transportul de marfă și persoane, cu masa totală sub 3,5 t (în principal autoturisme și autoutilitare).

Există 5 tipuri de încercări de omologare care se aplică diferențiat fiecărei categorii de vehicul, conform tabelului de mai jos.

Încercarea de tip I urmărește controlul emisiilor din gazele de eșapament cu vehiculul montat pe un banc cu role, care simulează rezistența la înaintare și inerția. Se efectuează un ciclu format dintr-un ciclu urban, ce se repetă de 4 ori și dintr-un ciclu care simulează funcționarea în afara orașului (extraurban). Inițial, această încercare cuprindea numai ciclul urban. Acest ciclu solicita puțin motorul (viteză maximă 50 km/h) și de aceea nu este reprezentativ pentru toate regimurile de funcționare, în special emisiile de NO<sub>x</sub> fiind foarte mici, fără relevanță. După multe discuții s-a adăugat și ciclul extraurban, în care viteza maximă este de 120 km/h.

Tabelul 2.4 Tipuri de încercări de omologare

| Tipul încercării | Vehicule cu benzină cu plumb | Vehicule cu benzină fără plumb, masa < 2,5 t | Vehicule cu benzină fără plumb, masa > 2,5 t | Vehicule cu motorină, masa < 2,5 t | Vehicule cu motorină, masa > 2,5 t |
|------------------|------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| I                | DA                           | DA                                           | DA                                           | DA                                 | DA                                 |
| II               | DA                           | -                                            | DA                                           | -                                  | -                                  |
| III              | DA                           | DA                                           | DA                                           | -                                  | -                                  |
| IV               | -                            | DA                                           | -                                            | -                                  | -                                  |
| V                | -                            | DA                                           | -                                            | DA                                 | -                                  |

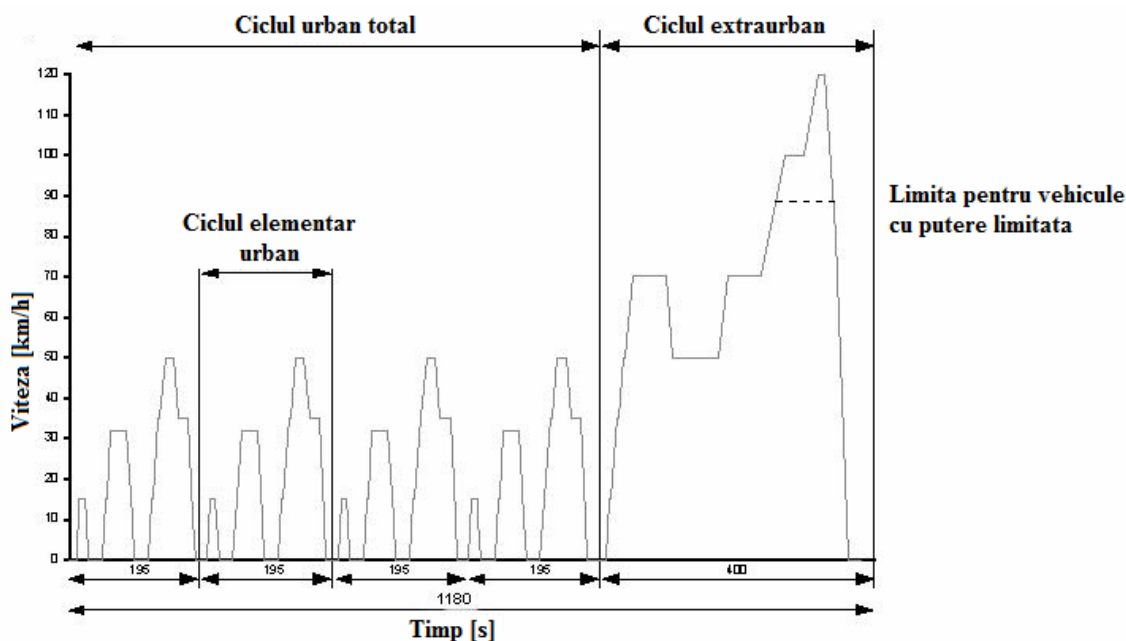


Fig. 2.11 Ciclul de conducere conform CEE-ONU nr. 83

În timpul încercării gazele de evacuare sunt diluate și colectate în saci. Pentru vehiculele m.a.s. se măsoară CO, HC, NO<sub>x</sub>, iar pentru m.a.c. se măsoară în plus particulele. Valorile limită sunt date funcție de tipul vehiculului în tabelul de mai jos.

Tabelul 2.5

Nivelul admis al emisiilor poluante ale vehiculelor care funcționează cu benzină etilată (M<sub>1</sub>)\*

| Masa de referință a vehiculului [kg] | CO [g/test] | HC + NO <sub>x</sub> [g/test] |
|--------------------------------------|-------------|-------------------------------|
| <1020                                | 58          | 19                            |
| 1020..1250                           | 67          | 20,5                          |
| 1250..1470                           | 76          | 22                            |
| 1470..1700                           | 84          | 23,5                          |
| 1700..1930                           | 93          | 25                            |
| 1930..2150                           | 101         | 26,5                          |
| 2150 <                               | 110         | 28                            |

\*Pentru categoria de vehicule N<sub>1</sub> valorile HC+NO<sub>x</sub> din tabelul 2.5 se multiplică cu 1,25.

Tabelul 2.6

Nivelul admis al emisiilor poluante ale vehiculelor care funcționează cu motorină (M<sub>1</sub>)\*

| CO<br>[g/km] | HC + NO <sub>x</sub><br>[g/km] | Particule<br>[g/km] |
|--------------|--------------------------------|---------------------|
| 2,72         | 0,97                           | 0,14                |

\*Pentru categoria de vehicule N<sub>1</sub> sunt valabile datele din tabelul 2.5

Încercarea de tip II se referă la controlul CO la mersul în gol, imediat după al patrulea ciclu din încercarea I. Valorile CO nu trebuie să depășească 3,5% CO, pentru reglajul specific încercării de tip I, sau nu trebuie să depășească 4,5% CO, pentru plaja de reglaje specificate în acest regulament.

Încercarea de tip III verifică emisiile din gazele carter la mers în gol și la 50 km/h, folosind standul cu role. Presiunea măsurată în carter nu trebuie să depășească valoarea presiunii atmosferice din momentul măsurării. Dacă acest lucru nu se respectă, se impune o încercare complementară prin care se colectează gazele carter într-un sac fixat la orificiul jojei de ulei. Vehiculul este considerat satisfăcător dacă nu se produce o umflare vizibilă a sacului.

Încercarea de tip IV determină emisiile de hidrocarburi evaporate prin metoda SHED (Sealed Housing for Evaporative Determination). Această metodă constă în captarea emisiilor într-o incintă care conține vehiculul. Cunoscându-se volumul incintei și concentrația substanțelor poluante, se determină emisiile totale.

Emisiile evaporabile se împart în:

- pierderi diurne - apar când vehiculul este staționar, cu motorul oprit, datorită evaporării combustibilului din rezervor, provocată de variația temperaturii care apare în 24 de ore
- pierderi datorită încălzirii - apar când vehiculul încălzit este lăsat să staționeze și căldura motorului este transferată rezervorului și (sau) carburantului
- pierderi în funcționare - apar când vehiculul este condus în condiții normale de funcționare.

Încercarea de tip V urmărește verificarea durabilității dispozitivelor antipoluante care echipează m.a.s. sau m.a.c. în cursul încercării de duranță de 80.000 km. Este definit un program de funcționare, alcătuit din 11 cicluri de 6 km lungime, care se repetă până la 80.000 km. Se măsoară emisiile din 10.000 km în 10.000 km, iar pe baza lor se calculează factorul de deteriorare al emisiilor din gazele de eșapament, ca raport al emisiei de poluanți, în g/km la 6.400 km și la 80.000 km.

### Regulamentul nr. 24 CEE - ONU

Acest regulament cuprinde prescripții referitoare la omologarea motoarelor cu aprindere prin comprimare, în ceea ce privește emisiile poluante vizibile (fumul). Emisiile poluante se măsoară în cursul a două încercări:

a) în regim stabilizat de funcționare în sarcină totală

- încercarea se execută fie pe motor, fie pe autovehicul, măsurându-se opacitatea gazului de eșapament. Se execută un număr suficient de măsurări, repartizate



între turația nominală maximă și cea minimă. Pentru fiecare din turațiile la care s-au făcut măsurări ale coeficientului de absorbție se calculează debitul nominal de gaz ;

$$G = V \cdot n / 120 \quad (2.12)$$

în care:

- G - este debitul nominal de gaz (l/s);
- V - cilindrul motorului (l);
- n - turația motorului (rot/min).

Coeficientul de absorbție a luminii, măsurat cu opacimetrul, trebuie să fie mai mic decât valorile limită impuse acestui coeficient în regulament, funcție de debitul de gaz.

b) în regim de accelerare liberă

- încercarea se execută asupra motorului instalat pe bancul de încercare sau pe vehicul. Emisiile poluante vizibile în accelerație liberă trebuie măsurate când motorul funcționează la regim nominal și la puterea sa maximă. Motorul funcționând la regimul de mers în gol, este accelerat rapid, dar fără brutalitate, pentru a se obține debitul maxim al pompei de injecție. Această poziție se menține până se atinge regimul maxim al motorului, apoi se decelerează până când motorul ajunge din nou la regimul de mers în gol, la turație minimă și opacimetrul revine în condițiile inițiale. Se repetă operația de cel puțin 6 ori, notându-se valorile maxime ale opacității, obținute în încercări succesive, până când se obțin valori stabilizate într-o plajă de 0,25 m<sup>-1</sup>. Valoarea coeficientului de absorbție este media aritmetică a 4 valori consecutive ale opacității, care respectă condiția anterioară.

Referitor la modalitatea de efectuare a accelerației prin apăsarea completă, rapidă, dar nu violentă a pedalei de accelerație, există opinia că această indicație este prea vagă, lăsată la aprecierea fiecărui executant. Pentru a elimina arbitrarul, unele standarde (ISO/TR 9310) stabilesc intervalul valorilor gradientului de turație de la 15 la 50 s<sup>-2</sup>.

### 2.3.2 Regulamente și legi din România

Legislația românească tinde să se alinieze la legislația europeană antipoluare prin recunoașterea prevederilor unor regulamente (CEE - ONU nr. 24, 49 și 83) și prin emiterea unor documente legislative proprii, care să armonizeze cu documentele similare ale ISO (Organizația Internațională de Standardizare).

Reglementările privind condițiile tehnice pe care trebuie să le îndeplinească vehiculele rutiere în vederea admiterii în circulație pe drumurile publice din România privind motorul și protecția mediului sunt următoarele:

- Autovehiculele trebuie echipate cu motoare a căror putere netă să asigure calități dinamice corespunzătoare destinației lor și fluența circulației, inclusiv pe drumuri cu rampe mari din rețeaua rutieră. Puterea specifică a motorului, determinată conform prevederilor tehnice ale Directivei 80/1269/CEE, ultima modificare prin Directiva 1999/99/CE, sau ale Regulamentului nr. 85 ECE -UN, nu trebuie să fie mai mică de 5 kW pentru fiecare tonă a masei totale tehnic admisibile pentru combinațiile de vehicule, conform prevederilor Directivei 97/27/CE.

Această putere specifică minimă nu este obligatorie pentru autovehiculele a căror viteză maximă, prin construcție, nu depășește 30 km/h.

- Autovehiculele construite din componente detașate și la care, în locul motorului prevăzut de constructor, s-au montat motoare destinate altor tipuri și/sau categorii de autovehicule, trebuie să aibă calități dinamice care să nu afecteze negativ fluenta circulației și să nu depășească nivelul de poluare chimică și sonoră al vehiculului de bază.
- Autovehiculele echipate cu motoare cu aprindere prin scânteie sau cu aprindere prin comprimare, cu cel puțin patru roți, din categoriile M1 și N1 și cu o viteză maximă, prin construcție, de cel puțin 50 km/h, trebuie construite și echipate astfel încât:
  - emisiile poluante, atât pentru omologarea de tip, cât și pentru prima înmatriculare, trebuie să respecte prevederile Directivei 70/220/CEE, ultima modificare prin Directiva 1999/102/CE și să nu depășească limitele indicate (« EURO 3 »). Îndeplinirea acestor condiții poate fi demonstrată și prin aplicarea prevederilor corespunzătoare din Regulamentul ECE - UN nr. 83/05 echivalent.
  - la autovehiculele echipate cu motoare cu aprindere prin scânteie M1 cu masa maximă mai mare de 2500 kg, M1 cu mai mult de șase locuri în afara locului conducătorului, precum și N1 II, III, condițiile tehnice pentru încercarea de tip VI conform Directivei 2001/100/CE se aplică începând cu 1 ianuarie 2005 la omologarea de tip și 1 ianuarie 2006 pentru prima înmatriculare.
  - existența sistemelor OBD conform prevederilor Directivei 70/220/CEE, ultima modificare prin Directiva 1999/102/CE, este obligatorie pentru autovehiculele cu motoare cu aprindere prin scânteie M1 și N1, atât la omologarea de tip cât și la prima înmatriculare.
  - existența sistemelor OBD conform prevederilor Directivei 70/220/CEE, ultima modificare prin Directiva 1999/102/CE, este obligatorie pentru autovehiculele cu motoare cu aprindere prin comprimare după cum urmează:
    - M1 (cu excepția M1 cu masa maximă mai mare de 2500 kg sau cu mai mult de șase locuri în afara locului conducătorului) de la 1 ianuarie 2005 la omologarea de tip și 1 ianuarie 2006 la prima înmatriculare
    - M1 cu masa maximă mai mare de 2500 kg sau cu mai mult de șase locuri în afara locului conducătorului precum și N1 de la 1 ianuarie 2006 la omologarea de tip și 1 ianuarie 2007 la prima înmatriculare.
  - existența sistemelor OBD conform prevederilor Directivei 70/220/CEE, ultima modificare prin Directiva 2001/1/CE, este obligatorie pentru autovehiculele cu motoare cu aprindere prin scânteie și care funcționează cu GPL sau GN de la 1 ianuarie 2006 la omologarea de tip și 1 ianuarie 2007 la prima înmatriculare.
  - începând cu data de 1 ianuarie 2007 emisiile poluante, pentru omologarea de tip, trebuie să respecte prevederile Directivei 70/220/CEE, ultima modificare prin Directiva 2001/100/CE și să nu depășească limitele indicate în tabelul 1 din anexa I, treapta B (« EURO 4 »). Îndeplinirea acestor condiții poate fi demonstrată și prin aplicarea prevederilor corespunzătoare din Regulamentul ECE - UN nr. 83/05 echivalent.
  - pentru omologarea/certificarea individuală în vederea primei înmatriculări în România a autoturismelor și autoutilitarelor ușoare, valorile emisiilor poluante

provenite din gazele lor de evacuare nu trebuie să depășească limitele indicate în Directiva 70/220/CEE, ultima modificare prin Directiva 98/69/CE, tabelul 1 din anexa I, treapta A (« EURO 3 »), sau cele echivalente din Regulamentul nr. 83/05 ECE - UN.

- în condițiile indicate în Directiva 70/220/CEE pentru autovehiculele echipate cu motoare cu aprindere prin comprimare se admite și aplicarea prevederilor, indicate în Directiva 88/77/CEE (cu adaptările de rigoare).

- Autovehiculele pentru transport de persoane și de marfă, cu o masă totală maximă autorizată de peste 3,5 t și o viteză maximă, prin construcție, de cel puțin 50 km/h, echipate cu motoare cu aprindere prin comprimare, trebuie construite și echipate astfel încât:

- emisiile poluante, particulele poluante din gazele de evacuare precum și opacitatea acestora, atât pentru omologarea de tip cât și pentru prima înmatriculare trebuie să respecte prevederile Directivei 88/77/CEE, ultima modificare prin Directiva 1999/96/CE, și să nu depășească limitele indicate în tabelele din anexa I, treapta A (« EURO 3 »). Îndeplinirea acestor condiții poate fi demonstrată și prin aplicarea prevederilor corespunzătoare din Regulamentul nr. 49/03 ECE - UN, echivalent.

- începând cu 1 octombrie 2005, pentru omologarea de tip și 1 octombrie 2006 pentru prima înmatriculare trebuie respectate prevederile Directivei 2001/27/CE de modificare a Directivei 88/77/CEE.

- sistemele OBD sau OBM, conform prevederilor Directivei 1999/96/CE de modificare a Directivei 88/77/CEE devin obligatorii începând cu 1 ianuarie 2007, pentru omologarea de tip.

- începând cu data de 1 ianuarie 2007, pentru omologarea de tip, emisiile poluante, particulele poluante din gazele de evacuare, precum și opacitatea acestora trebuie să respecte prevederile Directivei 88/77/CEE, ultima modificare prin Directiva 2001/27/CE și să nu depășească limitele indicate la treapta B1 a tabelelor din anexa I la această directivă (« EURO 4 »). Îndeplinirea acestor condiții poate fi demonstrată și prin aplicarea prevederilor corespunzătoare din Regulamentul nr. 49/03 ECE - UN, echivalent;

- la omologarea/certificarea individuală în vederea primei înmatriculări în România, valorile emisiilor poluante, particulelor poluante din gazele de evacuare, precum și opacitatea acestora nu trebuie să depășească limitele prevăzute în Directiva 88/77/CEE, ultima modificare prin Directiva 1999/96/CE, tabelul 1 din anexa I, ciclurile ESC și ELR, treapta A (« EURO 3 ») sau cele echivalente din Regulamentul nr. 49/03 ECE - UN;

- în condițiile indicate în Directiva 88/77/CEE pentru autovehiculele din categoria N2 sau M2, echipate cu motoare cu aprindere prin scânteie, se admite și aplicarea prevederilor reglementărilor indicate în Directiva 70/220/CEE (cu adaptările de rigoare).

Tractoarele agricole și forestiere trebuie construite și echipate astfel încât emisiile poluante provenite din gazele de evacuare să corespundă prevederilor tehnice ale Directivei 77/537/CEE, ultima modificare prin Directiva 97/54/CE.

Începând cu data de 1 octombrie 2004, pentru omologarea de tip motoarele tractoarelor agricole și forestiere trebuie să îndeplinească condițiile tehnice ale Directivei 2000/25/CE sau ale Regulamentului ECE - UN nr. 96.

În cazul mașinilor autopropulsate pentru lucrări, pentru emisiile poluante ale motoarelor cu care sunt echipate, se aplică condițiile tehnice din Directiva 97/68/CE ultima modificare prin Directiva 2001/63/CE.

- Autovehiculele cu 2 - 3 roți trebuie construite și echipate astfel încât emisiile poluante provenite din gazele lor de evacuare să corespundă prevederilor tehnice ale Directivei 97/24/CE, capitolul 5.
- Autovehiculele având cel puțin patru roți trebuie construite și echipate astfel încât să nu emită zgomot exterior care depășește, în funcție de categoria autovehiculului, limitele cuprinse în Directiva 70/157/CEE, ultima modificare prin Directiva 1999/101/CE, sau în Regulamentul nr. 51 ECE - UN, seria 02 de amendamente. Valoarea zgomotului exterior, măsurată în staționare conform directivei sau regulamentului precizate mai sus, nu este limitată, însă ea trebuie înscrisă în certificatele de omologare, pentru a putea fi utilizată ca bază de referință la eventuale verificări ale nivelului de zgomot al autovehiculelor aflate în exploatare.
- Tractoarele nu trebuie să producă zgomot exterior care să depășească limitele prevăzute în Directiva 74/151/CEE, anexa V, ultima modificare prin Directiva 98/38/CE, iar zgomotul la nivelul urechii tractoristului, la tractoarele cu cabină, nu trebuie să depășească limitele prevăzute în Directiva 77/311/CEE, ultima modificare prin Directiva 97/54/CE.
- Autovehiculele cu 2 -3 roți nu trebuie să emită zgomote cu un nivel sonor superior celui cuprins în prevederile tehnice ale Directivei 97/24/CE, cap. 9.
- Dispozitivul de evacuare a gazelor trebuie să asigure silențiozitatea și să fie etanș, iar funcția lui de amortizor de zgomot să nu poată fi eliminată de conducător în timpul mersului; extremitatea lui nu trebuie să depășească cu peste 10 cm conturul exterior al automobilului și nu trebuie orientată spre dreapta, în cazul orientării în jos unghiul format de acesta cu planul orizontal nu trebuie să depășească 45° spre înapoi. Muchiile extremității dispozitivului de evacuare a gazelor nu trebuie să aibă raze mai mici de 2,5 mm dacă acesta depășește cu mai mult de 10 mm suprafața exterioară a vehiculului; la autovehiculele pentru transport de persoane extremitatea țevii de evacuare trebuie să depășească partea inferioară a caroseriei. La tractoare și mașini pentru lucrări se admite amplasarea dispozitivului de evacuare a gazelor pe dreapta, în cazul în care constructiv nu este posibil pe stânga. Poziționarea acestuia trebuie să corespundă Directivei 89/173/CEE, ultima modificare prin Directiva 97/54/CE.
- Autovehiculul care, la data omologării lui în România, corespunde din punct de vedere al emisiilor poluante unei trepte de poluare (precizate prin directivele Uniunii Europene), superioară treptei de poluare stabilite prin prezentele reglementări, va fi atestat la cerere, de către Registrul Auto Român ca autovehicul cu nivel redus de poluare și va beneficia de facilitățile prevăzute prin lege. Atestarea, în baza omologării de tip, ca autovehicul cu nivel redus de poluare este acceptată numai până la momentul impunerii prin legislația națională, pentru omologarea individuală, a unei noi trepte, superioare, de poluare.
- Autovehiculul care, la data omologării lui în România, corespunde din punct de vedere al nivelului de poluare sonoră unei trepte de poluare sonoră (precizate prin directivele Uniunii Europene) superioară treptei de poluare sonoră stabilite prin prezentele reglementări, va fi atestat, la cerere, de către Registrul Auto Român ca autovehicul cu nivel redus de poluare sonoră și va beneficia de facilitățile prevăzute prin lege. Atestarea, în baza omologării de tip, ca autovehicul cu nivel redus de poluare sonoră este acceptată

## 2. Poluarea aerului. Metode și tehnici de evaluare a poluării, provocate de motoarele cu ardere internă

numai până la momentul impunerii prin legislația națională a unei noi trepte, superioare, de poluare sonoră.

- Autovehiculele utilizate în transportul internațional de mărfuri, care respectă prevederile CEMT privind emisiile poluante chimice și sonore și prevederile privind siguranța rutieră cerute pentru "autovehiculele verzi" sau "autovehiculele mai verzi și sigure", vor fi atestate de Registrul Auto Român ca atare și vor beneficia de toate facilitățile prevăzute de reglementările în vigoare în acest domeniu.

Directiva 70/220/CEE, modificată prin Directiva 98/69/CE - treapta A (EURO 3)

Tabelul 2.7 Valori limită EURO 3

| Cat.                         |     | Gr.          | Masa de referință MR (kg) | Valori limită         |        |                       |        |                       |        |                                        |        |                         |
|------------------------------|-----|--------------|---------------------------|-----------------------|--------|-----------------------|--------|-----------------------|--------|----------------------------------------|--------|-------------------------|
|                              |     |              |                           | CO                    |        | HC                    |        | NO <sub>x</sub>       |        | HC + NO <sub>x</sub>                   |        | Particule <sup>1)</sup> |
|                              |     |              |                           | L <sub>1</sub> (g/km) |        | L <sub>2</sub> (g/km) |        | L <sub>3</sub> (g/km) |        | L <sub>2</sub> + L <sub>3</sub> (g/km) |        | L <sub>4</sub> (g/km)   |
|                              |     |              | m.a.s.                    | m.a.c.                | m.a.s. | m.a.c.                | m.a.s. | m.a.c.                | m.a.s. | m.a.c.                                 | m.a.c. |                         |
| M <sup>2)</sup>              | -   | Toate        | 2,3                       | 0,64                  | 0,2    | -                     | 0,15   | 0,5                   | -      | 0,56                                   | 0,05   |                         |
| N <sub>1</sub> <sup>3)</sup> | I   | MR≤1305      | 2,3                       | 0,64                  | 0,2    | -                     | 0,15   | 0,5                   | -      | 0,56                                   | 0,05   |                         |
|                              | II  | 1305≤MR≤1760 | 4,17                      | 0,8                   | 0,25   | -                     | 0,18   | 0,65                  | -      | 0,72                                   | 0,07   |                         |
|                              | III | 1760>MR      | 5,22                      | 0,95                  | 0,29   | -                     | 0,21   | 0,78                  | -      | 0,86                                   | 0,1    |                         |

<sup>1)</sup> Pentru motoare diesel

<sup>2)</sup> Cu excepția autovehiculelor cu masa totală tehnic admisibilă mai mare de 2 500 kg

<sup>3)</sup> Și vehiculele M precizate la nota <sup>2)</sup>.

Directiva 70/220/CEE, modificată prin Directiva 98/69/CE - treapta B (EURO 4)

Tabelul 2.8 Valori limită EURO 4

| Cat.                         |     | Gr.          | Masa de referință MR (kg) | Valori limită         |        |                       |        |                       |        |                                        |        |                         |
|------------------------------|-----|--------------|---------------------------|-----------------------|--------|-----------------------|--------|-----------------------|--------|----------------------------------------|--------|-------------------------|
|                              |     |              |                           | CO                    |        | HC                    |        | NO <sub>x</sub>       |        | HC + NO <sub>x</sub>                   |        | Particule <sup>1)</sup> |
|                              |     |              |                           | L <sub>1</sub> (g/km) |        | L <sub>2</sub> (g/km) |        | L <sub>3</sub> (g/km) |        | L <sub>2</sub> + L <sub>3</sub> (g/km) |        | L <sub>4</sub> (g/km)   |
|                              |     |              | m.a.s.                    | m.a.c.                | m.a.s. | m.a.c.                | m.a.s. | m.a.c.                | m.a.s. | m.a.c.                                 | m.a.c. |                         |
| M <sup>2)</sup>              | -   | Toate        | 1.0                       | 0.5                   | 0.1    | -                     | 0.08   | 0.25                  | -      | 0.3                                    | 0.025  |                         |
| N <sub>1</sub> <sup>3)</sup> | I   | MR≤1305      | 1.0                       | 0.5                   | 0.1    | -                     | 0.08   | 0.25                  | -      | 0.3                                    | 0.025  |                         |
|                              | II  | 1305≤MR≤1760 | 1.81                      | 0.63                  | 0.13   | -                     | 0.1    | 0.33                  | -      | 0.39                                   | 0.04   |                         |
|                              | III | 1760>MR      | 2.27                      | 0.74                  | 0.16   | -                     | 0.11   | 0.39                  | -      | 0.46                                   | 0.06   |                         |

Pentru motoare diesel

<sup>2)</sup> Cu excepția autovehiculelor cu masa totală tehnic admisibilă mai mare de 2 500 kg

<sup>3)</sup> Și vehiculele M precizate la nota <sup>2)</sup>.

### Norme pentru inspecții tehnice periodice

#### Dispoziții generale

Prezentele reglementări stabilesc cerințele, procedurile și aparatura necesare efectuării inspecțiilor tehnice periodice (ITP), inspecțiilor tehnice pentru poluare (IP) și inspecțiilor

tehnice în vederea redobândirii certificatului de înmatriculare (ITR), pentru aprecierea, fără demontare, a stării tehnice a vehiculelor rutiere înmatriculate în România, din punct de vedere al siguranței circulației rutiere, protecției mediului și folosinței conform destinației.

Inspekția tehnică periodică cuprinde ca parte componentă și inspekția tehnică pentru poluare. Inspekția tehnică pentru poluare poate fi executată și separat de inspekția tehnică periodică, conform prevederilor prezentelor reglementări.

Verificarea tehnică în trafic (VTT) se efectuează conform prezentelor reglementări.

Lucrările prevăzute în prezentele reglementări constau în controlul ansamblurilor, subansamblurilor și pieselor accesibile direct. Informațiile privind gradul de uzură și starea acestora, pentru care ar fi necesară demontarea lor, se obțin de către deținător cu ocazia lucrărilor de întreținere sau de reparații.

Inspekțiile tehnice se efectuează de către persoanele juridice în stații de inspekție tehnică autorizate, deținute de acestea, sub marca Registrului Auto Român, pe baza unui contract de franciză încheiat cu acesta.

Inspekțiile tehnice la anumite categorii de vehicule rutiere se efectuează numai de personalul Registrului Auto Român în stațiile autorizate sau în stațiile reprezentanțelor sale, conform prezentelor reglementări.

Supravegherea tehnică a stațiilor de inspekție tehnică autorizate, deținute de persoane juridice, se asigură de către Registrul Auto Român.

În funcție de categorie, destinație și masa totală maximă autorizată vehiculele rutiere ce vor fi supuse inspekției tehnice sunt grupate în trei clase de inspekție tehnică, astfel:

- clasa I: mopedele, motocicletele și remorcile acestora
- clasa a II-a: vehicule rutiere cu masa totală maximă autorizată până la 3,5 tone inclusiv, cu excepția mopedelor, motocicletelor și remorcilor acestora
- clasa a III-a: vehicule rutiere cu masa totală maximă autorizată mai mare de 3,5 tone.

Stația de inspekție tehnică trebuie dotată cu următoarea aparatură:

1. stand de frânare cu role (corespunzător clasei de inspekție tehnică).

Standul de frânare cu role trebuie să fie dotat cu dispozitiv de sesizare a alunecării relative la o valoare de 24% a acesteia, dispozitiv pentru măsurarea efortului la pedală (preferabil fără cablu de legătură), iar pentru clasa a III-a de inspekție tehnică, și cu dispozitiv pentru măsurarea presiunii în instalația de frânare (0-20atm). Diametrul rolor trebuie să fie de minimum 160 mm, iar coeficientul de frecare dintre rolă și pneu trebuie să fie de minimum 0,6 în stare umedă.

Standul de frânare cu role pentru clasa a II-a de inspekție tehnică trebuie să aibă viteza periferică a rolor de minimum 5 km/h, iar standul de frânare cu role universal, de minimum 5 km/h pentru clasa a II-a de inspekție tehnică și minimum 2,5 km/h pentru clasa a III-a de inspekție tehnică.

Standul de frânare cu role trebuie să fie prevăzut cu afișaj analogic (grafică analogică pe monitor) sau cu indicatoare analogice. Afișajul analogic trebuie amplasat astfel încât să permită vizualizarea sa de către operator, indiferent de poziția ansamblului de vehicule pe stand.

Standul de frânare cu role trebuie să permită măsurarea rezistenței la rulare, a forței de frânare, a forței de apăsare la pedală și a presiunii în instalația de frânare pneumatică și să permită aprecierea ovalității. Forța maximă de frânare trebuie să fie măsurată la o alunecare relativă de 24%.

Preciziile care trebuie asigurate pentru mărimile măsurate sunt:

- pentru rezistența la rulare și forța de frânare:  $\pm 3 \%$
- pentru forța de apăsare la pedală:  $\pm 2 \%$
- pentru presiunea din instalația de frânare pneumatică:
  - 0,1 atm. pentru presiuni de cel mult 5 atm.
  - 2 % din valoarea de indicație pentru presiuni mai mari de 5 atm.

Programul standului de frânare cu role trebuie să permită determinarea cel puțin a coeficientului de frânare pentru frâna de serviciu și pentru frâna de staționare, a dezechilibrului dintre forțele de frânare la roțile aceleiași punți pentru frâna de serviciu și pentru frâna de staționare (în cazul în care stația de inspecție tehnică nu este dotată cu cântar pentru măsurarea maselor, pentru determinarea coeficienților de frânare se va utiliza masa proprie a auto-vehiculului precizată în cartea de identitate a vehiculului).

Standul de frânare cu role trebuie să permită transmiterea datelor către un calculator și o imprimantă.

2. analizor de gaze:

- pentru stațiile ce efectuează inspecția tehnică la autovehiculele echipate cu motor cu aprindere prin scânteie fără catalizator tricomponent și sondă lambda, analizor de gaze în infraroșu pentru măsurarea cel puțin a CO, cu precizie de minimum  $\pm 0,2 \%$ , și, dacă măsoară și alte componente, cu o precizie de minimum  $\pm 1 \%$  pentru CO<sub>2</sub>,  $\pm 0,2 \%$  pentru O<sub>2</sub> și  $\pm 30$  ppm pentru HC (conform OIML R 99 - clasa II)
- pentru stațiile ce efectuează inspecția tehnică la autovehiculele echipate cu motor cu aprindere prin scânteie, inclusiv la cele cu catalizator tricomponent și sondă lambda, analizor cu 4 gaze (pentru CO și  $\lambda$ ) conform OIML R 99 - clasa I, cu precizie de minimum:
  - $\pm 0,06 \%$  pentru CO
  - $\pm 0,5 \%$  pentru CO<sub>2</sub>
  - $\pm 0,1 \%$  pentru O<sub>2</sub>
  - $\pm 12$  ppm pentru HC.

Pentru ambele tipuri de analizoare de gaze timpul de răspuns nu trebuie să depășească 15s. Ele trebuie dotate cu dispozitiv pentru măsurarea temperaturii uleiului, dispozitiv pentru măsurarea turației motorului și imprimantă. De asemenea, trebuie să aibă posibilitatea de conectare la un calculator;

3. opacimetru - pentru stațiile ce efectuează inspecția tehnică la autovehiculele cu motoare cu aprindere prin comprimare.

Opacimetrul trebuie să permită măsurarea în flux parțial conform R 24 ECE - UN, cu o precizie de minimum  $\pm 0,3 \text{ m}^{-1}$ . Camera de măsură a opacimetrului trebuie să fie mobilă.

Opacimetrul trebuie prevăzut cu instrumente adecvate măsurării temperaturii de intrare a gazelor, cu posibilitatea de a afișa valoarea echivalentă a opacității la temperatura de 100°C, dispozitiv pentru măsurarea temperaturii uleiului, dispozitiv pentru măsurarea turației motorului (încât să poată măsura turația motorului, indiferent de diametrul conductelor de injecție montate) și imprimantă. De asemenea, trebuie să aibă posibilitatea de conectare la un calculator.

Sonda de prelevare a gazelor trebuie să aibă o lungime care să nu depășească 1 m și un diametru de 10 mm pentru autovehiculele din clasa a II-a de inspecție tehnică și de 27 mm pentru autovehiculele din clasa a III-a de inspecție tehnică.

Opacimetrele vor fi acceptate pentru activitatea de inspecție tehnică numai după verificarea comparativă cu un opacimetru-etalon.

4. aparat de control al farurilor prevăzut cu nivelă
5. dispozitiv de măsurare a presiunii în pneuri, cu o precizie de  $\pm 0,25$  atm.
6. dispozitiv de măsurare a adâncimii profilului pneurilor, cu o precizie de  $\pm 0,1$  mm
7. cântar pentru măsurarea maselor (independent sau integrat în cadrul standului de frânare), cu o precizie de minimum  $\pm 2$  % din valoarea măsurată
8. dispozitiv pentru verificarea amortizoarelor prevăzut cu excitator la 15 Hz în cazul stațiilor pentru clasa a II-a de inspecție tehnică
9. decelerometru cu compensare și înregistrare a datelor pentru verificarea eficacității sistemului de frânare prin probe funcționale în parcurs (numai pentru tractoarele, autoremorcherele, autospecialele și autospecializatele care nu pot fi verificate pe standul de frânare cu role)
10. dispozitiv de simulare a forței de împingere la proțapul remorcii sau dispozitiv de ancorare pentru stațiile ce efectuează inspecția tehnică la remorcile cu sistem de frânare cu acționare prin inerție
11. dispozitiv de ancorare pentru stațiile ce efectuează inspecția tehnică la tractoare
12. calculator pentru evidența inspecțiilor tehnice și transmisia de date, dotat cu următoarele accesorii: UPS și modem. Calculatorul trebuie să prezinte următoarea configurație: memorie HDD minimum 1GB, memorie RAM minimum 32MB, viteză minimă 100 MHz.

Aparatura prevăzută la pct. 1-9, precum și platformele culisante prevăzute la lit. a) trebuie să fie certificate de Registrul Auto Român.

Aparatura prevăzută la pct. 1-5 trebuie să dețină aprobare de model. Aprobarea de model se va solicita ulterior obținerii certificatului de conformitate emis de Registrul Auto Român.

Aparatura de măsură trebuie să fie atestată periodic drept corespunzătoare, prin buletine de verificare metrologică pentru aparatura prevăzută la pct. 1 (pentru forța de frânare), și la pct. 2-5 sau buletine de măsurare pentru aparatura prevăzută la pct. 1 (pentru forța la pedală și presiunea din instalația de frânare), la pct. 6, 7 și 9.

Stația de inspecție tehnică trebuie să asigure posibilitatea de transmitere a datelor în timp real.

Verificarea gazelor de evacuare la autovehiculele cu m.a.c. se efectuează cu opacimetrul prin accelerare liberă între turația de mers în gol încet și turația de mers în gol maximă (de regulator), la regimul termic normal de funcționare.

Prin turație de mers în gol încet se înțelege turația minimă de funcționare stabilă a motorului, precizată de constructor, cu comanda accelerației în poziția de repaus, cu consumatorii electrici deconectați, cu cutia de viteze în poziția neutră și ambreiajul cuplat (în cazul cutiilor de viteze mecanice sau semiautomate) ori cu cutia de viteze în poziția "N" sau "P" (în cazul cutiilor de viteze automate).

Prin turație de mers în gol maximă (de regulator) se înțelege turația de funcționare stabilă maximă a motorului, stabilită de constructor, cu comanda accelerației acționată în poziție extremă, cu consumatorii electrici deconectați, cu cutia de viteze în poziția neutră și ambreiajul cuplat (în cazul cutiilor de viteze mecanice sau semiautomate) ori cu cutia de viteze în poziția "N" sau "P" (în cazul cutiilor de viteze automate).

Prin regim termic normal se înțelege condiția termică a unui motor în concordanță cu specificațiile constructorului (în orice caz cu temperatura uleiului din motor mai mare de 60°C).

Se recomandă să se respecte următoarele condiții ambientale:



- temperatura: 5-30<sup>0</sup>C
- presiunea atmosferică: 850-1.025 mbar.

### Verificarea propriu-zisă

Se verifică dacă tubulatura de evacuare este completă și etanșă (se verifică dacă la obturarea evacuării se creează contrapresiune). Dacă tubulatura de evacuare este incompletă sau neetanșă, nu se mai efectuează verificarea emisiilor poluante, datorită nerespectării condițiilor de măsurare impuse.

Se aduce motorul autovehiculului la regimul termic normal. Înainte de efectuarea măsurătorilor se efectuează pentru curățarea sistemului de evacuare cel puțin o accelerare până la turația de mers în gol maximă (de regulator), care se menține un timp de cel puțin două secunde. Dacă există date disponibile, cu această ocazie se verifică prin măsurarea turației dacă motorul respectiv respectă valoarea precizată de constructor pentru turația maximă (de regulator). Dacă turația măsurată nu respectă turația maximă (de regulator) precizată de constructor, nu se mai efectuează măsurarea indicelui de opacitate, datorită nerespectării condițiilor de măsurare impuse.

Se pregătește opacimetrul în conformitate cu instrucțiunile de utilizare.

Se introduce sonda de prelevare a gazelor în țeava de evacuare cel puțin 300 mm (între 3 și 6 diametre ale țevii), astfel încât extremitatea sa să fie amplasată într-o secțiune rectilinie a țevii.

Cu motorul funcționând la regimul de mers în gol încet se acționează progresiv și rapid, dar fără brutalitate comanda accelerației pentru a se obține debitul maxim al pompei de injecție. Această poziție se va menține până la intervenția regulatorului de turație conform instrucțiunilor de utilizare a opacimetrului. După ce a fost obținut acest regim se eliberează comanda accelerației, motorul revenind la regimul de mers în gol încet, care se menține cel puțin 3 secunde sau conform instrucțiunilor de utilizare a opacimetrului.

Se efectuează minimum 3 măsurări ale opacității la accelerare liberă. Indicele de opacitate reținut reprezintă media aritmetică a minimum 3 măsurări ale indicelui de opacitate în accelerare liberă care îndeplinesc următoarele condiții:

- sunt mai mici decât valoarea admisă a indicelui de opacitate corespunzătoare motorizării
- timpul de bază pentru fiecare măsurare nu depășește valoarea specificată
- între turațiile minime măsurate la fiecare măsurare nu există diferențe semnificative
- între turațiile maxime măsurate la fiecare măsurare nu există diferențe semnificative
- între indicii de opacitate mășurați la fiecare măsurare nu există diferențe mai mari de 0,5 m<sup>-1</sup>.

Se verifică îndeplinirea condiției privind valoarea maximă admisă pentru indicele de opacitate mediu și se va opera în mod corespunzător în raportul de inspecție tehnică.

Modificări ulterioare au avut loc asupra stării motorului, condițiilor de măsurare, cât și a interpretării rezultatelor pe baza cărora se respinge sau nu un autovehicul.

Valorile limită pentru măsurarea opacității fumului produs de motoarele diesel sunt următoarele:

- motoare Diesel cu aspirație naturală: 2,5 m<sup>-1</sup>
- motoare Diesel cu turbocompresor: 3 m<sup>-1</sup>.

## 2.4 Metoda MIRA pentru echivalarea opacitate-gravific a fumului emis de motoare diesel:

### 2.4.1 Echivalența fum-particule

Particulele emise de motoarele diesel sunt compuse în principal. așa cum s-a mai menționat, din funingine, generată în timpul arderii (carbon grafitic) și hidrocarburi, adsorbite 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 temperatura filtrului să fie mai mică de 52°C, pentru a evita volatilizarea unor hidrocarburi și condensarea apei.

Măsurarea particulelor se bazează pe definiția anterioară și implică o procedură complicată, care presupune 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.

Deoarece măsurarea particulelor este o operație cu multe faze, scumpă și de durată, s-au făcut multe încercări de a corela măsurarea gravimetrică a particulelor cu măsurarea indicelui de fum, prin folosirea fumetrelor obișnuite (Bosch, Hartridge) 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.

Rezultate în acest sens au fost obținute de instituții consacrate în domeniul investigării de motoare diesel și de aparatură destinată acestui scop, cum ar fi MIRA (Motor Industry Research Association - Societatea britanică pentru cercetări în industria de automobile) și AVL (Institutul austriac de cercetare a motoarelor).

### 2.4.2. 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 nomograme, valori tabelate sau ecuații:

$$C_1(\text{Bn}) = 3.87 \cdot 10^{-2} \cdot \text{Bn}^5 - 1.47 \cdot 10^{-1} \cdot \text{Bn}^4 + 1.06 \cdot 10^{-1} \cdot \text{Bn}^3 + 12.6 \cdot \text{Bn}^2 + 12.4 \cdot \text{Bn} \quad (2.13)$$

$$C_2(\text{Bn}) = 24.7 \cdot \text{Bn} + 1.92 \cdot \text{Bn}^3 \quad (2.14)$$

$$C_3(\text{Bn}) = 19.1 \cdot \text{Bn}^{1.78} \quad (2.15)$$

$$C_4(\text{Bn}) = 581.4 \cdot (\ln(10/(10-\text{Bn})))^{1.413} \quad (2.16)$$

în care:

C - este concentrația de funingine din gaze (g/m<sup>3</sup>);

Bn - indicele de fum în unități Bosch.

Pe graficele următoare, curba C<sub>4</sub> este cea mai reprezentativă, având o poziție mediană în raport cu celelalte curbe.

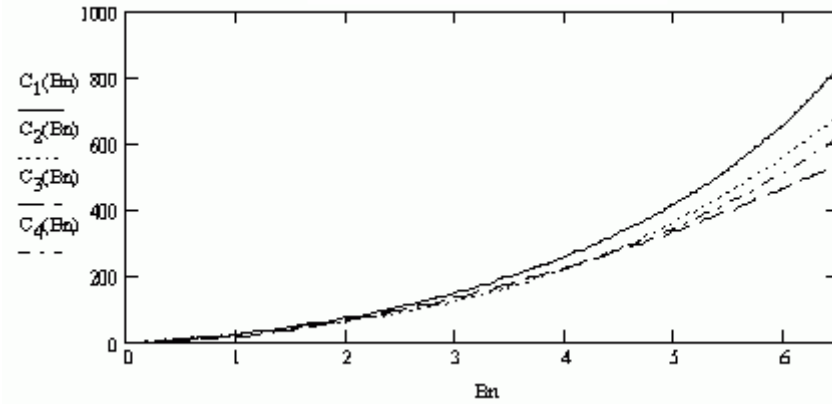


Fig. 2.12 Funcții de interpolare  $C(Bn)$

Semnificația fizică a ecuației este mai evidentă în forma:

$$Bn = 10 \cdot \left[ 1 - e^{[-kC]^b} \right] \quad (2.17)$$

în care:  $Bn$  - indice de fum Bosch;  
 $C$  - concentrația de carbon ( $g/m^3$ );  
 $k, b$  - constante experimentale.

Această ecuație reflectă fenomenul de atenuare al radiației luminoase. Experimental s-au determinat valorile coeficienților  $k$  și  $b$  stabilindu-se următoarea corelație particulă-fum.

$$P = 565 \cdot \left( \ln \left( \frac{10}{10 - Bn} \right) \right)^{1.206} \quad (2.18)$$

În figura 2.13 se observă consistența relațiilor care definesc  $C_4$  și  $P$ , ca relația evidentă  $C < P$  pe domeniul de aplicabilitate tipic  $0 < Bn < 5$ , inegalitate care se păstrează, pe curbele de interpolare, pentru valori ale lui  $Bn < 6$ .

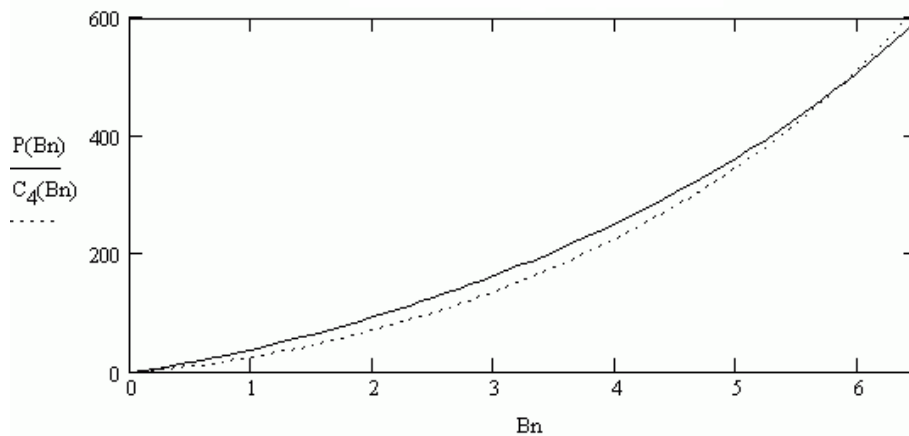


Fig. 2.13 Curbele de funingine și particule

Din reprezentarea grafică P funcție de  $B_n$  se observă că măsurătorile de particule se corelează foarte bine cu indicele de fum Bosch, relația de definire având un grad de încredere de 97%, ceea ce înseamnă că fracțiunea volatilă a particulelor are o influență redusă asupra fumului Bosch. Ecuația a fost confirmată și de alte studii, rezultând o corespondență excelentă.

Alți autori, folosind măsurări efectuate pe motoare diesel cu cameră unitară și cu cameră divizată, au propus relația:

$$P = 1.024 \cdot C + 0.505 \cdot HC \quad (2.19)$$

în care:

C - concentrația de carbon sau funingine obținută prin măsurarea fumului Bosch prin corelația propusă de MIRA și care este trasată în fig.2.14  
HC - concentrația masică de hidrocarburi din gazele de evacuare.

$$C = \frac{1}{0.405} \cdot a \cdot B_n \cdot e^{b \cdot B_n} \quad (2.20)$$

în care:

0,405 este lungimea (în metri) a tubului de măsură;  
a,b - coeficienți experimentali ( $a = 4,95$  și  $b = 0,38$ ).

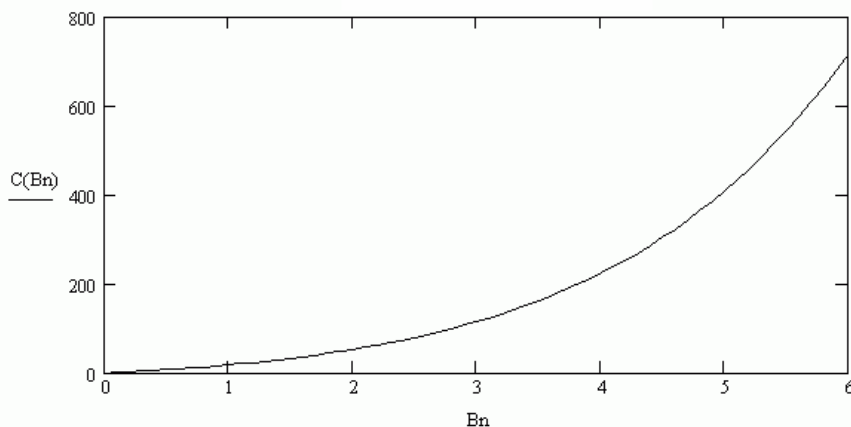


Fig. 2.14 Curba de corelație MIRA

Din graficele prezentate, care sunt concluziile mai multor investigatori a problemei, utilizând diferite tipuri și mărimi de motoare diesel, rezultă convergența opiniilor lor, dovedind că fumetrul Bosch poate fi un instrument potrivit pentru evaluarea particulelor.

### 2.4.3. Corelația cu unitățile de fum Hartridge

Principiul de măsurare a fumului cu fumetrul Hartridge diferă de cel al fumetrului 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 (gradului de înnegrire al) hârtiei de filtru.

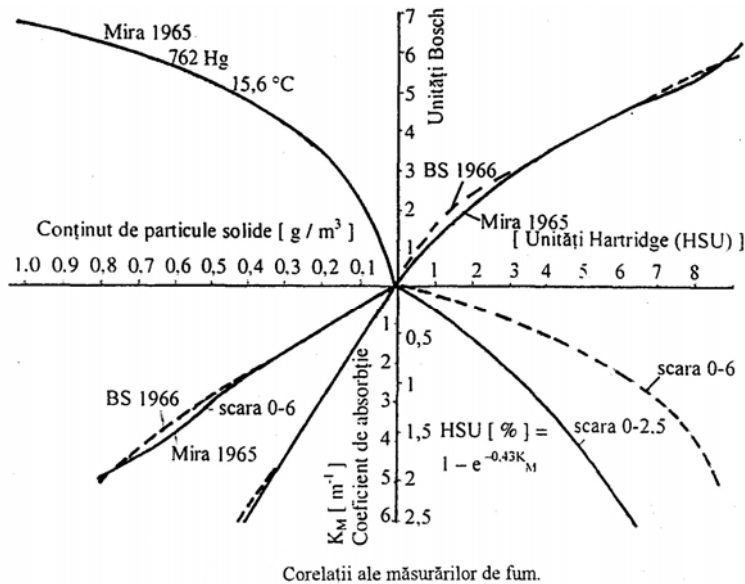


Fig. 2.15 Corelații ale măsurărilor de fum

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 Hartridge. Statistic, MIRA a determinat această corespondență sub forma grafică din figura de mai sus, 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 Hartridge și emisia de funingine, specialiștii germani au aplicat corecții acestei corespondențe, explicabile datorită modificărilor echipamentului de măsură, definind astfel o nouă formulă de echivalență:

$$P = c_{123} \cdot \ln \left[ \left( 1 - \frac{H}{100} \right)^{-1} \right] \quad \begin{matrix} c_1 = 0.26 \\ c_2 = 0.349 \\ c_3 = 0.532 \end{matrix} \quad (2.21)$$

în care:

- P - este concentrația de particule din gazele arse;
- H - indicele de fum Hartridge.

Această formulă a rezultat din interpretarea statistică a 376 de perechi de măsurări (particule - fum Hartridge), valoarea centrală fiind cea mai probabilă; formula cuprinde între limitele sale 95% dintre măsurători (probabilitate de eroare de 5%).

Reprezentarea grafică a valorii minime, medii și maxime a curbelor  $P_H$  s-a ilustrat în figura de mai jos (pentru deosebirea curbelor s-au utilizat indicii 0, 1 și respectiv 2).

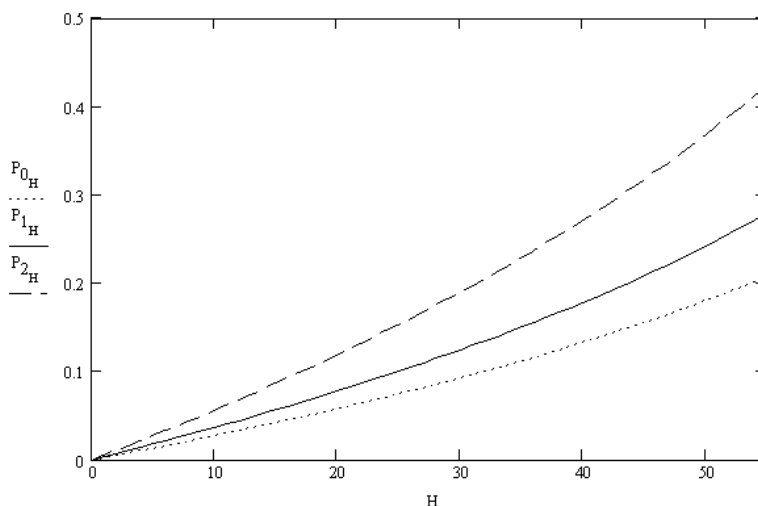


Fig. 2.16 Corespondența fum Hartridge - funingine

### Interpretarea curbelor de echivalență

În figura 2.16 s-au reprezentat curbele care definesc corespondența particule - fum Hartridge determinate de formulă. Se observă o corespondență foarte bună a formulei dată la corelația cu unitățile de fum Bosch, cu formula de mai sus în intervalul uzual de indici de fum Hartridge (0 - 55).

La valori mai mari ale indicelui de fum Bosch ( $B_n > 5$ ), rar întâlnite în practică, extrapolarea curbelor de corespondență prezentate nu este semnificativă și introduce erori importante.

Întrucât măsurarea fumului prin metoda Hartridge este cea recunoscută de organismele europene (Regulamentul CEE - ONU nr. 24/2003), se propune folosirea formulei de mai sus, 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. 49/2002 cu modificările impuse de concordanța ecuațiilor dimensionale precizate.

Acest regulament 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.

#### 2.4.4. Experimente numerice privind evaluarea gravifică a fumului după măsurările specifice inspecției tehnice periodice

În urma măsurătorilor specifice inspecțiilor tehnice periodice efectuate a rezultat un set de valori ale indicelui de opacitate. Măsurătorile au fost efectuate cu opacimetrul pe parcursul a mai multe zile la stația de inspecție tehnică a Registrului Auto Român Reprezentanta Timiș.

Cu valorile indicelui de opacitate rezultate, în continuare se vor face experimente numerice în vederea evaluării conținutului de particule din fumul emis de motoarele cu aprindere prin comprimare ce echipau autoturismele și autocamioanele prezentate la inspecția tehnică periodică și fac subiectul acestui studiu.

Un mare neajuns al acestei metode de determinare a concentrației de particule în gazele eșapate de motoarele diesel este faptul că dispersia fumului în camera de fum a opacimetrului poate fi neomogenă, astfel încât în urma măsurătorilor instantanee efectuate cu acest aparat pot furniza un coeficient de opacitate mai mic decât cel real sau din contră, mai mare. Spre deosebire de metoda care folosește filtre pentru determinarea cantității de particule emise, măsurarea particulelor prin echivalare folosind indicele de opacitate al fumului este susceptibilă la intervale mai largi de variație a valorilor obținute, deși măsurătorile au fost executate în condiții similare. Cum se va putea observa din datele experimentale de mai jos, pentru același tip de motor se pot obține valori diferite ale indicelui de opacitate deși măsurătorile s-au efectuat în condiții asemănătoare, conform metodologiei pentru inspecțiile tehnice periodice prezentate într-un capitol anterior.

Marele avantaj al metodei de echivalare a particulelor folosind măsurătorile obținute cu un fumetru obișnuit este simplitatea, folosirea unei metode bine cunoscute și foarte des folosită, pe lângă faptul că se reduc considerabil costurile.

În continuare se va folosi pentru calculul concentrației de particule, formula obținută de MIRA (valoarea centrală) și se vor compara rezultatele cu curba teoretică prezentată mai sus.

Pentru considerente de alcătuire a graficului coeficienții de opacitate au fost ordonați crescător, iar măsurătorile au fost grupate în funcție de categoria autovehiculului cu care era echipat motorul supus măsurării.

Formula folosită pentru calcule este următoarea:

$$P = 0.349 \cdot \ln \left[ \left( 1 - \frac{H}{100} \right)^{-1} \right] \quad (2.22)$$

în care:

P - este concentrația de particule din gazele arse;

H - indicele de fum Hartridge,

formulă rezultată din interpretarea statistică a 376 de perechi de măsurări (particule - fum Hartridge).

### 2.4.5 Prezentarea autovehiculelor supuse măsurărilor și a valorilor măsurate

În continuare sunt prezentate tabelar rezultatele măsurărilor cu fumetrul.

Marcă: **FORD**  
 Tip: **ESCORT**  
 An fabricație: 1985  
 Cilindree: 1608 cm<sup>3</sup>  
 Cod motor: LTA (SC B41604)  
 Turbo: NU  
 K admis 2.50 m<sup>-1</sup>

Tabelul 2.9 Valori măsurate pe autovehiculul FORD ESCORT

| Nr. | RPM       |           | tB<br>[s] | Temp<br>[°C] | K <sub>max</sub><br>[m <sup>-1</sup> ] |
|-----|-----------|-----------|-----------|--------------|----------------------------------------|
|     | [rot/min] | [rot/min] |           |              |                                        |
| 1   | 930       | 4930      | 0.0       | 84           | 1.98                                   |
| 2   | 930       | 5290      | 0.0       | 85           | 1.54                                   |
| 3   | 930       | 5310      | 0.0       | 86           | 1.96                                   |

Deviație maximă 0.44 m<sup>-1</sup>

VALOARE MEDIE 1.83 m<sup>-1</sup>

Marcă: **AUDI**  
 Tip: **80**  
 An fabricație: 1983  
 Cilindree: 1588 cm<sup>3</sup>  
 Cod motor: JP (ZDA 022499)  
 Turbo: NU  
 K<sub>M</sub> admis 2.50 m<sup>-1</sup>

Tabelul 2.10 Valori măsurate pe autovehiculul AUDI 80

| Nr. | RPM       |           | tB<br>[s] | Temp<br>[°C] | K <sub>max</sub><br>[m <sup>-1</sup> ] |
|-----|-----------|-----------|-----------|--------------|----------------------------------------|
|     | [rot/min] | [rot/min] |           |              |                                        |
| 1   | 850       | 5250      | 0.8       | 81           | 2.94                                   |
| 2   | 840       | 5380      | 0.8       | 82           | 2.73                                   |
| 3   | 840       | 5400      | 1.2       | 83           | 2.22                                   |
| 4   | 830       | 5370      | 1.1       | 84           | 2.03                                   |
| 5   | 840       | 5390      | 1.2       | 85           | 2.25                                   |

Deviație maximă 0.22 m<sup>-1</sup>

VALOARE MEDIE 2.17 m<sup>-1</sup>

Marcă: **AUDI**  
 Tip: **A6 - QUATRO**  
 An fabricație: 2001  
 Cilindree: 2496 cm<sup>3</sup>  
 Cod motor: AKE (N 043324)  
 Turbo: DA  
 K<sub>M</sub> admis 3.00 m<sup>-1</sup>



## 2. Poluarea aerului. Metode și tehnici de evaluare a poluării, provocate de motoarele cu ardere internă

Tabelul 2.11 Valori măsurate pe autovehiculul AUDI A6 QUATRO

| Nr. | RPM       |           | tB<br>[s] | Temp<br>[°C] | k <sub>max</sub><br>[m <sup>-1</sup> ] |
|-----|-----------|-----------|-----------|--------------|----------------------------------------|
|     | [rot/min] | [rot/min] |           |              |                                        |
| 1   | 820       | 4720      | 1.1       | 0            | 1.61                                   |
| 2   | 820       | 4730      | 1.0       | 0            | 0.70                                   |
| 3   | 820       | 4730      | 1.0       | 0            | 0.64                                   |
| 4   | 810       | 4720      | 1.1       | 0            | 0.61                                   |

Deviație maximă 0.09 m<sup>-1</sup>

VALOARE MEDIE 0.65 m<sup>-1</sup>

Senzor de temperatură întrerupt, 90° C citite la bordul autovehiculului.

Marcă: SEAT  
 Tip: IBIZA 1.9 TDI  
 An fabricație: 2002  
 Cilindree: 1896 cm<sup>3</sup>  
 Cod motor: ASV  
 Turbo: DA  
 K admis 3.00 m<sup>-1</sup>

Tabelul 2.12 Valori măsurate pe autovehiculul SEAT IBIZA 1.9 TDI

| Nr. | RPM       |           | tB<br>[s] | Temp<br>[°C] | K <sub>max</sub><br>[m <sup>-1</sup> ] |
|-----|-----------|-----------|-----------|--------------|----------------------------------------|
|     | [rot/min] | [rot/min] |           |              |                                        |
| 1   | 900       | 4920      | 0.8       | 96           | 1.81                                   |
| 2   | 900       | 5020      | 0.9       | 97           | 0.86                                   |
| 3   | 900       | 5020      | 0.9       | 97           | 0.94                                   |
| 4   | 900       | 5080      | 0.9       | 98           | 0.98                                   |

Deviație maximă 0.12 m<sup>-1</sup>

VALOARE MEDIE 0.93 m<sup>-1</sup>

Marcă: VOLKSWAGEN  
 Tip: GOLF VARIANT  
 An fabricație: 2000  
 Cilindree: 1986 cm<sup>3</sup>  
 Cod motor: AJM (JZYW395156)  
 Turbo: DA  
 K admis 3.00 m<sup>-1</sup>

Tabelul 2.13 Valori măsurate pe autovehiculul VOLKSWAGEN GOLF VARIANT

| Nr. | RPM       |           | tB<br>[s] | Temp<br>[°C] | K <sub>max</sub><br>[m <sup>-1</sup> ] |
|-----|-----------|-----------|-----------|--------------|----------------------------------------|
|     | [rot/min] | [rot/min] |           |              |                                        |
| 1   | 910       | 5000      | 0.8       | 0            | 0.77                                   |
| 2   | 900       | 5000      | 0.5       | 0            | 0.54                                   |
| 3   | 900       | 5000      | 0.8       | 0            | 0.70                                   |

Deviație maximă 0.23 m<sup>-1</sup>

VALOARE MEDIE 0.67 m<sup>-1</sup>

## 2. Poluarea aerului. Metode și tehnici de evaluare a poluării, provocate de motoarele cu ardere internă

Marcă: SKODA  
Tip: OCTAVIA  
An fabricație: 2001  
Cilindree: 1896 cm<sup>3</sup>  
Cod motor: ALH (12516567)  
Turbo: DA  
K admis 3.00 m<sup>-1</sup>

Tabelul 2.14 Valori măsurate pe autovehiculul SKODA OCTAVIA

| Nr. | RPM       |           | tB<br>[s] | Temp<br>[°C] | K <sub>max</sub><br>[m <sup>-1</sup> ] |
|-----|-----------|-----------|-----------|--------------|----------------------------------------|
|     | [rot/min] | [rot/min] |           |              |                                        |
| 1   | 900       | 5040      | 0.9       | 84           | 0.55                                   |
| 2   | 900       | 5030      | 0.8       | 91           | 0.47                                   |
| 3   | 900       | 5000      | 0.7       | 95           | 0.43                                   |

Deviație maximă 0.12 m<sup>-1</sup>  
VALOARE MEDIE 0.48 m<sup>-1</sup>

Marcă: BMW  
Tip: 320 D  
An fabricație: 2001  
Cilindree: 1951 cm<sup>3</sup>  
Cod motor: 204 D1  
Turbo: DA  
K admis 3.00 m<sup>-1</sup>

Tabelul 2.15 Valori măsurate pe autovehiculul BMW 320 D

| Nr. | RPM       |           | tB<br>[s] | Temp<br>[°C] | K <sub>max</sub><br>[m <sup>-1</sup> ] |
|-----|-----------|-----------|-----------|--------------|----------------------------------------|
|     | [rot/min] | [rot/min] |           |              |                                        |
| 1   | 550       | 2630      | 2.5       | 70           | 0.96                                   |
| 2   | 550       | 1920      | 0.0       | 72           | 1.03                                   |
| 3   | 570       | 1360      | 0.0       | 73           | 0.68                                   |

Deviație maximă 0.35 m<sup>-1</sup>  
VALOARE MEDIE 0.89 m<sup>-1</sup>  
Senzorul de turație citește eronat.

Marcă: SKODA  
Tip: OCTAVIA  
An fabricație: 2001  
Cilindree: 1896 cm<sup>3</sup>  
Cod motor: ALH (U61248356)  
Turbo: DA  
K admis 3.00 m<sup>-1</sup>

## 2. Poluarea aerului. Metode și tehnici de evaluare a poluării, provocate de motoarele cu ardere internă

Tabelul 2.16 Valori măsurate pe autovehiculul SKODA OCTAVIA

| Nr. | RPM       |           | tB<br>[s] | Temp<br>[°C] | K <sub>max</sub><br>[m <sup>-1</sup> ] |
|-----|-----------|-----------|-----------|--------------|----------------------------------------|
|     | [rot/min] | [rot/min] |           |              |                                        |
| 1   | 900       | 5010      | 1.0       | 84           | 0.35                                   |
| 2   | 900       | 5000      | 1.0       | 85           | 0.22                                   |
| 3   | 900       | 4990      | 0.9       | 87           | 0.22                                   |

Deviație maximă 0.13 m<sup>-1</sup>

VALOARE MEDIE 0.26 m<sup>-1</sup>

Marcă: VOLKSWAGEN

Tip: PASSAT

An fabricație: 2001

Cilindree: 1896 cm<sup>3</sup>

Cod motor: AAZ

Turbo: DA

K admis 3.00 m<sup>-1</sup>

Tabelul 2.17 Valori măsurate pe autovehiculul VOLKSWAGEN PASSAT

| Nr. | RPM       |           | tB<br>[s] | Temp<br>[°C] | K <sub>max</sub><br>[m <sup>-1</sup> ] |
|-----|-----------|-----------|-----------|--------------|----------------------------------------|
|     | [rot/min] | [rot/min] |           |              |                                        |
| 1   | 750       | 4760      | 1.1       | 79           | 1.31                                   |
| 2   | 750       | 4700      | 1.1       | 80           | 0.03                                   |
| 3   | 750       | 4710      | 1.6       | 81           | 0.66                                   |
| 4   | 750       | 4660      | 1.5       | 81           | 0.73                                   |
| 5   | 750       | 4700      | 0.9       | 83           | 0.78                                   |

Deviație maximă 0.12 m<sup>-1</sup>

VALOARE MEDIE 0.72 m<sup>-1</sup>

Marcă: AUDI

Tip: A4

An fabricație: 2001

Cilindree: 2500 cm<sup>3</sup>

Cod motor: AJM

Turbo: DA

K admis 3.00 m<sup>-1</sup>

Tabelul 2.18 Valori măsurate pe autovehiculul AUDI A4

| Nr. | RPM       |           | tB<br>[s] | Temp<br>[°C] | K <sub>max</sub><br>[m <sup>-1</sup> ] |
|-----|-----------|-----------|-----------|--------------|----------------------------------------|
|     | [rot/min] | [rot/min] |           |              |                                        |
| 1   | 780       | 4800      | 0.7       | 80           | 0.44                                   |
| 2   | 780       | 4800      | 0.6       | 80           | 0.35                                   |
| 3   | 780       | 4800      | 0.7       | 80           | 0.33                                   |

Deviație maximă 0.11 m<sup>-1</sup>

VALOARE MEDIE 0.37 m<sup>-1</sup>

Marcă: OPEL

Tip: ASTRA

An fabricație: 2001

## 2. Poluarea aerului. Metode și tehnici de evaluare a poluării, provocate de motoarele cu ardere internă

Cilindree: 1870 cm<sup>3</sup>  
 Cod motor: F9Q770  
 Turbo: DA  
 K admis 3.00 m<sup>-1</sup>

Tabelul 2.19 Valori măsurate pe autovehiculul OPEL ASTRA

| Nr. | RPM       |           | tB<br>[s] | Temp<br>[°C] | K <sub>max</sub><br>[m <sup>-1</sup> ] |
|-----|-----------|-----------|-----------|--------------|----------------------------------------|
|     | [rot/min] | [rot/min] |           |              |                                        |
| 1   | 820       | 5060      | 0.7       | 81           | 0.57                                   |
| 2   | 820       | 5060      | 0.8       | 85           | 0.46                                   |
| 3   | 820       | 5070      | 0.9       | 88           | 0.41                                   |

Deviație maximă 0.16 m<sup>-1</sup>  
 VALOARE MEDIE 0.48 m<sup>-1</sup>

Marcă: DAF  
 Tip: FT 95360  
 An fabricație: 1996  
 Cilindree: 11630 cm<sup>3</sup>  
 Cod motor: SOE (436490)  
 Turbo: DA  
 K admis 3.00 m<sup>-1</sup>

Tabelul 2.20 Valori măsurate pe autovehiculul DAF FT 95360

| Nr. | RPM       |           | tB<br>[s] | Temp<br>[°C] | K <sub>max</sub><br>[m <sup>-1</sup> ] |
|-----|-----------|-----------|-----------|--------------|----------------------------------------|
|     | [rot/min] | [rot/min] |           |              |                                        |
| 1   | 510       | 2300      | 1.1       | 0            | 0.83                                   |
| 2   | 510       | 2290      | 1.5       | 0            | 0.69                                   |
| 3   | 520       | 2290      | 1.4       | 0            | 0.86                                   |

Deviație maximă 0.17 m<sup>-1</sup>  
 VALOARE MEDIE 0.79 m<sup>-1</sup>  
 Sonda de temperatură defectă.

Marcă: RENAULT  
 Tip: MAGNUM  
 An fabricație: 2001  
 Cilindree: 11929 cm<sup>3</sup>  
 Cod motor: E - TOCHC I01  
 Turbo: DA  
 K admis 3.00 m<sup>-1</sup>

Tabelul 2.21 Valori măsurate pe autovehiculul RENAULT MAGNUM

| Nr. | RPM       |           | tB<br>[s] | Temp<br>[°C] | K <sub>max</sub><br>[m <sup>-1</sup> ] |
|-----|-----------|-----------|-----------|--------------|----------------------------------------|
|     | [rot/min] | [rot/min] |           |              |                                        |
| 1   | 750       | 2360      | 0.6       | 0            | 0.40                                   |

## 2. Poluarea aerului. Metode și tehnici de evaluare a poluării, provocate de motoarele cu ardere internă

| Nr. | RPM       |           | tB<br>[s] | Temp<br>[°C] | K <sub>max</sub><br>[m <sup>-1</sup> ] |
|-----|-----------|-----------|-----------|--------------|----------------------------------------|
|     | [rot/min] | [rot/min] |           |              |                                        |
| 2   | 760       | 2360      | 0.6       | 0            | 0.12                                   |
| 3   | 760       | 2370      | 0.6       | 0            | 0.11                                   |

Deviație maximă 0.29 m<sup>-1</sup>

VALOARE MEDIE 0.21 m<sup>-1</sup>

Temperatură de 80 °C - citită la bordul autotractorului.

Marcă: IVECO

Tip: MAGIRUS

An fabricație: 2001

Cilindree: 10308 cm<sup>3</sup>

Cod motor: F3AE0681B (4249168)

Turbo: DA

K admis 3.00 m<sup>-1</sup>

Tabelul 2.22 Valori măsurate pe autovehiculul IVECO MAGIRUS

| Nr. | RPM       |           | tB<br>[s] | Temp<br>[°C] | kmax<br>[m <sup>-1</sup> ] |
|-----|-----------|-----------|-----------|--------------|----------------------------|
|     | [rot/min] | [rot/min] |           |              |                            |
| 1   | 650       | 2420      | 1.1       | 23           | 0.20                       |
| 2   | 650       | 2420      | 0.5       | 23           | 0.19                       |
| 3   | 650       | 2400      | 1.4       | 23           | 0.20                       |

Deviație maximă 0.01 m<sup>-1</sup>

VALOARE MEDIE 0.20 m<sup>-1</sup>

Sistemul de rabatare al cabinei autovehiculului era nefuncțional, astfel încât senzorul a citit temperatura mediului ambiant.

### 2.4.6 Prelucrarea datelor experimentale

Prin aplicarea formulei (2.22), pentru fiecare din valorile medii ale indicelui de opacitate, s-au obținut următoarele rezultate, prezentate în tabelul de mai jos.

Tabelul 2.23 Corelația între indicele de opacitate - grad de fum HARTRIDGE - funingine

| Nr. crt. | K <sub>M</sub><br>[m <sup>-1</sup> ] | H<br>[%] | P<br>[g/m <sup>3</sup> ] |
|----------|--------------------------------------|----------|--------------------------|
| 1        | 0.2                                  | 8.2406   | 0.03                     |
| 2        | 0.21                                 | 8.6343   | 0.0315                   |
| 3        | 0.26                                 | 10.578   | 0.039                    |
| 4        | 0.31                                 | 12.48    | 0.0465                   |
| 5        | 0.37                                 | 14.709   | 0.0555                   |
| 6        | 0.48                                 | 18.649   | 0.072                    |
| 7        | 0.48                                 | 18.649   | 0.072                    |
| 8        | 0.65                                 | 24.384   | 0.0975                   |
| 9        | 0.67                                 | 25.031   | 0.1005                   |

## 2. Poluarea aerului. Metode și tehnici de evaluare a poluării, provocate de motoarele cu ardere internă

| Nr. crt. | $K_M$ [ $m^{-1}$ ] | H [%]  | P [ $g/m^3$ ] |
|----------|--------------------|--------|---------------|
| 10       | 0.72               | 26.626 | 0.1081        |
| 11       | 0.79               | 28.802 | 0.1186        |
| 12       | 0.89               | 31.798 | 0.1336        |
| 13       | 0.93               | 32.961 | 0.1396        |
| 14       | 1.83               | 54.475 | 0.2746        |
| 15       | 2.17               | 60.667 | 0.3257        |

Pentru o mai bună evidențiere s-au marcat și punctele corespunzătoare pe curba grafică de corelație fum Hartridge – funingine.

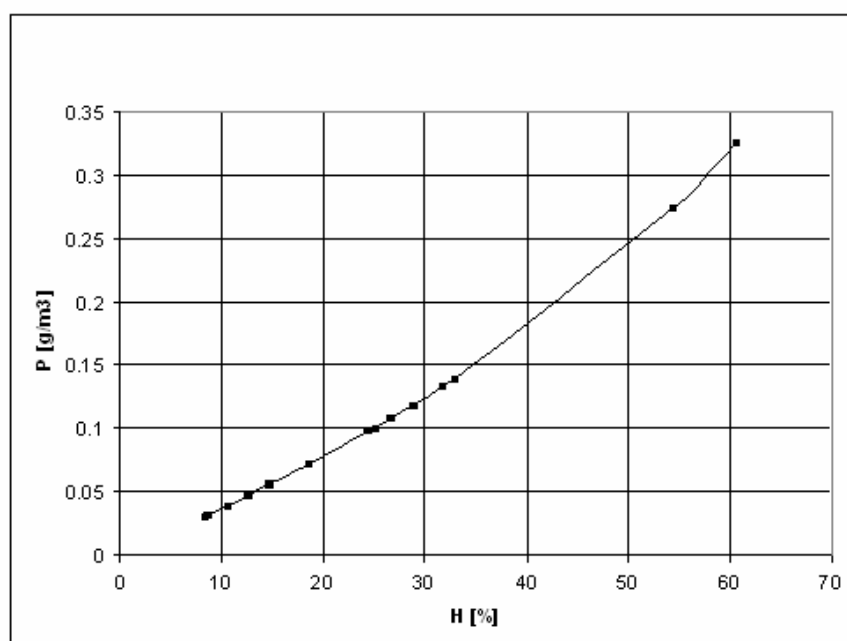


Fig. 2.17 Corespondența fum Hartridge-funingine

În urma experimentelor numerice cu valorile indicelui de opacitate obținute prin măsurare cu opacimetrul la efectuarea inspecției tehnice periodice, s-a demonstrat posibilitatea determinării concentrației de particule în gazele de evacuare ale motoarelor cu aprindere prin comprimare.

Metoda este una mai puțin laborioasă și mai puțin costisitoare decât cea gravimetrică, deși precizia determinărilor scade.

Erorile care pot să apară, sunt în general cauzate de măsurătorile făcute pentru determinarea indicelui de opacitate. Cum am amintit anterior, este posibilă și apariția unei erori în determinarea acestui indice datorită neuniformității dispersiei fumului în camera de fum a opacimetrului. Alte erori care pot să apară sunt determinate de condițiile de executare a măsurătorilor, cum ar fi etanșeitățile imperfecte a traseului de evacuare, defectarea sondei de temperatură (care lasă la aprecierea operatorului evaluarea îndeplinirii condiției de temperatură impuse), defectarea cititorului de turație (care determină citirea turației de la bordul

autovehiculului). Astfel, deși s-a măsurat indicele de opacitate pentru același tip de motor, în condiții similare, rezultatele au fost puțin diferite.

Erorile datorate prelucrării rezultatelor cu formula analitică folosită pot să apară doar în cazul valorilor indicelui de opacitate  $H > 55\%$ , valori peste care nu se mai asigură o corespondență bună între  $H$  (indicele de fum Hartridge) și concentrația de particule din gazele de evacuare (funingine).

Cu toate neajunsurile prezentate mai sus, această metodă de echivalare a concentrației de particule în gazele de evacuare ale unui motor diesel reprezintă o soluție viabilă de determinare, având la bază măsurarea indicelui de opacitate cu fumetrul Hartridge. Metodele de măsurare și aparatele folosite pentru această determinare sunt bine cunoscute și des folosite.

#### 2.4.7 Diagnosticarea noxelor la bordul autovehiculului (OBD)

Determinarea eficienței catalizatorilor și mai ales detectarea deteriorării acestora prin monitorizarea funcționării la bord impun respectarea unor prescripții foarte severe. În cazul m.a.s. s-a impus de exemplu a doua generație de sisteme de diagnoză la bord OBD II (On Board Diagnosis), care are ca principală cerință, supravegherea funcționării catalizatorului trivalent. Deoarece măsurarea eficienței catalizatorului trivalent prin analiza gazelor arse este nepractică și scumpă, s-au dezvoltat metodologii pentru evaluarea performanțelor catalizatorului prin procesarea unor mărimi ușor de măsurat.

Este de dorit ca aceste metodologii să combine:

- simplitatea instalației de măsură;
- procesarea simplă a semnalelor cu încărcare mică a unității electronice centrale;
- cost redus al echipamentului suplimentar, durabilitate mare a sistemului OBD;
- aplicativitate pe diferite configurații ale sistemelor de control a emisiilor.

Sistemele de diagnoză ale catalizatorilor cuprind un set de senzori care măsoară înainte și după catalizator una din următoarele mărimi: conținutul de oxigen (sonda  $\lambda$ ), concentrația de HC (senzor de ionizare al suprafeței metalice la trecerea HC la temperaturi înalte), temperatura gazelor arse (tabelul 6.1).

Tabelul 2.24 Sisteme de diagnoză ale catalizatorilor

| Metoda                 | Senzorul                                                        | Principiul                                    | Regimul de funcționare potrivit         |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Senzor dublu $\lambda$ | Senzori de oxigen                                               | Evaluarea capacității de stocare a oxigenului | Motor cald, punct stabil de funcționare |
| Senzor dublu de HC     | Senzori cu peliculă potențiometrică sau cu ionizarea suprafeței | Conversia HC                                  | Motor cald                              |
| Termică                | Motor cald, punct stabil de funcționare                         | Evaluarea căldurii de reacție                 | Variabil, funcționare tranzitorie       |

Sistemele de diagnoză care utilizează sondele lambda se bazează pe capacitatea de stocare a oxigenului în catalizator. Ca o consecință a capacității de stocare a oxigenului, un catalizator eficient va fi capabil să amortizeze fluctuațiile de oxigen din gazele de evacuare atunci când vehiculul funcționează în regimuri stabilizate. Compararea semnalelor sondei lambda din amonte și din aval față de catalizator asigură o indicație asupra activității catalizatorului, deși corelarea dintre capacitatea de stocare a oxigenului și eficiența catalizatorului este încă dificilă.

Senzorii de HC pot fi utilizați pentru diagnosticarea catalizatorilor, ca și pentru supravegherea funcției de încălzire în cazul reactorilor catalitici cu suport metalic. Senzorul de ionizarea suprafeței se bazează pe principiul ionizării hidrocarburilor atunci când vin în contact cu suprafețe metalice fierbinți. Senzorul potențiomtric cu peliculă a dovedit proprietăți mecanice bune și o corelare corectă cu analizoarele convenționale de HC.

Datorită faptului că reacțiile din reactorul catalitic sunt exotermice, măsurarea temperaturii gazelor de evacuare reprezintă o metodă eficientă de a căpăta informații despre eficiența sa. Într-un interval de timp dat se măsoară cantitatea de căldură generată de reacțiile exotermice, care se raportează la debitul masic de gaz care a traversat catalizatorul. Mărimea astfel definită se numește indice de performanță al catalizatorului *IP*, fiind definită ca raportul dintre energia eliberată în catalizator în timpul  $t$  și debitul masic de gaze arse.

Determinarea energiei eliberate se face scriind ecuația de echilibru pentru energia aplicată unui volum de control al catalizatorului, în care se fac măsurători de temperatură și care este de regulă întregul volum al catalizatorului. Mărimile care trebuie măsurate sunt temperaturile gazelor arse la intrarea și ieșirea din volumul de control, ca și debitul de gaze arse. Teste desfășurate pe mai multe cicluri de încercare au demonstrat înregistrarea unor valori foarte apropiate ale *IP*, ceea ce înseamnă că evaluarea activității catalizatorului este independentă de regimurile de funcționare alese. Cu ajutorul *IP* se poate aprecia efectul de îmbătrânire al catalizatorului, observându-se o bună corelare între *IP* și emisiile de HC, acest lucru fiind posibil a fi folosit pentru diagnoza la bord a eficienței catalizatorului. Avantajele metodei termice sunt aparatul simplă, aplicabilitatea pe un ciclu aleatoriu, diferențierea satisfăcătoare între diferite activități ale catalizatorului.

În general, catalizatorii folosiți la motoarele diesel au o eficiență înaltă pe toată durata de viață a motorului. Cercetări ale catalizatorilor după 50.000 km au arătat doar scăderi minore ale eficienței acestora. Se confirmă eficiența reducerii pe intervale mari, de 3000...4000 ore de funcționare.

Se apreciază că autoturismele actuale sunt cu circa 90 % mai puțin poluante ca acum 10 ani. În afara limitelor emisiilor poluante tot mai drastice, atenția constructorilor de autovehicule și a legislatorilor se concentrează asupra fiabilității și durabilității componentelor care sunt corelate cu emisiile. Aceasta înseamnă că toate sistemele și strategiile de diagnoză la bord (OBD) trebuie să fie integrate în vehicul în scopul supravegherii comportării componentelor corelate cu emisiile în timpul funcționării normale a vehiculului și a informării șoferului în cazul apariției unei defecțiuni, care ar conduce la creșterea emisiilor poluante. Defectarea unei componente este semnalată prin luminile de avarie de la bord.

Implementarea sistemului OBD și a sistemului de comandă al motorului (Engine Management System – EMS) este una din principalele cerințe ale regulamentelor EURO III, și evident a regulamentelor ulterioare acestora. Sistemele OBD sunt obligatorii din anul 2000.

Calibrarea sistemelor OBD este complicată datorită numărului mare de variabile. Datorită măsurării indirecte și a relației neliniare între parametri măsurabili ai vehiculului și emisiile sale, calibrarea trebuie făcută într-o gamă largă de condiții de funcționare.

Toate mărimile de intrare în EMS trebuie controlate și comparate cu limite calibrate pentru a detecta toate neregularitățile și indicațiile incorecte ale senzorilor, iar acestea trebuie corectate. După efectuarea calibrărilor inițiale în funcționarea motorului pe stand, senzorii trebuie verificați în ceea ce privește domeniul de măsură, ca și posibilitate de recalibrare. Urmează apoi calibrările ulterioare pe vehicul, măsurători repetate ale emisiilor, evaluarea comportării motorului în condiții climatice extreme, ca și pe diverse tipuri de drumuri.



Validarea OBD implică utilizarea a două metode de cercetare a durabilității vehiculului; folosirea unui sistem dinamometric de efectuare a kilometrajului dorit, condus de un robot, asigură cea mai bună repetabilitate, în timp ce conducerea vehiculului în condiții reale de drum este mult mai apropiată de utilizarea normală a vehiculului. Rezultatele programelor de durabilitate desfășurate pe 80.000 km sunt folosite nu numai pentru validarea vehiculului ci și a sistemelor OBD.

Legislația europeană nu impune condiții de durabilitate concrete; pentru autovehiculele grele la care emisiile sunt măsurate conform Regulamentului 49 nu se fac referiri decât în fișa tehnică, menționându-se gradul de echipare cu dispozitive antipoluante. Pentru autoturisme diesel, Regulamentul 83 prevede verificarea eficienței conversiei emisiilor poluante, admitând o serie de coeficienți de multiplicare ai acestora după 80.000 km. Este definit un program de funcționare, alcătuit din 11 cicluri de 6 km lungime, care se repetă până la 80.000 km. Se măsoară din 10.000 în 10.000 km emisiile cunoscute și pe baza lor se calculează factorul de deteriorare al emisiilor din gazele de eșapament, ca raport al emisiei de poluanți, în g/km la 6.400 km și la 80.000 km.

### 2.5 Concluzii

Întrucât metodele de investigație se aplică unei probe prelevate din gazele de evacuare, aceasta nu trebuie să sufere modificări în perioada deplasării în sistemul de prelevare sau în perioada de conservare (adsorbție-desorbție la perete, condensare, reacții chimice între componenți etc.).

Metodele de analiză aplicate pentru a determina componentele gazelor de evacuare nelimitate prin norme nu sunt, nici ele și nici metodele de prelevare a probelor, reglementate de altfel de norme. În același timp, deși pentru prelevarea probelor se pot utiliza, în parte metodele unice aplicate componentelor limitate prin norme, la înregistrarea analitică se pot aplica metode unice pentru ambele grupe de substanțe. Aceasta se justifică, în principal, prin două cauze: pe de o parte, sensibilitatea aparatelor de măsură aplicabile componentelor gazelor de evacuare limitate prin norme nu corespunde cerințelor efectuării cercetărilor componentelor care nu sunt limitate prin norme, (componente a căror concentrație este de multe ori mai redusă), iar pe de altă parte, selectivitatea aparatelor existente este insuficientă.

De aceea, a fost necesară elaborarea unor tehnici de înregistrare de înaltă sensibilitate, precum și a unor metodici de prelucrare prealabilă a probelor, pentru separarea dorită a substanțelor necesare. Această combinație dintre prelevarea selectivă a probelor, dirijată în totalitate spre separarea și detectarea specială a substanțelor, a căpătat denumirea de microanaliză.

Metodele de microanaliză se bazează, în principal, pe principii fizice sau fizico-chimice de măsurare. Printre acestea sunt, de exemplu, metode cunoscute precum :

- spectrometria masică;
- cromatografia;
- gravimetria;
- termo-gravimetria;
- combinații ale cromatografiei cu spectrometria masică.

Metodele clasice, pur chimice, de analiză nu se pot aplica, în majoritatea cazurilor, unor serii mari de măsurători, datorită timpului îndelungat de lucru și a costurilor mari implicate. De aceea, unde a fost posibil, ele s-au înlocuit cu metode moderne, în mare măsură automatizate.

În acest capitol se face o comparație între diferitele metode actuale, privind diverșii factori poluanți, insistându-se asupra celor rezultați din arderea combustibililor în motoare.

În urma încercării a 11 autoturisme și 3 autocamioane, la diferite turajii, se obțin o serie de măsurători vizând indicele de fum Hatridge, cu care se fac evaluări ale conținutului de particule în fumul emis de cele 14 tipuri de motoare.

Se constată diferențe mari privind nivelul de poluare cu particule, atât la motoarele ce echipează autoturismele, cât și la cele ale autocamioanelor, fapt ce duce la concluzia că nivelul de poluare este direct influențat de vechimea motorului și de sistemul de injecție.

Metoda folosită, de echivalare a concentrației de particule în gazele de evacuare ale unui motor diesel, reprezintă o soluție viabilă de determinare, având la bază măsurarea indicelui de opacitate cu fumetru Hartridge. Procedeele de măsurare și aparatele folosite pentru această determinare sunt bine cunoscute și des folosite.

### **Bibliografie**

[A6], [A7], [B14], [G2], [G4], [H2], [I1], [K1], [L3], [N6], [N7], [N10], [N13], [O2], [T2], [T4], [W2], 1, 2, 12, 16, 17, 18, 19

**3. EVALUAREA TERMODINAMICĂ A UNUI MOTOR CU ARDERE INTERNĂ. CALCULUL DIOXIDULUI DE CARBON ȘI UTILIZAREA COMBUSTIBILILOR NECONVENȚIONALI**

### 3.1 Determinarea prin calcul a ciclului real de funcționare. Aspecte privind poluarea chimică și fonică. Experimente ale motorului cu ardere internă

#### 3.1.1 Procedeul de calcul

Se apelează la metoda umplerii și golirii.

În fig. 3.1 se prezintă schema de calcul pentru procesele din cilindru. Variațiile mărimilor de stare cum ar fi presiunea  $p$ , temperatura  $T$  și masa  $m$ , se vor stabili prin calcul pas cu pas cu ajutorul acestui model numit și modelul ciclului real.

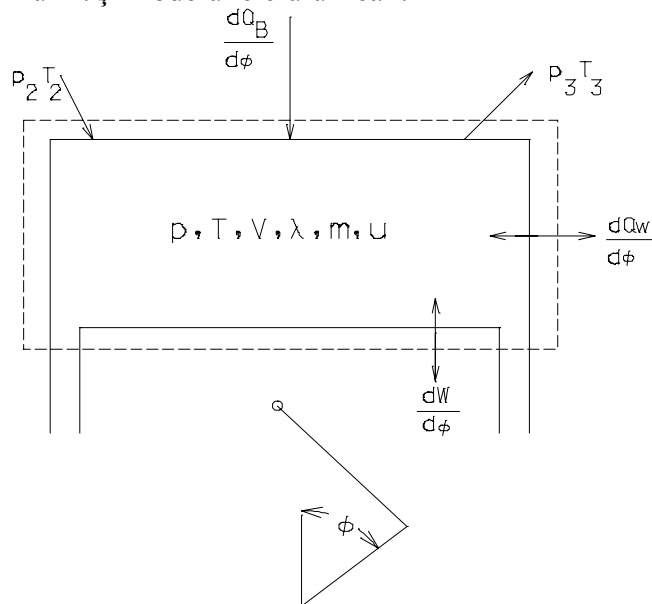


Fig. 3.1 Schema de calcul a proceselor din cilindru

Cilindrul se consideră ca un sistem nestaționar deschis. Masa  $m$  și energia internă  $u$  din cilindru se modifică cu masa elementară  $m_g$  respectiv energia elementară  $E_g$ , transferate spre sau de la cilindru prin frontierele sistemului (reprezentate punctat în schema de calcul).

$$dm = dm_g \quad (3.1)$$

$$dU = dE_g \quad (3.2)$$

Lucrul mecanic  $dW$  cedat pistonului este:

$$\frac{dW}{d\phi} = -p \cdot \frac{dV}{d\phi} \quad (3.3)$$

unde:

- $p$  este presiunea din cilindru
- $V$  - volumul descris de piston
- $dV$  - variația de volum
- $F$  - unghiul RAC corespunzător

### 3. Evaluarea termodinamică a unui motor cu ardere internă. Calculul dioxidului de carbon și utilizarea combustibililor neconvenționali

Fluxul de căldură cedat peretelui se calculează ca suma fluxurilor parțiale prin corpul pistonului ( $i=1$ ), chiulasa ( $i=2$ ) și prin cămașa cilindrului ( $i=3$ ),  $A_i$  reprezentând suprafața de contact, iar  $T_{w_i}$  temperaturile la perete corespunzătoare.

Coeficientul de schimb de căldură rezultă din relația lui Woschni, dependent de starea gazului din cilindru, viteza pistonului și de procedeul de ardere:

$$\alpha = 0.12793 \cdot D^{-0.2} p^{0.8} \gamma^{-0.59} \left( c_1 c_m + c_2 (p - p_0) \frac{V_{11} T_{11}}{p_{11} V} \right)^{0.8} \quad (3.4)$$

$c_1$  - factor de proporționalitate între viteza gazului și viteza medie a pistonului  $c_m$ , ținând cont de viteza periferică  $c_u$  produsă prin admisia dirijată:

-pentru partea de înaltă presiune:

$$c_1 = 1.26 + 0.306 \cdot \frac{c_u}{c_m} \quad (3.5)$$

-pentru partea de încărcătură:

$$c_1 = 6.13 + 0.417 \cdot \frac{c_u}{c_m} \quad (3.6)$$

$c_2$  - factor pentru procedeul de ardere:

-pentru partea de înaltă presiune:  $c_2 = 3.24 \cdot 10^{-3}$

-pentru motoarele cu antecameră:  $c_2 = 6.22 \cdot 10^{-3}$

$T_{11}$ ,  $p_{11}$ ,  $V_{11}$  - temperatura, presiunea și volumul la începutul comprimării.

$p_0$  - presiunea din cilindru la motorul antrenat

$p$  - presiunea din cilindru corespunzătoare ciclului motor

Presiunea  $p_0$  este dată de relația politropei:

$$\frac{p_0}{p_{11}} = \left( \frac{V_{11}}{V} \right)^n \quad (3.7)$$

unde exponentul politropic  $n$ , se calculează înaintea arderii. Termenul al doilea din partea dreaptă a relației (3.4) reprezintă influența arderii și lipsește deci în timpul întregii faze de comprimare și destindere respectiv la schimbul de gaze.

Energia combustibilului pe ciclu este dată de relația:

$$Q_{BO} = m_B \cdot H_U \cdot \eta_u \quad (3.8)$$

unde:

$m_B$  - reprezintă cantitatea de combustibil introdusă pe ciclu

### 3. Evaluarea termodinamică a unui motor cu ardere internă. Calculul dioxidului de carbon și utilizarea combustibililor neconvenționali

$H_U$ -reprezintă puterea calorică inferioară

$\eta_U$ -randamentul arderii ce ține seama de procedeul de ardere și de imperfecțiunea procesului.

Dacă începutul injecției se cunoaște, întârzierea la injecție propriu-zisă se calculează pentru cazul staționar ținând seama de propagarea undei de combustie și de turația motorului.

Întârzierea la injecție, adică unghiul dintre declanșarea injecției și injecția propriu-zisă se calculează după relația:

$$\Delta \phi_{EV} = \Delta \phi_{EV_0} \cdot \left( \frac{n}{n_0} \right) \quad (3.9)$$

În faza dintre începutul injecției și cea a arderii intervine pulverizarea, vaporizarea și reacțiile pregătitoare arderii. Pentru evaluarea acestor procese și a influențelor lor se folosesc relații mai generale cu caracter experimental, proprii procesului de aprindere în ansamblu.

Întârzierea la aprindere adică timpul între începutul injecției și cel al arderii se poate calcula cu relația:

$$\tau_{ZV} = 0.5 + 0.135 \frac{e^{\frac{7800 \frac{\text{Kcal}}{\text{mol}}}{kT}}}{\left( \frac{p}{kp} \right)^{0.7}} + \frac{e^{\frac{7800 \frac{\text{Kcal}}{\text{mol}}}{kT}}}{\left( \frac{p}{kp} \right)^{1.8}} 4.8 \cdot 10^{-3} \quad (3.10)$$

Pentru presiunea  $p$  și temperatura  $T$  se vor adopta valorile medii proprii fazei de întârziere la procesul de autoaprindere.

Procesul se calculează cu legea lui Vibe folosindu-se relația:

$$x = 1 - e^{-a \cdot y^{(m+1)}} \quad (3.11)$$

În această relație:

- $x$  este căldura cedată de combustibil, funcție de unghiul  $RACL$ ;  $Q_B(\phi)$  va reprezenta partea din căldura totală  $Q_{B0}$  furnizată de combustibil
- iar  $y$  este raportul dintre diferența  $\Delta \phi_{VB} = \phi_{VE} - \phi_{Va}$ ,
- $a$  este factor constant
- $m$  parametrul de formă al arderii.

La stabilirea factorului  $a$ , s-a pus condiția ca la sfârșitul arderii să avem  $y=1$ ,  $x=1$ , obținându-se valoarea  $a = 6,9$ .

### 3. Evaluarea termodinamică a unui motor cu ardere internă. Calculul dioxidului de carbon și utilizarea combustibililor neconvenționali

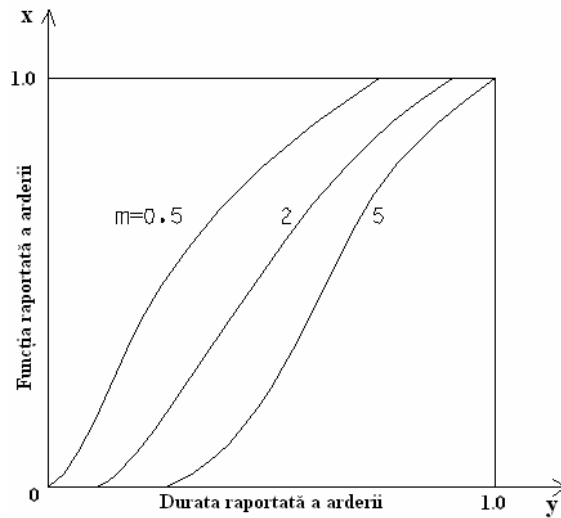


Fig. 3.2 Funcția de ardere

Parametrul de formă  $m$  definește practic caracterul arderii, prin el se poate acorda foarte bine legea lui Wibe cu legile de ardere obținute experimental. Derivata funcției de propagare a arderii redă evoluția arderii (fig 3.3):

$$\frac{dx}{dy} = a \cdot (m + 1) \cdot y^m \cdot e^{-ay^{m+1}} \quad (3.12)$$

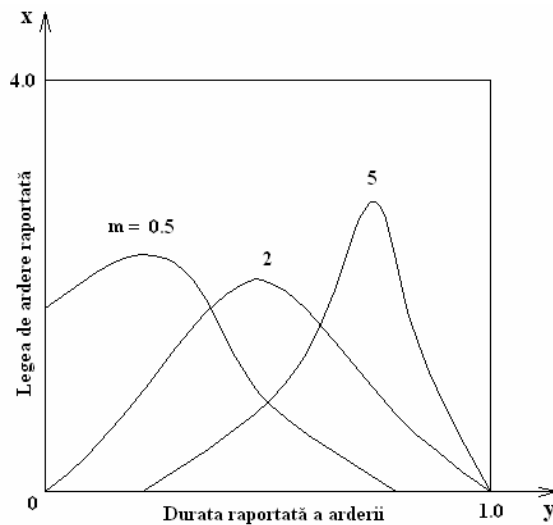


Fig. 3.3 Legea de ardere

Pentru  $m$  se obțin, pe baza alurii legii de ardere la motoarele diesel, valori între 0,1 și 1,2. În aceste condiții, se obține pentru legea de ardere următoarea relație:

$$\frac{dQ_b}{d\phi} = \frac{Q_{B_0}}{\Delta\phi_{VB}} a(m+1) \left( \frac{\phi - \phi_{VA}}{\Delta\phi_{VB}} \right)^m e^{-a \left( \frac{\phi - \phi_{VA}}{\Delta\phi_{VB}} \right)^{m+1}} \quad (3.13)$$

### 3. Evaluarea termodinamică a unui motor cu ardere internă. Calculul dioxidului de carbon și utilizarea combustibililor neconvenționali

Din această relație se constată că pe lângă energia combustibilului furnizat pe ciclu, legea de ardere mai depinde de încă trei parametri:

- începutul arderii
- durata arderii
- parametrul de formă m.

Începutul arderii depinde de întârzierea la aprindere amintită.

După Woschni și Anisits s-a dezvoltat o metodă de evaluare a variațiilor legii de ardere Vibe în condiții de funcționare variabile. Presupunând cunoscută legea de ardere Vibe pentru un anumit punct de funcționare urmează să se obțină parametrul de forma m pentru un alt punct de funcționare astfel:

$$m = m_0 \cdot \left( \frac{\Delta\phi_{2V_0}}{\Delta\phi_{2V}} \right)^{0.6} \cdot \left( \frac{n_{m_0}}{n_m} \right)^{0.8} \cdot \frac{p_{11}}{p_{11_0}} \cdot \frac{T_{11}}{T_{11_0}} \quad (3.14)$$

Variația duratei de ardere  $\Delta\phi_{VB}$  obținându-se din:

$$\Delta\phi_{VB} = \Delta\phi_{VB_0} \cdot \left( \frac{\lambda_0}{\lambda} \right)^{0.6} \cdot \left( \frac{n_m}{n_{m_0}} \right)^{0.5} \quad (3.15)$$

Variația masei din cilindru la motorul diesel în partea de înaltă presiune se va calcula numai din cea a masei de combustibil ținând cont de legea de ardere, neglijând pierderile prin segmenti sau supape.

Fluxul masic în timpul schimbului de încărcătură prin frontierele libere ale sistemului (supapă de evacuare-A și de admisie-E) rezultă din:

$$\frac{dm}{d\phi} E, A = \pm \frac{1}{\omega_m} \cdot \mu_{A,E} \cdot A_{V_{A,E}} \cdot \sqrt{2PP_{II}} \cdot \Psi \quad (3.16)$$

unde  $\Psi$  este funcția de debit:

$$\Psi = \sqrt{\frac{k}{k-1}} \cdot \sqrt{\left( \frac{p_{II}}{p_I} \right)^{\frac{2}{k}} - \left( \frac{p_{II}}{p_I} \right)^{\frac{k+1}{k}}} \quad (3.17)$$

Semnul  $\pm$  din relația (3.16) depinde de direcția fluxului (fluxul de intrare pozitiv).

Indicele "I" este pentru "în fața supapei" (în direcția fluxului) iar II pentru "după supapă". Secțiunile efective oferite de supape se stabilesc după curba de ridicare a supapelor, geometria supapelor și coeficienții de debit stabiliți experimental  $\mu_{A,E}$ .

Pe lângă legile de conservare a masei și energiei mai putem folosi și ecuația de stare:

$$P \cdot V = m \cdot R \cdot T \quad (3.18)$$



### 3. Evaluarea termodinamică a unui motor cu ardere internă. Calculul dioxidului de carbon și utilizarea combustibililor neconvenționali

S-a notat cu  $u$  energia internă specifică pentru a cărei evaluare se utilizează o ecuație de forma:

$$u = u(T, \lambda) \quad (3.19)$$

De unde se obține variația energiei interne specifice:

$$\frac{du}{d\phi} = \frac{\partial u}{\partial T} \cdot \frac{\partial T}{d\phi} + \frac{\partial u}{\partial \lambda} \cdot \frac{d\lambda}{d\phi} \quad (3.20)$$

Coefficientul excesului de aer se calculează din:

$$\lambda = \frac{m_L}{m_B} \cdot \frac{1}{L_{\min}} \quad (3.21)$$

Variația coeficientului de exces de aer în funcție de unghiul RAC se obține din:

$$\frac{d\lambda}{d\phi} = \frac{1}{L_{\min}} \cdot \left( \frac{1}{m_B} \cdot \frac{dm_L}{d\phi} - \frac{m_L}{m_B} \cdot \frac{dm_B}{d\phi} \right) \quad (3.22)$$

Se obține astfel un sistem de două ecuații diferențiale:

$$\frac{dm}{d\phi} = \frac{dm_B}{d\phi} + \frac{dm_E}{d\phi} + \frac{dm_A}{d\phi} \quad (3.23)$$

$$\begin{aligned} \frac{dT}{d\phi} = \frac{1}{mc_v} \left( \frac{dQ_B}{d\phi} + \frac{dQ_W}{d\phi} - p \frac{dV}{d\phi} + \frac{dm_E}{d\phi} h_E + \frac{dm_A}{d\phi} h \right) - \\ - \frac{1}{mc_v} \left( u \frac{dm}{d\phi} + m \frac{\partial u}{\partial \lambda} \frac{d\lambda}{d\phi} \right) \end{aligned} \quad (3.24)$$

la care unii din termenii ecuațiilor nu se consideră în anumite etape ale funcționării motorului.

Este necesară stabilirea temperaturii gazelor de evacuare  $T_A$ , care se calculează utilizând variația căldurii în galeria de evacuare.

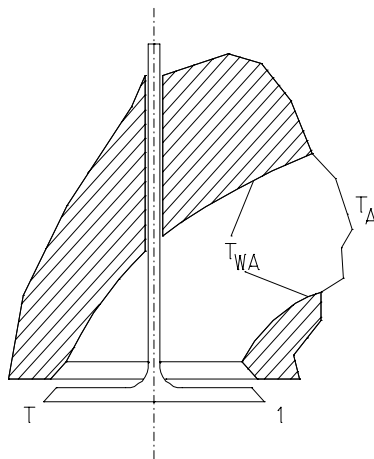


Fig.3.4 Canal de evacuare

### 3. Evaluarea termodinamică a unui motor cu ardere internă. Calculul dioxidului de carbon și utilizarea combustibililor neconvenționali

---

Pentru aceasta se poate folosi următoarea relație (conform Fig.3.4):

$$\frac{dQ_{AK}}{d\phi} = \dot{m} \cdot c_p \cdot (T_A - T) \cdot \frac{1}{\omega_M} \quad (3.25)$$

Temperatura la capătul canalului de evacuare  $T_A$  se stabilește după cum urmează:

$$\frac{d\dot{Q}}{dA} = \alpha_{AK} \cdot (T_{WA} - T) = \dot{m}_A \cdot c_p \cdot \frac{dT}{dA} \quad (3.26)$$

Prin transformări se obține:

$$\frac{dT}{dQ} = \frac{dQ}{dA} \cdot \frac{1}{\dot{m}_A \cdot c_p} = \alpha_{AK} \cdot (T_{WA} - T) \cdot \frac{1}{\dot{m}_A \cdot c_p} \quad (3.27)$$

$$\int_T^{T_A} \frac{dT}{T_{WA} - T} = \int_{(A)} dA \frac{\alpha_{AK}}{\dot{m}_A \cdot c_p} \quad (3.28)$$

După integrare și transformare se obține pentru  $T_A$  următoarea relație:

$$T_A = (T - T_A) \cdot e^{\frac{A_{AK} \cdot \alpha_{AK}}{\dot{m}_A \cdot c_p}} \quad (3.29)$$

Coefficientul de transfer de căldură la temperatura  $T$  se obține din relația:

$$\alpha_{AK} = 0.00179102 \left( 1 - 0.79 \frac{R_{VA}}{d_{iA}} \right) \dot{m}_A^{0.5} \cdot \frac{T^{0.41}}{D_{AK}^{1.5}} \quad (3.30)$$

unde:

$R_{VA}$  -reprezintă ridicarea supapei de evacuare

$d_{iA}$  -diametrul interior al scaunului supapei.

Procedeul descris dă rezultate bune la viteze medii ale pistonului până la cca. 9,5 m/s.

#### 3.1.2 Rezultate obținute la calculul termodinamic al unui motor diesel

Pentru calculul termodinamic a servit motorul Lombardini 3LD510 de la Universitatea Tehnică Cluj-Napoca.

În anexele 1 și 2 se regăsesc subrutinele programului de calcul pentru ridicarea diagramei indicate-UNISORI.

### 3. Evaluarea termodinamică a unui motor cu ardere internă. Calculul dioxidului de carbon și utilizarea combustibililor neconvenționali

---

Sunt redată rezultatele calculului ciclului real de funcționare al motorului Lombardini.

Pentru toate turațiile utilizate au fost ridicate următoarele diagrame:

Pentru  $n = 3000$  rot/min

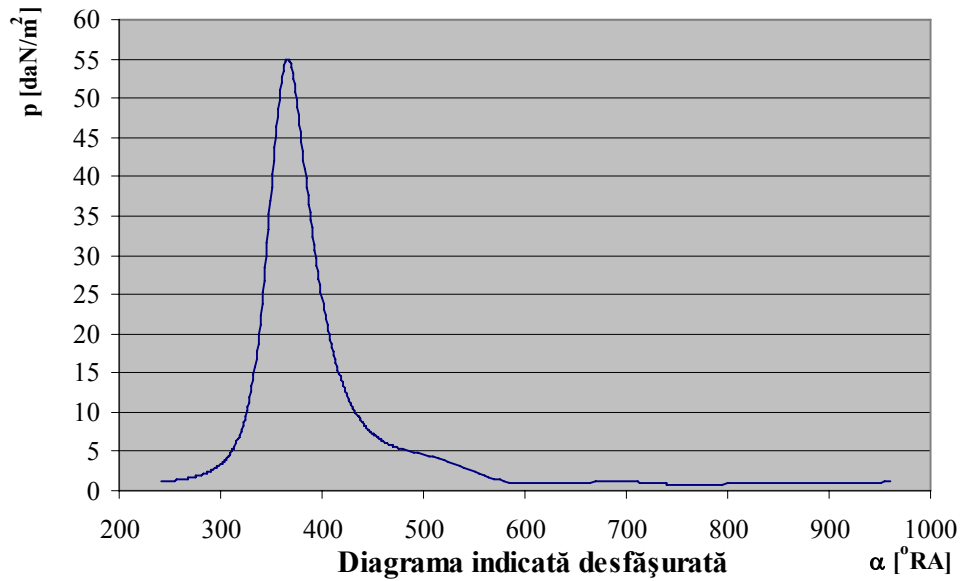


Fig. 3.5 Diagrama indicată  $p=f(\alpha)$ , la turația de  $n=3000$ rot/min

3. Evaluarea termodinamică a unui motor cu ardere internă. Calculul dioxidului de carbon și utilizarea combustibililor neconvenționali

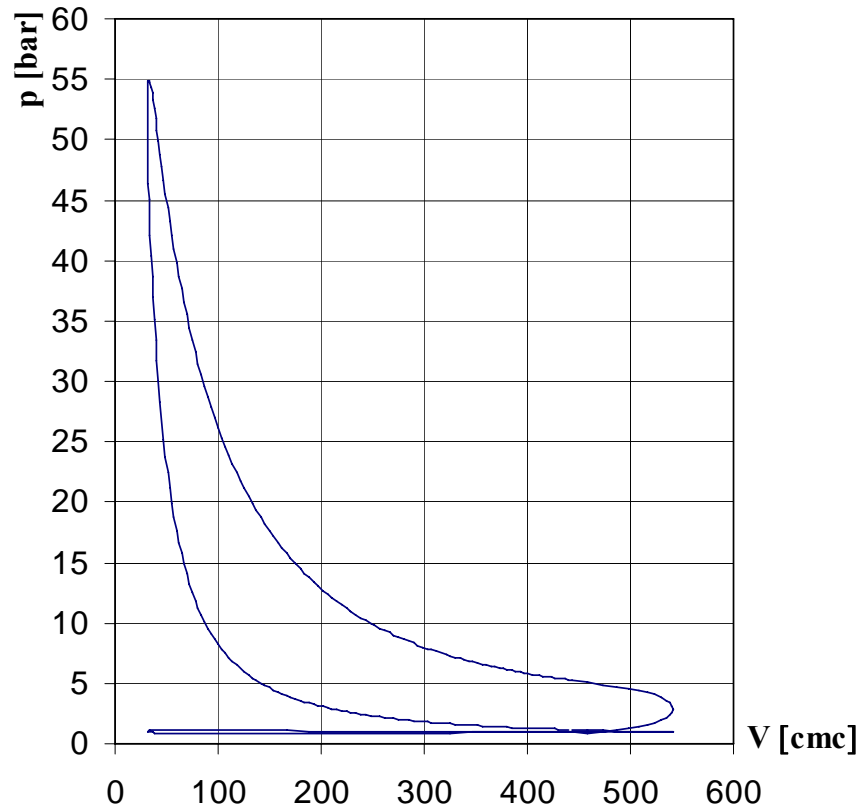


Fig. 3.6 Diagrama indicată  $p=f(V)$ , la turația de  $n=3000\text{rot/min}$

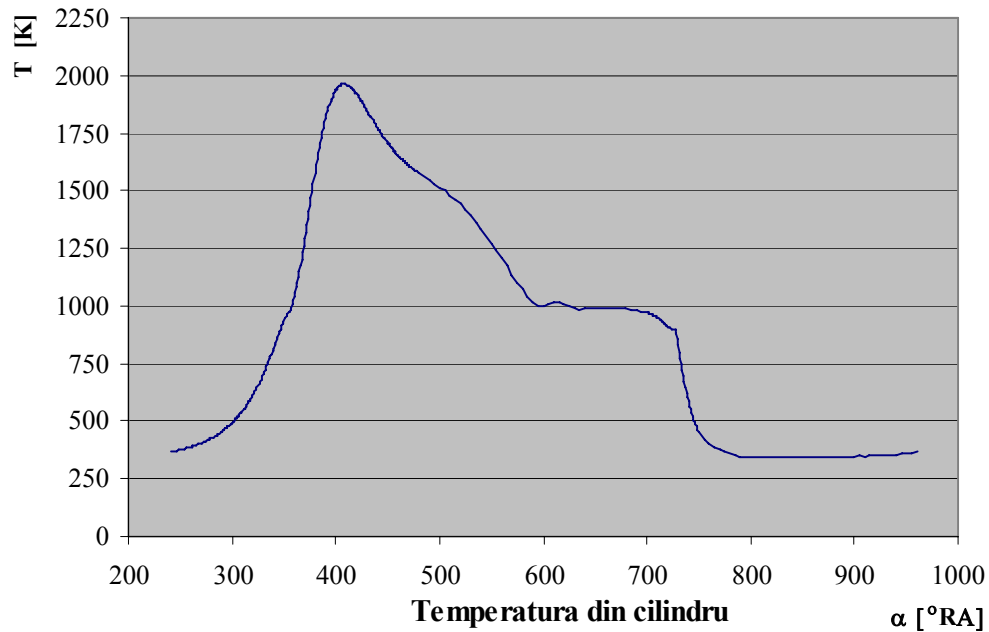


Fig. 3.7 Variația temperaturii în cilindru  $T=f(\alpha)$ , la turația de  $n=3000\text{rot/min}$

3. Evaluarea termodinamică a unui motor cu ardere internă. Calculul dioxidului de carbon și utilizarea combustibililor neconvenționali

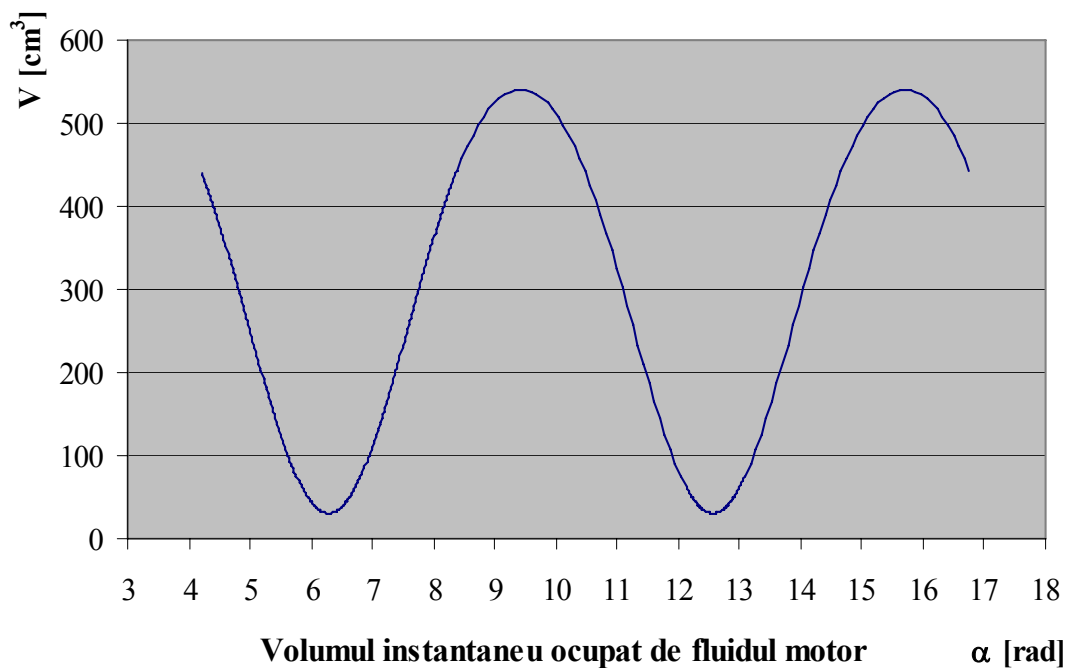


Fig. 3.8 Variația volumului instantaneu ocupat de fluidul motor  $V=f(\alpha)$ , la turația de  $n=3000\text{rot/min}$

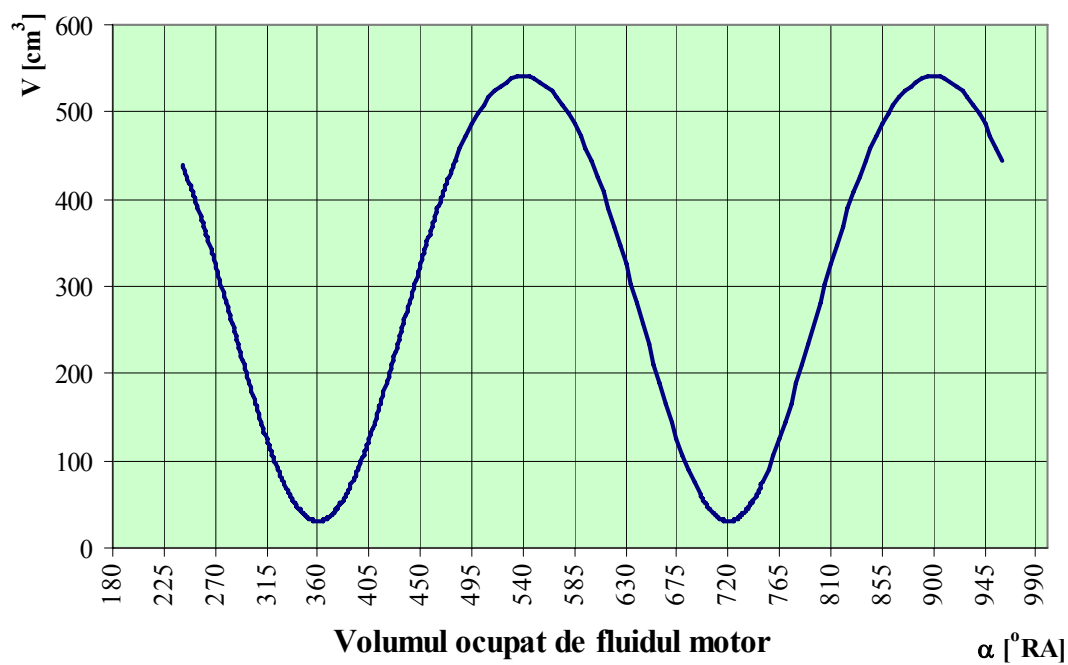


Fig. 3.9 Variația volumului ocupat de fluidul motor funcție de unghiul de rotație al arborelui cotit, la turația de  $n=3000\text{ rot/min}$

### 3. Evaluarea termodinamică a unui motor cu ardere internă. Calculul dioxidului de carbon și utilizarea combustibililor neconvenționali

$n = 2600$  rot/min

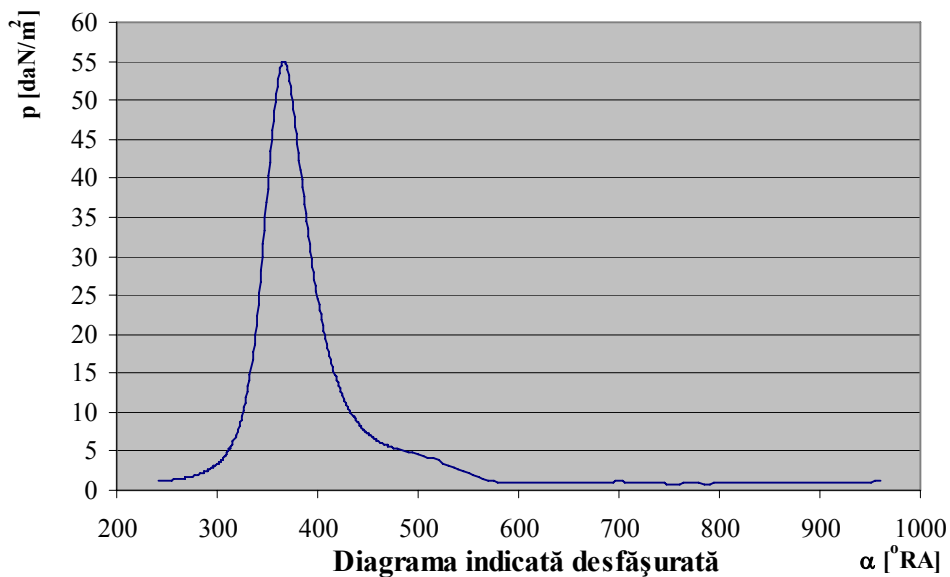


Fig. 3.10 Diagrama indicată  $p=f(\alpha)$ , la turația de  $n=2600$ rot/min

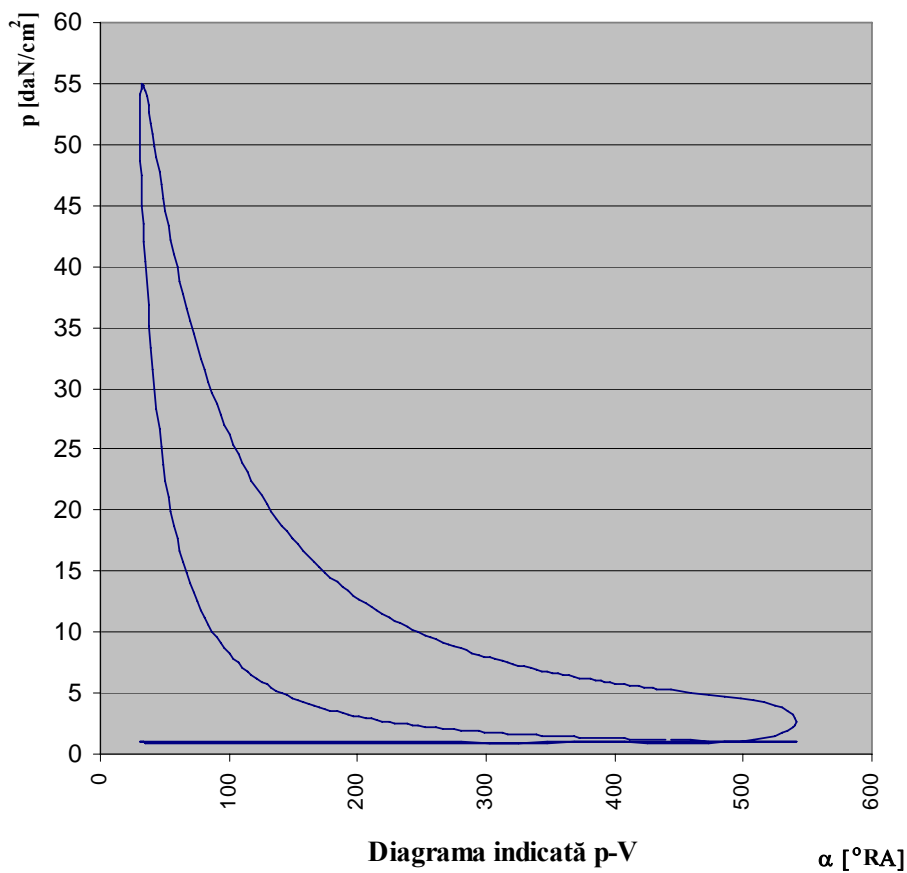


Fig. 3.11 Diagrama indicată  $p=f(V)$ , la turația de  $n=2600$ rot/min

3. Evaluarea termodinamică a unui motor cu ardere internă. Calculul dioxidului de carbon și utilizarea combustibililor neconvenționali

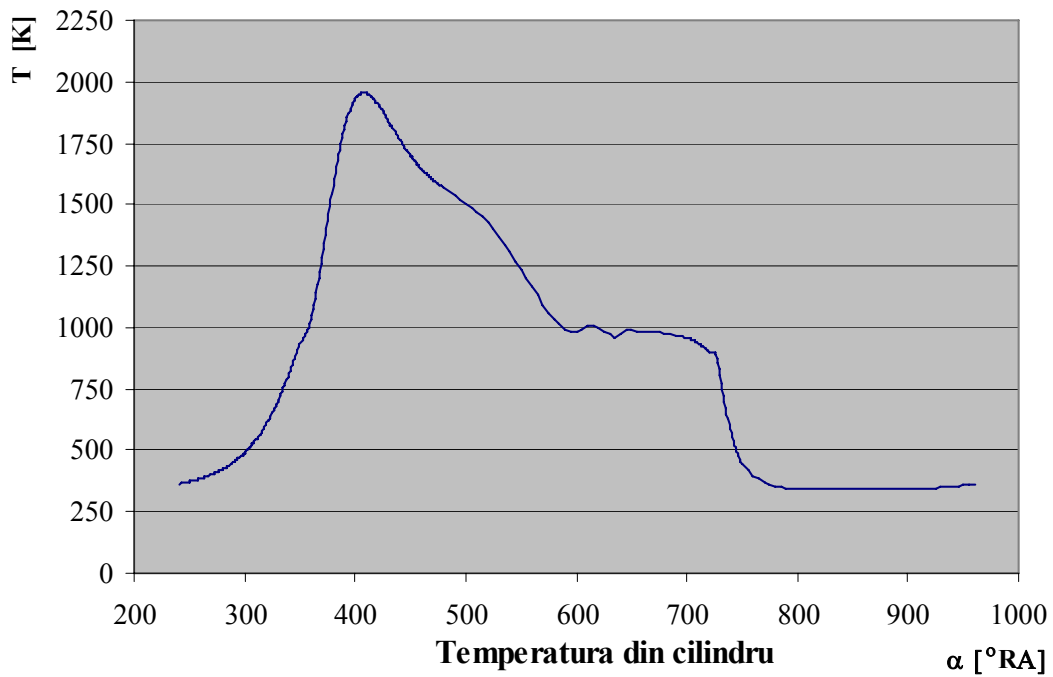


Fig. 3.12 Variația temperaturii în cilindru  $T=f(\alpha)$ , la turația de  $n=2600\text{rot/min}$

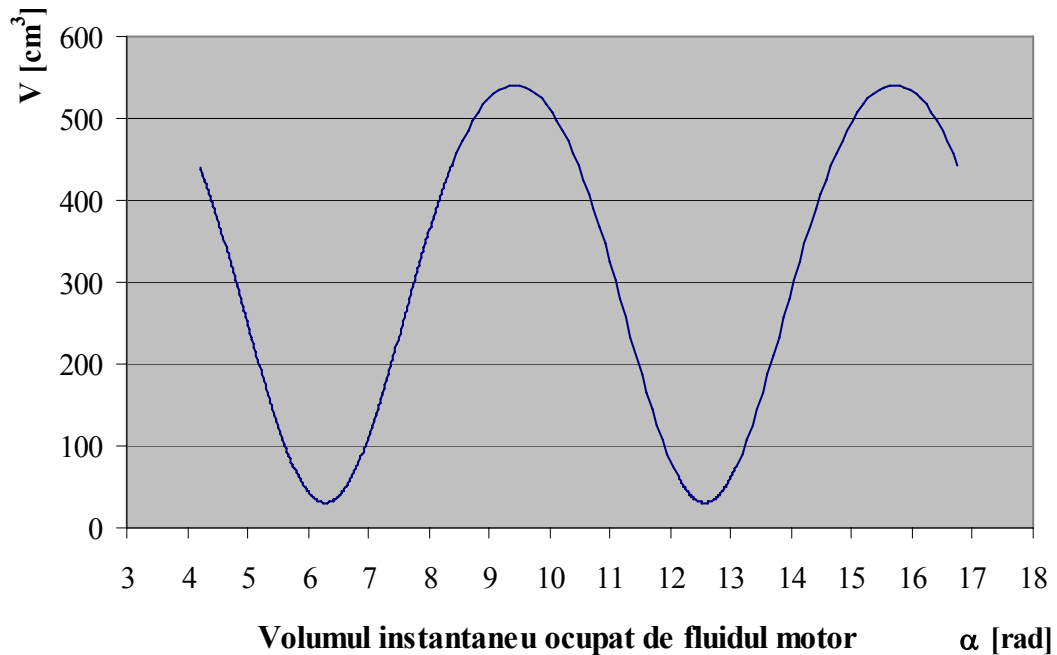


Fig. 3.13 Variația volumului instantaneu ocupat de fluidul motor  $V=f(\alpha)$ , la turația de  $n=2600\text{rot/min}$

### 3. Evaluarea termodinamică a unui motor cu ardere internă. Calculul dioxidului de carbon și utilizarea combustibililor neconvenționali

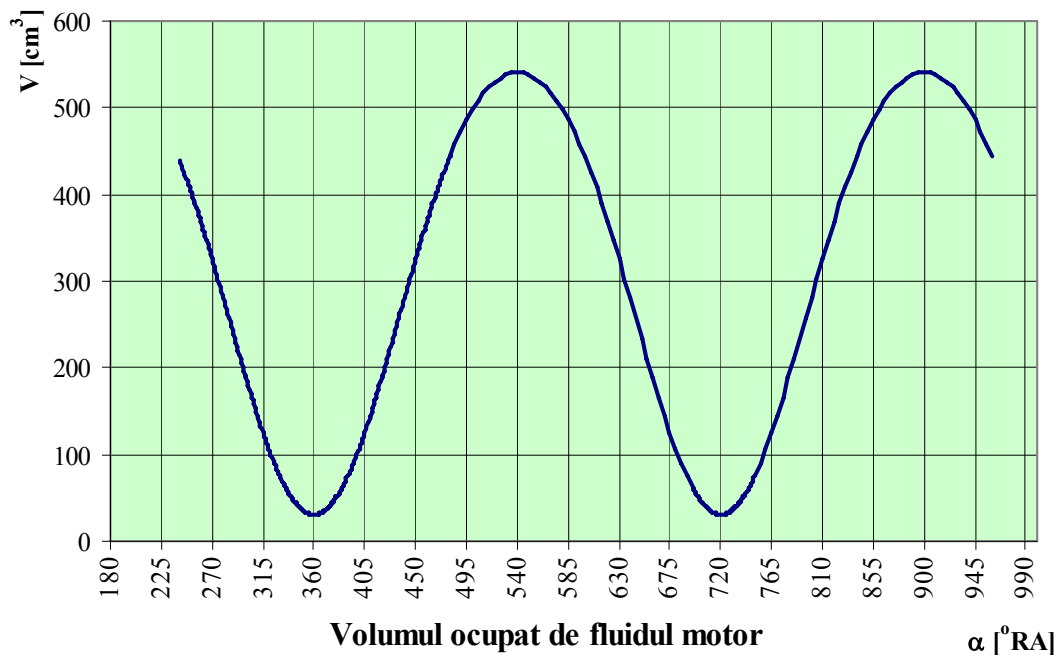


Fig. 3.14 Variația volumului ocupat de fluidul motor funcție de unghiul de rotație al arborelui cotit, la turația de  $n=2600$  rot/min

$n = 2200$  rot/min

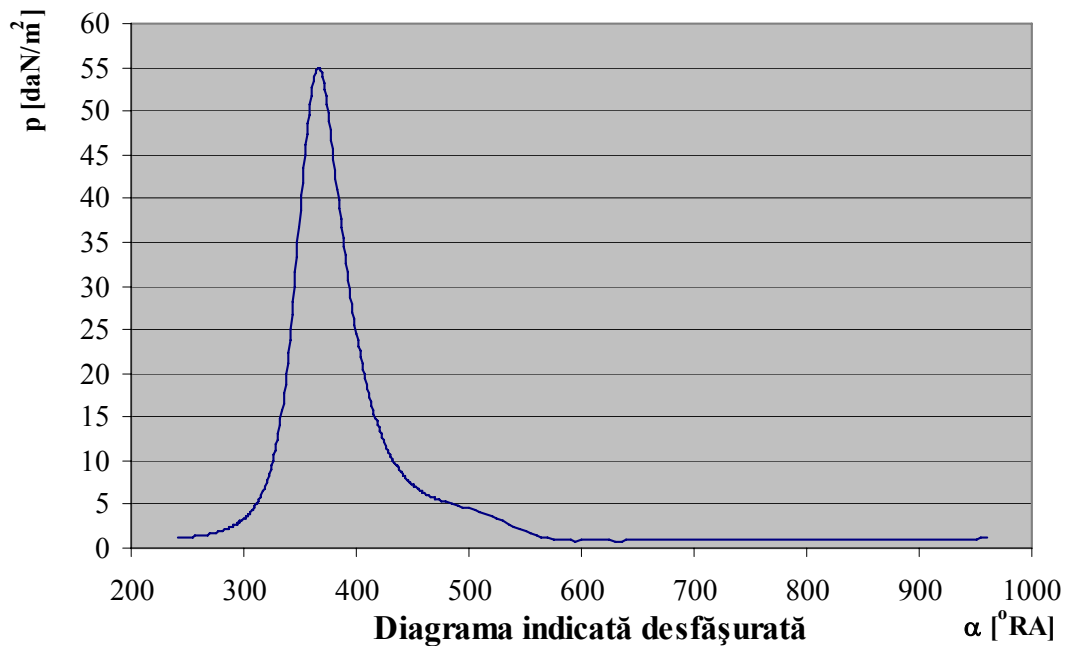


Fig. 3.15 Diagrama indicată  $p=f(\alpha)$ , la turația de  $n=2200$ rot/min



### 3. Evaluarea termodinamică a unui motor cu ardere internă. Calculul dioxidului de carbon și utilizarea combustibililor neconvenționali

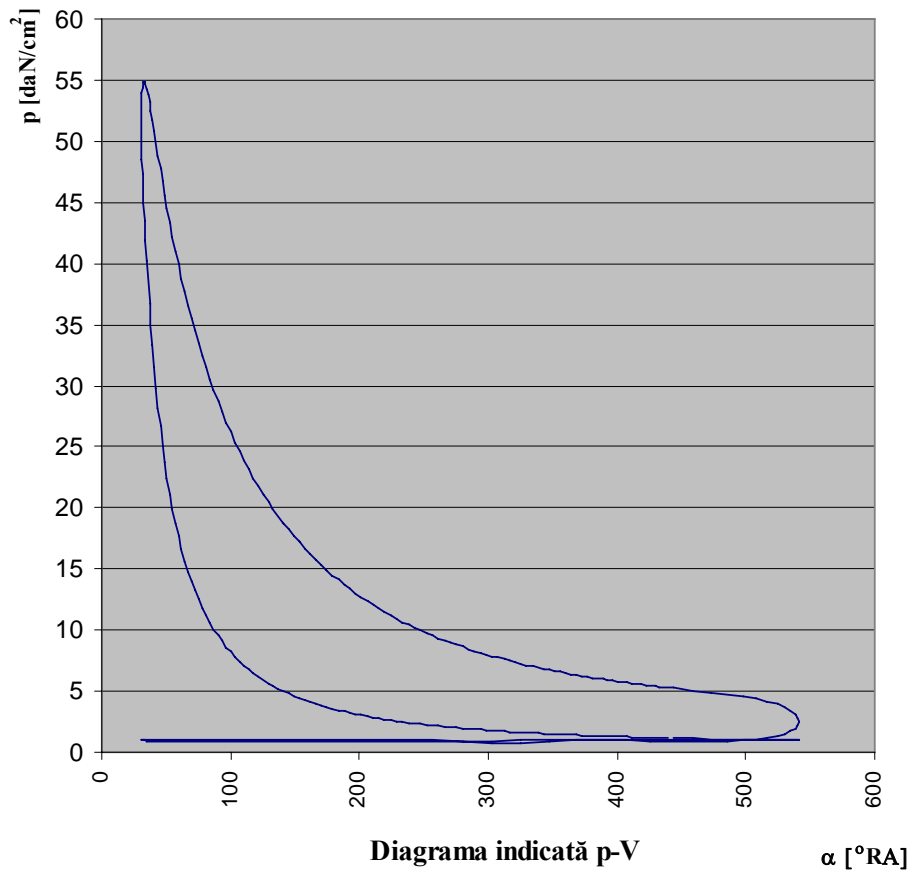


Fig. 3.16 Diagrama indicată  $p=f(V)$ , la turația de  $n=2200$  rot/min

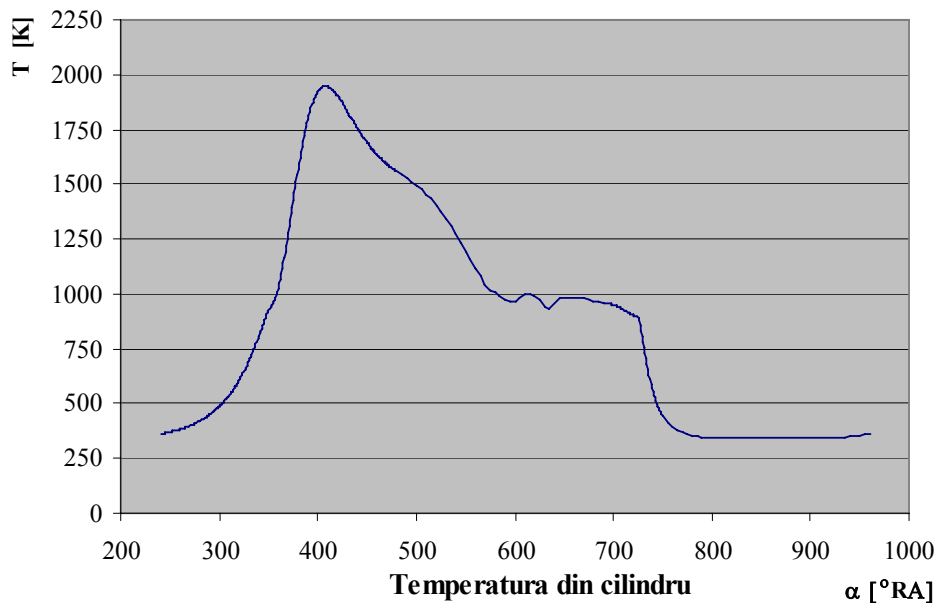


Fig. 3.17 Variația temperaturii în cilindru  $T=f(\alpha)$ , la turația de  $n=2200$  rot/min

3. Evaluarea termodinamică a unui motor cu ardere internă. Calculul dioxidului de carbon și utilizarea combustibililor neconvenționali

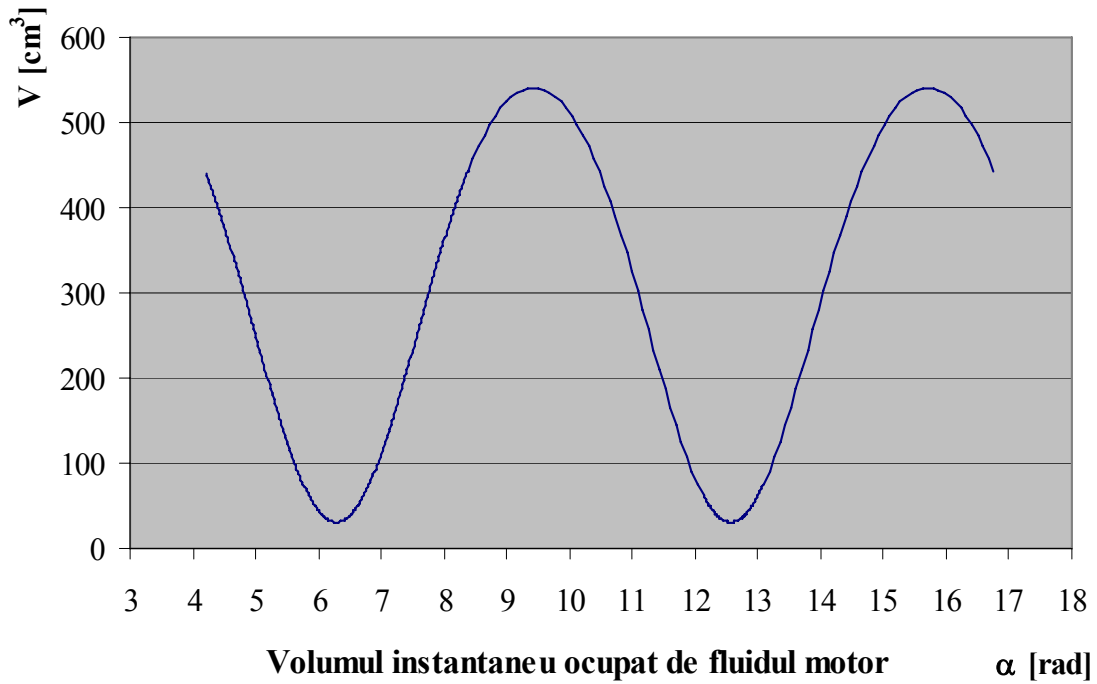


Fig. 3.18 Variația volumului instantaneu ocupat de fluidul motor  $V=f(\alpha)$ , la turația de  $n=2200$ rot/min

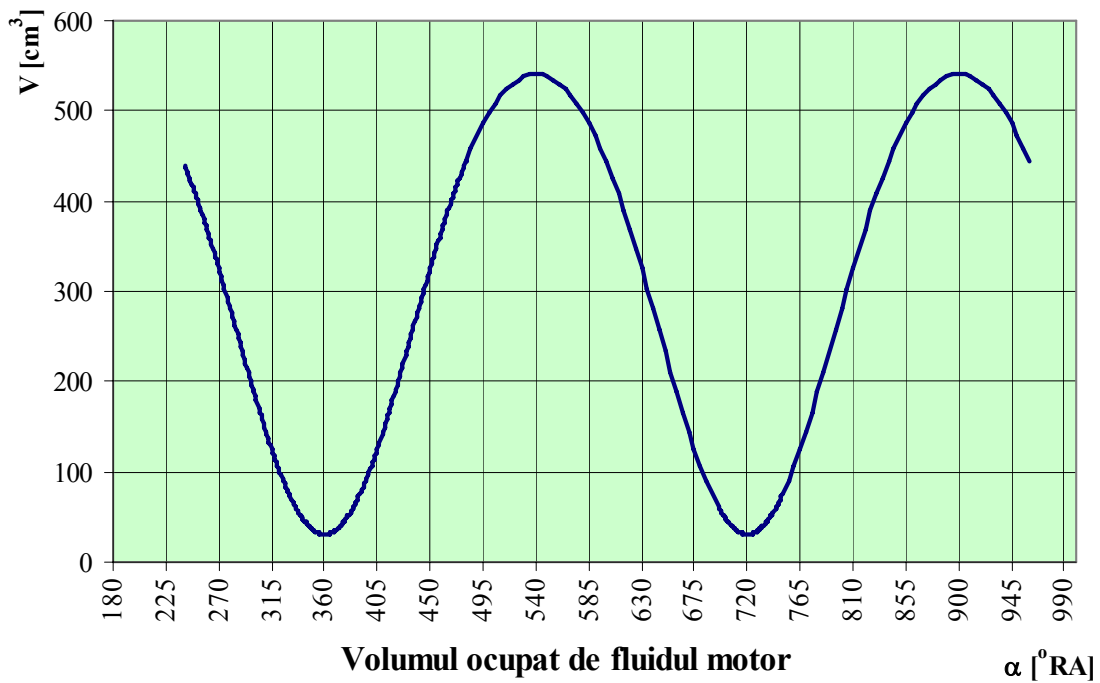


Fig. 3.19 Variația volumului ocupat de fluidul motor funcție de unghiul de rotație al arborelui cotit, la turația de  $n=2200$  rot/min

### 3. Evaluarea termodinamică a unui motor cu ardere internă. Calculul dioxidului de carbon și utilizarea combustibililor neconvenționali

Diagramele obținute pentru 3 regimuri diferite au o alură corectă, ceea ce dovedește veridicitatea calculului.

#### 3.1.3 Interpretarea critică, în juxtapunere, a datelor de calcul cu date experimentale obținute pentru motorul diesel Lombardini

Încercările efectuate la Universitatea Tehnică Cluj-Napoca au condus la rezultatele reflectate în diagramele ce urmează.

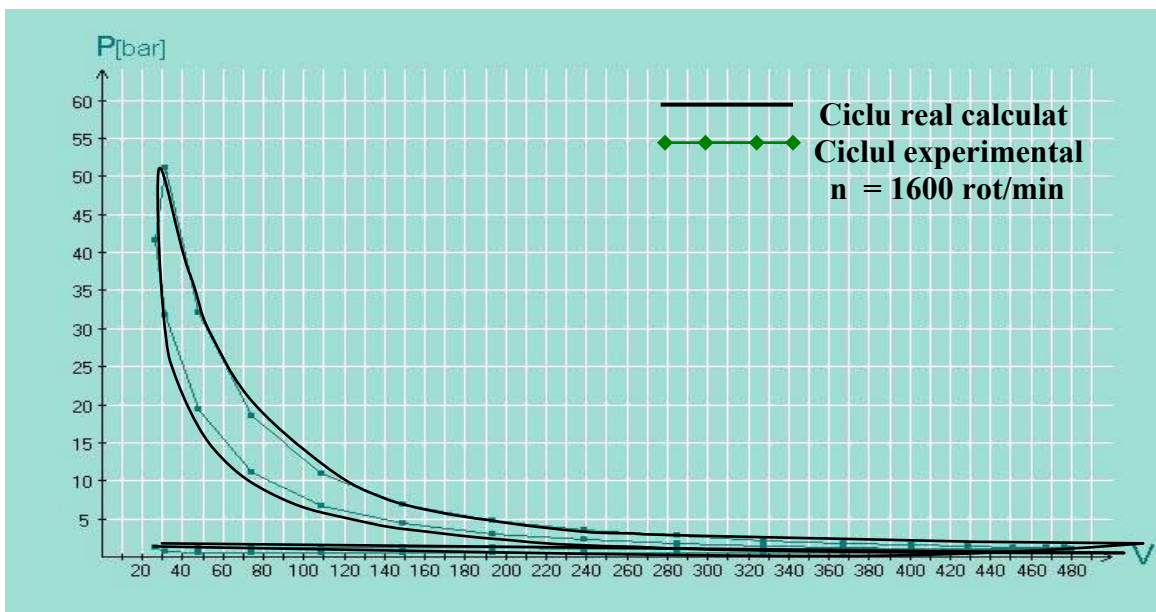


Fig. 3.20 Diagrama indicată  $P=f(V)$  la turația de 1600rot/min

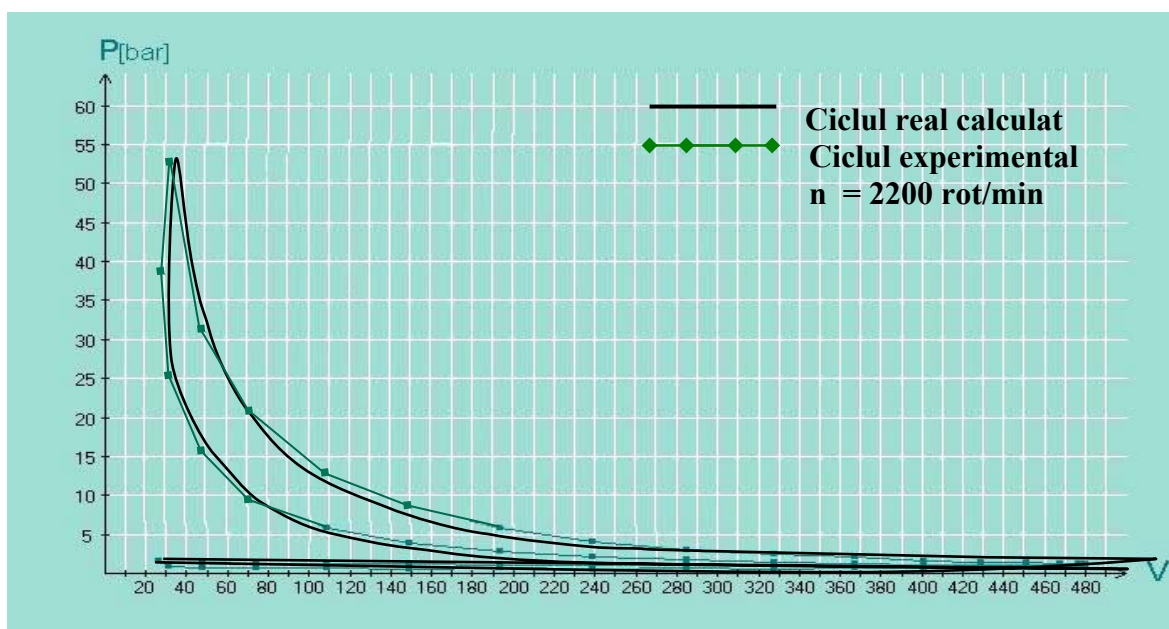


Fig. 3.21 Diagrama indicată  $P=f(V)$  la turația de 2200rot/min

### 3. Evaluarea termodinamică a unui motor cu ardere internă. Calculul dioxidului de carbon și utilizarea combustibililor neconvenționali

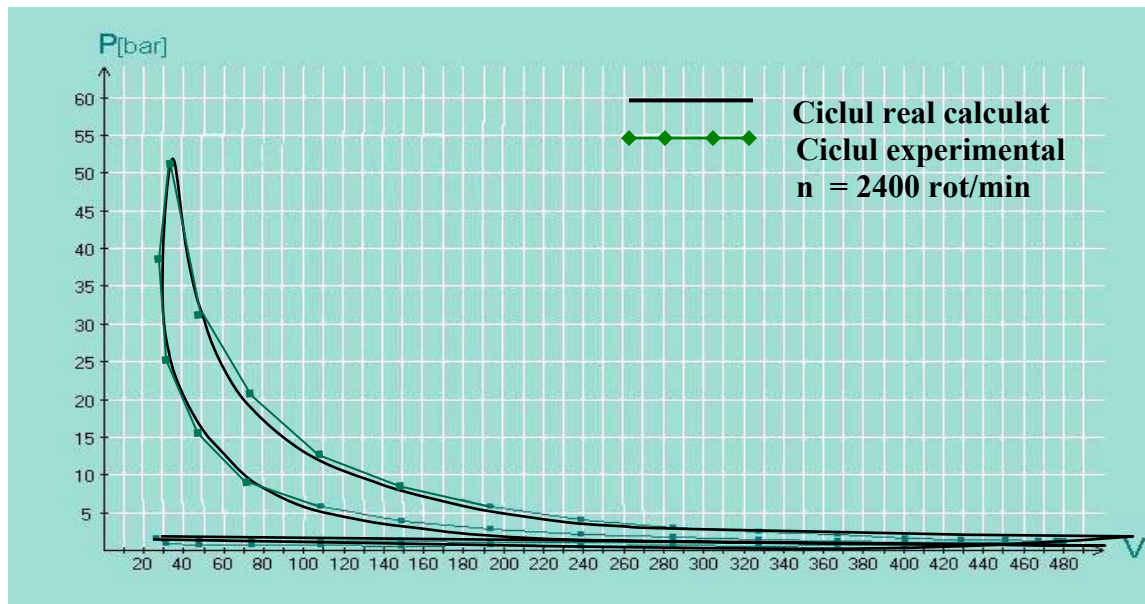


Fig. 3.22 Diagrama indicată  $P=f(V)$  la turația de 2400rot/min

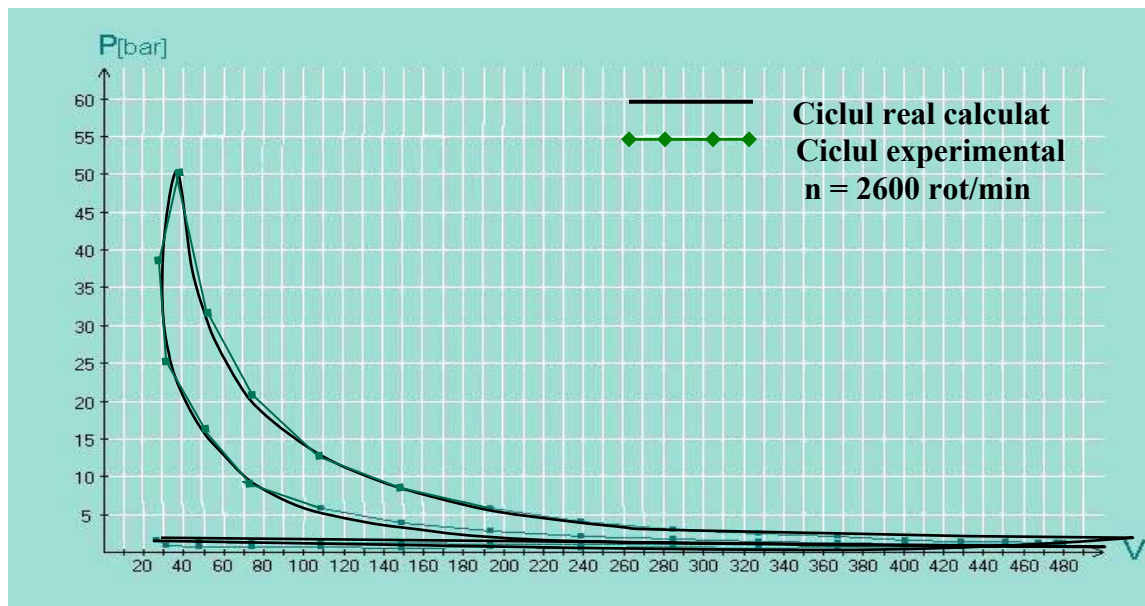


Fig. 3.23 Diagrama indicată  $P=f(V)$  la turația de 2600rot/min

Figurile 3.20-3.23 redau diagrame  $p=f(\text{unghiul RAC})$  pentru ciclul real calculat și cel ridicat la stand, pentru patru turații de la 1600 la 2600 rot/min.

Abaterea maximă înregistrată este de cca.  $2,5/50=0,05$  adică 5% ceea ce este acceptabil tehnic, dovedind veridicitatea calculului în raport cu experimentele.

Studiile efectuate au vizat măsurarea emisiilor de noxe, inclusiv oxizii de azot cu analizorul de gaze MAHA MGT 5 Four/Five Gas Tester, la diferite regimuri de turație și

### 3. Evaluarea termodinamică a unui motor cu ardere internă. Calculul dioxidului de carbon și utilizarea combustibililor neconvenționali

determinarea presiunii maxime pe ciclu. Valorile obținute sunt prezentate în figura 3.24 și centralizate în tabelul 3.1.

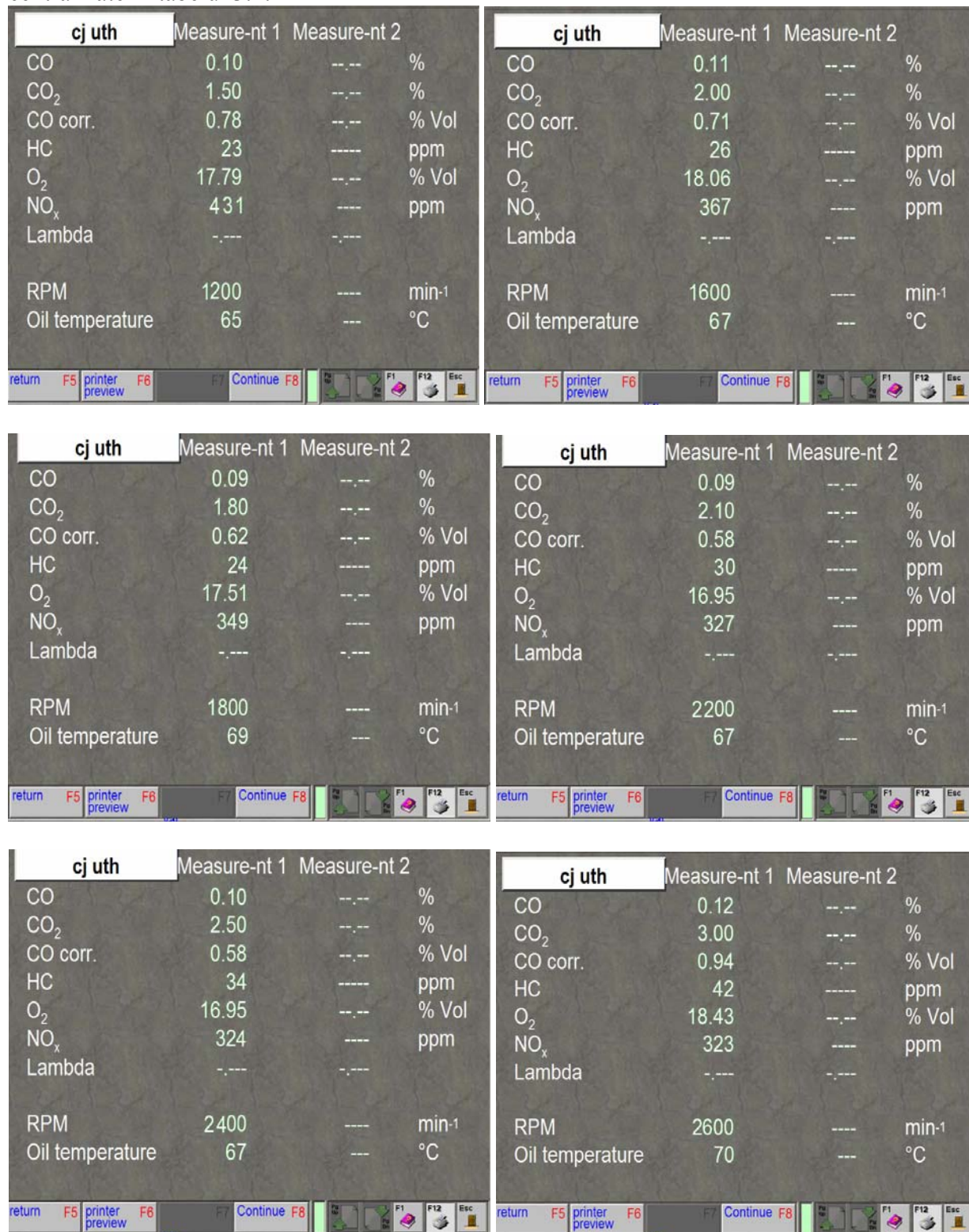


Fig. 3.24 Imaginile de pe monitorul calculatorului, a concentrației noxelor din gazele evacuate de motorul Lombardini 3LD 510, la diferite turații

### 3. Evaluarea termodinamică a unui motor cu ardere internă. Calculul dioxidului de carbon și utilizarea combustibililor neconvenționali

Tabelul 3.1. Rezultatele experimentale obținute cu motorul Lombardini 3 LD-510

| <b>Turația motorului</b> | <b>1200</b>      | <b>1600</b>      | <b>1800</b>      | <b>2200</b>      | <b>2400</b>      | <b>2600</b>      |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| <b>[rot/min]</b>         | <b>[rot/min]</b> | <b>[rot/min]</b> | <b>[rot/min]</b> | <b>[rot/min]</b> | <b>[rot/min]</b> | <b>[rot/min]</b> |
| $p_{\max}$ [Pa]          | $48 \cdot 10^5$  | $52 \cdot 10^5$  | $52 \cdot 10^5$  | $53 \cdot 10^5$  | $52 \cdot 10^5$  | $50 \cdot 10^5$  |
| CO [%]                   | 0,10             | 0,10             | 0,09             | 0,09             | 0,10             | 0,12             |
| CO <sub>2</sub> [%]      | 1,5              | 2,0              | 1,8              | 2,1              | 2,5              | 3,0              |
| HC [ppm]                 | 23               | 26               | 24               | 30               | 34               | 42               |
| NO <sub>x</sub> [ppm]    | 431              | 367              | 349              | 327              | 324              | 323              |

Se constată valori reduse pentru  $p_{\max}$  în cilindru, CO, CO<sub>2</sub>, HC și NO<sub>x</sub>

Abaterile între  $p_{\max}$  calculat și  $p_{\max}$  măsurat pe ciclu respectiv NO<sub>x</sub> calculat și NO<sub>x</sub> măsurat sunt redade în tabelul 3.2.

Tabelul 3.2 Abaterile măsurate și calculate pentru presiune și oxizi de azot

| <b>Turația motorului</b>  | <b>1200</b> | <b>1600</b> | <b>1800</b> | <b>2200</b> | <b>2400</b> | <b>2600</b> |
|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>[rot/min]</b>          |             |             |             |             |             |             |
| <b>Abatere p</b>          | 6,85        | 0,69        | 0,69        | 2,41        | 0,58        | 3,22        |
| <b>[%]</b>                |             |             |             |             |             |             |
| <b>Abatere</b>            | 1,62        | 0,55        | 0,86        | 0,92        | 6,17        | 6,19        |
| <b>[NO<sub>x</sub> %]</b> |             |             |             |             |             |             |

Scăderea mai pronunțată la turații mici a presiunii maxime pe ciclu, măsurată experimental, față de cea calculată, se explică prin creșterea pierderilor de presiune prin neetanșeități pentru camera de ardere.

Prin rularea programului PROGO s-a obținut fișierul UNIER 2 care conține valori ale parametrilor fluidului de lucru din cilindru..

În concluzie programul de modelare dă rezultate corecte pentru ciclul real de funcționare al motorului.

### 3.2 Standul de încercare, rezultate ale măsurărilor și calculul coeficientului excesului de aer, pe baza noxelor măsurate în cazul motorului cu aprindere prin scânteie

Pentru măsurarea noxelor s-a utilizat standul motorului TD 201 de la Universitatea Oradea.

Benzina avută la dispoziție are caracteristicile din anexa 2. Motorul a funcționat la 2300 rot/min la sarcină de cca. 25%, din sarcina plină.

#### 3.2.1 Standul de testare a motorului

Standul permite utilizarea unui motor din gama TQ, cu aprindere prin scânteie, în funcțiune la Universitatea Oradea, cu ajutorul căruia am făcut încercări; se poate încerca orice

### 3. Evaluarea termodinamică a unui motor cu ardere internă. Calculul dioxidului de carbon și utilizarea combustibililor neconvenționali

alt motor, cu condiția ca acesta să nu depășească toleranțele și performanțele impuse de constructorul standului.

#### Elementele componente ale standului de testat motoare termice

Standul este alcătuit din două parti principale:

- bancul de test cu dinamometrul
- un echipament electronic de achiziție și prelucrare a semnalelor, montat pe o ramă metalică și conectat la un calculator.

#### Bancul de test, cu dinamometru

În fig. 3.25 și 3.26 sunt redată imagini ale bancului de probe.



Fig. 3.25 Bancul de încercare cu frână hidraulică



Fig. 3.26 Vedere de ansamblu a standului cu motorul TD 200

Bancul de test este alcătuit dintr-un cadru mobil suspendat pe patul cu roți, dinamometrul hidraulic cu o cuplă laterală și o cutie de aer cu o diafragmă plată.

Pentru a încerca motoarele în sarcină, standul conține un dinamometru hidraulic prin care puterea motorului este disipată în apa care trece prin acesta sub formă de căldură. Dinamometrul hidraulic constă din 2 carcase cu nervuri radiale interne, un rotor cu nervuri radiale pe ambele părți, fixat pe un arbore, care se rotește prin dinamometru (fig.3.27).

### 3. Evaluarea termodinamică a unui motor cu ardere internă. Calculul dioxidului de carbon și utilizarea combustibililor neconvenționali

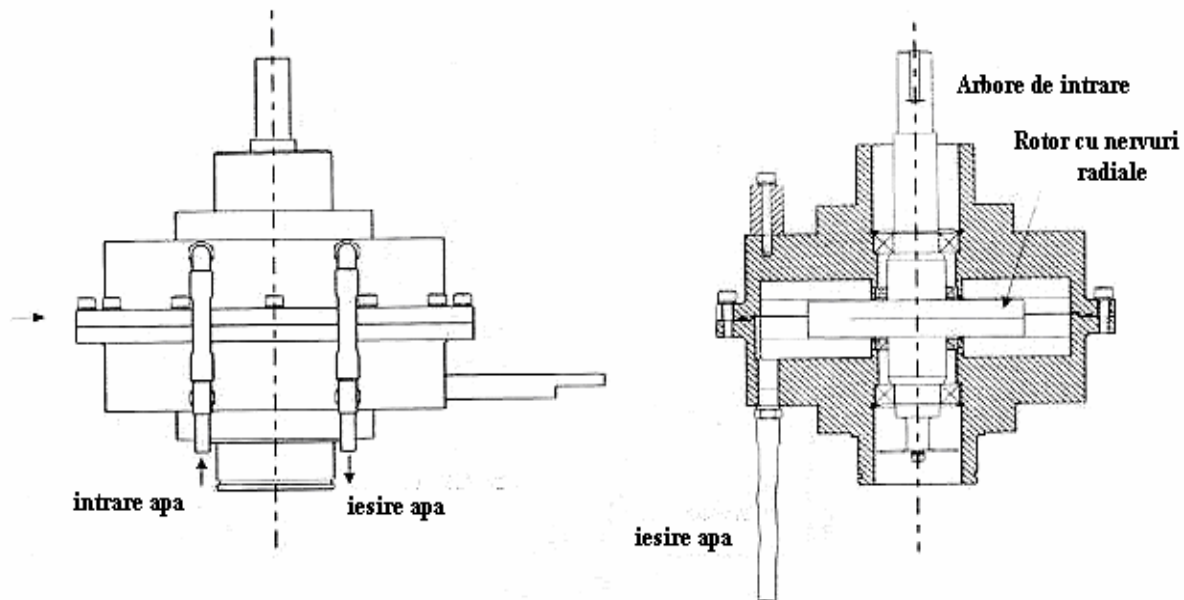


Fig. 3.27 Dinamometrul hidraulic: vedere și secțiune

Dinamometrul hidraulic este fixat rigid pe cadrul bancului, iar rezistența hidraulică dezvoltată de acesta este proporțională cu debitul de apă și nivelul de apă din carcasă. Debitul și nivelul apei este controlat de un ac obturator. Cuplul este măsurat cu un traductor electric situat pe marginea dinamometrului. Turațiile dinamometrului sunt măsurate electronic de un senzor optic.

Cutia de aer ajută la amortizarea pulsurilor de aer de la orificiul de intrare și este prevăzută dedesubt cu un perete elastic. Pe cutia de aer se află o termocuplă ce măsoară temperatura aerului din jur și un senzor de presiune, pentru a obține valorile mărimilor necesare calculului debitului de aer la intrarea în motor.

Motorul testat se fixează la banc în linie cu dinamometrul și este cuplat la arbore printr-o cuplă semi-flexibilă, închisă într-o capsulă.

#### **Instrumentele de achiziție și control a datelor**

Echipamentul electronic asigură în timp real cu precizie ridicată achiziția, prelucrarea, monitorizarea, afișarea și stocarea în baze de date a valorilor măsurate sau calculate, precum și reprezentarea grafică a acestora.

Modulele cu instrumente ale setului sunt montate separat pe o ramă metalică pentru a preveni transmiterea de vibrații de la motor la aparatele de măsură.

Două canale de cabluri sunt fixate pe spatele instrumentelor, unul pentru cablurile de alimentare și celălalt pentru cablurile de semnale. Crestăturile au rolul de a scoate cablurile din canale.



### 3. Evaluarea termodinamică a unui motor cu ardere internă. Calculul dioxidului de carbon și utilizarea combustibililor neconvenționali

#### Modulele utilizate

**Modulul pentru determinarea momentului și turației-DTS 2** afișează valoarea momentului, măsurată la dinamometru și turația calculată pe baza pulsurilor primite de la senzorii optici. Puterea este calculată de la produsul turației și momentului.

**Modulul pentru determinarea parametrilor de intrare și evacuare a aerului** afișează presiunea și temperatura ambientală și presiunea în interiorul cutiei de aer. Debitul aerului la intrare al motorului este calculat de dimensiunea orificiului cutiei de aer și de la diferența de presiune dintre ambient și cea din interiorul cutiei de aer ( $\Delta p$ ).

**Indicatorul de combustibil volumetric AVF1** (fig. 3.28) are rolul de a măsura debitul volumetric de combustibil folosind o pipetă acționată manual și un cronometru adecvat.



Fig. 3.28 Indicatorul de combustibil volumetric AVF 1



Fig. 3.29 Analizatorul de ciclu motor ECA100

**Analizatorul de ciclu motor-ECA100** (fig. 3.29) este utilizat la motoarele cu chiulasa modificată special, pentru a permite montarea unui traductor de presiune în interiorul camerei de ardere și a unui codificator de unghi de rotire a arborelui cotit.

Acesta este compus din 2 parti:

- o unitate cu elementele componente (interfața) cu un amplificator circuite cu semnale condiționate
- softul, pentru a înregistra datele, a calcula presiunea medie indicată (IMEP) și pentru crearea diagramelor indicate: presiune în funcție de unghiul de rotire ( $p-\alpha$ ) și presiune în funcție de volum ( $p-V$ ).

**Modulul de achiziție de date multilateral – VDAS** (fig.3.30)

Și acest modul este compus din 2 părți (echipament și software) și are următoarele funcții:

- reducerea erorilor mărimilor măsurate

### 3. Evaluarea termodinamică a unui motor cu ardere internă. Calculul dioxidului de carbon și utilizarea combustibililor neconvenționali

- reducerea timpului de experimentare
- înregistrarea rezultatelor de la test pe un calculator adecvat
- calcularea automată a valorilor semnificative.



Fig. 3.30 Sistemul de achiziții de date multilateral - VDAS

Acest modul furnizează rezultate și grafice de calitate înaltă, cu posibilitatea de a exporta datele într-un program de manipulare de tabele, pentru a produce mai multe grafice și pentru a analiza datele.

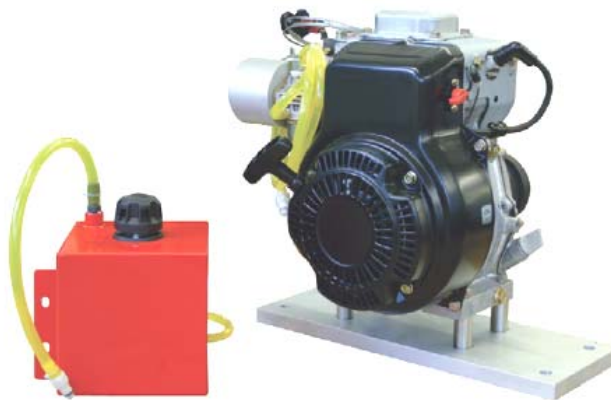


Fig. 3.31 Motorul de test, cu un cilindru, pe benzină - TD201

Motorul este prevăzut cu o placă de bază solidă (fig.3.31), o termocuplă în conducta de evacuare, un rezervor colorat după un anumit cod (roșu-benzină, maron deschis-diesel), și furtune pentru alimentarea cu combustibil.

Motorul are chiulasa și arborele cotit modificate pentru a accepta conexiunea la Analizatorul de ciclu motor ECA100 .

### 3. Evaluarea termodinamică a unui motor cu ardere internă. Calculul dioxidului de carbon și utilizarea combustibililor neconvenționali

#### 3.2.2 Rezultatele măsurărilor de stand

Diagrama indicată redă variația presiunii din cilindrul motorului în funcție de cursa pistonului (în coordonate p-V), sau funcție de unghiul de rotație al arborelui cotit (în coordonate p- $\alpha$ ).

Analizorul ciclului motor ECA 100 măsoară și afișează semnalele de la traductorul de presiune și de la cel al unghiului de rotație al arborelui cotit, acestea sunt înregistrate sub formă de date și permite ridicarea diagramei indicate în coordonate p-V sau p- $\alpha$  pentru regimul de turație stabilit.

Softul redă diagrama indicată cu datele înregistrate când motorul rulează și softul ECA 100 este conectat, și anume: la turația  $n = 3300$  rot/min s-a vizualizat următoarea diagramă indicată, ridicată în coordonate p-V (fig.3.32).

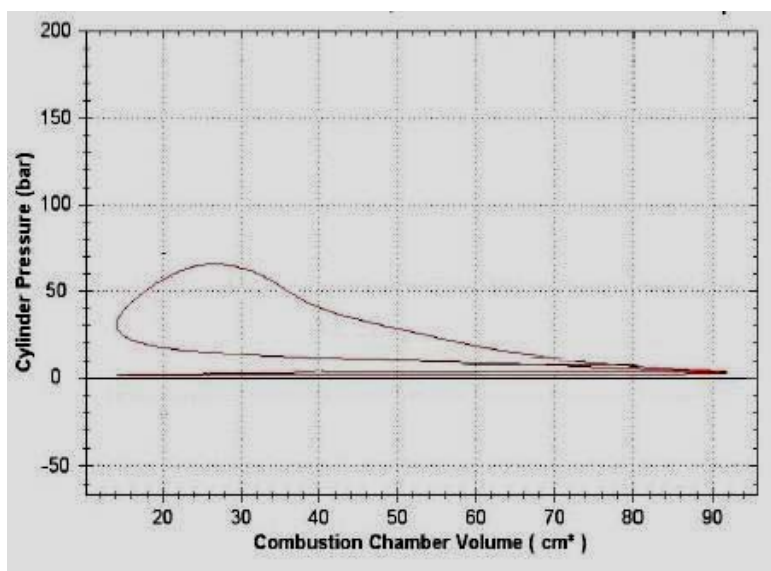


Fig. 3.32 Diagrama indicată ridicată experimental, la turația  $n = 3300$  rot/min

Monitorizarea gazelor de evacuare s-a efectuat cu ajutorul analizorului de gaze de eșapament MOTORX 777, cu care este echipat standul de încercare TD 200 din gama TQ.

Toate funcțiile analizorului de gaze MOTORX 777 sunt asistate de un microcomputer, care permite verificarea și diagnosticarea gazelor de eșapament. Sonda de prelevare gaze de a fost introdusă la 30 cm în capătul țevii de eșapament.

Puterea motorului măsurată la stand a fost de 2495 W, iar zgomotul măsurat la 0,5 m de mașină cu sonometrul Volteroft 329 de 85,5 dB (A).

Noxele monitorizate sunt: CO [%vol], HC [ppm], CO<sub>2</sub> [%vol], NO<sub>x</sub> [ppm], O<sub>2</sub> [%vol], fiind prezentate în tabelul 3.3 și în anexa 3.

### 3. Evaluarea termodinamică a unui motor cu ardere internă. Calculul dioxidului de carbon și utilizarea combustibililor neconvenționali

Tabelul 3.3. Noxele monitorizate pentru motorul TD 200

| n<br>[rot/min] | CO<br>[%vol] | CO<br>corectat<br>[%vol] | CO <sub>2</sub><br>[%vol] | HC<br>[ppm] | O <sub>2</sub><br>[%vol] | NO <sub>x</sub><br>[ppm] | Text<br>[°C] | Patm<br>[kPa] | Umiditate<br>rel<br>[%] |
|----------------|--------------|--------------------------|---------------------------|-------------|--------------------------|--------------------------|--------------|---------------|-------------------------|
| 920            | 0,29         | 2,3                      | 1,6                       | 23          | 18,25                    | 225                      | 15,7         | 100,6         | 53                      |
| 1270           | 0,91         | 5,7                      | 1,5                       | 56          | 17,93                    | 2                        | 16,2         | 100,6         | 54                      |
| 1400           | 0,07         | 0,4                      | 2,7                       | 15          | 17,28                    | 393                      | 18,8         | 100,6         | 50                      |
| 1700           | 0,77         | 3,2                      | 2,8                       | 25          | 16,39                    | 41                       | 17,7         | 100,6         | 52                      |
| 2300           | 0,7          | 3                        | 2,8                       | 43          | 16,45                    | 320                      | 19,9         | 100,6         | 53                      |
| 2300           | 0,1          | 0,5                      | 3,1                       | 19          | 16,5                     | 553                      | 18,5         | 100,6         | 52                      |
| 3100           | 0,06         | 0,3                      | 2,6                       | 15          | 17,28                    | 359                      | 18,3         | 100,6         | 51                      |
| 3300           | 0,75         | 3,6                      | 2,4                       | 27          | 17,21                    | 8                        | 19,3         | 100,6         | 57                      |

În urma măsurărilor efectuate și a protocoalelor înregistrate de analizorul de gaze, s-au realizat histogramele de variație a noxelor monitorizate în funcție de turația motorului, astfel:

- variația CO [%vol], CO<sub>2</sub> [%vol], O<sub>2</sub> [%vol] funcție de turație (Fig. 3.33);
- variația HC [ppm], NO<sub>x</sub> [ppm] funcție de turație (Fig.3.34).

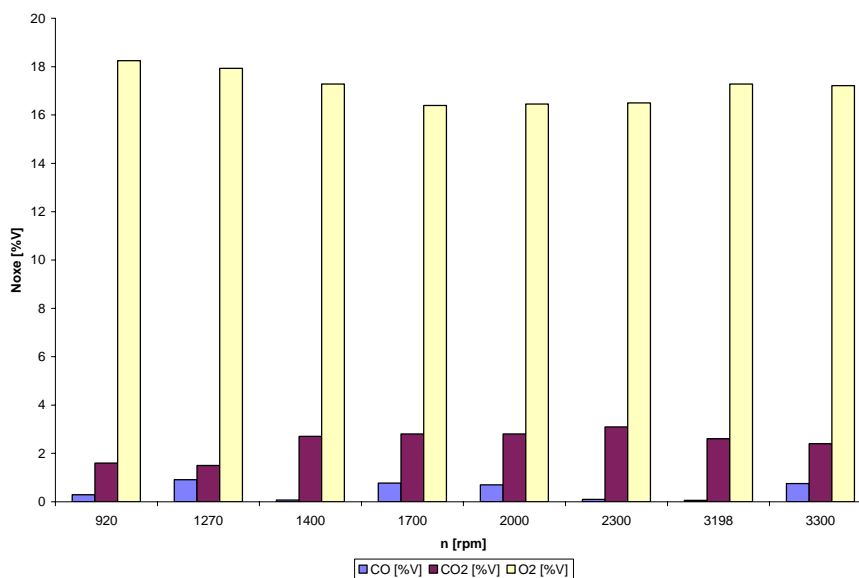


Fig. 3.33 Variația CO [%vol], CO<sub>2</sub> [%vol], O<sub>2</sub> [%vol]

### 3. Evaluarea termodinamică a unui motor cu ardere internă. Calculul dioxidului de carbon și utilizarea combustibililor neconvenționali

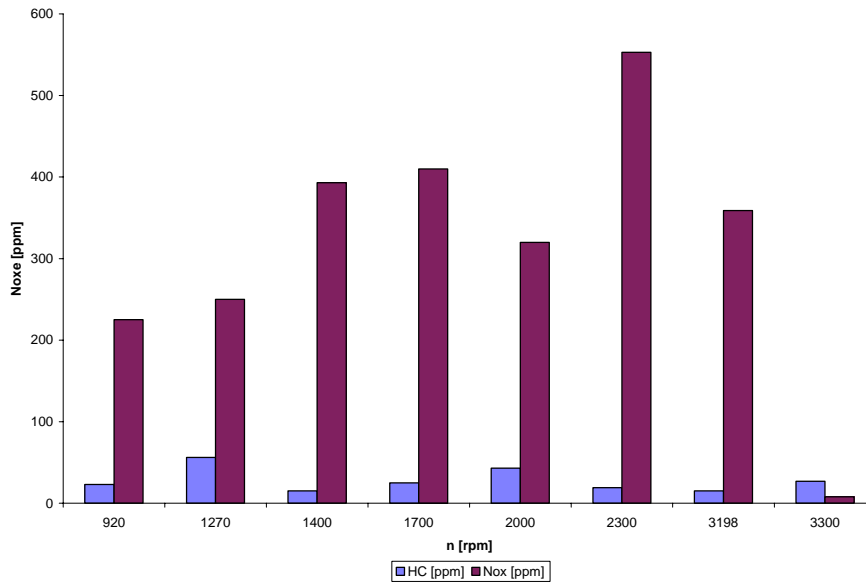


Fig.3.34 Variația HC [ppm], NOx [ppm]

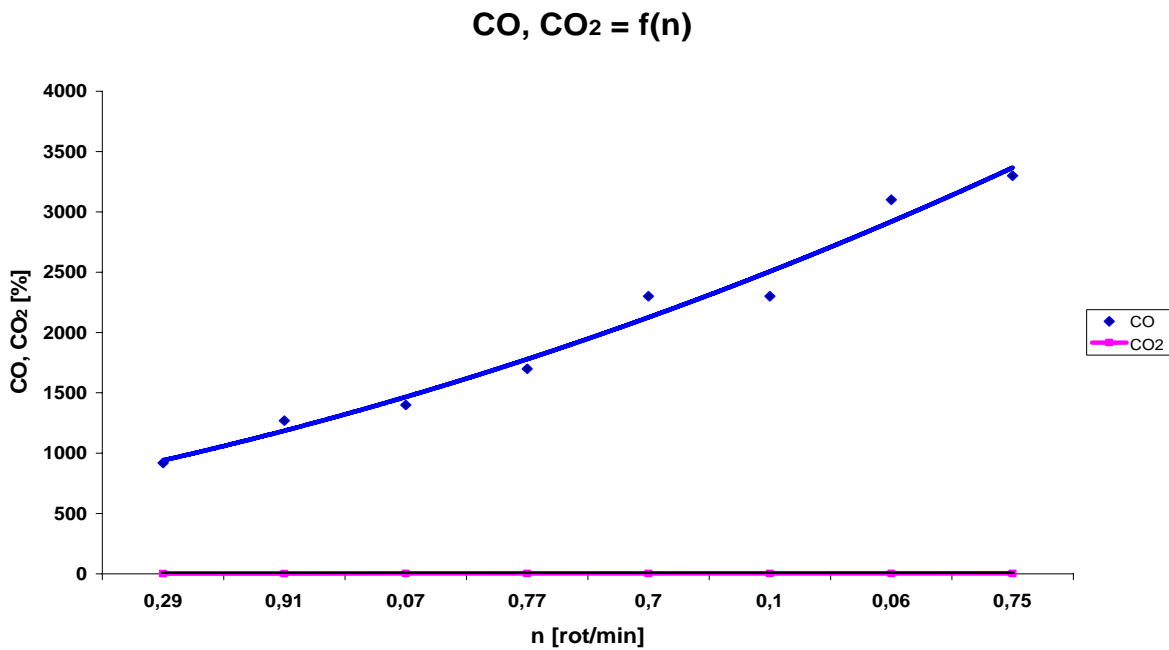


Fig. 3.35. Variația CO și CO<sub>2</sub> funcție de turație

### 3. Evaluarea termodinamică a unui motor cu ardere internă. Calculul dioxidului de carbon și utilizarea combustibililor neconvenționali

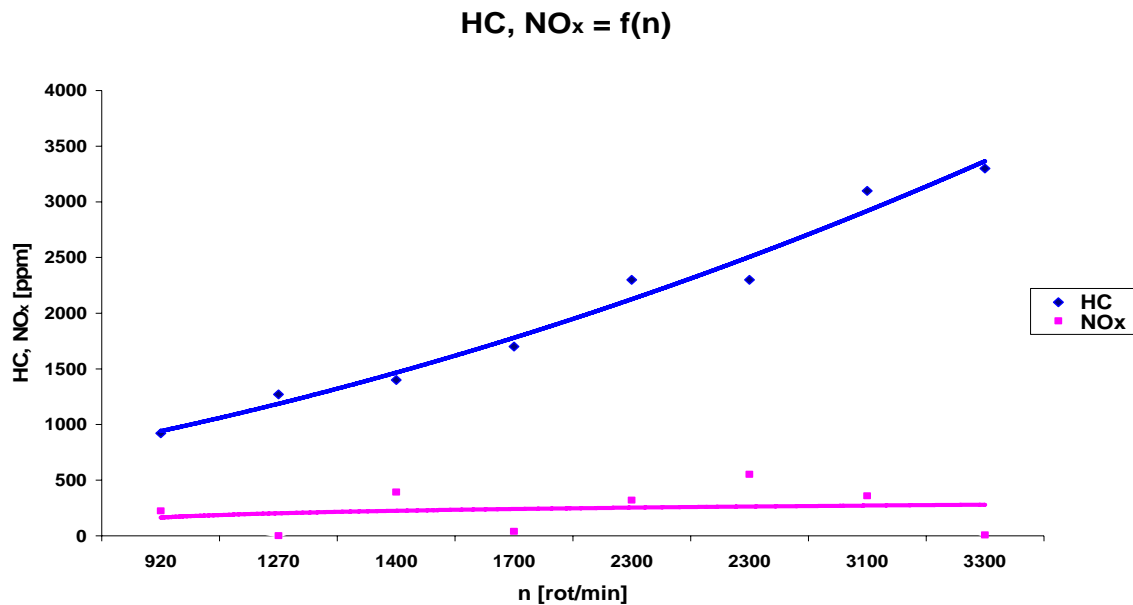


Fig. 3.36 Variația HC și NO<sub>x</sub> funcție de turație

#### 3.2.3 Calculul coeficientului excesului de aer, pe baza noxelor măsurate, în cazul motorului cu aprindere prin scânteie

Conform măsurărilor efectuate pentru noxele motorului TD200, prezentate în fișa de măsurări din tabelul 3.3 se calculează coeficientul excesului de aer  $\lambda$ , folosind relația lui Brettschneider :

$$\lambda = \frac{[CO_2] + CO/2 + [O_2] + ((H_{CV}/4) \times (3,5/(3,5 + [CO]/CO_2))) \times ([CO_2] + [CO])}{(1 + H_{CV}/4 - O_{CV}/2) \times ([CO_2] + K_1 \times [HC])} \quad (3.31)$$

unde :

[ ] - concentrația în % de volum.

K<sub>1</sub> - factor pentru calcularea valorilor NDIR cca. 0,5.

H<sub>CV</sub> - raportul între masele atomice pentru H<sub>2</sub> și HC (1,7261).

O<sub>CV</sub> - idem pentru oxigen și hidrocarburi (0,0175).

Cu valorile pentru probele efectuate la Universitatea Oradea pentru motorul cu aprindere prin scânteie (m.a.s.) de care s-a dispus și folosind datele numerice din tabelul 3.3 vom avea :

$$\lambda = \frac{[2,8] + 3,0/2 + [16,45] + ((1,7261/4) \times (3,5/(3,5 + [0,70]/2,8))) \times ([2,8] + [0,70])}{(1 + 1,7261/4 - 0,0175/2) \times ([2,8] + 0,5 \times [43 \times 10^{-4}])}$$

$$\lambda = 3,945$$

Abaterea înregistrată este:

$$A = (4,12 - 3,945)/4,12 = 0,0425 = 4,25\% \quad (3.32)$$

### 3. Evaluarea termodinamică a unui motor cu ardere internă. Calculul dioxidului de carbon și utilizarea combustibililor neconvenționali

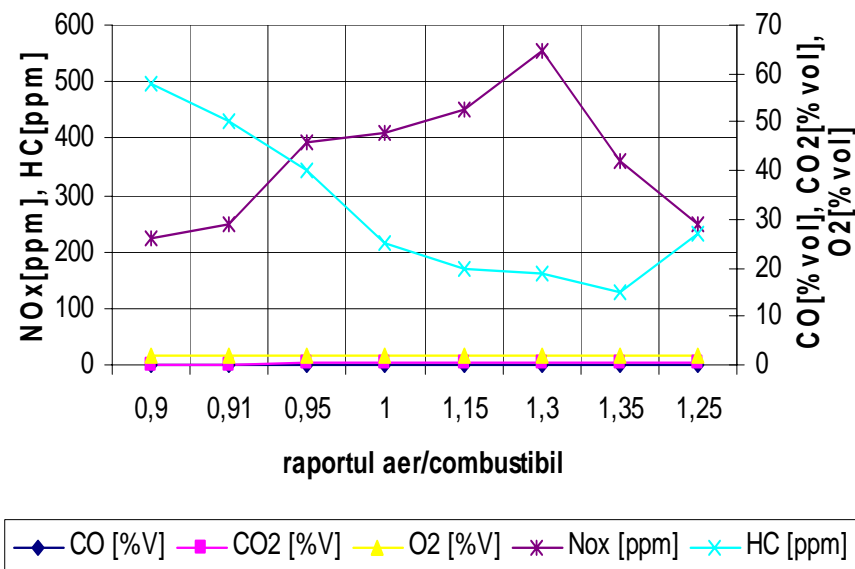


Fig. 3.37 Graficul LAMBDA

În concluzie rezultatul de mai sus demonstrează că datele obținute, pentru prima dată în literatura autohtonă de specialitate, sunt caracterizate de o abatere sub limitele tehnice acceptabile.

#### 3.2.4 Calculul dioxidului de carbon eșapat de către motorul cu aprindere prin scânteie

Modelarea evoluției emisiei de CO<sub>2</sub> și a consumului de combustibil de cale, s-a realizat pornind de la informațiile proprii motorului din familia TD 200, cercetat la Universitatea Oradea, care se prelucrează în continuare, determinându-se și cantitatea de dioxid de carbon, pentru un parcurs de 10.000 km, breviarul de calcul având părți cu un strict caracter de originalitate, cum sunt consumurile de combustibil la 100 km.

Se consideră că m.a.s.-ul în discuție echipează un autoturism de foarte mic litraj, pentru două persoane.

Se notează:

$M_{max}$  - cuplul maxim dezvoltat de motor.

$M_{mom}$  - cuplul dezvoltat la o anumită turație.

t - timpul.

V - cota de combustibil consumată în instalația de măsurare.

$\rho$  - densitatea benzinei.

$$K = M_{max} / M_{mom} \quad (3.46)$$

La regim nominal necesarul de combustibil care poate parcurge într-o oră 90 km este:

$$\text{Combustibil consumat : } Cant_{l/90 \text{ km}} = (0,9 \cdot 8 \cdot 10^{-3} \cdot 3600 / t_{mom}) \cdot M_{mom} \cdot K \quad (3.47)$$

Pentru 100 km parcurși este necesar :

### 3. Evaluarea termodinamică a unui motor cu ardere internă. Calculul dioxidului de carbon și utilizarea combustibililor neconvenționali

$$\text{Combustibil consumat : } \text{Cant}_{l/100 \text{ km}} = 1,1 \cdot \text{Cant}_{l/90 \text{ km}} \quad (3.48)$$

În tabelul 3.5 sunt redate în sinteză informații și rezultate ale calculelor întocmite.

Tabelul 3.4 Evoluția emisiei de CO<sub>2</sub> pentru motorul TD 200

| Motor                       | Motor                           | Motor             | Combustibil                            | Combustibil                                  | Combustibil                                |
|-----------------------------|---------------------------------|-------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Turația motorului [rot/min] | Cuplu motor Nm M <sub>mom</sub> | Puterea motor [W] | Volumul combustibilului consumat V [l] | Densitate combustibil ρ [kg/m <sup>3</sup> ] | Timpul de consum al combustibilului t[sec] |
|                             | 1                               | 2                 | 3                                      | 4                                            | 5                                          |
| 2965                        | 8,7                             | 2715              | 8x10 <sup>-3</sup>                     | 764.5                                        | 24,2                                       |
| 2718                        | 10,3                            | 2934              | 8x10 <sup>-3</sup>                     |                                              | 22,8                                       |
| 2484                        | 10,2                            | 2644              | 8x10 <sup>-3</sup>                     |                                              | 26,6                                       |
| 2229                        | 10,1                            | 2364              | 8x10 <sup>-3</sup>                     |                                              | 29,3                                       |
| 2026                        | 9,9                             | 2104              | 8x10 <sup>-3</sup>                     |                                              | 31,1                                       |
| 1732                        | 9,4                             | 1708              | 8x10 <sup>-3</sup>                     |                                              | 34,4                                       |

Tabelul 3.4 (continuare)

| Turația motorului [rot/min] | Parametrul K | Comb. consumat în l/100 km | CO <sub>2</sub> produs în g/km | CO <sub>2</sub> produs în g/100 km | CO <sub>2</sub> produs în kg/10000 km |
|-----------------------------|--------------|----------------------------|--------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
|                             | 6            | 7                          | 8                              | 9                                  | 10                                    |
| 2965                        | 1,184        | 12,136                     | 12,136                         | 287,6                              | 2876,2                                |
| 2718                        | 1,0          | 12,88                      | 12,88                          | 305,3                              | 3052,6                                |
| 2484                        | 1,0098       | 11,04                      | 11,04                          | 261,6                              | 2616,5                                |
| 2229                        | 1,0198       | 10,02                      | 10,02                          | 237,5                              | 2374,7                                |
| 2026                        | 1,04         | 9,439                      | 9,439                          | 223,7                              | 2237,0                                |
| 1732                        | 1,0957       | 8,537                      | 8,537                          | 202,3                              | 2023,3                                |

Pornind de la calculele ce au fost întocmite și aplicând prelucrarea după DEKRA, a cărei imagine de informare este dată în figura ce urmează, se obțin rezultatele din coloanele 8, 9, 10, din tabelul 3.5.

#### Calculul CO<sub>2</sub>

Cu ajutorul programului DEKRA și a opțiunii “calcul CO<sub>2</sub>” (anexa 4), se poate determina ce cantitate de CO<sub>2</sub> este produsă de un autovehicul. Se măsoară valoarea specifică a emisiei de CO<sub>2</sub> în g/km, sau ca o măsură a gazului emis la parcurgerea unei distanțe.

Realizarea măsurătorii:

Pentru început trebuie ales tipul de combustibil al autovehiculului (benzină sau diesel). Se introduce consumul de combustibil la 100 de km. Ca rezultat va fi indicată emisia de CO<sub>2</sub> specifică.

Prin introducerea kilometrilor parcurși se afișează și cantitatea de CO<sub>2</sub> produsă (emisია absolută de CO<sub>2</sub>).

Pentru orientare sunt indicate valori ale diferitelor clase de autovehicule, valori care reprezintă valorile măsurătorilor consumului în ciclul standard ECE. În practică, aceste valori pot să difere destul de mult



### 3. Evaluarea termodinamică a unui motor cu ardere internă. Calculul dioxidului de carbon și utilizarea combustibililor neconvenționali

Este de menționat că în cazul studiat, consumul de cale ajunge la 12,88 l/100 km și cantitatea de CO<sub>2</sub> produsă este de maximum 305,3 g/km, relativ mari față de cele obișnuite, deoarece motorul are cuplu și puterea foarte mici, conform tabelului 3.4.

În Fig. 3.38, 3.39, și 3.40 se prezintă dependențele CO<sub>2g/km</sub>, CO<sub>2g/100km</sub> și CO<sub>2kg/10000km</sub> în funcție de turația motorului care ia valori între 1700 și 3000 rot/min.

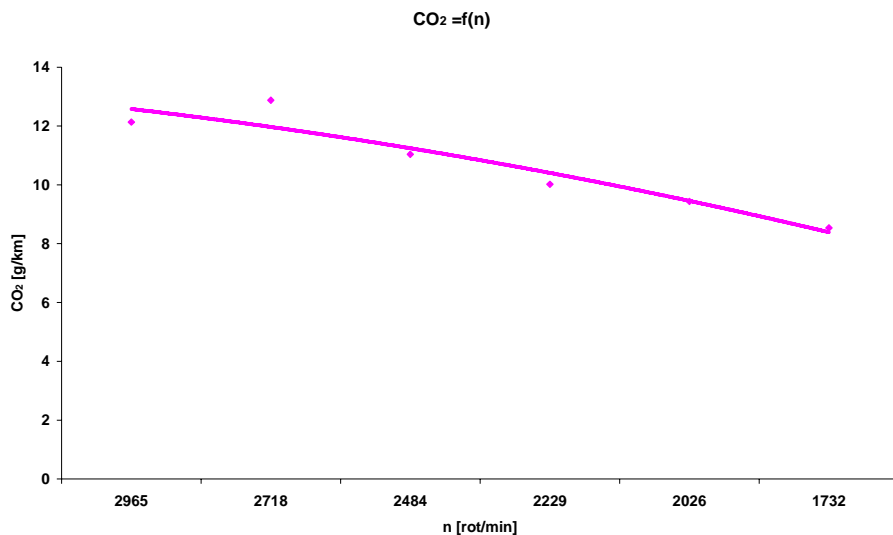


Fig. 3.38 Variația CO<sub>2</sub> [g/km] funcție de turația motorului

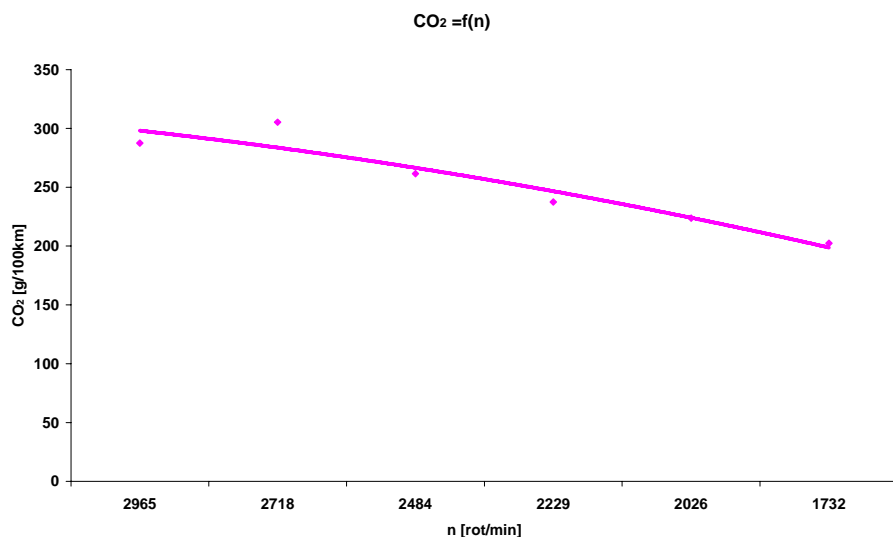


Fig. 3.39 Variația CO<sub>2</sub> [g/100km] funcție de turația motorului

### 3. Evaluarea termodinamică a unui motor cu ardere internă. Calculul dioxidului de carbon și utilizarea combustibililor neconvenționali

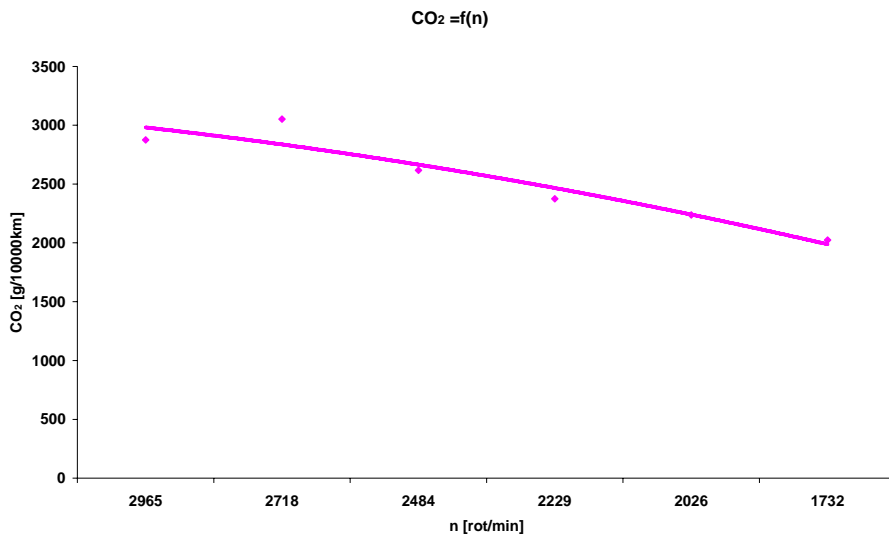


Fig. 3.40 Variația CO<sub>2</sub> [g/10000km] funcție de turația motorului

Se constată că alura pentru evoluția CO<sub>2</sub> atinge un maxim pentru 2718 rot/min.

Cantitatea de dioxid de carbon calculată este relativ consistentă dacă ne gândim și la faptul că în Germania se tinde să se limiteze aceasta la 140 g/km.

Există autoturisme, fabricate recent, care eșapează sub 140 g/km, funcționând cu:

- benzină: Daihatsu Travis 1,0 109 g/km, Smart Roadstar 45 kW 119 g/km
- motorină: VW Polo 1,4 TDI 108 g/km, Citroen C3 HDI 70 115 g/km
- gaze de sondă: Fiat Punto 119 g/km.

Față de valorile pe care le-am calculat pentru dioxidul de carbon, Jaguar XKR Cabriolet eșapează 294 g/km cu un consum de cale de 12,3 l/100km.

În esență calculele efectuate și diagramele obținute sunt veridice.

#### 3.2.5 Zgomotele produse de către motoarele cu ardere internă

Zgomotul este un complex de sunete fără un caracter periodic cu insurgență dezagreabilă aleatoare, care afectează starea psihologică și biologică a oamenilor și a altor organisme din natură. Aceste noxe acustice afectează toate colectivitățile umane. Ele sunt prezente mai ales în mediul urban. Transporturile terestre și aeriene, șantierele de construcții și industriale degajează în atmosferă zgomote insuportabile cu o mare variabilitate decibelică. Datorită lor locuitorii orașelor sunt supuși unui stres aproape permanent. Zgomotele care apar în timpul mersului unui vehicul provin, în principal, din:

- funcționarea ansamblului motor
- funcționarea organelor de transmisie
- caroserie și șasiu
- sistemul de rulare

Habitatul modern se caracterizează prin deteriorarea continuă a mediului sonor urban. Efectele patologice ale zgomotului sunt: surditatea traumatică și perturbări ale sistemului nervos, cu evoluție lentă sau agresivă. Expunerea excesivă la zgomot intens și pe perioade lungi de timp determină surditatea. Frecvențele înalte ale zgomotelor sunt mai periculoase decât cele joase.

### 3. Evaluarea termodinamică a unui motor cu ardere internă. Calculul dioxidului de carbon și utilizarea combustibililor neconvenționali

Surditatea intervine la persoanele care se află în imediata apropiere a sursei puternice de zgomot. Zgomotele stradale cele mai acute sunt produse de camioane, autobuze, de miile de autoturisme, motociclete, metrou. Un singur camion cu remorcă generează un zgomot de 90 dB, iar o coloană de camioane mai mult de 100 dB; un avion cu reacție, generează la decolare un zgomot de 115-120 dB. În cartierul de locuințe pragul zgomotului nu trebuie să depășească 50 dB. El nu este respectat niciodată. Intermitența zgomotului de intensitate diferită, deranjează liniștea locuitorilor. Acest aspect este întâlnit și noaptea. Zgomotele peste 65 dB implică modificări psihice manifestate mai ales prin oboseală și slăbirea atenției. La peste 90 dB, oboselii și lipsei de atenție li se adaugă leziuni ale organului auditiv extern (leziuni ale timpanului), crește tensiunea intracraniană, diminuează reflexele, determină tulburări ale sistemului cardiovascular cu instalarea hipertensiunii cronice, tulburări fiziologice ale aparatului digestiv de cele mai multe ori cu apariția ulcerului, tulburări ale glandelor endocrine, se accelerează pulsul și ritmul respirației etc.

Zgomotul măsurat la 0,5 m de motorul TD 200 cu sonometrul Volteroft 329 a fost de 85,5 dB (A), o valoare relativ mare dar trebuie avut în vedere că s-a lucrat într-un laborator închis, la Universitatea Oradea.

Pentru a se menține cât mai redus nivelul global de zgomot al autovehiculului, considerându-l un sistem elastic format din principalele sale subansamble, se urmărește ca frecvențele proprii ale acestor subansamble să fie diferite între ele, pentru a se evita apariția rezonanței. Pentru exemplificarea surselor și a valorilor nivelului de presiune ale acestora, în figura 3.38 se prezintă rezultatele măsurilor de reducere a zgomotului aplicate asupra unui autocamion având sarcina utilă de 44 tone și puterea motorului de 450 CP (fig.3.41).

Rezultatele acțiunii de monitorizare a poluării sonore urbane, desfășurate de către Institutul de Sanatate Publică București, în colaborare cu compartimentele de specialitate din teritoriu, au evidențiat o dinamică continuu ascendentă a nivelurilor expunerii de la valori medii de 50 de dB(L) la începutul anilor '80 la aproximativ 70 de dB(L) în 1999.

Mai grav, este faptul că o dinamică ascendentă înregistrează valorile din toate punctele monitorizate, semnalând generalizarea fenomenului poluării sonore care cuprinde orașul în totalitatea sa. Astfel, nivelurile medii anuale ale zgomotului diurn la limita locuințelor situate pe arterele cu trafic intens, bulevardele marilor orașe, depășesc frecvent 70 dB(L), maximele înregistrându-se constant în municipiile Brașov, Brăila, Galați, București, s.a. Climatul sonor al zonelor rezidențiale obișnuite, din cartiere, în care locuiește majoritatea populației urbane, în condițiile actualei zonări, tinde și el spre niveluri cuprinse între 60 și 70 dB(L), semnalând pericolul apariției efectelor expunerii la zgomot excesiv. Indicatorii psihofiziologici calculați, indicele de deranj și TNI (traffic noise index) marchează și aceștia o evoluție paralelă, de la valori de zgomot moderat, în urmă cu un deceniu, la foarte zgomotos și chiar traumatizant pentru ultimii ani, confirmând posibilitatea inițierii proceselor patologice pentru populația expusă.

Volumul populației expuse, estimat cu ajutorul unui studiu epidemiologic efectuat la nivelul întregii țări, este de 45% din totalul rezidenților din apartamentele tip bloc, care au acuzat niveluri de deranj moderat și sever datorate poluării sonore, semnalând necesitatea intervenției pentru reducerea nivelurilor expunerii. Rezultatele ultimului studiu epidemiologic efectuat cu ajutorul specialiștilor din Institutul de Sănătate Publică, finalizat în 2000, semnalează în general manifestări superioare ale simptomelor nespecifice din zonele de trafic intens, pentru grupa de vârstă de 15-64 de ani, pentru tulburările de somn (maxim 49%), cefalee (maxim 56%), amețeli (maxim 25%), pe un fond ridicat prezent și pentru zona rezidențială, care înregistrează destul de frecvent niveluri de zgomot superioare celor de confort. În privința frecvenței afecțiunilor

### 3. Evaluarea termodinamică a unui motor cu ardere internă. Calculul dioxidului de carbon și utilizarea combustibililor neconvenționali

potențial asociate expunerii excesive la zgomot, cea mai mare prevalență o înregistrează hipertensiunea arterială (maxim 16%).

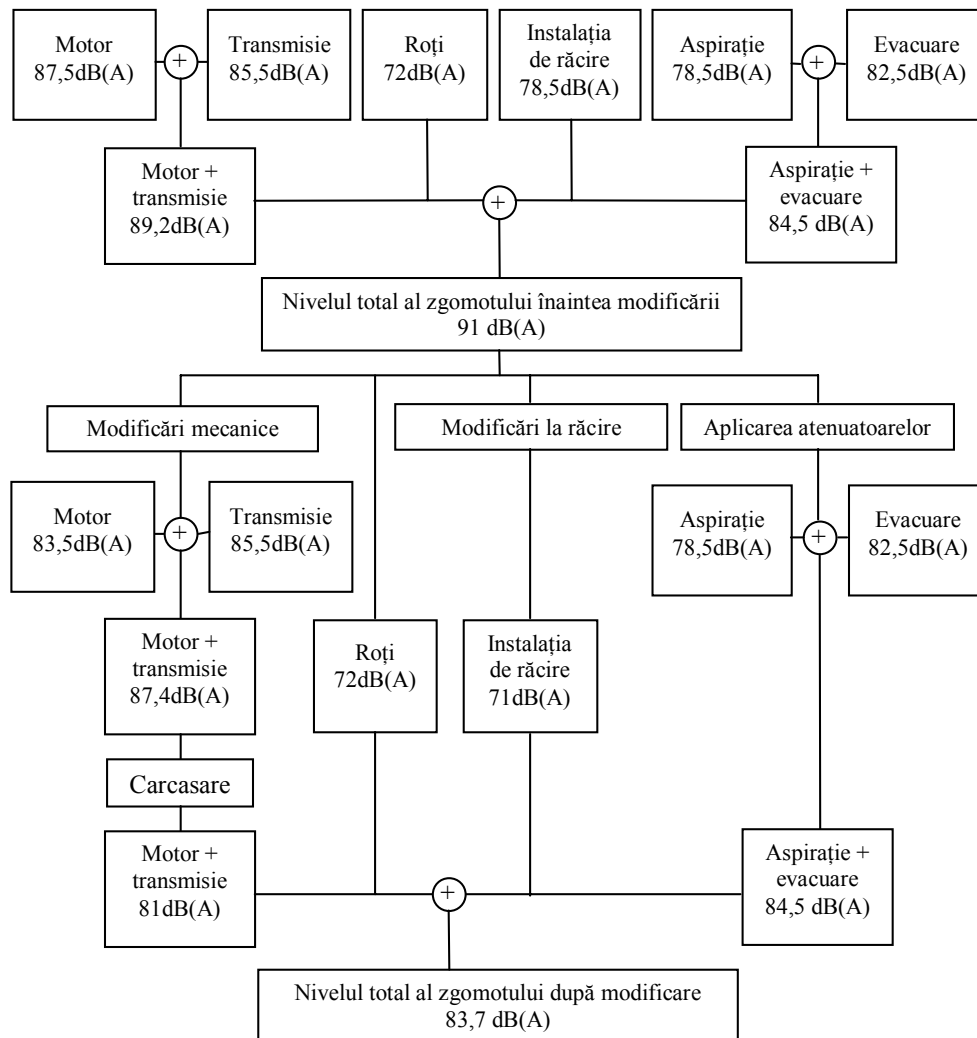


Fig. 3.41 Măsurile de reducere a zgomotului

#### Zgomotul evacuării

Cel mai semnificativ component al zgomotului total produs de motor este considerat a fi zgomotul evacuării și de aceea se vor face mai multe considerații asupra sa. Cauzat de pulsațiile și de eliminarea cu viteze mari a gazelor arse în timpul evacuării, principala posibilitate de reducere constă în montarea de atenuatoare de zgomot (tobe de evacuare sau amortizoare de zgomot) pe traseul conductelor respective.

La alegerea sau proiectarea atenuatoarelor de zgomot se va ține cont de atenuarea necesară, de componența spectrală a zgomotului, de debitul de gaze care este evacuat și de influența lui asupra randamentului motorului, precum și de gabaritul, masa și costul acestor atenuatoare. În

### 3. Evaluarea termodinamică a unui motor cu ardere internă. Calculul dioxidului de carbon și utilizarea combustibililor neconvenționali

general, atenuatorul trebuie să se compună dintr-un atenuator prin reflexie, pentru componentele de frecvență joasă și dintr-un atenuator prin absorbție, pentru componentele de frecvențe medii și înalte ale zgomotelor.

Zgomotul predominant al evacuării apare la frecvența aprinderii :

$$f_0 = n \cdot z / 120, \quad (3.33)$$

unde  $n$  este turația și  $z$  este numărul de cilindri.

Prima armonică este cea mai semnificativă. Gradul de atenuare este influențat de volumul tobei, observându-se că acesta crește cu creșterea volumului. Pentru o aplicație dată, zgomotul evacuării trebuie să fie cu 8–10 dB mai mic decât zgomotul total, pentru a nu contribui la creșterea nivelului de zgomot al mașinii.

Pentru un motor policilindric în 4 timpi, în  $720^\circ\text{RAC}$ , au loc  $z$  (numărul de cilindri) cicluri de funcționare, decalate între ele cu  $720^\circ / z$ . Pentru un cilindru, funcție de turația motorului,  $n_m$ , supapa de evacuare se deschide periodic (cu perioada  $T = 120/n_m$ ).

Considerând o perioadă (cu începutul ei ca referință temporală), variația presiunii la nivelul supapei de evacuare poate fi considerată liniară (figura 3.39) :

$$p(t) = p_{\max} \cdot (1 - t/\tau) \quad (3.34)$$

pentru  $0 \leq t \leq \tau$  (și 0 în rest)

unde :  $p(t)$  este presiunea de evacuare la momentul  $t$ ;

$p_{\max}$  – presiunea maximă de evacuare;

$\tau$  – durata deschiderii supapei de evacuare.

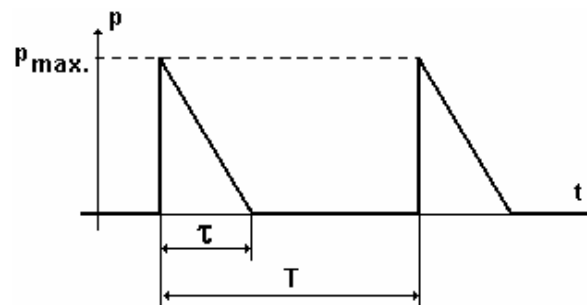


Fig. 3.41 Variația presiunii la nivelul supapei de evacuare.

Această funcție periodică se descompune într-o serie Fourier, cu o componentă continuă și cu componente armonice :

$$p(t) = p_{\text{med}} + \sum_{k=1}^{\infty} a_k \cos kt + \sum_{k=1}^{\infty} b_k \sin kt \quad (3.35)$$

$$p_{\text{med}} = \frac{1}{T} \cdot \int_0^{\tau} p_{\max} \left(1 - \frac{t}{\tau}\right) \cdot dt = \frac{\tau \cdot p_{\max}}{2T}, \text{ componenta continuă a presiunii.} \quad (3.36)$$

### 3. Evaluarea termodinamică a unui motor cu ardere internă. Calculul dioxidului de carbon și utilizarea combustibililor neconvenționali

$$a_k = \frac{2 \cdot p_{max.}}{T \cdot \tau \cdot k^2 \cdot \omega^2} \cdot (1 - \sin k\omega\tau) \quad (3.37)$$

$$b_k = \frac{2 \cdot p_{max.}}{T \cdot \tau \cdot k^2 \cdot \omega^2} \cdot (1 - \cos k\omega\tau) \quad (3.38)$$

Frecvența fundamentală este :

$$f_0 = \frac{n_m}{2 \cdot 60 [s/min]} \quad (3.39)$$

$f_0 = 16 - 25$  Hz pentru  $n_m = 1900 - 3000$  rot/min, domeniul turațiilor nominale ale motoarelor diesel.

În figura 3.40 este detaliată, în context MathCAD, analiza temporală și spectrală pentru doi factori de umplere ( $\tau = 0,25T \dots 0,5T$ ), interval care acoperă valorile deschiderii supapei de evacuare întâlnite la m.a.i.

Spectrul presiunii de evacuare ia valori cuprinse între curba 1 și curba 2, curba 1 reprezentând cazul în care deschiderea supapei de evacuare durează cât cursa teoretică de evacuare, iar curba 2 reprezintă cazul extrem în care avansul la deschidere și întârzierea la închidere ale supapei de evacuare totalizează  $180^\circ$  RAC.

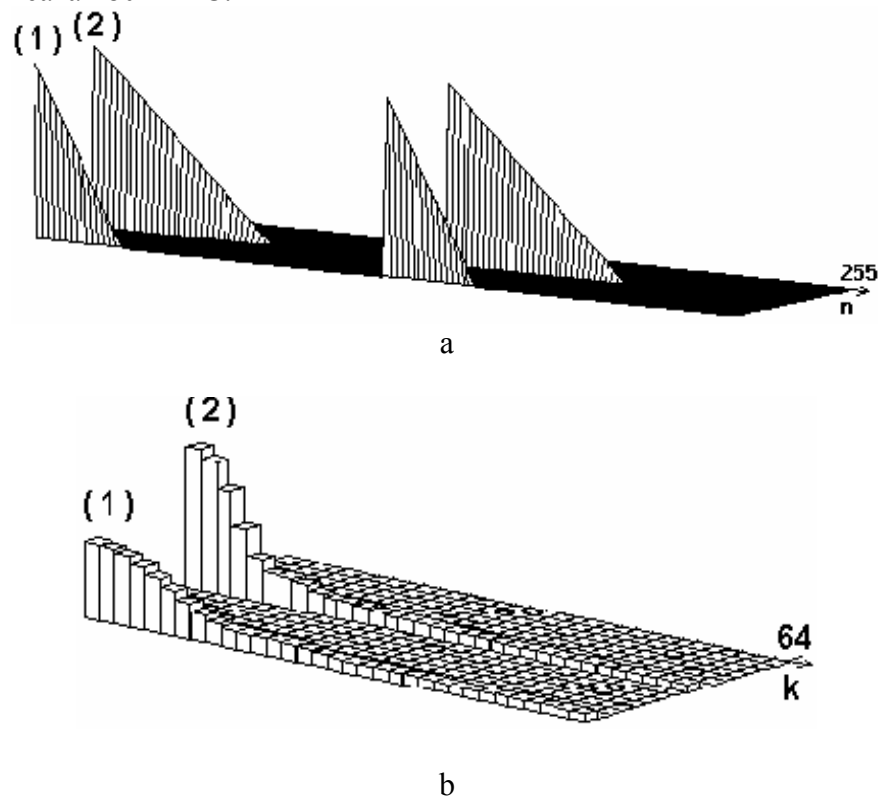


Fig. 3.43 Analiza temporală și spectrală pentru doi factori de umplere

*a* – aspectul temporal al presiunii de evacuare (2 perioade pentru  $\tau = 0,25T - 0,5T$ )

*b* – spectrul presiunii de evacuare calculat cu transformata Fourier rapidă – cazurile (1) și (2).

### 3. Evaluarea termodinamică a unui motor cu ardere internă. Calculul dioxidului de carbon și utilizarea combustibililor neconvenționali

La ieșirea din colectorul de evacuare, unde de presiune au o variație liniară, descrescătoare, aproximabilă printr-un semnal „dinte de fierăstrău“ :

$T$  – perioada dintre două evacuări (teoretic) succesive;

$p'$  – presiunea de evacuare când supapele de evacuare sunt deschise.

$$p(t) = p' + (p_{\max} - p')(1 - t/T). \quad (3.40)$$

Dacă se admite că  $p' = \frac{2}{3} \cdot p_{\max}$ , atunci:

$$p(t) = p_{\text{med}} + \sum_{k=1}^{\infty} a_k \cos kt + \sum_{k=1}^{\infty} b_k \sin kt \quad (3.41)$$

unde :

$$p_0 = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T p(t) dt = \frac{5}{6} p_{\max}. \quad (3.42)$$

$$a_k = \frac{2}{T} \cdot \int_0^T p(t) \cdot \cos k\omega t \cdot dt = 0 \quad (3.43)$$

$$b_k = \frac{2}{T} \cdot \int_0^T p(t) \cdot \sin k\omega t \cdot dt = -\frac{2 \cdot p_{\max}}{3 \cdot T^2} \cdot \int_0^T t \cdot \sin k\omega t \cdot dt = \frac{2 \cdot p_{\max}}{3 \cdot T^2} \cdot \frac{t \cdot \cos k\omega t}{k\omega} \Big|_0^T = \frac{p_{\max}}{3k\pi} \quad (3.44)$$

Deci:

$$p(t) = p_{\max} \cdot \left( \frac{5}{6} + \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\sin k\omega t}{3k\pi} \right). \quad (3.45)$$

#### Zgomotul produs de instalațiile motorului

Cercetările efectuate asupra zgomotului motoarelor au evidențiat faptul că ventilatorul este o sursă importantă de zgomot, cu nivel comparabil cu cel al ansamblului motor și, în unele cazuri, cu nivel de zgomot mai mare decât al motorului. Din aceste considerente se desprinde clar necesitatea ameliorării constructive și funcționale ale ventilatoarelor, în condițiile menținerii performanțelor impuse de instalația de răcire.

Zgomotul emis de pompa de injecție este compus din zgomotul mecanic creat de pompă, ca și din zgomotul produs de vibrațiile motorului care se transmit pompei. Contribuția zgomotului pompei de injecție în raport cu zgomotul total emis de suprafețele motorului este în general mică și de obicei nu depășește 10% din intensitatea totală sonoră. Pentru turații reduse, în special în cazul funcționării în gol a motorului, zgomotul produs de pompa de injecție nu poate fi neglijat, influența lui putând ajunge la 20% din intensitatea sonoră a zgomotului total specific acestei funcționări. Pompa de injecție poate fi considerată un ecran acustic pentru zgomotul produs în blocul cilindrilor.

---

### Zgomotul pieselor conectate la motor

La motoarele existente, zgomotul pieselor conectate la motor este mult mai mic decât zgomotul radiat de suprafețele motorului. Zgomotul structurii care susține motorul depinde de metoda de montare, de dimensiunile și construcția motorului ca și de construcția suporturilor înșiși. Zgomotul agregatelor antrenate de motor, de exemplu, al transmisiei, este compus din două componente similare celor dezvoltate de pompa de injecție. Primul este zgomotul creat de agregatul însuși și al doilea este creat de transmiterea vibrațiilor motorului în aceste agregate. Zgomotul radiat de suprafețele motorului este determinat de principiul de funcționare și de construcția motorului. Puterea acustică radiată de suprafețe este  $10^6$  din puterea nominală a acestuia, iar zgomotul cu 20–30 dB mai mic decât zgomotul evacuării fără toba de evacuare. Cu o tobă de evacuare eficientă, zgomotul evacuării devine egal cu cel al zgomotului suprafețelor și similar cu cel produs de ventilator.

Avioanele aduc mari prejudicii sonore faunei și florei regiunilor pe care le survolează, datorită undelor de șoc, fenomenului de reflexie și de difracție produs de denivelările terenului. Avioanele supersonice produc *detunătura balistică și bangul sonic* care lovește solul cu un covor de zgomote extrem de chinuitoare pentru populație. Efectele suprapresiunii sonice sunt extrem de dăunătoare pentru clădiri și pentru persoanele din zona măturată de *bang* ce atinge lărgimi de 80-100 km<sup>2</sup>. Manifestările fiziologice negative ale organismului uman sunt cele menționate anterior. Caracteristicile descrise ale expunerii, percepția riscurilor, volumul populației expuse, frecvența ridicată a efectelor, sunt criteriile care susțin necesitatea intervenției conjugate, atât din partea autorităților locale cât și a specialiștilor din sănătatea publică și promovarea sănătății pentru reducerea nivelurilor de zgomot, dar și conștientizarea efectelor și modificarea comportamentelor individuale care influențează negativ nivelul poluării sonore urbane.

Astăzi se caută soluții pentru a evita producerea și transmiterea zgomotelor. Mașinile sau motoarele ce vor fi construite este de dorit să producă un zgomot minim. Blocurile care se vor construi trebuie să aibă un strat fonoabsorbant antiimpact. Ideal ar fi introducerea unor perdele izolante de arbori în jurul surselor industriale de zgomot și în jurul cartierelor de locuit. Până în prezent, în România nu s-au stabilit norme de *calitate sonoră* a mediului.

Indiferent de mediul în care se produce poluarea, dat fiind faptul că nu se poate schimba un element al unui sistem fără ca întreg sistemul să nu aibă de suferit, Pământul cu toate viețuitoarele și ecosistemele sale va avea de suferit, iar efectele poluării se vor resimți fără însă a se putea spune când și cât de puternice vor fi acestea.

### 3.3 Concluzii

Scopul încercărilor efectuate pe motorul Lombardini 3LD510 a fost, pentru început acela de a ridica diagrama indicată în coordonate (p- $\alpha$ ) și (p-v). Diagramele  $p = f(\text{unghiul RAC})$ , la diferite turații, au condus la concluzia că abaterea maximă înregistrată este de ~ 5%, valoare acceptabilă, ținând cont de multitudinea factorilor luați în considerare.

În urma studiilor privind emisiile de noxe cu analizorul de gaze MAHA MGT 5Four/Five Gas Tester, la diferite regimuri de turație, precum și determinarea presiunii maxime pe ciclu, s-au constatat următoarele:

- pentru presiunea maximă în cilindru, CO, CO<sub>2</sub>, HC și NO<sub>x</sub>, au valori reduse



### 3. Evaluarea termodinamică a unui motor cu ardere internă. Calculul dioxidului de carbon și utilizarea combustibililor neconvenționali

---

- presiunea maximă pe ciclu are o valoare scăzută mai pronunțată, față de cea calculată, datorată creșterii pierderilor de presiune prin neetanșeitățile camerei de ardere.

S-a testat motorul cu aprindere prin scânteie - TD201 și s-au ridicat diagramele indicate ( $p-\alpha$ ) și ( $p-v$ ). Un alt aspect urmărit a fost cel al monitorizării gazelor evacuate ( $CO$ ,  $CO_2$ ,  $O_2$ ,  $NO_x$ , și  $HC$ ) și analizarea histogramelor de variație a noxelor, funcție de turația motorului.

În baza rezultatelor noxelor măsurate, s-a calculat coeficientul excesului de aer, rezultând o abatere de 4,25%, ceea ce înseamnă că metoda folosită poate fi aplicată și pentru alte m.a.s. .

În concluzie rezultatul de mai sus demonstrează că datele obținute, pentru prima dată în literatura autohtonă de specialitate, sunt caracterizate de o abatere sub limitele tehnice acceptabile.

Considerând că motorul din familia TD200 echipează un autoturism de foarte mic litraj, pentru două persoane, am calculat  $CO_2$  eșapat de acesta.

Cantitatea de  $CO_2$  emisă este de 305,3 g/km, la o turație de 2718 rot./min. și un consum de benzină de 12,88 l/100 km. Această valoare este relativ mare, față de cele obișnuite, datorită puterii și cuplului motor foarte mici.

#### Bibliografie

[A1], [A2], [A3], [A5], [B5], [B6], [B7], [B12], [B12], [D2], [F3], [G1], [N2], [N3], [N4], [N8], [N9], [N10], [N13], [O1], [O2], [P3], [S1], [S6], [V1], [V2], [T4], [W3], [9], [20]

**4. BIOCOMBUSTILII CU UTILIZARE ÎN MOTOARELE CU ARDERE  
INTERNĂ**

##### 4.1 Biocombustibili și combustibili neconvenționali

Majorarea consumului de biocombustibili în motoarele cu ardere internă va conduce la reducerea dependenței țărilor UE de petrolul din Orientul Mijlociu, Rusia, Golful Mexic, America de Sud și de Nord, Oceanul Atlantic de Nord.

Totodată astfel se pot reduce emisiile cu efect de seră, se acordă noi oportunități fermierilor și posibilități economice pentru țări în curs de dezvoltare.

Uniunea Europeană și-a propus ca 5,75% din carburanții consumați în 2010 în acest perimetru să provină din culturi bioenergetice, ce pot fi folosite inclusiv pentru producerea de energie electrică și termică.

Unul din principalii biocombustibili produs și utilizat în Europa, este biodieselul, Germania realizând peste 60% din producția totală, alți producători importanți fiind Franța, Italia, Cehia și Polonia.

Și România se aliniază acestor deziderate, prin ratificarea Protocolului de la Kyoto angajându-se să reducă emisiile cu efect de seră cu 8% până în 2012 față de 1989.

În 2010 producția de biocombustibili va trebui să depășească 300.000 tone.

Prin HG 456/16.05.2007 s-a impus structura biocombustibililor și anume:

- pentru motorină: - 2% în volum de la 01.07.2007
  - 3% de la 01.01.2008
  - 4% de la 01.01.2009
- pentru benzină: - 5% în volum de la 01.01.2010

##### Combustibilii neconvenționali și noxele

Combustibilii fosili de tipul țițeiului și gazelor naturale sunt în prezent una dintre principalele surse energetice exploatare ale planetei. Conform ultimelor evaluări, rezervele certe de țiței sunt de cca 1000 miliarde barili. Se estimează că la nivelul actual de consum, rezervele de țiței ar putea acoperi necesarul mondial pentru cel mult 44 ani. Resursele fosile sunt repartizate pe glob și limitate cantitativ, în timp ce consumul anual este în creștere. Analizând distribuția pe glob a rezervelor de țiței, s-a constatat o situație alarmantă în unele zone mari consumatoare de derivați petrolieri, ca spre exemplu Europa de vest.

Criza țițeiului, începută în octombrie 1973, urmată de creșteri semnificative ale prețurilor derivatelor petroliere de la începutul anilor '80 a declanșat interesul general pentru sursele alternative de energie și pentru materii prime de proveniență ne-petrochimică. După criza din Golf, a anului 1990, astfel de preocupări au devenit majore, la nivel de politici de stat.

Un alt motiv pentru căutarea de surse alternative de energie este poluarea majoră a atmosferei, pe care o produc oxizii de azot și de sulf, fumul și hidrocarburile incomplet arse din gazele eșapate de motoarele care utilizează combustibili clasici. De asemenea, acumularea în atmosferă a bioxidului de carbon rezultat din arderea combustibililor clasici, contribuie la amplificarea efectului de seră. S-a impus astfel obținerea unor combustibili alternativi, prin a căror ardere să se diminueze sensibil cantitatea de emisii poluante evacuate în atmosferă, utilizând surse de materii prime reînnoibile, care să elimine efectul de seră.

#### 4.1.1 Etanolul și ETBE

În momentul de față, etanolul este cel mai utilizat biocombustibil, din care se folosesc anual aproximativ 20 miliarde litri, drept carburant, în întreaga lume.

O prezentare pe scurt a utilizării etanolului este făcută în tabelul 4.3

Tabelul 4.1 Utilizarea etanolului în câteva state ale lumii

| Regiune        | Utilizare etanol<br>[milioane litri/an] | Conținutul de benzină<br>[%] |
|----------------|-----------------------------------------|------------------------------|
| <i>America</i> |                                         |                              |
| Canada         | 240                                     | 0.7                          |
| USA            | 8.000                                   | 1.8                          |
| Brazilia       | 13.000                                  | 20- 24                       |
| <i>Europa</i>  |                                         |                              |
| Franța         | 120                                     | 0.6                          |
| Spania         | 100                                     | 1.0                          |
| Suedia         | 60                                      | 1.3                          |

În America de Nord și Sud precum și în unele zone din Europa etanolul este folosit în mod obișnuit, în amestecuri cu benzină, unde se afla în concentrații 5-20% (E5 până la E20).

În Franța și Spania, etanolul este folosit pentru producere de ETBE (etil-terțiar butil-ester), care se amestecă cu benzina în diferite concentrații. Cantități limitate de amestecuri, ce conțin concentrații superioare de etanol sunt folosite în unele regiuni. E85 este folosit în vehiculele cu combustibil flexibil, în sisteme cu injector de combustibil, capabil să funcționeze cu amestecuri formate din benzină petrolieră și etanol (până la E85), sau cu orice amestec.

În Brazilia se utilizează în automobilele obișnuite atât amestecuri de etanol cu benzină din petrol (E22), cât și etanol cu apă fără benzină, în vehicule modificate în acest scop.

#### Procese și tehnologii de obținere a bioetanolului prin fermentare anaerobă

Utilizarea etanolului drept carburant este în continuă creștere în întreaga lume dintr-o serie de motive:

- scade dependența de importul combustibilului fosil,
- reduce poluarea aerului și schimbarea climei globale produsă de efectul de seră
- creează noi locuri de muncă.

De asemenea, spre deosebire de benzină, etanolul este un combustibil oxigenat cu un conținut de 35% oxigen, care reduce atât particulele de suspensie în aer, cât și emisiile de NOx rezultate din combustie.

În 1970 Compania Americană de Petrol și alte câteva companii importante de petrol americane au început să comercializeze etanolul ca adaos la benzină pentru creșterea cifrei octanice.

Etanolul a fost amestecat direct cu benzina (10% etanol și 90% benzină). Acest amestec se găsește sub numele de gazohol.

În 1978, Congresul American a aprobat Actul pentru Promovarea Energiei Naționale, care prevede exonerarea de la taxele federale pentru benzina care conține 10% alcool. Această subvenție federală a redus costul etanolului la nivelul apropiat de cel en-gros al benzinei, făcându-l astfel rentabil ca un component în amestec cu benzina.

Creșterea producției de etanol s-a mărit substanțial datorită introducerii stimulentei pentru producători. Astfel, producția de etanol a crescut de la 45,5 mil. litri în 1979 la 796 mil. litri în 1980. Începând cu 1980 producția de etanol a crescut cu aproximativ 12% pe an, ajungând la 6,36 mil. litri în 1998.

În 1990, Congresul american, prin Amendamentele Actului pentru Aerul Curat, a favorizat folosirea combustibililor oxigenați (cu un minim de 2,7% oxigen, în volum) în SUA, în lunile de iarnă, pentru reducerea dioxidului de carbon. Pentru creșterea nivelului de oxigen al benzinei se utilizează amestecul de benzină cu metil-terț-butil-eter sau cu etanol. Deoarece etanolul are un conținut mai ridicat de oxigen decât metil-terț-butil-eterul, este nevoie de numai jumătate din volumul necesar, pentru a obține aceeași cantitate de oxigen în benzină. Aceasta permite etanolului (care este mai scump decât metil-terț-butil-eterul) să intre în competiție cu metil-terț-butil-eterul în lunile de iarnă.

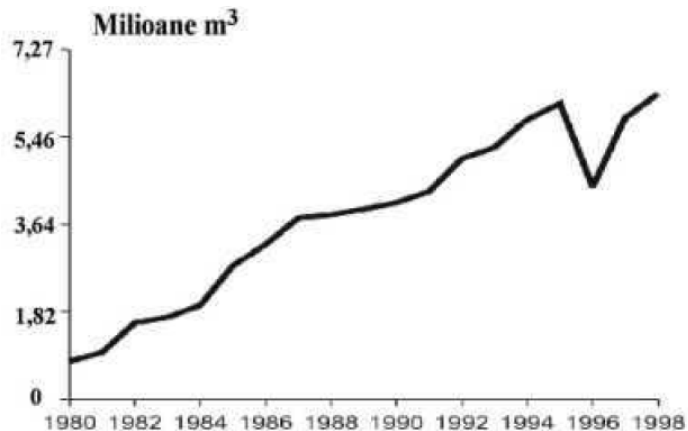


Fig. 4.1 Producția etanolului drept combustibil în SUA în perioada 1980 – 1998

Din păcate, volatilitatea mare a etanolului limitează utilizarea sa în perioada călduroasă, deoarece vaporii de etanol pot contribui la formarea ozonului otrăvitor.

Etanolul poate fi fabricat sintetic din petrol sau prin conversia microbiană a biomasei prin procesul de fermentație.

#### **Materii prime glucidice**

Fermentația implică folosirea microorganismelor care metabolizează glucidele transformându-le în etanol. Aceste microorganisme pot consuma în mod obișnuit, glucide cu 6 atomi de carbon, una dintre cele mai comune substanțe fiind glucoza. Prin urmare, biomasa, care conține cantități mari de glucoză sau precursori ai acesteia, este ușor de convertit în etanol. Aceste materiale intră în procesul de fabricare a produselor alimentare umane care, de obicei, sunt prea scumpe pentru a fi folosite pentru producerea etanolului folosit drept combustibil.

Un exemplu de materie primă bogată în glucide este trestia de zahăr. Brazilia a dezvoltat cu succes un program de fabricare a etanolului pornind de la trestia de zahăr, dintr-o serie de considerente:

(1) Brazilia, în mod tradițional, se baza pe importul de petrol pentru carburanți, cu impact asupra economiei țării

(2) această țară poate obține cantități foarte mari de trestie de zahăr

(3) s-a confruntat perioade întregi cu excesul zahărului pe piață.

Pentru fermentarea glucozei la etanol se folosește drojdia de panificație, *Saccharomyces cerevisiae*, care teoretic poate transforma 100 g glucoza în 51,4 g etanol și 48,8 g CO<sub>2</sub>. Practic însă, microorganismele folosesc o parte din glucoza pentru creștere și, în consecință, randamentul real este mai mic de 100%.



Alte materii prime bogate în glucide (denumite și zaharide) includ sfecla de zahăr, sorgul zaharat, unele fructe, amidonul și lignoceluloza vegetală.

##### **Materii prime amidonoase**

O importantă materie primă pentru obținerea etanolului este amidonul, care este o substanță formată din lanțuri lungi de molecule de glucoză. Materialele amidonoase pot fi fermentate după scindarea moleculelor de amidon în molecule simple de glucoză.

Exemple de materii prime amidonoase folosite pentru fabricarea etanolului sunt: porumbul, grâul, cartoful, etc.

##### **Materii prime lignocelulozice**

Exemple de materiale lignocelulozice sunt: hârtia, cartonul, lemnul și alte materiale din plante fibroase. Aceste materiale sunt, în general, foarte răspândite. De exemplu, pădurile cuprind 80% din biomasa globului. Fiind în cantitate mare și neintrând în procesele de fabricare a produselor alimentare umane, aceste materii prime sunt relativ ieftine și, deci, accesibile pentru producerea etanolului benzină. Materialele lignocelulozice sunt formate din lignină, hemiceluloză și celuloză.

În general, lemnul conține cantități mari de lignină, cu rol de suport structural al plantei, care nu conține molecule de glucoză. Ea însă, încapsulează molecule de celuloză și hemiceluloză îngreunând hidroliza acestor molecule.

Molecule de celuloză constau din lanțuri lungi de molecule de glucoză la fel ca și amidonul, dar au o configurație structurală diferită de acesta. Caracteristicile structurale împreună cu încapsularea dată de lignină fac, hidroliza materialelor lignocelulozice mult mai dificilă decât a celor amidonoase.

Moleculele de hemiceluloză sunt formate, de asemenea din lanțuri lungi de molecule glucidice de 6 și 5 atomi de carbon.

Deoarece glucidele cu 5 atomi de carbon reprezintă un procent ridicat din zaharuri, recuperarea și utilizarea lor în fermentația alcoolică este importantă pentru eficiența și economia procesului. Recent, microorganisme speciale au fost modificate prin inginerie genetică dobândind capacitatea de a fermenta glucidele cu 5 atomi de carbon, în etanol. Dacă obținerea etanolului din surse bogate în glucide, cum ar fi porumbul, este un proces simplu care are la bază fermentația glucidelor cu 6 atomi de carbon în etanol, cu ajutorul drojdiilor, materialele lignocelulozice (compuse din celuloză și hemiceluloză) sunt mai dificil de convertit în glucide fermentescibile.

În momentul de față există două procese de bază pentru obținerea etanolului prin fermentație pornind de la celuloză: hidroliza acidă și hidroliza enzimatică cu variante pentru fiecare. Prin aceste procese celuloza trebuie mai întâi convertită la glucide și apoi fermentată la etanol.

#### 4.1.2 Biodieselul și biogazul

Unul dintre cei mai consumați și recunoscuți biocarbu-rați, biodieselul este obținut prin esterificarea unor uleiuri vegetale (uleiul de soia, floarea soarelui, palmier, rapiță, muștar), esterificarea resturilor de grăsime provenită din prepararea produselor alimentare, sau prelucrarea unor resturi de origine animală. Biodieselul rezultat poate fi amestecat cu motorină (amestecuri B2 până la B20) sau poate fi folosit ca atare (B100), înlocuind astfel, complet motorina.

Viabilitatea acestui combustibil a fost demonstrată cu succes prin numărul de kilometri parcurși pe șosea. Munca intensă, făcută pentru standardizarea și controlul calității acestui produs, a ajutat la acceptarea sa pe piață.

În prezent, biodieselul este folosit în Europa și ca un combustibil regenerabil pentru producere de căldură și energie.

În ultimii ani, a avut loc o crește spectaculoasă a producției de biodiesel. Această creștere se așteaptă să continue datorită cererii mărite pentru motorina cu conținut mic de sulf.

La crearea actualului concept de "Biodiesel Word" au contribuit, și concură din ce în ce mai mult, atât reprezentanți ai mediului științific mondial din varii sectoare, tehnicieni de înaltă profesionalitate din domeniul motoarelor Diesel, clasa politică a curentului „verzilor”, cât și consumatorii direct interesați, de la fermieri și angroșiști agricoli, crescători de animale și producători de vehicule și mașini agricole, până la utilizatorii din sectorul transporturilor urbane, transportului naval, etc.

O soluționare pozitivă a acestor probleme s-a ivit odată cu introducerea în fabricație a combustibililor pentru motoarele diesel, obținuți prin chimizarea uleiurilor vegetale, în prezent, clasica dar poluanta motorină, poate fi înlocuită cu succes de astfel de biocombustibili ecologici fără a fi nevoie de modificări ale motoarelor diesel. Produsele respective care s-au impus cu rapiditate pe piață, și sub diverse denumiri ca Biodiesel. Petrole vert. LKW diesel, se pot achiziționa de la benzinării din țări ale Europei și S.U.A., la aceleași prețuri cu cel al motorinei (în unele locuri chiar ușor mai scăzute).

Astfel, în anul 2000 în 10 țări din Europa funcționau instalații producătoare de biocombustibili diesel, obținuți prin procesarea chimică a uleiurilor vegetale, cu o capacitate totală de 1.210.000 t/an.

Pe plan internațional au existat și există numeroase preocupări legate de obținerea și utilizarea combustibililor alternativi din uleiuri vegetale. Preocupări de acest gen există deja în multe țări europene, producția crescând la 1.800.000 t/an în 2003.

Capacitatea de producție actuală pentru biodiesel este de un miliard de litri pe an. Aceasta reprezintă o creștere spectaculoasă față de anul 1990 când nu se produceau cantități importante de biodiesel.

În tabelul 4.1 se prezintă situația din anul 2000 a producătorilor de biocombustibil diesel din Europa, cu referire la capacitățile instalațiilor producătoare și cantitățile vândute pe categorii de utilizări: biocombustibil ca atare, amestec cu combustibil clasic și intermediari pentru industria oleochimică.

Dintre țările Europei se detașează net Germania, cu o capacitate productivă de 550.000 t/an și o producție realizată de 415.000 t/an.

Preocupări susținute în domeniu există și în unele țări din fostul lagăr socialist. Astfel, în Ungaria există o instalație industrială de biocombustibil la Babolna, iar în Cehia la Olmutz.

Lansarea în fabricație a biocombustibilului a fost susținută pe lângă asociația producătorilor agricoli și de fabricanții de autovehicule, deoarece normele "EURO III" și "EURO IV", care reglementează sever nivelul emisiilor poluante, vor putea fi respectate și în condițiile utilizării acestui tip de combustibil.

#### 4. Biocombustilii cu utilizare în motoarele cu ardere internă

Tabelul 4.2 Producători de biocombustibili diesel din Europa

| Țara/<br>producție<br>[t/an] | Firma              | Localit<br>atea | Capacitate<br>[t/an] | Cantități vândute<br>[t/an] |                |                | Producție<br>din anul |
|------------------------------|--------------------|-----------------|----------------------|-----------------------------|----------------|----------------|-----------------------|
|                              |                    |                 |                      |                             |                |                |                       |
| Germania<br>/ 415.000        | Henkel             | Dusseldorf      | 200.000              | 160.000                     | 0              | 0              | -                     |
|                              | Connemann/OMH      | Keer            | 100.000              | 10.000                      | 75.000         | 10.000         | 1991/1993/1995        |
|                              | Oelmuehle Hbg/ADM  | Hamburg         | 100.000              | 10.000                      | 60.000         | 20.000         | 1999/2000             |
|                              | Bio-diesel         | Wittemberg      | 50.000               | 0                           | 20.000         | 0              | 1999                  |
|                              | VNR                | Ochsenfurt      | 50.000               | 0                           | 20.000         | 0              | 1999/2000             |
|                              | L.U.T.             | Rudisleben      | 40.000               | 0                           | 20.000         | 0              | 1999/2000             |
|                              | Hallertauer/Agrana | Mainburg        | 5.000                | 0                           | 4.000          | 0              | 1996                  |
|                              | ADIBAPV            | Henningsleben   | 3.000                | 0                           | 2.000          | 0              | 1997                  |
|                              | Vogtlander         | Grossfriesen    | 2.000                | 0                           | 2.000          | 0              | 1997                  |
|                              | <b>TOTAL</b>       |                 |                      | <b>550.000</b>              | <b>180.000</b> | <b>205.000</b> | <b>30.000</b>         |
| Franța /<br>265.000          | Robbe/Diester      | Compiègne       | 40.000               | 0                           | 0              | 40.000         | 1994/1996             |
|                              | Diester            | Rouen           | 120.000              | 0                           | 0              | 120.000        | 1995                  |
|                              | Sdobre-Srnova      | Boussens        | 70.000               | 5.000                       | 0              | 40.000         | 1993/1995             |
|                              | Novaol/ICI         | Verdun          | 60.000               | 0                           | 5.000          | 55.000         |                       |
|                              | <b>TOTAL</b>       |                 |                      | <b>290.000</b>              | <b>5.000</b>   | <b>50.000</b>  | <b>255.000</b>        |
| Italia /<br>160.000          | Bakelite           | Solbiate        | 30.000               | 0                           | 0              | 5.000          | 1996                  |
|                              | Novaol / alții     | Livorno         | 90.000               | 0                           | 0              | 20.000         | 1993                  |
|                              | Oleofict Italian   | Bari            | 20.000               | 0                           | 0              | 20.000         | 1995                  |
|                              | Distillerie Parma  | Napoli          | 30.000               | 0                           | 0              | 80.000         | 1995                  |
|                              | Focus Petroli      | Ancona          | 20.000               | 0                           | 25.000         | 0              |                       |
|                              | Sisas / alții      | Milano          | 50.000               | 0                           | 0              | 10.000         | 1995                  |
|                              | <b>TOTAL</b>       |                 |                      | <b>240.000</b>              | <b>0</b>       | <b>25.000</b>  | <b>135.000</b>        |
| Belgia /<br>85.000           | Sisas              | Feluy           | 80.000               | 0                           | 10.000         | 20.000         | 1995                  |
|                              | Oleofina           | Ertvelde        | 30.000               | 30.000                      | 15.000         | 10.000         | 1996                  |
|                              | <b>TOTAL</b>       |                 |                      | <b>110.000</b>              | <b>30.000</b>  | <b>25.000</b>  | <b>30.000</b>         |
| Anglia /<br>1.000            | United Oil Seed    | Liverpool       | <b>2.000</b>         | <b>0</b>                    | <b>1.000</b>   | <b>0</b>       | 1996                  |
| Austria /<br>15.000          | RME Bruck          | Bruck           | <b>15.000</b>        | <b>0</b>                    | <b>15.000</b>  | <b>0</b>       | 1994                  |
| Suedia /<br>14.000           | Ecobransle         | Skive           | 6.000                | 0                           | 6.000          | 5.000          | 1992                  |
|                              | Alții              |                 | 5.000                | 0                           | 2.000          | 1.000          | 1996                  |
|                              | <b>TOTAL</b>       |                 |                      | <b>11.000</b>               | <b>0</b>       | <b>8.000</b>   | <b>6.000</b>          |
| Cehia /<br>32.000            | Milo Olomouc       | Olmutz          | 30.000               | 0                           | 0              | 30.000         | 1995                  |
|                              | Alții              |                 | 17.000               | 0                           | 0              | 2.000          | 1992/1994             |
|                              | <b>TOTAL</b>       |                 |                      | <b>47.000</b>               | <b>0</b>       | <b>0</b>       | <b>32.000</b>         |
| Ungaria/<br>12.000           |                    | Babolna         | <b>20.000</b>        | <b>0</b>                    | <b>0</b>       | <b>12.000</b>  | 1995                  |



În total, în Europa, în anul 2000 :

- capacitate totală (t/an) : 1.200.000
- total esteri metilici (t/an) : 1.020.000
- biodiesel în motoare (t/an) : 245.000
- amestec (t/an) : 390.000.

Utilizarea biodieselului din uleiuri vegetale este aprobată pentru toate modelele de automobile și autoutilitare AUDI și VW, pentru MERCEDES C 220 și E 220, pentru toate modelele FORD echipate cu motoare 1,8 și 2,5 l, pentru unele modele MAN, pentru toate modele de tractoare fabricate de ISEKI, HOLDER. KHD, FENDT. FIAT, ACRI, CASE, JOHN DEER, MASSEY-FERGUSON, RENAULT, STEYER.

Deoarece cererea are tendința de a depăși oferta de biocombustibil, strategiile de dezvoltare direcționează utilizarea lui în prezent spre zonele sensibile din punct de vedere ambiental, ca de exemplu:

- transportul public local: taxi, autobuze, servicii poștale
- vehicule municipale: salubritatea străzilor, întreținerea spațiilor verzi, colectarea gunoierului menajer
- vehicule ale armatei și căilor ferate
- navigația pe apele interioare
- vehicule agricole și de transport în zonele agricole.

#### **Avantajele utilizării biodieselului**

„Biodieselul” este un produs „domestic”, un combustibil regenerabil ce poate fi utilizat în motoare diesel care nu necesită modificări asupra sistemului de alimentare. Este un produs sigur, biodegradabil reducând serios producția poluanți ca: cenușa, particulele solide, monoxidul de carbon, hidrocarburi și noxele. Performanțele, cerințele legate de stocare, precum și cele legate de întreținere, sunt similare combustibililor petrolieri. Biodieselul nu conține hidrocarburi aromatice și nici sulfuri, are o cifră cetanică destul de ridicată și are calități de ungere superioare combustibilului petrolier.

Biodieselul - un combustibil ultra curat - nu conține nici sulf și nici aromatice, ceea ce contribuie la reducerea emisiilor poluante. Un studiu al Departamentului pentru Energie al Statelor Unite arată că producția și utilizarea biodiesel-ului în comparație cu combustibilul diesel petrolier, conduce la o reducere cu 78.5% a emisiilor de CO<sub>2</sub>. Mai mult, biodiesel-ul are o balanță energetică pozitivă: pentru fiecare unitate de energie necesară producerii unui galon de biodiesel se câștigă 3,24 unități de energie.

Având în vedere că biodiesel-ul este legat de producerea uleiurilor vegetale și deci regenerabil la prețuri de producție reduse, comparative cu prețurile de producere a produselor petroliere, este clar că acest combustibil devine din ce în ce mai „prietenos”. Este, de asemenea, foarte clar și că biodiesel-ul va utiliza toate surplusurile domestice vegetale sau animale, ceea ce conferă o mare securitate din punct de vedere energetic. Deoarece biodiesel-ul poate fi fabricat pe cale industrială folosind capacitățile industriale existente, acesta devine o foarte importantă problemă legată de securitatea energetică a unei țări.

Dacă avem în vedere costurile petrolului importat și deci dependența energetică de piața mondială a petrolului, este evident că importanța combustibililor reînnoibili de tipul biodieselului crește exponențial, mai ales pentru domeniul securității naționale militare. De asemenea, biodiesel-ul va aduce beneficii importante pe piața muncii, știut fiind că de exemplu în S.U.A. la fiecare miliard de dolari cheltuit pentru importul de petrol, se pierd 10.000 – 25.000 de locuri de muncă.

#### 4. Biocombustilii cu utilizare în motoarele cu ardere internă

De asemenea, biodiesel-ul aduce beneficii semnificative din punct de vedere microeconomic, atât în sectorul urban, cât și în cel rural. Departamentul Agriculturii din Statele Unite a demonstrat că o creștere a cererii medii anuale echivalente a 200 milioane de galoane de biodiesel bazat pe uleiul de soia, va însemna o producție cumulată până în 2010 de 5,2 miliarde de dolari, ceea ce înseamnă o creștere netă a producției în ferme de circa 300 milioane de dolari pe an. Prețul pentru soia ar putea crește cu o medie de 17 cenți anual pe o perioadă de 10 ani, datorită creșterii cererii de Biodiesel.

**Toxicitate:** Biodiesel-ul pur nu este toxic. Doza letală LD 50, este mai mare de 17,4 g/kg corp omenesc. Prin comparație de exemplu sarea de bucătărie este de 10 ori mai toxică decât Biodiesel-ul pur.

**Iritarea pielii umane:** aplicarea timp de 24 de ore unei comprese cu biodiesel pur a produs o iritare ușoară. Iritarea pielii a fost mai mică decât cea produsă de o soluție apoasă de 4% săpun.

**Biodegradabilitatea:** biodiesel-ul este de 4 ori mai biodegradabil decât combustibilul diesel petrolier, în timp de 28 de zile biodieselul pur s-a degradat în procent de 85 - 88% în apă. De exemplu dextroza - care este folosită pentru comparare - se degradează în aceeași rată.

**Punctul de inflamabilitate:** punctul de inflamabilitate al unui combustibil este definit ca fiind temperatura la care acesta se aprinde atunci când este expus unei scânteii sau unei flame. Punctul de inflamabilitate al biodiesel-ului este peste 130°C (300°F), în timp ce al unui combustibil diesel petrolier este de 125 °F.

Combustibilul biodiesel este primul și singurul combustibil alternativ care are o evaluare completă a emisiilor poluante, produse prin arderea sa în motoarele cu ardere internă. Agenția Statelor Unite privind protecția mediului (EPA) a evaluat în cadrul secțiunii privitoare la „curățenia aerului” -211(b), efectele asupra sănătății produse de arderea biocombustibilului diesel, în acest sens s-au derulat în ultimii 2 ani o serie de programe referitoare la cele mai stringente protocoale de testare cerute de EPA pentru certificarea combustibililor și/sau aditivilor. S-a realizat un inventar complet al opiniilor culese de la marii producători de motoare referitor la utilizarea biocombustibilului diesel. De asemenea s-au efectuat teste de laborator care au pus în evidență nivelul emisiilor poluante și care sunt sintetizate în tabelul 4.2.

Tabelul 4.3 Compararea emisiilor poluante produse de BIODIESEL cu combustibilul conventional

| Tipul emisiilor poluante                                 | B100  | B20    |
|----------------------------------------------------------|-------|--------|
| <b>Regulate</b>                                          |       |        |
| HC nearse                                                | -68%  | -14%   |
| CO                                                       | -44%  | -9%    |
| Particule solide                                         | -40%  | -8%    |
| NO,                                                      | +6%   | + 1%   |
| <b>Neregulate</b>                                        |       |        |
| Sulfați                                                  | -100% | -20%*  |
| Hidrocarburi aromatice policiclice (HCAP)                | -80%  | -13%   |
| Nitriți ai hidrocarburilor aromatice policiclice (nHCAP) | -90%  | -50%** |
| Potențial asupra nivelului de ozon indus de HC           | -50%  | -10%   |

\*estimări față de rezultatele obținute pentru B100

\*\*reducere medie privind toate componentele măsurate

B100 - biocarburant diesel 100%

B20 – amestec format din biocombustibil diesel 20% și 80% combustibil diesel convențional. Se constată o scădere sensibilă a nitriților, foarte periculoși pentru sănătatea omului.

Din figura 4.3 reiese că biodieselul începe să devină competitiv cu motorina, din punct de vedere al costului, atunci când costul materiei prime este de aproximativ 0,22 \$/kg, sau mai puțin și producția ajunge la  $37,8 \times 10^6$  litri pe an, în prezent, numai grăsimile reziduale din industria de prelucrare a cărnii satisfac aceste cerințe.

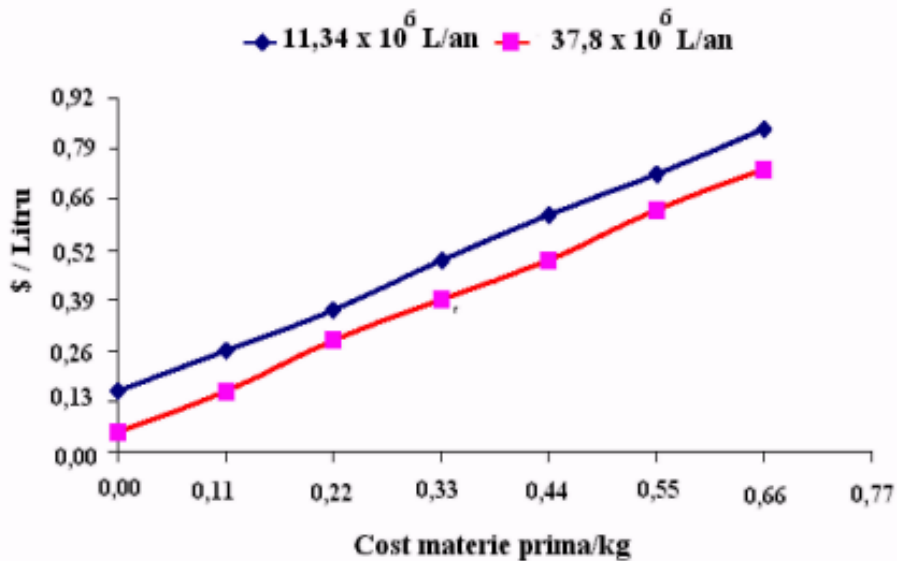


Fig. 4.2 Costul de producție teoretic pe litru de biodiesel (Tyson, 2002)

Biodieselul, produs prin procedee chimice relativ scumpe, fiindcă folosește temperaturi și presiuni mari, iar catalizatorii au prețuri ridicate, are în ultimii ani un rival direct, reductabil datorită prețului scăzut. Acest rival este chiar **uleiul vegetal crud**, obținut prin presarea la rece a semințelor oleaginoase, excluzându-se folosirea solvenților organici. Spre deosebire de biodiesel (care este, de fapt, esterul uleiurilor vegetale), aceste uleiuri crude nu sunt miscibile cu motorina (adică nu dau amestecuri perfect omogene, condiție strict obligatorie pentru buna funcționare a motoarelor diesel). Ele însele sunt perfect omogene și pot fi folosite ca atare (100%, adică neamestecate cu motorina) în motoarele diesel. Evident că ele sunt mai ieftine decât biodieselul, inclusiv pentru că la esterificarea lor în biodiesel o parte importantă se pierde sub forma glicerinei, care are alte utilizări decât alimentarea motoarelor diesel.

Trebuie să reamintim că de la inventarea lor și până prin 1910, motoarele diesel au funcționat numai cu ulei vegetal crud. Inventatorul lor, genialul inginer german Diesel, a gândit funcționarea acestui motor numai pe ulei vegetal crud (pentru că derivații petrolieri au fost produși începând cu anul 1907), adică cu un carburant diferit de cel pentru motoarele cu aprindere cu ajutorul scânteii electrice produse de bujii. Aceste motoare se numesc „motoare otto” tot după numele inventatorului lor german, în aceeași perioadă de timp (de început: 1860 - 1907), motoarele otto funcționau toate cu etanol (adică alcool etilic sau, mai popular, spirt). La începutul producerii lor, derivații petrolieri (benzina și motorina) erau de câteva ori mai ieftini decât concurenții lor (etanolul și uleiul vegetal). De aceea, au fost promovați rapid și lumea a uitat de primii carburanți. A venit acum vremea revenirii (din motivele arătate) la vechii carburanți (etanol sau ulei vegetal crud sau esterificat).

### Biogazul

Utilizarea biogazului este mult mai limitată decât cea a etanolului și a biodieselului. Biogazul, compus în special din metan și dioxid de carbon, este obținut în timpul digestiei anaerobe a biomasei.

Metanul poate fi comprimat și utilizat în vehiculele ale căror motoare folosesc gazul natural. În acest moment, în Europa, biogazul se folosește într-un număr limitat de zone. De exemplu, în Suedia, stațiile de umplere din unele orașe furnizează biogaz comprimat provenit din gropile de gunoi. În figura 4.2 se arată cum au evoluat instalațiile de fermentare anaerobă de biogaz .

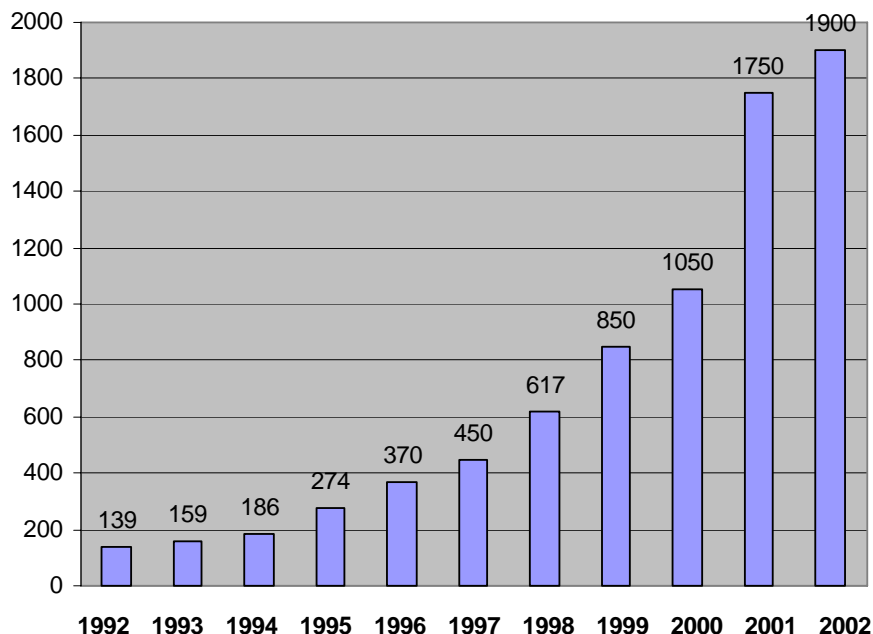


Fig. 4.3 Numărul instalațiilor de fermentare anaerobă pentru obținerea de biogaz în Germania

#### 4.1.3 Situația utilizării biocombustibililor pe plan național

În timp ce în ultimele decenii, restul lumii de la Europa și Asia până la continentul american, a dezvoltat o concertată și serioasă activitate de cercetare și implementare a proiectelor destinate biocombustibililor, văzuți ca o alternativă tot mai probabilă și iminentă a combustibililor tradiționali, societatea românească continuă să ignore o realitate căreia nici politicul, nici mass-media sau societatea civilă nu îi înțeleg importanța și relevanța.

Cele câteva organizații a căror activitate vizează problemele de mediu se concentrează mai mult asupra unor soluții destinate însănătoșirii sectorului industriilor poluante. Nici una nu are preocupări legate de poluarea indusă prin combustie, cu toate că recent, în cea ce privește pericolul deteriorării mediului ambiant, sectorul transporturilor a trebuit (în fața Comisiei Europene) să își asume o clară responsabilitate, având în vedere că, în ultimii 15 ani, acesta a contribuit substanțial la creșterea încălzirii globale a Terrei, depășind în acest sens sectorul industrial și cel domestic. Trebuie spus că 75% din poluarea acidă este rezultatul emisiilor de motoare.

Din acest motiv, reacția Comisiei Europene a fost aceea de instituire de noi directive privind calitatea combustibililor, prin impunerea de noi specificații privitoare la emisiile din eșapamente. Nici o activitate aferentă integrării europene desfășurată în prezent de Guvernul României, prin agențiile, departamentele și ministerele sale, nu vizează punctual strategii destinate inovării, cercetării și producerii de biocombustibili, cu toate că, din ce în ce mai multe fonduri europene, au drept subiect de aplicație resursele regenerabile.

Sectorul transporturilor românești nu a făcut eforturi de creativitate sau de investiție pentru îmbunătățirea calității combustibililor, marile aglomerări urbane continuând a fi din ce în ce mai sufocate de poluarea acidă rezultată din emisiile de motoare.

În timp ce în lume marii producători și distribuitori de combustibili, dar și producători de motoare diesel, au investit în ultima decadă de timp sume considerabile și un apreciabil efort de inventivitate, atât pentru producția de biocombustibili în sine, cât și pentru rentabilizarea acestui sector, principalii producători-distribuitori de combustibili clasici, precum și proiectanți și producători de motoare cu ardere internă, nu au o strategie menită să polarizeze, în mediul cercetării și proiectării, în cel de afaceri, dar mai ales în cel politic, un curent de opinie și de preocupări pe această temă.

Printre dificultățile legate de utilizarea biocombustibililor :

- inexistența în România a unui sistem integrat de producere a biocombustibililor
- tehnologii de performanțe reduse ale culturilor, cu mecanizare modestă
- nu există sistem de consultanță pentru producerea biocombustibililor, nefiind asigurată pe termen lung prepararea acestora
- lipsa de informare și a interesului pentru valorificare
- accizarea biocombustibililor ca și hidrocarburile.

Nemulțumirile României față de Decizia CE vizează reducerea cotelor anuale de emisii de CO<sub>2</sub> în industria românească cu 20,7%, de la 83,917 mil tone, cât ceruse statul român, la 74,836 mil. tone.

#### 4.1.4 Instituționalizarea activităților de producere și utilizare a biocarburanților

Raportul prezentat Uniunii Europene de către Agenția Internațională de Energie pune în evidență:

- declinul comerțului mondial posibil datorită nivelului coborât al producției de combustibil fosil, în raport cu cererea
- scăderea treptată a extracției de petrol din Marea Nordului, preconizată a se reduce drastic până la epuizarea rezervelor înainte de anul 2010
- creșterea dramatică a cererii de energie din partea țărilor non-OECD, cum ar fi China și India
- țările europene se confruntă deja cu o simțitoare creștere a cererii de combustibili alternativi în sectorul transporturilor, biocarburanții fiind unii dintre aceștia.

Scenariul prezentat la Forumul Comisiei Europene preconizează că până în anul 2010, cel puțin 12% din piața resurselor energetice va fi ocupată de biocombustibili.

Având în vedere că ultimii 15 ani au demonstrat: o impresionantă creștere mondială a producției de biocombustibili, o puternică preocupare de reînnoire a resurselor energetice, o agresivă activitate civică de impunere a conceptului de „salvgardare a mediului înconjurător”, precum și o preocupare deosebită pentru reșezarea politicii agricole mondiale.

Comunitatea europeană cunoaște de mult timp o efervescentă și avansată activitate de promovare a conceptului de „combustibil ecologic”, producția, standardizarea și consumul de biocarburanți devenind priorități ale politicilor de mediu, agricultură și transporturi.

Atât activitatea instituționalizată dedicată biocarburanților, materializată prin înființarea unor departamente și agenții guvernamentale, cât și structurarea intereselor tehnico-economice din mediile cercetării științifice (în special universități și institute de cercetare de profil), afacerilor (producători și consumatori) și societății civile în organizații non-guvernamentale și asociații au condus la crearea unui for european în materie - EUROPEAN BIODIESEL BOARD.

Principala activitate a EBB este aceea de a canaliza și fructifica orice inițiativă de dezvoltare a producției și consumului de biocarburanți în Europa, dar și aceea de a se constitui într-un interlocutor cu autoritate și greutate în fața guvernelor majorității țărilor europene și Comisiei Uniunii Europene.

Rapoartele și studiile întocmite de acest for sunt dezbătute și analizate de către Comisiile Uniunii Europene, concluziile ce se desprind din acestea fiind premise importante în luarea unor decizii referitoare la politicile stabilite de către U.E.

Și Statele Unite ale Americii au instituționalizat în ultimele decenii activitățile legate de producția și consumul de biocarburanți, pe întreg cuprinsul țării, activând multe și puternice asociații ce deservesc atât interesele locale și regionale aferente, cât și interesul național al USA.

În anul 2000 a luat ființă THE NATIONAL BIODIESEL BOARD, for a cărei imagine și influență a impus senatului american și Casei Albe recunoașterea biocarburanților drept combustibil ecologic de importanță strategică în dezvoltarea viitoare a politicilor energetice și agrare.

Rostul celor expuse până acum, în acest subcapitol este de a face o scurtă prezentare a temei biocarburanților, a biodiesel-ului în particular, cu scopul de a demonstra, nu numai necesitatea coagulării timidelor preocupări din domeniu în România pentru producerea și consumul acestuia, dar și necesitatea creării unei „voci” pertinente și autoritare ce poate și trebuie să dialogheze, să informeze și chiar să se impună în fața unor interlocutori considerați actori de frunte în societatea noastră, de la mediile guvernamentale și prezidențiale, la cele de cercetare științifică, până la cel de afaceri și mass-media.

O Românie ce se pregătește asiduă să facă față exigențelor integrării europene are nevoie de un climat efervescent și matur în care activitățile creative și de producție în domeniul biocarburanților ecologici să constituie o componentă cu semnificație, europeană și progresistă.

Demararea în concret a unor activități de producție și consum de biocarburanți are însă nevoie de reglementări legislative apriori stabilite, de o cunoaștere profundă a avantajelor ce urmează a decurge din atare activitate, de o punctuală și pertinentă informare a mediilor românești asupra beneficiilor economice, de mediu, dar și de imagine pe care le poate avea întreaga societate.

Eventualele strategii guvernamentale ce vor viza o politică punctuală de dezvoltare și de implementare a biocarburanților pot avea în Asociația Biocombustibilii în România, un partener de discuții și de conlucrări avizat, cunoscător al situației internaționale din acest sector, un operator capabil să întocmească și să-i pună la dispoziție rapoarte și studii pertinente în domeniu.

Această asociație va putea, în numele și în interesul societății românești, să încheie acorduri de colaborare și de parteneriat cu asociațiile omonime europene și nu numai. Asociația se va constitui într-un veritabil sprijin al celor ce doresc să demareze activități de cercetare și de implementare în sectorul biocombustibililor.

Printr-o concertată și asiduă activitate de promovare a conceptului de „combustibili ecologici” (simpozioane, expoziții, interviuri, publicații etc.), asociația menționată, va fi în măsură să disemineze în plan național toate cunoștințele sale din acest domeniu, să sensibilizeze și să convingă

opinia publică românească asupra necesității întocmirii unui Plan Național de stimulare și de implementare a producției și consumului de biocombustibili.

##### 4.1.5 Potențialul biocarburanților și cerințele viitoare

Se așteaptă să continue o creștere rapidă a utilizării biocombustibililor, respectiv a biocarburanților. Combinarea beneficiilor economice, ale mediului și ale siguranței energiei, care rezultă din utilizarea biocombustibililor atrage interesul și suportul populației, dar și al multor guverne. Drept rezultat al acestui interes, este probabil ca utilizarea biocarburanților să crească, în America de Nord și Europa, la aproximativ 5 - 10 % din totalul amestecului carburant. În Brazilia se folosește peste 20% biocombustibil în benzină.

Orientarea spre utilizarea crescută a biocarburanților va necesita și schimbări referitoare atât la biomasa folosită drept materie primă, cât și la tehnologiile de conversie utilizate pentru fabricarea de biocombustibili. În mod sigur, este foarte importantă utilizarea în continuare a porumbului, zahărului și a culturilor de semințe oleaginoase și în afara acestor materii prime, trebuie să aibă loc și creșterea altor surse de materii prime, cum ar fi biomasa lemnoasă, iarba și alte culturi destinate obținerii de energie. Aceste noi resurse vor contribui atât la evitarea conflictelor potențiale, care pot apărea între producătorii de combustibil și de hrană, din surse agricole, cât și la creșterea potențialului general de înlocuire a petrolului.

În viitorul apropiat, este important să se ia în considerație ceea ce poate fi numită „generația viitoare” de biocombustibili. Acești biocombustibili vor fi produși prin procese mai eficiente de transformare a carbonului din biomasă în combustibili lichizi.

Se urmărește utilizarea unor noi tehnologii mai eficiente de producere a biocombustibililor existenți sau obținerea unor biocombustibili complet noi. Exemple de procese potențial mai eficiente includ producerea de etanol prin căile biologice și termice sau dezvoltarea unor tehnologii noi de obținere a gazului de sinteză pentru obținerea din biomasă a produselor diesel mai ieftine.

Este necesară o îmbunătățire importantă a tehnologiilor pentru a ridica la maxim productivitatea la biocombustibili prepațrați dintr-o anumită cantitate de biomasă.

Exemple de combustibili noi includ produse, cum ar fi dimetil-eter (DME) sau metil-tetrahidrofuran (MTHF). Acestea sau alte produse pot în viitor conferi motorului performanțe îmbunătățite.

În viitorul mai îndepărtat, s-ar putea, de asemenea, utiliza drept carburant hidrogenul obținut din biomasă. Urmează să se stabilească dacă vehiculele cu celule combustibile vor folosi hidrogenul, sau dacă se vor folosi combustibili lichizi bogați în hidrogen, cum ar fi metanolul sau etanolul. În fiecare situație biomasa poate fi folosită ca resursă de bază pentru producerea acestui biocombustibil.

## 4.2 Concluzii

Deoarece caracteristicile fizico-chimice ale materiilor prime mai noi sunt diferite de cele ale resurselor tradiționale, sunt necesare tehnologii noi de prelucrare. Pe o perioadă mai mare de timp, vor fi, de asemenea, posibile orientări spre noi biocombustibili și noi căi de producție.

Cu toate că perspectivele actuale ale unei dezvoltări instituționalizate și generalizate ale biocombustibilului, sunt încă condiționate de obținerea unor costuri rezonabile ale materiilor prime agricole, în viitor umanitatea are de înfruntat problema stringentă a dependenței de combustibili

fosili, trebuind să facă față riscurilor securității aprovizionărilor cu energia necesară sectorului transporturilor.

Oxizii de azot și sulf, fumul, hidrocarburile arse incomplet în m.a.i., care utilizează combustibili clasici, sunt agenții poluanți principali ai aerului. De asemenea acumularea de CO<sub>2</sub> rezultat duce la amplificarea efectului de seră. Pentru a diminua aceste neajunsuri, s-a trecut la utilizarea biocombustibililor, prin a căror ardere se diminuează semnificativ cantitatea de emisii poluante eliberate în atmosferă.

Pe termen scurt, trebuie să se înceapă orientarea spre utilizarea crescută a materialelor lignocelulozice. În prezent, are loc o cercetare intensă referitoare la îmbunătățirea tehnologiilor de conversie biologică a materialelor lignocelulozice în etanol. În ultimele două decenii, au fost înregistrate progrese în domeniul cercetării, iar la nivel industrial, s-a constatat o adaptare a instalațiilor existente la noua tehnologie sau construirea de noi instalații.

În ceea ce privește biodieselul, care este foarte larg utilizat, se pot contura câteva concluzii:

- potențialul de alterare a stratului de ozon prin formarea „smogului” este mai mic în cazul biocombustibililor diesel (B100 și B20) decât în cazul combustibilului diesel convențional, cu cca 50% în ansamblu
- scăderea nitriților din hidrocarburile aromatice policiclice este de până la 90%
- emisiile de sulfuri sunt eliminate complet prin utilizarea B100
- emisiile poluante din gazele de evacuare nu mai conțin oxizi sulfurici și nici sulfați (componente importante ale ploilor acide), deoarece în structura moleculară nu se mai găsește sulfurul, în cazul B100 comparativ cu motorina
- criteriile de apreciere a emisiilor poluante pun în evidență reducerea puternică a acestora în raport cu combustibilul diesel convențional

#### **Bibliografie**

[A4], [A8], [B1], [B5], [B22], [M1], [M2], [M4], [P1], [P3], [R1], [V1], [W5]



**5. EVALUAREA TEHNICO-ECONOMICĂ ȘI A IMPACTULUI  
PSIHOLOGIC PROPRIU POLUĂRII, ÎN CONTEXTUL  
TRANSPORTURILOR ȘI AL MANAGEMENTULUI DE MEDIU**

## 5. Evaluarea tehnico-economică și a impactului psihologic propriu poluării, în contextul transporturilor și al managementului de mediu

### 5.1 Implicații tehnico-economice și ecologice ale poluării, în contextul impactului psihologic al societății umane

#### 5.1.1 Aspecte tehnico-economice

Începând cu anii '70 crizele petroliere au apărut ca urmare a unor disensiuni politice, fapt ce a dus la micșorarea capacității cilindrice a motoarelor și, în timp, la dezvoltarea de noi tehnologii care să permită economisirea de combustibil fără a scădea performanțele motoarelor. Următorul șoc pentru industria auto îl reprezintă impunerea normelor de emisii poluante de către organizațiile guvernamentale, care odată cu trecerea anilor devin tot mai restrictive. Văzute la început ca un impediment, în prezent constructorii ce realizează modele mai puțin poluante beneficiază în unele țări de reduceri fiscale, fapt care se simte și în prețul de achiziție.



Fig.5.1 Autoturism LOREMO - Tehnologii hibride

Automobilele ecologice nu reprezintă o noutate în materie. Încă de la jumătatea secolului al XIX-lea acest tip de vehicule și-au făcut apariția. Deși în acea perioadă ecologia mediului înconjurător nu reprezenta un subiect așa de fierbinte precum este în ziua de azi, vehiculele acționate electric suplineau lipsa la acea dată a puterilor dezvoltate de motoarele cu ardere internă. Odată cu dezvoltarea motorului cu aprindere prin scânteie, din anii 1920 și până în zilele noastre, aceste tipuri de motoare au fost marginalizate întrucâtva. Cu toate acestea, vehiculele ecologice au reînceput să apară, primele realizate în serie fiind cele integral electrice, considerate de altfel ca având un grad de poluare zero. Autonomia scăzută și reîncărcările de durată ale acumulatorilor, fac din acest tip de autovehicul, pentru moment, unul neatractiv pentru cei mai mulți dintre utilizatori. Dar, continuarea ideii de depoluare a atmosferei, precum și interesul crescând al tuturor constructorilor privind tema motoarelor ecologice, a dus la redescoperirea motorului hibrid, inventat de Ferdinand Porsche în 1898. Pasul pentru introducerea unui motor hibrid în producția de serie a fost făcut în 1997 de firma Toyota cu modelul Prius. Nu am ales acest constructor doar din motivul primului venit pe piața auto cu un astfel de model ci și pentru că Toyota a câștigat premiul "Mașina anului 2005" în Europa cu cea de a doua generație a modelului menționat și care propune în anul 2005 modelul SUV Highlander echipat cu un astfel de motor. Am putea spune că principalul competitor al companiei Toyota este Honda. Nici nu se putea altfel, având în vedere că Honda comercializează deja în SUA modelul Insight din anul 2000, Civic din anul 2003, iar în 2005 va mări numărul modelelor hibride comercializate la trei, Accord fiind ultimul

## 5. Evaluarea tehnico-economică și a impactului psihologic propriu poluării, în contextul transporturilor și al managementului de mediu

venit. Toate modelele menționate au motoare cu ardere internă alimentate cu benzină. Trebuie menționat faptul că la ora actuală există mai multe tipuri de motoare hibride și variante ale acestora, însă cele mai răspândite la ora actuală sunt cele electrice.

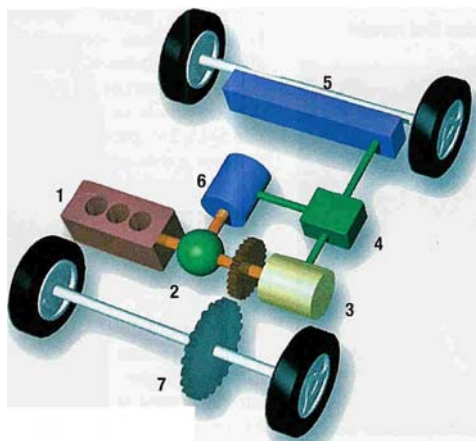


Fig. 5.2 Funcționarea unui hibrid electric

- 1.- Motor cu ardere internă
- 2.- Spliter (sistemul ce comandă funcționarea în diferite configurații a celor două motoare)
- 3.- Motor electric
- 4.- Unitatea de control a tensiunii
- 5.- Bateria de acumulatori
- 6.- Generator
- 7.- Sistemul de antrenare a roților motoare.

Așadar, un motor hibrid electric este format din două motoare: un motor diesel sau cu benzină și un motor electric alimentat de acumulatori. Ca o paranteză, motoarele diesel electrice hibride nu vor mai echipa numai locomotivele. Firme precum Ford, Mercedes sau Cummins studiază deja problema pentru introducerea acestor motoare și pe vehiculele rutiere. Diferența constructivă dintre vehiculul electric și cel hibrid-electric, constă în faptul că motorul cu ardere internă este cel care realizează reîncărcarea acumulatorilor. În plus, în timpul frânărilor sau coborârii pantelor, energia cinetică produsă de motor, ca urmare a aplicării asupra sa a fenomenului numit frână de motor, nu se mai pierde în totalitate, ci o parte din ea este recuperată și transformată în energie electrică de motorul electric devenit generator în această situație. Curentul electric astfel produs, ajută la încărcarea acumulatorilor. Acest proces se mai numește și frânare regenerativă.

### **Economia hidrogenului-promisiune sau revoluție ?**

#### **Motoare pentru autovehicule**

În prezent, celula de combustie cu hidrogen este folosită în mai multe domenii de aplicație, dintre care unul este cel de propulsie a autovehiculelor.

Întrucât celula de combustie convertește combustibilul direct în electricitate, ea este prin definiție, o tehnologie pentru vehiculele hibrid-electrice. Se așteaptă ca

## 5. Evaluarea tehnico-economică și a impactului psihologic propriu poluării, în contextul transporturilor și al managementului de mediu

---

randamentul conversiei combustibil energie să fie de circa 50% în domeniul motoarelor pentru autovehicule. În mod curent însă, celulele de combustie sunt foarte scumpe, deoarece ele nu se realizează în producție de masă, iar infrastructura pentru realimentarea autovehiculelor cu hidrogen nu este încă larg răspândită, urmând a se reveni asupra acestor considerații. Un autovehicul antrenat cu celule de combustie poate fie să-și care propria rezervă de hidrogen într-un tanc sub presiune, fie să-și genereze hidrogenul pe măsura necesității într-un reactor chimic numit reformator.

Departamentul Energiei din SUA (DOE), în colaborare cu firma Ford, a dezvoltat un sistem de antrenare a autovehiculelor bazat pe celule de combustie cu emisii zero. Scopul acestor activități comune a fost de a experimenta în laborator un sistem complet de propulsie a unui autovehicul cu celule de combustie. În cadrul acestui proiect activitatea continuă pentru a se evalua riscul utilizării hidrogenului drept combustibil, siguranța în funcționare a celulelor de combustie energetice și de a verifica integrarea generării de energie cu sistemul de realimentare a autovehiculelor cu hidrogen. Primul sistem energetic cu pile de combustie din lume, de 50 kW, a fost construit în 1999 de către International Fuel Cells, în cadrul colaborării DOE cu firma Ford. Acest sistem furniza suficientă energie pentru a antrena un autovehicul de dimensiuni medii, cântărea circa 140 kg și avea un volum de 250 cm<sup>3</sup>.

Motorul cu hidrogen este echipat cu baterii cu nichel-cadmiu, care oferă cele mai bune performanțe în ceea ce privește protecția mediului și capacitatea de stocare a energiei pe unitatea de volum. Bateria cu nichel-cadmiu este formată din trei celule separate bine protejate, iar vehiculul va putea să continue să funcționeze dacă una din cele trei celule se defectează. În schema electrică, bateria este situată între pila de combustie, care convertește hidrogenul în energie electrică, și motoarele electrice de antrenare amplasate în cele patru roți.

O caracteristică constructivă a autovehiculului antrenat cu motor cu hidrogen este integrarea celulei de combustie cu tehnologia de electronizare sistemică a funcționării autovehiculului și motorului, care va înlocui sistemele anterioare predominant mecanice de control al direcției, frânare, accelerare, securizare a deplasării etc. Această înlocuire va elibera spațiul în compartimentul motor și al transmisiilor deoarece sistemele electronice sunt mult mai compacte decât cele mecanice. Performanțele sistemelor electronice pot fi programate prin software. Adicional, în absența sistemelor de transmisie convenționale a energiei de la motor la roți, structura șasiului poate fi modificată, proiectanții de caroserii putând crea forme aerodinamice care să difere esențial de cele convenționale, satisfăcând astfel cerințele consumatorilor.

Versiunea tipărită a revistei "The Hydrogen & Fuel Cell Letter" din luna septembrie 2003 a publicat fotografia unei locomotive diesel electrice de 1800 CP convertită, în cadrul unui proiect de 5 ani, într-o versiune antrenată de celule de combustie de către Institutul de Propulsie prin Celule de Combustie din Denver (SUA).

General Motors, identificând aceste noi oportunități, a expus în septembrie 2002, la Expoziția Auto de la Paris, o mașină care reprezintă noul concept numit Autonomy. Un autovehicul de tip Autonomy, dezvoltat pe deplin și cu tehnologia de comandă electronizată integrată, este un vehicul construit începând de la roți în sus. Șasiul este o placă subțire pe care sunt dispuse bateria de pile de combustie, tancurile de hidrogen, unitatea centrală pentru control electronic, schimbătoarele de căldură, timoneria direcției, sistemul de frânare.

## 5. Evaluarea tehnico-economică și a impactului psihologic propriu poluării, în contextul transporturilor și al managementului de mediu

În ianuarie 2003, Rick Wagoner, președinte al primului constructor mondial de autovehicule, la Expoziția Internațională Auto Nord-Americană, a declarat: "Dacă viziunea noastră asupra viitorului este justă, și noi suntem convinși că este, Autonomy poate reinventa automobilul, precum și toată industria. Autonomy nu este numai un nou capitol în istoria automobilului, este volumul II, volumul I fiind secolul trecut. Secolul XX a fost secolul motorului termic, secolul XXI va fi cel al pilei de combustie. Conceptul de Autonomy furnizează o viziune asupra potențialului nașterii economiei hidrogenului".

În Europa, Mercedes a anunțat că a cheltuit peste 20 milioane euro pentru filiera hidrogen, depunând nu mai puțin de 200 de brevete.

Tehnologia celulelor de combustie a avansat în mod semnificativ în câțiva ani, constructorii de automobile ca Daimler-Benz, Mercedes, GM, Mitsubishi, Toyota etc. au expus prototipuri de vehicule antrenate cu celule de combustie. Multe din aceste prototipuri au fost greoaie, au necesitat unități energetice cu pile de combustie puternice, care au făcut pe unii observatori să prevadă că ar mai putea trece încă 10-15 ani pentru ca pila de combustie să devină economică.

Un alt exemplu de mașină antrenată cu celule de combustie este Mitsubishi, prezentată în revista "The Hydrogen & Fuel Cell Letter" din luna octombrie 2003.

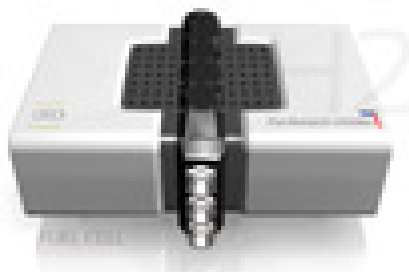


Fig. 5.3 Cea mai mică celulă de combustie din lume

Producatorul de automobile PSA Peugeot Citroen a prezentat recent cea mai mică celulă de combustibil pentru mașini, promițând că va susține cercetări viitoare pentru a reduce costul acestor surse energetice. Genepack, un set celule de combustibil ce funcționează cu hidrogen, are o capacitate de până la 80 KW, este de mărimea unei valize și poate fi utilizat în vehiculele destinate serviciilor municipale. "Această tehnologie e doar la început, dar ofera o soluție reală pentru viitor", a declarat Jean-Marie Folz, președintele PSA, citat de Reuters, la inaugurarea sistemului. Oficialii PSA se arată însă realiști, considerând că rămân o mulțime de probleme de rezolvat. Marimea ansamblului Genepack, deși mai redusă decât a celulelor de combustibil asemănătoare, nu îi permite să fie instalat într-un autovehicul mic. O altă problemă apare din cauză că o parte din celulă este construită din platină, un metal nobil foarte scump. De asemenea, temperaturile reduse pot cauza probleme la pornire. Dar, deoarece transformă oxigenul și hidrogenul în apă și căldură, sistemul este practic nepoluant.

### Noi aplicații pentru punctele cuantice

Oamenii de știință au observat că, datorită unor proprietăți ale nanocristalelor, punctele cuantice pot fi folosite în producerea de celule fotovoltaice cu randament superior celor de azi. “Multiplicarea de purtător” este un fenomen prin care, în unele nanocristale semiconductoare, la interacțiunea cu un foton apar câțiva electroni excitați. Până recent, se considera că această proprietate aparține numai nanocristalelor de seleniură de plumb, dar cercetările efectuate de o echipă de la Laboratorul National Los Alamos din SUA au concluzionat că acest proces decurge cu o eficiență ridicată și în nanocristale de compoziție diferită, cum sunt seleniurile de cadmiu. “Cercetările noastre efectuate în anii trecuți asupra multiplicării de purtător [...] au analizat răspunsul nanocristalelor de seleniura de plumb când au fost lovite de pulsuri laser foarte scurte”, a declarat cercetătorul Richard Schaller. Descoperirile făcute la Los Alamos arată că tehnologiile solare pot folosi în continuare materiale precum telurura de cadmiu, material obișnuit în celulele fotovoltaice, care este foarte asemănător cu seleniura de cadmiu. De asemenea, o alta posibilitate apare în utilizarea acestor tehnologii în scindarea fotolitică a apei. Acest proces cere patru electroni pentru fiecare moleculă de apă, iar eficiența poate fi ridicată semnificativ dacă mai mulți electroni sunt eliberați prin absorbția unui singur foton. Hidrogenul și celulele de combustie au potențialul de a schimba tehnologia energetică mondială, soluționând probleme cu care este confruntată lumea: dependența de extracția sau importul de țiței și derivatele sale, poluarea atmosferică, efectul de seră etc. Dar, în zilele noastre, tehnologia hidrogenului și a celulelor de combustie este mai mult o reclamă exagerată decât o revoluție. Transpunerea în realitate a potențialului hidrogenului și al celulelor de combustie depinde de dezvoltarea științei și tehnologiilor specifice din domeniu. La nivel național și internațional este necesar să se facă un studiu prospectiv asupra economiei hidrogenului, care va schimba modalitatea în care energia este produsă și utilizată. Utilizarea hidrogenului ca un purtător de energie va schimba multe aspecte ale vieții noastre în viitor. Împreună cu celula de combustie, hidrogenul are potențialul de a revoluționa întregul sistem energetic mondial. În condițiile creșterii explozive a numărului de automobile și a gradului de poluare a mediului înconjurător datorită arderii combustibililor petrolieri, vehiculele electrice hibride prezintă o alternativă viabilă, care permite atât reducerea consumului de combustibil cât și a poluării.

Dintre autoturismele cu tracțiune hibridă comercializate în Germania cităm:

- Toyota Prius Hybrid cu m.a.s. de 1497 cm<sup>3</sup>, 57 kW cu un consum de cale de 4,3 l/100 km și CO<sub>2</sub> eşapat 104 g/km
- Honda Civic Hybrid de 1339 cm<sup>3</sup>, 70 kW, consum de cale 4,6 l/100 km și dioxid de carbon produs 109 g/km.

În prezent, tipurile de baterii cele mai utilizate pentru tracțiunea electrică sunt bateriile alcaline cu hidruri metalice-nichel (NiMH), sau nichel-cadmiu, bateriile cu Litiu-Polimer, Litiu-Ion și bateriile obișnuite cu plumb.

## 5.1.2 Exergia și mediul, atitudinea psihologică a societății umane în complexitatea sa multidisciplinară, pentru controlul poluării

### 5.1.2.1 Mediul ambiant și exergia

Omenirea a primit de la Terra din belșug, tot ce am dorit, dar a folosit resursele într-un mod egoist. În urmă cu aproape două secole deja, s-a evidențiat rolul nefast al defrișării pădurilor, a căror suprafață în loc să rămână măcar constantă, scade continuu. Industria, mare consumatoare de materii prime și energie, nu mai poate spera în rezerve clasice inepuizabile. Nimic nu se poate produce fără deșeuri care se acumulează în cantități impresionante, deranjând echilibrul natural și cu aceasta înrăutățind condițiile de viață.

Mediul ambiant, sub aspectul comportării lui din punct de vedere termodinamic, apelează la **exergie**, mărime de stare termodinamică de speța a doua.

În termodinamică **entropia S** se definește prin:

$$dS = dQ/T, \quad (5.1)$$

ea fiind de fapt o măsură a dezordinii dintr-un sistem.

Cu cât entropia este mai mică cu atât mai multă căldură se poate converti în lucru mecanic util.

Într-un sistem termodinamic, prin modelul gazului ideal, exergia pierdută de sistem în proces ireversibil este:

$$X = m \times (c_p \times (T - T_0) - c_p \times T_0 \times \ln(T/T_0) + R \times T_0 \times \ln(p/p_0)) \quad (5.2)$$

**Anergia** indică partea din energie care nu mai poate fi transformată în lucru mecanic util. Poate fi generată anergie și în procesele naturale, fără intervenția omului.

În esență:

$$\text{Energia} = \text{exergia} + \text{anergia} \quad (5.3)$$

În ultimii ani, în proiectele de implementare a principiilor dezvoltării durabile, s-a realizat faptul că aceste principii nu aduc doar beneficii tangibile, cum ar fi reducerea costurilor și conservarea capitalului natural, cât și reputația întreprinderii care implementează regulile de sustenabilitate, solidaritatea etichetei ecologice a produselor companiei respective, precum și relațiile strategice pe care și le construiește o asemenea companie în mediul de afaceri.

### 5.1.2.2 Combaterea poluării prin atitudinea corectă a omului

Necesitatea abordării multidisciplinare a mediului înconjurător este argumentată de complexitatea fenomenelor și proceselor care compun și contribuie la existența și evoluția acestuia, de unde numărul mare de științe care concură la analiza și prin aceasta, la dezvoltarea lui. Pe de altă parte, din aceasta complexitate apare și diversitatea deosebită astfel încât controlul anumitor fenomene de mediu devine dificil (cum ar fi poluarea). Creșterea conștientizării rolului și importanței mediului ca și posibilele schimbări în comportamentul oamenilor pot fi urmărite la nivel individual, comunitar și global, iar cheia în rezolvarea problemelor de mediu este formarea atitudinii ecologice,

## 5. Evaluarea tehnico-economică și a impactului psihologic propriu poluării, în contextul transporturilor și al managementului de mediu

deoarece ea esențializează elemente ale dezvoltării durabile și oferă soluția echilibrului în relația om – mediu, prin abordarea multidisciplinară a acestuia.

Se va prezenta în lucrare mai întâi, modul în care se ajunge la formarea atitudinii ecologice ca rezultată firească a educației pentru dezvoltare durabilă, iar apoi segmentul acțional, la momentul practic și aplicativ prin care se ajunge la rezolvarea reală a problemelor mediului înconjurător, cu participarea directă a cunoștințelor, informațiilor obținute din celelalte științe, științele mediului, științe interdisciplinare cu mediul.

Deoarece tendințele contemporane nu sunt durabile și datorită faptului că implicarea, educarea și instruirea publicului sunt elemente cheie ale unei societăți care ar trebui să aibă ca scop durabilitatea, educația este cea care are rolul de a declanșa și de a produce schimbări în sistemul de valori ale individului, în modelele comportamentale, în deprinderile și atitudinile acestuia. Această parte a lucrării este focalizată pe oferirea reperelor în stabilirea unui cadru general al educației pentru dezvoltare durabilă și urmărește să clarifice trăsăturile esențiale (de bază), care trebuie să fie incluse în programul de educație, în special în cazul grupurilor-țintă elevi de școală primară, gimnaziu, liceu sau studenți. Prin urmare, orice instituție sau organizație care vrea să creeze și să dezvolte un anumit program de educație pentru dezvoltare durabilă poate utiliza acest material (ghid) pentru definirea principalelor direcții de acțiune și a instrumentelor specifice, care trebuie folosite pentru a obține răspunsul optim din partea cursanților. Din moment ce lucrarea de față trebuie să fie adaptată practic la toate grupurile-țintă posibile, esența sa se bazează pe conceptul de transferabilitate, care este definit în lucrare.

Așa cum s-a stabilit în **Declarația de la Rio asupra mediului și problemele dezvoltării**, printre cele 18 principii de durabilitate, educația joacă un rol hotărâtor: „Problemele mediului sunt cel mai bine soluționate prin participarea tuturor cetățenilor care sunt implicați. Națiunile vor facilita și vor încuraja conștientizarea și implicarea publicului, punând la dispoziție ample informații despre mediu.”

Educația pentru dezvoltare durabilă este instrumentul cel mai eficient pentru durabilitate, din moment ce înzestrează individul cu deprinderile necesare de bază și determină formarea unui comportament corect/civilizat și generând conștientizarea individului.

Capitolul 36 din Agenda 21 definește 4 direcții majore ce trebuie urmărite prin educația pentru dezvoltare durabilă :

1. sprijinirea educației de bază
2. reorientarea educației existente spre dezvoltare durabilă
3. dezvoltarea procesului de sensibilizare și conștientizare a publicului
4. instruirea (training-ul).

Primii 2 itemi se referă la educație în sens clasic, ceea ce înseamnă școala (școala primară, gimnaziul și liceul) și învățământul superior (universitatea). Ultimele 2 direcții corespund perfect temei noastre. În raportul *Educația și învățarea pentru un consum durabil* publicat în 1999 de OECD, afirmația ”*educația și inițiativele de învățare pot juca un rol pozitiv*” înseamnă că promovarea durabilității prin învățare pe tot parcursul vieții va dezvolta competența cetățenilor în ceea ce privește protejarea mediului și-i va determina să-și schimbe radical obiceiurile de consum în spiritul dezvoltării durabile.

Durabilitatea este un concept extrem de pretențios întrucât se referă la o multitudine de aspecte economice, sociale și ecologice. Mai întâi trebuie să selectăm



## 5. Evaluarea tehnico-economică și a impactului psihologic propriu poluării, în contextul transporturilor și al managementului de mediu

elementele de bază ale durabilității (aspecte care nu sunt legate de anumite probleme particulare) și să ne gândim la modalitatea de educare a oamenilor în spiritul acestor aspecte. Înțelegând faptul că un individ sau un grup de indivizi structurat pe criterii din cele mai diverse (de exemplu familia, un grup profesional cum ar fi elevii/studentii, managerii sau personalul administrativ, persoane de vârstă a treia, persoane cu handicap, etc.) au nevoi care trebuie satisfăcute, educația pentru dezvoltare durabilă înseamnă crearea și dezvoltarea de atitudini, comportamente și deprinderi care să permită satisfacerea nevoilor în cadrul general al dezvoltării durabile. De aceea, trebuie mai întâi să determinăm care sunt nevoile și prin ce mijloace pot fi satisfăcute aceste nevoi în contextul dezvoltării durabile.

A doua etapă este definirea abilităților/capacităților/deprinderilor care trebuie dezvoltate în general, etapa următoare este definirea transferabilității, a criteriilor și limitelor sale și ultima etapă este definirea criteriilor de verificare-evaluare a eficienței activităților realizate în vederea educării/instruirii. Schimbarea principală care trebuie făcută în mentalitatea indivizilor este cea de substituție a intereselor imediate cu interesul pentru păstrarea/conservarea

resurselor planetei pentru generațiile următoare, ceea ce înseamnă:

Educarea acelor abilități care pot fi create în interiorul oricărui grup în condiții similare (transferabilitate) prin adaptarea (familiarizarea și asimilarea) matricei de nevoi generale pentru a atinge nivelul superior, ce corespunde mentalității de dezvoltare durabilă.

Figura 5.4 prezintă schema abordării în această lucrare. Când am încercat să definim esența modului nostru de abordare a temei, am pornit de la ideea că fiecare individ, în afară de originea sa etnică, nivelul educațional, statutul sau poziția socială etc. are un set de nevoi fundamentale. Acestea înseamnă mai mult sau mai puțin *supraviețuire* și reprezintă partea „egoistă” din fiecare dintre noi.

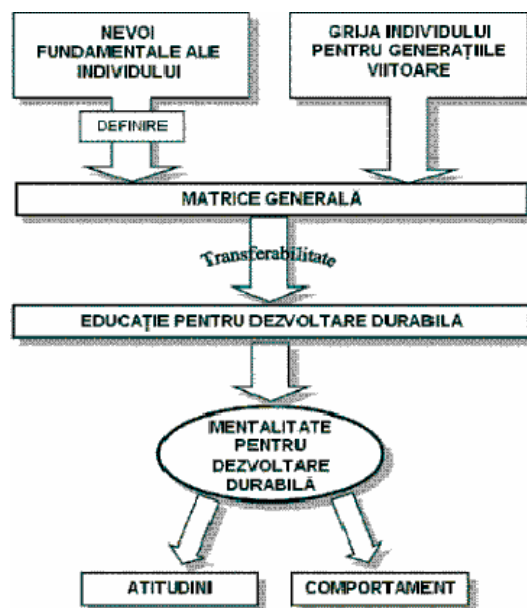


Fig. 5.4 Matricea umană de formare a atitudinii ecologice

## 5. Evaluarea tehnico-economică și a impactului psihologic propriu poluării, în contextul transporturilor și al managementului de mediu

Există 2 modalități de satisfacere a acestor nevoi: modalitatea „dură”, atunci când individul își satisface nevoile prin orice mijloc (fără să-i pese de nimic) și modalitatea „fină”, când individul este conștient de faptul că face parte din comunitate și deci există și alți oameni care trebuie să fie luați în considerare. Modul de acțiune a individului este determinat de atitudinea sa față de mediu (lumea în care trăiește). De aceea, trebuie mai întâi să definim acele nevoi fundamentale ale individului care duc la o dezvoltare nedurabilă a omenirii. Ele constituie ceea ce numim noi o matrice care este prezentă în fiecare individ și care trebuie să fie stimulată pentru „a creștea aluatul pentru pâine”, pentru a depăși stadiul de satisfacere a nevoilor imediate.

Un alt aspect al realității umane este grija pentru generațiile următoare. Din nefericire, această preocupare este pe termen scurt, din moment ce suntem preocupați doar de urmașii noștri imediați, cu care interacționăm în timpul vieții. Generațiile din viitorul îndepărtat (3 sau 4 generații în viitor) reprezintă deja entități abstracte care nu ne spun nimic. Acesta constituie un alt aspect nedurabil al matricei care trebuie să fie schimbat prin intermediul educației.

Odată ce am definit matricea, vom putea identifica apoi deprinderile, atitudinile, capacitățile și comportamentele corespunzătoare ce trebuie să fie educate în spiritul durabilității.

Transferabilitatea înseamnă că nu trebuie să ne fixăm pe unele elemente particulare (speciale), întrucât în etapa anterioară am identificat doar elementele fundamentale ce aparțin fiecărui individ indiferent de originea sa etc. Rezultatele așteptate ale abordării noastre ar trebui să reprezinte schimbări profunde în mentalitatea individului, care va fi orientată spre *dezvoltarea durabilă*. Nevoia este expresia mentală a energiei necesităților înnăscute și acumulate ale ființei umane. Evoluția nevoii rezultă inevitabil din schimbul de interacțiuni ale organismului și ale personalității cu mediul natural și social. Nevoile sunt orientate spre necesitatea de adăpostire, protecție prin îmbrăcăminte, hrănire, apărare, cultură etc.

Nevoile tind să se dezvolte în armonie și echilibru cu structurile civilizate ale mijloacelor de satisfacere a acestora. În general, nevoia exprimă necesitatea organismelor și organelor de a folosi ceea ce este necesar pentru buna lor funcționare. Ele trebuie să fie analizate în corelare cu satisfacția, recurența, interesele și cerințele de conservare, toate fiind incluse în structura lor.

Conform teoriei motivaționale a lui Maslow, organizarea ierarhică a nevoilor umane se bazează pe două legi:

Nevoia este mai puțin probabil să se manifeste atunci când este continuu și mai intens satisfăcută.

Nevoia apare ca o motivație numai atunci când nevoile mai puternice de nivel inferior au fost satisfăcute anterior.

Nevoile fundamentale sunt satisfăcute într-o manieră ciclică continuă; altele au un caracter ocazional (de exemplu cea de a fi stimat, de a se realiza profesional), iar altă categorie are caracter circumstanțial.

Din această scurtă prezentare rezultă că matricea ar trebui să includă nevoi care vizează:

- a. nevoia de sănătate fizică și mintală
- b. nevoia de a învăța
- c. nevoia de securitate

## 5. Evaluarea tehnico-economică și a impactului psihologic propriu poluării, în contextul transporturilor și al managementului de mediu

Nevoia de a avea o viață mai bună este satisfăcută în matricea noastră prin interesele economice, intelectuale și emoționale imediate.

Rolul educației pentru dezvoltare durabilă este transformarea intereselor imediate (nedurabile) ale individului în interese pe termen lung (durabile).

Tabelul 5.1 sintetizează elementele matricii nevoilor fundamentale și deprinderile educabile (și care trebuie educate), astfel încât să se ajungă la o mentalitate durabilă a individului. Principala mutație care trebuie să aibă loc în conștiința oamenilor de astăzi este substituirea *intereselor imediate* (economice, emoționale și intelectuale) cu conceptul de *interes durabil* (pe termen lung) pentru asigurarea viitorului generațiilor viitoare.

Tabelul 5.1 Matricea nevoilor fundamentale și deprinderile ce pot fi educate

| Matricea nevoilor fundamentale               | Deprinderi și atitudini educabile în spiritul dezvoltării durabile                                                                                                                |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sănătatea fizică și mintală                  | * responsabilitate<br>* comunicare<br>* conștientizare<br>* prevedere<br>* planificare<br>* aspirația pentru o viață mai bună<br>* grija pentru ceilalți<br>* grija pentru natură |
| - hrana și apa                               |                                                                                                                                                                                   |
| - căldura                                    |                                                                                                                                                                                   |
| - sexul și grija pentru generațiile viitoare |                                                                                                                                                                                   |
| - îmbrăcăminte                               |                                                                                                                                                                                   |
| Nevoia de a învăța                           |                                                                                                                                                                                   |
| Nevoia de securitate                         |                                                                                                                                                                                   |
| - adăpost                                    |                                                                                                                                                                                   |
| - serviciu                                   |                                                                                                                                                                                   |
| - familie                                    |                                                                                                                                                                                   |
| - libertate de mișcare                       |                                                                                                                                                                                   |
| - petrecerea timpului liber                  |                                                                                                                                                                                   |

Acest concept implică ideea de dezvoltare fără a epuiza resursele dincolo de limitele de regenerare ale Pământului, care definește conceptul de *dezvoltare durabilă*.

Astfel am pus accentul pe *transferabilitate*, adică pe capacitatea matricii de nevoi fundamentale prezentate anterior, de a se adapta la contextul viitorului în concordanță cu specificul prezentului.

Transferabilitatea este proprietatea prin care elemente specifice semnificativ reprezentative care definesc matricea de nevoi fundamentale devin educabile, perfectibile și aplicabile la orice populație.

Când concepem un program de educație pentru dezvoltare durabilă, trebuie să fim atenți la *elementele netransferabile*. Acestea sunt:

- specificul etnic/național
- mentalitățile specifice unei anumite zone geografice (regiuni)
- elementele specifice civilizației, religiei și culturii
- atitudini civice specifice și gradul de conștientizare.

În cazul comunităților foarte sărace, trebuie să se aibă mare grijă cum se abordează această problemă deoarece este inutil să educi pentru dezvoltare durabilă un individ sau un grup de indivizi care trăiesc la limita subzistenței, învățându-i cum să cumpere produse ecologice scumpe față de cele neecologice, care sunt mai ieftine, ele reprezentând diferența dintre supraviețuire și înfometare. Aceste cazuri extreme trebuie tratate într-o manieră specială. Această remarcă definește limitele transferabilității, care se adresează națiunilor cu un standard de viață minim în termeni de acceptabilitate.

## 5. Evaluarea tehnico-economică și a impactului psihologic propriu poluării, în contextul transporturilor și al managementului de mediu

O politică de mediu progresivă este mai semnificativă dacă este acceptată sau, mai ales, dacă este prezentată tuturor sectoarelor societății. Pentru ca problemele mediului să poată fi combătute este necesară o varietate de abordări. Inițiativele de rezolvare a problemelor trebuie să fie multidimensionale și inițiate cât mai curând posibil – de către oamenii de știință, de către ingineri în ceea ce privește aspectele mediului și de economiști în anticiparea legilor și a schimburilor.

Alertele legate de mediu se referă în principal la următoarele probleme:

- numai jumătate din populație respiră aer sanatos
- mai puțin de jumătate din populația din mediul rural dispune de apă curată
- producția anuală de mâncare a lumii este numai jumătate față de creșterea anuală a populației
- aproximativ o sută de specii de plante și animale sunt predispușe dispariției în fiecare zi.

Nivelul individual este considerat primul comportament de mediu. Suntem conștienți de faptul că problemele de mediu sunt legate de stilul de viață, de mentalitate, așa cum este activitatea industrială sau cea agricolă, fapt ce înseamnă până la urmă, schimbarea atitudinii oamenilor față de mediu. În mod real, practic, *acțional*, oamenii pot proteja mediul în două feluri: activ sau pasiv. *Calea pasivă* se reflectă în abilitatea “consumatorilor verzi” de a se reorienta către produse compatibile cu mediul, în separarea pe categorii a deșeurilor casnice, pentru a ajuta reciclării. *Calea activă* se manifestă prin participarea în organizații de mediu și prin conștientizarea cetățenilor asupra problemelor de mediu. Indivizii pot forma o memorie colectivă valoroasă, esențială în promovarea autorității civile și în solicitarea feed-back-ului guvernamental pentru stabilirea programelor de protecția mediului. La nivel individual, în planul comportamentului de mediu, fidelitatea percepției este fundamentală în recepționarea și redarea informației, nerespectarea ei putând provoca perturbări de mediu. Participarea directă a publicului în planificarea și luarea de decizii îi face pe oameni mai interesați de subiect și mai dornici să acționeze.

Creșterea conștientizării mediului și posibile schimbări în atitudinea/comportamentul oamenilor :

|                    |   |                                     |
|--------------------|---|-------------------------------------|
| producție de masă  | → | producție diferențiată              |
| expansiune         | → | consolidare                         |
| specializare       | → | generalizare                        |
| exploatare         | → | refolosire, reparație               |
| comunicare de masă | → | informare selectivă                 |
| economie           | → | ecologie                            |
| banii ca valoare   | → | Semnificația (însemnătatea) banilor |
| singurătate        | → | cooperare                           |
| intimitate         | → | deschidere                          |

Nivelul comunității implică integrarea problemelor de mediu în toate sectoarele societății . Dominarea graduală a surselor de poluare ce provin dintr-o varietate de activități umane asupra celor mai ușor de controlat și de identificat, nu permite nici unui

## 5. Evaluarea tehnico-economică și a impactului psihologic propriu poluării, în contextul transporturilor și al managementului de mediu

sector al societății să eludeze responsabilitatea de a depune eforturi individuale pentru scăderea impactului global asupra mediului. Nivelul comunității înseamnă o formă nouă, superioară a comportamentului de mediu, prin care este facilitată introducerea unor tehnologii noi, utile mediului și schimbarea stilului de viață, de la tiparele tradiționale ale societății industriale informaționale și de comunicare, la o nouă eră de conștientizare asupra mediului într-o societate durabilă. Problemele de mediu trebuie să fie total integrate în planificarea socio-economică incluzând mai multe răspunsuri pentru mai multe sectoare publice: cercetare, educație, comunicații, producție industrială, construcții, consum, etc. Realizarea unui program efectiv de protecția mediului impune accesul la informații relevante despre factorii poluanți ai fiecărui sector și cunoașterea modalității în care acești factori pot interacționa și influența cu mediul înconjurător. O recomandare generală este aceea de a face cunoscută inițiativa fiecărui proiect public. Planificarea socială și ecologică se bazează pe entuziasm ce provine din cunoștințe și cooperare. Educarea dezvolării durabile la nivelul comunității înseamnă cultivarea - la toți participanții - a responsabilității crescute și a conștientizării pentru a stimula dialogul de mediu.

Fiecare sector trebuie coordonat și stimulat în privința obiectivelor proprii de mediu, astfel încât să creeze răspunsurile ce se potrivesc cel mai bine condițiilor locale. Este important să anticipăm conflictele ce apar în diverse sectoare economice. Politicile de mediu trebuie să fie în conformitate cu politicile sectoarelor societății (între mediu și politicile de energie), cum ar fi stoparea diferitelor politici energetice și înlocuirea acestora cu politicile economice. Totuși, cu cât vor fi incluse mai repede problemele de mediu cu atât comunitatea va realiza profituri economice din resurse naturale bine întreținute. Este de așteptat că dificultățile și avantajele vor fi distribuite între țări până când politicile internaționale vor fi acceptate.

Sunt necesare noi forme și reguli internaționale guvernamentale în privința relațiilor și cooperării. Țările dezvoltate trebuie să coordoneze aceste procese, să găsească noi forme de cooperare în mediul relațiilor lor cu țările în curs de dezvoltare, în mare parte din cauză că programele anterioare au exploatat prea mult resursele naturale. E de dorit ca noile forme ale cooperării internaționale să includă implicarea directă a țărilor dezvoltate în crearea de metode tehnice și științifice pentru dezvoltarea acestora. Pentru a-și rezolva propriile probleme este important să-și asigure participarea și integrarea. Un asemenea proces necesită acces deschis la toate tipurile de informații relevante, schimbul de tehnologii (sau cel puțin crearea de condiții ce vor facilita schimbul de tehnologii între țările ce au nevoie), care vizează nu numai țările în curs de dezvoltare ci și pe cele în tranziție. Sărăcia și scăderea apei, în mare parte cauzate de creșterea rapidă a populației constituie cauza multor probleme grave, care necesită prioritatea, atenția din diferitele țări în curs de dezvoltare. Două dintre problemele critice sunt degradarea resurselor naturale și malnutriția. Nu ar trebui să fie uitat faptul că cooperarea internațională cu privire la protecția mediului este adesea o parte integrată în politica de dezvoltare a unei țări.

Reducerea exploatarei resurselor naturale ar trebui continuată prin recunoașterea realităților economice, culturale și sociale. Organizațiile internaționale, de asemenea, ar trebui să susțină eforturile țărilor în curs de dezvoltare, în aceeași măsură, ca și ale țărilor în tranziție. Multe cunoștințe și tradiții ale țărilor dezvoltate despre ecosistem rămân nefolosite, ele fiind extrem de importante pentru sănătatea noastră biologică.

## 5. Evaluarea tehnico-economică și a impactului psihologic propriu poluării, în contextul transporturilor și al managementului de mediu

Îmbunătățirea calității programelor de ajutorare din țările în curs de dezvoltare, poate favoriza munca de mediu efectivă, protejând bogățiile și cultura diversificată.

Protecția mediului are o scurtă istorie. Un număr de dezastre ale mediului au fost de asemenea legate de numeroase dezastre chimice. În timp, relațiile despre încărcăturile poluante și consecințele lor asupra mediului au devenit evidente, astfel încât la momentul actual putem să enumerăm, în termeni generali, multe amenințări asupra mediului rezultate din complexe activități umane. Omenirea deține în prezent suficiente cunoștințe pentru inițierea soluțiilor efective pentru multe probleme de mediu.

Atitudinea ecologică este o consecință a educației pentru dezvoltare durabilă și, în același timp, mijlocul, instrumentul prin care pot fi cunoscute și soluționate problemele mediului înconjurător, la a cărui existență și evoluție participă un număr mare de științe. Formarea atitudinii ecologice reprezintă, cu alte cuvinte, segmentul de educație, fundamentul teoretic necesar modelării mentalității umane în spiritul dezvoltării durabile, în timp ce atitudinea ecologică în sine devine segmentul acțional al individului, momentul practic și aplicativ, comportamentul ecologic, prin care se pot remedia, rezolva concret și real, problemele mediului înconjurător.

### 5.1.3 Reducerea consumului de combustibil și a unor noxe pentru autoturismul echipat cu motor cu ardere internă, prin raționalizarea conducerii acestuia

Consumul de combustibil și implicit emisiile poluante ale motoarelor de autovehicule depind de consumul specific al motorului și de condițiile în care circulă acestea. Sunt însă și unele caracteristici constructive și funcționale ale autovehiculelor, care la rândul lor intervin în determinarea consumului de combustibil.

Consumul de combustibil, la 100 km rulați, se poate exprima astfel:

$$C_{100}^I = \frac{c}{\delta \cdot \eta_t} \cdot \left( G_a \cdot \psi + \frac{k \cdot A \cdot v^2}{13 \cdot G_a} + \delta \cdot \frac{G_a}{g} \cdot \frac{dv}{dt} \right) \quad (5.4)$$

unde:

$G_a$  - greutatea totală a autovehiculului

$c$  - consumul specific de combustibil al motorului

$\delta$  - coeficientul de calcul al influenței maselor aflate în mișcare de rotație

$k$  - coeficientul aerodinamic al caroseriei autovehiculului

$A$  - secțiunea transversală a caroseriei autovehiculului

$v$  - viteza de deplasare

$\eta_t$  - randamentul global al transmisiei.

Asupra consumului de combustibil influențează în mare măsură, factorul aerodinamic - (produsul  $kA$ ), mai ales la viteze mari de circulație.

### Efectul transportului pe portbagajului autoturismului

La circulația cu portbagaj simplu, la circulația autoturismului cu viteza de 80km/h, majorarea consumului de combustibil datorată creșterii rezistențelor aerodinamice este prezentată în tabelul 5.2.

## 5. Evaluarea tehnico-economică și a impactului psihologic propriu poluării, în contextul transporturilor și al managementului de mediu

Tabelul 5.2 Consumul de combustibil la circulația cu portbagaj deasupra autovehiculului

| Nr. Crt. | Încărcare portbagaj pe acoperiș                       | Majorarea consumului de combustibil [l/100km] |
|----------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1.       | Portbagaj neîncărcat                                  | + 0,7                                         |
| 2.       | Portbagaj cu carcasă de bagaje, de formă aerodinamică | + 1,5                                         |
| 3.       | Bicicletă prinsă la verticală                         | + 2...4                                       |

Dacă se fixează bicicleta pe portbagajul autoturismului, la fiecare 1000 km parcurși, costurile suplimentare cu combustibilul vor fi în medie de 15 €.

### Efectul încălzirii motorului după pornire

Pentru un autoturism VW Passat, cu cilindrul de 1600 cm<sup>3</sup>, la 0°C temperatura mediului ambiant, sunt de reținut datele din tabelul 5.3.

Tabelul 5.3 Efectul încălzirii motorului asupra consumului de combustibil

| Nr. crt | Distanța parcursă [km] | Consum de combustibil [l/100km] | Observații                |
|---------|------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| 1.      | 0 (pornire)            | 50                              |                           |
| 2.      | 1                      | 25                              |                           |
| 3.      | 2                      | 17                              |                           |
| 4.      | 3                      | 12                              |                           |
| 5.      | 4                      | 10                              | încheiere încălzire motor |

Datele prezentate impun punerea în mișcare cât mai rapid a autoturismului, imediat după pornirea motorului, acesta neavând de suferit datorită faptului că sistemul de ungere al motorului funcționează sub presiune.

### Efectele treptelor de viteză asupra consumului de combustibil de cale

Încercări efectuate asupra unui autoturism Mercedes – Benz C220, la o viteză medie de deplasare de 60 km/h, sunt prezentate în tabelul 10.8.

Tabelul 5.4 Efectele treptelor de viteză asupra consumului de combustibil

| Nr.crt. | Treapta de viteză | Consum de combustibil de cale [l/100km] |
|---------|-------------------|-----------------------------------------|
| 1.      | 5                 | 5,7                                     |
| 2.      | 4                 | 8,2                                     |
| 3.      | 3                 | 12,0                                    |
| 4.      | 2                 | 17,3                                    |

Se constată avantajul exploatării autoturismului într-o treaptă superioară de viteză, respectiv exploatarea autoturismului la turații ale motorului cât mai apropiate de cea corespunzătoare consumului minim de combustibil (turația economică).

În cazul urcării unei rampe, în raport cu treapta de viteză, gradul de acționare a clapetei de accelerație și turație, se înregistrează următoarele consumuri de combustibil de cale, prezentate în tabelul 5.5.

## 5. Evaluarea tehnico-economică și a impactului psihologic propriu poluării, în contextul transporturilor și al managementului de mediu

Tabelul 5.5 Influența gradului de acționare a accelerației asupra consumului de combustibil

| Nr. crt. | Treapta de viteză | Gradul de acționare clapetă accelerație | Turația [rot/min] | Consum combustibil [l/100 km] |
|----------|-------------------|-----------------------------------------|-------------------|-------------------------------|
| 1.       | 3                 | 1/4                                     | 2600              | 13,1                          |
| 2.       | 4                 | 1/2                                     | 2000              | 11,5                          |
| 3.       | 5                 | 3/4                                     | 1500              | 9,8                           |

Și în această situație, la funcționarea într-o treaptă superioară de viteză a autoturismului, atât pentru motoare diesel cât și m.a.s., cu gestiunea electronică a formării amestecului, consumul de cale se reduce, chiar dacă turațiile motorului sunt diminuate.

### Efectul deplasării la viteză constantă și al raționalizării deplasării în trafic dens cu motorul oprit („stop & go”)

Se constată că la deplasarea în trafic dens, bară la bară, dacă nu se dispune de transmisie automată, este indicat să se circule, pe cât posibil, cât mai mult cu motorul oprit (procedul „stop & go”) (tabelul 5.6).

Tabelul 5.6 Consumul de combustibil la deplasarea în trafic dens

| Nr. crt. | Deplasare cu 45 km/h, autoturism clasă medie |                           | Deplasare în trafic dens |                |                   |                   |
|----------|----------------------------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------|-------------------|-------------------|
|          | Treapta de viteză                            | Consum de cale [l/100 km] | Fără oprire motor        | Cu motor oprit | Consum [l/100 km] | Consum [l/100 km] |
| 1.       | 1                                            | 28                        | da                       |                | 25                |                   |
| 2.       | 2                                            | 11,5                      |                          | da             |                   | 7,5               |
| 3.       | 3                                            | 6,5                       |                          |                |                   |                   |
| 4.       | 4                                            | 5,0                       |                          |                |                   |                   |
| 5.       | 5                                            | 4,3                       |                          |                |                   |                   |

### Efectele transportului rutier asupra mediului

Reducerea consumului de combustibil are efecte pozitive asupra nivelului de noxe emise. Dacă ne raportăm la funcționarea în treapta a 2-a de viteză la turația motorului de 3500 rot/min, la 2500 rot/min se vor reduce emisiile de CO la 50%, de hidrocarburi (HC) la circa 30% și NOx la circa 25% .

Tabelul 5.7 Reducerea emisiilor cu turația motorului

| Nr.crt. | n [rot/min] | CO [%] | HC [%] | NOx [%] |
|---------|-------------|--------|--------|---------|
| 1.      | 3500        | 100    | 100    | 100     |
| 2.      | 2500        | -49,7  | -31,3  | -23,1   |



## 5. Evaluarea tehnico-economică și a impactului psihologic propriu poluării, în contextul transporturilor și al managementului de mediu

În Germania, în landul Baden Wurtemberg, contribuția CO<sub>2</sub> – foarte periculos pentru efectul de seră prin modificările climatice, reprezintă circa 30% din emisiile eşapate de motoarele de autovehicule. Un litru de benzină poate produce prin ardere 2320g CO<sub>2</sub>, iar un litru de motorină produce 2620g CO<sub>2</sub>.

În Germania, se preconizează ca într-un viitor apropiat să se limiteze emisiile de CO<sub>2</sub> la 140 g/1 km parcurs.

### Efectele conducerii economic – energetice a autoturismului și norme antipoluare

Pentru un tronson de 28 km, sunt date informații legate de parcurgerea acestuia în 32 minute, respectiv în 39 minute.

Tabelul 5.8 Efectele conducerii unui autovehicul la parcurgerea aceluiași traseu

| Nr. crt. | Durată parcurs [min] | Consum de cale [l/100 km] | Gaze eşapate [%] | Nr. opriri la semafor | Frânări cu motor | Schimbări de viteze | Nr. schimbări de căi de rulare |
|----------|----------------------|---------------------------|------------------|-----------------------|------------------|---------------------|--------------------------------|
| 1.       | 32                   | 10,7                      | 100              | 20                    | 40               | 120                 | 50                             |
| 2.       | 39                   | 7,7                       | 64               | 7                     | 15               | 55                  | 0                              |

Din tabel, rezultă clar avantajul conducerii temperate a automobilului.

Efectul de seră, tot mai manifest, impune reducerea emisiilor de particule prescrise pentru normele EURO 5 și EURO 6.

Tabelul 5.9 Reducerea emisiilor poluante după normele europene

| Data       | Norma  | CO g/kWh                    | HC g/kWh                    | NO <sub>x</sub> g/kWh | PT g/kWh |
|------------|--------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------|----------|
| 1987       | -      | 14                          | 3,4                         | 18,0                  | -        |
| 1991       | EURO 0 | 11,2                        | 2,5                         | 14,2                  | -        |
| 1.07.1992  | EURO 1 | 4,5                         | 1,1                         | 8,0                   | 0,67     |
| 1.10.1995  | EURO 2 | 4,0                         | 1,1                         | 7,0                   | 0,30     |
| 2000       | EURO 3 | 2,1                         | 0,66                        | 5,0                   | 0,10     |
| 2004       | EURO 4 | 1,0                         | 0,5                         | <3                    | <0,10    |
| 01.09.2009 | EURO 5 | 1,0 – m.a.s.<br>0,5 – m.a.c | HC + NO <sub>x</sub> = 0,23 |                       | 0,005    |

### Sinteză privind raționalizarea utilizării autovehiculului

- se va acorda atenție la achiziționarea modelului și a motorizării. Pentru persoane care doresc să dispună de un automobil andurant și încă economic, dacă se oferă trei motorizări diesel – model turbosupraalimentat de 90 CP, 105CP și 120 CP (același motor, diferența de putere obținându-se din modificarea presiunii de supraalimentare și din gestiunea electronică a injectiei), se recomandă motorul de 105 CP, propice mai ales traficului urban
- se va alege motorizarea care asigură cea mai rapidă încălzire după plecarea de pe loc
- se verifică comoditatea acționării manuale a diferitelor comenzi

## 5. Evaluarea tehnico-economică și a impactului psihologic propriu poluării, în contextul transporturilor și al managementului de mediu

---

- se pornește motorul fără apăsarea pedalei de accelerație
- vitezele se schimbă chiar înaintea limitelor recomandate (de exemplu, la 1500 rot/min, dacă turația recomandată este de 2000 rot/min) și se circulă cu viteză cât mai constantă, după intrarea în regim
- la mersul în palier și șosea liberă, se va circula cu automobilul scos din viteză. Se poate folosi retarderul ca frână de motor eficace și mai economică
- motorul se oprește la staționarea la semafor
- nu se vor cupla consumatori de la bord, dacă nu este neapărat necesar (climatizare, încălzire scaune, proiectoare ceață, etc)
- se verifică și se asigură presiunea în pneuri la valoarea recomandată. O presiune cu 0,6...0,8 bar mai mică, determină majorări ale consumului de cale de 2...3 l/100km, cu toate neajunsurile suplimentare ce decurg din această situație
- se folosesc anvelopele recomandate de producătorul autovehiculului, corespunzătoare anotimpului
- nu se încarcă portbagajul cu sarcini inutile (lanțuri pentru roți, saci cu nisip, scule, etc)
- după utilizarea portbagajului de acoperiș, acesta se demontează (un portbagaj gol, la viteza de 80 km/h majorează consumul de cale cu 0,7 l/100km)
- uleiul și toate filtrele se schimbă la termenele și cu materialele stabilite de producătorul autovehiculului
- se efectuează regulat inspecțiile tehnice complete ale autovehiculului.

### 5.2 Concluzii

Pentru început trebuie luată în calcul necesitatea orientării spre autovehiculele hibride, cu impact deosebit de favorabil asupra mediului, având în vedere consecințele poluării produse de motoarele clasice analizate anterior. Din păcate cercetările în domeniu mai trebuie continuate, ținând cont de neajunsurile de natură constructivă și de securitate, pe care aceste vehicule le au.

Această parte a lucrării oferă reperele pentru stabilirea unui cadru general al educației pentru dezvoltare durabilă și urmărește să clarifice trăsăturile esențiale, care trebuie să fie incluse în programul de educație, în special în cazul grupurilor-țintă elevi de școală primară, gimnaziu, liceu sau studenți.

Se definesc patru direcții majore ce trebuie urmărite prin educația pentru dezvoltare durabilă : sprijinirea educației de bază, reorientarea educației existente spre dezvoltare durabilă, dezvoltarea procesului de sensibilizare și conștientizare a publicului și instruirea (training-ul).

Problemele de mediu sunt legate de stilul de viață, de mentalitate, dar organizațiile de mediu își asumă rolul de a conștientiza cetățenii asupra acestora. Realizarea unui program efectiv de protecția mediului impune accesul la informații relevante despre factorii poluanți ai fiecărui sector și cunoașterea modalității în care acești factori pot interacționa și influența cu mediul înconjurător.

Ne revine nouă, tuturor, responsabilitatea de a depune eforturi individuale pentru scăderea impactului global al poluării, asupra mediului.

## 5. Evaluarea tehnico-economică și a impactului psihologic propriu poluării, în contextul transporturilor și al managementului de mediu

---

Atitudinea ecologică (prin modelarea mentalității umane în spiritul dezvoltării durabile) este o consecință a educației și, în același timp, mijlocul, instrumentul prin care pot fi cunoscute și soluționate problemele mediului înconjurător.

Ca o aplicație a relației om-automobil-mediu, am analizat reducerea de combustibil (și implicit a unor noxe) prin conducerea rațională a automobilului. Consumul de combustibil și emisiile poluante ale m.a.i., depind de consumul specific al motorului și de condițiile în care circulă acestea. Enumerăm aici câțiva factori care influențează consumul de combustibil :

- efectul transportului pe portbagajului autoturismului
- efectul încălzirii motorului după pornire
- efectele treptelor de viteză în exploatarea automobilului

Se constată avantajul exploatării autoturismului într-o treaptă superioară de viteză, respectiv, la turații ale motorului cât mai apropiate de cea corespunzătoare consumului minim de combustibil (turația economică).

În cazul urcării unei rampe, la funcționarea într-o treaptă superioară de viteză a autoturismului, atât pentru m.a.c. cât și m.a.s., cu gestiunea electronică a formării amestecului, consumul de cale se reduce, chiar dacă turațiile motorului sunt diminuate.

Reducerea consumului de combustibil are efecte pozitive asupra nivelului de noxe emise. Dacă ne raportăm la funcționarea în treapta a 2-a de viteză de la turația motorului de 3500 rot/min, la 2500 rot/min, se vor reduce emisiile de CO la 50%, de hidrocarburi (HC) la circa 30% și NO<sub>x</sub> la circa 25% .

### Bibliografie

[A7], [A8], [B10], [B13], [B23], [C1], [F6], [H1], [K4], [N5], [N11], [N12], [N13], [N15], [N16], [P7], [T4], [W7]

**6. TRANSPORTURILE ȘI MEDIUL ÎN CORELAȚIE CU ASPECTELE DE  
MANAGEMENT**

### 6.1 Transporturile și mediul

Una dintre cele mai mari provocări ale societății noastre în secolul XXI este reconcilierea transportului cu mediul înconjurător. Prejudiciile aduse mediului înconjurător, ca urmare a activităților de transport vor constitui o preocupare crescândă în viitor. Transporturile, mai ales cele rutiere și urbane au un impact negativ, care tinde din ce în ce mai mult să fie perceput ca atare și în România. Principalele consecințe negative sunt zgomotul, poluarea (în special cea generată de motoarele cu combustie), consumarea unei energii nerecuperabile, riscul unor accidente tehnologice majore, ploile acide, etc.

Politica de transport este una dintre politicile europene cele mai afectate de măsurile ecologice, date fiind ratele înalte și în continuă creștere ale daunelor cauzate de acest sector asupra mediului. În prezent se efectuează studii ample, derivate din atenția tot mai mare pe care factorii de decizie din Uniunea Europeană o acordă relației mediu – transporturi .

Se subliniază astfel importanța promovării unei politici de mediu durabile în domeniul transporturilor în vederea diminuării impactului acestuia asupra mediului în ansablu și a sporirii contribuțiilor pe care un sistem modern de transporturi le poate aduce la reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră, la protejarea stratului de ozon, sau la îndeplinirea importantelor obiective ale protocoalelor privind prevenirea poluării transfrontaliere la mare distanță a aerului.

Realizarea unor sisteme eficiente de transport public, dezvoltarea transporturilor mai puțin poluante (rutier, feroviar sau naval), în țările care au aderat la UE sunt câteva dintre contribuțiile pe care aceste țări le pot aduce la îmbunătățirea mediului european .

O provocare majoră ce stă în fața sectorului de transport este aceea de a pregăti integrarea pan-europeană prin elaburarea de politici comune de transport și de protecția mediului pentru țările din UE.

Se remarcă în acest sens faptul că în cazul particular al unor țări din Europa Centrală și de Est , probleme serioase apar din cauza unor factori ca :

- vârsta medie ridicată a vehiculelor
- modele demodate
- controlarea neadecvată a poluării
- utilizarea de combustibili poluanți
- vehicule prost întreținute

Toate acestea duc la o rapidă degradare a mediului.

Modificările climatice sunt în principal consecința activităților economice energetice, dar și a celor din transporturi, care conduc la accentuarea fenomenelor meteorologice extreme cu repercursiuni și pierderi suplimentare. Internalizarea costurilor extreme de mediu se face prin includerea costurilor de mediu în costurile transporturilor, fie prin introducerea unor taxe specifice.

S-a constatat că numai transportul rutier generează aproximativ 92% din totalul costurilor externe , urmat fiind de transportul aerian, cu 6 % , transportul feroviar, cu 2 % , și cel naval , cu 0,5 % .

Dacă nu se întreprind nici un fel de măsuri, costurile externe aferente traficului rutier și aerian vor crește cu 42 % până în 2010.

O cale de urmat este cea trasată de Uniunea Europeană, prin obiectivele asumate în cel de-al șaselea plan-cadru pentru protecția mediului și în Cartea Albă a Transporturilor, documente ce prefigurează politica europeană a mediului, respectiv a transporturilor, până în 2010.

Politica UE în domeniul transporturilor „trebuie să fie aceea de a înlocui treptat taxele din sistemul existent de transport cu instrumente mai eficiente de integrare a costurilor de infrastructură și a costurilor externe” așa cum se arată și în Cartea Albă a Transporturilor.

Actele normative adoptate în cadrul Uniunii Europene vizând protecția mediului, fixează norme de emisie și de calitate a mediului, în vederea reducerii sau înlăturării efectelor poluării.

Actele respective sublinează în același timp necesitatea colaborării guvernelor la planurile, programele și proiectele de mediu pentru reglementarea activităților și rezultatelor acelor activități cu caracter poluant.

O viziune nouă, care reconsideră consumul în armonie cu resursele disponibile și care asigură menținerea echilibrului necesar pentru ecosistemele planetei, o reprezintă dezvoltarea durabilă („sustainable development”).

Dezvoltarea durabilă, după cum se știe, este un model de dezvoltare economică, care asigură satisfacerea nevoilor prezentului, fără a compromite capacitatea de a satisface necesitățile generațiilor viitoare.

„Sustainable Development” prefigurează drept preocuparea economică de mediu înconjurător și în același timp socială dominantă a secolului XXI.

Prin acest concept se înțelege integrarea într-o abordare sistemică a dezvoltării socio-economice, a evoluției tehnologiei, a creșterii populației și integrității perpetue a sistemelor naturale ale Terrei.

Obiectivul general al dezvoltării durabile este de a găsi un optim al interacțiunii dintre cele trei sisteme (economic, social, ambiental), într-un proces dinamic și flexibil de funcționare.

Nivelul optim corespunde unei dezvoltări de lungă durată, obținută prin participarea tuturor sistemelor ce formează cele trei dimensiuni, începând de la energie, transporturi, industrie și până la investiții, așezări umane și biodiversitate.

Sporirea treptată a preocupărilor și a acțiunilor concrete de protejare a mediului la nivel european și internațional, a condus la promovarea conceptului de dezvoltare durabilă și în țara noastră.

În România s-au făcut progrese în această direcție odată cu perfecționarea cadrului legislativ, referitor la protecția mediului.

Actele normative adoptate vizând dezvoltarea durabilă sunt armonizate cu actele și reglementările europene și internaționale în domeniu.

Unul din domeniile de acțiune în vederea realizării obiectivelor menționate îl reprezintă transporturile rutiere.

Depășirea îngrijorătoare a nivelului de poluare din ultimile două decenii, a condus la situarea transporturilor în centrul dezbaterilor legate de protecția mediului.

S-a ajuns la concluzia că activitatea de transport este cauza a numeroase efecte negative manifestate atât la nivel global al societății, cât și la nivel individual.

Principiile dezvoltării durabile se aplică și în domeniul transporturilor rutiere.

Transportul rutier durabil reprezintă acel sistem complex, care are rolul de a satisface necesitatea de mobilitate a generațiilor actuale, fără a deteriora factorii de mediu și sănătate și care trebuie să-și reconsidere consumurile energetice, astfel încât să fie posibilă satisfacerea necesității de mobilitate a generațiilor viitoare.

### **Veriga poluatoare în sistemul transportului contemporan**

Cea mai importantă verigă poluatoare în sistemul transportului contemporan este automobilul în toată diversitatea: limuzine, camioane, autobuze, etc. cu diverse capacități de sarcină, viteză, confort și altele.

În jurul automobilului se nasc și se încrâncenează cele mai mari contradicții dintre beneficiul adus omului de mijloacele de transport și dauna adusă mediului de viață al omului și însuși omului.

Astfel beneficiarii, consumatorii de servicii automobilistice consideră, și pe drept, automobilul unul din cele mai importante elemente pentru confortul vieții moderne.

Într-adevăr automobilul a influențat puternic modul de viață al omului, iar în țările suprapoluizate, chiar și psihologia lui.

Astăzi în lume se exploatează aproape un miliard de vehicule. În unele țări numărul automobilelor este comparabil cu cel al populației.

Astfel în SUA un automobil revine la 1,5 locuitori, în Germania, un automobil la 2-3 locuitori, în Olanda, un automobil la 3-4 locuitori.

Automobilul arde cea mai mare parte din petrolul extras anual pe glob. Circa 60% din total, arde în motoarele mijloacelor de transport. Consumul atât de mare al combustibilului fosil lichid de către parcul aparatelor de transport, face ca și cota în emisiile de compuși nocivi formați în procesul arderii să fie tot atât de mare.

În unele țări, înalt dezvoltate, automobilului îi aparțin circa 30% din totalul emisiilor nocive în atmosferă în alte țări, economic subdezvoltate, îi revin 80% din emisii.

În mod ideal, produsele petroliere în procesul combustiei, ar trebui să se transforme în CO<sub>2</sub> și vapori de apă (gaze netoxice). Însă în produsele petroliere mai rămân o parte din impuritățile care se regăsesc în petrolul nativ: compuși ai azotului și sulfurii.

Apoi în benzină se mai adaugă diferiți compuși pentru a-i îmbunătăți calitățile de combustibil cum ar fi antidetonanții – tetraetil de plumb, bromura de plumb, în măsură mai mică compuși ai altor metale.

Funcționarea motoarelor, nu este ideală; ele nu pot asigura combustia deplină a întregii cantități de combustibil în orice condiții de exploatare, cum ar fi altitudinea deasupra mării, condițiile climatice, calitatea drumului, profesionalismul conducătorului auto, starea însăși a motorului, etc.

Între 3 și 25 % din combustibilul petrolier ce trece prin motor, nu se transformă în CO<sub>2</sub> și vapori de apă ci în oxid de carbon (CO), hidrocarburi aromatice, nesaturate, policiclice, radicali ai acestora, diferite produse ale oxidării lor: peroxizi, aldehide, etc.

O parte din azotul din aer, ajuns în cilindrii motorului la temperatura înaltă de acolo parțial se oxidează, formând diferiți oxizi de nitrogen.

La aceștia se adaugă și oxizii de sulf, formați din oxidarea impurităților de sulf din combustibil.

Dacă benzina este tratată cu adaos antidetonator de plumb, la temperatura înaltă din cilindri, se formează și o serie de compuși organici și neorganici ai plumbului.

Astfel, prin țevă de eșapament a autovehiculului se elimină diferite cantități de circa 200 compuși chimici toxici.

La ora actuală, conform evaluărilor, la 1000 de automobile, în fiecare 24 ore revin emisii în cantități de 2500 kg oxid de carbon, 500 kg hidrocarburi, 400 kg oxizi de azot, circa 1 kg de aldehide.

Altfel spus, o tonă de benzină arsă în cilindrii unui motor de automobil, pe lângă bioxidul de carbon și vaporii de apă – compuși netoxici, se mai transformă și în circa 50 Kg CO, 25 Kg hidrocarburi, 15 Kg oxizi ai azotului, 2 Kg oxizi de sulf, 1 kg aldehide, 0,5 kg compuși ai plumbului, dacă aceasta este numită benzină etilată.

Majoritatea acestor compuși sunt foarte nocivi, posedă proprietăți toxice, cancerigene, excitante.

Astfel, CO (un automobil cu toate sistemele bine puse la punct produc 30 - 35 kg din acest gaz la arderea unei tone de benzină), se combină cu hemoglobina din sânge formând compusul carboxihemoglobina, care nu mai poate transporta oxigenul la celulele organismului.

Numai o concentrație de 1,25 gr de CO la m<sup>3</sup> de aer, produce blocarea totală a hemoglobinei din sânge. Pe străzile aglomerate de autoturisme, concentrația de CO atinge până la 50 mg/m<sup>3</sup> aer.

În asemenea condiții concentrația de carboxihemoglobină în sânge se menține între 2–5 %, ceea ce este de 5–12 ori mai mult decât fondul natural de 0,4 %.

Menținerea acestei concentrații de carboxihemoglobină în sânge sporește riscul acceselor de insuficiență coronariană, stenocardie, infarct miocardic, apariția stărilor de stres psihologic.

O parte din emisiile automobilistice ajung în atmosferă sub formă de aerosoli, particule solide sau lichide foarte mici, invizibile pentru ochiul omului (funinginea, sărurile de plumb, vaporii de hidrocarburi, etc.). Astfel și datorită automobilului, în aerul urban, masa particulelor aerosolice este de până la 200 ori mai mare ( $20 \text{ mg/m}^3$ ) decât în aerul de la suprafața oceanului ( $0,1 \text{ mg/m}^3$ ). Impactul indirect este determinat de faptul că modifică funcțiile atmosferei, menține o temperatură mai înaltă în oraș ceea ce provoacă reducerea umidității relative cu 2–8%; conditionează formarea mai frecventă a norilor deasupra orașelor, fapt care mărește cantitatea de precipitații atmosferice cu 5–10% și numărul de zile cețoase iarna cu 30–100 %; modifică balanța radiației solare, reduce vizibilitatea.

Un rol mare în formarea smogului fotochimic îl au oxizii de azot care se formează inevitabil în procesul combustiei din cilindrii motoarelor cu ardere internă.

Acestia, sub influența razelor solare trec prin așa-numitul ciclu fotolitic în urma căruia în aer se formează monoxidul de azot, oxigen atomic și ozon.

Toți acești oxidanți influențează nociv nu numai organismul uman ci și plantele, toată vegetația din zonă.

Deși în ultimul timp statele se decid de aplicarea aditivului de plumb în benzină, căutând alte soluții, totuși benzina cu adaos de plumb se mai produce.

Și plumbul care s-a acumulat în mediu ca urmare a utilizării benzinei etilate, mai este în circuitul atmosferic.

Acesta s-a acumulat în solul din apropierea autostrăzilor trece în plantele cultivate, apoi în organismele animalelor și oamenilor. Plumbul ajuns în organism poate fi cauza nevrozei periferice, anemiei, unor boli de ficat, etc.

Oxizii de sulf care se regăsesc în gazele de eșapament al automobilelor, pe lângă faptul că participă la afectarea căilor respiratorii, mai participă la acidifierea mediului (prin transformarea în acid sulfuric), fenomen cu impact negativ asupra vegetației, construcțiilor, instalațiilor.

Automobilul mai este un potențial poluator cu acid și plumb de la acumulatele de electricitate dacă acestea, fiind uzate nu se colectează centralizat.

În altă ordine de idei, datorită organizării proaste a traficului și calității nesatisfăcătoare a drumurilor, oamenii au de suferit din cauza poluării fonice.

Pe străzile principale ale orașelor, intensitatea zgomotului în timpul zilei depășește cu mult normele sanitare, provocând disconfort, agravarea bolilor psihice.

Emisiile de  $\text{CO}_2$ , depășesc posibilitatea asimilării de către oceane și vegetația terestră, iar concentrația în atmosferă crește.

Aceasta creștere dezechilibrează raportul dintre căldura venită pe pământ din cosmos și cea eliminată, în direcția menținerii unei cantități mai mari pe pământ.

Acest fenomen este cunoscut sub denumirea „efectul de seră” - adică se produce un fenomen de încălzire globală.

S-a calculat că în ultimul secol temperatura medie a globului pământesc a crescut cu  $0,6^\circ\text{C}$ .

Conform evaluărilor, dacă acest proces va continua către jumătatea secolului XXI, încălzirea globală ar putea spori cu  $1,5\text{--}2,5^\circ\text{C}$ , iar către sfârșitul secolului, cu  $3,5\text{--}5,5^\circ\text{C}$ , ceea ce este o catastrofă. Diferența dintre temperatura medie a globului în perioada glaciară și cea de astăzi este de  $5^\circ\text{C}$ .

Dacă ne vom pune întrebarea de unde este acest surplus de  $\text{CO}_2$ , cea mai importantă sursă se găsește în transport. Anume, el consumă circa 2 mld. tone petrol din cele peste 3 mld tone extrase anual pe glob. La arderea unei tone de benzină se elimină în medie 2 tone  $\text{CO}_2$ .

Trebuie menționat că Uniunea Europeană a emis la ora actuală cca. 30 documente (directive și decizii) referitoare la protecția bazinului aerian, aproape toate, fie vizează și transportul, fie că sunt special consacrate transportului.



De asemenea și pentru evitarea, prevenirea și reducerea poluării fonice, au fost adoptate o serie de acte normative, privind diferite surse de poluare și nivelurile maxime admisibile pentru autovehicule.

Cel de-al VI-lea Program de Acțiune privind Mediul include „Mediul și Sănătatea” ca unul din cele patru domenii prioritare – poluarea aerului constituind una din zonele importante ale acestui domeniu, în special creșterea dramatică a traficului – factor major ce contribuie la poluarea aerului, poluare care, la rândul ei cauzează probleme serioase sănătății populației.

Scopul programului este de a avea un nivel de calitate a aerului, care să nu aducă nici un fel de prejudicii sănătății populației.

Pentru a îmbunătăți calitatea aerului au fost stabilite, principiile și obiectivele strategiei privind calitatea aerului, apei și solului.

CAFE (Clean Air For Europe) este prima strategie tematică din cadrul Celui de-al VI-lea Program de Acțiune privind Mediul, care urmărește reducerea emisiilor provenite din transporturi.

În ceea ce privește transporturile, strategia vizează trei domenii prioritare :

- reducerea emisiilor poluante
- reducerea consumului de combustibil pentru autovehicule aparținând persoanelor fizice
- promovarea vehiculelor nepoluante.

Pentru reducerea poluării atmosferice cauzate de vehicule utilizate în agricultură și silvicultură au fost stabilite standarde ale emisiilor acceptate pentru aceste autovehicule.

Reducerea poluării aerului constituie și una din prioritățile mondiale, dat fiind că această poluare este cauza principală a încălzirii globale, iar eforturile trebuie făcute atât la nivel național cât și internațional.

În acest sens, Uniunea Europeană a reiterat angajamentul său ferm față de ratificarea Protocolului de la Kyoto, adoptând un program pentru evitarea schimbărilor climatice, cum este Cartea Verde, asupra emisiilor ce produc efecte de seră ca și o comunicare privind implementarea acestui program.

Un nou raport al Agenției Europene de Mediu, arată că temperatura medie a crescut alarmant în Europa.

Încalzirea globală va determina topirea straturilor de gheață în Nord (un exemplu fiind desprinderea unui ghețar din Insula Sahalin) și extinderea deșerturilor din sud. Se preconizează că în partea sudică a Spaniei, Italiei și Greciei v-a fi deșert. Populația ar putea să se concentreze practic în mijlocul continentului.

Chiar dacă limităm încălzirea globală la obiectivul Uniunii Europene de creștere cu 2°C, vom trăi în condiții atmosferice pe care ființele umane nu le-au mai cunoscut. Ca atare, trebuie operate reduceri mai drastice în domeniul emisiilor.

În perioada 2008-2012, Uniunea Europeană s-a angajat să reducă un procent de 8% a emisiilor de gaze cu efect de seră. Reducerile se referă la trei din cele mai importante gaze : dioxid de carbon (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>) și oxizi de azot (NO<sub>x</sub>).

### **Actele legislative**

După cum am mai amintit, Uniunea Europeană este principala sursă de legislație pentru mediul înconjurător. Ea are un rol important în menținerea și coordonarea eforturilor statelor membre pentru o legislație adecvată în acest domeniu și în verificarea guvernelor pentru a vedea dacă își respectă angajamentele luate. Aplicarea tratatelor internaționale asupra mediului este puternic încurajată. Agenția Europeană de Mediu are ca obiectiv furnizarea de informații sigure și comparabile asupra stării mediului în statele membre, ca și acela de a colabora cu rețeaua IMPEL (rețea de implementare a legislației în domeniul mediului) și cu programul de măsuri pentru

integrarea mediului în domeniul transporturilor prin evaluarea impactului reducerii emisiilor de gaze pentru toate tipurile de transport.

- (CAFE) Pogramme – programul Aer Curat pentru Europa – reprezintă prima dintre strategiile anunțate în cel de Al Șaselea Program de Acțiune de Mediu – pe termen lung – și care urmărește reducerea emisiilor provenite din transporturi.

- Protocolul de la Kyoto – prin atingerea acestui obiectiv – pe termen scurt – duce la reducerea emisiilor de gaze ce provoacă efectul de seră cu 8% până în perioada 2008-2012, iar pe termen lung – până în 2020, reducerea să fie cuprinsă între 20-40%.

## 6.2 Aspecte privind managementul poluării

Managementul are drept scop administrarea și organizarea activităților pe care le vizează. Printre așa-numitele „măsurile non-tehnice”, managementul traficului câștigă o importanță majoră pentru reducerea consumului de combustibil și a emisiilor de evacuare. Acesta este în special un adevăr în cazurile unde măsurile tehnice (tehnologiile emisiilor de control în vehicule, sau combustibilii de pe piață) pot fi insuficiente în obținerea normelor calității aerului.

Un asemenea cost eficient al managementului traficului este o apreciere cunoscută ca „stradă inteligentă”. Aceasta înseamnă stabilirea unei limite de viteză flexibilă ce se adaptează automat la condițiile de trafic existente. Asemenea sistem a fost instalat și testat pe Federal Highway (Bundesautobahn) A9, la nord de München. În general realizarea acestui sistem a redus numărul accidentelor severe din trafic.

Transportul rutier durabil reprezintă acel sistem complex, care are rolul de a satisface necesitatea de mobilitate a generațiilor actuale fără a deteriora factorii de mediu și sănătate și care trebuie să-și reconsidere consumurile energetice, astfel încât să fie posibilă satisfacerea necesității de mobilitate a generațiilor viitoare.

Reducerea poluării aerului constituie și una din prioritățile mondiale, dat fiind că această poluare este cauza principală a încălzirii globale, iar eforturile trebuie făcute atât la nivel național cât și internațional.

Ea are un rol important în menținerea și coordonarea eforturilor statelor membre pentru o legislație adecvată în acest domeniu și în verificarea guvernelor pentru a vedea dacă își respectă angajamentele luate.

Procesul decizional în domeniul poluării – atât pentru programele de acțiune cât și pentru politica în domeniul mediului se aplică cu procedura co-deciziei (actele normative sunt adoptate de către Parlamentul European și de Consiliul la propunerea Comisiei, hotărârile fiind adoptate în unanimitate), la care sunt alinate și normele din România. În tabelul de mai jos sunt redată cronologic, limitele pentru principalele emisii poluante, prevăzute în legislația UE.

Tabelul 6.1 Limite normate pentru noxe

| Data intrării în vigoare | Poluantul (g/kwh) |     |                                             |                    | g/km |
|--------------------------|-------------------|-----|---------------------------------------------|--------------------|------|
|                          | CO                | HC  | NO <sub>x</sub>                             | PT                 |      |
| 1.07.1992(EURO 1)        | 4,5               | 1,1 | 8                                           | 0,36*              | -    |
| 1.10.1995(EURO 2)        | 4                 | 1,1 | 7                                           | 0,15               |      |
| 1999 (EURO 3)            | 2,5               | 0,7 | 5                                           | 0,10               |      |
| 2004 (EURO 4)            | 1,0               | 0,5 | < 3                                         | < 0,10             |      |
| 1.09.2009(EURO 5)        | 1 m.a.s.          |     | 60 m.a.s.                                   | $5 \cdot 10^{-3}$  | g/km |
|                          | 0,5 diesel        |     | 180 diesel                                  | EURO 4             |      |
|                          |                   |     | HC + NO <sub>x</sub><br>$230 \cdot 10^{-3}$ | $25 \cdot 10^{-3}$ |      |

## 6. Transporturile și mediul în corelație cu aspectele de management

| Data intrării în vigoare | Poluantul (g/kwh) |    |                 |    | g/km |
|--------------------------|-------------------|----|-----------------|----|------|
|                          | CO                | HC | NO <sub>x</sub> | PT |      |
| 1.04.2014(EURO 6)        | În discuție       |    |                 |    |      |

### 6.3. Concluzii

În concluzie, transportul rutier reprezintă principala sursă a emisiilor de CO (90%) și de NO<sub>x</sub> (cca 59%) și are o contribuție importantă în ceea ce privește emisiile de CO<sub>2</sub>.

De asemenea, transportul rutier deține principala pondere în domeniul emisiilor de hidrocarburi volatile (cca. 45%), iar emisiile de Pb sunt estimate a fi de 3 ori mai mari decât cele generate în sectoarele industriale.

Se urmărește ca fiecare constructor de automobile să scadă în fiecare an media emisiilor întregului parc comercializat, parcul fiind compus din autovehicule care satisfac întreaga paletă de norme, de la normele federale aplicate de EAP adică TIER până la 2EV–Vehicule cu emisii zero.

Direcții de cercetare pentru reducerea consumului de combustibil și a noxelor:

1. firma Bosch – injecția directă de combustibil și utilizarea principiului sarcinii stratificate
2. în Italia – la motoare diesel – tehnologia CDI (Comon Rail Direct Injection) și principiul injecției electronice de benzină
3. folosirea combustibililor neconvenționali (energia electrică, hidrogenul, gazul petrol lichefiat). Înlocuirea benzinei cu G.P.L., duce la scăderea valorii emisiilor poluante și la reducerea cheltuielilor cu exploatarea motoarelor de pe autovehicule. Principalele măsuri constructive luate pentru reducerea emisiilor pentru motoarele diesel sunt :
  - optimizarea arhitecturii camerei de ardere și a mișcării aerului în camera de ardere
  - reducerea consumului de ulei
  - supraalimentarea cu răcire intermediară
  - folosirea pompelor de injecție de înaltă presiune .
4. creșterea vitezei de deplasare a autovehiculelor prin reducerea congestionării traficului și a blocajelor în circulație, duce la scăderea emisiilor de poluanți.
5. respectarea programului de construcții rutiere incluzând modernizarea, reabilitarea și întreținerea rețelei rutiere existente.
6. posibilități de reducere a zgomotului de evacuare și de admisie precum și a celui produs de pompa de injecție, ventilator, a suprafețelor motorului, a distribuției și a pistonului.

Reducerea poluării aerului constituie una din prioritățile mondiale, dat fiind că această poluare este cauza principală a încălzirii globale, iar eforturile trebuie făcute atât la nivel național cât și internațional.

Sporirea treptată a preocupărilor și acțiunilor concrete de protejare a mediului la nivel european și internațional, conduce la promovarea conceptului de dezvoltare durabilă, aplicate și în domeniul transporturilor rutiere. Obiectivul general al dezvoltării durabile este de a găsi un optim al interacțiunii dintre cele trei sisteme: economic, social și mediul înconjurător, într-un proces dinamic și flexibil de funcționare.

Prin depășirea îngrijorătoare a nivelului de poluare din ultimul deceniu, s-a ajuns la concluzia că activitatea de transport este cauza a numeroase efecte negative manifestate atât la nivelul global al societății cât și la nivel individual.

Politica de transport reprezintă una dintre politicile europene cele mai afectate de măsurile ecologice datorată creșterii continue a daunelor cauzate de acest sector asupra mediului.

Promovarea unei politici de mediu durabile în domeniul transporturilor are în vedere diminuarea impactului acestuia asupra mediului în ansamblu și a sporirii contribuțiilor pe care un sistem modern de transporturi le poate aduce la reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră, la protejarea stratului de ozon și la îndeplinirea importantelor obiective ale protocoalelor privind prevenirea poluării transfrontaliere la mare distanță a aerului. Realizarea unor sisteme eficiente de transport public, dezvoltarea transporturilor mai puțin poluante (rutier, aerian, feroviar sau naval) reprezintă prioritatea rezultată din criteriile importante impuse de Uniunea Europeană: schimbările climatice, mediu, biodiversitate, sănătate, management, resurse naturale.

### **Bibliografie**

[A4], [A8], [C2], [F5], [F6], [I2], [M4], [N10], [P2], [P3], [S1], [T1],[21]

**7. CONCLUZII FINALE ȘI CONTRIBUȚII PERSONALE**

### 7.1 Concluzii finale

Poluarea a existat pe pământ de miliarde de ani, fiind un principal factor modelator al climei și reliefului. În această categorie pot intra erupțiile vulcanice, cutremurele, inundațiile, alunecările de teren, eroziunea solului etc. Poluării naturale îi este caracteristică reversibilitatea efectelor, păstrarea ciclurilor vitale biologice și biochimice, ceea ce permite refacerea naturii. Poluarea artificială, ca rezultat al activității omului, este însă ireversibilă.

La ora actuală creșterea numărului de autovehicule, extinderea construcțiilor, consumul de materiale, reziduurile menajere, etc., sunt factori care deteriorează substanțial calitatea mediului înconjurător.

Dezvoltarea industrială mondială, cooperarea economică între diversele regiuni și aglomerări urbane, necesitatea aprovizionării cu materiile prime, ca și distribuția ulterioară a produselor finite, au condus în ultimii ani la o creștere fără precedent a volumului transporturilor rutiere.

Prin depășirea îngrijorătoare a nivelului de poluare din ultimul deceniu, s-a ajuns la concluzia că activitatea de transport este cauza a numeroase efecte negative manifestate atât la nivelul global al societății cât și la nivel individual.

Transporturile contribuie la degradarea mediului într-un procent de 14% din noxele globale, chiar dacă la nivel de vehicul s-au implementat sisteme eficiente de depoluare.

Acestea reprezintă principala sursă a emisiilor de CO (90%) și de NOx (cca 59%) și are o contribuție importantă în ceea ce privește emisiile de CO<sub>2</sub>.

De asemenea, transporturile dețin principala pondere în domeniul emisiilor de hidrocarburi volatile (cca 45%), iar emisiile de Pb sunt estimate a fi de 3 ori mai mari decât cele generate în sectoarele industriale.

Se urmărește ca fiecare constructor de automobile să scadă în fiecare an media emisiilor întregului parc comercializat, pentru a contribui astfel la diminuarea efectelor negative ale transporturilor asupra mediului.

Ca direcții de cercetare principale pentru reducerea consumului de combustibil și a noxelor sunt :

1. firma Bosch – injecția directă de combustibil și utilizarea principiului sarcinii stratificate
2. în Italia – la motoare diesel – tehnologia CDI (Comon Rail Direct Injection) și principiul injecției electronice de benzină
3. folosirea combustibililor neconvenționali (energia electrică, hidrogenul, gazul petrol lichefiat). Înlocuirea benzinei cu G.P.L., duce la scăderea valorii emisiilor poluante și la reducerea cheltuielilor cu exploatarea motoarelor de pe autovehicule. Principalele măsuri constructive luate pentru reducerea emisiilor pentru motoarele diesel sunt :
  - optimizarea arhitecturii camerei de ardere și a mișcării aerului în camera de ardere
  - reducerea consumului de ulei
  - supraalimentarea cu răcire intermediară
  - folosirea pompelor de injecție de înaltă presiune .
4. creșterea vitezei de deplasare a autovehiculelor prin reducerea congestionării traficului și a blocajelor în circulație, duce la scăderea emisiilor de poluanți.
5. respectarea programului de construcții rutiere incluzând modernizarea, reabilitarea și întreținerea rețelei rutiere existente.
6. posibilități de reducere a zgomotului de evacuare și de admisie precum și a celui produs de pompa de injecție, ventilator, a suprafetelor motorului, a distribuției și a pistonului.

În paralel trebuie extinsă utilizarea tracțiunii hibride, aplicațiile cu combustibili neconvenționali și pile de combustie, intensificarea activităților legate de aspectele psihologice ale

atitudinii omului față de mediu și a problematicii privind dezvoltarea și respectarea strictă a legislației ce vizează transportul și mediul, în contextul poluării.

Estimarea privind creșterea numărului de vehicule pe categorii și probabilitatea ciclului lor de viață, poate conduce la obținerea unei prognoze privind viitorul dezvoltării traficului rutier, cu implicații asupra mediului.

Exploatarea mijloacelor de transport rutier de capacitate medie-mare implică luarea în considerare a unui cumul de condiții, de interes fiind cele legate de motorizare.

Reducerea poluării aerului este o prioritate mondială, dat fiind că această poluare este cauza principală a încălzirii globale, iar eforturile trebuie făcute atât la nivel național cât și internațional.

Sporirea treptată a preocupărilor și acțiunilor concrete de protejare a mediului la nivel european și internațional conduce la promovarea conceptului de dezvoltare durabilă, aplicate și în domeniul transporturilor rutiere.

Obiectivul general al dezvoltării durabile este de a găsi un optim al interacțiunii dintre cele trei sisteme: economic, social și mediul înconjurător, într-un proces dinamic și flexibil de funcționare.

Politica de transport reprezintă una dintre politicile europene cele mai afectate de măsurile ecologice, datorită creșterii continue a daunelor cauzate de acest sector, asupra mediului. Promovarea unei politici de mediu durabile în domeniul transporturilor are în vedere diminuarea impactului acestuia asupra mediului în ansamblu și a sporirii contribuțiilor pe care un sistem modern de transporturi le poate aduce la reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră, la protejarea stratului de ozon și la îndeplinirea importantelor obiective ale protocoalelor privind prevenirea poluării transfrontaliere, la mare distanță a aerului.

Realizarea unor sisteme eficiente de transport public, dezvoltarea transporturilor mai puțin poluante (rutier, aerian, feroviar sau naval) reprezintă prioritatea rezultată din criteriile importante impuse de Uniunea Europeană: schimbările climatice, mediu, biodiversitate, sănătate, management, resurse naturale.

O influență substanțială în sensul diminuării emisiei de noxe, o are și factorul uman, prin conștientizarea problemei poluării și prin optimizarea acțiunilor acestuia. Stilul rațional de conducere a unui autovehicul de către șofer poate contribui atât la reducerea emisiilor poluante, cât și a consumului de combustibil.

Datorită limitărilor tot mai severe prevăzute de legislația UE, în ceea ce privește noxele, s-au căutat soluții de utilizare a combustibililor alternativi, cum ar fi biodieselul, etanolul, biogazul, etc. . Folosirea biodieselului, spre exemplu, reduce cu 50% potențialul de alterare a stratului de ozon. Se constată scăderea cu până la 90% a scăderea nitriților din hidrocarburile aromatice policiclice. Emisiile de sulfuri sunt eliminate complet prin utilizarea B100. Emisiile poluante din gazele de evacuare nu mai conțin oxizi sulfurici și nici sulfați (componente importante ale ploilor acide).

Actualmente, etanolul este cel mai utilizat biocombustibil, din care se folosesc anual aproximativ 20 miliarde litri, drept carburant, în întreaga lume. În America de Nord și Sud precum și în unele zone din Europa etanolul este folosit în mod obișnuit, în amestecuri cu benzină, unde se afla în concentrații 5-20% (E5 până la E20).

Țara noastră întâmpină dificultăți legate de utilizarea biocombustibililor. Dintre acestea se pot enumera:

- inexistența în România a unui sistem integrat de producere a biocombustibililor
- tehnologii de performanțe reduse ale culturilor, cu mecanizare modestă
- nu există sistem de consultanță pentru producerea biocombustibililor, nefiind asigurată pe termen lung prepararea acestora
- lipsa de informare și a interesului pentru valorificare
- accizarea biocombustibililor ca și hidrocarburile.

Pornind de la observația că biocombustibilii și ceilalți combustibili neconvenționali produc mai puține gaze cu efect de seră, se reține faptul că la 26.oct.2007 CE a adoptat Decizia privind planul de alocare de certificate de emisii de gaze cu efect de seră .

Ca membră a UE și țara noastră trebuie să se alinieze conform cerințelor legislative europene, în privința emisiilor de noxe.

Ca o concluzie și un semnal de alarmă putem spune că schimbarea climei este mai periculoasă decât terorismul.

De aceea se impune ca oamenii să devină tot mai conștienți de faptul că este spre binele nostru, al tuturor, dar și al generațiilor ce vor veni după noi, să menținem mediul înconjurător cât mai puțin alterat.

### 7.2 Contribuții personale

Lucrarea este organizată în șapte capitole în care interferează informații din literatura internă și externă de specialitate, cu rezultatele unor cercetări originale, structura de bază a lucrării fiind:

- stadiul actual al cercetărilor din domeniul sistemelor de transport cu implicații asupra mediului
- poluarea aerului și metode și tehnici de evaluare a poluării
- evaluarea termodinamică a unui motor cu ardere internă, calculul dioxidului de carbon și utilizarea combustibililor neconvenționali
- evaluarea tehnico-economică și a impactului psihologic propriu poluării, în contextul transporturilor și al managementului de mediu.

S-a tratat pentru început problematica poluării în transportul rutier și a efectelor emisiilor produse de autovehicule. S-au prezentat informații privind poluarea produsă de m.a.i. folosite în transporturile rutiere, dar și legislația în vigoare pentru acest tip de motoare și s-au redat evoluții ale poluării acestor motoare, în timp (ani, km parcurși).

O contribuție importantă asupra poluării o are compoziția combustibilului, caracteristicile acestuia analizându-se pe categorii, conform specificațiilor stabilite de Uniunea Europeană.

Sunt prezentate metode și tehnici de evaluare a poluării provocate de m.a.i. pe categorii de poluanți. Pentru m.a.s. se urmărește evaluarea principalelor noxe, respectiv a instalațiilor, normelor și metodelor de investigare. Pentru m.a.c. sunt prezentate metodele de evaluare a fumului emis, corelarea între diferitele metode de investigare ( Bosch, Hartridge, MIRA).

Metodele diferite de investigare au fost verificate pentru cazul a 14 autovehicule echipate cu m.a.c. de diferite clase (autoturisme, autocamioane).

În urma măsurătorilor specifice inspecțiilor tehnice periodice efectuate a rezultat un set de valori ale indicelui de opacitate. Măsurătorile au fost efectuate cu opacimetrul pe parcursul a mai multe zile, la stația de inspecție tehnică a Registrului Auto Român-Reprezentanța Timiș.

Cu valorile indicelui de opacitate rezultate, în continuare se vor face experimente numerice în vederea evaluării conținutului de particule din fumul emis de motoarele cu aprindere prin comprimare, ce echipau autoturismele și autocamioanele prezentate la inspecția tehnică periodică și fac subiectul acestui studiu.

Pentru calculul concentrației de particule s-a folosit formula obținută de MIRA (valoarea centrală) și s-au comparat rezultatele cu curba teoretică.

Pentru considerente de alcătuire a graficului, coeficienții de opacitate au fost ordonați crescător, iar măsurătorile au fost grupate în funcție de categoria motorului cu care era echipat



autovehiculul supus măsurării. S-a obținut corelația între indicii de opacitate - grad de fum HARTRIDGE - funingine

În urma experimentelor numerice cu valorile indicelui de opacitate obținute prin măsurare cu opacimetrul la efectuarea inspecției tehnice periodice, s-a demonstrat posibilitatea determinării concentrației de particule în gazele de evacuare ale motoarelor cu aprindere prin comprimare.

Această metodă de echivalare a concentrației de particule în gazele de evacuare ale unui motor diesel reprezintă o soluție viabilă de determinare, având la bază măsurarea indicelui de opacitate cu fum-metrul Hartridge. Metodele de măsurare și aparatele folosite pentru această determinare sunt bine cunoscute și des folosite.

Evaluarea termodinamică a unui motor cu ardere internă s-a realizat prin calcul prin metoda ciclului real în scopul corelării cu datele obținute experimental la Universitatea Tehnică din Cluj Napoca, pe motorul LOMBARDINI 3LD510. Rezultatele obținute la trei regimuri diferite și comparate cu datele experimentale conferă o veridicitate a metodei de calcul cu posibilitatea evaluării la alte regimuri funcționale ale motorului și implicit a noxelor rezultate.

În urma măsurătorilor noxelor pe standul de încercare a motoarelor din gama TQ, cu aprindere prin scânteie, s-au trasat diagramele de variație a noxelor funcție de coeficientul excesului de aer (pentru motorul TD201).

Trasarea comparativă a diagramei indicate pentru ciclul real calculat și ciclul experimental s-a realizat pentru patru regimuri de turație, de la 1600 la 2500 rot/min.

Abaterea maximă înregistrată este de 5%, ceea ce este acceptabil tehnic, dovedind veridicitatea calculelor în raport cu experimentele.

Studiile efectuate cu privire la oxizii de azot cu analizorul de gaze MAHA MGT 5, au condus la concluzia că programul de modelare PROGO oferă rezultate corecte pentru ciclul real de funcționare.

Calculul dioxidului de carbon eșapat de motorul cu aprindere prin scânteie are la bază programul DEKRA, care folosește ca și date de intrare numărul de km parcurși, tipul de combustibil și consumul de combustibil la 100km, obținând emisia specifică și absolută de dioxid de carbon. Valoarea obținută în cazul motorului studiat este de maxim 305,3g/km, deoarece motorul are cuplu și putere relativ scăzute. În esență calculele efectuate și diagramele obținute sunt veridice.

Cercetările efectuate pot fi folosite ca direcții ulterioare de lucru, privind impactul sistemelor de transport asupra mediului și utilizate ca soluții privitoare la reducerea emisiilor de factori poluanți.

**Bibliografie**

- [A1] Apostolescu N., Bătagă I., Motoare cu ardere internă, Editura Tehnică, 1967
- [A2] Apostolescu N., Chiriac R., Procesul arderii în motorul cu ardere internă-Editura Tehnică, București 1998
- [A3] Apostolescu N., Neomogenitatea termică și chimică din motoarele cu ardere internă- Editura Academiei, București 1975
- [A4] Grunwald, B., Apostolescu N., Sfințeanu, D., Automobilul cu combustibili neconvenționali, Editura “Tehnică”,București 1989
- [A5] Aramă Ct., Motoare cu ardere internă, Editura “Tehnică”, București 1966
- [A6] Aramă Ct., Grunwald B., Poluarea aerului de către motoarele cu ardere internă, Editura Tehnică București, 1975
- [A7] Apostolescu N., Grunwald B.,
- [A7] Astahov I.V., Dinamika proțesa vprîska topliva v bîstrohonîh diseliah, Trudî MAP, 1948, nr.154.
- [A8] Achiriloaie V.D., Combaterea poluării mediului și dezvoltarea durabilă în transporturi-Teză de licență-2007-U.P.Timișoara
- [B1] Banu C., Manualul inginerului de industrie alimentară, vol. I, II, Editura Tehnică, București, 2002
- [B2] Bărănescu G., “Calculul proceselor de ardere“, Editura Academiei, R.P.R., București, 1955
- [B3] Bennet S., Real Time Computer Control, Prentice Hall, 1994
- [B4] Benson R.S., The Thermodynamics and Gas Dynamics of Internal Combustion Engines vol I –Claredon Press-Oxford 1982
- [B5] Berbeleac I., Zăcămintele minerale și tectonica globală, Editura Tehnică, București, 1988.
- [B6] Bergmann H., Scherer F., Osterwald H., Die Thermodynamik des neuen Nutzfahrzeugmotors OM 904 LA von Mercedes-Benz - MTZ 57(1996), nr. 4
- [B7] Betz A., Rechnerische Untersuchung des stationären und transienten Betriebsverhaltens ein- und zweistufig aufgeladener Viertakt – Dieselmotoren
- [B8] Bliem C.J., Computer-aided value analysis for small low temperature binary systems, Final Report for NREL, december 1996.
- [B9] Boaru L.S., Legislative measures to influence emissions from road Traffic Miskolc, 4<sup>th</sup> International Conference of Phd Students University of Miskolc Hungary, 11-17 august 2003 ISBN 963 661 590 X

## Bibliografie

---

- [B10] Boaru L.S., Negrea V.D., Cu privire la structura locală și zonală a emisiilor de monoxid de carbon și ale ozonului, a XIII-a Conferință de Termotehnică Reșița, mai 2003
- [B11] Boaru L.S., Negrea V.D., Evaluarea numerică a coeficienților ponderați de toxicitate pentru motoare cu aprindere prin scânteie și motoare cu aprindere prin comprimare de tracțiune rutieră, Conferința de Termotehnică 25 – 26 noiembrie 2004 București
- [B12] Boaru L.S., Negrea V.D., Evaluarea prin calcule numerice a noxelor eșapate de către motoarele cu aprindere prin scânteie, Cluj-Napoca, 2002
- [B13] Boaru L.S., Negrea V.D., Holotescu S., Stoian F., Atmospheric gases with global effect and their pollutant implications, The 30<sup>th</sup> session of scientific presentations „Modern technologies in the XXI century” Bucharest 6 – 7 noiembrie 2003 Ministry of National Defence Military Technical Academy Bucharest, ISBN 973-640-012-3
- [B14] Boaru L.S., Pop Gh., Cu privire la originea poluanților din gazele de evacuare ale motoarelor cu aprindere prin scânteie și evaluarea prin calcul a acestora, Constanța, 2002
- [B15] Boaru L.S., The numerical evaluation of the weighted toxicity indices for the gasoline engine and compression ignition engine by causeway drive, Conat Brașov octombrie 2004 ISBN 973 – 635 –394 – X
- [B16] Boaru L.S., The study of theoretical and experimental about exhaust emission components with local and regional effects, Varna septembrie 2004
- [B17] Bobescu Gh., Cofaru C., Chiru A., Radu A., Motoare pentru automobile și tractoare, vol.I, vol.II, Chișinău 1996
- [B18] Bolodin A. I., Modelirovanie na zvîm rabotî teplovoznîh dizelei, Mosckva, Transport, 1985.
- [B19] Boretti G., Diesel engine combustion chamber design with three-dimensional flow computations, International Conference Combustion in Engines, 1992
- [B20] Boyer St., Boyer Stuart: SCADA Supervisory Control and Data Acquisition, Instrument Society of America, 1993.
- [B21] Brown B.W., Mines G.L., Flowsheet simulation of some different cycles, GRC Transactions, San Diego 1998.
- [B22] Burnete N., Mihon L.N. Motoare diesel și biocombustibili pentru transportul urban- Edit. Mediamira Cluj-Napoca 2008
- [B23] Bică M., Filipaș T. Mediu ambiant și exergia-Edit. Academiei Române 2005.
- [C1] Chang H., Zhang Y., Chen L., Gray forecast of Diesel engine performance based on wear, Applied Thermal Engineering, 2003
- [C2] Chen B., Qin Analysis of Piston-Cylinder Dynamic Oil Film Behavior,

## Bibliografie

---

- Zugan, Proceedings 6-th International Congress on Tribology vol.IV-Eurotrib-Budapest 1993
- [C3] Copae I., Instalațiile de alimentare ale motoarelor de tracțiune cu ardere internă, Editura Academia Militară, București, 1987.
- [C4] Crispin A., Programmable Logical Controllers and Their Engineering Applications, McGraw Hill, 1990
- [D1] Deacenco N. H., Kostin A. K., Pugacev D. P., Rusinov, R. V., Melnikov G. V., Teoria dvigatelei vnutrennego sgorania, Rabocie proțessî, Leningrad, Mașinostroenie, 1974.
- [D2] Dragomir G., Cercetări privind perfecționarea constructiv-funcțională a m.a.i. de tracțiune rutieră în corelație cu procesul de fabricație și adaptarea la condițiile de cale și controlul poluării -Teză de doctorat-2007-Univ.Tehnică Cluj-Napoca
- [E1] Edgar W.S.: Introduction to the Structure of the Earth, Me. Graw-Hil Book Company, third edition, 1988.
- [F1] Fainleib B.N., Toplivnaia apparatura avtotraktornîh dizelei. Spravocinik, Leningrad, Mașinostroenie, 1974.
- [F2] Follain L., The New PSA 2.2 – Litre HDI Diesel Engine – AutoTechnology, vol. I, June 2000
- [F3] Fomin I.I., Toplivnaia apparatura sudovîh dizelei, Mosckva, Transport, 1965.
- [F4] Fomin I.I., Ghidravliceskii rasciot toplivlîh sistem sudovîh diselei, Izd. „Morskoi transport”, 1959.
- [F5] Forțofoi M., Cercetări privind abordarea sistemico-cibernetică în corelație cu răspunderea civilă, penală și administrativă a circulației pe drumurile publice.-2007-Teză de doctorat-U.P.Timișoara.
- [F6] Forțofoi M., Transporturile si mediul în corelație cu aspectele de management.-Simpozionul Internațional Omul și Mediul-2007- sub egida Acad. Române și a ASTRT-ISBN-978-973-687-555-7
- [G1] Gaiginschi R., Zătreanu, Gh., Motoare cu ardere internă-Construcție și Calcul , Editura “Gh.Asachi”, Iași 1995
- [G2] Ghia V., Studiu de fundamentare a programului de cercetare privind procesele de ardere a combustibililor lichizi grei din petrol și cărbune pentru motoare Diesel, Raport de fază 146, I.N.M.T., București, 1985.
- [G3] Ghințburg I., Teoria i rasciot porșvevîh koleț –Mașghiz, Moskva 1945
- [G4] Grunwald, B., Teoria, calculul și construcția motoarelor pentru autovehicule rutiere,Editura Didactică și Pedagogică, București 1980
- [H1] Henderson, P.T., Wells Diesel Engines Emissions: A Timing Control Approach - SAE Technical Paper Series 871630

## Bibliografie

---

- D., Haddox  
M.,
- [H2] Hiroyasu H., Measurements of spray characteristics and fuel vapor concentration in a diesel spray-University of Hiroshima, Japan-1994
- [I1] Irimescu A. Cercetări privind determinarea prin echivalență opacitate-gravific a fumului emis de motoarele diesel. Dizertație Master-U.P.Timișoara 2006.
- [I2] Ioan C.  
Carmen,  
Balan I. Ecological attitude, the key element in the multidisciplinary approach of the environment-SIMPOZION V “OMUL SI MEDIUL” Acad Rom. Fil.T-soara 24 mai 2007-ISBN-978-973-687-555-7
- [J1] James R., The applications of the binary cycle, Department of Scientific and Industrial Research Report, New Zealand, 1991.
- [K1] Kamimoto T.,  
Bae M., High Combustion Temperature for the Reduction of Particulate in Diesel Engines - - SAE Technical Paper Series 880423
- [K2] Kirilin V., Termodynamique technique-Edition MIR Moscou 1981
- [K3] Klein H.,  
Rulfs H., Einfluss der Kraftstoff-Voreinspritzung auf das Betriesverhalten von mittelschnellaufenden Dieselmotoren – MTZ 53(1992), nr. 9
- [K4] Kutateladze  
S.S.,  
Moskvicheva  
V.N., Petin  
Y.M., Aplicații ale purtătorilor de energie termică de temperatură scăzută pentru utilizarea ca sursă de energie secundară în industrie, Institutul de termo-fizică al Departamentului Siberian al Academiei de Științe Novosibirsk, 1990.
- [L1] Langrock T.,  
Petersen R.,  
Schallaböck  
K.O., Bedeutung der klimawirksamen Emissionen des PKW-Verkehrs und Bewertung von Minderungs-strategien
- [L2] Lăzărescu V., Geologie fizică, Editura Tehnică, București, 1980.
- [L3] Lenz H.P.,  
Cozzarini  
Ch., Emissions and Air Quality, Society of Automotive Engineers, Inc. Warrendale, Pa, 1999
- [M1] Maghiar T., Surse noi de energie, Editura Universității din Oradea, 1995.
- [M2] Mateevici V.,  
Pavelescu, T.,  
Bogdan D.,  
Grosu G.,  
Timaru Gh.,  
Ion M.,  
Capeti R., Automobile „Roman” pentru transportul de mărfuri, Editura Tehnică București, 1982
- [M3] Monaghan  
M., Putting friction in its place, Internal Combustion Engine Research in Universities-C375/KN1, ImechE 1991
- [M4] Moraru Gh.,  
Ulm I.P., Reducerea emisiilor poluante cu efect de seră-AGIR-Univers Ingineresc-Nr. 427-1-15 nov. 2008.

## Bibliografie

---

- [N1] Nagi M.: Transmiterea căldurii și dinamica gazelor, Litografia I.P. Timișoara, 1996.
- [N2] Neacșu E., Nagi, M., Tabele, diagrame și formule termotehnice, Timișoara 1997
- [N3] Negrea V.D., Procese în motoare cu ardere internă, vol.I, Editura “Politehnica”, Timișoara 2001
- [N4] Negrea V.D. Procese în motoare cu ardere internă, vol.II Editura “Politehnica”, Timișoara 2003
- [N5] Negrea, V.D., Boaru, L.S., Regards of the emissions produced by road traffic, The VII<sup>th</sup> International Conference ESFA București, 8-9 mai 2003, ISBN 973-8449-10-3, ISBN 973-8449-12-x
- [N6] Negrea V.D., Boaru L.S., Traficul rutier și poluarea mediului, Oradea iunie 2003
- [N7] Negrea V.D., Bazele cercetării experimentale a mașinilor termice, Litografia I.P.”Traian Vuia” Timișoara, 1987
- [N8] Negrea V.D., Boaru L.S., Tokar A., Pădure G., Holotescu S., Ostoia D., Research on the evaluation of noxes of road vehicle engines, Iași 8 –10 iulie 2004 ISSN 1011 – 2855
- [N9] Negrea V.D., Boaru L.S., Tokar A., Pădure G., Holotescu S., Ostoia, D., Research on the Evaluation of Noxes of Road Vehicle Engines-Buletinul Institutului Politehnic din Iași –Tomul L(LIV) Fascicula 6D-ISSN-2855-, Technical University “Gh. Asachi “ of Iași –First International Conference “prof. Emil Gaiginschi”-Advanced Concepts in Mechanical Engineering- 8<sup>th</sup> -10<sup>th</sup> of July 2004-ISSN-1011-2855
- [N10] Negrea V.D., Sandu V., Combaterea poluării mediului în transporturile rutiere, Editura Tehnică, București, 2000
- [N11] Negrea V.D., Pădure G., Boaru L.S., Holotescu S., Pop Gh., Omul, mobilitatea sa și mediul, Oradea 2004 ISSN 1583 – 0691
- [N12] Negrea V.D., Realizări și perspective în domeniul automobilelor- A 3-a Conferința Natională ASTR; ISBN 978-973-713-223-9; pag447; Total 9 pag.; 12-13. 11.2008; Cluj-Napoca.
- [N13] Negrea V.D., Negrea I. ș.a. Transporturile rutiere, dezvoltarea lor durabilă și mediul (lb. engleză) - Conferința Internațională - SMAT 2008 Univ. Craiova- 23-25 oct. 2008 Sub egida FISITA; EAEC; SAE Internațional.
- [N14] Negrea I., Studiul comparativ al genezei NO<sub>x</sub> în motorul cu ardere internă, respective camera de ardere deschisă-Referat doctorat 2006
- [N15] Negrea I., Stadiul actual al cercetărilor din domeniul sistemelor de transport cu implicații asupra mediului-Referat doctorat 2007

## Bibliografie

---

- [N16] Nicoară I., Gruescu C., Specific Features of Closed Mechanical Circuits, The Eighth International Conference on the Theory of Machines and Mechanism, IFToMM, Liberec, 2000
- [N17] Nicoară I., Gruescu C., Sticlaru C., Fiabilitate și terotehnică, Editura Politehnică Timișoara, 2009
- [N18] Nicoară I., Încercarea angrenajelor, Editura Orizonturi Universitare, Timișoara, 2001
- [N19] Năstăsescu V., Simularea fenomenelor mecanice și hidraulice, Editura Academiei Tehnice Militare, București, 2000
- [N20] Năstăsescu V., Analiza neliniară a structurilor mecanice prin metoda elementelor finite, Editura Academiei Militare, București, 2002
- [N21] Năstăsescu V., Elemente de analiză a mișcării lanțurilor cinematice în câmpuri de temperaturi, Editura Europa, Craiova 1998
- [O1] Ostoia D., Boaru L.S., Studiu experimental privind influența pierderilor prin neetanșeități asupra consumului de combustibil a unui monocilindru diesel, Simpozionul „Omul și mediul” Timișoara 8 noiembrie 2004 ISBN 973-625-176-4
- [O2] Ostoia D., Holotescu S., Petruțesc-Boaru L.S., Studiu privind creșterea de presiune pe ciclu și opacitatea pe caracteristica de mers în gol a unui monocilindru diesel- Simpozionul “Omul și Mediul “-26.05.2005-ediția a IV-a ISBN 973- 625-225-6- Academia Română Filiala Timișoara, Comisia pentru Combaterea poluării mediului
- [P1] Pesic R., Motoare cu ardere internă de automobil cu consum redus de combustibil. International Journal MVM, Kragujevac, 1994
- [P2] Petruțesc-Boaru L.S., Petruțesc-Boaru C.C., Controlul emisiilor poluante în timpul arderii la motoarele cu aprindere prin comprimare, Conferința de la Craiova 26-28 mai 2005 ISBN 973-742-089-6
- [P3] Petruțesc-Boaru L.S., Petruțesc-Boaru C.C., Cu privire la efectul poluant al substanțelor existente în atmosferă și a concentrațiilor de noxe cu efect global, Simpozionul „Omul și mediul” Timișoara 26 mai 2005 ISBN 973-625-225-6
- [P4] Petruțesc-Boaru L.S., Petruțesc-Boaru C.C., Posibile căi ale influenței emisiilor din trafic, Conferința de la Craiova 26-28 mai 2005 ISBN 973-742-089-6
- [P5] Pischinger R., Staska G., Geo Z., Calculation of the Injection Rate Curve of Diesel Injection Systems under Cavitation Conditions,, MTSZ 44, 1983 - 11, p.423-426.
- [P6] Popa M.G., Negurescu N., Pană C-tin, Motoare diesel. Procese. Vol. I și II, Editura „Matrix Rom” București, 2003

## Bibliografie

---

- [P7] Petrescu M., Drosescu R., Gaiginschi R., ș.a. Vehicule electrice hibride.-Edit. Venus Iași 2006
- [R1] Rakosi E., Roșca R., Manolache Gh., Combustibili neconventionali oxigenati pentru motoare cu ardere internă, Editura „Gh. Asachi” Iași, 2002
- [S1] Savu C-tin, Poluarea mediului și prezența substanțelor toxice în alimente. Controlul calității alimentelor, Editura Semne București 1999
- [S2] Schulte H., Königs M., Reuter U., Scheid E., The Influence of Pilot Injection on Combustion in DI Diesel Engines
- [S3] Shimada T., Shoji T., Takeda Y., The Effect of Fuel Injection Pressure on Diesel Engine Performance – SAE Technical Paper Series 891919
- [S4] Smith E., Clarke D., Sherrington, The measurement of piston assembly friction in a engine, Internal Combustion Engine Research in Universities-C433/031, ImechE 1991
- [S5] Stratulat M., Andreescu C., Diagnosticarea automobilului, Societatea Știință și Tehnică SA București 1998
- [S6] Stratulat M., Calculul arderii în motoarele cu aprindere prin comprimare cu injecție directă, Buletinul Academiei Militare Generale, București, 1967
- [S7] Stratulat, M., Copae I., Procesele energetice din motoare, Editura Academia Tehnică Militară, București, 1982.
- [T1] Tokar A., Boaru L.S., Negoitescu A.S.,OstoaiaD. Studii și cercetări privind influența indicatorilor eco-economici asupra deficiențelor ecologice, Simpozionul „Omul și mediul” Timișoara 8 noiembrie 2004 ISBN 973-625-176-4
- [T2] Tudora O., Studii și cercetări privind termogazodinamica motoarelor diesel prin metode numerice, Teză de doctorat,Timișoara 2004
- [T3] Turcoiu T., Boncoi J., Time Al., Echipamente de injecție pentru motoare cu ardere internă, , Editura Tehnică, București, 1987.
- [T4] Thuma R. Contribuții privind controlul noxelor pentru motoare diesel cu injecție directă de foarte înaltă presiune. Teză de doctorat U.P.Timișoara-2009.
- [V1] Veinovic S., Negrea V.D., Pesic R., Davinic D., Perspective privind carburanți și lubrifianți pentru autovehicule cu 3 l la 100 km. Congresul Internațional YUNG`95, Vrnjacka Banja
- [V2] Vibe G., N., Brennverlauf und Kreisprozess von Verbrennungsmotore VEB-Verlag Technik Berlin, 1970



## Bibliografie

---

- [W1] Whitehouse, N.D., Baluswamy, N., Calculation of gaseous products during combustion in diesel engine using a four zone model SAE Paper No. 770410 (1977)
- [W2] Wiliams Alan, Combustion of Liquid Fuel Sprays-ISBN 0-408-04113-7-1990
- [W3] Worthing A.G., Geffner, J., Prelucrarea datelor experimentale, Editura Tehnică București, 1959
- [W4] Woschni, G., Elektronische Berechnung von Verbrennungsmotor-Kreisprozessen-MTZ, 1965 ,11
- [W5] <http://www.agriforenergy.com>
- [W6] <http://www.lanl.gov>
- [W7] <http://www.sae.com>
- 1 \*\*\* Automotive HandBook, Bosch 3-rd Edition, Stuttgart, 1993
- 2 \*\*\* AU-Abgasuntersuchung-TAK 2005-2007
- 3 \*\*\* Catalog Sondex A/S PVV, 2006
- 4 \*\*\* Colecția de reviste Automotive Engieneer
- 5 \*\*\* Colecția de reviste MTZ
- 6 \*\*\* Diesel RK
- 6 \*\*\* Diesel emissions reduced – Automotive Engineering International, May 1998
- 7 \*\*\* Energy conversion cycles, U.S.Department of Energy Report, DOE/EE-0040, USA 1997.
- 8 \*\*\* Equipment and services for worldwide applications, U.S.Department of Energy Report, DOE/GE - 1070, USA 1998.
- 9 \*\*\* Manualul inginerului termotehnician, vol.I,II,III, Ed. Tehnică, Buc., 1986.
- 10 \*\*\* Manual utilizare AVL DiCom
- 11 \*\*\* Program UNISORI
- 12 \*\*\* Raport al Ministerului Federal pentru Cercetare și Tehnologie, 77/98, aug. 1996, Bonn.
- 13 \*\*\* Sistemul electronic de injecție pentru motorină, Documentar INAR-Brașov, 1994.
- 14 \*\*\* Technical assesment guide. Electric Power Research Institute, Palo Alto, june 1993.
- 15 \*\*\* Zum Entwicklundsstand der Kolbenringe und Dichtungen fur Verbrennungsmotoren-MTZ-1978
- 16 \*\*\* Reglementări și norme tehnice în transporturi rutiere - aprobate prin Ordinul ministrului nr. 211/2003
- 17 \*\*\* Reglementări și norme tehnice în transporturi rutiere - aprobate prin Ordinul ministrului nr. 756/2002]
- 18 \*\*\* Reglementări și norme tehnice în transporturi rutiere - aprobate prin Ordinul ministrului nr. 2195/2004

## Bibliografie

---

- 19      \*\*\*      MIRA Report no. 1961/5-1961 - Some Experiments on the Measurement of Exhaust Smoke Emission from Diesel Engine
- 20      \*\*\*      Calculul CO<sub>2</sub> în transporturile rutiere-DEKRA-2007
- 21      \*\*\*      Vehicule rutiere. Determinarea emisiilor poluante. Limite admise și metode de încercare pentru vehicule cu masa până la 3500 kg, STAS 11369-88

**ANEXE**

**Axexa 1 - Subrutinele programului de calcul pentru ridicarea diagramei indicate  
UNISORI**

| Nr crt. | Denumire        | Explicție                                            |
|---------|-----------------|------------------------------------------------------|
| 1       | A1              | aria pistonului (m2)                                 |
| 2       | A2              | aria chiulasei (m2)                                  |
| 3       | AAK             | suprafață galerie admisie                            |
| 4       | AMO(-)          | coef excesului de aer lambda                         |
| 5       | <b>AMOA</b>     | <b>coef excesului de aer lambda</b>                  |
| 6       | AVKE            | suprafață taler admisie                              |
| 7       | AVS             | supraf canal evacuare                                |
| 8       | AVSCHA          | supraf canale chiulasa                               |
| 9       | AVU             | suprafața canal admisie (pt schimb de caldura)       |
| 10      | <b>BE</b>       | <b>consumul specific efectiv</b>                     |
| 11      | BETAA           | unghi supapă evacuare                                |
| 12      | BETAE           | unghi supapă admisie                                 |
| 13      | <b>BI</b>       | <b>consumul specific indicat</b>                     |
| 14      | C22, CONH, CONL | coef tranfer caldură Woschni                         |
| 15      | <b>CM</b>       | <b>viteza medie a pistonului</b>                     |
| 16      | D               | alezaj (m)                                           |
| 17      | DAK             | diametru galerie admisie                             |
| 18      | DELFI           | durata arderii                                       |
| 19      | DIA             | diametru supapă evacuare                             |
| 20      | DIE             | diametru supapă admisie                              |
| 21      | DQW1 ... DQW4   | coef schimbului de caldura                           |
| 22      | DSS             | temp din colectorul de evacuare la diferite distanțe |
| 23      | DVU             | diametru canal admisie                               |
| 24      | EPS(-)          | raport de comprimare                                 |
| 25      | ETAI            | randamentul indicat                                  |
| 26      | ETAI5V          | randament turbosuflantă                              |
| 27      | ETAMEC          | randament mecanic (se estimează)                     |
| 28      | FIAO            | unghi DSE                                            |
| 29      | FIAS            | unghi ISE                                            |
| 30      | FIEBA           | unghi început ardere (se estimează)                  |
| 31      | FIEO            | unghi DSA                                            |
| 32      | FIES            | unghi ISA                                            |
| 33      | FIFB            | unghi inceput ardere                                 |
| 34      | FIFBA           | unghi inceput injecție sau moment scanteie           |
| 35      | FIVA            | unghi sfârșit ardere rapida                          |
| 36      | FIVE            | unghi sfârșit ardere                                 |
| 37      | FNOX            | coef C1 din formula NOx Schroder                     |
| 38      | FSW             | pași de calcul 1-2 schimb de gaze 3-4 ardere         |
| 39      | GPW             | debitul de apă prin racitorul de ulei                |
| 40      | HU              | puterea calorică inferioară motorină                 |
| 41      | KFIVA           | 1                                                    |
| 42      | KFNA            | 1                                                    |
| 43      | <b>LUFT EIN</b> | <b>masa de aer introdusă în cilindru</b>             |

Anexe

|    |                   |                                                         |
|----|-------------------|---------------------------------------------------------|
| 44 | <b>MASSE AUS</b>  | <b>masa evacuată din cilindru</b>                       |
| 45 | NANDZR            | nr cicluri de iterație                                  |
| 46 | <b>NOX</b>        | <b>emisia de NOx după Schroder</b>                      |
| 47 | NTACT             | nr timpi                                                |
| 48 | NZIL              | nr cilindri motor                                       |
| 49 | P                 | presiune admisie                                        |
| 50 | PBO               | presiunea la iesirea din suflantă                       |
| 51 | PE                | contrapresiune evacuare a mediului în care se evacuează |
| 52 | <b>PMAX</b>       | <b>pres maximă din cilindru</b>                         |
| 53 | <b>PME</b>        | <b>pres medie efectivă</b>                              |
| 54 | <b>PMI</b>        | <b>pres medie indicată</b>                              |
| 55 | <b>PMR</b>        | <b>pres medie a perderilor</b>                          |
| 56 | PO                | presiune intrare in cilindru (in galerie)               |
| 57 | QB0A              | căldura degajată prin ardere                            |
| 58 | <b>QBO = QBOA</b> | <b>căldura degajată pe ciclu</b>                        |
| 59 | <b>QPBUE</b>      | <b>caldura schimbată prin camasa cilindru</b>           |
| 60 | <b>QPDE</b>       | <b>caldura schimbată prin chulasă</b>                   |
| 61 | <b>QPKO</b>       | <b>caldura schimbată prin piston</b>                    |
| 62 | <b>RESTGAS</b>    | <b>coef gazelor reziduale gama</b>                      |
| 63 | S                 | cursa (m)                                               |
| 64 | SVH2(-2)          | 1/2 raport manivelă/bielă                               |
| 65 | T                 | temp abiantă 293 K                                      |
| 66 | TBO               | temp la iesirea din suflantă                            |
| 67 | TDS               | temp din colectorul de evac la dif distanțe             |
| 68 | <b>TGM</b>        | <b>temp medie a ciclului motor</b>                      |
| 69 | TKLA              | temperatura la sfârșit admisie                          |
| 70 | <b>TMAG</b>       | <b>temp medie a gazelor evac la supapă</b>              |
| 71 | <b>TMAX</b>       | <b>temp maximă din cilindru</b>                         |
| 72 | TVKE              | temp taler admisie                                      |
| 73 | TVS               | temp din colectorul de evacuare                         |
| 74 | TVSCHA            | temperaturi canal chiulasa                              |
| 75 | TVU               | temp la iesirea gazelor din cilindru (se estimează)     |
| 76 | TWA               | temp perete galerie evacuare                            |
| 77 | UPS               | turația [rot/min]                                       |
| 78 | UPSA              | turația [rot/secudă]                                    |
| 79 | VA                | coeficient din rel Vibe 5,4...6,9                       |
| 80 | <b>VC</b>         | <b>vol camerei de ardere Vc</b>                         |
| 81 | <b>VH</b>         | <b>cilindreea unitară Vs</b>                            |
| 82 | VM                | parametrul m din rel Vibe < 6 pt diesel lent            |
| 83 | VM1               | param m din rel Vibe de ordinul 2                       |
| 84 | VMA               | param Vibe                                              |
| 85 | <b>W</b>          | <b>lucrul mecanic</b>                                   |
| 86 | ZA                | nr supape evacuare                                      |
| 87 | ZE                | nr supape admisie                                       |

Anexa 3 - Caracteristicile benzinei, utilizată la testele efectuate pe motorul TD 201

S.C. PETROTEL LUKOIL S.A.  
SERVICIUL INCERCARE - LABORATOR ACREDITAT RENAR (CERTIFICAT NR. LI-216)  
RAPORT DE INCERCARI  
Nr.1420 Data 08.04.2008

1. Nume si adresa beneficiar/client/instalati : PARC REZERVOARE  
2. Descrierea si identificarea probei supusa incercarii;  
Tip produs: BENZINA COR 95 FARA PLUMB-tip PREMIUM marca EUROLUK BENZINA  
Documentul tehnic normativ : SR EN 228-2004 +SREN228/A91-2007  
Rezervor / masura / nr.cazane / cantitate : T 132 - 1050 cm  
Data / ora prelevării : 08.04.2008  
Metoda de prelevare : SR EN ISO 3170 - 2004  
3. Data primirii probei / Data finalizarii incercarii : 08.04.2008 / 08.04.2008  
4. Rezultatul incercarii:



| nr | Caracteristica                                                                                                                                                                                     | U.M.                   | Valoare Prevazuta                                                                        | Valoare determinate                           | Metoda de incercare                     |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1  | Densitate la 15°C                                                                                                                                                                                  | kg / m <sup>3</sup>    | 720 - 775                                                                                | 764,5                                         | SR EN ISO 3673-03<br>SR EN ISO 12185-03 |
| 2  | Cifra octanica Research (COR)                                                                                                                                                                      | -                      | min 95,0                                                                                 | 95,3                                          | SR EN ISO 5164-06                       |
| 3  | Cifra octanica Motor (COM)                                                                                                                                                                         | -                      | min 85,0                                                                                 | 85,2                                          | SR EN ISO 5163-06                       |
| 4  | Continut de plumb                                                                                                                                                                                  | mg Pb/l                | Max: 5                                                                                   | 0,16                                          | SR EN 237- 05                           |
| 5  | Continut de sulf                                                                                                                                                                                   | mg/ Kg                 | Max .50                                                                                  | 44,6                                          | SR EN ISO 20884-04                      |
| 6  | Stabilitate la oxidare                                                                                                                                                                             | Minute                 | min 360                                                                                  | >360                                          | SR EN ISO 7536-01                       |
| 7  | Gume actuale                                                                                                                                                                                       | mg /100ml              | max 5                                                                                    | 1,0                                           | SR EN ISO 6246-00                       |
| 8  | Coroziune pe Cu (3 ore la 50°C)                                                                                                                                                                    | -                      | clasa 1                                                                                  | 1a                                            | SR EN ISO 2160-03                       |
| 9  | Aspect                                                                                                                                                                                             | Limpede si transparent | -                                                                                        | L-T                                           | Inspectare vizuala                      |
| 10 | Continut de olefine                                                                                                                                                                                | % vol                  | max 18,0                                                                                 | 10,0                                          | ASTM D 1319- 02                         |
| 11 | Continut de aromate                                                                                                                                                                                | % vol                  | max 35,0                                                                                 | 35,0                                          | ASTM D 1319- 02                         |
| 12 | Continut de benzen                                                                                                                                                                                 | % vol                  | max 1,00                                                                                 | 0,78                                          | SR EN 12177- 01                         |
| 13 | Continut de oxigen                                                                                                                                                                                 | % m/m                  | max 2,7                                                                                  | 1,20                                          | SR EN 13132- 01                         |
| 14 | Continut de compusi oxigenati:<br>- metanol<br>- etanol<br>- alcool izopropilic<br>- alcool izobutilic<br>- alcool tert butilic<br>- eteri : 5 sau > atomi de C (MTBE)<br>- alti compusi oxigenati | % vol                  | max 3,0<br>max 5,0<br>max 10,0<br>max 10,0<br>max 7,0<br>max 15,0<br>max 10,0            | 0,0<br>0,0<br>0,0<br>0,0<br>0,0<br>2,5<br>0,1 | SR EN 13132-01                          |
| 15 | Presiune de vapori (DVPE) - vara<br>- tranz.<br>- iarna                                                                                                                                            | kPa                    | 45,0- 60,0<br>50,0 - 80,0<br>60,0 - 90,0                                                 | -<br>58,0                                     | SR EN 13016/1-01                        |
| 16 | Distilare:<br>Evaporat la 70 °C (E 70) - vara<br>- tranz.<br>- iarna<br>Evaporat la 100 °C<br>Evaporat la 150 °C<br>Punct final de fierbere<br>Reziduu la distilare                                | % vol                  | 20,0 - 48,0<br>22,0 - 50,0<br>22,0 - 50,0<br>46,0 - 71,0<br>min 75,0<br>max 210<br>max 2 | -<br>24,0<br>-<br>46,0<br>77,0<br>207<br>1,0  | SR EN ISO 3405-03                       |
| 17 | Indice de volatilitate VLI - vara<br>(VLI=10VP+7 E70)<br>- tranz.<br>- iarna                                                                                                                       | -                      | -<br>-<br>max 1250                                                                       | -<br>748                                      | SR EN 228-04                            |

5. Observatii: Produs conform SR EN 228-2004 +SREN228/A91-2007  
Laborant sef: SIMION S  
Chimist / Chimist la schimb : SPATARU N  
Inspector independent:

Note: Raportul de incercari se refera numai la proba supusa incercarii.  
Reproducerea partiala a raportului de incercari este interzisa

S.C. PETROTEL LUKOIL S.A.  
SERVICIUL INCERCARE  
NR. 9  
SEMNATURA: [Signature]  
DATA: 08.04.08  
Cod. R. U/98 - 96, Ed. 1, Pg. 1/1

APROBAT: [Signature]  
08.04.2008

[Handwritten signature]

Anexa 3 - Protocoale înregistrate de analizorul de gaze

| MOTOR X                 | MOTOR X                 |
|-------------------------|-------------------------|
| ANALIZOR DE GAZE        | ANALIZOR DE GAZE        |
| =====                   | =====                   |
| DATE ANALIZOR           | DATE ANALIZOR           |
| =====                   | =====                   |
| Construct: MOTOR X      | Construct: MOTOR X      |
| Tip: 777                | Tip: 777                |
| Omolog. Nr:OM00360c     | Omolog. Nr:OM00360c     |
| Seria Nr:7770603248     | Seria Nr:7770603248     |
| Data inspec. periodice: | Data inspec. periodice: |
| 07/12/2007              | 07/12/2007              |
| =====                   | =====                   |
| DATE TUROMETRU          | DATE TUROMETRU          |
| =====                   | =====                   |
| Construct: MOTOR X      | Construct: MOTOR X      |
| Tip: MX002-CG           | Tip: MX002-CG           |
| Omolog. Nr:OM00359f     | Omolog. Nr:OM00359f     |
| Seria Nr:7770603248     | Seria Nr:7770603248     |
| =====                   | =====                   |
| DATE VEHICUL            | DATE VEHICUL            |
| =====                   | =====                   |
| Producator:             | Producator:             |
| Tip:                    | Tip:                    |
| Nr. inmatr.:            | Nr. inmatr.:            |
| Sasiu:                  | Sasiu:                  |
| Motor:                  | Motor:                  |
| Tip motor:              | Tip motor:              |
| Anul primei inmatric.:  | Anul primei inmatric.:  |
| Carburant=BENZINA       | Carburant=BENZINA       |
| =====                   | =====                   |
| VALORI OBTINUTE         | VALORI OBTINUTE         |
| =====                   | =====                   |
| CO (%vol) 0.29          | CO (%vol) 0.91          |
| CO cor (%vol) 2.3       | CO cor (%vol) 5.7       |
| CO2 (%vol) 1.6          | CO2 (%vol) 1.5          |
| HC (ppm) 23             | HC (ppm) 56             |
| O2 (%vol) 18.25         | O2 (%vol) 17.93         |
| NOx (ppm) 225           | NOx (ppm) 2             |
| LAMBDA 7.53             | LAMBDA 5.87             |
| TURATIE (rpm) 0         | TURATIE (rpm) 0         |
| Temp ulei.(°C) 92       | Temp ulei.(°C) 88       |
| Conditii de mediu:      | Conditii de mediu:      |
| Temp. ext. (°C) 15.7    | Temp. ext. (°C) 16.2    |
| Pres. Atm. (kPa) 100.6  | Pres. Atm. (kPa) 100.6  |
| Umiditate rel. (%) 53   | Umiditate rel. (%) 54   |
| =====                   | =====                   |

## MOTOR X

ANALIZOR DE GAZE

DATE ANALIZOR

Construct: MOTOR X  
 Tip: 777  
 Omolog. Nr:OM00360c  
 Seria Nr:7770603248  
 Data inspec. periodice:  
 07/12/2007

DATE TUROMETRU

Construct: MOTOR X  
 Tip: MX002-CG  
 Omolog. Nr:OM00359f  
 Seria Nr:7770603248

DATE VEHICUL

Producator:

Tip:  
 Nr. inmatr.:  
 Sasiu:

Motor:  
 Tip motor:  
 Anul primei inmatric.:

Carburant=BENZINA

VALORI OBTINUTE

|                |        |       |
|----------------|--------|-------|
| CO             | (%vol) | 0.77  |
| CO cor         | (%vol) | 3.2   |
| CO2            | (%vol) | 2.8   |
| HC             | (ppm)  | 25    |
| O2             | (%vol) | 16.39 |
| NOx            | (ppm)  | 41    |
| LAMBDA         |        | 4.05  |
| TURATIE        | (rpm)  | 0     |
| Temp ulei.(°C) |        | 76    |

Conditii de mediu:  
 Temp. ext. (°C) 17.7  
 Pres. Atm. (kPa) 100.6  
 Umiditate rel. (%) 52

## MOTOR X

ANALIZOR DE GAZE

DATE ANALIZOR

Construct: MOTOR X  
 Tip: 777  
 Omolog. Nr:OM00360c  
 Seria Nr:7770603248  
 Data inspec. periodice:  
 07/12/2007

DATE TUROMETRU

Construct: MOTOR X  
 Tip: MX002-CG  
 Omolog. Nr:OM00359f  
 Seria Nr:7770603248

DATE VEHICUL

Producator:

Tip:  
 Nr. inmatr.:  
 Sasiu:

Motor:  
 Tip motor:  
 Anul primei inmatric.:

Carburant=BENZINA

VALORI OBTINUTE

|                |        |       |
|----------------|--------|-------|
| CO             | (%vol) | 0.06  |
| CO cor         | (%vol) | 0.3   |
| CO2            | (%vol) | 2.6   |
| HC             | (ppm)  | 15    |
| O2             | (%vol) | 17.28 |
| NOx            | (ppm)  | 359   |
| LAMBDA         |        | 5.45  |
| TURATIE        | (rpm)  | 0     |
| Temp ulei.(°C) |        | 73    |

Conditii de mediu:  
 Temp. ext. (°C) 18.3  
 Pres. Atm. (kPa) 100.6  
 Umiditate rel. (%) 51



**MOTOR X**

ANALIZOR DE GAZE

=====

DATE ANALIZOR

=====

Construct: MOTOR X  
 Tip: 777  
 Omolog. Nr:OM00360c  
 Seria Nr:7770603248  
 Data inspec. periodice:  
 07/12/2007

=====

DATE TUROMETRU

=====

Construct: MOTOR X  
 Tip: MX002-CG  
 Omolog. Nr:OM00359f  
 Seria Nr:7770603248

=====

DATE VEHICUL

=====

Producator:

Tip:  
 Nr. inmatr.:  
 Sasiu:

Motor:  
 Tip motor:  
 Anul primei inmatric.:

Carburant=BENZINA

=====

VALORI OBTINUTE

=====

|                |        |       |
|----------------|--------|-------|
| CO             | (%vol) | 0.10  |
| CO cor         | (%vol) | 0.5   |
| CO2            | (%vol) | 3.1   |
| HC             | (PPM)  | 19    |
| O2             | (%vol) | 16.50 |
| NOx            | (PPM)  | 553   |
| LAMBDA         |        | 4.52  |
| TURATIE        | (rpm)  | 0     |
| Temp ulei.(°C) |        | 76    |

Conditii de mediu:  
 Temp. ext. (°C) 18.5  
 Pres. Atm. (kPa) 100.6  
 Umiditate rel. (%) 52

=====

**MOTOR X**

ANALIZOR DE GAZE

=====

DATE ANALIZOR

=====

Construct: MOTOR X  
 Tip: 777  
 Omolog. Nr:OM00360c  
 Seria Nr:7770603248  
 Data inspec. periodice:  
 07/12/2007

=====

DATE TUROMETRU

=====

Construct: MOTOR X  
 Tip: MX002-CG  
 Omolog. Nr:OM00359f  
 Seria Nr:7770603248

=====

DATE VEHICUL

=====

Producator:

Tip:  
 Nr. inmatr.:  
 Sasiu:

Motor:  
 Tip motor:  
 Anul primei inmatric.:

Carburant=BENZINA

=====

VALORI OBTINUTE

=====

|                |        |       |
|----------------|--------|-------|
| CO             | (%vol) | 0.07  |
| CO cor         | (%vol) | 0.4   |
| CO2            | (%vol) | 2.7   |
| HC             | (PPM)  | 15    |
| O2             | (%vol) | 17.28 |
| NOx            | (PPM)  | 393   |
| LAMBDA         |        | 5.27  |
| TURATIE        | (rpm)  | 0     |
| Temp ulei.(°C) |        | 87    |

Conditii de mediu:  
 Temp. ext. (°C) 18.8  
 Pres. Atm. (kPa) 100.6  
 Umiditate rel. (%) 50

=====

| MOTOR X                 | MOTOR X                 |
|-------------------------|-------------------------|
| ANALIZOR DE GAZE        | ANALIZOR DE GAZE        |
| =====                   | =====                   |
| DATE ANALIZOR           | DATE ANALIZOR           |
| =====                   | =====                   |
| Construct: MOTOR X      | Construct: MOTOR X      |
| Tip: 777                | Tip: 777                |
| Omolog. Nr:OM00360c     | Omolog. Nr:OM00360c     |
| Seria Nr:7770603248     | Seria Nr:7770603248     |
| Data inspec. periodice: | Data inspec. periodice: |
| 07/12/2007              | 07/12/2007              |
| =====                   | =====                   |
| DATE TUROMETRU          | DATE TUROMETRU          |
| =====                   | =====                   |
| Construct: MOTOR X      | Construct: MOTOR X      |
| Tip: MX002-CG           | Tip: MX002-CG           |
| Omolog. Nr:OM00359f     | Omolog. Nr:OM00359f     |
| Seria Nr:7770603248     | Seria Nr:7770603248     |
| =====                   | =====                   |
| DATE VEHICUL            | DATE VEHICUL            |
| =====                   | =====                   |
| Producator:             | Producator:             |
| Tip:                    | Tip:                    |
| Nr. inmatr.:            | Nr. inmatr.:            |
| Sasiu:                  | Sasiu:                  |
| Motor:                  | Motor:                  |
| Tip motor:              | Tip motor:              |
| Anul primei inmatric.:  | Anul primei inmatric.:  |
| Carburant=BENZINA       | Carburant=BENZINA       |
| =====                   | =====                   |
| VALORI OBTINUTE         | VALORI OBTINUTE         |
| =====                   | =====                   |
| CO (%vol) 0.75          | CO (%vol) 0.70          |
| CO cor (%vol) 3.6       | CO cor (%vol) 3.0       |
| CO2 (%vol) 2.4          | CO2 (%vol) 2.8          |
| HC (ppm) 27             | HC (ppm) 43             |
| O2 (%vol) 17.21         | O2 (%vol) 16.40         |
| NOx (ppm) 8             | NOx (ppm) 320           |
| LAMBDA 4.63             | LAMBDA 4.12             |
| TURATIE (rpm) 0         | TURATIE (rpm) 0         |
| Temp ulei.(°C) 76       | Temp ulei.(°C) 88       |
| Conditii de mediu:      | Conditii de mediu:      |
| Temp. ext. (°C) 19.3    | Temp. ext. (°C) 19.9    |
| Pres. Atm. (kPa) 100.6  | Pres. Atm. (kPa) 100.6  |
| Umiditate rel. (%) 57   | Umiditate rel. (%) 53   |
| =====                   | =====                   |

### MOTOR X

ANALIZOR DE GAZE

=====

DATE ANALIZOR

=====

Construct: MOTOR X  
 Tip: 777  
 Omolog. Nr:OM00360c  
 Seria Nr:7770603248  
 Data inspec. periodice:  
 07/12/2007

=====

DATE TUROMETRU

=====

Construct: MOTOR X  
 Tip: MX002-CG  
 Omolog. Nr:OM00359f  
 Seria Nr:7770603248

=====

DATE VEHICUL

=====

Producator:

Tip:  
 Nr. inmatr.:  
 Sasiu:

Motor:  
 Tip motor:  
 Anul primei inmatric.:

Carburant=BENZINA

=====

VALORI OBTINUTE

=====

|                |        |       |
|----------------|--------|-------|
| CO             | (%vol) | 0.00  |
| CO cor         | (%vol) | 0.0   |
| CO2            | (%vol) | 0.0   |
| HC             | (PPm)  | 0     |
| O2             | (%vol) | 20.88 |
| NOx            | (PPm)  | 4     |
| LAMBDA         |        | 0.00  |
| TURATIE        | (rpm)  | 1752  |
| Temp ulei.(°C) |        | 28    |

Conditii de mediu:  
 Temp. ext. (°C) 27.0  
 Pres. Atm. (kPa) 101.0  
 Umiditate rel. (%) 50

=====

### MOTOR X

ANALIZOR DE GAZE

=====

DATE ANALIZOR

=====

Construct: MOTOR X  
 Tip: 777  
 Omolog. Nr:OM00360c  
 Seria Nr:7770603248  
 Data inspec. periodice:  
 07/12/2007

=====

DATE TUROMETRU

=====

Construct: MOTOR X  
 Tip: MX002-CG  
 Omolog. Nr:OM00359f  
 Seria Nr:7770603248

=====

DATE VEHICUL

=====

Producator:

Tip:  
 Nr. inmatr.:  
 Sasiu:

Motor:  
 Tip motor:  
 Anul primei inmatric.:

Carburant=BENZINA

=====

VALORI OBTINUTE

=====

|                |        |      |
|----------------|--------|------|
| CO             | (%vol) | 1.29 |
| CO cor         | (%vol) | 1.3  |
| CO2            | (%vol) | 13.0 |
| HC             | (PPm)  | 59   |
| O2             | (%vol) | 2.10 |
| NOx            | (PPm)  | 327  |
| LAMBDA         |        | 1.06 |
| TURATIE        | (rpm)  | 1767 |
| Temp ulei.(°C) |        | 27   |

Conditii de mediu:  
 Temp. ext. (°C) 27.2  
 Pres. Atm. (kPa) 101.0  
 Umiditate rel. (%) 50


Anexa 4

Calculul CO<sub>2</sub> functie de consumul de combustibil [l/100km] si de numarul de kilometri parcursi

Fisierul de intrare:

► DEKRA

## Information zum Thema CO<sub>2</sub>



**CO<sub>2</sub>-Rechner**

Mit dem CO<sub>2</sub>-Rechner können Sie anhand der Verbrauchsdaten ermitteln wie viel CO<sub>2</sub> Ihr Fahrzeug produziert. Berechnet werden der spezifischer Wert der CO<sub>2</sub>-Emission in Gramm pro Kilometer oder als Masse des emittierten Gases bei einer gefahrenen Strecke.

**Zur Bedienung**

- Bitte wählen Sie zunächst die Kraftstoffart Ihres Fahrzeuges
- Bitte den Verbrauch Ihres Fahrzeuges eingeben. - Als Ergebnis wird dann der Wert zur spezifischen CO<sub>2</sub>-Emission ausgegeben
- Mit einer Eingabe über gefahrene Kilometer wird auch die dabei produzierte Masse an CO<sub>2</sub> angegeben

Kraftstoffart:  Benzin  Diesel

Verbrauch auf 100km in Litern:

gefahrte Kilometer:

spezifische CO<sub>2</sub>-Emission:

absolute CO<sub>2</sub>-Emission:

Zur Orientierung sind nachfolgend typische Werte für verschiedene Fahrzeugklassen angegeben  
Hinweis: Diese Werte geben die beim Kraftfahrt-Bundesamt registrierten Ergebnisse aus den Verbrauchsmessungen im Standard-Fahrzyklus (ECE) wieder. Werte in der Praxis können erheblich davon abweichen.

| Fahrzeugklasse | Kraftstoff/Verbrauch [l/100km] | CO <sub>2</sub> -Emission [g/km] |
|----------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Kleinwagen     | Benzin 5,9                     | 140                              |
| Mittelklasse   | Diesel 6,8                     | 180                              |
| Geländewagen   | Benzin 10                      | 235                              |

Impressum | Datenschutz | www.dekra.de

allgemeine Information zum Thema CO<sub>2</sub>

**CO<sub>2</sub>-Rechner**

Tipps zum sparsamen und umweltschonenden Fahren

Einsparpotential beim Auto fahren ermitteln


Fahrertrainings und Kurse zum wirtschaftlichen Fahren

CO<sub>2</sub> Rechner für Lkw's  
Speziell für Spediteure

Fisierul de calcul CO<sub>2</sub>:

► DEKRA

## Information zum Thema CO<sub>2</sub>



**CO<sub>2</sub>-Rechner**

Mit dem CO<sub>2</sub>-Rechner können Sie anhand der Verbrauchsdaten ermitteln wie viel CO<sub>2</sub> Ihr Fahrzeug produziert. Berechnet werden der spezifischer Wert der CO<sub>2</sub>-Emission in Gramm pro Kilometer oder als Masse des emittierten Gases bei einer gefahrenen Strecke.

**Zur Bedienung**

- Bitte wählen Sie zunächst die Kraftstoffart Ihres Fahrzeuges
- Bitte den Verbrauch Ihres Fahrzeuges eingeben. - Als Ergebnis wird dann der Wert zur spezifischen CO<sub>2</sub>-Emission ausgegeben
- Mit einer Eingabe über gefahrene Kilometer wird auch die dabei produzierte Masse an CO<sub>2</sub> angegeben

Kraftstoffart:  Benzin  Diesel

Verbrauch auf 100km in Litern:

gefahrte Kilometer:

spezifische CO<sub>2</sub>-Emission: **172.2 g / km**

absolute CO<sub>2</sub>-Emission: **3445.0 kg**

Zur Orientierung sind nachfolgend typische Werte für verschiedene Fahrzeugklassen angegeben  
Hinweis: Diese Werte geben die beim Kraftfahrt-Bundesamt registrierten Ergebnisse aus den Verbrauchsmessungen im Standard-Fahrzyklus (ECE) wieder. Werte in der Praxis können erheblich davon abweichen.

| Fahrzeugklasse | Kraftstoff/Verbrauch [l/100km] | CO <sub>2</sub> -Emission [g/km] |
|----------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Kleinwagen     | Benzin 5,9                     | 140                              |
| Mittelklasse   | Diesel 6,8                     | 180                              |
| Geländewagen   | Benzin 10                      | 235                              |

Impressum | Datenschutz | www.dekra.de

allgemeine Information zum Thema CO<sub>2</sub>

**CO<sub>2</sub>-Rechner**

Tipps zum sparsamen und umweltschonenden Fahren

Einsparpotential beim Auto fahren ermitteln

Fahrertrainings und Kurse zum wirtschaftlichen Fahren

CO<sub>2</sub> Rechner für Lkw's  
Speziell für Spediteure

Determinarea potențialului de reducere a consumului de combustibil, a emisiei de CO<sub>2</sub> și a costului

Fisier intrare:



# Information zum Thema

# CO<sub>2</sub>



## Einsparpotential beim Auto fahren

Hier können Sie Ihr persönliches Einsparpotential ermitteln - als Betrag in Euro und als Beitrag für die Umwelt

Mit der folgenden Tabelle lässt sich Ihr persönliches Einsparpotential abschätzen. Bitte geben Sie zunächst an wie groß die Anteile Ihrer Fahrstrecken aufgeteilt in die Bereiche Stadtverkehr, Überlandverkehr und Autobahnfahrten sind. Entscheiden Sie bitte dann, welche der gelisteten Maßnahmen für Sie zutreffend sind und Sie erhalten eine Angabe wie groß Ihr Einsparpotential sein könnte.

### Ermittlung des möglichen Einsparpotentials

Verkehrsbereich: Stadt: 30% Überland: 40% Autobahn: 30%

| Maßnahme                                                                                   | Einsparpotentiale |     |     |              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----|-----|--------------|
| <input type="checkbox"/> 3 Fahrräder nicht auf dem Dach oder am Heck transportieren        | 5%                | 10% | 20% | 0.0 %        |
| <input type="checkbox"/> Leeren Dachträger oder Dachbox abnehmen                           | 5%                | 7%  | 15% | 0.0 %        |
| <input checked="" type="checkbox"/> Verzicht auf Gewicht im Kofferraum (100 kg)            | 5%                | 4%  | 2%  | 3.7 %        |
| <input type="checkbox"/> Motor aus bei Halt (Ampel Stop etc.)                              | 3%                | 0%  | 0%  | 0.0 %        |
| <input type="checkbox"/> Geschwindigkeit von 160 km/h auf 130 km/h absenken                | 0%                | 0%  | 10% | 0.0 %        |
| <input type="checkbox"/> Reifendruck nicht um 0,5 bar unterschreiten                       | 5%                | 5%  | 5%  | 0.0 %        |
| <input type="checkbox"/> Reifenluftdruck nach Herstellerangaben ausnutzen                  | 2%                | 2%  | 2%  | 0.0 %        |
| <input type="checkbox"/> Sparsamer Umgang mit Klimaanlage und elektr. Verbrauchern         | 5%                | 4%  | 3%  | 0.0 %        |
| <input type="checkbox"/> angepasste Fahrweise (frühes Hochschalten, vorausschauend Fahren) | 10%               | 7%  | 5%  | 0.0 %        |
| <b>gesamtes Einsparpotential bis zu:</b>                                                   |                   |     |     | <b>3.7 %</b> |

[allgemeine Information zum Thema CO2](#)

[CO2-Rechner](#)

[Tipps zum sparsamen und umweltschonenden Fahren](#)

[Einsparpotential beim Auto fahren ermitteln](#)

[Fahrertrainings und Kurse zum wirtschaftlichen Fahren](#)

[CO2 Rechner für Lkw's Speziell für Spediteure](#)

Fişier ieşire:

**Hier können Sie ihre persönlichen Daten eintragen:**

Welche Kraftstoffart hat ihr Fahrzeug?  Benzin  Diesel

Welche Jahreslaufleistung kalkulieren Sie?  in 1000 km

Wie hoch ist Ihr Verbrauch (ohne die oben genannten Maßnahmen, in l/100km)?  l / 100km

Kraftstoffpreis?  €/l

**Das ermittelte Einsparpotential bedeutet:**

|                                                    |               |                |
|----------------------------------------------------|---------------|----------------|
| <b>Kraftstoffersparnis nach Massnahmen bis zu:</b> | <b>0.2 l</b>  | <b>/ 100km</b> |
| <b>CO2-Einsparung bis zu:</b>                      | <b>128 kg</b> | <b>/ Jahr</b>  |
| <b>Kosteneinsparung bis zu:</b>                    | <b>63 €</b>   | <b>/ Jahr</b>  |

Bitte beachten Sie, dass es sich zwangsläufig um eine Abschätzung handelt weil Details zu Ihrem Fahrzeug und der Nutzungsweise Ihres Fahrzeuges hier nicht umfassend berücksichtigt werden können. Der angegebene Wert zum Einsparpotential kann daher nur zur Orientierung dienen. Ergebnisse in der Praxis können davon nach beiden Seiten deutlich abweichen.

[allgemeine Information zum Thema CO2](#)  
[CO2-Rechner](#)  
[Tipps zum sparsamen und umweltschonenden Fahren](#)

Impressum | Datenschutz | [www.dekra.de](http://www.dekra.de)