



REPUBLIKA E SHQIPERISË
UNIVERSITETI POLITEKNIK I TIRANËS
FAKULTETI I INXHINIERISË MEKANIKE
DEPARTAMENTI I ENERGJISË

DISERTACION
PËR MBROJTJEN E GRADËS SHKENCORE

DOKTOR

STUDIMI TEORIKO-EKSPERIMENTAL I EMETIMEVE TË GAZEVE
NË M.D.B ME OBJEKTIV REDUKTIMIN E GRIMCAVE TË NGURTA
(PM)

Përgatitur nga:
Msc.Ing. Lorenc MALKA

Miratoi Udhëheqësi shkencor:
Prof. As. Flamur BIDAJ

Tiranë, 21/ 07/ 2016

FALENDERIMET

Shpreh mirënjohjen dhe falenderimin për udhëheqësin shkencor Prof.As. Flamur BIDAJ, për punën e palodhshme, motivimin, mbështetjen që më ka dhënë gjatë gjithë kohës të studimit, kërkimit dhe finalizimit me sukses të disertacionit.

Falenderimi tjetër shkon për përgjegjësin e departamentit të Energjetikës Prof.As.Altin DORRI dhe gjithë kolegët e Departamentit të Energjetikës të FIM.

Shpreh mirënjohjen time për doktorantin nga Universiteti i Talinit Z. Klodian DHOSKA me të cilin kam patur bashkëpunime të ndërsjella, si bashkautor në artikuj dhe konferenca shkencore. Falenderoj Ing. Roland HOXHA dhe Z. Etrit ADAMI për ndihmesën e dhënë për pjesën eksperimentale të ndërtimit të filtrit partikular (DPF).

Falenderimi i radhës shkon për Fakultetin e Inxhinieri Minierave (Prof. Dr. Kimet FETAU), Fakultetin e Shkencave të Natyrës (Prof. As. Altin MELE), Institutin e Naftës Fier, Laboratorin e mjedisit EKO-Studio-Projekt Tiranë, Laboratorin e Çimentos Fushë-Krujë për mundësimin e pajisjeve për kryerjen e pjesës më të rëndësishme, pjesës eksperimentale të këtij studimi.

Një falenderim i veçantë i kushtohet familjes time, bashkëshortes Silvi dhe Davianit, të cilët më inkurajuan dhe suportuan gjatë gjithë kohës duke e bërë punën time studimore shumë më të lehtë.

Baruh Hashem !

PËRMBAJTJA E LËNDËS

PËRMBAJTJA E LËNDËS	iii
INDEKSI I SHKURTESAVE	vii
LISTA E FIGURAVE.....	xii
LISTA E TABELAVE	xvii
ABSTRAKTI.....	xviii
ABSTRACT	xix
HYRJE	20
1. STUDIM BIBLIOGRAFIK PËR MODELET TEORIKE TË DJEGIES NË MDB DIESEL DHE OTTO, EMISIONIN E GAZEVE DHE SISTEMET E TYRE NË MDB	27
1.1 Bazat e djegies.....	27
1.2 Lëndët djegëse.....	27
1.3 Stekiometria e djegies.....	28
1.4 Ekuilibri kimik	29
1.5 Ekuilibri i djegies.....	33
1.5.1 Kinetika e djegies.....	35
1.5.2 Kinetika e thjeshtëzuar e djegies.....	37
1.6 Përhapja dhe struktura e flakës.....	38
1.6.1 Flaka laminare me parapërzierje.....	42
1.6.2 Flaka turbulente me parapërzierje.....	44
1.6.3 Flaka difuzive laminare	47
1.6.4 Flaka difuzive turbulente	48
1.6.5 Përzierja turbulente	48
1.7 Djegia e lëndëve djegëse të lëngëta.....	49
1.8 Krijimi i ndotësve dhe kontrolli i tyre gjatë procesit të djegies	58
1.8.1 Oksidet e azotit	58
1.8.2 Formimi i oksideve të azotit nga azoti atmosferik.....	59
1.8.3 Krijimi i NO termike dhe kontrolli gjatë djegies	63
1.8.4 NO _x e lëndës djegëse.....	64
1.8.5 Shkatërrimi i NO _x -ve.....	69

1.8.6	Dyoksidi i azotit NO ₂	70
1.8.7	Monoksidi i karbonit	71
1.8.8	Hidrokarbonet	72
1.8.9	Oksidet e squfurit SO _x	73
1.9	Formimi i Blozës	74
2.	KARAKTERISTIKAT E LËNDËVE DJEGËSE DHE PËRZIERJET E TYRE. STANDARTET, NORMAT KOMBËTARE DHE NDËRKOMBËTARE TË PËRDORIMIT TË TYRE.....	81
2.1	Karakteristikat, normat, standardet kombëtare dhe ndërkombëtare të lëndëve djegëse..	83
2.1.1	Standardet e lëndës djegëse benzinë për vendet EU dhe SHBA	84
2.1.2	Standardet e lëndës djegëse diesel për vendet EU dhe SHBA	85
2.1.3	Hidrokarburet alternative.....	86
2.2	Normat, standardet kombëtare dhe ndërkombëtare për emetimet e gazeve nga MDB ...	88
2.2.1	Standardi LEV II dhe LEV III	90
2.2.2	Standardi Tier III.....	90
2.2.3	Standardi LEV III për PM	93
2.2.4	Standardi i BE për normativat e sasisë së CO ₂ të çliruar nga sektori i transportit rrugor.....	94.
3.	TEKNOLOGJITË E AVANCUARA PËR REDUKTIMIN E GAZEVE TË DËMSHËM NË SHKARKIM.....	95
3.1	Teknologjitë për reduktimin e gazeve dhe PM	96
3.1.1	Katalizatori i konvertues (DOC)	96
3.1.2	Ventilim i mbyllur i motorrit (CCV)	99
3.2	Teknologjitë për reduktimin e NO _x	100
3.2.1	Riqarkullimi i gazeve të djegies (EGR).....	101
3.2.2	Katalizator reduktues selektiv (SCR)	101
3.2.3	Katalizatorët e ruajtjes dhe reduktimit të NO _x (NSC)	106
3.2.4	SRC apo NSC.....	108
3.3	Filtri i kapjes së grimcave të ngurta (PM) nga gazet e djegies	108
3.3.1	Modeli i filtrimit.....	111

3.3.2	Ekuacionet e filtrimit	113
3.3.3	Modelet e rënies së presionit në filtër	118
4.	METODIKAT E MATJES DHE VLERËSIMIT TË GAZEVE NË MDB	122
4.1	Metodika CDM (Mekanizmi i Zhvillimit të Patërtisë) për emetimet e CO ₂ nga burimet e lëvizshme	122
4.1.1	Metodologjia për të llogaritur emetimet e CO ₂ nga djegia e karburantit fosil.....	124
4.2	Teoria dhe metodika e vlerësimit së opacitetit, CO HC dhe λ	127
4.3	Metodika e matjes PEMS për NO _x , HC, PM dhe CO në lidhje me regjimet e ndryshme të shpejtësisë: Rasti i Lancias dhe Citroenit.....	137
4.4	Metodika e matjes së përshkueshmërisë, densitetit , sipërfaqes specifike,porozitetit dhe efijencës së filtrimit me material filtrues Trepel.....	139
4.5	Parimi i metodës për vlerësimin e densitetit të materialit Trepel	142
4.6	Parimi i metodës për vlerësimin e porozitetit dhe sipërfaqes specifike të materialit Trepel me porozimetër	146
4.6.1	Përcaktimi i shpërndarjes së poreve në materialet e ngurta nëpërmjet porozimetrisë me Mërkur.....	146
4.6.2	Përcaktimi i sipërfaqes kumulative A_{kum} nëpërmjet porozimetrisë me mërkur.....	148
4.6.3	Përafrimet teorike të përpunimit të matjeve në porozimetrinë me mërkur.....	148
4.6.4	Kalibrimi i regjistruesit induktiv të rrugës dhe i aparaturës për matjen e presionit.....	150
4.6.5	Përcaktimi i të dhënave korrigjuese në pjesën e presionit të lartë dhe të ulët.....	151
4.6.6	Procedura e matjes.....	152
4.6.7	Përpunimi i të dhënave të matjes.....	153

5. VLERËSIMI I EMISIONIT TË GAZEVE TË SHKAKTUARA NGA AUTOMJETET NË RAJONIN E TIRANËS.....	154
5.1 Vlerësimi i Opacitetit dhe gazeve të tjerë në MDB.....	154
5.2 Vlerësimi i CO ₂ sipas metodikës CDM	159
5.3 Vlerësimi i NO _x , HC dhe CO për dy modele të automjeteve Diesel.....	161
5.4 Vlerësimi i rënies së presionit, densitetit, porozitetit, përshkueshmërisë së materialit filtrues Trepel.....	165
5.5 Simulimi i Filtrit Partikular (DPF) me Mineral Trepel.....	168
5.6 Ndërtimi i Filtrit Partikular (DPF) me softin SOLIDWORKS	170
 KONKLuzionET.....	 171
 PLANET PËR TË ARDHMEN	 173
 LITERATURA	 174
 LISTA E PUBLIKIMEVE.....	 182

INDEKSI I SHKURTESAVE

aDPF - Filtër partikular aktiv
API - Instituti i Hidrokarbureve Amerikë
ASIF - Komponentët e aplikimit të metodikës CDM
ASTM - Shoqëria Amerikane e Testimeve dhe Materialeve
B - Faktori para eksponencial i Van Hoff-it
 B_T - Numri i transferimit
C - Simboli kimik i Karbonit
 C_2H_2 - Acetileni
 C_2H_5OH - Etileni
CARB - Bordi i Burimeve të Ajrit të Kalifornisë
CCV - Sistemi i Ventilimit të mbyllur
 C_D - Koeficient i shkarkimit
CDM - Mekanizmi i Zhvillimit të Pastër
cDPF - Filtër partikular katalitik
Ce - Simboli kimik i Ceriumit
 CH_4 - Metani
CNG - Gaz i ngjeshur natyror
 C_nH_m - Formula kimike e Hidrokarbureve
 $CO(NH_2)_2$ - Ure
 CO_2 - Dyoksidi i karbonit
 $COEF_{i,y}$ - Koeficienti emetimit të CO_2 i llojit të karburantit i në vitin y
COP21- Konferenca e Palëve për Ndryshimet Klimaterike (Sesioni 21 Paris)
 c_p - Nxhtësia specifike me presion konstant
Cs - Përqendrimi i blozës
D - Koeficienti i shpërhapjes së grimcave
 $d_c(i,t)$ - Diametri i njësisë mbledhëse në funksion të kohës
 d_{c0} - Diametri fillestar i qelizës së materialit filtrues
dG - Energjia e lirë e Gibbs-it
DOC - Katalizator oksidues
 dp - Përmasa e grimcës referencë ($2.5\mu m$)
DPF - Filtri i grimcave të naftës
DPM - Grimcat e ngurta të naftës

U - Energjia e brendshme

E - Eficenca filtruese e njësisë mbledhëse

E85 - Etanol

EGR - Valvola e riqarkullimit të gazeve

E_k - Energjia kinetike

FTP-75 - Procedura e testit të emetimeve të gazeve në SHBA

f_v – Përmbajtja në vëllim e sasisë së blozës

$g(\epsilon)$ - Funksion gjeometrik i modelit Kuwabara

H - Entalpia

H_2 - Simboli kimik i Hidrogjenit

H_2O - Simboli kimik i Ujit

HC - Simboli kimik i Hidrokarbureve

i, y - Llojet e karburanteve që digjen në procesin i gjatë vitit y

INSTAT- Instituti i Kombëtar i Statistikave

$[k](cm^2)$ - Përshkueshmëria e filtrit

$k(m^{-1})$ - Opaciteti

k_0 - Përshkueshmëria e filtrit të pastër

K_c - Koeficienti i përqendrimit

K_{np} - Numri Knudsen

K_p - Konstantja e ekuilibrit për reaksionet e djegies

KSE - Këshilli i Standardeve të Europës

LDT - Kamiona të lehtë

Le - Numri njësi Lewis

LEV - Automjete me emetim të ulët gazeve në shkarkim

LPG - Gaz i Lëngëzuar i Naftës

M1- Mjete me motor që kanë të paktën 4 (katër) rrota, të destinuara për transport njerëzish dhe që nuk kanë më shumë se 8 (tetë) ndenjëse, përveç ndenjësës së drejtuesit të mjetit

M.D.B - Motor me Djegie të Brendshme

MDO2-LON - Pajisje MAHA për matjen e vlerës së opacitetit nga M.D.B diesel

MDPV - Automjete me peshe të mesme për pasagjerë

MDV – Automjete pune me peshe të mesme

MGT5 - Pajisje e matjes së emetimeve nga M.D.B benzinë

MON - Numri i Oktanit në Motor

Mtoe - Milion Ton Oil Ekuivalent

MY - Model/Vit

N₂ - Simboli kimik i Azotit

NCV_{i,y} - Vlera e ponderuar mesatare neto e fuqisë kalorifike e llojit të karburantit *i* në vitin *y*

NEDC - Procedura e testit të emetimeve të gazeve në EU

NH₃ - Simboli kimik i Amoniakut

NMOG - Gazet organike jo-Metan

NO_x - Oksidet e Azotit

N_R - Parametri i interceptimit

N_s - Numri i sferave në vëllimin njësi

NSC - Katalizator selektiv i NO_x

OPL - Gjatësia rrugës efektive optike

PAH - Hidrokarbonet Aromatike Policiklike

PC - Automjete për pasagjerë (Kategoria M1)

Pd - Simboli kimik i Paladiumit

Pe - Numri Peklet

PEFC_{j,y} - Emetimet e CO₂ nga djegia e karburanteve fosile në procesin *j* gjatë vitit *y*

PEMS - Sistemi i matjes së emetimeve në rrugë reale (Portable Emission Measurement System)

PM10 - Grimca të ngurta 10 mikron

PM2.5 - Grimca të ngurta 2.5 mikron

POT- Pjesë Organike e Tretshme

ppm - pjesë për milion

Q - Prurja e gazit (m³/s)

R - Konstante e universale e gazeve

$\bar{R}_v$ - Shkalla e avullueshmërisë

$\bar{R}_{v0}$ - Shkalla e përhapjes së avullit

Re - Numri i Reynoldsit

RH - Përzierje e lëndëve hidrokarbureve

RON - Numri i kërkuar i oktanit

$\overline{R_{NO}}$ - Shkalla mesatare e formimit të NO

s - Entropia specifike

S_C - Numri i Schmid-it

SCF - Konstante e korrigjimit të rrëshqitjes Stokes-Cunningham

SCR - Katalizator selektiv reduktues

SiC - Karbiti i Silicit

S_L - Shpejtësia përhapjes së flakës drejt përzierjes së ftohtë lëndë djegëse-ajër

SULEV- Automjete me emetim super të ulët (Super Ultra Low Emission Vehicle)

S_V - Sipërfaqja totale e grimcave të materialit filtrues

TEM - Pamje e siguruar nga transmetimi mikroskopik i elektroneve (Transmission Electron Microscopy)

TSP- Grimca totale pezull (Total Suspended Particle)

TWC - Katalizator Tre – Rugësh (Three Way Catalyst)

UBA - Agjencia Federale Gjermane e Mjedisit

U_i - Shpejtësia e grimcave PM në pore (cm/s)

ULEV - Automjete me Emetim Ultra të Vogël

UNFCCC - Konventa e Kombeve të Bashkuara për ndryshimet klimaterike

VIMS - Sistemi i regjistrimit të automjeteve pranë Qendrës së Kontrollit Teknik Tiranë

VIN - Numri i Identifikimit të Automjetit

VOC - Përbërje Organike Volatile

V_{sf} - Vëllimi i një kokrrize sferike

w - Trashësia e shtratit të DPF

w_s - Trashësia e shtresës së blozës

$w_{C,i,y}$ - mesatarja e pjesës në masë të karbonit për llojin e lëndës djegëse i në vitin y (tC/njësi në masë e lëndës djegëse);

WWFC - Grafiku ndërkombëtar i hidrokarbureve

x_{vs} - Masa e avullit në sipërfaqen e grimcës pikësore

α - Shpejtësia e reaksionit kimik

δ - Trashësia e flakës

$\rho_{i,y}$ - Densiteti mesatar i llojit të lëndës djegëse i në vitin y (njësi në masë/njësi në vëllim i karburantit)

ε_0 - poroziteti i materialit poroz DPF

η_D - Eficenca e shpërhapjes Browniane DPF

η_{DR} - Eficenca e kombinuar e DPF

η_R - Eficenca e kapjes së DPF

ϑ - Viskoitet kinematik

λ - Raporti ajër/ lëndë djegëse në M.D.B Otto

$[\lambda]$ - Rruga mesatare e lirë e gazeve të daljes në DPF

ψ - Koeficient pa përmasa i filtrimit të vazhdueshëm në DPF

σ - Densitetin e qelizave të filtrit, DPF

τ - Koha e qëndrimit të grimcës në dhomën e djegies së M.D.B

$\Phi(t)$ - Koeficienti i ndarjes

β - Numri i përplasjes

η - Eficenca totale e filtrimit, DPF

Δp - Rënie e presionit në DPF

LISTA E FIGURAVE

- Figura 1.0:** Paraqitja e sëmundjeve të ndryshme të shkaktuara nga ndotjet mjedisore
- Figura 1.01** Krahësimi i madhësisë së grimcave të ngurta (PM)
- Figura 1.02:** Shpërndarja e automjeteve në Shqipëri sipas rajoneve deri në 2015
- Figura 1.03:** Numri i automjeteve në Shqipëri sipas viteve të prodhimit
- Figura 1.04:** Numri i automjeteve në Shqipëri sipas kategorive dhe lëndës djegëse
- Figura 1.05:** Shpërndarja e parkut të automjeteve në qarkun e Tiranës
- Figura 1.06:** Shpërndarja e automjeteve diesel për pasagjerë në Rajonin e Tiranës sipas cilindrates, 2015
- Figura 1.07:** Shpërndarja e automjeteve benzinë për pasagjerë në Rajonin e Tiranës sipas cilindrates: (a) deri më 1994 dhe (b) 1994-2015
- Figura 1.1:** Paraqitja e ekuilibrit dhe temperaturës për djegien adiabatike të kerozeneve $\text{CH}_{1.8}$ që ndryshon në funksion me raportin ekuivalent
- Figura 1.2:** Variacioni i përbërjeve në funksion të temperaturës, për djegien stekiometrike të kerozenit $\text{CH}_{1.8}$
- Figura 1.3:** Përhapja e flakës dhe struktura (a) flaka e djegësit Bunsen (b) motorët me ndezje të detyruar
- Figura 1.4:** Flaka difuzive.
- Figura 1.5:** Variacioni i gjatësisë së flakës difuzive në funksion të shpejtësisë së lëndës djegëse
- Figura 1.6:** Kandlele poroze me flakë të sheshtë
- Figura 1.7:** Dy zonat e flakës me parapërzierje
- Figura 1.8:** Rritja e shpejtësisë së flakës nëpërmjet lëvizjes turbulente.
- Figura 1.9:** Flaka turbulente me parapërzierje
- Figura 1.11:** Struktura koherente në rrjedhjen turbulente
- Figura 1.12:** Avullimi i grimcës së lëndës djegëse dhe flaka difuzive shoqëruese
- Figura 1.13:** Djegia e grimcave me sprucim të imët
- Figura 1.14:** Injektor i lëndës djegëse të lëngët. a) atomizues me ndihmën e ajrit; b) grimcues me presion
- Figura 1.15:** Përqendrimi i oksigjenit për katër lëndë djegëse të ndryshme
- Figura 1.16:** Ndryshimi i formimit të NO fillestare me raport ekuivalent për djegien adiabatike të kerozeneve me përbërje $\text{CH}_{1.8}$

Figura 1.17: Influenca e përzierjes në shkallën e formimit të NO në djegien adiabatike të kerozeneve $CH_{1.8}$

Figura 1.18: Kontributi i NOx termike dhe NOx të lëndës djegëse në emisionin total të NO_x

Figura 1.19: Reaksionet kimike në djegien e pasur të hidrokarboneve ($1.0 < \phi < 1.5$). shigjetat e plota tregojnë hapat dominante

Figura 1.20: Ekuilibri i shpërndarjes së pjesshme për speciet e azotit të pastër për djegien adiabatike të një lënde hidrokarbure që përmban 1 % në masë azot.

Figura 1.21: Raporti efektiv i reaksionit për reaksionin RN+R

Figura 1.23: Tiofenet dhe Tiolet

Figura 1.24: Zhvillimi dhe formimi i blozës

Figura 1.25: Pamja në TEM e grimcës me rezolucion të imët

Figura 1.26: Mekanizmi i formimit të blozës

Figura 1.27: Përbërja e lëndës së grimcuar (PM) në varësi të shpejtësisë dhe ngarkesës motorike

Figura 1.28: Shpërndarja tipike e përmasave të grimcave të ngurta që shkarkohen nga M.D.B diesel.

Figura 2.1: Strukturat molekulare të hidrokarbureve tradicionale

Figura 2.2: Konsumi final i energjisë sipas sektorëve në EU28

Figura 2.3: Ndarja e kërkesës për energji nga sektori i transportit sipas burimit dhe llojit, 2012

Figura 2.4: Struktura molekulare e Etanolit - C_2H_5OH

Figura 2.5: Reduktimi i nivelit të emetimeve të gazeve dhe PM nga M.D.B. Standardi LEV III dhe objektivat deri në 2025.

Figura 3.1: Sistemi i trajtimit të gazeve të shkarkimit në M.D.B modern.

Figura 3.2: Katalizatori tre rrugësh - TWC

Figura 3.3: Katalizator me bazë Paladium

Figura 3.4: Grafiku i raportit ajër/lëndë djegëse, fuqisë, momentit dhe nivelit të emetimeve nga M.D.B

Figura 3.5: Regjimi i pasur dhe i varfër në konvertuesin katalitik tre-rrugësh (TWC)

Figura 3.6: Sistemi i ventilimit të mbyllur në M.D.B

Figura 3.7: Sistemi i riqarkullimit të gazeve (EGR) në M.D.B

Figura 3.8: Reaksionet e SCR me bazë Ure

Figura 3.9: Konvertimi NO_x dhe dalja e amoniakut devijues për raporte të ndryshme NH_3/NO_x

Figura 3.10: Procesi i ruajtjes dhe reduktimit të NO_x

Figura 3.11: Konvertimi NO_x në % për lëndë djegëse me përmbajtje të ndryshme të squfurit

Figura 3.12: Filtër i reduktimit të grimcave të ngurta (DPF)

Figura 3.13: Struktura e Filtrit të kapjes dhe shkatërrimit të grimcave të ngurta në gazet e M.D.B

Figura: 3.14: a) filtrimi me shtrat të thellë b) rëniet e presionit në funksion të depozitimeve të ngurta dhe c) pamje e filtrimit të thellë në brendësi të filtrit.

Figura 3.15: a) filtrimi shtresor b) rëniet e presionit në funksion të depozitimeve të ngurta dhe d) pamje e filtrimit shtresor nga ana e sipërme e filtrit.

Figura 3.16: Mekanizmat e filtrimit: a) me gravitet b) me inerci c) me kapje dhe d) me difuzion.

Figura 3.17: Stadet e mbushjes së filtrit me PM

Figura 3.18: Ilustrimi i qelizës mbledhëse të një shtrati të DPF

Figura 3.19: Modeli i njësisë mbledhëse sferike të një muri DPF. (a) qeliza mbledhëse njësi e pastër, (b) qelizë pjesërisht e mbushur dhe (c) qelizë e mbushur plotësisht

Figura 3.21: Paraqitja skematike e prerjes tërthore të një filtri DPF të mbushur me blozë

Figura 3.20: Paraqitja skematike e murit të filtrit i ndarë në shtresa të njësive mbledhëse

Figura 4.1: Paraqitja e komponentëve bazë që përbëjnë konsumin e energjisë nga transporti dhe emetimet e gazeve GHG (ASIF)

Figura 4.2: Shpërndarja e automjeteve diesel të kategorisë M1 në rajonin e Tiranës në funksion të cilindratës, 2015

Figura 4.3: Shpërndarja e automjeteve benzinë të kategorisë M1 në rajonin e Tiranës në funksion të cilindratës, 1994-2015

Figura 4.4: Shpërndarja e automjeteve benzinë të kategorisë M1 në rajonin e Tiranës në funksion të cilindratës, deri në vitin 1994

Figura 4.5: Dhoma e provës për derivimin e Beer - Lambertit

Figura 4.6: Skema e funksionimit të një opacimetri

Figura 4.7: Paraqitja skematike e opacimetrit MDO2-LON

Figura 4.8: Instrumenti i matjes së opacitetit MDO2-LON dhe MGT5, lidhja me tubin e shkarkimit të gazeve të automjetit, Qendra e Testimit Tirana1

Figura 4.9: Algoritmi i procesit të matjes së opacitetit në M.D.B Diesel

Figura 4.10: (a) Zgjedhja dhe hedhja e të dhënave kryesore të automjetit, (b) lidhja e MDO2 -LON me RPM, (c) matja e opacitetit me RPM, (d) fundi i testit me rezultatin përkatës.

Figura 4.11: Algoritmi i procesit të matjes së CO, HC dhe λ në M.D.B benzinë.

Figura 4.12: Pajisja E8500 e analizave të gazeve sipas PEMS; Procedura e Testit të Emetimeve të Gazeve FTP-75, SHBA; Procedura e Testit të Emetimeve të Gazeve NEDC, EU

Figura 4.13: Pajisja e matjes së përshkueshmërisë Baroid (a), Press Filtër (b) dhe aksesoret(c)

Figura 4.14: Peshore kalibruar (a), materiali filtrues i vendosur brenda në Press Filtër (b).

Figura 4.15: Press filtri standard D =55 mm, H =177 mm (a) , (b) Baroid i pajisur me Press Filtër dhe rezistencë elektrike

Figura 4.16: Pajisja për matjen e përshkueshmërisë së materialit filtrues për filtrin DPF (Laboratori i Institutit të Naftës, Fier)

Figura 4.17: Pajisja BLAINE për përcaktimin e sipërfaqes specifike dhe densitetit të mineralit Trepel.

Figura 4.18: Mënyra e lidhjes së filtrit të projektuar me tubin e shkarkimit e gazit të automjetit dhe pompën Sambelli të pajisur me filtër me fibra qelqi

Figura 4.19: Ndërtimi i porozimetrit me zhivë

Figura 4.20: Kurba e verbër e porozimetrit në pjesën e presionit të ulët.

Figura 5.1: Funkzioni ndërmjet koeficientit të opacitetit dhe markës së automjetit.

Figura 5.2: Opaciteti k në funksion të vitit prodhimit

Figura 5.3: Krahësimi i vlerës së opacitetit për lëndë djegëse të marra nga distributor të ndryshëm të tregtimit me pakicë në Qytetin e Tiranës

Figura 5.4: Grafiku i funksionit PM në funksion të opacitetit ($k\ m^{-1}$)

Figura 5.5: Grafiku i Opacitetit dhe Grimcave të ngurta (PM) në funksion të vitit të prodhimit të automjeteve

Figura 5.6: Grafiku i CO (%) në funksion të vitit të prodhimit

Figura 5.7: Grafiku HC (ppm) në funksion të vitit të prodhimit

Figura 5.8: Numri i rasteve të kalueshmërisë së automjeteve të kategorisë M1 benzinë në rajonin e Tiranës në funksion të λ .

Figura 5.9: Vlerësimi i Prodhimit vjetor të CO₂ në Rajonin e Tiranës nga automjetet me M.D.B diesel të kategorisë M1, 2015

Figura 5.10: Vlerësimi i Prodhimit vjetor të CO_2 në Rajonin e Tiranës nga automjetet me M.D.B benzinë të kategorisë M1, 2015

Figura 5.11: Përmbajtja e NO_x në funksion të shpejtësisë për automjetin tip (a) Lancia Thesis 2.4 JTD, 2004 dhe (b) Citroen C4 1.6 CDI, 2009.

Figura 5.12: Përmbajtja e HC në funksion të shpejtësisë për automjetin tip (a) Lancia Thesis 2.4 JTD, 2004 dhe (b) Citroen C4 1.6 CDI, 2009.

Figura 5.13: Grafiku i CO_2 (%) në funksion të shpejtësisë së lëvizjes së automjeteve të marra në studim (Lancia Thesis dhe Citroen C4).

Figura 5.14: Konsumi specifik i lëndës djegëse në funksion të shpejtësisë dhe ngarkesës për automjetin tip Lancia Thesis.

Figura 5.15: Konsumi specifik i lëndës djegëse në funksion të shpejtësisë dhe ngarkesës për automjetin tip Citroen C4.

Figura 5.16: Përshkueshmëria në materialin filtrues të përdorur për kapjen e grimcave të ngurta.

Figura 5.17: Ndryshimet e rezultatit të kapjes së grimcave PM për rastin eksperimentimit me filtër DPF me Trepel dhe pa filtër DPF.

Figura 5.18: Grafiku i shpërndarjes diferenciale e vëllimit të poreve sipas madhësisë së mineralit Trepel 1, fraksioni 0.4 - 0.5 mm dhe 0.1 - 0.2 mm.

Figura 5.19: Grafiku i shpërndarjes integrale e vëllimit të poreve sipas madhësisë për mineralin Trepel 1, fraksioni 0.1 - 0.2 mm dhe 0.4 - 0.5 mm.

Figura 5.20: Simulimet në software-in SolidWorks për (a) rëniet e presionit dhe (b, c, d) shpejtësitë e rrjedhjes së gazeve të daljes.

Figura 5.21: Vizatimi i filtrit partikular me mineral Trepel, dimensionet dhe të dhënat e prodhimit.

LISTA E TABELAVE

Tabela 1: Pasqyrimi i numrit të automjeteve në raport me popullsinë e vendeve të rajonit.

Tabela 1.1: Grupet e lëndëve djegëse të lëngëta.

Tabela 2.1: Vetitë fiziko-kimike të lëndës djegëse diesel, Shqipëri.

Tabela 2.2: Vetitë fiziko-kimike të lëndës djegëse benzinë 95+, Shqipëri.

Tabela 2.3: Vetitë fiziko-kimike të lëndës djegëse benzinë 100+, Shqipëri.

Tabela 2.4: Vetitë fiziko-kimike të lëndës djegëse LPG, Shqipëri

Tabela 2.5: Karakteristikat dhe vetitë e lëndës djegëse të M.D.B Benzinë në Europë dhe SHBA.

Tabela 2.6: Standardet e lëndës djegëse të M.D.B Diesel në Europë dhe SHBA.

Tabela 2.7: Vlerat e lejuara të emetimit të gazeve për automjetet e kategorisë M1 benzinë në Shqipëri sipas Direktivës 2009/40/EC.

Tabela 2.8: Vlerat e lejuara të opacitetit (m^{-1}) për automjetet e kategorisë M1 diesel në Shqipëri sipas Direktivës 2009/40/EC.

Tabela 2.9: Normativat e EU për nivelin e emetimit të gazeve dhe PM nga sektori i transportit rrugor për kategorinë e automjeteve të kategorisë M1.

Tabela 2.10: Standardet e Emetimit të gazeve dhe PM sipas LEV II për kategorinë PC (M1) & LDVs.

Tabela 2.11: Standardi i Emetimit të gazeve dhe PM sipas LEV III.

Tabela 2.12: Standardi i Emetimit LEVIII për vlerat e lejuara të PM për të gjitha kategoritë e automjeteve.

Tabela 3.1: Konstantet e korrelacionit të viskozitetit për gaze të ndryshëm për temperaturën $T_0 = 293 \text{ K}$.

Tabela 4.1: Emetimet e CO_2 nga djegia e karburanteve fosile.

Tabela 4.2: Karakteristikat fiziko-kimike të materialit filtrues Trepel.

Tabela 4.3: Rëniet e presionit në materialin filtrues Trepel.

Tabela 4.4: Vlerësimi i parametrave të materialit Trepel ($0.4 \div 0.5 \text{ mm}$, 4g)

Tabela 4.5: Vlerësimi i parametrave të materialit Trepel ($0.1 \div 0.2 \text{ mm}$, 4g)

Tabela 5.1: Prodhimi vjetor CO_2 nga automjetet e kategorisë M1 diesel sipas cilindratës, vlerësuar sipas metodikës standarde CDM.

Tabela 5.2: Prodhimi vjetor CO_2 nga automjetet e kategorisë M1 benzinë sipas cilindratës, vlerësuar sipas metodikës standarde CDM.

ABSTRAKTI

Para viteve 1990, në Shqipëri, sektori i industrisë ishte sektori me influencën më të lartë në shkallën e ndikimit në mjedis. Ndërsa sot është e kundërta, shkak kryesor i ndotjes në zonat urbane, i sëmundjeve kancerogjene, respirative dhe të zemrës, vjen prej sektorit të transportit rrugor.

Situata mjedisore në Shqipëri pas 25 vitesh ka pësuar një ndryshim radikal për shkak të faktorëve që influencojnë direkt apo indirekt në shkallën e ndotjes së tij. Sektori i transportit është tashmë faktori kryesor i ndotjes së mjedisit në Shqipëri ku e radhit të dytin në EU përse i përket shkallës së emetimit të gazeve me efekt serë. Tirana është qyteti më i madh i Shqipërisë dhe ka numrin më të madh të automjeteve me rreth 35 % të numrit të përgjithshëm ku 71 % e tyre janë më M.D.B diesel dhe pjesa tjetër benzinë. Problemi i tymit dhe gazeve të emetuara në ambient në qytetin e Tiranës ngelet ende një çështje e pazgjidhur për ndotjen e shkaktuar nga sektori i transportit rrugor.

Puna jonë kërkimore është fokusuar konkretisht në rajonin e Tiranës, në lidhje me studimin teoriko-eksperimental të emetimeve të gazeve që shkaktohen nga motorët me djegie të brendshme diesel dhe benzinë, nga kategoria e automjeteve M1 për pasagjerë.

Nëpërmjet këtij studimi është bërë i mundur vlerësimi i opacitetit, hidrokarbureve, monoksidit të karbonit, oksideve të azotit si dhe grimcave të ngurta (PM). Këto vlerësime janë kryer nëpërmjet pajisjeve dhe softeve të vëna në dispozicion për këtë qëllim. Matjet janë kryer sipas standardit të përcaktuara nga Direktiva 2009/40/EU në lidhje me emetimet e gazeve në atmosferë nga sektori i transportit rrugor në Shqipëri.

Pjesë e rëndësishme e këtij studimi është matja dhe vlerësimi e HC, NO_x dhe CO në kushtet e lëvizjes në rrugë reale të automjeteve duke aplikuar metodikat PEMS.

Një pikë shumë e rëndësishme e këtij punimi lidhet me aspektet për reduktimin e grimcave të ngurta PM nga automjetet diesel nëpërmjet aplikimit të materialit filtrues Trepel.

Krijimi i filtrit DPF me mineral Trepel përbën një novelti të këtij studimi, aplikimi i Trepelit si material absorbues do të përmirësojë ndjeshëm situatën e ndotjes së mjedisit nga M.D.B diesel, arritjen e një shkalle të ndikimit në mjedis sipas standardeve dhe normativave të përcaktuara nga Direktivat Evropiane në lidhje me sasinë e grimcave të ngurta të çliruara nga M.D.B diesel.

Fjalë kyçe: M.D.B, emetimet, PM, opaciteti, oksidet e azotit, monoksidi i karbonit, dyoksid karboni, hidrokarbure, DPF, diesel, benzinë.

ABSTRACT

Before 1990s the industry sector was the highest influenced sector on environmental impact in Albania but nowadays the transport sector is the main influenced sector in the environment almost in urban areas which causes cancer diseases, respiratory, heart, etc. Environmental situation in Albania after 25 years has undergone radical changes due to factors that influence directly or indirectly in the environmental pollution and turning the transport sector as the main factor of environmental pollution in Albania and the second in EU in terms of the release of CO₂. Tirana as a metropolitan city of Albania, has counted the largest vehicle passenger cars with 35 %, where 71 % of them were diesel power engine and the rest is benzinë. The smoke and gas smell in Tirana city is still outstanding issue for compression-ignition engines. Our research work is focused in the region of Tirana for theoretical and experimental study of the gas emissions caused from diesel and benzinë internal combustion engines. Through this study were made assessment of the opacity, hydrocarbons HC, carbon monoxide CO, particulate matter (PM) and nitrogen oxides NO_x by using the method of measurement in place and moving with PEMS. An overarching point of this research study relates to the creation of a new particular filter called "Trepel DPF" for capturing particles of soot generated from the combustion process of oil into the combustion chamber of the Internal Combustion Engines and will reduce the degree of the emissions in accordance with European standards.

Kew Wrods: Internal Combustion Engines, emissions, carbon monoxide, opacity, particulate matter, nitrogen oxides, diesel, benzinë, DPF.

HYRJE

Ngrohja globale dhe rritja e sëmundjeve në organizmin e njeriut të shkaktuara nga ndotja e mjedisit përbëjnë një rrezik të madh global për shoqërinë e sotme. Përgjigjja ndaj këtij shqetësimi e ka zanafillën që në Samitin e Tokës të organizuar në Rio në vitin 1992, duke përfshirë dhe adoptimin e Konventës së Kombeve të Bashkuara për Ndryshimet Klimaterike (UNFCCC). Kjo konventë ka përcaktuar një kornizë për veprim, e cila synon stabilizimin e përqendrimeve atmosferike të gazeve me efekt serë. Ky stabilizim shmang ndërhyrjet e rrezikshme antropogjene në sistemin klimaterik. Në dekadat e fundit janë bërë tepër evidente shkarkimet e gazeve me efekt serë, të cilat ndikojnë në ngrohjen globale. Pas 20 vitesh negociatash ndërmjet Kombeve të Bashkuara u mbledh në Paris në vitin 2015 Konferenca e Shteteve (COP21) për të arritur marrëveshjen ndërkombëtare për ndryshimet klimaterike. Kjo marrëveshje ka si synim kryesor kontrollin e ngrohjes globale dhe të mos lejojë rritjen e temperaturës më shumë se 2°C. Nga ana tjetër, është rritur shqetësimi për numrin e vdekjeve të shkaktuara nga ndotja e ajrit. Organizata Botërore e Shëndetësisë ka kryer një studim për llogaritjen e numrit të vdekjeve që ndodhin në mbarë botën nga ndotja e ajrit duke arritur shifrat në 865 mijë në vit [1] ku më pak se 10 % janë në kontinentin e Europës. Ndërsa Komisioni Evropian raporton vdekjet e parakohshme në Europë e cila numëron 370 mijë në vit [2]. Cornell Chronicle raporton numrin e vdekjeve në nivel global nga ndotja e ajrit në mjedis në rreth 3 milion në vit [3]. Kjo situatë kritike ka bërë që shtetet e zhvilluara të ndërmarrin angazhime serioze për reduktimin e ndotjes së mjedisit. Nënshkrimi i Protokolleve, të tilla si ai i Kyoto-s përcakton uljen e sasisë së emetimit të gazeve në atmosferë, e cila tregon se shtetet e kanë rritur ndjeshëm vëmendjen e tyre ndaj mjedisit. Një rëndësi të veçantë ka edhe Protokolli i Gothenburg-ut, i cili përcakton tavanet e emetimeve të katër elementeve ndotës më të rrezikshëm të ajrit, të cilët krijojnë shirat acide.

Shqipëria si vend që kërkon të aderojë në Komunitetin Evropian paraqet problematika serioze në aspektin e ndotjeve mjedisore, e cila vjen si rezultat se njeriu nuk e kupton se ajo çfarë e rrethon ndikon në mënyrë të drejtpërdrejt në cilësinë e jetës. Për rrjedhojë, ai tenton të bëhet indiferent ndaj çështjeve të mjedisit, deri në momentin që natyra reagon ashpër. Prej disa vitesh, Shqipëria është përfshirë në zhvillime të vrullshme urbane, gjë e cila ka sjellë një ndikim relativisht të lartë në mjedis. Rritja e konsumit, transportit, mbetjet urbane apo inerte, derdhja e ujërave të zeza në lumenj apo dete, prerja pa kriter e pyjeve, gërryerja e shtratit të lumenjve, ndërtimet e pakontrolluara, si dhe moszbatimi i ligjit në funksion të mbrojtjes së mjedisit etj, janë faktorët kyç në degradimin e mjedisit dhe ç'ekuilibrin e ekosistemeve të një

vendi. Para viteve 1990 në Shqipëri sektori i industrisë në tërësi ishte sektori me influencën më të lartë në ndikimin në mjedis, ndërsa sot është diçka krejt ndryshe pasi, sektori i transportit është shkaku kryesor i ndotjes në zonat urbane [4] dhe i sëmundjeve kancerogjene, respirative, zemrës, etj. siç tregohet në Figurën 1.

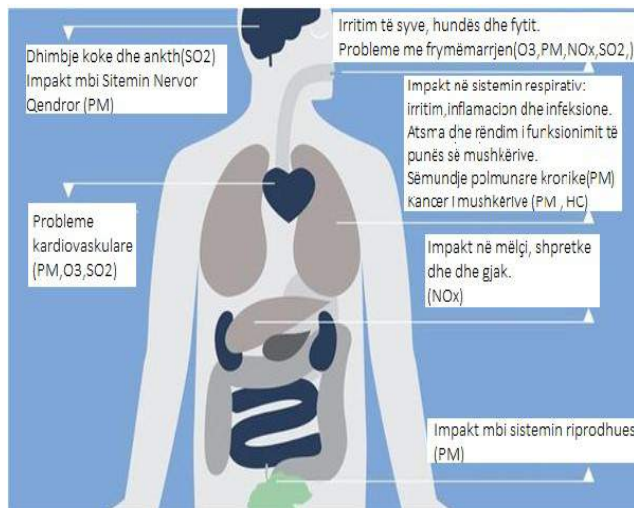


Figura 1: Paraqitja e sëmundjeve të ndryshme të shkaktuara nga ndotjet mjedisore [6].

Sipas Agjencisë Federale Gjermane të Mjedisit (UBA) është vërtetuar se, mesatarisht, rreth 47.000 njerëz vdesin para kohe në Gjermani çdo vit, si pasojë e ndotjes nga grimcat e ngurta. UBA paralajmëron se ndotja e ajrit mund të shkaktojë sëmundje respirative akute, sëmundje të zemrës, të mushkërive si dhe kancerin e mushkërive. Sipas të dhënave të fundit të UBA, thuhet se vlera kufi e vendosur nga OBSH-së për grimcat më të vogla se 10µm (PM₁₀) është tejkaluar në pothuajse 51 % në të gjitha stacionet e matjes në Gjermani në vitin 2013 [5]. Grimcat e ngurta kanë një peshë specifike tepër të vogël, kështu që, ato qëndrojnë pezull në ajër për një kohë të gjatë duke rritur mundësinë e thithjes nga organizmi i njeriut nëpërmjet aparatit të frymëmarrjes duke shkaktuar një numër të madh sëmundjesh respirative [6].

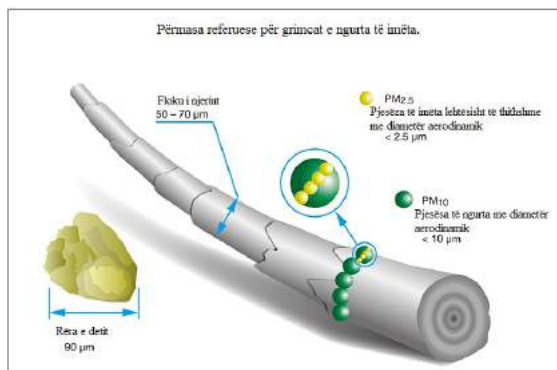


Figura 1.01: Krahimi madhësisë së grimcave të ngurta [7].

Grimcat e blozës, që krijohen nga djegia e hidrokarbureve në dhomën e djegies në motorët me djegie të brendshme, janë me përmasa tepër të vogla të cilat krahasuar me përmasat e flokut të njeriut janë $(5\div 7)$ herë më të mëdha në diametër se PM_{10} dhe $(20\div 28)$ herë më të mëdha se $PM_{2.5}$. Shumë problematike paraqitet fakti i konsumit të materialit frenues (ferodave), i cili duke u konsumuar prodhon grimca tepër të imëta, të cilat thithen lehtësisht dhe depërtojnë thellë në rrugët e aparatit respirativ të njeriut. Grimcat me diametër aerodinamik më të vogël se $2.5\mu m$ depërtojnë në gjak nëpërmjet mushkërive. Grimcat e pluhurit me diametër të barabarta dhe më të vogël se 2.5 mikron, njihen ndryshe si grimca ultrafine. Këto grimca janë tepër të rrezikshme për shëndetin e njeriut, pasi ato depërtojnë thellë në mushkëri, duke shkaktuar probleme serioze, të cilat çojnë në vdekje të parakohshme.

Ndotja e mjedisit e shkaktuar nga sektori i transportit paraqet një nga problemet më kryesore, duke e renditur Shqipërinë në vendin e fundit në rajonin e Ballkanit [4]. Referuar të dhënave të vitit 2015, Shqipëria ka një park prej 495 215 automjete të të gjitha kategorive, nga ky park 77 % e automjeteve janë të kategorisë M1 për pasagjerë [8]. Numri i automjeteve është në rritje nga viti në vit. Duke filluar nga viti 1998 numri i automjeteve ka ndryshuar nga 42 automjete /1,000 banorë në 121 automjete /1,000 banorë ashtu siç tregohet në tabelën 1.

Tabela 1: Përmbledhja e numrit të automjeteve në raport me popullsinë e vendeve të rajonit [9].

Shteti	Nr. automjeteve/1,000 banorë
Serbi	227
Maqedoni	144
Bosnje dhe Hercegovina	135
Shqipëria	121

Në Shqipëri vëmë se, për vitin 2015, vetëm 373,698 automjete ose 75 % e automjeteve në Shqipëri, kanë kryer kontrollin teknik të detyrueshëm, referuar numrit total 495,215 automjete në vitin 2015. Kjo shifër është krahasuar me numrin total të automjeteve të regjistruara në DPSHTRR. Kjo le vend për diskutim përse i përket numrit real të automjeteve që qarkullojnë në rrugët e Shqipërisë, situatë, e cila sjell pasoja, në aspektin e sigurisë dhe impaktit që ato shkaktojnë në mjedis.

Shpërndarja e automjeteve në Shqipëri, sipas ndarjes së re administrative, jepet në figurën 1.02.

Në figurën 1.03 jepet shpërndarja grafike e numrit të përgjithshëm të automjeteve të të gjitha kategorive në Shqipëri.

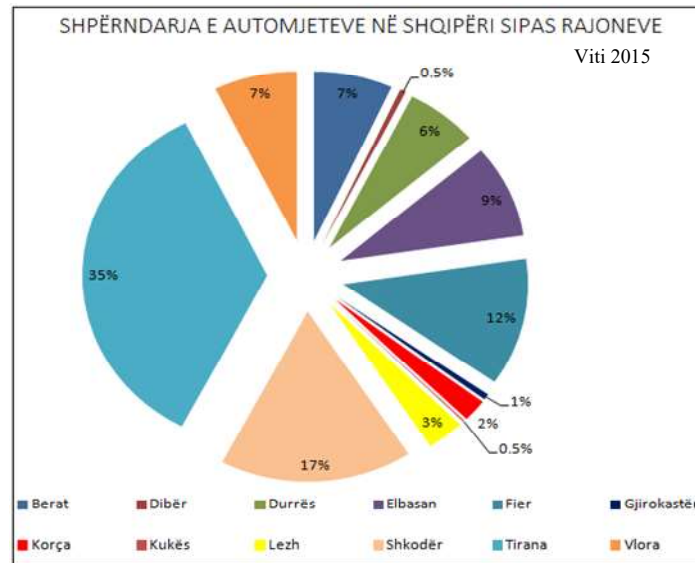


Figura 1.02: Shpërndarja e automjeteve në (%) në Shqipëri sipas rajoneve deri në 2015.

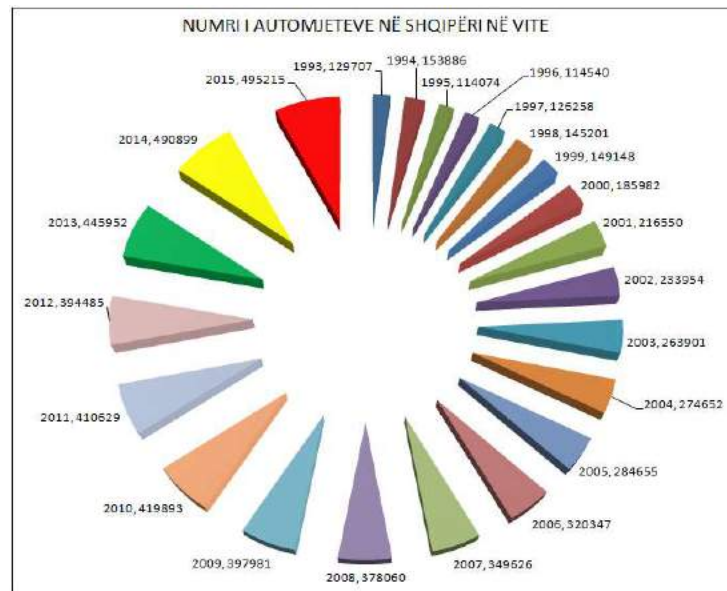


Figura 1.03: Numri i automjeteve sipas viteve në Shqipëri.

Në vijimësi, inventari i parkut të automjeteve në Shqipëri sipas llojit të lëndës djegëse dhe kategorive të tyre paraqiten në Figurën 1.04.

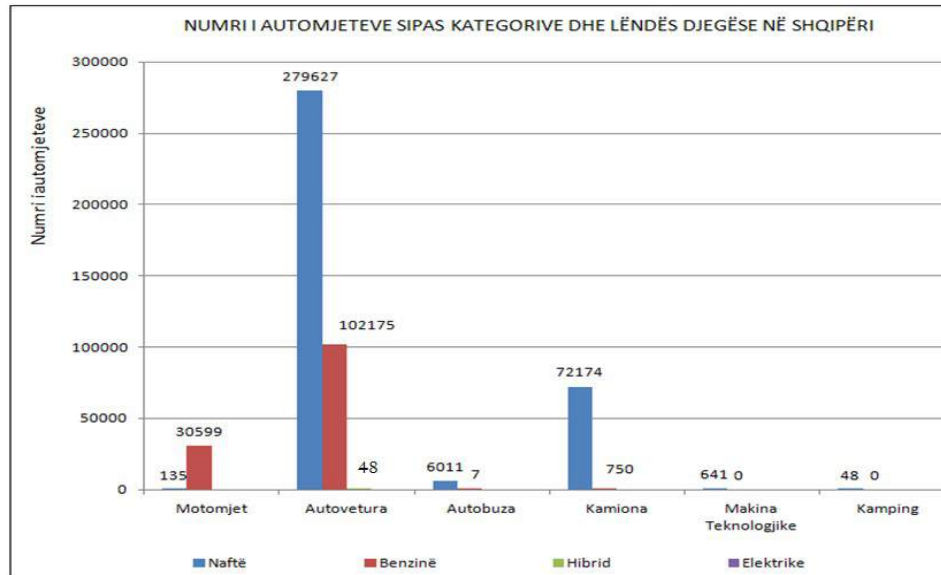


Figura 1.04: Numri i automjeteve në Shqipëri sipas kategorive dhe lëndës djegëse.

Kategoria e autoveturave zë 77 % të numrit total të automjeteve në Republikën e Shqipërisë, prandaj dhe studimi ynë është fokusuar tek kjo kategori automjeteve, pasi ndikimi në mjedis varet nga kjo kategori e automjeteve. Në figurën 1.04 vihet re se 72.42 % e automjeteve të transportit rrugor në Republikën e Shqipërisë, përdorin si lëndë djegëse naftën dhe pjesa tjetër përdor lëndë djegëse benzinë. Referuar figurës 1.04 vihet re se, në Republikën e Shqipërisë përdorimi i automjeteve hibride paraqitet në vlera tepër të ulëta me 48 automjete të regjistruara (0.01 %), e cila zë një peshë të papërfillshme në numrin total të automjeteve.

Tirana si qyteti më i madh i Shqipërisë ka numrin më të madh të automjeteve me 35 % ku 71 % e tyre janë me M.D.B diesel.

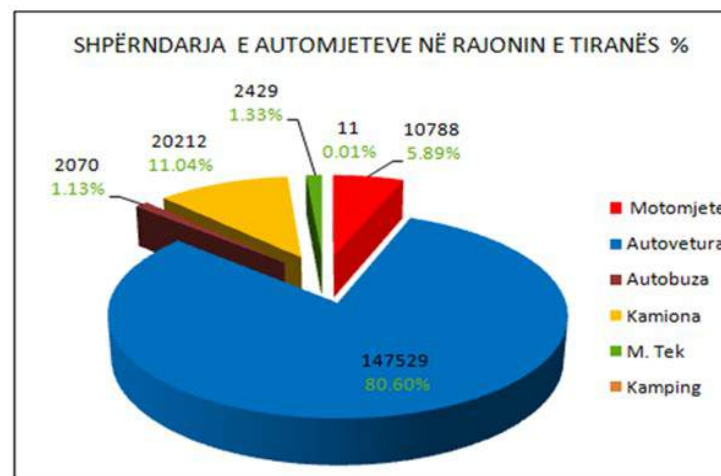


Figura 1.05: Shpërndarja e parkut të automjeteve në qarkun e Tiranës.

Nga grafiku i figurës 1.05 vihet re se, në qarkun e Tiranës numri total i autoveturave është 147,529, kundrejt numrit total prej 183,039, e cila përbën 80.6 % të numrit të përgjithshëm të automjeteve. Shpërndarja e automjeteve të kategorisë M1 për pasagjerë sipas cilindrates në rajonin e Tiranës paraqiten në Figurën 1.06 dhe Figurën 1.07 a,b.

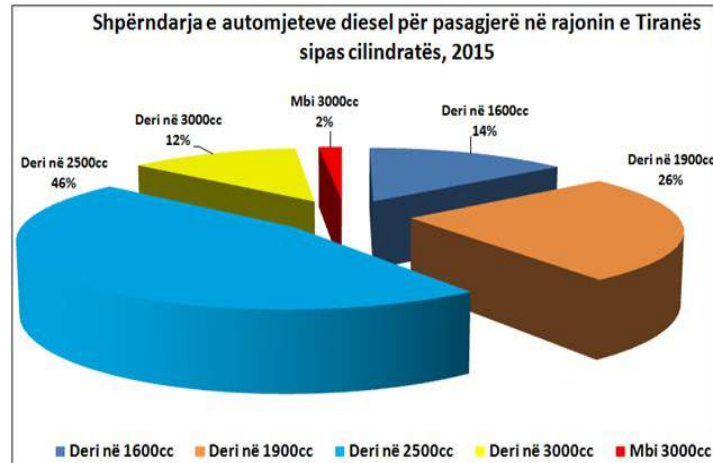


Figura 1.06: Shpërndarja e automjeteve diesel për pasagjerë në rajonin e Tiranës sipas cilindrates, 2015.

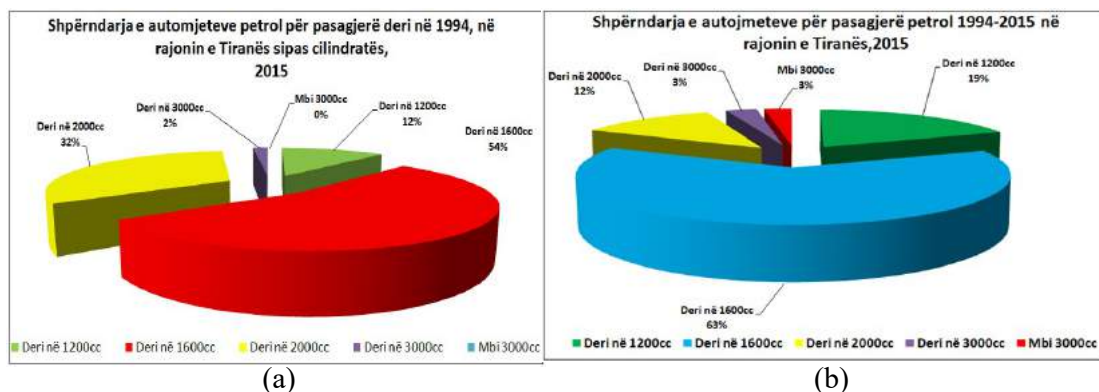


Figura 1.07: Shpërndarja e automjeteve benzinë për pasagjerë në rajonin e Tiranës sipas cilindrates: (a) deri më 1994 dhe (b) 1994-2015.

Nga Figura 1.06 vërehet se peshën më të madhe të automjeteve të kategorisë M1 diesel e zë grupi me cilindrata (1900÷2500 cc) me 46 % dhe (1600÷1900 cc) me 26 %.

Nga Figura 1.07 (a) konstatohet se peshën më të madhe për automjetet e kategorisë M1 benzinë deri në vitin 1994 e zë kategoria me cilindrata (1200÷1600 cc) me 54 % dhe (1600÷2000 cc) me 32 %. Figura 1.07 (b) tregon se peshën më të madhe për automjetet e kategorisë M1 benzinë në vitet 1994-2015 e zë kategoria me cilindrata (1200÷1600 cc) me 63 % dhe ÷1200 cc me 19%.

Problemet e ndotjes nga sektori i transportit në qytetin e Tiranës janë evidente dhe të pashmangshme, por mund të reduktohen duke analizuar situatën e ndotjes së shkaktuar nga motorët me djegie të brendshme e cila kërkon hartimin e politikave, përdorimin e teknologjive të pasdjegies të trajtimit të gazeve, me qëllim uljen e shkallës së emetimit në përputhje me standardet europiane. Një pikë tjetër e rëndësishme në këtë punë studimore lidhet me krijimin e një filtri të ri partikular DPF, me mineral të ri (Trepel), për kapjen e grimcave të blozës, që krijohen nga procesi i djegies së hidrokarbureve në dhomën e djegies së M.D.B.

Studimi ynë është përqendruar tek sektori i transportit rrugor për rajonin e Tiranës, pasi paraqet problematika të mëdha mjedisore lidhur me emetimet e CO₂ dhe produkteve të tjera të dëmshme për shëndetin e njeriut.

Programet kryesore të përdorura në funksion të këtij studimi janë: Origin 8, SolidWorks, MAHA dhe E-gas.

Ky studim përmban 5 kapituj; në kapitullin e parë jepet një studim bibliografik për modelet teorike të djegies në M.D.B diesel dhe benzinë, ndotësit dhe faktorët që ndikojnë në krijimin e tyre gjatë djegies së hidrokarbureve në dhomën e djegies së M.D.B.

Kapitulli i dytë flet për karakteristikat e lëndëve djegëse dhe përzierjet e tyre; ku janë trajtuar normat, standardet kombëtare dhe ndërkombëtare në lidhje me lëndët djegëse dhe emetimet e gazeve nga M.D.B.

Kapitulli i tretë është fokusuar tek teknologjitë e avancuara për reduktimin e gazeve në shkarkim, në veçanti të grimcave të ngurta (PM).

Kapitulli i katërt pasqyron metodikat e përdorura për matjen, vlerësimin e gazeve dhe PM në M.D.B. Studimi eksperimental i vetive kimiko-fizike të mineralit Trepel i përdorur për krijimin e DPF përbën shtyllën kryesore të kësaj pune studimore.

Risia e këtij studimi, lidhet me krijimin e një filtri të ri partikular me mineral Trepel, i cili ka porozitet, përshkueshmëri dhe sipërfaqe specifike të lartë. Këto karakteristika të mineralit Trepel realizojnë efikasitet të lartë të filtrimit dhe absorbimit të grimcave partikulare në gazet e djegies në M.D.B diesel.

Kapitulli i pestë përmban rezultate dhe diskutime lidhur me emetimet e gazeve dhe PM nga M.D.B. Në përfundim të kësaj pune studimore jepen konkluzionet, planet për të ardhmen, literatura e përdorur dhe lista e publikimeve shkencore të botuara.

KAPITULLI 1

STUDIM BIBLIOGRAFIK PËR MODELET TEORIKE TË DJEGIES NË M.D.B DIESEL DHE OTTO, EMISIONIN E GAZEVE DHE SISTEMET E TYRE NË M.D.B

1.1 Bazat e djegies

Për të kuptuar mënyrën e formimit të ndotësve në një sistem të djegies, si fillim duhet që të kuptojmë natyrën e lëndëve djegëse që digjen, procesin termodinamik të djegies si dhe disa aspekte të strukturës së flakës. Në këtë kapitull do të trajtohen aspektet kryesore të djegies që lidhen ngushtësisht me formimin e elementëve ndotës si dhe kontrollin e tyre.

Çështja e stabilitetit të flakës, detonacionit si dhe disa aspekte të tjera të rëndësishme të shkencës së djegies nuk janë pjesë e studimit tonë, prandaj nuk do të trajtohen. Problemet specifike të kontrollit të emisioneve të gazeve do të trajtohen në një kapitull më vete.

1.2 Lëndët djegëse

Nga i gjithë spektri i lëndëve djegëse të përdorshme në proceset e djegies sidomos në sektorin e transportit mund të përmendim atë që është më i thjeshtë, gazin natyral, i cili përfaqësohet nga gazi i metanit CH_4 dhe komponentët e tjera të tij.

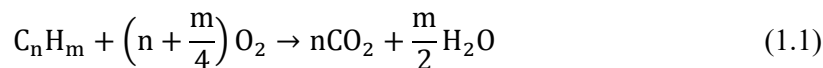
Për sa i përket lëndëve djegëse të lëngëta informacioni është më i limituar në krahasim me lëndët djegëse të gazta. Kjo ka të bëjë me përbërjen molekulare të lëndëve djegëse të lëngëta të cilat siç dihet përbëhen nga një varg molekular kompleks i përbërjeve dhe vargjeve të hidrokarbonit. Kjo çështje natyrisht lidhet me përbërjen në masë të elementëve përbërës të llojeve të ndryshëm të hidrokarbureve të lëngët si p.sh karboni C, squfuri S, oksigjeni O_2 , azoti N_2 dhe bloza. Një tjetër tregues karakteristik i lëndëve djegëse është fuqia kalorifike, e cila shpreh sasinë e nxehtësisë që çlirohet gjatë procesit të djegies përfundimtare të njësisë së masës së lëndës djegëse. Nëpërmjet analizave të kryera për këtë qëllim është arritur në përfundim se dallohen këto grupe të lëndëve djegëse të lëngëta si në tabelën 1:

Tabela 1.1: Grupet e lëndëve djegëse të lëngëta.

Gazolinë	C	H	N	O	S	Hiri	Densiteti	Fuqia kalorifike $10^6 \cdot \text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$
Kerozene (Nr. 1)	86.5	13.2	0.1	0.1	0.1	Gjurmë	0.825	46.4
Nafta								
Nr 2	86.4	12.7	0.1	0.1	0.4-0.7	Gjurmë	0.865	45.5
Nr 4	85.6	11.7	0.3	0.4	<2	0.05	0.953	43.4
Nr 6	85.7	10.5	0.5	0.4	<2.8	0.08	0.986	42.5

1.3 Stekiometria e djegies

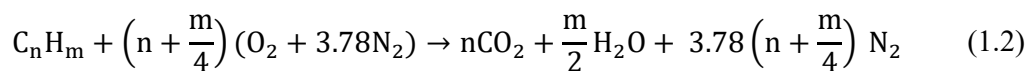
Oksidimi i plotë i lëndëve hidrokarbure të thjeshta formon CO₂ nga karboni që ajo përmban dhe ujin H₂O nga prania e hidrogjenit H, në hidrokarburet me formulë kimike të përgjithshme C_nH_m.



Në djegien me oksigjen të pastër siç duket edhe nga formula e mësipërme kemi vetëm formimin e $\frac{m}{2}$ mole uji dhe të **n** mole dyoksid karboni.

Kur djegia zhvillohet në ajër, në reaksion merr pjesë edhe azoti, i cili krijon oksidet e azotit. Lëndët hidrokarbure mund të përmbajnë edhe elemente të tjerë, të cilët marrin pjesë në reaksion dhe mund të transformohen duke formuar përbërje kimike të ndryshme. Arrijmë në konkluzionin se, djegia asnjëherë nuk mund të jetë e plotë dhe gazet e dala nga procesi i djegies mund të përmbajnë përbërje të tjera përveç CO₂ dhe H₂O, të cilat konsiderohen si produkte të djegies së plotë.

Ajri është i përbërë nga oksigjeni, azoti dhe një sasi e vogël e dyoksidit të karbonit, argon dhe lloje të tjera. Meqë ajri ka në përbërjen e vet azotin N₂ si element mbizotërues, atëherë për thjeshtësi pranojmë se ajri përmban në vëllim 20.9 % O₂ dhe 79.1 % N₂. Kështu që për çdo mol oksigjen të nevojshëm për procesin e djegies nevojiten 3.78 mole azot. Sasia e azotit nuk mund të ndryshojë balancën e oksigjenit por ai ka një rëndësi për sa i përket impaktit termodinamik, shpejtësisë së reaksioneve kimike, procesit të djegies dhe ajo që është më e rëndësishmja krijimi i elementeve ndotës nga procesi i djegies. Kështu që përfundimisht mund të themi se raporti stekiometrik i oksidimit të plotë të hidrokarbureve mund të shkruhet me anë të ekuacionit të mëposhtëm:



Pra për çdo mol të hidrokarburit të djegur kërkohen $4.78 \left(n + \frac{m}{4}\right)$ mole ajër dhe formohen $4.78 \left(n + \frac{m}{4}\right) + \frac{m}{4}$ mole të produkteve të djegies. Kështu që raporti molar ($\frac{\text{ajër}}{\text{lëndë djegëse}}$) për raportin stekiometrik të djegies do të rezultojë: $\frac{1}{4.78(n + \frac{m}{4})}$

Pjesa në mole e produkteve të djegies të hidrokarbureve të gazta për djegien e plotë jepet me anë të relacioneve të mëposhtme:

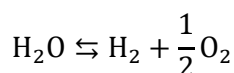
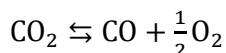
$$y_{CO_2} = \frac{n}{4.78 \left(n + \frac{m}{4}\right) + \frac{m}{4}} \quad (1.3)$$

$$y_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{\frac{m}{2}}{4.78 \left(n + \frac{m}{4} \right) + \frac{m}{4}} \quad (1.4)$$

$$y_{\text{N}_2} = \frac{3.78 \left(n + \frac{m}{4} \right)}{4.78 \left(n + \frac{m}{4} \right) + \frac{m}{4}} \quad (1.5)$$

1.4 Ekuilibri kimik

Kur djegia bëhet e plotë formohen produktet e djegies CO_2 , H_2O dhe disa produkte të tjera të oksiduara plotësisht. Për djegie të varfër, me temperaturë të produkteve poshtë 1250K, krijohen speciet stabël si CO_2 , H_2O , O_2 dhe N_2 , të cilët janë produkte të zakonshme të një supozimi të drejtë [10]. Bilanci e elementëve që marrin pjesë në reaksion është e mjaftueshme për të përcaktuar përbërjen e elementëve të dala si rezultat i procesit të djegies. Shumica e sistemeve të djegies, arrijnë temperatura shumë më të larta se sa 1250 K. Është e vërtetuar se flaka në djegien adiabatike mund të arrijë vlerën 2300 K. Përbërjet, të cilat, janë stabël në temperaturën e ambientit, mund të shpërbëhen në temperatura të larta sipas reaksioneve kimike si më poshtë:



Megjithëse sasia e ajrit është e mjaftueshme për djegien e plotë, krijohen kushte për formimin e produkteve të djegies si, monoksidi i karbonit (CO), hidrogjeni H_2 dhe element të tjerë. Në fakt, këto përbërje oksidohen me shpejtësi dhe në të njëjtën kohë vazhdojnë të zëvendësohen me të tjera si rezultat i zbërthimeve kimike dhe reaksioneve të tjera që ndodhin në gazet e nxehta.

Ekuilibri kimik siguron përafrimin e parë të rëndësishëm të përbërjes së produkteve të djegies në temperatura të larta, meqenëse gjendja e ekuilibrit mund të arrihet dhe të japi një kohë më të mjaftueshme që reaksioni kimik të zhvillohet.

Pra, nëpërmjet llogaritjes së ekuilibrit kimik mund të marrim masa që të mos formohen elemente ndotës.

Kushtet e ekuilibrit termodinamik rrjedhin nga parimi i dytë i termodinamikës, i cili lidhet dhe shpjegohet nëpërmjet energjisë së lirë të Gibbs-it, $G = H - TS$ [11]. Për një sistem të mbyllur në temperaturë dhe presion konstant energjia e lirë e Gibbs-it është minimale në gjendjen e ekuilibrit termodinamik. Pra, për çdo ndryshim larg gjendjes së ekuilibrit në temperaturë dhe presion konstant $dG > 0$. Energjia e lirë e Gibbs-it është funksion i

temperaturës, presionit dhe përbërjes [d.m.th., $G = G(T, p, n_1, n_2, \dots)$]. Pra mund të shkruajmë:

$$dG = \left(\frac{\partial G}{\partial T}\right)_{p,n_j} dT + \left(\frac{\partial G}{\partial p}\right)_{T,n_j} dp + \left(\frac{\partial G}{\partial n_1}\right)_{T,p,n_j \neq 1} dn_1 + \left(\frac{\partial G}{\partial n_2}\right)_{T,p,n_j \neq 2} dn_2 + \dots \quad (1.6)$$

Derivati i pjesshëm i Energjisë së lirë të Gibbs-it në lidhje me numrin e moleve të një përbërjeje i , jep potencialin kimik:

$$\mu_i = \left(\frac{\partial G}{\partial n_i}\right)_{T,p,n_j \neq i} \quad (1.7)$$

Duke pasur parasysh kuptimin e G mund të shkruajmë :

$$dG = dU + p dV - T dS + V dp - S dT + \sum_i \mu_i dn_i$$

Duke përdorur parimin e parë të termodinamikës mund të shkruajmë:

$$dU + p dV - T dS = 0$$

kështu që:

$$dG = V dp - S dT + \sum_i \mu_i dn_i \quad (1.8)$$

Atëherë pjesa molare e energjisë së lirë të Gibbs-it mund të shkruhet:

$$\mu_i = \frac{\partial}{\partial n_i} (H - TS)_{T,p,n_j \neq i} = h_i - Ts_i$$

Ku s_i është entropia molare e përbërjes i .

Për tu dhënë zgjidhje shumë problemeve të ekuilibrit kimik, ne mund të supozojmë një gaz ideal me fazë të kondensimit në mënyrë që presioni të jetë afër atij atmosferik.

Entalpia e një gazi ideal është e pavarur nga presioni. Atëherë entropia jepet:

$$s_i(T, p) = s_i^\circ(T_0) + \int_{T_0}^T \frac{c_p(T')}{T'} dT' + R \ln \frac{p_i}{p_0} \quad (1.9)$$

ku $s_i^\circ(T_0)$ paraqet entropinë në gjendjen fillestare.

Kapaciteti termik i një gazi ideal nuk është funksion i presionit, varësia e presionit në masën molare të energjisë së lirë të Gibbs-it për një gaz ideal është thjesht i lidhur me ndryshimin e entropisë nga gjendja referencë dhe mund të shkruajmë:

$$\mu_i = \mu_i^\circ(T) + RT \ln p_i \quad (1.10)$$

Ku $\mu_i^\circ(T)$ është potenciali kimik standard i përbërjes “ i ” dhe vlerat $p_0 = 1 \text{ atm}$ dhe $s_i^\circ(T_0)$, jepen në tabela si të dhëna termodinamike.

Për një fazë të pastër, në presion modest, entropia varet vetëm nga temperatura:

$$s(T) = s(T_0) + \int_{T_0}^T \frac{c_p(T')}{T'} dT'$$

Pra, entalpia është e pavarur nga presioni, ndërsa energjia e lirë e Gibbs-it është funksion vetëm i temperaturës, pra:

$$\mu_i = \mu_i^\circ(T) \quad (1.11)$$

Kushti për ekuilibrin termodinamik mund të shkruhet thjesht:

$$(dG)_{T,p} = \sum_i \mu_i dn_i \geq 0 \quad (1.12)$$

Marrim në shqyrtim një reaksion kimik:

$$\sum_j \nu_j A_j = 0 \quad (1.13)$$

ku ν_j - koeficienti stekiometrik dhe A_j – përbërja

Zhvillimi i reaksionit mund të shprehet në funksion të numrit të moleve të komponentëve të ndryshme të gjeneruara nga reaksioni kimik pjesëtuar me koeficientin stekiometrik.

$$d\xi = \frac{dn_j}{\nu_j} \quad (1.14)$$

Kushti i ekuilibrimit kimik në temperaturë dhe presion konstant jepet nga shprehja (1.15):

$$\sum_j \nu_j \mu_j = 0 \quad (1.15)$$

Ky kusht mund të plotësohet për gjendjen e ekuilibrimit kimik për çdo dξ, pavarësisht shenjës.

Duke përdorur formulën 1.10 për gjendjen e ekuilibrimit marrim:

$$\sum_j \nu_j \mu_j^0 + \sum_{j,gaz} RT \ln p^{\nu_j} = 0 \quad (1.16)$$

Duke veçuar termat që varen nga presioni dhe ato që varen nga temperatura arrihet një relacion midis presionit të pjesshëm të gazeve dhe temperaturës, e cila mund të shkruhet:

$$\prod_{j,gaz \text{ vetëm}} p^{\nu_j} = \exp\left(-\sum_j \nu_j \frac{\mu_j^0}{RT}\right) \equiv K_p(T) \quad (1.17)$$

Funksioni $K_p(T)$ është konstante e ekuilibrimit në funksion të presionit të pjesshëm. Theksojmë se sasi të fazave të kondensuara të pastra nuk përfshihen (futen) në mënyrë eksplicite në këtë relacion.

Në disa raste, në vend të presionit të pjesshëm është më praktike të punohet me raportin e moleve ose me dendësinë e tyre.

Presioni i pjesshëm sipas ligjit të Daltonit shprehet:

$$p_i = y_i p \quad (1.18)$$

Ku y_i është pjesa e moleve të përbërjes “ i ”, e cila llogaritet duke marrë në konsideratë vetëm përbërjet e fazës së gaztë.

Duke zëvendësuar në shprehjen e K_p marrim:

$$\prod_{j, \text{gaze vetëm}} (y_j p)^{v_j} = K_p(T) \quad (1.19)$$

Në mënyrë të ngjashme mund të përdorim edhe ekuacionin e gjendjes së gazeve $p_i = c_i RT$ dhe marrim konstanten e ekuilibrit në funksion të densitetit:

$$K_c(T) = K_p(T)(RT)^{-\sum_{j, \text{gaze vetëm}} v_j} = \prod_{j, \text{gaze vetëm}} (c_j)^{v_j} \quad (1.20)$$

Pra, për të zgjidhur problemin e ekuilibrit kimik të një sistemi me përbërje të ndryshme duhet që të zgjidhen të gjitha ekuacionet e mësipërme (1.16, 1.17, 1.18, 1.19 ose 1.20)

P.sh reaksioni: $C_{(s)} + O_2 \rightleftharpoons CO_2$, arrin gjendjen e ekuilibrit sipas relacionit: $K_p(T) = \frac{p_{CO_2}}{p_{O_2}}$.

Në rastet kur në një sistem sasia e karbonit është në raport stekiometrik me sasinë e oksigjenit atëherë mund të rezultojë që raporti $\frac{p_{CO_2}}{p_{O_2}}$ të jetë i barabartë me $K_p(T)$.

Është vërtetuar se për sasi të vogla të karbonit, në gjendjen e ekuilibrit, nuk mund të kemi prezent karbon në gjendje të ngurtë.

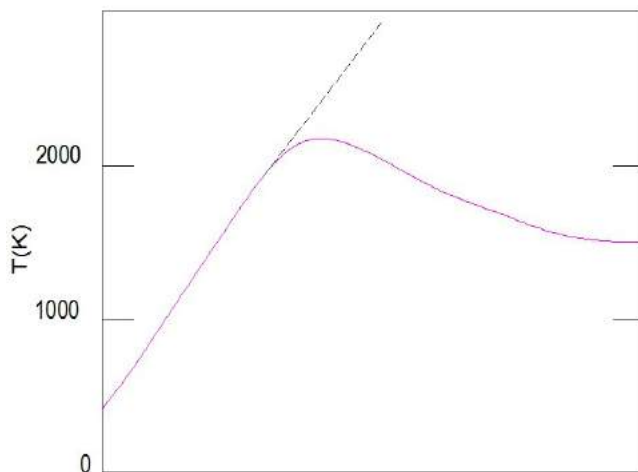
1.5 Ekuilibri i djegies

Dihet që në ekuilibrin kimik për djegien stekiometrike, një pjesë e sasisë së CO dhe H nuk merr pjesë në reaksion, kjo djegie jo e plotë sjell uljen e temperaturës adiabatike me një vlerë rreth 100 K.

Figura 1.1 tregon se si përbërja e ekuilibrit dhe temperatura për djegien adiabatike të kerozeneve $\text{CH}_{1.8}$ ndryshon në funksion me raportin ekuivalent. Rezultatet e përcaktuara duke përdorur vetëm stekiometrinë për djegien e varfër tregohen me vija të ndërprera.

Duket qartë se pjesa më e madhe e përqendrimeve dhe temperatura e flakës adiabatike e djegies për djegien e plotë, janë përfundime shumë të mira për raporte ekuivalente më pak se 0.8.

Në rastin e djegies së pasur, ku numri i specieve kimike prezente në reaksion tejkalon numrin e elementëve në sistem, atëherë duhet që të mbështetemi në teorinë e ekuilibrit për përcaktimin e temperaturës së flakës adiabatike dhe përbërjes.



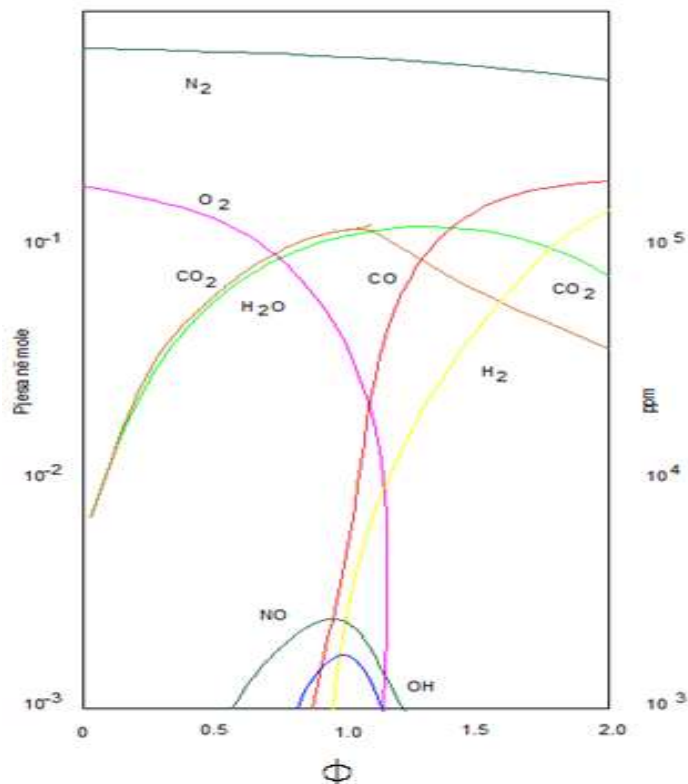
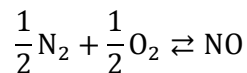


Figura 1.1: Paraqitja e ekuilibrit dhe temperaturës për djegien adiabatike të kerozeneve $\text{CH}_{1.8}$ që ndryshon në funksion me raportin ekuivalent [12].

Ekulibri kimik jep kushtet që favorizojnë krijimin e ndotësve në gazet e djegies.

Monoksidi i karbonit është një komponent i rëndësishëm i produkteve të djegies në temperaturën e flakës adiabatike për raporte ekuivalente më të mëdha se 0.8.

Oksidi i azotit formohet nga gazet e N_2 dhe O_2 ,



Ky reaksion është shumë endotermik, $\Delta h_r(298) = 90,420 \text{ J/mol}$. Për shkak të nxehtësisë së lartë të reaksionit, formimi i NO favorizohet vetën në temperatura të larta. Niveli i ekuilibrit të NO ulet për përzierjet e pasura e cila shpjegohet nga fakti se efektet e kombinuara ulin temperaturën dhe sasinë e oksigjenit. Në gjendjen e ekuilibrit përbërja e gazeve të djegies është funksion i plotë i temperaturës dhe shprehet nga konstantet e ekuilibrit për reaksionet e djegies nëpërmjet formës integrale të relacionit të Van Hoff-it [13]:

$$K_p = B \exp\left(-\frac{\Delta h_r(T_1)}{RT}\right)$$

Ku T_1 është temperatura referencë, ku nëpërmjet saj vlerësohet faktori para eksponencial B.

Kur temperatura ulet, ekuilibri kimik favorizon formimin e produkteve stabël, CO_2 , H_2O , N_2 dhe O_2 dhe zhdukjen e specieve jostabël si CO , H_2 , O , OH e me radhë.

Figura 1.2 tregon se poshtë temperaturave 1300 K, vetëm pjesa më e madhe e përbërjeve të qëndrueshme janë prezente në produktet e djegies në gjendjen e ekuilibrit.

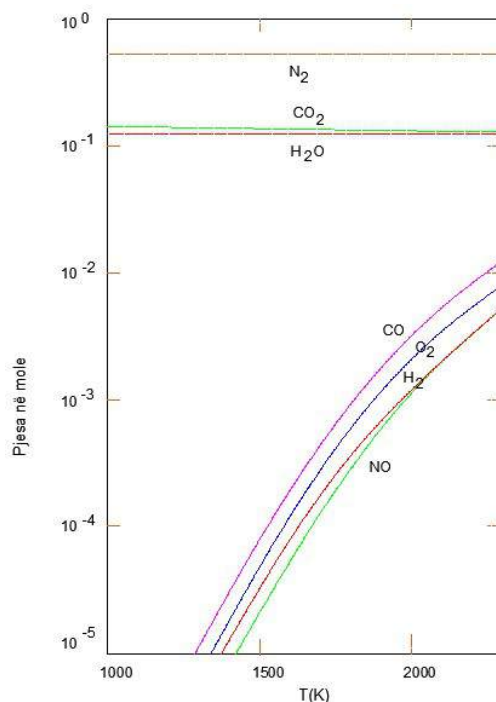


Figura 1.2: Variacioni i përbërjeve në funksion të temperaturës, për djegien stekiometrike të kerozenit $\text{CH}_{1.8}$ [12]

1.5.1 Kinetika e djegies

Ekuilibri kimik përshkruan përbërjen e produkteve të reaksionit të cilat formohen nëse mbajmë temperaturën dhe presionin konstant për një interval kohe të mjaftueshëm.

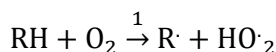
Reaksionet e ngadalta lejojnë sasinë e këtyre ndotësve të rriten me shpejtësi dhe amplitudë më të madhe sesa momenti i ekuilibrit kimik, ku gazet dalin në atmosferë.

Maksimumi i përqendrimeve të NO-ve në flakë mund të reduktohet në mënyrë të dukshme afër $\Phi = 1$, sasia e NO-ve në flakë mund të reduktohet dukshëm duke zvogëluar raportin ekuivalent poshtë vlerës 0.5.

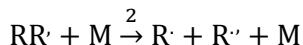
Për të kuptuar faktorët kimik që kontrollojnë formimin e ndotësve nga reaksionet kimike, është e nevojshme të vlerësohet raporti në të cilën një sistem kimik i afrohet gjendjes së tij përfundimtare të ekuilibrit. Studimi i këtyre raporteve quhet “kinetika kimike”. Me qëllim që

të përshkruhet raporti ku arrihet ekuilibri kimik duhet të njihet mekanizmi i reaksioneve, sekuenca e reaksioneve që marrin pjesë në të gjithë procesin si dhe raportet e reaksioneve të vetme.

Në këtë fushë janë kryer shumë studime lidhur me lëndët djegëse të thjeshta [14-18]. Janë marrë afërsisht 100 raporte të konstanteve të tilla për më shumë se 100 reaksione zinxhir. Për lëndët djegëse reale, kinetika e djegies është shumë e komplikuar pasi nuk dihet saktë përbërja e tyre. Por qëllimi ynë final në këtë studim është të kuptojmë formimin dhe zhdukjen e ndotësve në djegiet praktike të lëndëve djegëse. Nga kimia dimë se, formimi i ndotësve kërkon hapa të ngadaltë të zhvillimit të reaksionit kimik ose procese fizike të cilat çojnë në ekuilibër kimik. Kur mungon burimi i nxehtësisë, përzierja e lëndëve hidrokarbure RH me ajrin në temperaturë normale nuk krijon kushte për djegie. Kur përzierja ngrohet, lënda djegëse hidrokarbure fillon të bashkëveprojë me oksigjenin. Fillimi i reaksionit ndodh kur nga lënda djegëse shkëputet një atom hidrogjen dhe bashkëvepron me oksigjenin e ajrit.



Një metodë tjetër për fillimin e reaksioneve për hidrokarburet me varg të gjatë është edhe ndarja me anë të induktimit termal për të prodhuar radikale të hidrokarbureve siç jepet në reaksionin e mëposhtëm:



Këto reaksione shërbejnë për të shkëputur një lidhje (varg) C-C ose C-H.

Energjia e reaksioneve është tepër e lartë dhe reaksioni është endotermik. Fuqia e lidhjes së këtyre komponentëve jepet në tabela të posaçme. Detajet e balancës së reaksionit kimik sigurojnë një lidhje midis konstantes së raportit të drejtë me atë të zhdrejtë.

Për një reaksion elementar kemi:

$$\frac{k_f(T)}{k_r(T)} = K_c(T)$$

Varësia e konstantes së ekuilibrit shprehet përafërsisht duke përdorur relacionin e Van Hoff-it:

$$K_p(T) \approx \left\{ K_p(T_1) \exp \left[\frac{\Delta h_r(T_1)}{RT_1} \right] \right\} \exp \left[-\frac{\Delta h_r(T)}{RT} \right] \approx B(T_1) \exp \left[-\frac{\Delta h_r(T)}{RT} \right]$$

Si dhe përcaktimin e $K_p(T)$ në ekuacionin 1.20. Pra, raporti i konstantes sipas reaksionit të drejtë është:

$$k_f(T) = k_r(T) B(T_1) \exp \left[-\frac{\Delta h_r(T_1)}{RT} \right] [RT]^{-1}$$

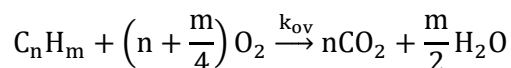
1.5.2 Kinetika e thjeshtëzuar e djegies.

Mekanizmat e njohur tanimë reduktojnë kompleksitetin e llogaritjeve kinetike, prandaj, një numër i vogël hapash përdoren për të përshkruar sjelljen e një numri të madh të reaksioneve kimike të dala nga procesi i djegies së hidrokarbureve.

Kur kërkohet sasia neto e nxehtësisë së gjeneruar, atëherë produktet e vogla në numër kanë një ndikim shumë të papërfillshëm, prandaj mekanizmi i përgjithshëm ka një rëndësi shumë të madhe në këtë procedurë.

Nëse problemi trajton çështjen e formimit të ndotësve, atëherë produktet e vogla në numër duhen marrë në konsideratë, pasi kanë rolin kryesor.

Modeli më i thjeshtë i kinetikës së djegies së hidrokarbureve është modeli me një stad.



ku k_{ov} i referohet modelit të përgjithshëm. Raporti i këtij reaksioni mund të shprehet në trajtë empirike:

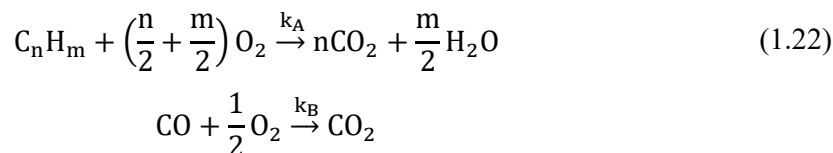
$$R_{ov} = AT^n \exp\left(\frac{-E_a}{RT}\right) [C_nH_m]^a [O_2]^b \quad (1.21)$$

ku parametrat A , n , E_a dhe b përcaktohen duke u nisur nga R_{ov} në pikën e raportit të oksidimit në interferencë me shpejtësinë e flakës, të pasurimit apo limitit të dobësimit të flakës të qëndrueshme laminare.

Kjo metodë është e favorshme pasi është e thjeshtë dhe lejon vetëm vlerësimin e raportit të nxehtësisë së çliruar dhe për të përcaktuar stabilitetin e flakës.

Por ana negative e modelit me një stad është se ajo nuk parashikon as hidrokarburet e ndërmjetme as monoksidin e karbonit CO.

Duke përdorur modelin me dy stade atëherë na lind e drejta të marrim në konsideratë oksidimin e hidrokarbureve HC, CO dhe H_2O por në krahasim me modelin me një stad është pak më e komplikuar [19].



ku raporti për reaksion A në përgjithësi jepet si në rastin e modelit me një stad të oksidimit të hidrokarbureve:

$$R_A = A_A T^{n_A} \exp\left(\frac{-E_A}{RT}\right) [C_n H_m]^a [O_2]^b \quad (1.23)$$

Ndërsa oksidimi i monoksidit të karbonit përshkruhet në mënyrë empirike nga relacioni:

$$R_B = A_B T^{n_B} \exp\left(\frac{-E_B}{RT}\right) [H_2O]^c [O_2]^d [CO] \quad (1.24)$$

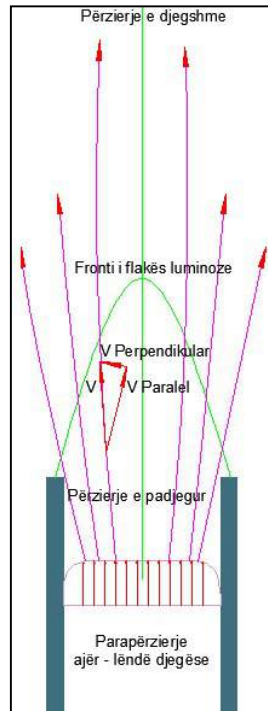
1.6 Përhapja dhe struktura e flakës

Nga trajtimi i termokimisë së djegies, tashmë i drejtohem procesit fizik të djegies që ka të bëjë me mënyrën sesi zhvillohet djegia. Ndër veçoritë e përgjithshme të djegies janë prania e flakës dhe prania e një zone luminishente në gazet e djegies, e cila çliron sasinë më të madhe të nxehtësisë. Flaka është reaksioni i cili ndodh me difuzion të energjisë ose të radikaleve të lira nga gazet e djegura në drejtim të gazeve të ftohta të padjegura apo nga përzierja e lëndës djegëse me ajrin.

Një flakë quhet e stabilizuar kur kemi një fluks të vazhdueshëm të lëndës djegëse dhe ajërit.

Në këtë rast shpejtësia e përhapjes duhet të jetë njësoj me gazet e vetë flakës e cila është konstante në hapësirë.

Kjo ilustron edhe nga figura 1.3 a) e flakës së djegësit Bunsen ku përzierja e lëndës djegëse me ajrin kalon nëpërmjet një tubacioni me një shpejtësi v . Në dalje të tubit flaka ka formën e një konikeje të shndritshme (luminoze). Lartësia e formës konike të flakës varet nga shpejtësia e gazit, kështu që shpejtësi të vogla sjellin lartësi të vogël të kësaj zone dhe anasjellas, shpejtësi të mëdha krijojnë një flakë të gjatë. Forma e flakës varet nga rruga në të cilën zhvillohet reaksioni nga gazet e nxehta të djegura në drejtim të gazeve të ftohta të padjegura. Shihet se fronti i reaksionit lëviz në drejtim të gazeve të padjegura me një shpejtësi e cila përcaktohet në sajë të efektit të kombinuar të difuzionit molekular dhe kinetikës kimike. Shpejtësi e përhapjes së flakës quhet ndryshe shpejtësi laminare e flakës, S_L . Nëse shpejtësia e gazeve është më e madhe se S_L , atëherë flaka merr një formë të tillë që komponentja e shpejtësisë së gazit perpendikular me flakën e mban flakën në ekuilibër ashtu siç tregohet në Figurën 1.3(a).



(a)

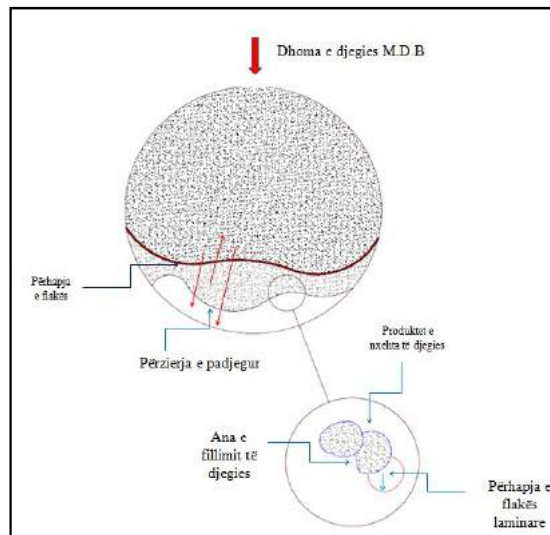


Figura 1.3: Përhapja e flakës dhe struktura (a) flaka e djegësit Bunsen (b) motorët me ndezje të detyruar.

Djegia e hidrokarbureve që zhvillohet brenda dhomës së djegies në motorët me djegie të brendshme, nuk realizohet me fluks të vazhduar. Djegia ndodh për shkak të një shkëndije (cikli Otto) e cila përhapet në dhomën e djegies ashtu siç shpjegohet në Figurën 1.3 (b).

Pavarësisht se të dyja rastet kanë forma të ndryshme, ato paraqesin karakteristika fiziko-kimike të përhapjes së flakës të njëjta me strukturën e përhapjes së flakës së stabilizuar, megjithatë gjeometria dhe lëvizja e fluidit varion nga rasti në rast. Zakonisht në praktikë, lënda djegëse dhe ajri futen të ndara në dhomën e djegies (cikli Diesel) dhe ato përzihen para se të fillojë reaksioni. Kimia e djegies në rastin në fjalë, e ashtuquajtur si “flaka difuzive”, nuk mund të përshkruhet me një raport të vetëm ekuivalent, Figura 1.4, në këtë reaksion, në dhomën e djegies janë prezent gazet e djegies me përbërje nga më të ndryshmet, lënda djegëse dhe ajri i pastër. Kjo flakë ka një formë si në Figurën 1.4 dhe ka një bërthamë në qendër, e cila përbëhet nga gaze të pastër të lëndës djegëse.

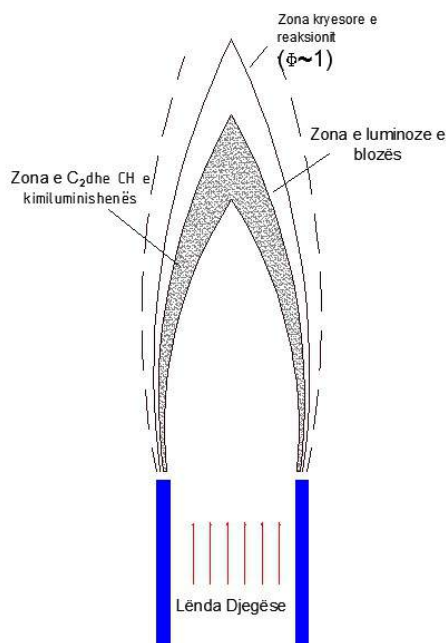


Figura 1.4: Flaka difuzive.

Bërthama është e mbështjellë nga një zonë në të cilën ajri përhapet nga brenda dhe lënda djegëse nga jashtë. Zonat e ndryshme luminishente korrespondojnë me zonën në të cilën e ashtuquajtura kimi-lumineshenca apo reaksionet kimike krijojnë pjesëza karbonike të vogla (blozë), të cilat emetojnë rrezatim termik.

Forma e flakës difuzive është e njëjtë si në rastin e flakës të stabilizuar me parapërzierje.

Gjatësia e flakës, rritet me rritjen e shpejtësisë së lëndës djegëse, kështu që për shkak të prezencës së turbulencës për shpejtësi të mëdha dhe të qëndrueshme forma e flakës rezulton jo uniforme. Luhatjet e shpejtësisë së turbulencës rrisin raportin e kontaktit të ajrit me lëndën djegëse, prandaj lartësia e flakës zvogëlohet me rritjen e mëtejshme të shpejtësisë, ashtu siç ilustruhet në Figurën 1.5.

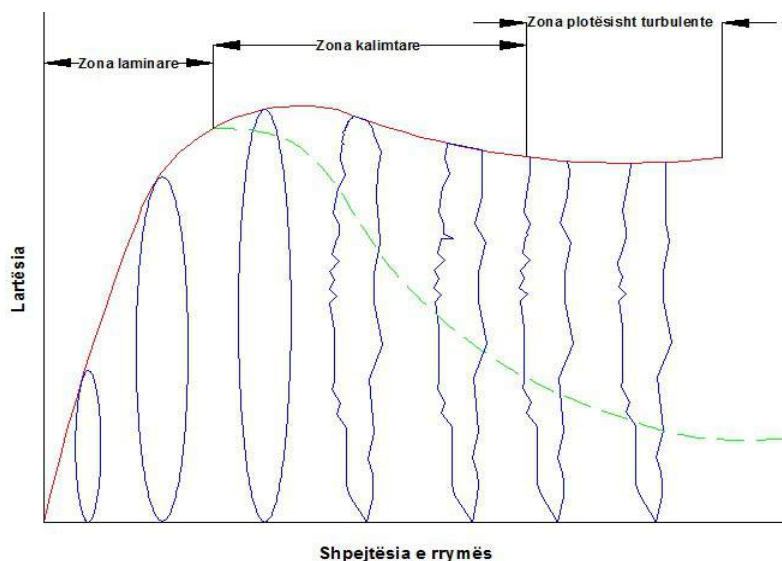


Figura 1.5: Variacioni i gjatësisë së flakës difuzive në funksion të shpejtësisë së lëndës djegëse.

Siç shihet edhe nga grafiku i figurës 1.5 gjatësia e flakës i afrohet një vlere asimptotike.

Të dyja këto tipe të flakës, ajo me parapërzierje si dhe ajo difuzive mund të ndahen në dy nën-grupe, flakë laminare dhe flakë turbulente.

Shkëmbimi i nxehtësisë dhe masës në flakën laminare ndodh për shkak të përcjellshmërisë molekulare dhe difuzionit.

Në shumë sisteme ekzistenca e rrjedhjes laminare apo asaj turbulente përcaktohet nga vlera e numrit të Reynolds-it $Re \equiv \frac{\rho \theta L}{\mu}$, i cili është një numër pa përmasa, ku ρ është densiteti, θ është shpejtësia, L është gjatësia e rrjedhës si dhe μ viskoziteti dinamik i fluidit.

Ky numër duhet të jetë më i vogël se 2200 për të kapur zonën e rrjedhjes laminare [20].

Por në praktikë shumica e rrjedhjes së flakës është turbulente. Në flakën turbulente difuzioni molekular luan një rol shumë të rëndësishëm, megjithëse zë një peshë të vogël në sistemet praktike të rrjedhjes. Kështu përpara se të studiojmë flakën turbulente ne në fillim duhet të njohim mirë strukturën e flakës laminare. Raporti i përhapjes së flakës dhe konsumit të lëndës djegëse përcakton saktë nëse djegia do të bëhet e plotë dhe se sa gjatë do të qëndrojnë produktet e djegies në kushtet e temperaturave të larta.

Stabiliteti i flakës, është gjithashtu çështje e rëndësishme pasi në çastin e fikjes dhe rindezjes mund të krijohen disa produkte të ndërmjetme të djegies.

1.6.1 Flaka laminare me parapërzierje

Flaka laminare me parapërzierje është tipi më i thjeshtë i flakës i djegies së hidrokarbureve. Shpejtësia e përhapjes ose shpejtësia laminare e flakës është shumë e rëndësishme pasi tregon sesa shpejt digjet një përzierje lëndë djegëse-ajër.

Nga ana praktike kjo djegie krijohet duke e fryrë lëndën djegëse nëpërmjet një materiali poroz përballë një kandeleshtu siç jepet në Figurën 1.6. Në këtë kanellë lënda djegëse përhapet me shpejtësi.

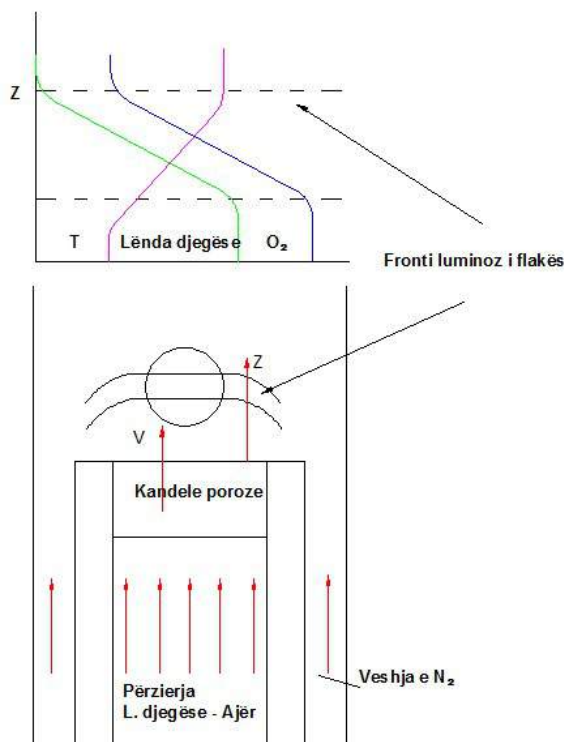


Figura 1.6: Kandelesht me flakë të sheshtë

Në këtë rast që flaka të jetë e qëndrueshme ajo duhet të përhapet me një shpejtësi të barabartë të kundërt në drejtim të rrjedhës lëndë djegëse-ajër.

Shpejtësia laminare e flakës S_L është shpejtësia, në të cilën kryhet përhapja e flakës drejt përzierjes së ftohtë lëndë djegëse-ajër pra $S_L = v$.

Përhapja e flakës laminare është trajtuar herët nga studimet e Mallard dhe Le Chatellier në vitin 1885.

Sipas Mallard dhe Le Chatellier u arrit përfundimi se nxehtësia e transmetuar në drejtim të flakës për përhapjen e qëndrueshme është e barabartë me atë që kërkohet për të nxehur gazet e padjegur me temperaturë fillestare T_0 në temperaturën e ndezjes T_i .

Kështu që flaka është e ndarë në dy zona si në Figurën 1.7 [21].

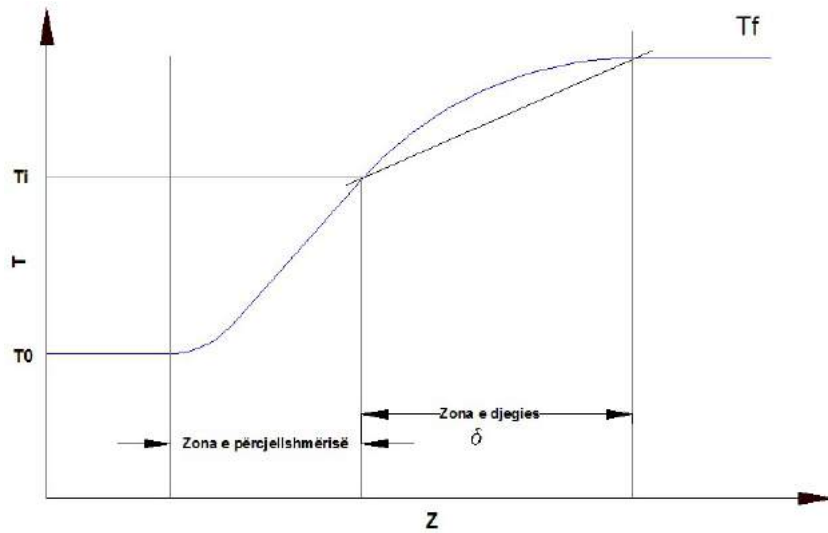


Figura 1.7: Dy zonat e flakës me parapërzierje [21]

Rritja e entalpisë së përzierjes në zonën e parangrohjes është $fc_p(T_i - T_0)$ ku f është fluksi i masës në drejtim të flakës. Kjo entalpi fitohet me përcjellshmëri nga zona e reaksionit. Pra:

$$fc_p(T_i - T_0) = k \frac{dT}{dz} \quad (1.25)$$

Ku k është përcjellshmëria termike e gazit. Fluksi i masës është i lidhur direkt me shpejtësinë S_L , me të cilën përhapet flaka laminare në përzierjen e ftohtë lëndë djegëse - ajër, $f = \rho_0 S_L$

Duke përafshuar profilin e temperaturës me një hap konstant: $\frac{dT}{dz} = \frac{(T_f - T_i)}{\delta}$

ku δ është trashësia e flakës dhe T_f është temperatura adiabatike e flakës, atëherë shpejtësia adiabatike e flakës llogaritet nga ekuacioni (1.26):

$$S_L = \frac{k}{\rho_0 c_p} \frac{T_f - T_i}{T_i - T_0} \frac{1}{\delta} \quad (1.26)$$

Duke përcaktuar karakteristikën e kohës së reaksionit:

$$\tau_c = \frac{[lënda djegëse]_0}{r_f} \quad (1.27)$$

ku r_f është shkalla e oksidimit, atëherë trashësia e flakës bëhet:

$$\delta = \tau_c S_L = \frac{S_L [lënda djegëse]_0}{r_f} \quad (1.28)$$

Duke zëvendësuar në ekuacionin (1.26) marrim:

$$S_L = \left[\frac{k}{\rho_0 c_p} \frac{T_f - T_i}{T_i - T_0} \frac{r_f}{[lënda djegëse]} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (1.29)$$

Është e dukshme se nga (1.21) dhe (1.29) dhe nga ekuacioni i gjendjes së gazit së $S_L \approx p^{(a+b-2/2)}$ prej nga ku në përgjithësi fuqia $(a+b)$ e reaksioneve për shumicën e hidrokarbureve është 2, shpejtësia e flakës duket se është shumë pak e varur nga presioni.

Shkalla e reaksionit është funksion jolinear i temperaturës për shkak të termit eksponencial.

1.6.2 Flaka turbulente me përzierje

Industria e automobilave, është sistemi më i madh praktik në të cilën lënda djegëse dhe ajri përzihen para se të digjen. Në motorët e automobilave, djegia zhvillohet në një vëllim të mbyllur.

Lëvizja e fluidit në cilindër është kaotike për shkak të turbulencës së gjeneruar nga lëvizja me shpejtësi të lartë të rrjedhës nëpërmjet valvolës së thithjes dhe nga pistoni i cili e ngjesh gazin (përzierjen).

Figura 1.8 është një skemë e thjeshtë e mënyrës se si fluktuacionet e shpejtësisë turbulente influencojnë në përhapjen e flakës me parapërzierje. Këtu konsiderohet se flaka nga pjesa e përparme në fillimin e përhapjes ka një formë të sheshtë. Nëse flaka do të përhapej me shpejtësi laminare, ajo do të përshkruante distancën $S_L \delta t$ në një kohë δt .

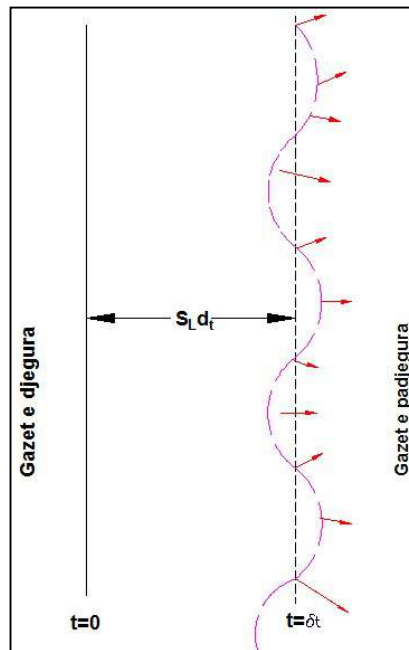


Figura 1.8: Rritja e shpejtësisë së flakës nëpërmjet lëvizjes turbulente.

Por kjo lëvizje është e kufizuar të përhapet nga gazet e djegura në gazet e padjegura.

Në anën tjetër, fluktuacionet e shpejtësisë në një vlerë mesatare u' , mund të ndryshojnë drejtimin e frontit të flakës midis gazeve të djegur dhe atyre të padjegur, në zonën afër fillimit të shfaqjes së frontit të flakës.

Nëse nuk do të merrnim në konsideratë difuzionin molekular, atëherë nuk do të kishim përzierje ndërmjet molekulave të gazeve të djegura dhe atyre të padjegur, pra nuk do të kishim rritje të sasisë së molekulave të gazeve të djegura, pra nuk ndodhte procesi i djegies kimike. Shkalla e përhapjes me difuzion të flakës nga gazet e djegura në ato të padjegura varen nga raporti ndërmjet difuzionit molekular dhe kinetikës së reaksionit të djegies. Pra përhapja e flakës nga fronti i devijuar në drejtim të gazeve të padjegura karakterizohet nga shpejtësia e flakës laminare dhe nga pozicioni i frontit të flakës pas një kohe të shkurtër, pra është veprim i këtyre dy efekteve.

Pra një tregues kohor që karakterizon djegien e një gazi në zona ku futen gazet e padjegura është:

$$\tau_b = \frac{\lambda_c}{S_L} \quad (1.30)$$

Kjo kohë ndryshon nga ajo e shpërhapjes dhe e përqendrimit të fluktuacioneve në rrymat që nuk futen në reaksion: $\tau_d = \frac{\lambda^2}{6\nu}$

Janë vërejtur fraksione të vogla të strukturës së rrjedhjes turbulente, të cilat japin arsyetime të rëndësishme për përhapjen e flakës [22], si dhe bazat e modelit sasior të djegies dhe shpërhapjen e flakës [23]

Në rrjedhjen turbulente të fluideve, lëvizja ndodh në tuba të vegjël të ashtuquajtura tubat vortex me gjatësi të rendit mikro η Kolgomorov. Tubat vortex luajnë një rol shumë të rëndësishëm në përhapjen e flakës [24-25].

Modeli për flakën me parapërzierje turbulente ilustruhet në Figurën 1.9. Përhapja kryhet me një shpejtësi të tillë që është sa shuma e fluktuacioneve të shpejtësisë turbulente lokale me atë të shpejtësisë laminare të flakës pra:

$$u' + S_L \quad (1.31)$$

Raporti në të cilën masa e gjendur (thithur) në pjesën e përparme mund të shprehet si më poshtë:

$$\frac{dm_e}{dt} = \rho_u A_e (u' + S_L) \quad (1.31)$$

ku m_e është masa e gjendur (thithur) në frontin e flakës, ρ_u është densiteti i gazeve të padjegur dhe A_e është sipërfaqja e frontit të flakës.

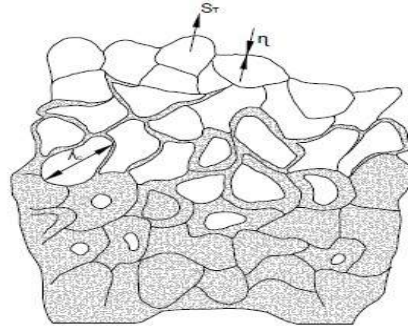


Figura 1.9: Flaka turbulente me parapërzierje.

Masa e padjegur pas flakës është $(m_e - m_b)$ atëherë shkalla e përzierjes së djegur mund të vlerësohet afërsisht:

$$\frac{dm_b}{dt} = \frac{m_e - m_b}{\tau_b} \quad (1.32)$$

Në çastin e djegies së menjëhershme $\tau_b \rightarrow 0$ të gazeve të djegur ($m_e = m_b$), shprehet nëpërmjet modelit të Damkohler për flakën turbulente ku $S_T = S_L + u'$, e cila supozon se gjithë gazet pas flakës të digjen [26].

Në ndryshim nga flaka laminare, fronti i flakës turbulente është më i trashë (dendur) dhe përmban një sasi të madhe të gazeve të padjegur.

Kjo trashësi vlerësohet:

$$l_F \approx u' + \tau_b \approx \frac{u' \lambda_c}{S_L} \quad (1.33)$$

Duke kryer disa zëvendësime të tjera marrim

$$l_F \approx \left(\frac{60}{A}\right)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{u' L}{v}\right)^{\frac{1}{2}} \frac{D}{S_L} \quad (1.34)$$

Pra trashësia e flakës rritet ngadalë më u' dhe rritet shumë shpejt me zvogëlimin e S_L

Nëse distanca totale e përhapjes së flakës është w (e cila mund të jetë më e madhe se sa shkalla e gjatësisë së turbulencës), atëherë koha e kërkuar e nevojshme për përhapjen e flakës del:

$$\tau_s \approx \frac{w}{u' + S_L} \quad (1.35)$$

Kështu që koha e djegies për një mikro grimcë τ_b është shumë më e vogël se sa τ_s kështu që mund të shkruajmë:

$$\frac{\tau_b}{\tau_s} = \frac{\lambda_c}{w} \left(1 + \frac{w}{S_L} \right) \ll 1$$

dhe është akoma më e vogël se sa koha e qëndrimit në dhomën e djegies τ_R , $\frac{\tau_b}{\tau_R} = \frac{\lambda_c}{S_L \tau_R} \ll 1$ këtu ekziston mundësia se pjesë të caktuara të përzierjes djegëse dalin nga dhoma e djegies pa hyrë në reaksion. Përderisa shpejtësia laminare e përhapjes bie dukshëm në të dyja anët si në atë të përzierjes së pasur edhe në atë të përzierjes së varfër, inefficenca e djegies që rezulton nga koha tepër e vogël e nevojshme për djegien në dhomën e djegies, diapazoni i raportit ekuivalent për djegien me parapërzierje ndodh në një zonë të ngushtë.

Kështu që në motorët me djegie të brendshme përgjithësisht ky diapazon kap vlerat e raportit ekuivalent $0.8 < \Phi < 1.2$.

1.6.3 Flaka difuzive laminare

Kur lënda djegëse dhe ajri futen të ndara në dhomën e djegies, ato duhet të përzihen në nivel molekular përpara se të filloj reaksioni. Kohëzgjatja në të cilën përzierja ka kaluar përpara se reaksioni të fillojë, influencon në vetvete në kohën e reaksionit të djegies. Kjo përzierje mund të kryhet vetëm për shkak të difuzionit molekular, si në rastin e flakës së kandilit ose mund të përmirësohet nëpërmjet turbulencës. Flaka difuzive laminare është ilustruar në figurën 1.4. Lënda djegëse dhe ajri hyjnë me rryma të ndara, përhapen së bashku dhe bashkëveprojnë së bashku në një zonë të ngushtë. Nëse një vlerë e vetme e raportit ekuivalent mund të përdoret për të karakterizuar flakën me parapërzierje, në flakën difuzive ky raport varion nga zero për ajrin e pastër deri në infinit për lëndën djegëse të pastër. Djegia në një rrymë të kufizuar, mund të karakterizohet nga një raport ekuivalent i përgjithshëm i bazuar në raportin lëndë djegëse - ajër, por kjo vlerë mund të ndryshojë në mënyrë drastike nga vlera në zonën e flakës. Një flakë hidrokarbure difuzive duhet të ketë dy zona:

- 1) Zona primare e reaksionit, e cila në përgjithësi ka ngjyrë blu
- 2) Zona luminoze e verdhë

Shumica e reaksioneve kimike ndodhin në zonën primare të reaksionit, ku emisionet karakteristike blu vijnë si rezultat i prodhimit të molekulave të eksituara elektronike, të cilat emetojnë të ashtuquajturat “kimi lumineshencat” pjesëzat e vogla kanë përbërje karbonike të njohura ndryshe edhe si bloza që formohen nga djegia e përzierjeve të pasura hidrokarburet (raporti C/O i rendit 1). Bloza në përgjithësi digjet duke përshkruar zonën primare të reaksionit por edhe mund të dalin të padjegura nëse flaka është e trazuar.

1.6.4 Flaka difuzive turbulente

Mikro strukturat e fushave turbulente të rrjedhës në flakën me parapërzierje dhe atë difuzive janë të njëjta. Në rrjedhjen turbulente vërehet prezenca e një shkalle të lartë e vorbullave. shiko Figurën 1.11 [29].

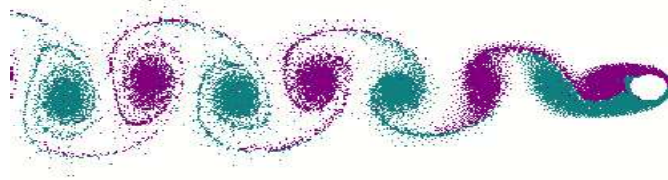


Figura 1.11: Struktura koherente në rrjedhjen turbulente [29]

Fronti i flakës ka një formë të çrregullt dhe relativisht të hollë për shkak të lëvizjes turbulente, ashtu si në rastin e flakës laminare difuzive. Djegia ndodh në vijën e takimit midis rrymës së ajrit dhe lëndës djegëse.

1.6.5 Përzierja turbulente

Ne dimë që një përzierje e mirë e lëndës djegëse me ajrin krijon kushte të mira për arritjen e një efikasiteti të lartë të djegies e cila të jep një nivel të ulët të emisionit të produkteve të oksiduara pjesërisht si p.sh CO. Pra, si rrjedhojë të gjithë djegësit duhet të realizohen që të operojnë me një nivel turbulente të nevojshme për të arritur një përzierje të mirë [30]. Koha e përzierjes lidhet me nivelin e turbulencës nëpërmjet ekuacionit të mëposhtëm:

$$\frac{d \langle c^2 \rangle}{dt} = - \frac{\langle c^2 \rangle}{\tau_d(t)} \quad (1.36)$$

Atëherë karakteristika e kohës për përzierjen turbulente është funksion i shkallës së korrelacionit për përbërjen e fluktuacioneve λ_c

$$\tau_d = \frac{\lambda_c}{12D} \quad (1.37)$$

Shkalla e përqendrimit të mikro grimcave mund të ndryshojë në lidhje me kohën për shkak të ndryshimeve të shkallës së shpërhapjes ϵ .

$$\langle c^2(t) \rangle = \langle c^2(0) \rangle \exp \left[- \int_0^t \frac{dt'}{\tau_d(t')} \right] \quad (1.38)$$

Këtu paraqitet një problem për arritjen efikasiteti të përzierjes: koha rritet vetëm me rritjen e energjisë së turbulencës në fuqi të $\frac{1}{3}$.

$$\tau_d = \frac{\lambda_c}{12D} \approx \frac{\lambda^2}{6v} = A' \left(\frac{\varepsilon}{L^2} \right)^{-\frac{1}{3}} \quad (1.39)$$

Për të mbajtur një nivel turbulence të qëndrueshme në një djegës, energjia kinetike e turbulencës duhet të ketë një vlerë në një nivel të barabartë me shkallën e shpërhapjes.

Pra siç shihet nga formula A' është konstante e papërcaktuar dhe tregon shkallën e lidhjes.

Kjo energji kinetike është kontribut i të gjitha rrymave që hyjnë në sistem dhe shprehet nëpërmjet formulës:

$$E_k = \sum_i (\rho_i u_i A_i) \frac{u_i^2}{2} \quad (1.40)$$

1.7 Djegia e lëndëve djegëse të lëngëta

Lëndët djegëse të lëngëta në përgjithësi para se të digjen grimcohen në pika materiale shumë të vogla. Lëndët djegëse volatile si kerozenet, avullojnë përpara se ato të digjen. Lëndët djegëse të rënda avullojnë pjesërisht, duke lënë mbrapa lëndë solide karbonike apo mbetje të lëngëta, të cilat i nënshtrohen oksidimit sipërfaqësor. Natyra e procesit të djegies dhe ndotësve varen fuqimisht nga sjellja e fazës së kondensimit të lëndës djegëse gjatë procesit të djegies. Djegia e një lënde djegëse të lëngët është e lidhur me madhësinë dhe avullueshmërinë e saj. Prandaj, në përgjithësi lënda djegëse kërkon një kohë të caktuar për tu avulluar, kështu që jo e gjithë lënda djegëse është e gatshme për të hyrë në reaksion që në momentin fillestar. Me qëllim që lënda djegëse të avullojë, temperatura e grimcës pikësore duhet në fillim të rritet nga temperatura fillestare T_i deri në temperaturën e avullimit të saj T_s . Sasia e nxehtësisë latente e avullimit shënohet me $\bar{L}$, atëherë sasia e energjisë së nevojshme për të avulluar njësinë e masës së lëndës djegëse rezulton:

$$\bar{q} = \bar{c}_{pf}(T_s - T_i) + \bar{L}$$

ku $\bar{c}_{pf}$ është nxehtësia specifike e lëndës djegëse të lëngët.

Për një grimcë materiale me rreze “ a ” që lëviz me shpejtësi të vogël në krahasim me gazin

$\left(R_e = 2\rho u a / \mu \right) < 1$, sasia e nxehtësisë me konveksion që i transmetohet grimcës materiale

rezulton $Q = 4\pi a^2 k \left(\frac{dT}{dr} \right)_s$ ku k është koeficienti i transmetimit të nxehtësisë së gazit.

Nga bilanci i energjisë në sipërfaqen e grimcës materiale që avullon mund të shkruajmë:

$$\bar{L} \bar{R}_v = 4\pi a^2 k \left(\frac{dT}{dr} \right)_s \quad (1.41)$$

Ku $\bar{R}_v$ paraqet raportin e humbjeve të masës për shkak të avullimit të grimcave të lëndës. Avulli zhvendoset nga sipërfaqja nëpërmjet konveksionit dhe difuzionit.

Për avullin që lë sipërfaqen ne mund të shkruajmë:

$$\bar{R}_v = 4\pi a^2 \rho u_s x_{vs} - 4\pi a^2 \rho D \left(\frac{dx_v}{dr} \right)_s \quad (1.42)$$

ku x_{vs} është masa e avullit në sipërfaqen e grimcës pikësore, duke shënuar $4\pi a^2 \rho u_s = \bar{R}_v$ kemi:

$$\bar{R}_v (1 - x_{vs}) = -4\pi a^2 \rho D \left(\frac{dx_v}{dr} \right)_s \quad (1.43)$$

Për rastin e avullimit të pastër termi bazë $\bar{R}_v$ i reaksionit mund të neglizhohet. Në këtë rast ekuacioni i energjisë mund të shkruhet në formë të shkurtuar:

$$\frac{1}{r^2} \frac{d}{dr} (\rho u r^2) = 0 \quad (1.44)$$

$$\rho u \bar{c}_p \frac{dT}{dr} = \frac{1}{r^2} \frac{d}{dr} \left(r^2 k \frac{dT}{dr} \right) \quad (1.45)$$

Ku ρD dhe k shprehin parametrat e lëvizjes që janë funksion i temperaturës.

$$\rho u \frac{dx_v}{dr} = \frac{1}{r^2} \frac{d}{dr} \left(r^2 \rho D \frac{dx_v}{dr} \right) = 0 \quad (1.46)$$

Nga ekuacioni 1.47 vihet re se shpejtësia në çdo pozicion radial mund të lidhet me atë të grimcës pikësore.

$$4\pi \rho u r^2 = 4\pi \rho u_s a^2 = \bar{R}_v \quad (1.47)$$

Duke bërë zëvendësimet në ekuacionet e bilancit të energjisë dhe masës marrim:

$$\bar{R}_v \bar{c}_p \frac{dT}{dr} = 4\pi \frac{d}{dr} \left(r^2 k \frac{dT}{dr} \right) \quad (1.48)$$

$$\bar{R}_v \frac{dx_v}{dr} = 4\pi \frac{d}{dr} \left(r^2 \rho D \frac{dx_v}{dr} \right) \quad (1.49)$$

Duke integruar marrim:

$$\bar{R}_v \bar{c}_p (T + C_1) = 4\pi r^2 k \frac{dT}{dr}$$

$$\bar{R}_v (x_v + C_2) = 4\pi r^2 \rho D \frac{dx_v}{dr}$$

Duke ju referuar kushteve kufitare në sipërfaqe të grimcës pikësore ku ($r = a$) marrim:

$$C_1 = \frac{4\pi a^2 k \left(\frac{dT}{dr}\right)_s}{\bar{R}_v \bar{c}_p} - T_s = \frac{\bar{L}}{\bar{c}_p} - T_s$$

$$C_2 = \frac{4\pi a^2 \rho D \left(\frac{dx_v}{dr}\right)_s}{\bar{R}_v} - x_{vs} = -(1 - x_{vs}) - x_{vs} = -1$$

Atëherë kemi:

$$\bar{R}_v \bar{c}_p = \left(T - T_s + \frac{\bar{L}}{\bar{c}_p}\right) = 4\pi r^2 k \frac{dT}{dr}$$

$$\bar{R}_v (x_v - 1) = 4\pi r^2 \rho D \frac{dx_v}{dr}$$

Duke integruar përsëri, duke pranuar se **k dhe ρD** janë të pavarura nga temperatura dhe duke nxjerrë konstantet në termat për $r \rightarrow \infty$ gjejmë:

$$-\frac{\bar{R}_v \bar{c}_p}{4\pi r k} = \ln \frac{T - T_s + \frac{\bar{L}}{\bar{c}_p}}{T_\infty - T_s + \frac{\bar{L}}{\bar{c}_p}}$$

$$-\frac{\bar{R}_v}{4\pi r \rho D} = \ln \frac{x_v - 1}{x_{v\infty} - 1}$$

Nga të cilat marrim dy shprehje për shkallën e avullimit në termat e vlerave në sipërfaqen e grimcës pikësore:

$$\bar{R}_v = 4\pi a \left(\frac{k}{\bar{c}_p}\right) \ln \left[1 + \frac{\bar{c}_p (T_\infty - T_s)}{\bar{L}}\right] \quad (1.50)$$

$$\bar{R}_v = 4\pi a \rho D \ln \left[1 + \frac{x_{v\infty} - x_{vs}}{x_{vs} - 1}\right] \quad (1.51)$$

Për të gjetur **T_s dhe x_{vs}** barazojmë ekuacionet më lart.

$$\left(\frac{k}{\bar{c}_p}\right) \ln \left[1 + \frac{\bar{c}_p (T_\infty - T_s)}{\bar{L}}\right] = \rho D \ln \left[1 + \frac{x_{v\infty} - x_{vs}}{x_{vs} - 1}\right] \quad (1.52)$$

Lidhja ndërmjet temperaturës dhe presionit të avullimit lidhet me ekuacionin e Clapeyron-it:

$$p_v(T) = \left[p_v(T_1) \exp\left(\frac{L}{RT_1}\right)\right] \exp\left(\frac{-L}{RT}\right) \quad (1.53)$$

Raporti i masës së avullit gjendet:

$$x_{vs} = \frac{\rho_{vs}}{\rho} = \frac{c_{vs}}{c} \frac{M_v}{M} = \frac{p_{vs}}{p} \frac{M_v}{M} \quad (1.54)$$

Meqë njihet temperatura e sipërfaqes, atëherë mund të llogaritet koha e kërkuar për të avulluar grimcën materiale që përcakton numrin e transferimit B_T sipas ekuacionit 1.54:

$$B_T = \frac{\bar{c}_p (T_\infty - T_s)}{\bar{L}} \quad (1.54)$$

Ndryshimi i masës së grimcës elementare në raport me kohën jepet:

$$\frac{dm}{dt} = -4\pi a \left(\frac{k}{\bar{c}_p} \right) \ln \left[1 + \frac{\bar{c}_p (T_\infty - T_s)}{\bar{L}} \right] = 4\pi a \left(\frac{k}{\bar{c}_p} \right) \ln[1 + B_T] \quad (1.55)$$

Masa e grimcës është $m = \left(\frac{4\pi}{3} \right) \rho_d a^3$, nga këtu mund të integrojmë dhe të gjejmë rrezen e pikës elementare në funksion të kohës:

$$a^2 - a_0^2 = 2 \left(\frac{k}{\bar{c}_p} \right) \ln[1 + B_T]_t \quad (1.56)$$

ku a_0 është rrezja fillestare.

Koha e nevojshme për të avulluar të gjithë masën e grimcës elementare gjendet kur $a = 0$,

$$\tau_e = \frac{a_0^2 \bar{c}_p}{2k \ln[1 + B_T]} \quad (1.57)$$

Jetëgjatësia e grimcës pikësore është një parametër shumë i rëndësishëm në djegien me spërkatje. Nëse τ_e i afrohet kohës së qëndrimit në dhomën e djegies " τ_R ", lënda djegëse e lëngët mund të dalë e padjegur nga dhoma e djegies, apo avujt e krijuar me vonesë mund të mos kenë kohë të përzihen me gazet e varfëruar (lëndë djegëse+ajër) dhe të digjen tërësisht.

Pra, si përfundim mund të themi se, një kohë qëndrimi e gjatë e grimcës materiale rezulton në një efikasitet të ulët të djegies dhe për rrjedhojë emisionet e gazeve janë të larta.

Si rezultat i avullimit të grimcës pikësore në temperatura të larta, gazet e padjegura mirë, avujt e lëndës djegëse, mund të digjen në një flakë të hollë difuzive duke e rrethuar grimcën ashtu siç ilustron Figura 1.12. Përafrimi i mësipërm mund të aplikohet për të përcaktuar shkallën e djegies së grimcës pikësore duke marrë në konsideratë raportin e oksigjenit të përhapur (apo oksidantëve të tjerë) në drejtim të grimcës materiale dhe të energjisë të çliruar nga reaksionet e djegies. Në këtë analizë ka rëndësi që të pranohet një flakë e hollë me supozimin se avujt e lëndës djegëse që përhapen nga grimca materiale konsumohen nga oksigjeni, cili përhapet në frontin e flakës. Nxehtësia e çliruar për shkak të djegies, kryesisht rrit temperaturën e gazit në këtë sipërfaqe duke rritur shkallën e shkëmbimit të nxehtësisë me

sipërfaqen e grimcës pikësore, avullimi intensifikohet. Shkalla e shkëmbimit të energjisë, avujve të lëndës djegëse dhe oksigjenit mund të arrijnë në balancë në frontin e flakës

Ekuacionet e gjendjes së ekuilibrit mund të shkruhen:

$$\bar{R}_v \bar{c}_p \frac{dT}{dr} = \frac{d}{dr} \left(4\pi r^2 k \frac{dT}{dr} \right) + 4\pi r^2 q \quad (1.58)$$

$$\bar{R}_v \frac{dx_v}{dr} = \frac{d}{dr} \left(4\pi r^2 \rho D_v \frac{dx_v}{dr} \right) + 4\pi r^2 r_v \quad (1.59)$$

$$\bar{R}_v \frac{dx_0}{dr} = \frac{d}{dr} \left(4\pi r^2 \rho D_0 \frac{dx_0}{dr} \right) + 4\pi r^2 r_0 \quad (1.60)$$

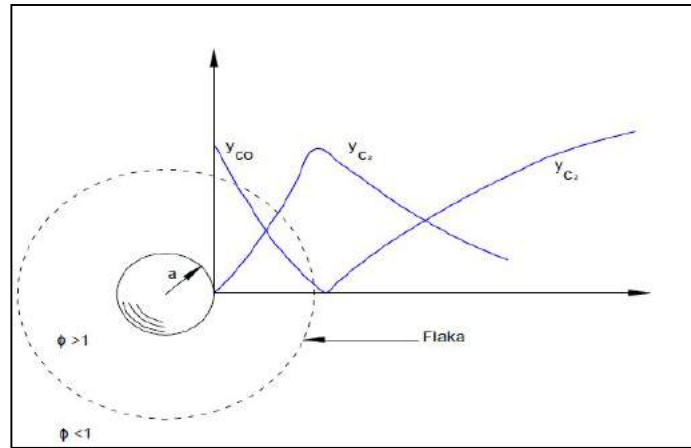


Figura 1.12: Avullimi i grimcës së lëndës djegëse dhe flaka difuzive shoqëruese.

ku r_v dhe r_0 përcakton raportin e konsumit të avullit të lëndës djegëse me oksidantin e fazës së gaztë të reaksionit dhe q është sasia e nxehtësisë së çliruar nga reaksioni i djegies.

Për kushtet kufitare $r = a$ kemi:

$$\begin{aligned} 4\pi a^2 k \left(\frac{dT}{dr} \right)_s &= \bar{R}_v \bar{L} \\ 4\pi a^2 \rho D_v \left(\frac{dx_v}{dr} \right)_s &= -\bar{R}_v (1 - x_{vs}) \\ 4\pi a^2 \rho D_0 \left(\frac{dx_0}{dr} \right)_s &= 0, \quad x_{0s} = 0 \end{aligned} \quad (1.61)$$

Nga raporti stekiometrik i djegies mund të shkruajmë:

$$r_v = v r_0 \quad (1.62)$$

ku v është koeficienti i masës stekiometrike për djegien e plotë. Sasia e nxehtësisë së çliruar nga reaksioni i djegies jepet:

$$q = -\Delta \bar{h}_{cL} r_v = -v \Delta \bar{h}_{cL} r_0 \quad (1.63)$$

Nëse $D_0 = D_v = \frac{k}{\rho \bar{c}_p}$ dhe duke kombinuar ekuacionin (1.58) me (1.60) eliminojmë termat e raportit të reaksionit:

$$\bar{R}_v \frac{d}{dr} (x_v - v x_0) = \frac{d}{dr} \left(4\pi r^2 \rho D \frac{d}{dr} (x_v - v x_0) \right) \quad (1.65)$$

$$\bar{R}_v \frac{d}{dr} (\bar{c}_p T + \Delta \bar{h}_{cL} x_v) = \frac{d}{dr} \left(4\pi r^2 \rho D \frac{d}{dr} (\bar{c}_p T + \Delta \bar{h}_{cL} x_v) \right) \quad (1.64)$$

$$\bar{R}_v \frac{d}{dr} (\bar{c}_p T + v \Delta \bar{h}_{cL} x_0) = \frac{d}{dr} \left(4\pi r^2 \rho D \frac{d}{dr} (\bar{c}_p T + v \Delta \bar{h}_{cL} x_0) \right) \quad (1.66)$$

Duke integruar dy herë dhe duke vendosur kushtet kufitare marrim:

$$\frac{\bar{R}_v}{4\pi r \rho D} = \ln \left(\frac{1 + v x_{0,\infty}}{1 - x_v + v x_0} \right) \quad (1.68)$$

$$\frac{\bar{R}_v}{4\pi r \rho D} = \ln \left[\frac{\bar{c}_p (T_\infty - T_s) - \Delta \bar{h}_{cL} + \bar{L}}{\bar{c}_p (T - T_s) - \Delta \bar{h}_{cL} (1 - x_v) + \bar{L}} \right] \quad (1.67)$$

$$\frac{\bar{R}_v}{4\pi r \rho D} = \ln \left[\frac{\bar{c}_p (T_\infty - T_s) + v \Delta \bar{h}_{cL} x_{0,\infty} + \bar{L}}{\bar{c}_p (T - T_s) + v \Delta \bar{h}_{cL} x_0 + \bar{L}} \right] \quad (1.69)$$

Së fundi, shkalla e avullimit mund të vlerësohet nga ekuacionet (1.67) deri (1.69) në sipërfaqen pikësore dhe duke përdorur ekuacionet e ekuilibrit për raportin e masës së avullimit në sipërfaqen pikësore.

$$\bar{R}_v = 4\pi r \rho D \ln \left(1 + \frac{x_{vs} + v x_{0,\infty}}{1 - x_{vs}} \right) \quad (1.70)$$

$$\bar{R}_v = 4\pi r \rho D \ln \left[1 + \frac{\bar{c}_p (T_\infty - T_s) - \Delta \bar{h}_{cL} x_{vs}}{\bar{L} - \Delta \bar{h}_{cL} (1 - x_{vs})} \right] \quad (1.71)$$

$$\bar{R}_v = 4\pi r \rho D \ln \left[1 + \frac{\bar{c}_p (T_\infty - T_s) + v \Delta \bar{h}_{cL} x_{0,\infty}}{\bar{L}} \right] \quad (1.72)$$

Duke pranuar përhapje të barabarta dhe numrin njësi Lewis $(L_e = \frac{k}{\rho \bar{c}_p D})$ atëherë kushtet sipërfaqësore për gjendjen e qëndrueshme të avullimit rezultojnë:

$$\frac{x_{vs} + v x_{0,\infty}}{1 - x_{vs}} = \frac{\bar{c}_p (T_\infty - T_s) - \Delta \bar{h}_{cL} x_{vs}}{\bar{L} - \Delta \bar{h}_{cL} (1 - x_{vs})} = \frac{\bar{c}_p (T_\infty - T_s) + v \Delta \bar{h}_{cL} x_{0,\infty}}{\bar{L}} \quad (1.73)$$

Ekuacioni 1.72 na jep një vlerësim të arsyeshëm të kohës së djegies duke qenë se termi i entalpisë sensibil është përgjithësisht i papërfillshëm (i vogël).

$$\bar{c}_p (T_\infty - T_s) \ll |\Delta \bar{h}_{cL} x_{vs}|$$

Atëherë shkalla e avullueshmërisë mund të përafrohet si më poshtë:

$$\bar{R}_v \approx 4\pi r \rho D \ln \left[1 + \frac{v \Delta \bar{h}_{CL} x_{0,\infty}}{\bar{L}} \right] \quad (1.74)$$

Duke ditur raportin e djegies, atëherë pozicioni i frontit të flakës mund të llogaritet shumë thjesht nga ekuacioni (1.68) duke vendosur kushtin që $x_v = x_0 = 0$ ne gjejmë:

$$r_{flakës} = \frac{\bar{R}_v}{4\pi r \rho D \ln(1 + x_{0,\infty})} \quad (1.75)$$

Për sasi të vogla të oksigjenit rrezja e flakës rritet me shpejtësi. Në spërkatjet e dendura të lëndës djegëse kemi konsumim të madh të oksigjenit. Atëherë rrezja flakës e tejkalon ndarjen e pikës materiale mesatare të shënuar me δ ashtu siç tregohet në figurën 1.13. Megjithëse disa reaksione ndodhin në zonën e pasur midis pikave në rastin e sprucimeve të dendura fronti i flakës e rrethon hijen e pikës material në fjalë [31]. Hija e pikës materiale shërben si burim i avujve të lëndës djegëse. Atomizimi i lëndës djegëse influencon në procesin e djegies nëpërmjet:

- 1) Kohëzgjatjes së grimcës pikësore, e cila është funksion i sipërfaqes së grimcës pikësore
- 2) Uniformitetit të shpërndarjes së grimcave pikësore në hapësirën e djegies
- 3) Gjenerimit të turbulencës për shkak të energjisë kinetike që ka lënda djegëse që sprucohet.

Përmasa e grimcës përcaktohet nga bilanci midis forcave mekanike të fluidit, të cilat tentojnë ta tërheqin lëngun drejt vetes dhe tensionet sipërfaqësore σ që tentojnë ta mbajnë të lidhur.

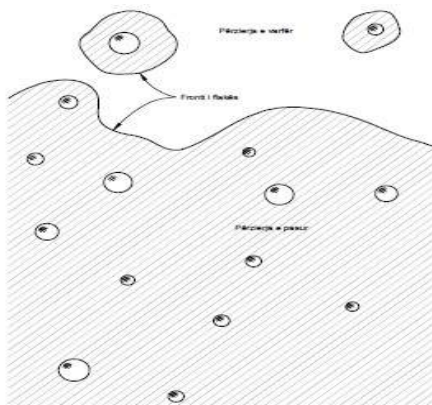


Figura 1.13: Djegia e grimcave me sprucim të imët.

Modeli klasik për stabilitetin apo qëndrueshmërinë e pikës materiale është studiuar dhe zhvilluar nga Prandtl [32]. Vlerësimi i stabilitetit të grimcave pikësore me diametër maksimal nxirret nga ekuacioni i presionit dinamik të rrjedhës dhe tensionit sipërfaqësor:

$$d_{max} = \frac{C\sigma}{\rho v^2} \quad (1.76)$$

Ku v është shpejtësia relative ndërmjet lëngut dhe gazit,

ρ - është densiteti i gazit

C - konstante e proporcionalitetit dhe është e barabartë me 15.4

Një shpejtësi relative e lartë gjeneron grimca të vogla materiale.

Lëvizja e lëngut kundrejt një gazi mund të krijohet nga sforcimi që i bëhet atij lëngu të lëvizë nëpërmjet një vrime me presion të lartë (atomizim me presion) ose duke përdorur një rrymë gazi me shpejtësi të lartë (atomizim me ndihmën e ajrit).

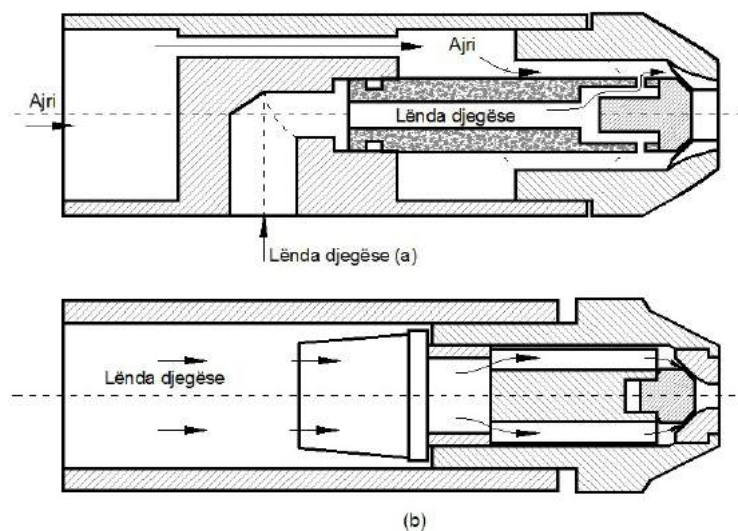


Figura 1.14: Injektor i lëndës djegëse të lëngët. a) grimcues me ajër. b) grimcues me presion [32]

Shpejtësia e fluidit gjatë kalimit në vrimëzën e atomizimit me presion jepet si më poshtë:

$$v = \left(\frac{2\Delta p C_D}{\rho_F} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (1.77)$$

ku Δp është rënia e presionit në vrimëz dhe C_D koeficient i shkarkimit që ka vlera në përgjithësi $0.6 < C_D < 1$. Atomizuesit me presion me vlerë 50 atm japin një shpejtësi rreth 100 m/s, duke dhënë grimca me madhësi më të mëdha se $40\mu\text{m}$.

Tensionet sipërfaqësore për hidrokarburet në përgjithësi kanë vlera 0.2 deri 0.8 N/m.

Në automjetet me motor me djegie të brendshme diesel, ku edhe lënda djegëse duhet të injektohet brenda një kohe shumë të shkurtër, përdoren presione më të larta duke gjeneruar grimca më të vogla se sa në rastin më sipër.

Në rastin e atomizimit ndihmën e ajrit, kryhet një grimcim dhe shpërndarje e tyre me ajër i cili ka shpejtësi më të lartë se sa shpejtësia e zërit 330 m/s duke arritur në madhësi të grimcave $4\mu\text{m}$. Me anë të sistemit të asistuar me ajër arrihen vlera të larta të energjisë kinetike, e cila më tej humbet nëpërmjet turbulencës.

Ndërsa atomizimi me presion (sprucator) nuk e ka këtë veti për shkak të vlerave të ulëta të shpejtësive dhe masës së vogël, që kalon përmes sprucatorit.

Eksperimentet e kryera nga Komiyama 1977 [33], duke përdorur sprucatorët e presionit të djegësit Pompei dhe Heywood 1972 [30], tregojnë se djegia e këtyre grimcave ka një influencë në efikasitetin e djegies.

Figura 1.15 tregon se konsumi i oksigjenit për djegien e së njëjtës lëndë djegëse kerosene të përdorur nga Pompei dhe Heywood (pikat e mbushura në grafik), është më e shpejtë se sa do të rezultonte nga përzierja e gazit të vetëm (vijat e ndërprera në grafik).

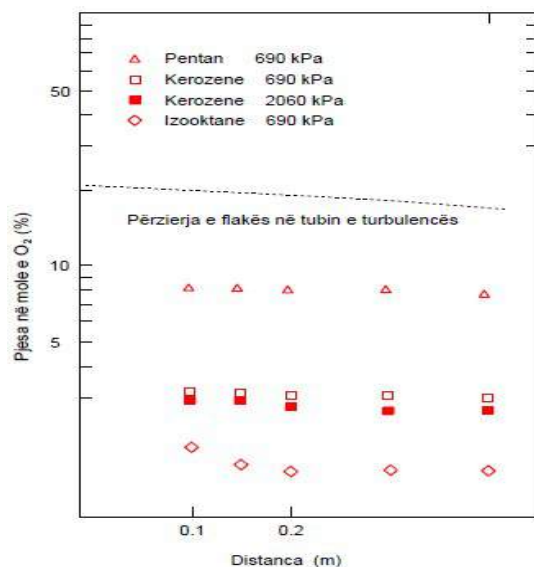


Figura 1.15: Përqendrimi i oksigjenit për katër lëndë djegëse të ndryshme [33].

Diferenca midis sjelljes të djegies të lëndëve djegëse me avullueshmëri të lartë dhe të ulët mund të dallohet nga vlera e tensionit sipërfaqësor respektiv.

Nga grafiku vihet re se grimcat veprojnë si pika burimi për avujt e lëndëve djegëse, të cilat shërbejnë për të intensifikuar përzierjen e lëndëve djegëse me ajrin. Injektimi në shpejtësi të larta mund të shpërndajë lëndën djegëse në të gjithë sasinë e gazeve të djegies.

Kur grimca hyn në djegës me shpejtësi të lartë, numrat e tyre të Reynoldsit mund të jenë aq të lartë sa transmetimi me konveksion rrit avullueshmërinë e grimcave.

Modeli i propozuar nga Ranz dhe Marshall i vitit 1952 mund të përdoret për të krijuar konveksion të detyrueshëm, i cili shprehet nëpërmjet ekuacionit 1.78 [34]:

$$\bar{R}_v = \bar{R}_{v0} \left(1 + 0.36 Re^{\frac{1}{2}} Sc^{\frac{1}{3}} \right) \quad (1.78)$$

ku $\bar{R}_{v0}$ është shkalla e përhapjes së avullit, $Re = \frac{\rho v d}{\mu}$

dhe Sc është numri i Schmidt-it i cili vlerësohet $Sc = \frac{\mu}{\rho D}$ [35]. Në praktikë lëndët djegëse janë përzierje komplekse e hidrokarboneve. Kur grimcat ngrohen, komponentët më volatile avullojnë më shpejt dhe të tjerat më ngadalë në kohë dhe me kalimin e kohës avullueshmëria vjen në ulje. Në fund ngelen grimcat e ngurta, të cilat janë shumë të vështira për të hyrë në reaksion, si rrjedhojë ato dalin si mbetje të ngurta nga sistemi i shkarkimit të gazeve. Rezistencat në shpërhapjen e grimcave mund të jetë pengesa kryesore për mos avullueshmërinë [36, 37]. Këto grimca kanë impakt negativ në ambient dhe në shëndetin e njeriut.

1.8 Krijimi i ndotësve dhe kontrolli i tyre gjatë procesit të djegies.

Në këtë pjesë do të trajtohet formimi i ndotësve në sistemet e djegies së lëndës djegëse. Objektivi kryesor është të kontrollohet niveli i ndotësve që krijohen në motorët me djegie të brendshme, gjatë procesit të djegies në mënyrë të tillë që të arrihen nivele të ulëta dhe brenda limiteve të përcaktuara nga ligjet në fuqi. Ky studim i krijimit të tyre bazohet në mekanizmin e formimit të ndotësve gjatë djegies së vazhdueshme.

1.8.1 Oksidet e azotit

Oksidet e azotit janë ndotësit kryesorë të ajrit, si burimi parësor antropogjenik i krijimit të tij është vetë procesi i djegies.

Spektori i transportit është burimi më i madh i çlirimit të oksideve të azotit duke u pasuar nga sektori i gjenerimit të energjisë elektrike dhe sobat e gatimit me gaz.

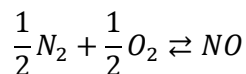
Si oksidi i azotit NO, ashtu edhe dyoksidi i azotit NO₂, prodhohen direkt gjatë procesit të djegies (dhomën e djegies) por pjesa më e madhe e NO_x emetohen në trajtën e NO. Oksidi i azotit NO transformohet në NO₂ në atmosferë ku si oksidues shërben oksigjeni i ajrit.

Kur NO_x jepen në njësi të masës, atëherë masa e NO_x llogaritet sikur e gjithë pjesa e NO është shndërruar në NO_x. Kjo sepse NO është një specie predominante e NO_x që krijohet gjatë procesit të djegies.

Oksidi i azotit formohet jo vetëm nga djegia e lëndëve djegëse por edhe nga azoti N₂ që përmban ajri. Oksidet e azotit janë produkt i djegies së hidrokarbureve në temperatura të larta.

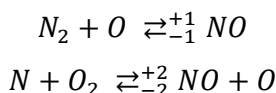
1.8.2 Formimi i oksideve të azotit nga azoti atmosferik

Krijimi i oksidit të azotit nga azoti atmosferik shprehet me anë të reaksionit të përgjithshëm të oksidimit:



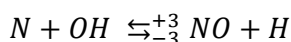
Ky reaksion është shumë endotermik ku $[\Delta h_f^0(298K) = 90.4kJ\ mol^{-1}]$, pra që do të thotë se sa më e lartë vlera e temperaturës ku zhvillohet reaksioni, aq më i lartë rezulton përqendrimi i tyre. Atomet e lira të oksigjenit të prodhuara në flakë nga procesi i shpërbashkimit apo nga radikalet që godasin O_2 dhe goditja e molekulave të N_2 bëjnë të mundur lindjen e një mekanizmi zinxhir të thjeshtë, i cili u postulua për herë të parë nga Zeldovich në vitin 1974 [38].

Ky mekanizëm kimik shkruhet si më poshtë:



Përqendrimi i O_2 në djegien e pasur është i vogël, kështu që reaksioni 2 është më pak i rëndësishëm se sa në djegien e varfër.

Reaksionet me radikale të hidroksideve përbëjnë masën më të madhe për shkatërrimin e N.



Konstantet e raporteve për të ashtuquajturin mekanizmi i zgjatur i Zeldovich [39] jepen si më poshtë:

$$k_{+1} = 1.8 \times 10^8 e^{-38,370/T} \ m^3 mol^{-1} s^{-1}$$

$$k_{-1} = 3.8 \times 10^7 e^{-425/T} \ m^3 mol^{-1} s^{-1}$$

$$k_{+2} = 1.8 \times 10^4 T e^{-4680/T} \ m^3 mol^{-1} s^{-1}$$

$$k_{-2} = 3.8 \times 10^3 T e^{-20,820/T} \ m^3 mol^{-1} s^{-1}$$

$$k_{+3} = 7.1 \times 10^7 e^{-450/T} \ m^3 mol^{-1} s^{-1}$$

$$k_{+2} = 1.7 \times 10^8 e^{-24,560/T} \ m^3 mol^{-1} s^{-1}$$

Energjia e lartë e aktivizimit të reaksionit 1, e cila ndodh për shkak të shpëputjes së lidhjes trefishe e bën këtë hap të shkallës së reaksionit, si hap kufizues të mekanizmit Zeldovich.

Për të kuptuar shkallën e formimit të NO-ve analizojmë hapat e mekanizmit 1-3, kështu që raportet e formimit të NO dhe N rezultojnë:

$$R_{NO} = k_{+1}[N_2][O] - k_{-1}[N][NO] + k_{+2}[N][O_2] - k_{-2}[NO][O] + k_{+3}[N][OH] - k_{-3}[NO][OH] \quad (1.79)$$

$$R_N = k_{+1}[N_2][O] - k_{-1}[N][NO] + k_{+2}[N][O_2] - k_{-2}[NO][O] - k_{+3}[N][OH] + k_{-3}[NO][OH] \quad (1.80)$$

Përqendrimi i O, H dhe OH janë të rëndësishme për llogaritjen e sasive të N dhe NO.

Për ekuilibrin termodinamik të reaksionit të propozuar nga Lavoie më 1970 [40] mund të shkruajmë:

$$k_{+1}[N_2]_e[O]_e = k_{-1}[N]_e[NO]_e \quad (1.81)$$

Ne mund të përcaktojmë ekuilibrin sipas një drejtimi të reaksionit:

$$R_1 = k_{+1}[N_2]_e[O]_e = k_{-1}[N]_e[NO]_e \quad (1.82)$$

$$R_2 = k_{+2}[N]_e[O_2]_e = k_{-2}[NO]_e[O]_e \quad (1.83)$$

$$R_3 = k_{+3}[N]_e[OH]_e = k_{-3}[NO]_e[OH]_e \quad (1.84)$$

Atëherë sasitë përcaktohen nga raportet: $\alpha = \frac{[NO]}{[NO]_e}$, $\beta = \frac{[N]}{[N]_e}$

Kështu që ekuacionet mund të shprehen në formë të thjeshtuar:

$$R_{NO} = R_1 - R_1\alpha\beta + R_2\beta - R_2\alpha + R_3\beta - R_3\alpha \quad (1.85)$$

$$R_N = R_1 - R_1\alpha\beta - R_2\beta + R_2\alpha - R_3\beta + R_3\alpha \quad (1.86)$$

Duke barazuar me zero anën e majtë të ekuacionit (1.86) për gjendjen e qëndrueshme të përqendrimit të azotit marrim:

$$\beta_{ss} = \frac{R_1 + R_2\alpha + R_3\alpha}{R_1\alpha + R_2 + R_3} = \frac{k + \alpha}{k\alpha + 1} \quad (1.87)$$

$$k = \frac{R_1}{R_2 + R_3} \quad (1.88)$$

Duke zëvendësuar (1.87) në ekuacionin (1.85) marrim raportin e sasisë së NO së prodhuar në funksion të α dhe të sasive të tjera të njohura:

$$R_{NO} = \frac{2R_1 + (1 - \alpha^2)}{1 + k\alpha} \quad (1.89)$$

Në përgjithësi formimi i NO_x shprehet në varësi të masës totale të sistemit:

$$R_{NO} = \rho \frac{d}{dt} \left(\frac{[NO]}{\rho} \right)$$

Për temperaturë dhe presion konstant kjo mund të shkruhet si ekuacion diferencial i α :

$$\frac{d\alpha}{dt} = \frac{1}{[NO]_e} \frac{2R_1 + (1 - \alpha^2)}{1 + k\alpha} \quad (1.90)$$

Ekuacioni (1.90) mund të integrohet analitikisht për të përshkruar formimin e NO_x në një sistem izotermik. Duke pranuar se nuk kemi formim të NO_x-ve në fazën fillestare pra, $\alpha=0$ dhe $t=0$ do të kemi:

$$(1 - k)\ln(1 + \alpha) - (1 + k)\ln(1 - \alpha) = \frac{t}{\tau_{NO}} \quad (1.91)$$

Karakteristika e kohës për formimin e NO_x -ve është:

$$R_{NO} = \frac{[NO]_e}{4R_1} \quad (1.92)$$

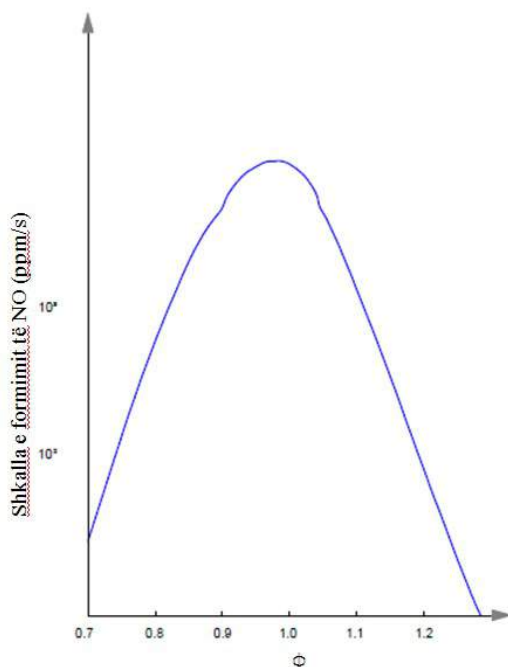


Figura 1.16: Ndryshimi i formimit të NO fillestare me raport ekuivalent për djegjen adiabatike të kerozeneve me përbërje $\text{CH}_{1.8}$ [38].

Ky përafrim është ilustruar në figurën 1.17 ku tregohet qartë se τ_{NO} korrespondon me kohën e nevojshme për gjendjen e ekuilibrit të NO nëse reaksioni vazhdon në shkallën e tij fillestare dhe që nuk ngadalësohet sipas drejtimit të kundërt.

Dy supozime të rëndësishme janë kryer në derivimin e ekuacionit (1.89):

- 1) Një gjendje pothuajse e qëndrueshme për atomet e azotit
- 2) Ekuilibër i radikaleve të O,H dhe OH

Vërtetësia e përafrimit të parë mund të pranohet shumë lehtë.

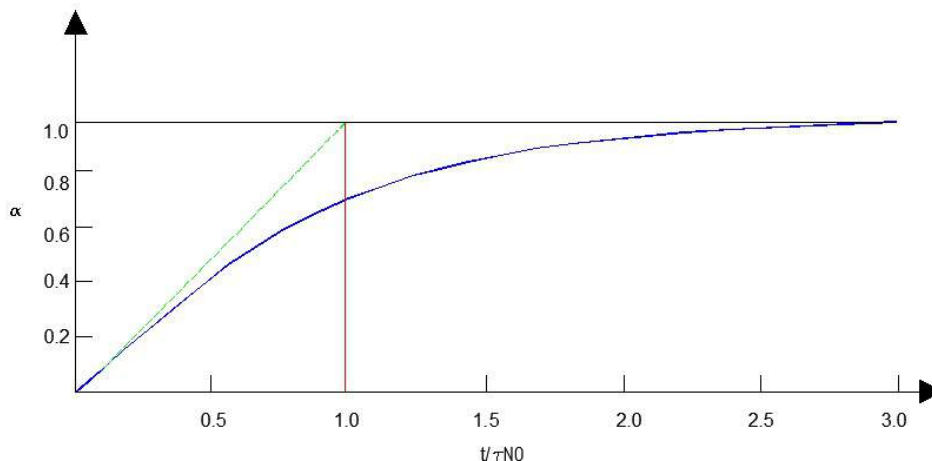


Figura 1.17: Përafrimi i përqendrimit të NO deri në ekuilibër [38].

Nëse marrim në konsideratë kohën e kërkuar për të arritur kushtin e qëndrueshmërisë fillestare, koha kur përqendrimi është i vogël merr në konsideratë reaksionin e drejtë.

Ekuacioni i raportit të përqendrimit të atomeve të azotit do të transformohet:

$$[NO]_e \frac{d\beta}{dt} = R_1 - (R_2 + R_3)\beta \quad (1.93)$$

Për kushte të $\beta = 0$ dhe $t = 0$ integrojmë dhe marrim:

$$\beta = k \left[1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau_N}\right) \right] \quad (1.94)$$

$$\text{ku } \tau_N = \frac{[NO]_e}{R_2 + R_3}$$

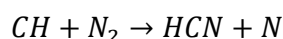
τ_N mund të jetë shumë herë më e vogël se τ_{NO} dhe se vetëm në kushtet e përzierjeve shumë të pasura mundet që τ_N ti përafrohet τ_{NO} por, në këtë regjim mund të përfshihen edhe reaksione të tjera.

NO e çastit

Mekanizmi i prodhimit të NO-ve të çastit është studiuar për here të parë nga C.P. Fenimore në vitin 1971[41].

Gjatë studimit të formimit të NO-ve në flakën e hidrokarbureve në përzierjet e pasura, Fenimore gjeti profilin e NO-ve në gazet e djegies, të cilat pas flakës, afër sipërfaqes së djegësit nuk shkojnë në zero. Fenimore nuk gjeti dot sjelljen e flakës me përmbajtje jo hidrokarbure (CO dhe H₂).

Fenimore doli në përfundimin se NO e formuara me vonesë gjatë djegies janë rezultat i goditjeve të radikaleve të lira, në veçanti të radikaleve të N₂:



Raporti i oksidimit të lëndëve djegëse përgjithësisht është i shpejtë saqë radikalet siç janë CH janë në përqendrim tepër të ulëta, si rrjedhojë edhe reaksionet $CH + N_2$ janë të neglizhueshme.

Në kushtet e djegies së pasur mund të kemi përqendrim të larta të cilat gjejnë kushte për të bashkëvepruar me N_2 , duke u kthyer si një mënyrë e shkatërrimit të vargut N_2 dhe duke u bërë shkaktarët kryesorë të formimit të NO-ve.

Kështu që reaksioni duket se ka energji aktivizimi të ulët dhe që mund të zhvillohet në një shkallë të krahasueshme lidhur me oksidimin e lëndës djegëse.

Për shkak të formimit me vonesë të NO-ve nga ky mekanizëm relativisht atyre që formohen nga mekanizmi Zeldovich [38], NO që formohen në këto kushte, quhen NO të menjëhershme [42].

Reaksionet e paekuilibruara të frontit të flakës mund të çojnë në formimin e NO-ve në djegien e varfër, ku radikalet e hidrokarboneve që goditen nga N_2 janë të parëndësishme. Sasia e NO-ve të krijuara në zonën e flakës rritet me rritjen e raportit ekuivalent. Koha e gjatë e qëndrimit favorizon mekanizmin e Zeldovich [38].

Megjithatë shkalla e formimit të NO-ve në zonën afër frontit të flakës mund të jetë shumë e lartë, në praktike, në shumicën e djegieve, shkalla e formimit të NO-ve në zonën pas flakës është tepër më e lartë krahasuar me sasinë e NO-ve të çastit.

1.8.3 Krijimi i NO termike dhe kontrolli në djegës

Mos homogjeniteti i përbërjeve në djegien e pa përzier përbën një rast që kontribuon shumë në nivelin e lartë të emisionit të NO_x . Eksperimentet e Pompeit dhe Heywood 1972 për një makinë prototip treguan se turbulenca gjatë djegies ka një rol të rëndësishëm në krijimin e NO_x -ve [30].

Krijimi i NO-ve nga mekanizmi Zeldovich para se përqendrimi i NO-ve të ketë arritur në një pikë që reaksioni i kundërt ka një rol të rëndësishëm në zhvillimin e reaksionit kimik [38].

Ndërsa NO e çastit nuk merren në konsideratë.

Shkalla mesatare e formimit të NO është:

$$\overline{R_{NO}} = \bar{\rho} \int_0^{\infty} \frac{R_{NO}(\phi)}{\rho(\phi)} p(\phi) d(\phi) \quad (1.95)$$

Kjo tregohet në figurën 1.18 si një funksion i raportit ekuivalent për vlera të shumta të parametrin të veçimit (shkëputjes), $S = \frac{\sigma}{(\phi)}$. Për $S=0$ (përzierja perfekte) vërehet pika kulminante e krijimit të NO-ve.

Përzierjet e varfra reduktojnë maksimumin e krijimit të NO-ve por nga ana tjetër zgjasin krijimin e NO-ve në raporte të ulëta ekuivalente.

Varësia e fortë e kinetikës së Zeldovich nga temperatura është mënyra më efikase për kontrollin e formimit të NO në proceset e djegies.

Çdo modifikim në proceset e djegies që çon në uljen e temperaturës pik në mënyrë të drejtpërdrejtë ka lidhje me reduktimin e NO_x .

Pra, njëra nga metodat për kontrollin e NO_x -ve është ulja e raportit ekuivalent, por kjo metodë nuk ka efekt nëse bëhet fjalë për djegien pa përzierje.

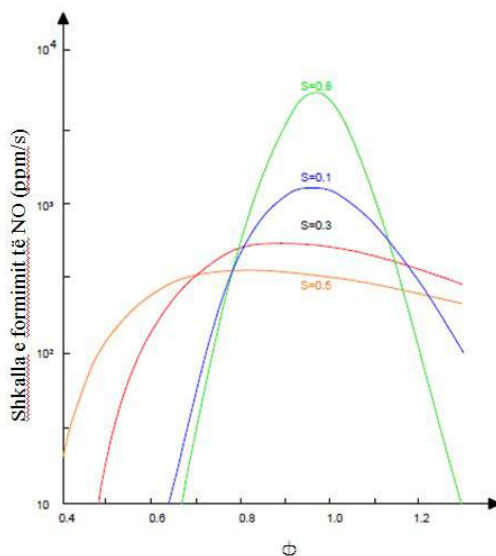


Figura 1.17: Influenca e përzierjes në shkallën e formimit të NO në djegien adiabatike të kerozeneve $\text{CH}_{1.8}$ [38].

1.8.4 NO_x e lëndëve djegëse

Shumë lëndë djegëse përmbajnë vargje të vogla të azotit N të cilat oksidohen direkt gjatë procesit të djegies [43].

Nafta bruto përmban (0.1÷0.2 %) në masë azot por që në disa lëndë djegëse mund të shkojë edhe në vlerat 0.5 %.

Lëndët djegëse me vlera të larta të N, zakonisht në praktikë përdoren për impiantet e gjenerimit të energjisë elektrike dhe kaldajat industriale.

Në sektorin e transportit këto lëndë djegëse nuk rekomandohen pasi në këtë rast kemi një rritje të NO_x për shkak të influencës së dy komponentëve NO-ve termike dhe atyre të lëndëve djegëse.

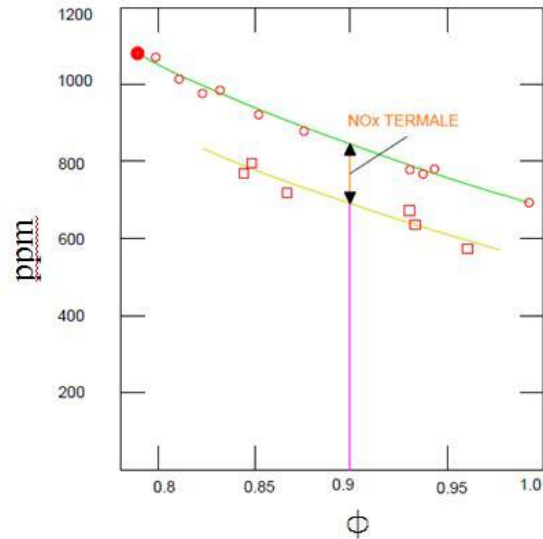


Figura 1.18: Kontributi i NO_x termike dhe NO_x të lëndës djegëse në emisionin total të NO_x [44].

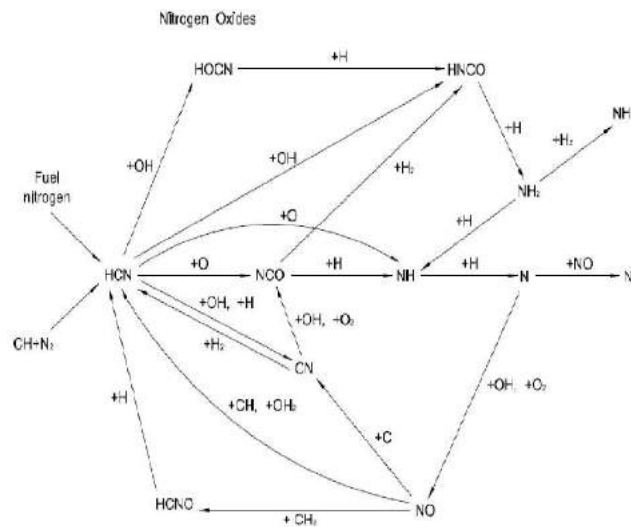
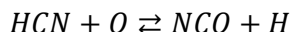


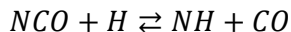
Figura 1.19: Reaksionet kimike në djegien e pasur të hidrokarboneve ($1.0 < \phi < 1.5$). shigjetat e plota tregojnë hapat mbizotërues [45].

Megjithëse azoti që përmbahet në lëndën djegëse është burimi kryesor në krijimin e NO_x -ve, jo i gjithë azoti transformohet në NO. Azoti në këto lëndë djegëse paraqitet në formën e grupeve piridine dhe pirrile. Hapi kryesor fillon me transformimin e azotit të lëndës djegëse në cianid hidrogjeni HCN [46]. Pra, hapi kryesor për krijimin e NO-ve të menjëhershme është

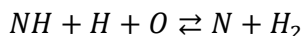
HCN, i cili formohet nga CH dhe N₂. Në figurën 1.19 tregohet qartë se reaksioni i transformimit të HCN në NO fillon duke bashkëvepruar me O.



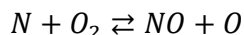
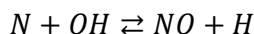
i pasuar nga



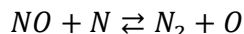
dhe



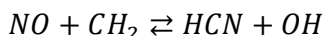
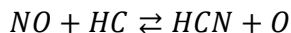
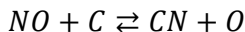
Atomet e azotit që kthehen në NO,



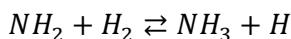
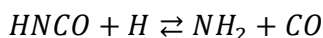
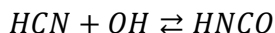
Në hapat e mëvonshëm NO e krijuara më lart futen në reaksion me atomet e N dhe formojnë N₂.



Mund të krijohen CH ose HCN nga reaksioni me radikalet e lira të hidrokarbureve



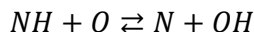
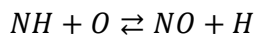
Hapat e reaksionit që kalojnë nga CN dhe HNCO mund të jenë të rëndësishme, p.sh sekuencat,



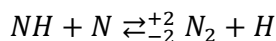
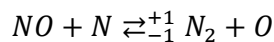
Pra duket qartë se në reaksionin e fundit kemi formimin e amoniakut (NH₃).

Në kushtet e djegies së varfër atomet e oksigjenit mund të jenë në përqendrimet të mjaftueshme për të bashkëvepruar NCO me CN duke prodhuar direkt NO, por në disa raste dhe indirekt.

HN mund të futet në reaksion me O ose OH për të prodhuar NO direkt apo indirekt nëpërmjet HNO,

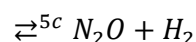
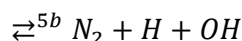
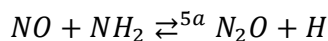
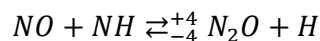
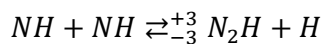


Llojet e ndryshme të azotit të prodhuara nga ky zinxhir i reaksioneve gjithashtu mund të formojnë N₂. Krijimi i N₂ nga azoti i lëndës djegëse kërkon futjen në reaksion të dy llojeve fikse të azotit,



Theksojmë se reaksioni i kundërt 1 është reaksioni i parë i mekanizmit të Zeldovich [38], i cili siç e kemi parë është reaksioni predominant në krijimin e NO-ve nga N_2 i lëndës djegëse në zonën e reaksioneve të varfra apo afër raportit stekiometrik të djegies.

Reaksione të tjera që krijojnë lidhje të forta N-N çojnë në krijimin e N_2 ,



Reaksionet e $NO + NH_2$ kanë tre mundësi të krijimit të specieve të ndryshme, por që mund të shprehen me një raport të thjeshtë për formimin e lidhjeve N-N [9]. Përqendrimi i llojeve fikse të azotit është relativisht i ulët, kështu që këto reaksione që janë të rendit të dytë në azotin fiks (RN) ecin më ngadalë. Meqenëse reaksionet kryesore që çojnë në krijimin e NH_3 dhe NO janë më të shpejtë se sa ato që çojnë në formimin e N_2 , një model i raportit të ekuilibrit të pjesshëm është trajtuar nga Flagan 1974, i cili përshkruan raportin ku lënda djegëse-azot konvertohet në N_2 [47].

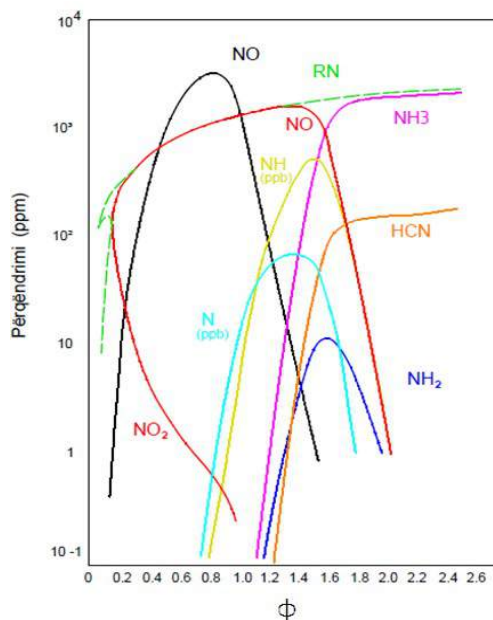


Figura 1.20: Ekuilibri i shpërndarjes së pjesshme për speciet e azotit të pastër për djegien adiabatike të një lënde hidrokarbure që përmban 1% në masë azot.

Përqendrimi total i azotit të fiksuar për këtë lloj lënde djegëse, ku përqendrimi i NO jepet me vija të ndërprera korrespondon me ekuilibrin e plotë termodinamik [47].

Në figurën 1.20 jepet shpërndarja e ekuilibrit të pjesshëm e një speciejë të vetme për djegien adiabatike të një lënde djegëse që përmban 1% azot në masë. Përqendrimi total i azotit fiks dhe NO korrespondon me ekuilibrin e plotë termodinamik që jepen me vija të ndërprera në figurë. Sasia totale e lëndës djegëse-azot në lëndën djegëse bazë tregohet me vija të ndërprera (RN). Në raportet ekuivalente nga (0.1÷0.6) pjesa më e madhe e specieve të fiksuara në këtë ekuilibër të pjesshëm janë NO.

Azoti (N_2) është specie parësore në gazet që dalin nga djegia e varfër. Atomët e azotit dhe radikalet e tjera janë të pranishme vetëm në përqendrime të vogla. Në raporte të larta ekuivalente dominon NH_3 . Azoti (N_2) është specie primare që krijohet në gazet e djegies shumë të varfër. Përqendrimi i NO në ekuilibër të plotë termodinamik (NO_e) jepet me vija të ndërprera.

Përqendrimi i NO që rrjedhin nga lëndë djegëse-azot është poshtë nivelit të ekuilibrit për raporte ekuivalente në intervalin (0.5÷1.05), kështu që në këtë regjim pritët të kemi formim të NO nga N_2 . Reaksionet primare të fiksimit të N_2 janë ato të mekanizmit të Zeldovich [38].

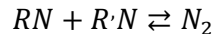
Shpërndarja e specieve të azotit të fiksuar në gjendjen e ekuilibrit parcial është funksion i fortë i raportit ekuivalent dhe i temperaturës. Në përafrimin e parë ne mund të sigurojmë që në djegien adiabatike fraksionet e specieve të azotit të fiksuar janë vetëm funksion i raportit ekuivalent. Raportet e përqendrimit në ekuilibër të pjesshëm janë:

$$\alpha_{NO} = \frac{[NO]}{[RN]}, \alpha_N = \frac{[N]}{[RN]}, \alpha_{NH} = \frac{[NH]}{[RN]} \quad (1.96)$$

Përqendrimi total i azotit të fiksuar jepet:

$$[RN] = [NO] + [N] + [NH] + [NH_2] + [NH_3] + [CN] + [HCN] + [NO_2]$$

Në përgjithësi, ekuacioni i raportit që përshkruan ndryshimin e sasisë totale të azotit stabël nga të gjitha reaksionet e tipit:



e cila të shkruhet në formën:

$$\begin{aligned} R_{RN} = & -2(k_{+1}\alpha_N\alpha_{NO} + k_{+2}\alpha_N\alpha_{NH} + k_{+3}\alpha_{NH}\alpha_{NH} + k_{+4}\alpha_{NO}\alpha_{NH} \\ & + k_{+5}\alpha_{NO}\alpha_{NH_2})[RN]^2 \\ & + 2(k_{-1}[O] + k_{-2}[H] + k_{-5a}[H_2O][N_2] + 2k_{-3}[N_2H][H] \\ & + 2k_{-4}[H][N_2O]) \end{aligned} \quad (1.97)$$

Mund ti mbledhim bashkë të gjithë termat që përshkruajnë formimin e N_2 në një raport konstant të vetëm për reaksionin e specieve në bashkësinë RN.

$$k_e(\phi, T) = (k_{+1}\alpha_N\alpha_{NO} + k_{+2}\alpha_N\alpha_{NH} + k_{+3}\alpha_{NH}\alpha_{NH} + k_{+4}\alpha_{NO}\alpha_{NH} + k_{+5}\alpha_{NO}\alpha_{NN_2}) \quad (1.98)$$

Figura 1.21 tregon sesi k_e varet nga ϕ për djegien adiabatike. Në zonën e djegies së pasur ku përqendrimi fillestar i RN është më i madh se sa gjendja e ekuilibrit, vetëm termat e RN të transponuara janë të rëndësishme dhe mund të shkruajmë:

$$R_{RN} = -k_e(\phi, T)[RN]^2 \quad (1.99)$$

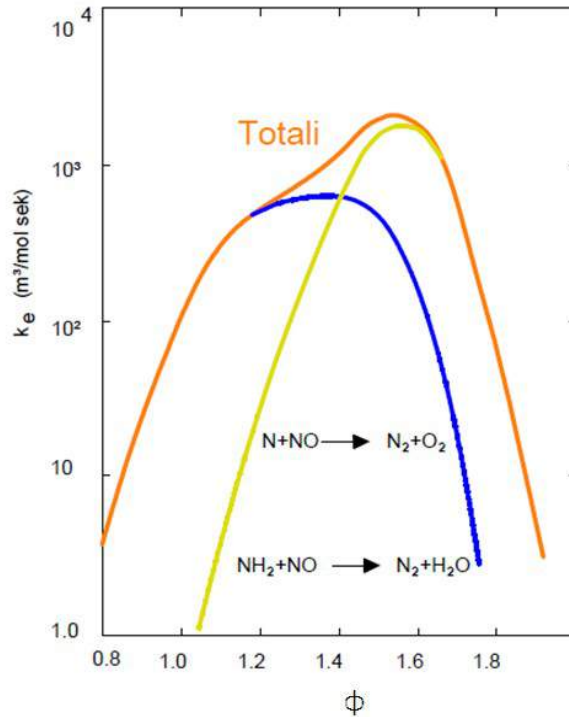


Figura 1.21: Raporti efektiv i reaksionit për reaksionin RN+RN [38].

Për një sistem izotermik, $R_{RN} = d[RN] / dt$ duke integruar marrim

$$\frac{[RN]}{[RN]_0} = \frac{1}{1 + \frac{t}{\tau_{RN}}} \quad (1.100)$$

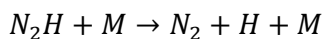
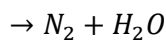
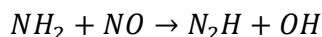
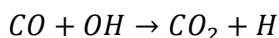
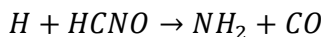
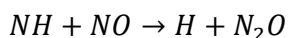
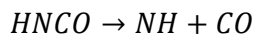
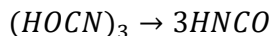
Ku karakteristika e kohës për zhdukjen e RN është përcaktuar nga shprehja:

$$\tau_{RN} = \{2k_e(\phi)[RN]_0\}^{-1} \quad (1.101)$$

1.8.5 Shkatërrimi i NO_x

Disa nga metodat për shkatërrimin e NO_x -ve pas djegies janë propozuar dhe studiuar nga autorë të ndryshëm. Teknikat e reduktimit të NO_x -ve ka të bëjë në thelb me futjen e përbërjeve që kanë azot dhe që bashkëveprojnë me NO_x -ve për të dhënë N_2 . Amoniaku është

një aditiv që është si një mënyrë e njohur për reduktimin e NO_x -ve . Ureja H_2NCONH_2 ul temperaturën në një nivel 1000 K [48]. Perry dhe Siebers më 1986 zbuluan një metodë, që acidi izocianik ul në mënyrë të konsiderueshme përmbajtjen e NO-ve në nivelet e temperaturave poshtë 670 K [49].



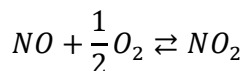
Në motorët me djegie të brendshme në rendin e temperaturave afër 670 K, vërehen nivele të ulëta të NO_x .

1.8.6 Dyoksidi i azotit NO_2

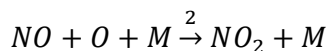
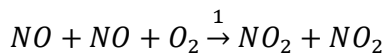
Shumica e oksideve të azotit të emetuara nga sistemet e djegies janë në trajtën e oksideve të azotit NO, por është i pranishëm është NO_2 .

Në zonën e djegies nivelet e NO_2 janë të ulëta, por në dalje nga sistemi i djegies ato rriten në funksion të kohës.

NO_2 formohet nga oksidimi i NO, reaksioni i përgjithshëm i procesit është:



Ky reaksion është endotermik [$\Delta h_r(298\text{K}) = -57,278 \text{ J mol}^{-1}$]. Pra, formimi i NO_2 termodinamikisht favorizohet në temperature të ulëta.

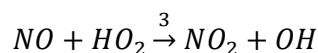


Konstantet e matura nga Baulch 1973 janë [50].

$$k_{+1} = 1.2 \times 10^{-3} \exp\left(\frac{530}{T}\right) \text{ m}^6 \text{ mol}^{-2} \text{ s}^{-1}$$

$$k_{+2} = 1.5 \times 10^3 \exp\left(\frac{940}{T}\right) \text{ m}^6 \text{ mol}^{-2} \text{ s}^{-1}$$

Konvertimi i NO në NO_2 nga radikalet e hidroperiksilit



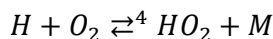
Me konstanten [39]

$$k_{+3} = 2.1 \times 10^6 \exp\left(-\frac{33,000}{T}\right) m^3 mol^{-1} s^{-1}$$

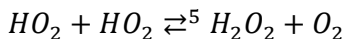
Kjo është në përgjithësi në vlera të vogla për shkak të prezencës së HO_2 në nivele shumë të ulëta për aq kohë sa ekuilibri i sistemit të C-H-O është i garantuar. Pa frontin e flakës një super ekuilibër i përqendrimit të radikaleve mund të çojë në formimin e NO_2 , por është e preferuar që ndarja e NO_2 të bëhet nga reaksioni i kundërt 2 nëse ai kalon nëpërmjet zonës së nxehtë të flakës.

$$k_{-2} = 1.1 \times 10^{10} \exp\left(-\frac{33,000}{T}\right) m^3 mol^{-1} s^{-1}$$

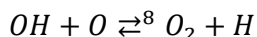
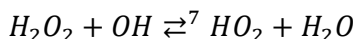
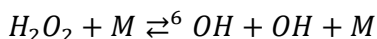
Nëse bëhet ftohje e shpejtë e gazeve të djegies vërehen nivele të larta të NO_2 [51]. Megjithatë NO_2 janë specie me numër relativisht të vogël në flakë, përmbajtje të larta të tyre mund të formohen në reaksionet me kombinim me tre pjesë, në zonat ku gazet e djegies së varfër ftohen shpejt.



Reaksionet e HO_2 me specie të larta (CO, H_2, O_2 etj) janë të ngadalta në temperatura të ulëta. Por HO_2 mund të reagojë me NO nëpërmjet reaksionit 3 dhe me vetveten.



H_2O_2 i prodhuar nga reaksioni 5 është stabil në temperatura të ulëta, por që në temperatura të larta mund të reagojë si më poshtë:



1.8.7 Monoksidi i karbonit

Monoksidi i karbonit është një element tjetër ndotës, i cili del nga procesi i djegies nga M.D.B.

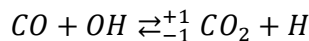
Vlerat e larta të monoksidit të karbonit janë tregues i djegies jo të plotë dhe është karakteristike e përzierjes së pasur.

Në djegien e pasur sasia e oksigjenit është e limituar dhe si rezultat sasia e CO që del nga dhoma e djegies rritet.

Një element tjetër, i cili ndikon në rritjen e sasisë së CO që del nga tubi i shkarkimit është edhe mos përzierja e mirë e lëndës djegëse me ajrin në dhomën e djegies.

Vlen të theksohet fakti se në sistemet më përzierje nivelet e CO mund të jenë në vlera të larta, kjo për faktin e sasisë së madhe të CO në temperaturën e flakës sidomos në M.D.B Diesel ku ajri nxeht përpara se të vetëndizet për shkak të komprimimit.

Reaksionet predominante që çojnë në formimin e CO-ve nga oksidimi i hidrokarbure në trajtë të përgjithshme jepet nga reaksionet :



$$\text{Ku } k_{+1} = 4.4T^{1.5}e^{372/T} \text{ m}^3\text{mol}^{-1}\text{s}^{-1}$$

Raporti i CO₂ të prodhuar nga reaksioni 1 është:

$$R_{+1} = k_{+1}[CO][OH]$$

Ndryshimi i nivelit të nivelit CO jepet nga reaksioni i zhdrejtë:

$$\begin{aligned} R_{CO} &= -R_{+1} + -R_{-1}[CO][OH] \\ &= -k_{+1}[CO][OH] + k_{-1}[CO_2][H] \end{aligned}$$

Nga bilanci e detajuar është arritur në përfundimin se:

$$k_{-1} = \frac{k_{+1}}{K_{c1}}$$

Shpejtësia e reaksionit të krijimit të CO jepet nga ekuacioni:

$$\tau_{CO} = \frac{[CO]}{R_{+1}} = \frac{[CO]}{k_{+1}[CO][OH]} = \frac{1}{k_{+1}[OH]}$$

1.8.8 Hidrokarbonet

Ashtu si edhe CO, hidrokarbonet janë produkt i djegies jo të plotë në sistemet e djegies. Përbërja dhe sasia e hidrokarbureve në gazet e daljes varet nga natyra e lëndës djegëse dhe nga procesi që kufizon oksidimin. Rangu i hidrokarbureve që dalin me gazet e djegies është shumë i madh dhe është shumë e vështirë të jepet një shpjegim i detajuar i tyre. Hidrokarburet aromatike policiklike (PHA) janë një klasë shumë e veçantë e specieve që gjenerohen nga djegia e hidrokarbureve bazë dhe që përfshijnë një numër të njohur me veti kancerogjene dhe mutative. Këto përbërje krijohen në zona shumë të pasura të djegies, ku reaksionet polimerizuese të hidrokarbureve favorizohen në procesin e oksidimit. Kushtet e djegies të cilat rezultojnë me vlera të ulëta të emisionit të CO të çojnë në përfundimin se do të kemi gjithashtu përqendime të ulëta të hidrokarboneve.

1.8.9 Oksidet e squfurit SO_x

Lëndët djegëse të lëngëta në veçanti kanë përmbajtje të caktuar të squfurit. Në përgjithësi speciet e squfurit konsiderohen të gjitha si ndotës të ajrit.

Prandaj në praktikë ato i gjejmë në trajtën e tiofeneve, sulfideve dhe tioleve [52].

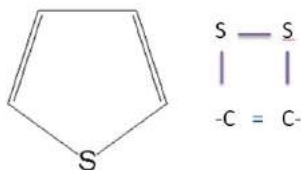
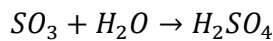


Figura 1.23: Tiofene dhe Tiole.

Në djegien e varfër pjesa më e madhe e këtij squfuri oksidohet për të formuar SO₂.

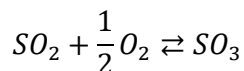
Sulfitet predominante janë H₂S dhe COS të cilat mund të ekzistojnë në flakën e pasur të djegies [53]. Për të bërë kontrollin e emisionit nga përbërjet e squfurit ka dy mënyra: bëhet heqja e squfurit nga lënda djegëse ose nga produktet e djegies. Një pjesë e dyoksidit të squfurit oksidohet më tej për të dhënë SO₃ [54].

Kur produktet e djegies kanë SO₃ dhe këto ftohen atëherë SO₃ vepron me ujin dhe formon acidin sulfurik.



Acidi sulfurik kondensohet dhe gazet e daljes marrin ngjyrë blu.

Niveli i ekuilibrit të SO₃ në djegien e varfër përcaktohet nga reaksioni kimik si më poshtë:

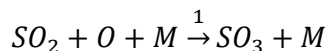


Duke zbatuar ekuacionin e Van Hoff-it gjejmë:

$$K_p = 1.53 \cdot 10^{-5} e^{11,760/T} \text{ atm}^{-1/2}$$

Kështu që ekuilibri i SO₃ arrihet me uljen e temperaturës.

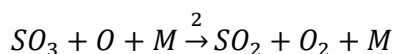
Në produktet e djegies, SO₃ në temperaturën poshtë 900 K është predominant. Konvertimi i SO₂ në SO₃ bëhet me një shpejtësi shumë të vogël të reaksionit kimik dhe si rezultat ekuilibri kimik vendoset me vonesë. Oksidet e SO₃ që formohen në fillim jepen nga reaksioni kimik i mëposhtëm:



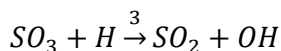
Për të cilën Westenberg dhe Haas rekomandon një koeficient [55].

$$k_1 = 8.0 \cdot 10^4 e^{-1400/T} \text{ (m}^6\text{mol}^{-2}\text{s}^{-1}\text{)} \quad (1.102)$$

SO_3 mund të bashkëveprojë edhe me O sipas reaksionit kimik (2),



ku konstantja ka vlerën $k_2 = 7.04 \cdot 10^4 e^{-785/T} (m^6 mol^{-2} s^{-1})$. Një mundësi tjetër për eliminimin e SO_3 është reaksioni kimik (3):



Ku konstantja e reaksionit llogaritet sipas [56]: $k_3 = 1.5 \cdot 10^7 (m^6 mol^{-2} s^{-1})$

Shkatërrimi i SO_3 dominohet nga këto reaksione të radikaleve, ndryshe nga dekompozimi i SO_3 sipas Fenimore dhe Jones më 1965 [57, 58].

Në temperaturat e ulëta ku edhe SO_3 gjen kushtet për tu formuar, reaksionet e kundërt endotermik janë të parëndësishëm, kështu që ekuacioni i raportit për SO_3 mund të shkruhet:

$$R_{SO_3} = k_1[SO_2][O][M] - k_2[SO_3][O][M] - k_3[SO_3][H]$$

Nëse jemi në kushtet e djegies të varfër me temperaturë konstante atëherë:

$$\frac{d[SO_3]}{dt} = k_1[O][M]\{[S_T] - [SO_3]\} - \{k_2[O][M] + k_3[H]\}$$

Ku $[S_T]$ është përqendrimi total i oksideve të squfurit. Duke integruar marrim:

$$[SO_3] = \frac{k_1[S_T][O][M]}{k_1[O][M] + k_2[O][M] + k_3[H]} \left(1 - e^{-t/\tau}\right) + [SO_3]_0 e^{-t/\tau}$$

Ku $\tau = \{k_1[O][M] + k_2[O][M] + k_3[H]\}^{-1}$

Ku $[SO_3]_0$ përcakton sasinë e SO_3 të formuar në flakë ku përqendrimi i H dhe O nuk është në ekuilibër kimik.

Pas një kohe të konsiderueshme SO_3 arrin në nivel të qëndrueshëm

$$[SO_3]_{ss} = \frac{k_1[S_T][O][M]}{k_1[O][M] + k_2[O][M] + k_3[H]}$$

Duke pranuar se H dhe O janë në ekuilibër, karakteristika e kohës për oksidimin e SO_3 është 0.009 s për $\phi = 0.9$ dhe $T = 1700K$, por rritet në 0.13 s për $T = 1500 K$.

1.9 Formimi i blozës

Bloza e krijuar nga motorët diesel është re e dukshme e karbonit të zi që përmbahet në tymin e gazeve të djegies në shkarkim gjatë nisjes dhe operimit normal. Dallohen dy lloje të PM-ve nga M.D.B Diesel. Lloji i parë përbën pjesën më të madhe të emetimeve të njohura si blozë.

Lloji i dytë përbën grimcat të imta, të cilat konsistojnë kryesisht si HC dhe sulfatë të kondensuara nga ku (0.2 ÷ 0.5 %) të masës së lëndës djegëse emetohen si grimca të këtij lloji [59]. Gjithashtu karboni i zi është një faktor kontribues në ndryshimet klimaterike. Grimcat e ngurta formohen për shkak të djegies jo të plotë, e cila ndodh për shkak të krijimit kushteve jo të favorshme të djegies në kohë, temperaturë dhe turbulencë [60] apo të karboneve të djegies që krijohen nga hidrokarburet e padjegura [61].

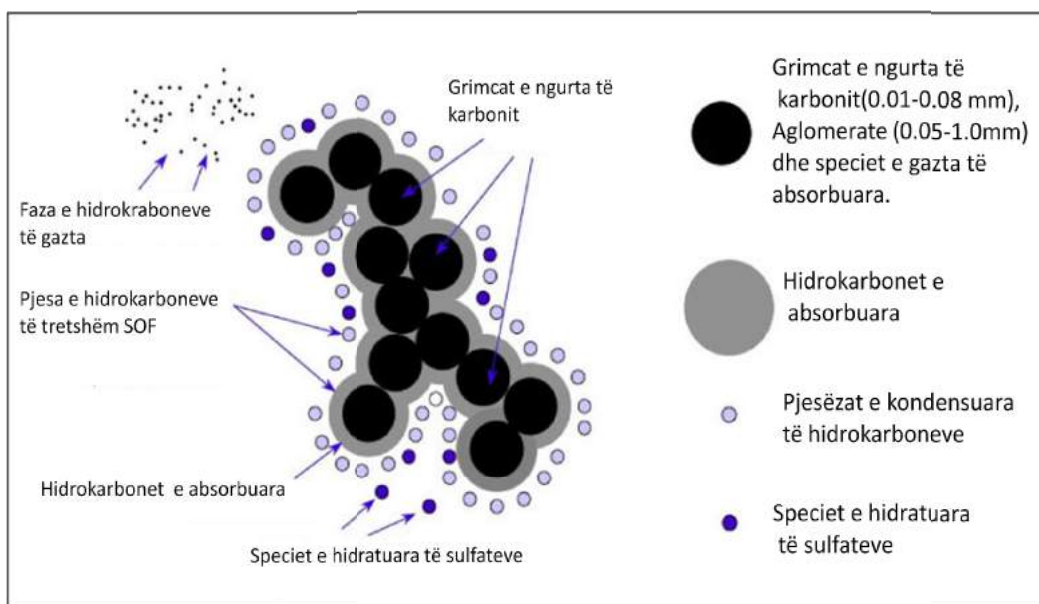


Figura 1.24: Zhvillimi dhe formimi i blozës [59].

Bloza prodhohet gjatë pirolizës në temperaturë të lartë, që do të thotë djegia në mungesë të agentit të oksidimit apo djegies së hidrokarbureve që kanë kryesisht karbon. Elementet e tjera si hidrogjeni dhe oksigjeni janë zakonisht të pranishëm në sasi të vogla. Një pjesë organike e tretshme (POT) shpesh gjendet në blozën, përbërësit e së cilës përfshijnë kompozime aromatike si dhe hidrokarbure të ndryshme të tjera të padjegura. Bloza e formuar oksidohet në temperatura të larta në cilindrin e dhomës së djegies dhe në gazet e shkarkimit. Emetimi total i blozës përcaktohet nga faktorët favorizues ndërmjet formimit të blozës dhe procesit të oksidimit [62]. Nga vëzhgimi i strukturës së blozës, mund të arrihet në përfundimin se, në formimin e saj marrin pjesë procese të ndryshme, të cilat janë kimikisht dhe fizikisht të ndryshme nga të tjerat. Ato përfaqësohen nga etapa të tilla si: formimi, rritja e hidrokarbureve të mëdha aromatike, kalimi i tyre në grimca, koagulimi i grimcave fillestare në masa më të mëdha, rritja e grimcave të ngurta nga bashkimi si dhe ngjitja e komponentëve të marra nga faza e gaztë. Gjatë djegies, lënda djegëse hidrokarbure degradohet në radikale e

vogla hidrokarburesh. Këto grimca radikale bashkohen së bashku derisa madhësia e tyre arrin një pikë të caktuar duke formuar të ashtuquajturat unaza aromatike. Formimi i unazave aromatike ndodh nga shtimi i acetilenit (C_2H_2) brenda gjatësisë së shkallës molekulare, ashtu siç tregohet në figurën 1.25.

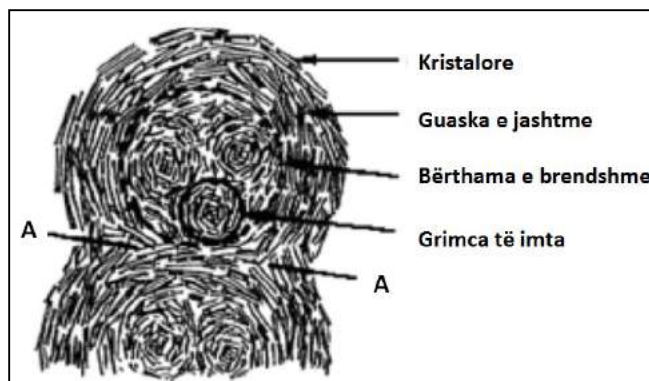


Figura 1.25: Pamja në TEM e grimcës me rezolucion të imët [62].

Struktura e formuar aromatike koagullohet shpejt, kontribuon në rritjen e grimcave dhe në të njëjtën kohë duke kapur molekula nga faza e gazit sjell rritjen sipërfaqësore. Rritja e sipërfaqes kontribuon drejtpërdrejt në përcaktimin e përqendrimit të PM-ve në emisionet e gazit, ndërsa koagulimi përcakton shpërndarjen e madhësive të PM-ve. Detajet e çdo procesi mbeten sfidat për studiuesit. Etapat e blözë-formimit mund të përmbliken [62]:

1. Formimi i prekursorëve molekulare të blözës.
2. Nisja e formimit të bërthamave të grimcave nga Hidrokarburet Aromatike Policiklike (PAH) të rënda.
3. Rritja në masë e grimcave nga shtimi i molekulave nga faza e gaztë
4. Koagulimi nëpërmjet përplasjes reaktive grimcë – grimcë.
5. Karbonizimi i materialit grimcor
6. Oksidimi i hidrokarbureve aromatike policiklike (PAH) dhe grimcave të blözës

Procesi ndodh në faza me mbivendosje të caktuar. Figura 1.26 tregon skemën e mekanizmit të formimit të grimcave të blözës.

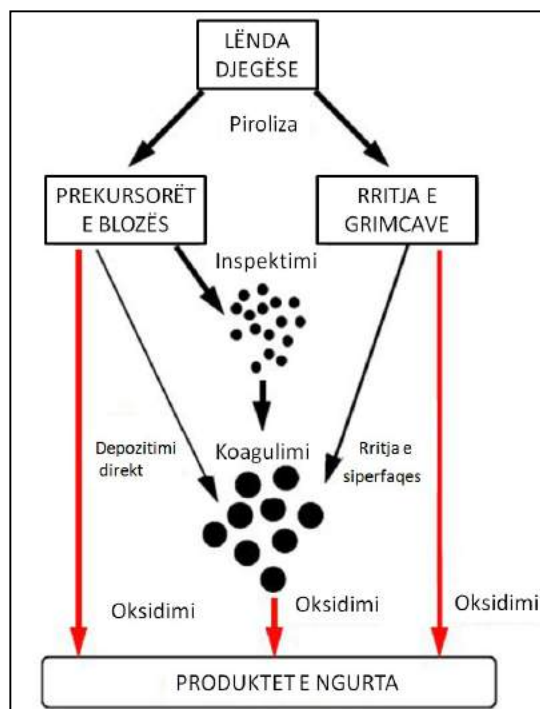
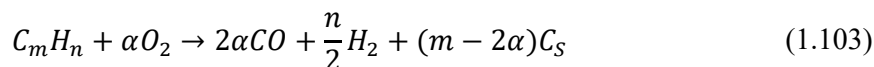


Figura 1.26: Mekanizmi i formimit të blozës [62].

Prirja për të formuar blozë (e matur nga raporti kritik C/O në të cilën fillon blozë-formimi) është një funksion kompleks që varet nga tipi i flakës, temperatura dhe natyra e lëndës djegëse [63]. Llogaritja me saktësi e sasisë së blozës së formuar në kohë është një problem shumë i ndërlikuar për shkak të procesit të kondensimit të pjesëzave të gazta dhe zmadhimit të mëtejshëm të tyre në grimca të ngurta. Grimcat vazhdojnë të rriten në diametër për shkak të reaksioneve kimike sipërfaqësore që ndodhin duke arritur vlera $(0.01 \div 0.05) \mu\text{m}$. Në këtë çast ato fillojnë të mpiksen për të formuar zinxhirin e aglomerateve. Pavarësisht studimeve të shumta, formimi i blozës, sidomos në fazat fillestare, është i paplotë [64, 99, 108]. Formimi i blozës favorizohet kur raporti molar i karbonit dhe oksigjenit është 1.0, siç sugjerohet nga raporti stekiometrik në reaksionin 1.103:



Në flakën me parapërzierje, përplasja duket se është faktor determinant si rezultat i rivalitetit të raportit të pirrolizës, rritjes së blozës pararendëse dhe raportit të sulmit oksidativ mbi këto pararendës [65]. Kur temperatura rritet, raporti i oksidimit rritet më me shpejtësi sesa raporti i pirrolizës, kështu që procesi i blozë-formimit zvogëlohet. Në flakën me difuzion, oksigjeni nuk është i pranishëm në zonën e pirrolizës, kështu që rritja e shkallës së pirrolizës me temperaturën ka një tendencë në rritje të sasisë së formimit të grimcave të blozës. Sasitë e

vogla të oksigjenit në zonën e pirolizës nxit reaksionin e pirolizës duke rritur procesin e blazës formimit [63]. Nga produktet e dekompozimit termik të C_2H_2 , C_3H_3 në përzierjet e pasura me lëndë djegëse formohet C_6H_6 , e cila më pas formon hidrokarbure aromatike PAH të cilat janë pararendësit e formimit të blazës që japin struktura grafite.

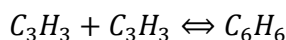
Procesi i formimit të blazës kalon nëpërmjet tre etapave:

- a) formimi i bërthamës
- b) rritja e sipërfaqes
- c) oksidimi

Parametrat që përshkruajnë procesin e formimit të blazës janë:

- I. pjesa në vëllim e blazës fv (vëllimi i blazës / vëllimi total)
- II. përqendrimi i blazës C_s (mol/cm^3)

Kryesisht rritja e grimcave të blazës dhe përqendrimi kryhet përmes bërthamëzimit, ku ky proces fillon nga formimi i benzenit si pasojë e kombinimit propargil radikal [61].



Shpejtësia e bërthamëzimit mund të shprehet përmes procesit të formimit të benzenit:

$$\alpha_N = \alpha_C \alpha_{C_3H_3}^2 \quad (1.104)$$

ku α_C është koeficienti i shpejtësisë së reaksionit kimik:

$$\alpha_C = 5.0 * 10^6 \frac{m^3}{mol.s}$$

dhe $\alpha_{C_3H_3}^2$ është përqendrimi i C_3H_3

Burimi kryesor negativ që ul densitetin e blazës dhe zhdukjen e saj është koagulimi, i cili shprehet nëpërmjet numrit të përplasjes β [60].

$$\beta = \beta_C C_s^2 \quad (1.105)$$

$$\text{ku } \beta_C = 1.0 * 10^9 \left(\frac{T}{K}\right)^{1/2} \frac{m^3}{mol.s}$$

Përgjithësisht shkalla e përqendrimit të blazës jepet nga relacioni (1.106):

$$\frac{dC_s}{dt} = \frac{\alpha_N}{10} - \beta \quad (1.106)$$

Grimcat e ngurta të naftës (DPM) formojnë re të zezë të dukshme tymi që del nga motori në fazën e nisjes dhe vazhdon të jetë prezent edhe kur motori është duke operuar. PM_s mund të kategorizohen në dy grupe:

- PM_{10} - Grimcat e karbonit nga 2.5 mikron deri në 10 mikronë,
- $PM_{2.5}$ - Grimcat e karbonit e më pak se 2.5 mikronë në madhësi.

Në Figurën 1.27 është paraqitur përbërja e grimcave të blozës (komponentët përbërës në %) në varësi të numrit të rrotullimeve (rrot/min) dhe ngarkesës në %.

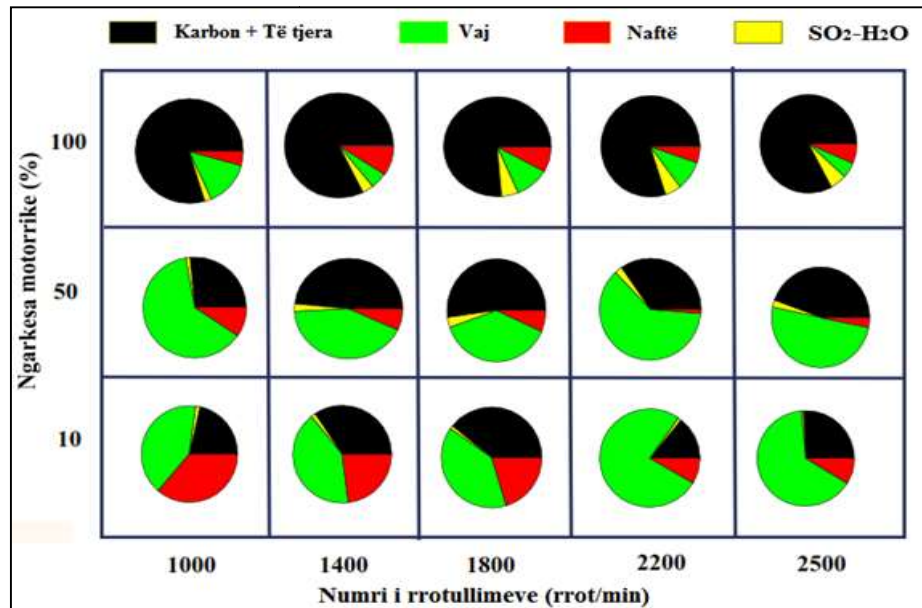


Figura 1.27: Përbërja e lëndës së grimcuar (PM) në varësi të shpejtësisë dhe ngarkesës motorike [59].

Nga figura 1.27 konstatohet se, për numra rrotullimi dhe ngarkesa të vogla përqindja e karbonit në masën e PM zvogëlohet ndërsa e lëndës djegëse rritet.

Për ngarkesa të larta në (%) dhe numra rrotullimi të larta (rpm) përqendrimi i karbonit rritet, ndërsa komponentët e tjerë zvogëlohen.

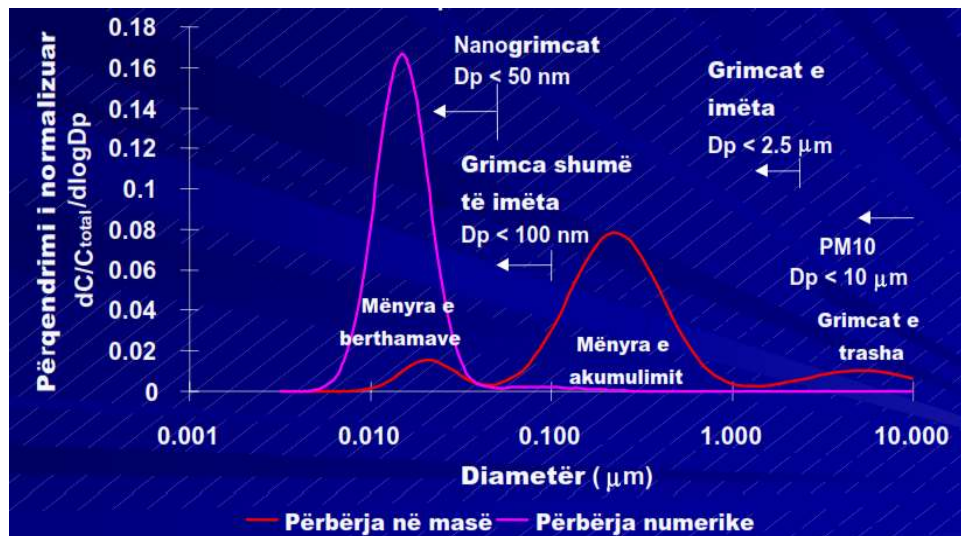


Figura 1.28: Shpërndarja tipike e përmasave të grimcave të ngurta që shkarkohen nga M.D.B diesel [59].

Në figurën 1.28 tregohet qartë se përqendrimi i grimcave të ngurta është i ndryshëm për madhësi të ndryshme të grimcave të ngurta.

Nano grimcat me $D_p < 50 \text{ nm}$ zënë peshën më të lartë në TSP, ndërsa PM10 zë peshën më të vogël në totalin e grimcave të çliruara nga djegia e hidrokarbureve në M.D.B Diesel.

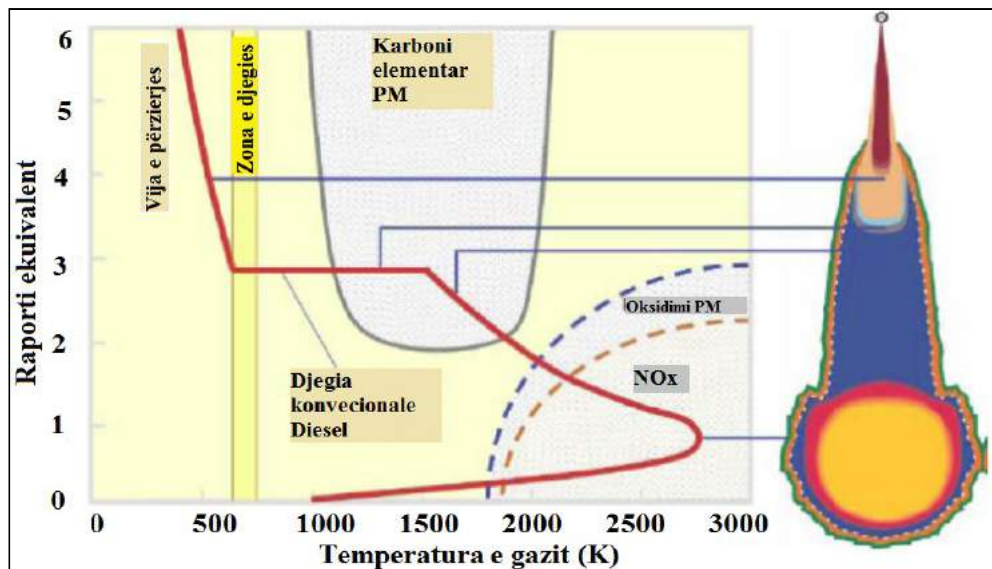


Figura 1.29: Vija tipike e përzierjes dhe formimi i emetimeve në grafikun F-T [66].

Në përgjithësi, formimi i NO_x dhe PM janë të lidhura ngushtë me raportin lëndë djegëse - ajër dhe temperaturën në dhomën e djegies. Në motorët diesel lënda djegëse injektohet pas ngjeshjes të ajrit dhe djegia realizohet me vlerë të lartë të raportit ekuivalent. Në prezencën e temperaturave të larta, krijimi i NO_x dhe PM në trajtën e blozës është i paevitueshëm. Djegia në motorët diesel është konceptuar dhe modeluar të shpjegojë këtë fenomen fizik nëpërmjet investigimeve të strukturës së flakës me anë imazhit lazer TME [67]. Në figurën 1.29 tregohet një shembull së bashku me modelin "Dec" [66]. Nga figura tregohen qartë zonat dhe kushtet që favorizojnë krijimin e ndotësve. Vija e kuqe, shpreh vijën e përzierjes së gazit në flakë gjatë djegies në dhomën e M.D.B diesel. Nëpërmjet diagramës F-T ndërtohen strategji për reduktimin e emetimeve të krijuara gjatë djegies. P.sh, duke ulur temperaturën e djegies reduktohet formimi i NO_x por në këtë rast reduktohet mundësia e oksidimit të PM, e cila çon në rritjen e përmbajtjes totale të PM. Prandaj, tentohet të arrihet një djegie e varfër me temperaturë të ulët me qëllimin e vetëm reduktimin e ndotësve së bashku (NO_x dhe PM).

KAPITULLI 2

KARAKTERISTIKAT E LËNDËVE DJEGËSE DHE PËRZIERJET E TYRE. STANDARDET, NORMAT KOMBËTARE DHE NDËRKOMBËTARE TË PËRDORIMIT TË TYRE

Ky kapitull do të fokusohet tek karakteristikat e lëndëve djegëse, normat, standardet kombëtare dhe ndërkombëtare si dhe llojet e lëndëve djegëse me qëllim përmirësimin, reduktimin e elementëve ndotës në gazet e djegies të shkaktuara nga sektori i transportit rrugor në Republikën e Shqipërisë.

Të dyja lëndët djegëse, nafta dhe benzina, përbëhen nga një zinxhir tepër i madh lidhjesh dhe molekulash. Nga këto, lëndët djegëse të nxjerra nga nafta bruto përbëjnë pjesën më të madhe të të gjithë lëndëve djegëse që përdoren në motorët me djegie të brendshme. Në përbërjen e lëndës djegëse të lëngët bëjnë pjesë, zakonisht, këto elemente: karboni C, hidrogjeni H₂ dhe oksigjeni O₂ (shih kapitullin 1). Në disa raste ato përmbajnë sasi të vogla squfuri S, azoti N etj, prania e të cilave është e padëshirueshme ose e palejueshme, kështu që për largimin e tyre nga lënda djegëse përdoren metoda të ndryshme gjatë përpunimit të naftës. Në përgjithësi mund të themi se, karburantet e përshtatshëm për motorët me djegie të brendshme, duhet të zotërojnë këto karakteristika [68]:

- a. Disponueshmëri të madhe, lehtësi përgatitjeje me kosto të ulët,
- b. Fuqi kalorifike të lartë për njësi mase dhe vëllimi, lehtësi në transportim dhe ruajtje
- c. Mungesë depozitimesh karbonike në paretet e dhomës së djegies dhe prodhimeve gërryese.

Së fundmi, në kuadër të nevojave për energji dhe masave shtrënguese në lidhje me uljen e ndikimit të emetimeve të gazeve nga M.D.B, kanë hyrë në përdorim edhe biokarburantet. Markat e lëndëve djegëse që tregtohen sot janë të shumta, në veçanti markat e benzinave, të cilat ndryshojnë ndërmjet tyre lidhur me karakteristikat fiziko-kimike dhe sidomos për sa i përket vetive antidetonuese.

Në lëndët djegëse të lëngëta përfshihen hidrokarburet me (5÷30) atome karbon. Në vendin tonë sipas legjislacionit është futur në përdorim lënda djegëse EU5, e cila tregtohet në të gjitha pikat e shitjes me pakicë apo shumicë të hidrokarbureve.

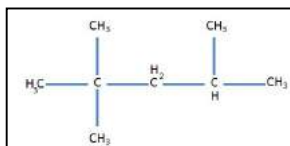
Benzina përmban kryesisht alkaline (parafine), alkene (olefine) dhe aromatike. Lënda djegëse naftë përbëhet kryesisht nga parafinat, aromatiket dhe hidrokarburet alifatike ciklike. Hidrokarburet e benzinaës përmbajnë në mënyrë tipike (4÷12) atome karboni me interval të

pikës së vlimit midis (30 dhe 210 °C), ndërsa lënda djegëse naftë përmban hidrokarbure me përmbajtje përafërsisht (12÷20) atomeve karbon dhe me interval të pikës së vlimit midis (170÷360 °C).

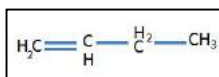
Hidrokarburet e parafinës, veçanërisht parafinës normale, përmirësojnë cilësinë e ndezjes së lëndës djegëse naftë, por vetitë e këtyre parafinave tentojnë të jenë të dobëta në temperatura të ulëta. Aromatiket në benzene kanë numër të lartë oktani. Sidoqoftë, aromatiket dhe olefinet mund të përkeqësojnë pastërtinë e motorit të automjetit dhe gjithashtu rrisin depozitimet e motorit, i cili është një faktor përkeqësues për motorët e rinj të sofistikuar dhe sistemin e trajtimit të gazeve të djegies ‘aftertreatment’ në veçanti. Komponentët aromatike mund të çojnë në formimin e përbërësve kancerogjene në gazet e daljes, si benzene dhe përbërës poliaromatike. Olefinet në benzene mund të çojnë në rritjen e përqendrimit të olefineve reaktive në gazet e djegies, disa nga të cilat janë kancerogjene, toksike ose mund të intensifikojnë procesin e formimit të ozonit. Shtesat (lëndët additive) mund të nevojiten për të siguruar veti të përshtatshme të lëndëve djegëse të benzinës dhe naftës.

Sot, një rëndësi e veçantë i është dhënë përzierjeve alternative ose mundësive të rizëvendësimit të benzinës dhe naftës.

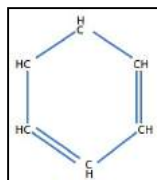
Parafinet (alkanet)



Olefinet (alkenet)



Aromatiket



Naftenet (cikloalkenet)

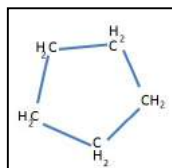


Figura 2.1: Strukturat molekulare të hidrokarbureve tradicionale [68].

2.1 Karakteristikat, normat, standardet kombëtare dhe ndërkombëtare të lëndëve djegëse

Vetitë e lëndëve djegëse janë të kontrolluara nga legjislacioni dhe standardet përkatëse të lëndëve djegëse. Në Evropë, direktiva 2009/30/EC është përgjegjëse për garantimin e cilësisë së lëndëve djegëse dhe përcakton kërkesat për vetitë bazë të lëndëve djegëse.

Në Shqipëri, standardi që përcakton përdorimin e lëndëve djegëse të lëngëta që përdoren në sektorin transportit rrugor përmbush kërkesat e standardit EN 590, 2009/30/EC, EU5, ku vlera limit e përmbajtjes së squfurit nuk duhet të jetë më e lartë se 10 ppm. Ky standard është aplikuar me qëllimin e vetëm për të përmirësuar shkallën e emetimeve të gazeve në atmosferë nga mjetet e transportit rrugor, e cila garanton jetëgjatësinë e sistemit të trajtimit të gazeve pas djegies.

Tabela 2.1: Vetitë fiziko-kimike të lëndës djegëse diesel, Shqipëri [69].

Karakteristikat: Diesel	Specifikimet: Sipas EN 590
Ngjyra	Ndritshme dhe të qartë, pa ngjyrë me nuanca të lëngut verdhë
Numri i cetanit	Min. 51.0
Indeksi i cetanit	Min. 46.0
Densiteti në 15 °C	820 – 845.0 kg/m ³
Përmbajtja e Hidrokarboneve Aromatike Polvcyclic (PAH)	Max. 8.0 % m/m
Përmbajtja e squfurit	Max. 10.0 mg/kg (10 ppm)

Tabela 2.2: Vetitë fiziko-kimike të lëndës djegëse benzinë 95+, Shqipëri [69].

Karakteristikat: Pa Plumb 95+	Specifikimet: Sipas EN 590
Numrit i oktanit të kërkuar (RON)	Min.95
Numri i oktanit në motor (MON)	Min.85
Përmbajtja e plumbit	Max.5 mg/l
Densiteti në 15°C	720 –775kg/m ³
Përmbajtja e sulfurit	10 mg/kg
Stabiliteti i oksidimit	Min.360 minuta
Përmbajtja ekzistues rezinës (tretës larë)	Max.5 mg/100 ml
Korrozioni i rripit bakrit (3 orë në 50°C)	Klasi 1
Ngjyra	E qartë dhe shndritshme

Tabela 2.3: Vetitë fiziko-kimike të lëndës djegëse benzinë 100+, Shqipëri [69].

Karakteristikat Pa Plumb 100+	Specifikimet Sipas EN 590
Numrit i oktanit të kërkuar (RON)	Min.99
Numri i oktanit në motor (MON)	Min.85
Përmbajtja e plumbit	Max.5mg/l
Densiteti në 15°C	720 – 775kg/m ³
Përmbajtja e sulfurit	10 mg/kg
Stabiliteti i oksidimit	Min.360 minutes
Përmbajtja ekzistues rezinës (tretës larë)	Max.5 mg/100 ml
Korrozioni i rripit bakrit (3 orë në 50°C)	Klasi 1
Paraqitja	Qartë dhe Shkëlqyeshëm

Tabela 2.4: Vetitë fiziko-kimike të lëndës djegëse GLN, Shqipëri [69].

Karakteristikat: (LPG)	Specifikimet: Sipas EN 590
Pamja, ngjyra dhe era	Lëngshëm, lëngu pangjyrë me një erë të sqfurit
Densiteti në 15°C	500 – 600 kg/m ³
Pika e ndezjes	-60°C
Temperatura e ndezjes automatike	>365°C
Pika e vlimit/zona e vlimit	-42°C - -0°C
Densiteti relative i avullimit (ajër = 1)	> 1 @ 101 kPa
Presioni i avullimit në 20°C	210 kPa – 900 kPa

2.1.1 Standardet e lëndës djegëse benzinë për vendet e BE dhe SHBA.

Kërkesat në rritje për cilësinë e lëndëve djegëse vijnë si rezultat i nevojës për uljen e nivelit të emetimeve të gazeve të çliruara nga djegia e hidrokarbureve në M.D.B. Funksionaliteti dhe performanca e zakonshme e benzinës mund të përcaktohet në bazë të: vlerës së numrit të oktanit, avullueshmërisë, përmbajtjes së olefinës dhe shtesave të tjera. Ulja e nivelit të emetimeve në mjedis mund të realizohet në bazë të: përmbajtjes së aromatikeve, olefinave, benzenit, oksigjenimit, avullueshmërisë dhe sqfurit (plumbi nuk është i lejuar në shumicën e shteteve). Komiteti European për Standardizim (KSE) zhvillon standarde në lidhje me përdorimin e lëndëve djegëse.

Në Europë standardi, i cili garanton cilësinë e lëndës djegëse është direktiva 2009/30/EC.

Në SHBA, standardi ASTM D 4814 zbatohet për përcaktimin e karakteristikave specifike të lëndës djegëse për automjetet benzinë. Standardi ASTM përfshin një numër të klasave dhe përjashtimeve që marrin në konsiderate: klimën, rajonin si dhe përmbajtjen e etanolit në benzinë (ASTM D 5798).

Tabela 2.5: Karakteristikat dhe vetitë e lëndës djegëse të M.D.B Benzinë në Evropë dhe SHBA [70].

	Standardi EU 2009/30/EC ^c	Standard A 2012 ^c	Standard B 2014 ^{c,d}	WWFC:2013 kategoria 4 ^c
RON	≥95 ^a	≥95.0 ^a		≥95 ^a
MON	≥85 ^a	≥85.0 ^a		≥85 ^a
Presioni i avullit, kPa ^e	≤60.0 ^a	45 – 60 ^a	≤62 ^a	45 – 60 ^a
Densiteti në 15 °C, kg/m ³		720-775		715-770
Pika kritike e vlimit, °C		≤210	≤225	≤205
Përmb. sqfurit, vol-%	≤10.0	≤10.0 mg/kg	≤80.0	≤10.0
Rrypi gjërryes i bakrit		Klasi i 1 ^{-rë}	≤1	Klasi i 1 ^{-rë}

2.1.2 Standardet e lëndës djegëse naftë për vendet e BE dhe SHBA.

Në Evropë, direktiva për cilësinë e lëndëve djegëse, 2009/30/EC, përcakton kërkesat për vetitë bazë fiziko-kimike të lëndëve djegëse, të cilat përdoren në sektorin e transportit në veçanti. Standardi Evropian EN 590 përfshin më shumë kërkesa të jashtme se sa direktiva për cilësinë e lëndës djegëse për të siguruar funksionimin e rregullt të naftës në treg. Në SHBA, standardi, i cili garanton cilësinë e lëndës djegëse naftë është ASTM D 975. Prodhuesit e automjeteve dhe motorëve kanë përcaktuar standarde për cilësinë e lëndëve djegëse, të cilat janë të formuluar në tabelën unike ndërkombëtare të përdorimit të lëndëve djegëse (WWFC). Kategoria 4 është kategoria më e lartë e WWFC që aplikohet për tregjet me kërkesa të avancuara për kontrollin e emetimit të gazeve, e cila kushtëzohet nga përdorimi i teknologjive të trajtimit të pas djegies, të cilat kanë kërkesa limit për nivelin e emetimit të NO_x dhe PM.

Tabela 2.6. Standardet e lëndës djegëse të M.D.B Diesel në Evropë dhe SHBA [70].

	Standardi European 2009/30/EC ^a	Standard A 2013 ^a	Standard B 2014 ^a	WWFC:2013 kategoria 4 ^a
Nr. i cetanit	≥51.0	≥51.0 ^b	≥40	≥55.0
Indeksi i cetanit		≥46.0	≥40 ose aromatike ≤35 vol-%	Varet nga përdorimi shitesë
Densiteti në 15 °C, kg/m ³	≤845.0	820 ^b – 845		820 ^b - 840
Viskoziteti në 40 °C, mm ² /s		2.000 ^b – 4.500	1.9-4.1	2.0 ^b – 4.0
Pika e ndezjes, °C		>55.0	≥52	≥55
Avullueshmëria, vol-%		E250: <65 E350: ≥85		
Avullueshmëria, °C	T95: ≤360.0	T95: ≤360	T90: 282-338	T90: ≤320, T95: ≤340
Përmbajtja e sqfurit mg/kg	≤10.0	≤10.0	≤15	≤10
Përmbajtja FAME, vol-%	≤7.0	≤7.0	≤5.0 ^c	≤5.0

2.1.3 Hidrokarburet alternative

Karburante alternative si një mundësi për reduktimin e ndotjes në mjedis nga automjetet, në këtë këndvështrim Bashkimi Europian ka miratuar një strategji sipas Direktivës 2014/94 / EU të Parlamentit Evropian dhe Këshillit, datë 22 tetor 2014 "Mbi vendosjen e infrastrukturës së karburanteve alternative "

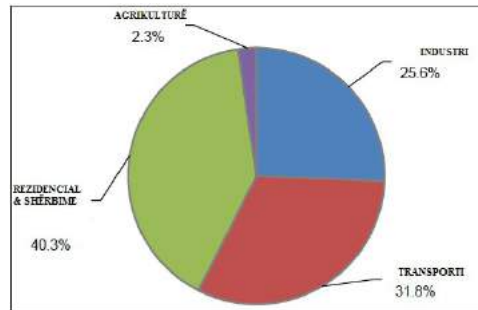


Figura 2.2: Konsumi final i energjisë sipas sektorëve në BE 28 [71].

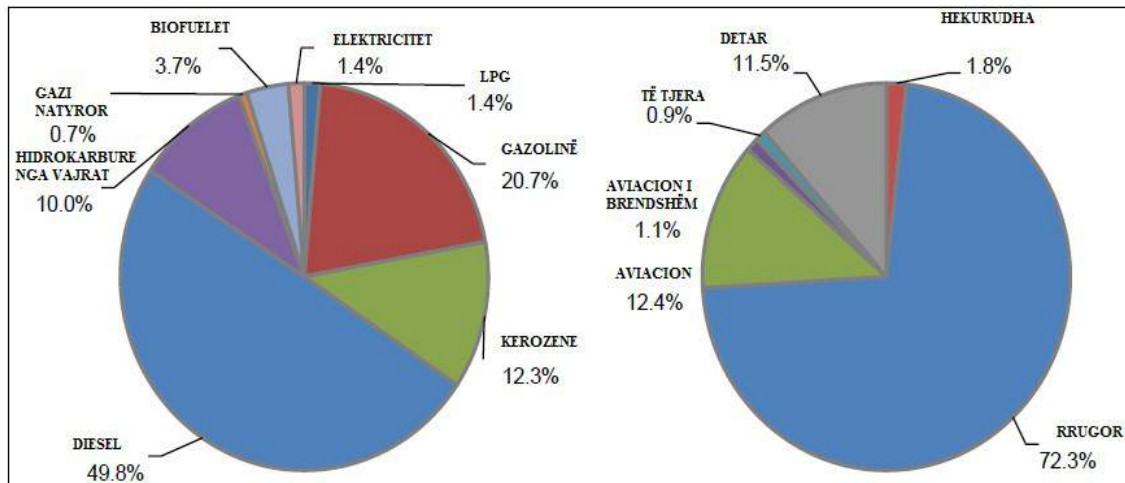


Figura 2.3: Ndarja e kërkesës për energji nga sektori i transportit sipas burimit dhe llojit, 2012 [71].

Sektori i transportit në vendet anëtare të BE-së është përgjegjës për 32 % të konsumit final të energjisë (352 Mtoe) në 2012. Ndërsa në Shqipëri, sektori i transportit rrugor ka peshën specifike më të madhe përse i përket konsumit të energjisë [4]. Lëndë djegëse alternative, në përgjithësi përcaktohet çdo lëndë djegëse tjetër përveç lëndëve djegëse tradicionale, benzina dhe nafta, e përdorur për të prodhuar energji apo në impiantet e fuqisë. Impakti në mjedis dhe energjia e prodhuar nga karburantet alternative ndryshon në varësi të burimit të karburantit. Disa lëndë djegëse alternative që përdoren sot në sektorin e transportit rrugor janë:

- Biodieseli
- Etanoli
- Propani
- Energjia elektrike
- Gazi Natyror i Ngjeshur dhe Hidrogjeni.

Biodieseli, është një lëndë djegëse e rinovueshme alternative që mund të prodhohet nga një gamë e gjerë e vajrave bimore dhe yndyrnave shtazore. Bionafta nuk përmban naftë, por mund të përzihet në raporte të caktuara me naftën për të krijuar një përzierje bionaftë. Ajo mund të përdoret në M.D.B diesel (me ndezje me kompresion), pa kryer modifikime në motor. Dieseli konvencional që trajtohet me anë të teknologjive të avancuara të rafinimit (duke larguar sasinë e squfurit, S) jep naftën ULSD (Ultra Low Sulfur Diesel), por përsëri niveli i emetimeve ngelet më i lartë sesa biodieseli, i cili nuk përmban squfur, S [72].

Etanoli, është një biokarburant i rinovueshëm alternativ i prodhuar nga lloje të ndryshme bimore. Etanoli mund të përzihet me benzinën në raporte të ndryshme. Shumica e motorëve me djegie të brendshme me ndezje të detyruar mund të përdorin benzinën me përzierje 10 % etanol (E10). E85 është një përzierje e 85 % etanol dhe 15 % benzinë pa plumb.

E85 është një karburant alternativ që përdoret në sektorin e transportit duke u emërtuar si karburant fleksibël (FFV) [73].

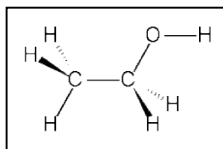


Figura 2.4: Struktura molekulare e Etanolit - C_2H_5OH [73].

Sipas Agjencisë Ndërkombëtare të Energjisë, qelizat me etanol mund të lejojnë prodhuesit e etanolit të luajnë një rol shumë më të madh në të ardhmen [74].

Energjia elektrike, është një formë e energjisë, e cila sigurohet nga rrjetet e energjisë elektrike dhe që më pas ruhet në bateritë e automjeteve. Në aspektin e emisionit të gazeve në ambient ky grup i automjeteve ka ndotje zero (zero emission). Kjo formë e energjisë nuk ka gjetur përdorim të gjerë për transport individual, por aktualisht, përdorimi i energjisë elektrike në sektorin e transportit po përdoret kryesisht në sektorin e transportit hekurudhor, ku 54 % e linjave hekurudhore europiane janë elektrizuar [75].

Propani, me formulë kimike C_3H_8 i njohur gjithashtu si gazi i lëngshëm i naftës (GLN), është një nënprodukt i përpunimit të gazit natyror dhe i papërpunuar nga procesi i rafinimit të

naftës. Propani është më pak toksik se karburantet e tjera. Interesi në rritje vjen për shkak të disponueshmërisë të tij, fuqisë kalorifike të lartë, djegies me cilësi, e cila siguron në këtë mënyrë ndotje të ulët. Propani siguron vlera të oktanit ndërmjet 104 dhe 112 [76] në varësi të përzierjes së raportit butan/propan.

Gazi Natyror i Ngjeshur (CNG), është një gaz natyral që nxirret nga pusët e prodhimit. Gazi natyror është një lëndë djegëse fosile e përbërë kryesisht nga metani CH_4 ku djegia është më e pastër se benzina dhe nafta. Automjetet mund të përdorin CNG të rinovueshme dhe jo të rinovueshme [77].

Hidrogjeni (H_2), është një karburant alternativ i rinovueshëm, që mund të zëvendësojë karburantet tradicionale. Nuk ka gjetur aplikim në masë pasi ka kosto të lartë të prodhimit dhe kërkon siguri të lartë gjatë transportimit të tij pasi paraqet rrezikshmëri. I vetmi ndotës që krijon H_2 është oksidimi i tij me O_2 duke prodhuar ujin [68].

2.2 Normat, standardet kombëtare dhe ndërkombëtare për emetimet e gazeve nga M.D.B në sektorin e transportit rrugor.

Standardet kombëtare dhe ndërkombëtare të emetimeve të gazeve nga automjetet e pasagjerëve të kategorisë së automjeteve M1 janë përmbledhur në Tabelat 2.7-2.11.

Tabela 2.7: Vlerat e lejuara të emetimit të gazeve për automjetet e kategorisë M1 me benzinë në Shqipëri sipas Direktivës 2009/40/EC, datë 06.05.2009 “Mbi kontrollin teknik të mjeteve rrugore me motor dhe rimorkiove” [78].

Viti	CO % (Min)	HC ppm (min)	CO % (2500 RPM)	HC ppm (2500 RPM)	λ
Para 01.10.1986	4.5	1000			
Pas 01.10.1986 - 31.12.1993	3.5	750			
Pas 1 Janar 1994	0.5		0.3	200	1 ± 0.03
1 Korrik 2002	0.3		0.2		1 ± 0.03

Tabela 2.8: Vlerat e lejuara të opacitetit (m^{-1}) për automjetet e kategorisë M1 diesel në Shqipëri sipas Direktivës 2009/40/EC, datë 06.05.2009 “Mbi kontrollin teknik të mjeteve rrugore me motor dhe rimorkiove” [78].

Viti	Turbo	Jo-turbo
Deri 1980	4.0	
01.01.1980-01.07.2008	3.0	2.5
Pas 01.07.2008	1.5	

Sipas Udhëzimit Nr. 1, Datë 04/03/2015, mbi disa ndryshime në Manualin “Mbi kontrollin teknik të mjeteve”. Ministria e Transportit dhe Infrastrukturës njoftoi se nga data 1 Korrik 2015 do fillojë zbatimi i këtij udhëzimi i cili do të implementohet në 3 faza.

Në fazën e parë, prej 1 Korrik ÷ 31 Dhjetor 2015 (shtesat variojnë nga 10, 20, 40 dhe 60 % në funksion të vitit të prodhimit, ku automjetet me vit prodhimi më të hershme kanë shtesat më të vogla pasi ato kanë normativa më të larta).

Në fazën e dytë, prej 1 Janar ÷ 31 Qershor 2016 (shtesat përgjysmohen)

Në fazën e tretë dhe përfundimtare, duke filluar nga 1 Korrik 2016 do të aplikohet zbatimi rigoroz i normave të lejuara të elementeve ndotës nga gazet e automjeteve në përputhje të plotë me Direktivën Evropiane 2009/40/BE.

Tabela 2.9: Normativat e BE për nivelin e emetimit të gazeve dhe PM nga sektori i transportit rrugor për kategorinë e automjeteve M1 [79].

Standardet e BE për emetimet e gazeve nga automjetet e kategorisë M1							
Faza	Data	CO	HC	HC + NO _x	NO _x	PM	PN
		g/km					#/km
Ndezje me kompresion (Diesel)							
Euro 1†	1992.07	2.72 (3.16)	-	0.97 (1.13)	-	0.14 (0.18)	-
Euro 2, IDI	1996.01	1.0	-	0.7	-	0.08	-
Euro 2, DI	1996.01 ^a	1.0	-	0.9	-	0.10	-
Euro 3	2000.01	0.64	-	0.56	0.50	0.05	-
Euro 4	2005.01	0.50	-	0.30	0.25	0.025	-
Euro 5a	2009.09 ^b	0.50	-	0.23	0.18	0.005 ^f	-
Euro 5b	2011.09 ^c	0.50	-	0.23	0.18	0.005 ^f	6.0×10 ¹¹
Euro 6	2014.09	0.50	-	0.17	0.08	0.005 ^f	6.0×10 ¹¹
Ndezje e detyruar (Otto)							
Euro 1†	1992.07	2.72 (3.16)	-	0.97 (1.13)	-	-	-
Euro 2	1996.01	2.2	-	0.5	-	-	-
Euro 3	2000.01	2.30	0.20	-	0.15	-	-
Euro 4	2005.01	1.0	0.10	-	0.08	-	-
Euro 5	2009.09 ^b	1.0	0.10 ^d	-	0.06	0.005 ^{e,f}	-
Euro 6	2014.09	1.0	0.10 ^d	-	0.06	0.005 ^{e,f}	6.0×10 ¹¹ e,g

* Në intervalin 1- 4, automjetet e pasagjerëve > 2,500 kg i përkasin kategorisë N₁ të automjeteve

† vlerat në kllapa janë brenda limitit të COP

a. deri më 1999.09.30 (pas kësaj date motorët DI duhet të jenë brenda limiteve të motorëve IDI)

b. 2011.01 për të gjitha modelet

c. 2013.01 për të gjitha modelet

d. NMHC = 0.068 g/km

e. e aplikueshme vetëm për motorët DI

f. 0.0045 g/km duke u testuar sipas procedurave të PMP

g. 6.0×10¹² 1/km brenda tre viteve të para të hyrjes në fuqi të Euro 6

Shënim: PN-numri i grimcave PM për km

2.2.1 Standardi LEV II dhe LEV III

Me qëllim që të garantohet cilësia e ajrit, përballë rritjes së numrit të automjeteve që qarkullojnë në rrugë dhe cilësisë së karburanteve, SHBA kanë ndërmarrë hapa konkrete për parandalimin e fenomeneve me impakt negativ në mjedis. Në nëntor të vitit 1998 CARB “Bordi i Burimeve të Ajrit të Kalifornisë” adoptoi standardin e emetimeve LEV II për periudhën 2004-2010. Ky standard duhet të ndryshonte për shkak të niveleve të larta të emetimit të gazeve të çliruara për të gjitha kategoritë e automjeteve, ku nëpërmjet këtij standardi prodhuesit e automjeteve u vunë para përgjegjësisë për të implementuar teknologji të reja për reduktimin e nivelit të gazeve dhe PM.

Standardi LEV II është i barasvlershëm me standardet e Tier 2 të shteteve të tjera federale të SHBA.

Standardi LEV II iu kërkoi prodhuesve të automjeteve që të reduktojnë nivelet e emetimit të gazeve të parkut të automjeteve të prodhuara çdo vit deri në vitin 2010 si faza e fundit e aplikimit të standardit LEV II. Në rastin e automjeteve LDV, prodhuesit duhej të përmbushnin standarde gjithnjë e më të forta për vlerën mesatare të emetimit të gazeve NMOG për parkun e automjeteve.

Për shembull, referuar LEV II, në fund të vitit 2010 vlera mesatare e emetimit të gazeve organike jo metan (NMOG) për kategorinë vetura (PC) dhe kamiona të lehtë (LDT1) duhej të ishte $0.035 \left(\frac{g}{mi}\right)$ dhe $0.043 \left(\frac{g}{mi}\right)$ për LDT2.

Tabela 2.10: Standardet e Emetimit të gazeve dhe PM sipas LEV II për kategorinë PC (M1) & LDVs [80].

Standardet e Emetimeve të gazeve sipas LEV II për PC dhe LDVs < 8500 lbs (LDT1 & LDT2), FTP-75, g/mi										
Kategoria	50,000 milje/5 vite					120,000 milje/11 vite				
	NMOG	CO	NO _x	PM	HCHO	NMOG	CO	NO _x	PM	HCHO
LEV	0.075	3.4	0.05	-	0.015	0.090	4.2	0.07	0.01	0.018
ULEV	0.040	1.7	0.05	-	0.008	0.055	2.1	0.07	0.01	0.011
SULEV	-	-	-	-	-	0.010	1.0	0.02	0.01	0.004

2.2.2 Standardi Tier III

Standardet e emetimeve Tier III për kategorinë e automjeteve të lehta u propozuan dhe u miratuan në Mars 2013. Standardet Tier 3 janë në një linjë me standardet e shtetit të Kalifornisë LEV III, të cilat do të zbatohen gjatë periudhës 2017 deri 2025.

Gjithashtu, rregullorja parashikon forcimin e limitit të përmbajtjes së squfurit për automjetet që përdorin benzinën si lëndë djegëse.

Struktura e standardeve është e ngjashme me standardet Tier 2, ku prodhuesit duhet të certifikojnë automjetet e tyre në një nga shtatë normativat në dispozicion "Normativat e Certifikimit", duke përbushur një limit mesatar të emisionit të gazeve, për çdo grup të automjeteve tyre, sipas vitit dhe grup-kategorive të caktuara.

Standardet Tier 3 janë më të rrepta se standardet Tier 2 dhe përfshijnë një numër të rëndësishëm masash shtrënguese:

- Të dy limitet e certifikimit (grupi) dhe standardet mesatare të emisionit të gazeve të parkut të automjeteve të tyre duhet të shprehen si shumë e emetimeve ($NMOG + NO_x$).
- kategoritë emërtohen duke përdorur kufirin e tyre korespondues të shumës $NMOG + NO_x$ në ($\frac{mg}{mi}$). Emisionin më të lartë e lejon kategoria Bin 160 [$(NMOG + NO_x) = 160 (\frac{mg}{mi})$] që është ekuivalent me Tier 2 Bin 5.
- Emetimet mesatare deri në vitin 2025 të ($NMOG + NO_x$) për parkun e automjeteve duhet të arrijë 30 ($\frac{mg}{mi}$) (Bin 30 = Tier 2 Bin 2).
- Afati i matjes të emisionit të kërkuar është rritur në 150,000 mi, përkundrajt 120,000 mi.
- Automjetet me benzinë testohen për gazet e daljes dhe emetimeve të avullueshme duke përdorur benzinë që përmban 10 % etanol (E10).
- Standardi Tier 3 gjithashtu përfshin standardet e emetimit për automjete të rënda (HDV), automjetet Pick-Up dhe furgonat.
- Përkufizimet e kategorive të automjeteve, duke përfshirë automjetet e lehta (LDV), kamionë (LDT) dhe automjeteve të pasagjerëve të mesme (MDPV) janë në përputhje me përkufizimet Tier 2.
- Prodhuesit mund të certifikojnë automjetet e tyre sipas standardeve të LEV III për modelet para vitit 2015.
- Duke filluar me modelin e vitit 2020, të gjitha automjetet duhet detyrimisht të certifikohen sipas standardeve të përcaktuara në LEV III.

Standardet e LEV III modifikojnë standardet Lev II në disa mënyra:

- (a) Duke kombinuar standardet $NMOG$ dhe NO_x në një standard të vetëm $NMOG + NO_x$
- (b) aplikojnë kërkesat më të rrepta mesatare për $NMOG + NO_x$ për parkun e automjeteve model-vit (MY) 2015-2025.
- (c) shtimin e disa klasave të standardeve mbi vlerat e emetimeve të lejuara.
- (d) rritja e kohëzgjatjes së kërkesave për limitet e emetimeve.

Kategoritë e emisionit të gazeve nga automjetet për pasagjerë sipas standardit LEV III dhe standardet FTP-75 jepen në Tabelën 2.11.

Tabela 2.11: Standardi i Emetimit të gazeve dhe PM sipas LEV III [80].

Standardi i Emisionit LEV III, Jetëgjatësia 150,000 milje, FTP-75					
TIPI I AUTOMJETIT	Kategoria Emisionit	NMOG+NO _x	CO	HCHO	PM [†]
		<i>g/mi</i>	<i>g/mi</i>	<i>mg/mi</i>	<i>g/mi</i>
Të gjitha PC LDT ≤ 8500 lbs GVW ^a Të gjitha MDPV's	LEV160	0.160	4.2	4	0.01
	ULEV125	0.125	2.1	4	0.01
	ULEV70	0.070	1.7	4	0.01
	ULEV50	0.050	1.7	4	0.01
	SULEV30	0.030	1.0	4	0.01
	SULEV20	0.020	1.0	4	0.01
MDV 8501 - 10,000 lbs GVW ^b	LEV395	0.395	6.4	6	0.12
	ULEV340	0.340	6.4	6	0.06
	ULEV250	0.250	6.4	6	0.06
	ULEV200	0.200	4.2	6	0.06
	SULEV170	0.170	4.2	6	0.06
	SULEV150	0.150	3.2	6	0.06
MDV 10,001 - 14,000 lbs GVW ^b	LEV630	0.630	7.3	6	0.12
	ULEV570	0.570	7.3	6	0.06
	ULEV400	0.400	7.3	6	0.06
	ULEV270	0.270	4.2	6	0.06
	SULEV230	0.230	4.2	6	0.06
	SULEV200	0.200	3.7	6	0.06
[†] - E zbatueshme vetëm për automjetet që nuk përfshihen në fazën e standardeve finale PM (Tabela 7 & Tabela 8). ^a - Pesha me ngarkesë (LVW) ^b - Pesha e rregulluar e automjeteve me ngarkesë (ALVW). Shkurtime: PC - Autovetura për pasagjerë LDT - Kamionçinat dhe ATP e vogla MDPV - automjete mesatare për transport pasagjerësh MDV - Kamionat për transport mallrash					

2.2.3 Standardi LEV III për grimcat e ngurta PM

Standardi i emetimit të PM të dhëna në Tabelën 2.12 do të forcohet edhe më shumë duke vendosur nivele të reja.

Tabela 2.12: Standardi i Emetimit LEV III për vlerat e lejuara të PM për të gjitha kategoritë e automjeteve [80].

Standardi LEV III për PM, FTP-75		
Lloji i automjetit	Vlera limit e PM	Periudha
	mg/mi	
PCs, LDTs, MDPVs	3	2017-2021
	1	2025-2028
MDVs 8501-10,000 lbs	8	2017-2021
MDVs 10,001-14,000 lbs	10	2017-2021

Kërkesa të reja, të rrepta të emetimit janë në veprim, me parkun e automjeteve të lehta për të arritur një mesatare ekuivalente SULEV të nivelit të emetimeve $NMOG + NO_x = 0.030 \text{ g / mi}$ në vitin 2025 (Figura 2.5)

Prandaj, kërkesat që duhet të plotësojnë automjetet e kategorisë PC për përmbushjen e standardit LEV III, do të rezultojnë me një reduktim në masën 87.5 % të shkarkimeve të ($NMOG + NO_x$) dhe 76.2 % për emetimet e CO.

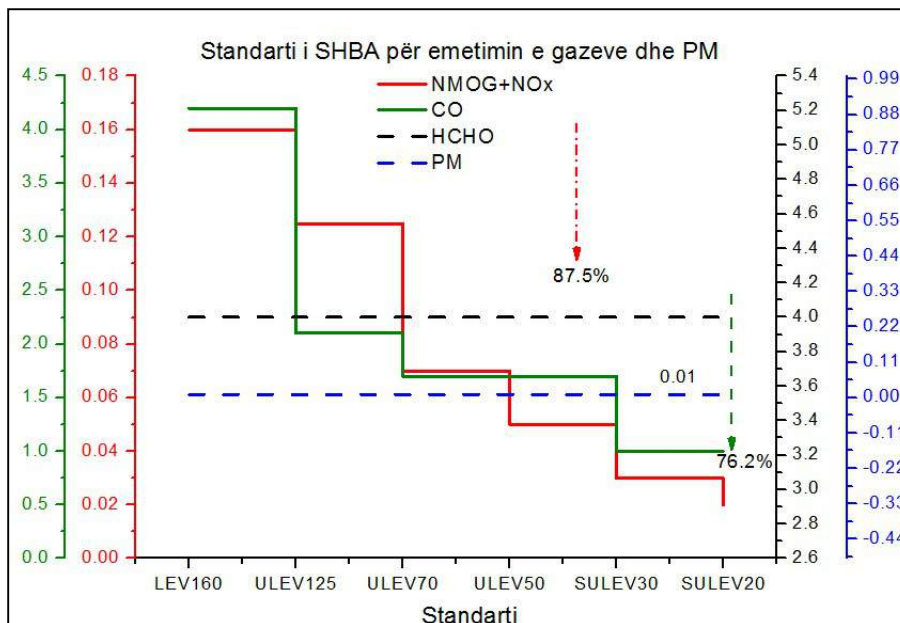


Figura 2.5: Reduktimi i nivelit të emetimeve të gazeve dhe PM nga M.D.B. Standardi LEV III dhe objektivat deri në 2025.

Standardi Tier 3 aplikohet për një jetëgjatësi deri 150,000 milje ose 15 vjet, duke iu referuar vlerës e cila ndodh e para. Kjo kërkesë është identike me programin LEV III në Kaliforni.

Prodhuesit do të vazhdojnë të marrin kredite të *NMOG* nga përdorimi i teknologjive *DOC* që çojnë drejt standardit ($NMOG + NO_x$), si prsh radiatorët e veshur me katalizatorë të shkatërrimit të ozonit. Kreditimi është i kufizuar në $5 \left(\frac{\text{mg}}{\text{mi}}\right) NMOG$.

Standardi Tier 3 parashikon lehtësim të limiteve të emetimit të gazeve në funksion të lartësisë.

Kushtet e lartësisë maksimale, janë përkufizuar ato me një lartësi prove prej 1620 metra mbi nivelin e detit.

2.2.4 Standardi i BE për normativat e sasisë së CO₂ të çliruar nga sektori i transportit rrugor.

Duke filluar nga viti 2020 shtetet e Bashkimit European kanë rënë dakord të aplikojnë vlera të tjera të lejuara lidhur me emetimin e gazit të CO₂, dhe kërkohet se automjetet duhet të emetojnë 95 g CO₂/ km, pra, si rrjedhojë automjetet me naftë të kategorisë M1 duhet të kenë një konsum specifik të lëndës djegëse mesatarisht 3.6 L.l.dj/100 km dhe 4.1 L.l.dj/100 km për automjetet me lëndë djegëse benzinë.

Targetet deri në vitin 2050

Shtetet e Bashkimit European kanë vendosur që ta transformojnë Evropën në një vend me efikasitet shumë të lartë të energjisë, dhe ta shndërrojë atë në një ekonomi të karbonit të ulët "LCE".

Por jo vetën kaq por vendet e BE kanë rënë dakord që deri në vitin 2030 do të reduktojnë në masën 40 % nivelin e shkarkimeve të gazeve referuar vitit 1990.

Deri në vitin 2050 vendet e EU duhet të ulin në masën 80÷95 % nivelin e shkarkimeve të gazeve me efekt serë krahasuar me vitin 1990.

Gjithashtu vendet e Bashkimit European kanë publikuar një hartë për ndërtimin e Ekonomisë së Karbonit Të Ulët "LCE".

KAPITULLI 3

TEKNOLOGJITË E AVANCUARA PËR REDUKTIMIN E GAZEVE TË DËMSHËM NË SHKARKIM.

Sot ekzistojnë teknologji të kontrollit dhe reduktimit të gazeve nga automjetet me motor me djegie të brendshme për të gjitha kategoritë e tyre (figura 3.1). Teknologjitë e trajtimit të gazeve dhe grimcave pas djegies nga M.D.B që do trajtohen në këtë kapitull janë:

- Teknologjitë e projektuara me synimin kryesor reduktimin e gazeve (CO , HC , NO_x).
- Teknologjitë e projektuara me synimin kryesor reduktimin e PM.

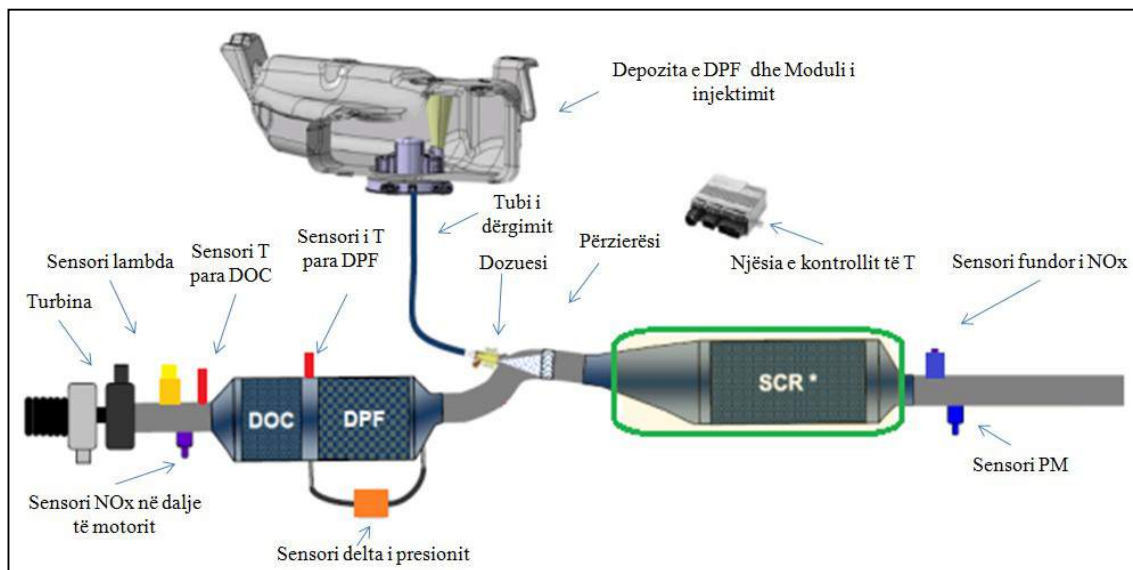


Figura 3.1: Sistemi i trajtimit të gazeve të shkarkimit në M.D.B modern [78].

3.1 Teknologjitë për reduktimin e gazeve dhe PM

Teknologjitë të cilat janë të projektuara të bëjnë reduktimin e gazeve dhe PM janë:

- DOC (TWC) - Katalizatori tre-rrugësh
- DPF - Filtër i kapjes së grimcave nga gazet e djegies
- SCR - Katalizator reduktues i NO_x
- CCV - Ventilim i mbyllur i motorit
- EGR - Riqarkullimi i gazeve të djegies
- NSC - Katalizatorët e ruajtjes dhe reduktimit të NO_x .

3.1.1 Katalizatori i dieselit (DOC)

Konvertuesi katalitik (shih Figurën 3.2) është një pajisje e cila përdoret për të reduktuar emetimet e gazeve nga motorët me djegie të brendshme modern. Nuk ka pjesë në lëvizje, por ka një sipërfaqe të brendshme të madhe. Në rastet kur oksigjeni është në mungesë atëherë një pjesë e karbonit të hidrokarbureve del së bashku me gazet e djegies në atmosferë pa u konvertuar në dyoksid karboni dhe ujë duke mundësuar krijimin e elementëve me veti toksike për ajrin dhe shëndetin e njeriut. Konvertuesit katalitik përdoren në sistemet e shkarkimit të gazeve duke siguruar një “vend” për oksidimin dhe reduktimin e produkteve të dëmshme (si oksidet e azotit, monoksidin e karbonit dhe hidrokarburet) të lëndëve djegëse në substanca më pak të rrezikshme të tilla si dyoksidi i karbonit, avujt e ujit dhe azot atomik.

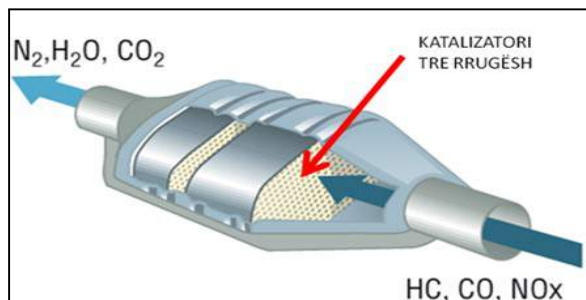


Figura 3.2: Katalizatori tre rrugësh - TWC

Konvertuesi katalitik u përdor gjerësisht në industrinë e automobilave në vitin 1975 në SHBA për shkak të rregullave të vendosura nga Agjensia Amerikane e Mbrojtjes së Mjedisit EPA, “Mbi reduktimin e gazeve me veti toksike”. Akti i Shteteve të Bashkuara “Për Ajër të Pastër” kërkoi një zvogëlim në masën 75% të gazeve të emetuara për të gjitha automjetet e modelit të ri pas vitit 1975, një zvogëlim i tillë do të kryhej nëpërmjet përdorimit të konvertuesit katalitik. Automjetet pa konvertues katalitik, çlirojnë në gazet e djegies, hidrokarbure HC, monoksid karboni CO, oksidet e azotit NO_x si dhe grimca karbonike PM. Këto gaze janë burimi më i madh i ozonit në nivelin e tokës, e cila shkakton smog dhe është e dëmshme për shëndetin e njerëzve dhe bimëve [80]. Konvertuesit katalitik gjejnë aplikim të gjerë në gjeneratorët elektrike me M.D.B stacionare, autobuza, kamiona, trena dhe pothuajse në çdo sistem tjetër që punon apo ka të instaluar në impiantin e vet një motor me djegie të brendshme.

Konvertuesi katalitik është një pajisje e thjeshtë që përdor reaksionet bazë redoks për të reduktuar gazet me veti toksike të gazeve që dalin nga sistemi i shkarkimit të gazeve të djegies së automjeteve. Kjo pajisje tepër e rëndësishme konverton rreth 98 % të gazeve të

dëmshme të prodhuara nga M.D.B, në gaze më pak të dëmshëm. Konvertuesi është i përbërë nga një dhomë metalike brenda të cilës ka një material qeramik në trajtën e hojeve me shtresa izoluese. Ky material qeramik ka kanale me mure të holla, të cilat janë të veshura me një shtresë të oksidit të aluminit. Kjo shtresë është poroze dhe rrit sipërfaqen e kontaktit, duke lejuar të ndodhin më shumë reaksione kimike në funksion të kohës. Gjithashtu, konvertuesi katalitik përmban metale të çmuara si Platin, Rodium dhe Paladium siç tregohet në Figurën 3.3. Zakonisht një konvertues katalitik përmban jo më shumë se (4÷9) gram metale të çmuara.

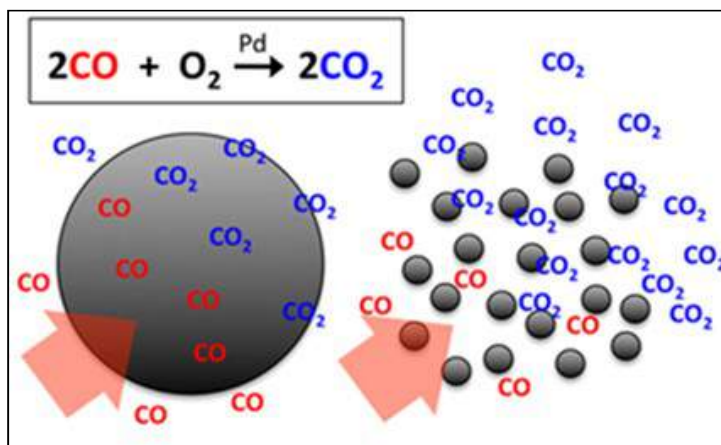


Figura 3.3: Katalizator me bazë Paladium

Konvertuesi katalitik përdor reaksione të thjeshta oksido-reduktimi për të konvertuar gazet e padëshiruara që dalin në atmosferë nga procesi i djegies së hidrokarbureve në M.D.B. Nga kimia dimë se, oksidimi është procesi, i cili shoqërohet me dhënie të elektroneve, ndërsa reduktimi është procesi, i cili shoqërohet me marrje të elektroneve. Metalet e çmuara të përmendura më lart, lejojnë transferimin e elektroneve duke bërë të mundur konvertimin e gazeve toksike në gaze të padëmshëm. Pjesa fundore e konvertuesit katalitik tre-rrugësh kontrollon sistemin e injeksionit të lëndës djegëse. Ky sistem kontrolli realizohet nga një sensor, i quajtur sensori i oksigjenit, i cili monitoron sasinë e oksigjenit në gazet e djegies, njëkohësisht i jep informacion CPU-së së motorit për të rregulluar raportin ajër-lëndë djegëse. Në këtë mënyrë konvertuesi katalitik punon në pikën e raportit stekiometrik ku efienca e tij është 100 % (shih Figurën 3.4).

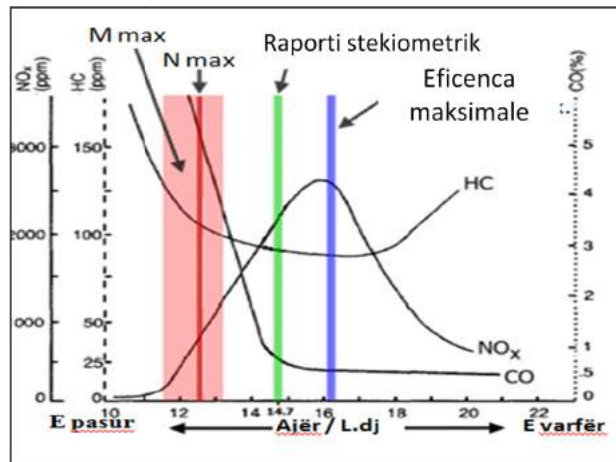


Figura 3.4: Grafiku i raportit ajër/lëndë djegëse, fuqisë, momentit dhe nivelit të emetimeve nga M.D.B [81].

Konvertuesi Katalitik Tre-Rrugësh (TWC) nga vetë emërtimi kryen tre funksione të njëkohshme.

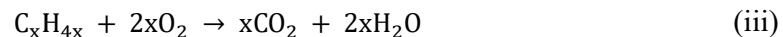
- 1- Reduktimin e oksideve të azotit në azot atomik dhe oksigjen atomik:



- 2- Oksidimin e monoksidit të karbonit në dyoksid karboni:



- 3- Oksidimin e hidrokarbureve në dyoksid karboni dhe ujë:



Dalohen dy lloje të "regjimeve" të punës të konvertuesit katalitik të cilat janë (shih Figurën 3.5)

- regjimi i varfër
- regjimi i pasur

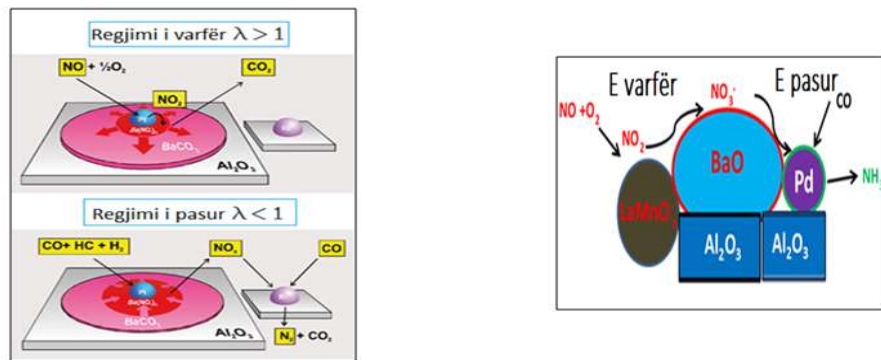
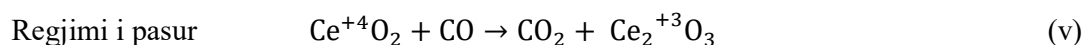
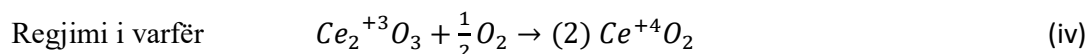


Figura 3.5: Regjimi i pasur dhe i varfër në konvertuesin katalitik tre-rrugësh (TWC) [82].

Kur sistemi punon në regjimin e varfër, kemi praninë e sasisë me tepriçë të oksigjenit, e cila favorizon reaksionet e oksidimit të monoksidit të karbonit dhe hidrokarbureve (në disfavor të reduktimit të oksideve të azotit). Nga ana tjetër, kur sistemi ndodhet në kushtet e regjimit të pasur, ka më shumë lëndë djegëse se sasia e nevojshme. Reaksionet favorizojnë reduktimin e oksideve të azotit në azot të pastër dhe oksigjen (në disfavor të dy reaksioneve të oksidimit). Me një ç'ekuilibër të vazhdueshëm të reaksioneve, sistemi nuk arrin asnjëherë efikasitetin 100%. Konvertuesit katalitikë mund të ruajnë oksigjen "ekstra" në gazet e djegies për përdorim të mëvonshëm. Kjo ruajtje zakonisht ndodh kur sistemi punon në regjimin e varfër dhe çlirohet kur nuk ka oksigjen të mjaftueshëm në gazet e djegies (shih figurën 3.5).



Oksigjeni i lëshuar kompenson mungesën e oksigjenit që vjen për shkak të reduktimit të tij nga NO_x , ose kur kemi përshpejtim të vështirë ku raporti ajër-lëndë djegëse bëhet i pasur dhe konvertuesi katalitik mund të përshtasë këtë raport në efikasitetin e tij maksimal (shih Figurën 3.4).

Përveç kësaj, çlirimi i oksigjenit të depozituar stimulon proceset e oksidimit të CO dhe C_xH_{4x} . Reaksionet redoks të mësipërm ndodhin ngadalë pa katalizator edhe pse proceset janë termodinamikisht të favorshme ato nuk mund të ndodhin pa energjinë e duhur. Kjo energji quhet energji e aktivizimit, e cila është e nevojshme për të kapërcyer pengesën fillestare të energjisë që parandalon reagimin. Katalizatori ndihmon në procesin termodinamik, duke ulur energjinë e aktivizimit. Katalizatori në vetvete nuk prodhon produkte, por ndikon në sasinë dhe shpejtësinë me të cilën produktet formohen, të shprehura nëpërmjet reaksioneve kimike.

3.1.2 Ventilimi i mbyllur i motorit (CCV)

Sistemi i ventilimit të mbyllur (CCV) nga sotokarteri i motorit është një kalim me një kah dhe në mënyrë të kontrolluar i gazeve të djegies. Kjo ndodh për shkak të hapësirës që krijohet ndërmjet unazave elastike të pistonit dhe cilindrit duke lejuar që një pjesë e gazeve të djegies të kalojnë në sotokarter. Për kontrollin e presionit brenda sotokarterit vendoset një pajisje PCV (ventilimi pozitiv nga boshti motorik), e cila shërben për pastrimin e sotokarterit.

Kjo është një mënyrë efiçiente për kontrollin e gazeve që largohen nga dhoma e djegies në drejtim të sotokarterit, duke i orientuar edhe njëherë në dhomën e djegies duke realizuar në këtë mënyrë një ridjegje më të plotë të gazeve të dëmshëm.

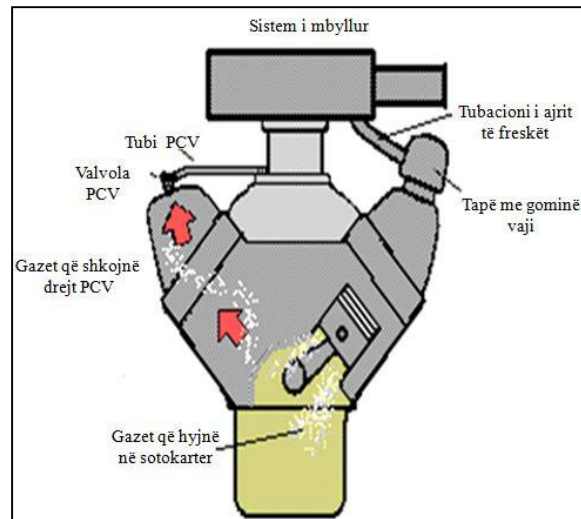


Figura 3.6: Sistemi i ventilimit të mbyllur në M.D.B [83].

3.2 Teknologjitë që përdoren për reduktimin e NO_x

Teknologjitë e reduktimit të NO_x -ve:

- EGR - Riarkullimi i gazeve të djegies
- SCR - Reduktues selektiv katalitik
- NSC - Katalizatorët e ruajtjes dhe reduktimit të NO_x .

3.2.1 Riqarkullimi i gazeve të djegies (EGR)

Riqarkullimi i gazeve të djegies (EGR) paraqet një teknologji për reduktimin e emetimeve të NO_x -ve në M.D.B. Në Amerikën e Veriut nga vitet 1972-1973 deri në fund të viteve 1980 EGR u përdor kryesisht për kontrollin e NO_x në M.D.B me lëndë djegëse benzinë për automjetet e kategorisë M1 dhe LDT. Pas aplikimit në M.D.B me benzinë, EGR u përdor edhe në M.D.B me lëndë djegëse naftë. Pas vitit 2010, zbatimi i EGR u krye jo vetëm për kontrollin e NO_x , por edhe për qëllime ekonomike të lëndës djegëse.

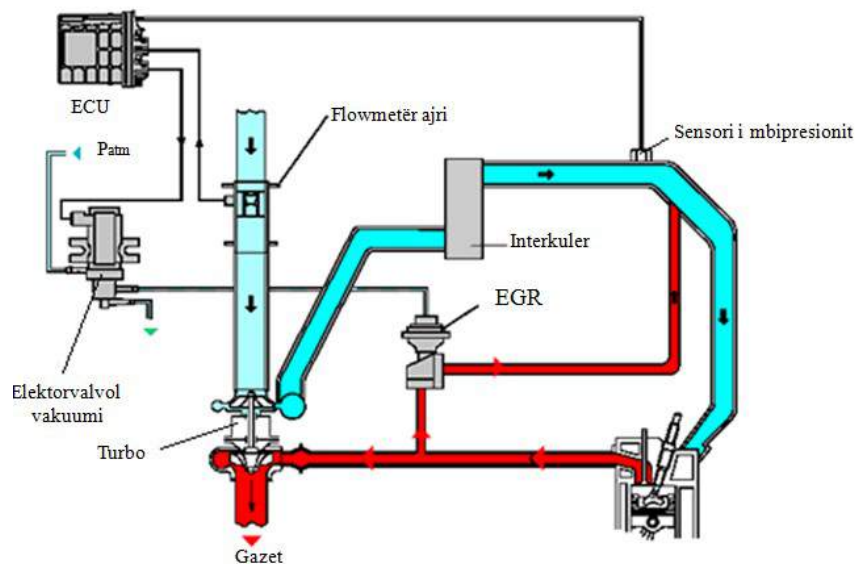


Figura 3.7: Sistemi i EGR në M.D.B [84].

3.2.2 Katalizatori selektiv reduktues (SCR)

Katalizatori selektiv reduktues (SCR) shërben për konvertimin e NO_x -ve në azot të pastër nëpërmjet reaksioneve kimike të reduktimit me amoniakun apo urenë. Kjo teknikë fillimisht u zhvillua dhe u provua në aplikime industriale stacionare. Teknologjia SCR u zbatua për herë të parë në stacionet e fuqisë në Japoni në fund të viteve 1970, më vonë filloi të aplikohet edhe në Europë nga mesi i viteve 1980. Në vitet 1990, sistemet SCR u aplikuan në SHBA në sistemet e fuqisë, turbinat me gaz. Aplikimi i SCR për motorët me naftë të lëvizshëm kërkon tejkalimin e disa problemeve, të cilat do t'i trajtojmë më poshtë. Megjithatë, SCR mbetet e vetmja teknologji e provuar dhe e aftë për reduktimin e emetimeve të NO_x -ve nga motorët me naftë të lëvizshëm, duke i mbajtur ato në nivelet e kërkuara sipas standardeve mbi emetimet e gazeve në atmosferë nga sektori i transportit rrugor në veçanti (shih tabelat 2.9 - 2.11 dhe figurën 2.5).

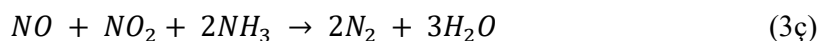
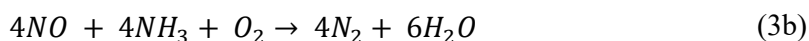
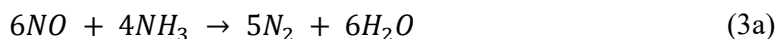
Sistemi Ure-SCR është përzgjedhur nga një numër i konsiderueshëm i prodhuesve të automjeteve si "Teknologji e Zgjidhjes" për përmbushjen e standardeve të Euro V (2008) dhe Euro VI. Aplikimet e para komerciale u kryen me kamionë me naftë në vitin 2004 nga Nissan në Japoni dhe nga Daimler Chrysler në Evropë. Megjithatë, autoritetet amerikane për "Ajër Të Pastër" kanë shprehur shqetësime në lidhje me teknologjinë e SCR. Sistemi SCR paraqet probleme në aspektin e zbatimit si:

- a) sigurimi i reduktuesit (ure), e cila duhet të jetë në dispozicion së bashku me naftën në të gjithë rrjetin e shpërndarjes së hidrokarbureve,
- b) duhet të zëvendësohet sa herë që konsumohet nga drejtuesit e mjeteve
- c) kërkon hapësirë në motor për montimin e depozitës së uresë

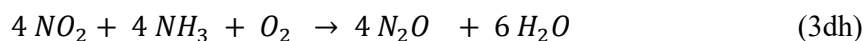
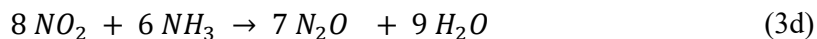
Për më tepër, dy format e amoniakut që mund të përdoren në sistemet SCR janë:

- amoniak i pastër "pa ujë", me formulë kimike NH_3
- amoniak i lëngët, me formulë kimike $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$

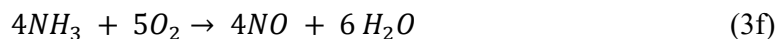
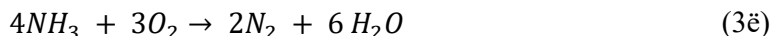
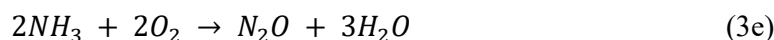
Amoniaku i pastër (pa ujë) është gas toksik i rrezikshëm, i cili përmban 82 % nitrogjen dhe 18 % hidrogjen pjesë në masë. Amoniaku i pastër kërkon mbështjellje të trashë, depozitën e ruajtjes me presion dhe tubacione speciale për shkak të presionit të lartë të avullit. Amoniaku i lëngët $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$, është më pak i rrezikshëm dhe më i lehtë për tu trajtuar. Amoniaku industrial ka një përmbajtje në masë rreth 27 % amoniak dhe 73 % ujë, ka presion atmosferik të avullimit në temperaturë normale dhe mund të transportohet në mënyrë të sigurtë. Një numër i konsiderueshëm i reaksioneve kimike ndodhin në sistemin SCR me amoniak, siç shprehen nga reaksionet (3a) deri (3ç). Të gjitha këto procese paraqesin reaksionet e dëshirueshme që zvogëlojnë përmbajtjen e NO_x -ve dhe konvertimin e tij në azot atomik. Reaksioni (3b) përfaqson mekanizmin dominues. Reaksionet e dhëna nga ekuacioni (3c) deri (3e) përfshijnë dyoksidin e azotit si reagent. Rruga e reaksionit e dhënë nga ekuacioni (3ç) është shumë e shpejtë. Ky reaksion është përgjegjës për krijimin e temperaturës të ulët SRC nga NO_2 [85]. Normalisht, përqendrimi i NO_2 në gazet e daljes, duke përfshirë dhe gazet e shkarkimit të M.D.B me naftë, janë të ulëta. Në disa sisteme SCR me M.D.B me naftë, nivelet e NO_2 rriten me qëllim për të rritur konvertimin NO_x -ve në temperatura të ulëta.



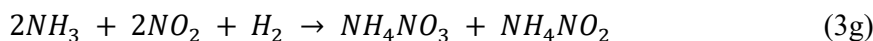
Është vërtetuar se reaksionet e mësipërme mund të frenohen nga prania e ujit [86]. Lagështia është gjithmonë e pranishme në gazet e djegies së naftës dhe gazeve të tjera të dala nga procesi i djegies së hidrokarbureve në përgjithësi. Në rast se përmbajtja e NO_2 rritet me qëllimin e vetëm që të tejkalojë nivelin NO -ve në gazet në shkarkim, atëherë rrugët e formimit të N_2O janë të mundshme, ashtu siç tregohet në ekuacionin (3d) dhe (3dh) [87].



Reaksionet e padëshirueshme që ndodhin në sistemet e SCR-së përfshijnë reaksionet joselektive në kushtet e prezencës së oksigjenit të bollshëm në sistem. Këto reaksione mund të prodhojnë produkte dytësore, ose në rastin më të mirë, konsumojnë më shumë amoniak. Oksidimi i pjesshëm i amoniakut, i dhënë nga ekuacionet (3e) dhe (3ë), mund të prodhojë respektivisht oksid azoti (N_2O) ose azot atomik. Oksidimi i plotë i amoniakut, i shprehur sipas reaksionit (3f), prodhon oksidin e azotit NO .



Amonia ku mund të reagojë me NO_2 duke prodhuar nitratin e amoniakut me veti shpërthyes NH_4NO_3 , i cili jepet nga reaksioni (3g). Ky reaksion, për shkak të koeficientit negativ të temperaturës, ndodh në temperatura të ulëta 100-200°C. Nitrati i amoniakut mund të depozitohet në formë të ngurtë ose të lëngët në poret e katalizatorit, duke realizuar çaktivizimin e përkohshëm të tij [88].



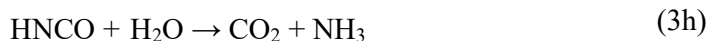
DEF, është një solucion ujor me bazë 32.5% ure ($(NH_2)_2CO$) dhe 67.5 % ujë të dejonizuar. DEF është e standardizuar si AUS 32 (tretësirë ujore e uresë). DEF përdoret në sistemet SCR, për të ulur përqendrimin e NO_x në gazet e djegies së M.D.B me naftë. Shoqata gjermane e industrisë së automobilave (VDA) e ka regjistruar si marka "AdBlue" AUS 32.

Temperatura e gazeve e tejkalon vlerën 130 °C duke avulluar ujin, e cila rrit hidrolizën e uresë. Në këtë mënyrë mundësohet çlirimi i amoniakut i cili bashkëvepron me NO_x e gazeve të M.D.B duke prodhuar azot të pastër N_2 dhe ujë H_2O .

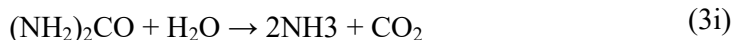
Kur solucionin DEF [$(NH_2)_2CO$] injektohet në gazet e nxehtë të M.D.B, uji avullon dhe ureja shpërbëhet termikisht duke formuar amoniakun dhe acidin izocianik (gj);



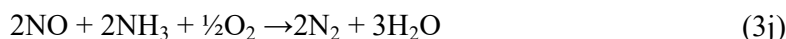
Acidi izocianik hidrolizohet në dyoksid karboni dhe amoniak (3h):



Në trajtë të përgjithshme shkruajmë (3i):



Nga kjo pikëpamje amoniaku në prezencën e oksigjenit dhe katalizatorit redukton oksidet e azotit (3j)-(3k):



Reduktimi me ure i NO_x në trajtë të përgjithshme jepen nga reaksionet 3l dhe 3ll:

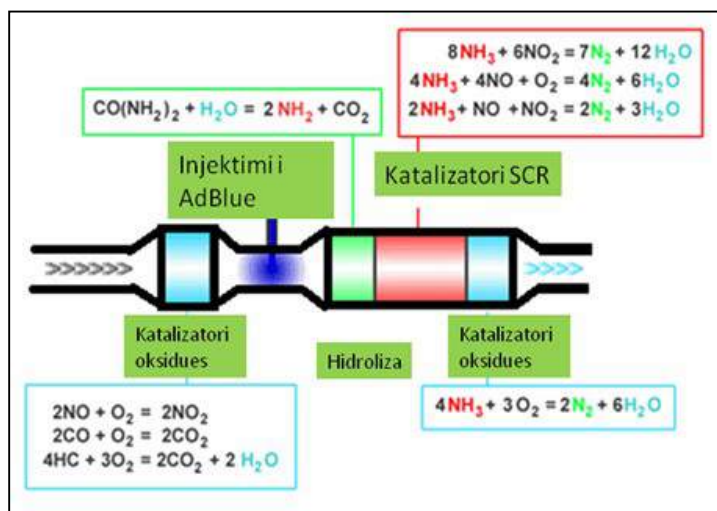
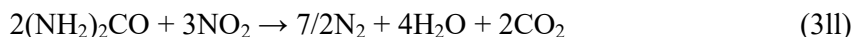
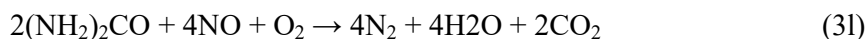
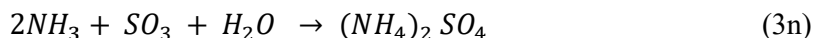
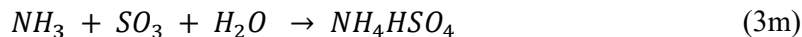


Figura 3.8: Reaksionet e SCR me bazë Ure [89].

Formimi i nitratit të amonit mund të shmanget duke u siguruar që temperatura të mos ulet asnjëherë nën 200°C . Tendenca e formimit NH_4NO_3 mund të minimizohet duke injektuar NH_3 në gazet e djegies më pak se sasia e nevojshme për reaksionin stekiometrik me NO_x (raporti në mol 1/1). Kur sasia e gazit përmban squfur, siç është rasti i gazeve të naftës, SO_2 mund të oksidohet në SO_3 . Kjo e fundit duke bashkëvepruar me H_2O jep acidin sulfurik H_2SO_4 . Këto reaksione janë të njëjta me ato që ndodhin në katalizatorët e oksidimit të gazeve të djegies në M.D.B me naftë. Në një tjetër reaksion mund të jetë kombinimi i NH_3 me SO_3 duke formuar $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ dhe NH_4HSO_4 , të cilat jepen nga reaksionet kimike (3m) dhe (3n), i cili depozitohet mbi të dhe duke bllokuar katalizatorin dhe tubacionet e pajisjes. Në

temperatura të ulëta të gazeve, përgjithësisht nën 250 °C, ndotja nga sulfati amonit mund të çojë në ç'aktivizim e katalizatorit të SCR [90].



Procesi i SCR kërkon kontrollin e saktë të normës së injektimit të amoniakut. Një injeksion i pamjaftueshëm mund të rezultojë në konvertim të ulët të papranueshëm të NO_x . Një normë e lartë e injektimit të amoniakut mund të rezultojë në çlirimin e një sasive të padëshirueshme të amoniakut në atmosferë. Këto emetime të amoniakut nga sistemet SCR njihen si amoniaku devijues. Amoniaku devijues rritet në vlera të larta të raportit NH_3/NO_x . Sipas reaksionit dominant të SCR, reaksioni $4NO + 4NH_3 + O_2 \rightarrow 4N_2 + 6H_2O$ (3b) raporti stekiometrik NH_3/NO_x në sistemin SCR është rreth 1. Raportet më shumë se një e rrisin ndjeshëm sasinë e amoniakut devijues. Në praktikë zakonisht operohet në raportet nga (0.9 ÷ 1), vlerë e cila është optimale qoftë për konvertimin e NO_x ashtu edhe për amoniakun devijues.

Figura 3.9 paraqet një marrëdhënie midis raportit NH_3/NO_x , konvertimit të NO_x , temperaturës dhe amoniakut devijues [91]. Amoniaku që del gabimisht, zvogëlohet me rritjen e temperaturës, ndërsa konvertimi i NO_x në një katalizator SCR mund të rritet ose të ulet në funksion të temperaturës.

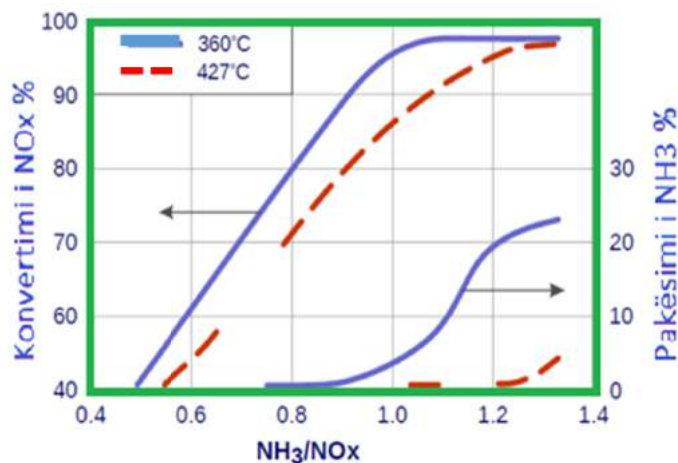


Figura 3.9: Konvertimi NO_x dhe dalja e amoniakut devijues për raporte të ndryshme NH_3/NO_x [91].

Në aplikimet në M.D.B të automjeteve të kategorisë M1, maksimumi i lejuar NH_3 devijues zakonisht përcaktohet. Në praktikë ky devijim kap vlerat (5÷10) ppm NH_3 dhe janë të pa perceptueshme nga shqisa e njeriut. Amoniaku devijues mund të kontrollohet nga një "katalizator roje" (katalizator oksidues), i cili mund të instalohet në drejtim të rrymës së gazeve pas katalizatorit SCR.

3.2.3 Katalizatorët e ruajtjes dhe reduktimit të NO_x (NSC - NO_x Storage Converter)

Katalizatorët e ruajtjes të NO_x janë të përbërë nga një shtresë monolit që ka dy elemente barium ose kalium, si dhe veshje metali të çmuar (p.sh., platin). Këto veshje absorbojnë NO_x nga tubi i shkarkimit të gazeve të djegies duke formuar nitratat, pra ruajnë NO_x në katalizator. Gjatë kohës që NO_x absorbohen, faqet e katalizatorit mbushen, atëherë aftësia absorbuese ulet dhe NSC nuk është më efektive për absorbimin e mëtejshëm të NO_x . Prandaj, para se katalizatori të jetë mbushur, NSC duhet të rigjenerohet, pra duhet që të pastrojë NO_x e absorbuara dhe të lirojë faqet, për të krijuar kushtet për valën tjetër të NO_x . Duke kaluar nëpërmjet NSC gaze të pasura të djegies që përmbajnë CO dhe H_2 , molekulat e CO dhe H_2 absorbojnë NO_x nga sipërfaqja e katalizatorit dhe e reduktojnë NO_x në N_2 , H_2O dhe CO_2 . NSC vepron në një mënyrë ciklike (shih figurën 3.10), ashtu si edhe filtri partikular DPF. Në fillim mbushet me NO_x nga gazet e varfër të djegies së hidrokarbureve (domethënë, një mjedis oksidues) dhe pastaj duke e pastruar sasinë e NO_x në prani të gazeve të pasur të djegies (domethënë, një mjedis reduktues) me ndihmën e metaleve të çmuara që veshin sipërfaqen e katalizatorit, redukton NO_x në N_2 .

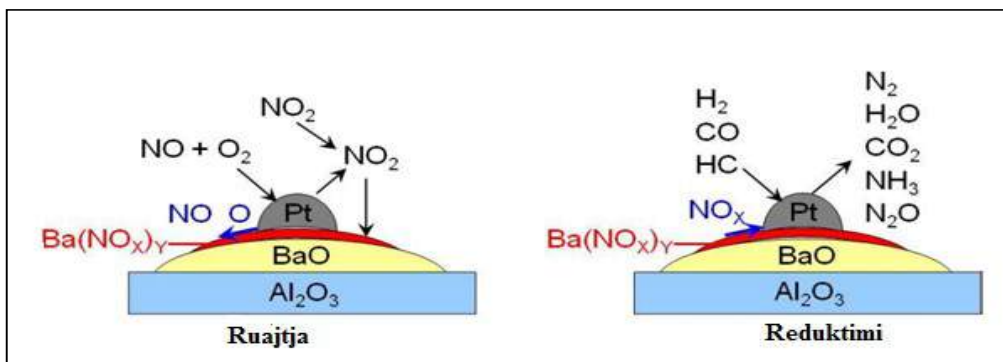


Figura 3.10: Procesi i ruajtjes dhe reduktimit të NO_x [92].

Rrjedhimisht, aplikimi i NSC në çdo motor me naftë me koeficient λ më të madhe se një, kërkon periodikisht (çdo 30 deri në 60 sekonda në varësi të madhësisë së katalizatorit dhe rregjimit të punës së motorit) që sistemi i kontrollit të motorit të krijojë një përzierje të pasur për 10 deri në 15 sekonda për të pastruar sipërfaqen e katalizatorit të NO_x , duke e përgatitur atë për valën tjetër të absorbimit të NO_x . Një vështirësi shtesë e NSC është se veshja e katalizatorit favorizon shumë absorbimin e komponimeve të squfurit nga gazet e djegies. Komponimet e squfurit e kanë origjinën kryesisht nga squfuri i lëndës djegëse dhe vajit lubrifikues. Ky squfur mbush sipërfaqet absorbuese të katalizatorit, duke ulur aftësinë absorbuese të NO_x . Ky absorbim i squfurit, quhet helmim i sipërfaqes së katalizatorit dhe është shumë problematik, prandaj kërkesat për lëndë djegëse diesel me më pak se 5ppm

squfur (S) janë në rritje. Kështu që, lind nevoja që NSC-ja të rigjenerohet periodikisht për tu pastruar nga squfuri i absorbuar, i cili ul performancën e katalizatorit (shih figurën 3.11).

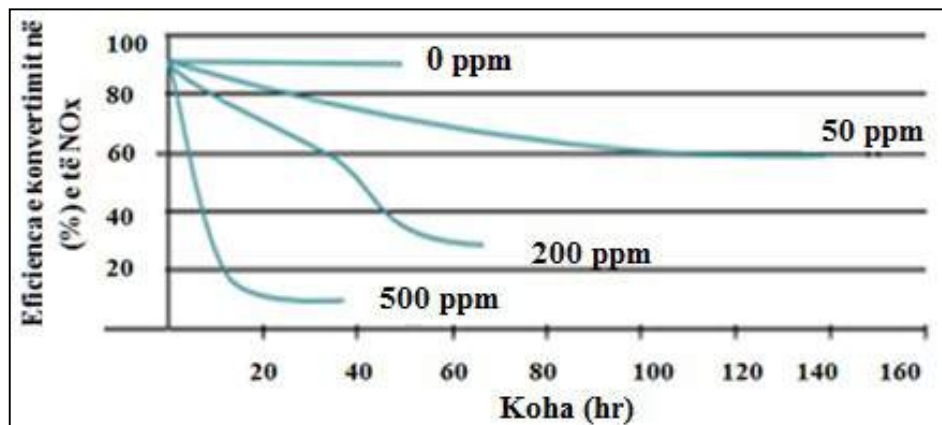


Figura 3.11: Konvertimi i NO_x në % për lëndë djegëse me përmbajtje të ndryshme të sqfurit [93].

Squfuri formon lidhje shumë të forta në sipërfaqen e katalizatorit dhe si rezultat rigjenerimi i sqfurit kërkon jo vetëm një përzierje të pasur, por edhe temperatura më të larta se $\sim 650^\circ C$. Zakonisht temperatura e përshtatshme për rigjenerimin e NO_x varion nga $200 \div 300^\circ C$. Aftësia e konvertimit të NO_x nëpërmjet NSC është rreth 70 %. Përpjekjet e para për zhvillimin e teknologjisë NSC hasën vështirësi për të arritur efikasitetin e konvertimit në kohë në masën 80 % (Rasti Volkswagen). Faktorët kyç që lejojnë konvertimin në kohë të katalizatorit janë:

- Së pari, futja në përdorim e katalizatorëve të fundit që lejon rigjenerimin e sqfurit në temperatura disi më të ulëta.
- Së dyti, janë zhvilluar modelet empirike të sjelljes së katalizatorit si dhe janë integruar në sistemin e kontrollit të motorit.

Këto procedura për heqjen e sqfurit sjellin lodhje dhe sforcime, të cilat zvogëlojnë performancën e saj në kohë.

Absorbuesit e NO_x u aplikuan në fillim në markat e automjeteve VW Jetta TDI dhe Volkswagen Tiguan, të cilat në vitin 2008 u projektuan për tregun e SHBA, i cili e përdori NSC për përmbushjen e kërkesave të standardit Tier 2 Bin 5 (shih kapitullin 2) si dhe standardet e shkarkimeve LEV II të kërkuar nga EPA, duke favorizuar kështu automjetin VW të shitej në të gjitha shtetet e SHBA-së dhe Kanada. Këto marka u tregtuan si pjesë e programit BlueTec të iniciuara nga Audi, Daimler-Chrysler dhe Volkswagen.

3.2.4 SRC apo NSC

Ka dy elementë dallues midis sistemit NSC dhe SCR:

- a. Kostot e prodhimit
- b. Funksionalitetin

Në raport me sistemet SCR, sistemet NSC përdorin shumë më tepër Grupe Metalesh Të Çmuara, PGM. Si rezultat, kostot e sistemit NSC rritet shpejt me rritjen e fuqisë motorike. Kështu që, nga pikpamja e kostos sistemet NSC janë të vlefshme të zgjidhen për motorët me cilindrata të vogël ku efikasiteti i konvertimit NO_x arrin në masën 70 %, vlerë e mjaftueshme për të ulur nivelet e NO_x në gazet në dalje të motorit nën limitet e vendosura nga standardi i emetimeve “*Bin 5*”. Me rritjen e litrazhit të motorit rritet edhe sasia e NO_x , kështu që efikasiteti i konvertimit NO_x në masën 70 % nga sistemi NSC është i pamjaftueshëm. Prandaj lind nevoja e përdorimit të sistemit SCR, i cili siguron rreth (85÷93 %) raport konvertimi (shih figurën 3.10). Kështu, përzgjedhja midis SCR dhe NSC nuk është thjesht një vendim i bazuar në kosto, por edhe në funksion të fuqisë së automjetit.

3.3 Filtri i kapjes së grimcave të ngurta PM nga gazet e djegies.

Në mënyrë që të përmbushen kërkesat e standardeve të emetimeve Euro 5/6, automjetet modern diesel në veçanti duhet që të reduktojnë emetimet e gazeve si dhe ato të grimcave të ngurta (PM). Vlerat limit të PM të vendosura nga vendet anëtare të BE janë përkatësisht (5 mg/km) për *Euro5* (shih Tabelën 2.9). Për të realizuar reduktimin e grimcave të ngurta, u futën në përdorin filtrat e grimcave të blozës ose të quajtur ndryshe filtra partikular. Ashtu si *DOC* edhe *DPF* (shih Figurën 3.12) përbëhet nga një strukturë e brendshme në trajtën e hojeve të bletës, e cila është e përbërë nga karbiti i silicit (*SiC*). Ashtu siç duket nga emërtimi, *DPF* është një pajisje që shërben për të filtruar *PM* nga gazet e shkarkimit në M.D.B Diesel. Kjo pajisje mund të instalohet në motorët stacionar dhe jo-stacionar. Inxhinierët projektues të sistemeve *DPF* kanë parashikuar rastet kur filtri mbushet me grimca të ngurta gjë që realizohet nëpërmjet djegies ose në rrugë mekanike.

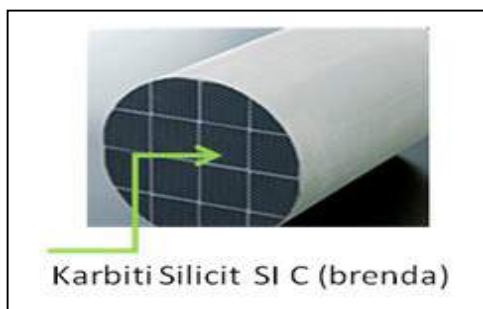


Figura 3.12: Filtër i reduktimit të grimcave të ngurta (DPF) [94].

Kjo pajisje është e mbuluar me çelik inoksidabël dhe vendoset përgjatë sistemit të shkarkimit të gazeve nga M.D.B. Ka dy lloje kryesore të DPF:

- aDPF
- cDPF

aDPF, u aplikua në automjetet e markave Ford, Volvo, Peugeot dhe Citroen. Kjo pajisje u përdor, si pajisje shtesë që iu shtua sistemit të shkarkimit të gazeve. Për të ndihmuar procesin e rigjenerimit kjo pajisje përdor një aditiv zakonisht ureja $CO(NH_2)_2$, duke i dhënë avantazhin e punës në temperaturë të ulët. Por disavantazhi i aDPF është se ky tip filtri duhet të ndërrohet për shkak të aditivit shtesë të përdorur.

cDPF, u përdor nga markat e automjeteve Jaguar, Land Rover, Audi, BMW dhe Mercedes-Benz. Këto përdorin një tip katalizatori DPF të veshur, e cila i jep avantazhin të ketë jetëgjatësi pasi nuk përdor aditiv shtesë për të ndihmuar procesin e rigjenerimit. Por disavantazhi i tyre është se tipi **cDPF** operon në temperatura më të larta.

Kur krijohen kushtet e nevojshme DPF-ja përdor teknologji të reja që ndihmojnë në procesin e shkatërrimit të grimcave të ngurta. Pra filtrat modern (shih Figurën 3.13) jo vetëm që i magazinojnë grimcat e ngurta, por i djegin ato në brendësi të DPF-së në praninë e një katalizatori oksidues DOC.

Kur gazet kalojnë nëpër filtër ato lenë pas grimcat e blozës, të cilat kanë përmasa të rendit mikron. Në kushtet kur DPF-ja bllokohet, sistemi i kontrollit të motorit ndërhyr duke kryer rigjenerimin e filtrit partikular.

Menaxhimi i efikasitetit të DPF-së kryhet nga sistemi i kontrollit të motorit, i cili monitoron vëllimin e grimcave në filtër nëpërmjet matjes së vlerës së presionit para dhe pas filtrit partikular.

Gjatë rrjedhjes së gazeve të shkarkimit përmes filtrit, rritet sasia e grimcave, kështu që diferenca e presionit do të rritet (shih figurën 3.14 b). Kjo diferencë presioni jep një sinjal, e

cila obligon ndryshim të regjimit të punës së motorit. Ky sinjal është një nga parametrat më të rëndësishëm i cili nevojitet të merret përpara se të bëhet rigjenerimi i filtrit. Pastrimi i Filtrit Partikular, realizohet nëpërmjet dy llojeve kryesore të rigjenerimit:

- rigjenerimi pasiv
- rigjenerimi aktiv

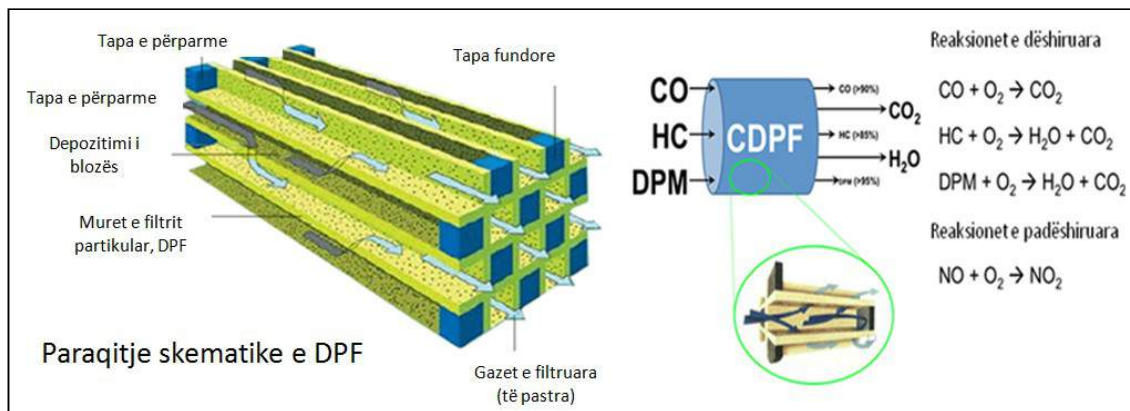


Figura 3.13: Struktura e Filtrit të kapjes dhe shkatërrimit të grimcave të ngurta në gazet e M.D.B [95].

Rigjenerimi pasiv, nuk kërkon ndërhyrje të veçantë nga sistemi i kontrollit të motorit. Ky rigjenerim i DPF-së ndodh gjatë operimit normal të motorit. Ky proces përfshin një konvertim të ngadaltë të grimcave në dyoksid karboni, duke u bërë aktive kur temperatura në DPF arrin 250°C dhe kur ruhet një shpejtësi mbi 60 km/h për një interval kohe të caktuar. Gjatë rigjenerimit pasiv, vetëm një pjesë e grimcave të ngurta konvertohen në dyoksid karboni. Kjo ndodh për shkak se procesi i reaksionit kimik fillon vetëm në kushtet e operimit normal të motorit pra kur temperatura e gazeve arrin një vlerë ($250 \div 500^\circ\text{C}$). Mbi këtë vlerë të temperaturave rritet shkalla e konvertimit të grimcave në dyoksid karboni. Temperaturat e larta mund të arrihen vetëm duke përdorur procesin e rigjenerimit aktiv.

Rigjenerimi aktiv, ndodh çdo 725km edhe pse kjo varet nga mënyra e ngarjes së automjetit.

Rigjenerimi aktiv i filtrit fillon kur arrihet temperatura në vlera të larta për të djegur grimcat. Temperatura në filtër rritet duke injektuar lëndë djegëse, pas operimit normal të motorit. Prosesi i rigjenerimit aktiv kërkon një afat kohor rreth 20 minuta për të përfunduar. Faza e parë e rrit temperaturën në filtër në 500°C , ndërsa faza e dytë e rrit atë në 600°C , e cila është temperatura optimale e djegies së grimcave. Temperatura duhet të mbahet për 15÷20 minuta për të siguruar djegien e plotë të grimcave brenda në filtër.

3.3.1 Modeli i filtrimit

Në këtë pjesë të studimit jepet teoria dhe modeli i filtrimit që do të na ndihmojë për të përcaktuar efencën e filtrimit, pra të grimcave të depozituara në brendësi të shtratit të materialit poroz të filtrit DPF.

Ky model nuk është në gjendje të përcaktojë mekanizmin e akumulimit të grimcave të blozës në brendësi të mureve apo sipërfaqeve anësore të shtratit. Ekuacioni i modelit të filtrimit është referuar literaturës SAE 17 [96].

Në përgjithësi, dy janë mënyrat e filtrimit të grimcave të ngurta, produkt i djegies së hidrokarbureve:

I. Filtrim me shtrat të thellë

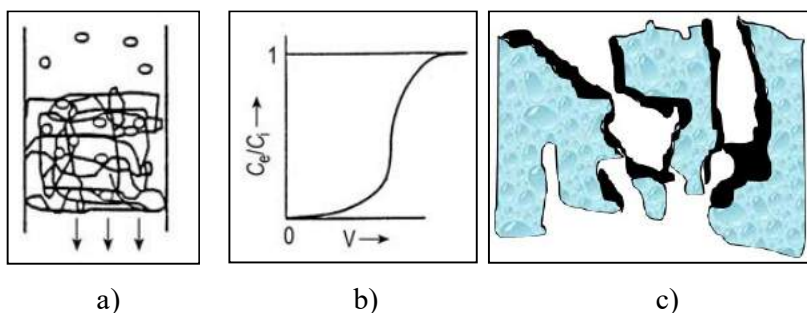


Figura: 3.14: a) filtrimi me shtrat të thellë b) rëniet e presionit në funksion të depozitimeve të ngurta dhe c) pamje e filtrimit të thellë në brendësi të filtrit [96, 97].

Filtrimi shtresor

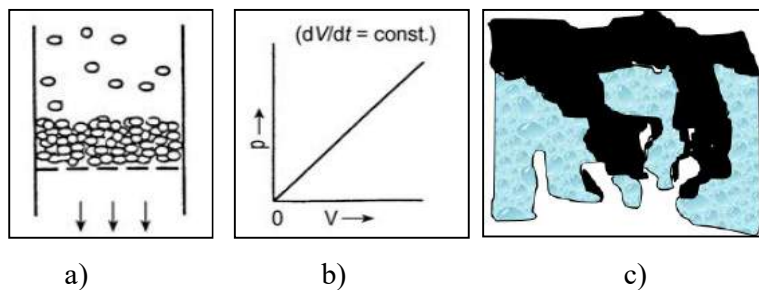


Figura 3.15: a) filtrimi shtresor b) rëniet e presionit në funksion të depozitimeve të ngurta dhe d) pamje e filtrimit shtresor nga ana e sipërme e filtrit [96, 97].

Filtrimi shtresor është një model tepër i përdorshëm në praktikë. Në këtë lloj filtrimi supozohet se të gjitha pjesëzat e ngurta depozitohen në pjesën e sipërme të filtrit duke krijuar një shtresë poroze homogjene me përshkueshmëri konstante. Sapo shtresa e blozës formohet vetëm pjesa e sipërme kryen funksion filtrues ndërsa ajo e mesme luan rol mbështetës. Pra, nëse masa e fluidit rrjedh dhe dV/dt është konstante, rëniet e presionit do të rriten linearisht

në përpjestim të drejtë me rritjen e depozitimeve të ngurta (figura 3.15 b). Ky model aplikohet veçanërisht për grimcat e ngurta.

Një material filtrues me pore të mëdha mund të filtrojë pjesëza të vogla nëpërmjet mekanizmave fizik të shtypjes (ndrydhjes) si dhe të difuzionit. Ky proces i kapjes së grimcave të ngurta quhet "filtrimi me shtrat të thellë" dhe ndodh brenda poreve të DPF.

Teorikisht, ekzistojnë katër mekanizma të filtrimit:

- (a) me gravitet
- (b) me inerci
- (c) me kapje
- (d) dhe me difuzion

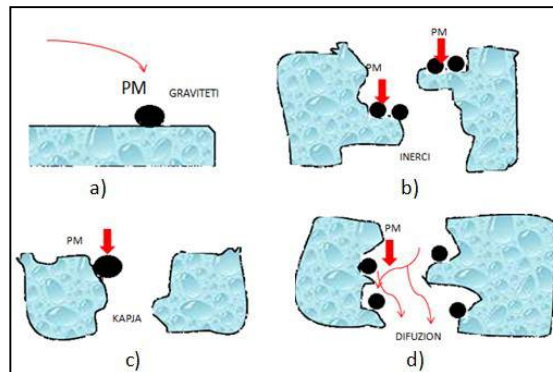


Figura 3.16: Mekanizmat e filtrimit: a) me gravitet, b) me inerci, c) me kapje dhe d) me difuzion [98].

Mekanizmat e filtrimit të grimcave me shtrat të thellë janë.

- a. me kapje
- b. me difuzion
- c. me inerci

Ndërsa mekanizmi i filtrimit shtresor është graviteti (shih figurën 3.16 a).

Stadet në të cilat kalon një filtër paraqitet në figurën 3.17 a,b,c

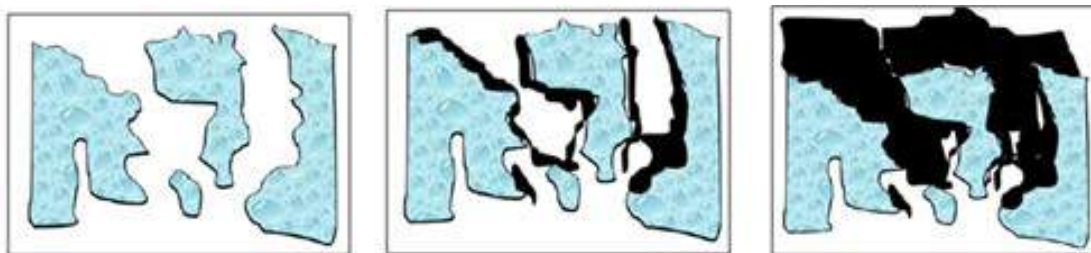


Figura 3.17: Stadet e mbushjes së filtrit me PM [98].

3.3.2 Ekuacionet e filtrimit

Modelet e ekuacioneve drejtuese të filtrimit janë propozuar nga shumë autorë të ndryshëm si p.sh Johnson et al [96]. Sipas këtij modeli, teoria e kolektorit të përbashkët është përdorur për të përshkruar mekanizmin e procesit të filtrimit me shtrat të thellë dhe filtrimin shtresor (sipërfaqësor).

Filtri i pastër

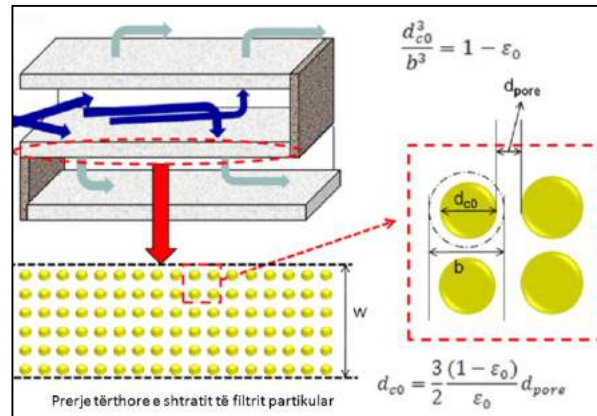


Figura 3.18: Ilustrimi i njësisë mbledhëse të një shtrati të DPF [96].

ku,

$$d_{c0} = \frac{3}{2} \frac{(1 - \varepsilon_0)}{\varepsilon_0} d_p \quad (3.1)$$

Marrëdhënia ndërmjet d_{c0} , d_p dhe b tregohet në figurën 3.18 dhe subtrati është pranuar se është një shtrat me një trashësi w .

Secila nga sferat përbën një kolektor të vetëm me një diametër fillestar d_{c0} dhe rrethi me vija të ndërprera përreth sferës është vija e mjedisit kufitar, e cila përfaqëson qelizën njësi me një diametër b . Përfundimisht, d_p e treguar në figurën 3.18 dhe 3.19 paraqet përmasën mesatare të poreve të kësaj shtrese të shtratisë.

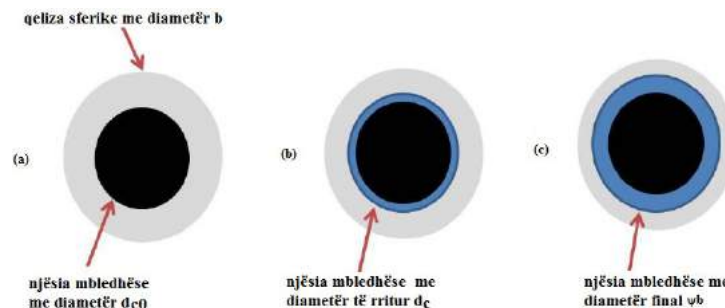


Figura 3.19: Modeli i njësisë mbledhëse sferike të murit DPF. (a) qeliza e pastër mbledhëse njësi, (b) qelizë pjesërisht e mbushur dhe (c) qelizë e mbushur plotësisht [96].

Duke ndërtuar një vijë kufitare koncentrike sferike në një distancë të caktuar rreth sferave mbledhëse, atëherë vëllimi njësi i shtratisë të mbushur jepet nga formula:

$$\frac{d_{c0}^3}{b^3} = 1 - \varepsilon_0 \quad (3.2)$$

Ku ε_0 është poroziteti i njësisë mbledhëse e cila ka një vlerë 0.5 për shumicën e materialeve të DPF.

Një përafrim i mirë për të marrë marrëdhënien midis d_{c0} dhe d_p është dhënë më poshtë nga relacionet. Vëllimi i një sfere të vetme jepet nga:

$$V_{sf} = \frac{1}{6} \pi (d_{c0})^3 \quad (3.3)$$

Kështu që në një njësi të vëllimit, vëllimi i sferave totale do të jetë $(1 - \varepsilon_0)$.

Për më tepër, numri i sferave N_s në vëllimin njësi jepet si raport i vëllimit total të sferave me vëllimin e një sfere njësi.

$$N_s = \frac{6(1 - \varepsilon_0)}{\pi (d_{c0})^3} \quad (3.4)$$

Për më tepër, sipërfaqja e një sfere do të llogaritet nga relacioni:

$$S_v = \pi (d_{c0})^2 \quad (3.5)$$

Kështu që sipërfaqja totale e të gjitha sferave do të rezultojë:

$N_s \pi (d_{c0})^2$ e cila është ekuivalente me ekuacionin:

$$S_v = \frac{6(1 - \varepsilon_0)}{\pi d_{c0}} \quad (3.6)$$

Në një njësi vëllimi, vëllimi total i poreve është ε_0 .

Prandaj, përafrimi më i thjeshtë është të përdoret diametri i poreve d_p , katër herë më shumë se raporti ndërmjet vëllimit total të poreve me sipërfaqen totale.

Pra si rrjedhojë diametri i një pori do të rezultojë:

$$d_p = 4 * \frac{\varepsilon_0}{\frac{6(1 - \varepsilon_0)}{\pi d_{c0}}} = \frac{2}{3} \frac{\varepsilon_0}{(1 - \varepsilon_0)} d_{c0} \quad (3.7)$$

Gjatë procesit të filtrimit, shpërhapja Browniane dhe kapja e drejtpërdrejtë konsiderohen dy mekanizmat kryesor primar të mbledhjes së grimcave në filtër.

ku η_{DR} është efienca e kombinuar ndërmjet efiençës Browniane me atë të kapjes η_R :

$$\eta_{DR} = \eta_D + \eta_R - \eta_D * \eta_R \quad (3.8)$$

Eficienca e shpërhapjes Browniane jepet nga ekuacioni (3.9):

$$\eta_D = 3.5 * g(\mathcal{E}) * P_e^{-\frac{2}{3}} \quad (3.9)$$

ku P_e është numri Pecklet i cili përcaktohet nga relacioni:

$$P_e = \frac{U_i d_{c0}}{D} \quad (3.10)$$

Ku U_i është shpejtësia e grimcave në cm/s referuar shpejtësisë përafruese u_w (cm/s) dhe porozitetit $\mathcal{E}$:

$$U_i = \frac{u_w}{\mathcal{E}} \quad (3.11)$$

D është koeficienti i shpërhapjes së grimcave në cm^2/s e cila jepet sipas ekuacionit (3.12):

$$D = \frac{k_B T}{3\pi\mu d_p} SCF \quad (3.12)$$

ku k_B është konstantja e Boltzman, e cila shprehet me njësinë ($\text{cm}^2 \cdot \text{kg}/\text{s}^2 \cdot \text{K}$), μ është viskoziteti dinamik i gazeve ($\text{g}/\text{cm} \cdot \text{s}$), T (K) është temperatura në Kelvin e filtrit dhe SCF është konstante e korrigjimit të rrëshqitjes Stokes-Cunningham, i cili përshkruan regjimin kalimtar dhe efektet e rrëshqitjes në sipërfaqen e njësive mbledhëse.

$$SCF = 1 + Kn_p (1.257 + 0.4e^{-\frac{1.1}{Kn_p}}) \quad (3.13)$$

ku Kn_p është numri Knudsen i grimcës i cili përcaktohet nga relacioni (3.14):

$$Kn_p = \frac{2\lambda}{d_p} \quad (3.14)$$

ku d_p është përmasa e grimcës (PM2.5 e cila merret si mesatare $d_p = 2.5\mu$) dhe λ (cm) është rruga mesatare e lirë (pa pengesa) e gazeve të shkarkimit.

$$[\lambda] = v \sqrt{\frac{\pi(MW)}{2\bar{R}T}} \quad (3.15)$$

Ku v është viskoziteti kinematik i gazeve në dalje (cm^2/s), $\bar{R}$ është konstantja universale e gazeve ($\text{g} \cdot \text{cm}^2/\text{s}^2 \cdot \text{mol} \cdot \text{K}$) dhe MW është masa molekulare (g/mol), e cila mund të llogaritet si më poshtë:

$$MW = \sum_i y_i MW_i \quad (3.16)$$

ku y_i është pjesa në mole e secilit komponent të gazeve në shkarkim, si dhe $g(\mathcal{E})$ shpreh një funksion gjeometrik të modelit Kuwabara të qelizës njësi dhe përcaktohet sipas ekuacionit [96, 100]:

$$g(\mathcal{E}) = \left[\frac{\mathcal{E}}{2 - \mathcal{E} - \frac{9}{5}(1 - \mathcal{E})^{1/3} - \frac{1}{5}(1 - \mathcal{E})^2} \right]^{\frac{1}{3}} \quad (3.17)$$

Shënim: Kur (ϵ) është i barabartë me 0; 0.5 dhe 1 atëherë $g(\epsilon)$ rezulton i barabartë me 0; 2.86 dhe 1.

Ashtu siç e përmendëm edhe më sipër, kapja e drejtpërdrejtë është një mekanizëm mbizotërues, i cili ka rëndësi gjatë procesit të filtrimit dhe efikasitetit të DPF.

Një relacion empirik për efikasitetin e kapjes së PM jepet nga ekuacioni 3.18 [96, 100]:

$$\eta_R = 1.5 * N_R^2 \frac{[g(\epsilon)]^3}{(1 + N_R)^{\frac{3-2\epsilon}{3\epsilon}}} \quad (3.18)$$

Ndërsa parametri i interceptimit N_R mund të llogaritet nga relacioni (3.19):

$$N_R = \frac{d_p}{d_c} \quad (3.19)$$

Në ekuacioni 3.19 d_c është diametri i njësisë mbledhëse, i cili është i barabartë me d_{c0} .

Duke përcaktuar efikasitetin e shpërhapjes Browniane η_D dhe efikasitetin e interceptimit direkt η_R , atëherë efikasiteti i kombinuar η_{DR} mund të llogaritet nga ekuacioni (3.8).

Pasi kemi vlerësuar efikasitetin e kombinuar, efikasiteti total mbledhëse për murin e filtrit të pastër mund të llogaritet si një efikasiteti filtrues i një njësie të vetme mbledhëse:

$$E = 1 - \exp \left[- \frac{3\eta_{DR}(1 - \epsilon_0)w}{2\epsilon_0 d_{c0}} \right] \quad (3.20)$$

ku “ w ” është trashësia e murit të filtrit.

Filtri i mbushur

Pasi filtri është mbushur me grimca të blozës, diametri i çdo mbledhësi në njësi të kohës t për një shtresë i jepet si në figurën 3.20.

Gjatë kohës së akumulimit të grimcave në secilin shtresë, diametri i njësisë mbledhëse në funksion të kohës jepet nga ekuacioni:

$$d_c(i, t) = 2 \left[\frac{3}{4\pi} \frac{m_w(i, t)}{\rho_{grimcës, w}} + \left(\frac{d_{c0}}{2} \right)^3 \right]^{\frac{1}{3}} \quad (3.21)$$

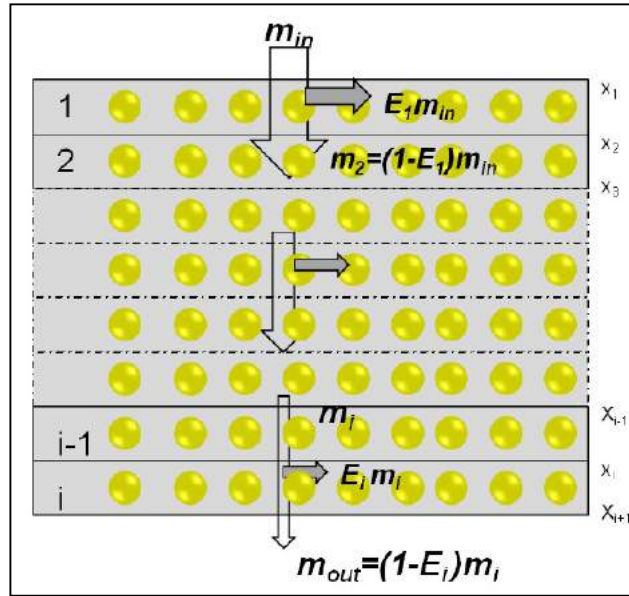


Figura 3.19: Paraqitja skematike e murit të filtrit i ndarë në shtresa të njësive mbledhëse [96].

ku $\rho_{grtmc\acute{s},w}$ paraqet densitetin e grimcës së paketuar brenda mureve të filtrit që varet nga kushtet eksperimentale dhe shprehet në g/cm^3 .

Poroziteti për secilën shtresë ndryshon në funksion të kohës sipas relacionit:

$$\varepsilon(i, t) = 1 - \left(\frac{d_c(i, t)}{d_{c0}} \right)^3 * (1 - \varepsilon_0) \quad (3.22)$$

Për më tepër, përshkueshmëria e filtrit të mbushur $[k]$ (cm^2) për secilën shtresë jepet nga formula:

$$\frac{[k(i, t)]}{[k_0]} = \left(\frac{d_c(i, t)}{d_{c0}} \right)^2 \frac{f(\varepsilon(i, t))}{f(\varepsilon_0)} \quad (3.23)$$

ku $[k_0]$ është përshkueshmëria e filtrit të pastër dhe ky koeficient mund të llogaritet nga ekuacioni 3.24 Ergun:

$$[k_0] = \frac{\varepsilon_0^3}{150(1 - \varepsilon_0)^2} d_{porit,0} \quad (3.24)$$

Në ekuacionin më sipër $f(\varepsilon)$ është një funksion tjetër gjeometrik për modelin e qelizës njësi Kuwabara, i cila përcaktohet nga ekuacioni 3.25:

$$f(\varepsilon) = \frac{2}{9} \frac{\left[2 - \varepsilon - \frac{9}{5}(1 - \varepsilon)^{1/3} - \frac{1}{5}(1 - \varepsilon)^2 \right]}{(1 - \varepsilon)} \quad (3.25)$$

Shënim: (ε) është i barabartë me 0; 0.5 dhe 1 pra $f(\varepsilon)$ është 0; 0.01 dhe ∞ .

Përfundimisht, efienca e filtrit të mbushur për secilën shtresë llogaritet si më poshtë nga ekuacioni 3.26:

$$E(i, t) = 1 - \exp \left[- \frac{3\eta_{DR}(i, t)(1 - \varepsilon(i, t))(x_{i+1} - x_i)}{2\varepsilon(i, t)d_c(i, t)} \right] \quad (3.26)$$

Të gjitha formulat e treguara më sipër si dhe teoria e "qelizës njësi" dhe njësisë mbledhëse aplikohen në grimcat, të cilat akumulohen brenda poreve të mureve të filtrit, ky poçes quhet "**filtrim me shtrat të thellë**".

Grimcat gjatë akumulimit në sipërfaqe të filtrit krijojnë një shtresë sipërfaqësore (layer) me grimca të depozituara, e cila quhet "**filtrim sipërfaqësor**".

Gjatë procesit të filtrimit, masa e akumuluar nga filtrimi me "**shtrat të thellë**" është më e vogël sesa sasia e akumuluar nëpërmjet filtrimit sipërfaqësor, megjithatë efienca e filtrimit rritet gjatë filtrimit me "**shtrat të thellë**".

Koeficienti i ndarjes së treguar më poshtë mund të parashikojë pjesën e masës në hyrje që do të grumbullohet në sipërfaqen e murit të filtrit, e cila jepet nëpërmjet ekuacionit 3.27:

$$\Phi(t) = \frac{(d_c(i, t))^2 - d_{c0}^2}{(\psi b)^2 - d_{c0}^2} \quad (3.27)$$

Ku ψ është një koeficient (koeficient i filtrimit të vazhdueshëm) pa përmasa e cila përcaktohet nga të dhënat eksperimentale, dhe b është diametri i qelizës njësi; ψ mund të merret me një vlerë të përfaruar 0.8.

3.3. 3 Modelet e rënies së presionit në filtër

Filtri i pastër.

Rëniet e presionit në filtrin e pastër.

Modeli i përdorur për të llogaritur rënien e presionit në DPF i referohet modelit të një filtri DPF të pastër, i cili përdoret për llogaritjen e rënieve të presionit në një filtër të mbushur. Për këtë i referohemi figurës 3.21 për një prerje tërthore të kanalit të DPF. Në këtë sistem, kanali ka një gjerësi a dhe trashësi muri w , e matur në metër. Bloza e akumuluar është paraqitur në formën e një shtrese dhe ka një trashësi w_s i. Kështu, zona për rrjedhjen e gazit reduktohet ndjeshëm.

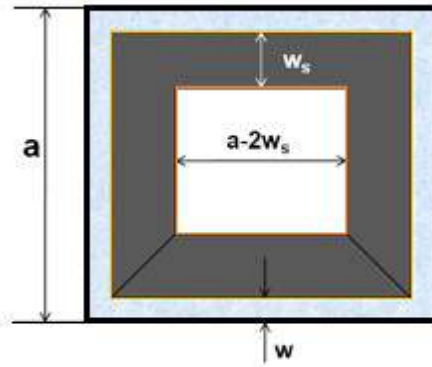


Figura 3.21: Paraqitja skematike e prerjes tërthore të një filtri DPF të mbushur me blozë [96].

Rëniet e presionit në një filtër të pastër mund të llogariten nëpërmjet formulës së njohur:

$$\Delta p_{pastër} = \frac{\mu}{k_0} \frac{U_\alpha}{4L} W + \frac{2\mu F}{3\alpha^2} UL \quad (3.28)$$

Në këtë shprehje jepen rëniet e presionit në shtresat e filtrit, rëniet e presionit në hyrje dhe në dalje të DPF të marrë në konsideratë.

μ -është viskoziteti dinamik (g/cm*s)

Vlerësimi i depërtueshmërisë në filtër dhe rëniet e presionit varen edhe nga vlera e viskozitetit dinamik μ të gazit që rrjedh. Në këtë punim u përdorën si trup pune: ajri, azoti dhe CO₂.

Vlerësimi i viskozitetit u krye me anë të ekuacionit (3.29):

$$\mu = \mu_0 \left(\frac{T}{T_0} \right)^v \quad (3.29)$$

Tabela 3.1: Konstantet e korrelacionit të viskozitetit për gaze të ndryshëm për temperaturën $T_0 = 293 \text{ K}$ [101].

Lloji i trupit të punës	$\mu_0 \text{ (kg/m}^2\text{sek)}$	$v \text{ (-)}$
Ajri	1.82×10^{-5}	0.717
Azoti	1.76×10^{-5}	0.710
CO ₂ (gazet e MDB me 10% O ₂)	1.72×10^{-5}	0.740

F - është një faktor që ka vlerën 28.454

L - gjatësia e filtrit

k_0 - është përshkueshmëria e filtrit të pastër (cm²)

U - shpejtësia e rrjedhjes (m/s) në hyrje të filtrit

$$U = \frac{8Q}{\pi D_f^2 \sigma \alpha^2} \quad (3.30)$$

ku D_f - është diametri i filtrit në cm

Q - prurja e gazit në cm^3/s

σ - shpreh densitetin e qelizave të filtrit

$$\sigma = \frac{1}{(\alpha + w)^2} \quad (3.31)$$

Atëherë vëllimi total i filtrit mund të llogaritet:

$$V_f = \frac{\pi D_f^2 L}{4} \quad (3.32)$$

Kështu që ekuacioni (3.28) mund të rishkruhet në trajtën:

$$\Delta p_{pastër} = \frac{\mu Q}{2V_f} (\alpha + w)^2 \left(\frac{w}{k_0 \alpha} + \frac{8FL^2}{3\alpha^4} \right) \quad (3.33)$$

ose

$$\Delta p_{pastër} = \frac{\mu Q}{2V_f} (\alpha + w)^2 \left(\frac{w}{k_0 \alpha} + \frac{4FL^2}{3\alpha^4} + \frac{4FL^2}{3\alpha^4} \right) \quad (3.34)$$

ku termi $\frac{8FL^2}{3\alpha^4}$ në ekuacionin më sipër është ndarë në dy pjesë ku njëra paraqet humbjet në hyrje dhe në dalje të filtrit.

Filtri i mbushur

Rëniat e presionit në filtrin e mbushur.

Rëniat e presionit në filtrin e mbushur paraqesin një formë tjetër dhe ndahet në katër lloje të humbjeve të cilat paraqiten në figurën 3.20 [102].

$$\Delta p = \Delta p_{muret\ e\ filtrit} + \Delta p_{sh.blozës} + \Delta p_{hyrje\ të\ kanalit} + \Delta p_{dalje\ të\ kanalit}$$

Ku:

$$\Delta p_{muret\ e\ filtrit} = \frac{\mu Q_0}{2V_0} (\alpha + w)^2 \left(\frac{w}{k_0 \alpha} \right) \quad (3.35)$$

$$\Delta p_{sh.blozës} = \frac{\mu Q_0}{8Lk_{blozës}} \ln \left(\frac{\alpha}{\alpha - 2w_s} \right) \quad (3.36)$$

ku Q_0 dhe V_0 paraqesin prurjen e gazit që rrjedh dhe vëllimin e një kanali të vetëm të filtrit.

Kurse w_s paraqet trashësin e shtresës së blozës, e cila mund të llogaritet nga vëllimi i blozës në m^3 .

$$V_{blozës} = \frac{m_c}{N_{qelizës} \rho_{blozës,c}} \quad (3.37)$$

ku $N_{qelizës}$ - numri total i qelizave në filtër

m_c - masa e grimcës së blozës në shtresë

Nga figura më sipër, ekuacioni 3.36 mund të shkruhet:

$$V_{blozës} = 4w_s(\alpha - w_s)L \quad (3.38)$$

Përfundimisht,

$$w_s = \frac{\alpha - \sqrt{\alpha^2 - \frac{m_c}{N_{qelizës} L \rho_{blozës,c}}}}{2} \quad (3.39)$$

Shpejtësia në hyrje të kanalit të filtrit kur filtri është i mbushur merr trajtën:

$$U = \frac{8Q}{\pi D_f^2 \sigma (\alpha - 2w_s)^2} \quad (3.40)$$

$$\Delta p_{hyrje\ të\ kanalit} = \frac{\mu Q_0}{2V_0} (\alpha + w)^2 \left(\frac{4FL^2}{3(\alpha - 2w_s)^4} \right) \quad (3.41)$$

$$\Delta p_{dalje\ të\ kanalit} = \frac{\mu Q_0}{2V_0} (\alpha + w)^2 \left(\frac{4FL^2}{3(\alpha)^4} \right) \quad (3.42)$$

Siç shihet nga dy ekuacionet e mësipërme i vetmi ndryshim në vlerën e rënies së presionit në hyrje dhe dalje të DPF qëndron në faktin se në dalje nuk krijohet shtresë blozë.

KAPITULLI 4

METODIKAT E MATJES DHE VLERËSIMIT TË GAZEVE NË MDB

4.1 Metodika CDM (Mekanizmi i Zhvillimit të Pastër) për emetimet e CO₂ nga burimet e lëvizshme

Metodika CDM përdoret për të llogaritur emetimet e dyoksidit të karbonit të shkaktuara nga burimet e lëvizshme, të cilat janë renditur si më poshtë:

1. Transporti rrugor
2. Transporti hekurudhor
3. Transporti ajror
4. Transporti ujor

Metodika CDM shërben si mjet kryesor ndërkombëtar për reduktimin e emetimeve të gazrave nga vendet në zhvillim. Në mënyrë të drejtpërdrejtë metodika CDM ka si qëllim të dyfishtë për të ndihmuar vendet në zhvillim për të arritur "zhvillim të qëndrueshëm" si dhe vendet e industrializuara të arrijnë detyrimet ndaj Protokollit të Kyotos për zvogëlimin e emetimeve të GHG. Katër komponentët bazë që përbëjnë konsumin e energjisë nga transporti dhe emetimet e tyre GHG lidhen me: Aktivitetin (A), Modelin e Shpërndarjes (S), Intensitetin e Lëndës djegëse (I) dhe Lloji i lëndës djegëse (F), të cilat janë paraqitur në Figurën 4.1.

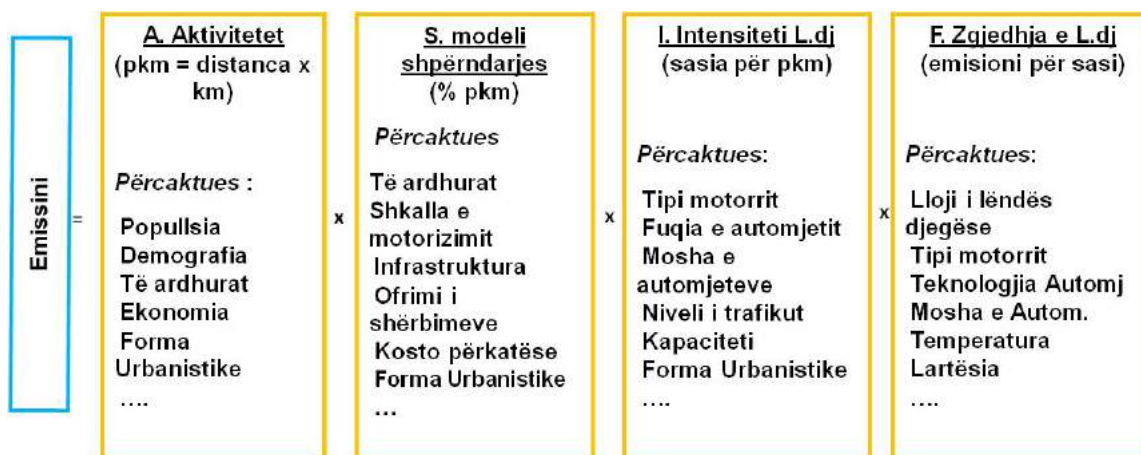


Figura 4.1: Paraqitja e komponentëve bazë që përbëjnë konsumin e energjisë nga sektori i transportit dhe emetimet e gazeve GHG (ASIF) [103].

CDM është një metodikë ndër-sektoriale, e cila duhet të zbatohet nga të gjithë sektorët e industrisë dhe shërbimeve, operacionet e të cilëve përfshijnë djegien e karburantit fosil. Metodika CDM bazohet tek supozimi se, i gjithë karboni i djegur i lëndës djegëse të jetë emetuar kryesisht si dyoksid karboni (CO₂), CO. Studimi ynë është fokusuar tek sektori i

transportit rrugor, pasi ky sektor ka peshën kryesore të emetimeve të CO₂ si dhe gazeve të tjerë serë (GHG).

Metodikat kryesore për llogaritjen e emetimeve të gazeve nga transporti rrugor janë:

- I. Metoda e bazuar tek karburanti
- II. Metoda e bazuar tek distanca

Metoda e bazuar tek karburanti përqendrohet tek llogaritjet e emetimeve në gazet e përfutuara nga të dhënat e konsumit të karburantit.

I. *Mblidhen të dhënat e konsumit të karburantit sipas llojit të karburantit.*

Të dhënat e përdorimit të karburantit mund të merren nga disa burime të ndryshme, duke përfshirë faturat e karburantit, të dhënat financiare mbi shpenzimet e karburanteve si dhe matjeve të drejtpërdrejta të konsumit të karburantit. Kur sasia e karburantit nuk është e njohur, ajo mund të llogaritet duke u mbështetur në distancën e përshkuar dhe faktorin e efikasitetit, karburant/distancë (l/100 km), duke përdorur hapat (a) dhe (b).

a. *Mbledhim të dhëna për distancën e përshkuar sipas llojit të mjetit dhe llojit të karburantit.*

Të dhënat për distancën e udhëtuar mund të merren në tre forma,

- distanca (p.sh., kilometra)
- pasagjerëve-distancë (p.sh., pasagjerëve/km),
- distancë të mallrave (p.sh., ton/km)

b. *Distancat e përshkuara kthehen në vlera të përdorimit të lëndës djegëse, e cila bazohet në faktorët ekonomikë të konsumit të karburantit.*

Faktorët ekonomikë të karburantit varen nga lloji, mosha dhe aktiviteti i automjetit në fjalë.

Llogaritja e përdorimit të karburantit realizohet nëpërmjet ekuacionit 4.1:

$$\text{Sasia e Karburantit} = \text{Distancë} \times \text{Faktor konsumi} \quad (4.1)$$

- *Kthimi i sasisë së karburantit në sasi të CO₂ të emetuar.*

Ka metoda të ndryshme në dispozicion për të kthyer të dhënat e përdorimit të karburantit në emetime të CO₂. Së pari, rekomandohet të kthehen të dhënat e përdorimit të karburantit në vlerë të energjisë duke përdorur fuqinë kalorifike të karburantit. Në hapin tjetër, vlera e energjisë shumëzohet me faktorin e emetimit të karburantit. Ekuacioni 4.2 përshkruan metodën e rekomanduar për llogaritjen e emetimeve të CO₂, i bazuar në sasinë e përdorimit të karburantit.

$$\text{Emetimet CO}_2 = \text{Karburanti i Përdorur} \times \text{Fuqia kalorifike} \times \text{Faktori i Emetimit} \quad (4.2)$$

- II. Metoda e bazuar tek distanca e përshkuar bazohet tek llogaritjet e distancës së përshkuar dhe faktorët e emetimeve në funksion të distancës.

Kjo mënyrë përshkruan hapat e nevojshëm për llogaritjen e emetimeve të CO₂ nga burimet e lëvizshme duke përdorur metodën e bazuar në distancë. Dy hapat kryesorë që ndiqen për llogaritjen e emetimeve janë:

- a. **Mblidhen të dhënat për distancën e përshkuar sipas llojit të mjetit dhe llojit të karburantit.**

Të dhënat për distancën e udhëtuar mund të jepen në thelb në tre forma (p.sh., kilometra) distancë për pasagjer (p.sh., km/pasagjerëve), ose distanca/ mallrave (p.sh. km/ton).

- b. **Konvertimi i vlerësimit të emetimeve të CO₂ duke shumëzuar rezultatet e hapit 1^{rë} (me distancën) bazuar tek faktori i emetimit.**

Ekuacioni 4.3 shpreh llogaritjen e emetimeve të bazuar në distancën e udhëtimit kur të dhënat ekonomike të karburantit nuk janë dispozicion.

$$\text{Emetimet e CO}_2 = \text{Distanca përshkuar} \times \text{Faktorin e emetimit} \quad (4.3)$$

4.1.1 Metodologjia për të llogaritur emetimet e CO₂ nga djegia e karburantit fosil.

Kjo metodikë siguron procedurat për të llogaritur emetimet e CO₂ nga djegia e lëndëve djegëse fosile. Ajo mund të përdoret në rastet kur emetimet e CO₂ nga djegia e karburanteve fosile janë llogaritur duke u bazuar në sasinë e djegur të karburantit dhe përbërjes së saj. Kjo metodikë siguron procedurat për të përcaktuar parametrat e mëposhtëm në Tabelën 4.1:

Tabela 4.1: Emetimet e CO₂ nga djegia e karburanteve fosile [103].

Parametri	Njësia SI	Përshkrimi
PE _{FC,i,y}	tonCO ₂ /vjet	Emetimet e CO ₂ nga djegia e karburanteve fosile në procesin j gjatë vitit y

Emetimet e CO₂ nga djegia e karburanteve fosile në procesin **j** janë llogaritur në bazë të sasisë së lëndëve djegëse që digjen dhe koeficientit të emetimit të CO₂, sipas ekuacionit 4.4:

$$PE_{FC,j,y} = \sum_i FC_{i,j,k} * COEF_{i,y} \quad (4.4)$$

ku: PE_{FC,j,y} - Janë emetimet e CO₂ nga djegia e karburanteve fosile në procesin **j** gjatë vitit **y** (tCO₂/vit);

FC_{i,j,y} - Është sasia e llojit të karburantit **i** që digjet në procesin **j** gjatë vitit **y** (në masë ose vëllim njësi/vit);

COEF_{i,y} - Është koeficienti i emetimit të CO₂ i tipit të karburantit **i** në vitin **y** (ton CO₂ /masë ose njësi vëllimi)

i - llojet e karburanteve që digjen në procesin **j** gjatë vitit **y**

Koeficienti $COEF_{f,y}$ i emetimit të CO_2 mund të llogaritet duke përdorur një nga dy opsionet e mëposhtme, në varësi të të dhënave nëdispozicion për llojin e karburantit fosil i , si më poshtë:

Opsioni 1: Koeficienti $COEF_{f,y}$ i emetimit CO_2 është llogaritur duke u bazuar në përbërjen kimike të llojit të lëndës djegëse i , sipas metodës së mëposhtme:

a. Nëse FC i, x, y është matur në njësi të masës:

$$COEF_{i,y} = w_{C,i,y} * \frac{44}{12} \quad (4.5)$$

b. Nëse FC i, x, y është matur në njësi të vëllimit:

$$COEF_{i,y} = w_{C,i,y} * \rho_{i,y} \frac{44}{12} \quad (4.6)$$

ku:

$COEF_{i,y}$ - koeficienti i emetimit të CO_2 i llojit të lëndës djegëse i (ton CO_2 /masë ose njësi vëllimi);

$w_{C,i,y}$ - mesatarja e pjesës në masë të karbonit për llojin e lëndës djegëse i në vitin y (tC/njësi në masë e lëndës djegëse);

$\rho_{i,y}$ - Densiteti mesatar i llojit të lëndës djegëse i në vitin y (njësi në masë/njësi në vëllim i karburantit)

i - Llojet e karburanteve që digjen në procesin j gjatë vitit y

Opsioni 2: Koeficienti $COEF_{f,y}$ i emetimit të CO_2 është llogaritur duke u bazuar në vlerën neto të fuqisë kalorifike dhe faktorit të emetimit të CO_2 , në funksion të llojit të karburantit i , siç shprehet në formulën 4.7:

$$COEF_{i,y} = NCV_{i,y} * EF_{CO_2,i,y} \quad (4.7)$$

ku:

$COEF_{i,y}$ - koeficienti i emetimit të CO_2 i llojit të karburantit i në vitin y (t CO_2 /masë ose njësisë së vëllimit)

$NCV_{i,y}$ - vlera mesatare e ponderuar neto e fuqisë kalorifike e llojit të karburantit i në vitin y (GJ / masë ose njësisë të vëllimit)

$EF_{CO_2,i,y}$ - mesatare e ponderuar e faktorit të emetimit të CO_2 për llojin e karburantit i në vitin y (t CO_2 / GJ)

i - Llojet e karburanteve që digjen në procesin j gjatë vitit y

Në rastin e studimit tonë llogaritjet janë përshkruar nëpërmjet formulës 4.8:

$$E_{CO_2} = \sum_{i=1}^n q \cdot A \cdot N_{i,j,k} \cdot b \quad (4.8)$$

Ku, q - konsumi specifik për l/km [4]

A - (km/vit), kilometrat e përshkuara mesatarisht gjatë një viti për kategorinë e automjeteve për pasagjerë në Rajonin e Tiranës.

$N_{i,j,k}$ - numri i autoveturave, sipas kategorisë, llojit të lëndës djegëse dhe cilindratës

b - sasia e CO_2 (2.8 kg CO_2 /litër benzinë dhe 2.9 kg CO_2 /litër naftë) [104]

Ku, T - numri total i automjeteve M_1 ,

D - % e automjeteve M_1 me naftë

d - % e automjeteve M_1 me naftë sipas cilindratës

P - numri total i automjeteve M_1 me benzinë

c - % e automjeteve M_1 me benzinë sipas cilindratës

Duke u mbështetur në këto ndarje dhe grupime nxjerrim sasinë totale të CO_2 për automjetet M_1 me benzinë në rajonin e Tiranës.

$$TE_{CO_2} = \sum_1^5 \left[q_{1200} \cdot A \cdot T_{M_1} \cdot P\% \cdot c_{1200}\% \cdot b_p + q_{1600} \cdot A \cdot T_{M_1} \cdot P\% \cdot c_{1600}\% \cdot b_p + \right. \\ \left. + q_{2000} \cdot A \cdot T_{M_1} \cdot P\% \cdot c_{2000}\% \cdot b_p + q_{2500} \cdot A \cdot T_{M_1} \cdot P\% \cdot c_{2500}\% \cdot b_p + \right. \\ \left. + q_{3000} \cdot A \cdot T_{M_1} \cdot P\% \cdot c_{3000}\% \cdot b_p + q_{>3000} \cdot A \cdot T_{M_1} \cdot P\% \cdot c_{>3000}\% \cdot b_p \right] \quad (4.9)$$

Në të njëjtën mënyrë vepohet edhe për automjetet M_1 me lëndë djegëse naftë:

$$TE_{CO_2} = \sum_1^5 \left[q_{1600} \cdot A \cdot T_{M_1} \cdot D\% \cdot d_{1600}\% \cdot b_d + q_{1900} \cdot A \cdot T_{M_1} \cdot D\% \cdot d_{1900}\% \cdot b_d + \right. \\ \left. + q_{2500} \cdot A \cdot T_{M_1} \cdot D\% \cdot d_{2500}\% \cdot b_d + q_{3000} \cdot A \cdot T_{M_1} \cdot D\% \cdot d_{3000}\% \cdot b_d + \right. \\ \left. + q_{>3000} \cdot A \cdot T_{M_1} \cdot D\% \cdot d_{>3000}\% \cdot b_d \right] \quad (4.10)$$

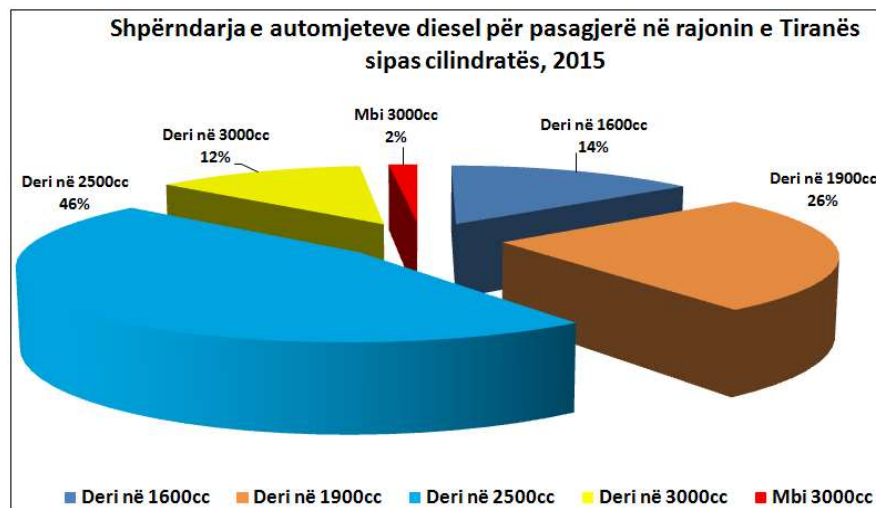


Figura 4.2: Shpërndarja e automjeteve diesel të kategorisë M_1 në rajonin e Tiranës në funksion të cilindratës, 2015.

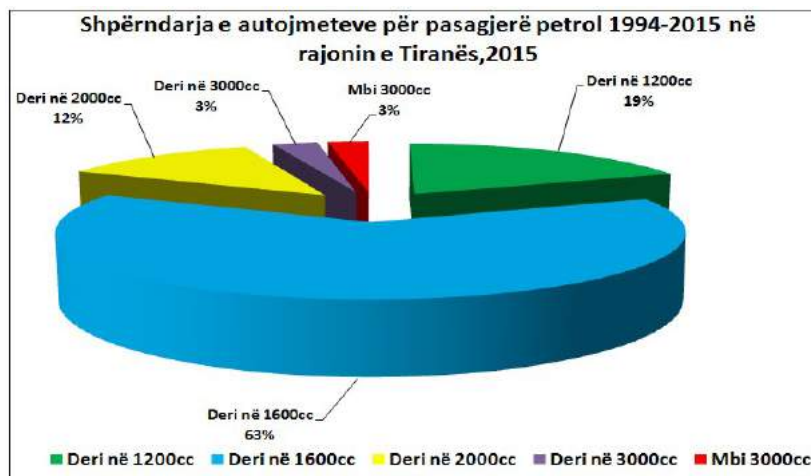


Figura 4.3: Shpërndarja e automjeteve benzinë të kategorisë M1 në rajonin e Tiranës në funksion të cilindratës, 1994-2015.

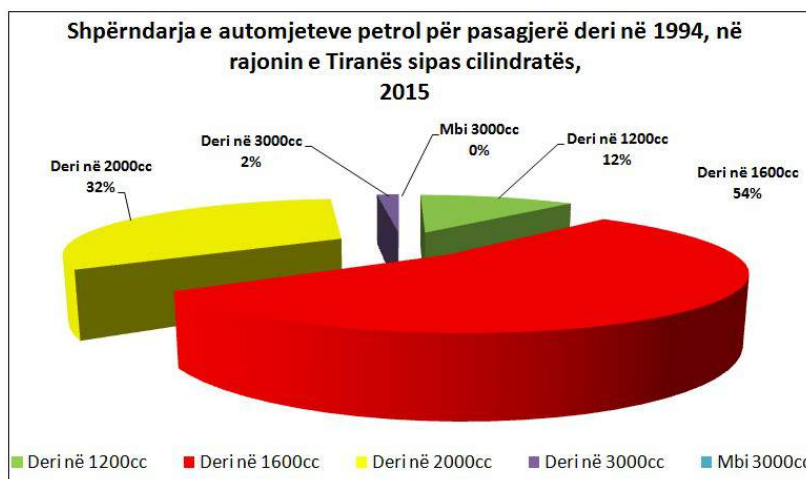


Figura 4.4: Shpërndarja e automjeteve benzinë të kategorisë M1 në rajonin e Tiranës në funksion të cilindratës, deri 1994.

4.2 Teoria dhe metodika e vlerësimit të opacitetit k (m^{-1}), HC, CO dhe λ

Opaciteti është një koncept optik që i referohet aftësisë për të ndaluar dritën nga të qenit e transmetueshme. Opaciteti i gazit, jepet në përqindje, ku 0 % do të thotë se e gjithë drita transmetohet përmes instrumenteve të komunikimit dhe 100 % i referohet rastit kur nuk transmetohet dritë. Është e rëndësishme për tu kuptuar se opaciteti vetë nuk jep informacion shumë të dobishëm për aq kohë sa gjatësia e rrugës efektive optike, OPL, nuk është dhënë. Sipas ligjit të Beer - Lambertit është marrë në konsideratë një vëllim i vogël i quajtur " vëllim i provës" me një përqendrim n_i të dritës absorbuese.

Nëse një foton përshkon vëllimin e provës dhe godet absorbuesin, ai ose absorbohet (përthithet) ose do të përshkojë vëllimin.

Ekuacioni (4.17) quhet ekuacioni i ligjit të Beer - Lambertit. Koeficienti i absorbimit të dritës, ' k ', përcaktohet si produkt i përqendrimit të rrezeve të absorbuara me seksionin tërthor:

$$k = n_i \sigma \quad (4.18)$$

Në ekuacionin (4.17) distanca që përshkon drita është shënuar me ' x ', e cila, quhet ndryshe edhe gjatësia e rrugës optike, L_A , kështu që ekuacioni (4.17) shkruhet në formën:

$$I(L_A) = I_0 \cdot e^{-kL_A} \quad (4.19)$$

Duke pjestuar dhe logaritmuar me I_0 të dy anët e formulës 4.19 marrim:

$$\ln\left(\frac{I(L_A)}{I_0}\right) = -kL_A \quad (4.20)$$

Raporti $\left(\frac{I(L_A)}{I_0}\right)$ është sasia e intensitetit të dritës të transmetuar në pikën L_A , ky raport mund të shkruhet në formën $\left(\frac{\tau}{100}\right)$, ku τ është raporti i transmetimit në përqindje.

Duke bërë zëvendësimet në ekuacionin (4.20) marrim ekuacionin përfundimtar të koeficientit të absorbimit të dritës:

$$k = -\frac{1}{L_A} \cdot \ln\left(\frac{\tau}{100}\right) \quad (4.21)$$

ku k është koeficienti i absorbimit të dritës, L_A është gjatësia efektive e rrugës optike dhe τ është raporti i transmetimit të dritës në përqindje.

OPL është distanca e instrumenteve të komunikimit që korrespondon me opacitetin. Opaciteti llogaritet sipas ekuacionit 4.22.

$$N = 100 - \tau \quad (4.22)$$

ku N është opaciteti në përqindje dhe τ është raporti i dritës së transmetuar në përqindje.

Përveç termit të opacitetit ka dhe term tjetër optik i ngjashëm me të, i cili quhet koeficienti i absorbimit të dritës. Për një materie homogjene marrëdhënia midis transmetimit të dritës dhe koeficientit të absorbimit të dritës, përshkruhet sipas ligjit të Beer-Lambert-it, me ekuacionin 4.23.

$$k = -\frac{1}{L_A} \cdot \ln\left(\frac{\tau}{100}\right) \quad (4.23)$$

ku k - shpreh koeficientin e thithjes së dritës,

L_A - shpreh gjatësinë efektive të rrugës optike dhe τ është raporti i dritës së transmetuar në përqindje.

Koeficientin e absorbimit të dritës e përcaktojmë në kushtet e presionit atmosferik dhe temperaturës prej 373K. Pra, duke qenë se koeficienti i absorbimit të dritës është një madhësi

në funksion të presionit dhe temperaturës, atëherë është e nevojshme të kuptojmë origjinën e këtyre varësive.

Nëse konsiderojmë një vëllim V dhe temperaturë konstante, atëherë grimcat do të përshtaten dhe do të zënë vëllim të caktuar në përputhje me ligjin e gazit ideal (ekuacioni 4.24). Megjithatë, nëse vlera e presionit është konstante dhe temperatura ndryshon atëherë, numri i grimcave brenda vëllimit do të jetë në përpjestim të zhdrejtë me temperaturën.

$$pV = nRT \quad (4.24)$$

ku p - presioni,

V - vëllimi

n - përqendrimi i substancës në mol

R - konstantja karakteristike gazit ideal

T - temperatura

Meqenëse janë grimcat ato që absorbojnë dritën, argumentet e mësipërme të lënë të nënkuptosh se absorbimi është në përpjesëtim të drejtë me presionin dhe proporcionalisht në përpjesëtim të zhdrejtë me temperaturën. Marrëdhëniet e mësipërme na bëjnë të mundur për të korrigjuar koeficientet e matura të absorbimit sipas ekuacionit 4.25 dhe 4.26 si më poshtë.

$$k_{cor, T} = k_m \cdot \frac{T}{T_0} \quad (4.25)$$

ku $k_{cor, T}$ - koeficienti i korrigjuar i absorbimit të dritës,

k_m - koeficienti i matur,

$T_0 = 373 \text{ K}$ dhe T temperatura në Kelvin, gjatë matjeve.

$$k_{cor, p} = k_m \cdot \frac{p_{atm}}{p} \quad (4.26)$$

p_{atm} - i referohet presionit atmosferik dhe p është presioni gjatë matjeve.

Parimi bazë i funksionimit të opacimetrit qëndron në faktin se drita e emetuar nga një burim drite dhe një sensor tjetër i vendosur në një largësi të caktuar, regjistron intensitetin e dritës të lëshuar nga burimi i dritës. Nëse një mostër e gazeve të daljes nga M.D.B diesel, me një vlerë të opacitetit më shumë se 0 %, është vendosur në mes të burimit të dritës dhe sensorit të intensitetit të dritës atëherë intensiteti i dritës së matur do të ulet. Nëpërmjet kalibrimit, intensiteti i matur mund të kalibrohet në vlerën e opacitetit të mostrës. Kur kemi të bëjmë me një lëndë të përkryer transparente, p.sh. ajri, atëherë themi se opaciteti është 0 % dhe në rastin e kundërt, kur nuk kemi transmetim të dritës, opaciteti është 100 %.

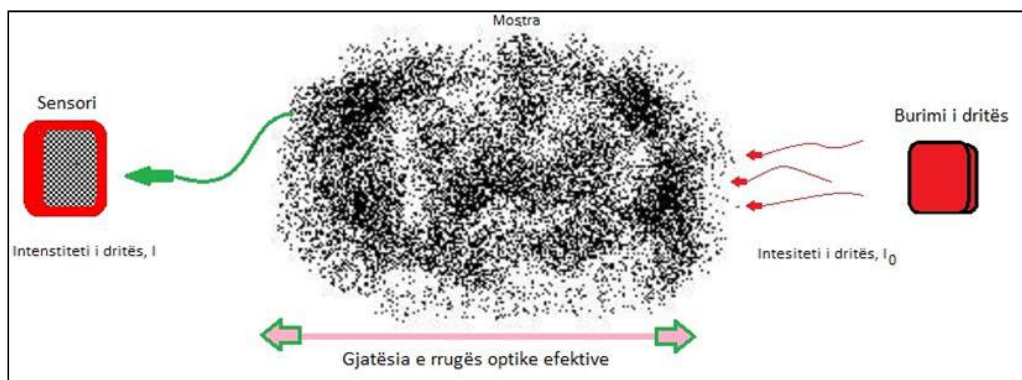


Figura 4.6. Skema e funksionimit të një opacimetri [106].

Opaciteti i mostrës është pjesa e dritës që nuk transmetohet nëpërmjet mostrës.

Figura 4.6 tregon zvogëlimin e intensitetit të dritës kur ajo përshkon mostrën e gazit që del nga procesi i djegies së hidrokarbureve. Opaciteti që i korrespondon gjatësisë së rrugës optike specifike, llogaritet sipas ekuacionit 4.27.

$$N = 1 - \frac{I}{I_0} \quad (4.27)$$

ku N - opaciteti i gazit

I - intensiteti i matur i dritës

dhe I_0 - intensiteti i dritës nëse ai matet pa prezencën e gazit.

Opacimetri i përzgjedhur për kryerjen e matjes së vlerës së opacitetit është pajisja MDO2-LON MaschinenBau Haldenwang, ku nëpërmjet sondës realizohet kapja e një sasive gazi të produkteve të djegies, si në Figurën 4.7, dhe në funksion të përqendrimit të tyre bëhet vlerësimi i opacitetit. Gazet e djegies lejojnë të depërtojnë më pak dritë se sa ajri. Ky parim është vënë në praktikë në opacimetrin MDO2-LON, i cili quhet absorbim fotometrik. Gazet e djegies mblidhen në një dhomë testuese, ku në skajet e saj vendoset një transmetues dhe një marrës. Transmetuesi përbëhet nga një burim drite LED, e cila transmeton një gjatësi vale prej 567 nm. Kjo gjatësi vale është e lidhur me kapacitetin absorbues të gazeve të djegies.

Një qelizë foto-elektrike merr sinjal në anën e kundërt të dhomës, ashtu siç paraqitet në Figurën 4.7.

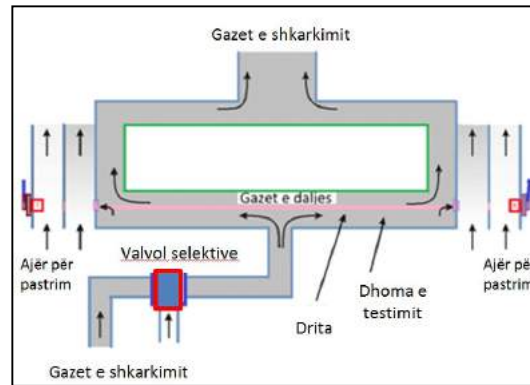


Figura 4.7: Paraqitja skematike e opacimetrit MDO2-LON [106].

Nëpërmjet kësaj pajisje janë kryer një numër i madh matjesh për vlerësimin e opacitetit të gazeve të automjeteve me M.D.B diesel.

Metoda e vlerësimit së opacitetit u realizua duke respektuar ligjin Shqiptar në lidhje me emetimin e gazeve në atmosferë nga automjetet me M.D.B diesel: **"Vlerat dhe Normat e Lejuara të Gazeve të Shkarkuara në Atmosferë dhe Zhurmat të Shkaktuara nga M.D.B. diesel"**, miratuar me VKM 6527, datë 24.12.2004 dhe i amenduar me direktivën Nr 12, datë 15.06.2010 si dhe në përputhje me Direktivën 48/2010 të Bashkimit Europian.

Për të kryer matjen e opacitetit të gazeve të djegies nga M.D.B diesel u përdor opacimetri MDO2-LON Maha Maschinenbau Haldenwang, ku matja e shkallës së reduktimit të rrezeve të dritës kryhet në dhomën e matjes nëpër të cilën kalon dhe sasia e mostrës së gazit që analizohet, si në Figurën 4.8.

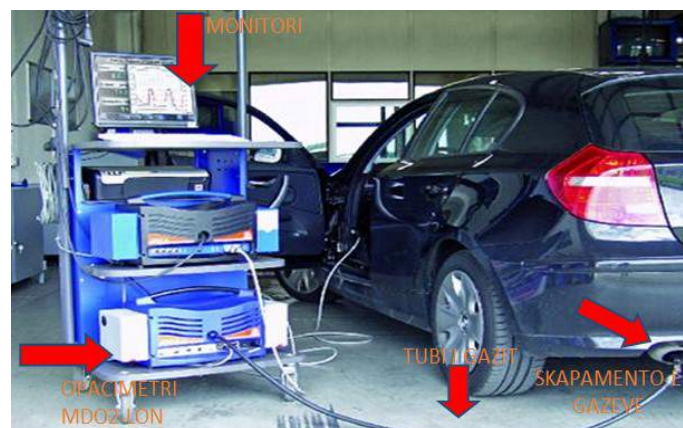


Figura 4.8: Instrumenti i matjes së opacitetit MDO2-LON dhe MGT5 , lidhja me tubin e shkarkimit të gazeve të automjetit, Qendra e Testimit Tirana 1.

Pasi kryhet lidhja e pajisjes së MDO2-LON, si në figurën 4.8, kryhet matja dhe përcaktimi i vlerës së opacitetit sipas skemës logjike si në figurën 4.9.

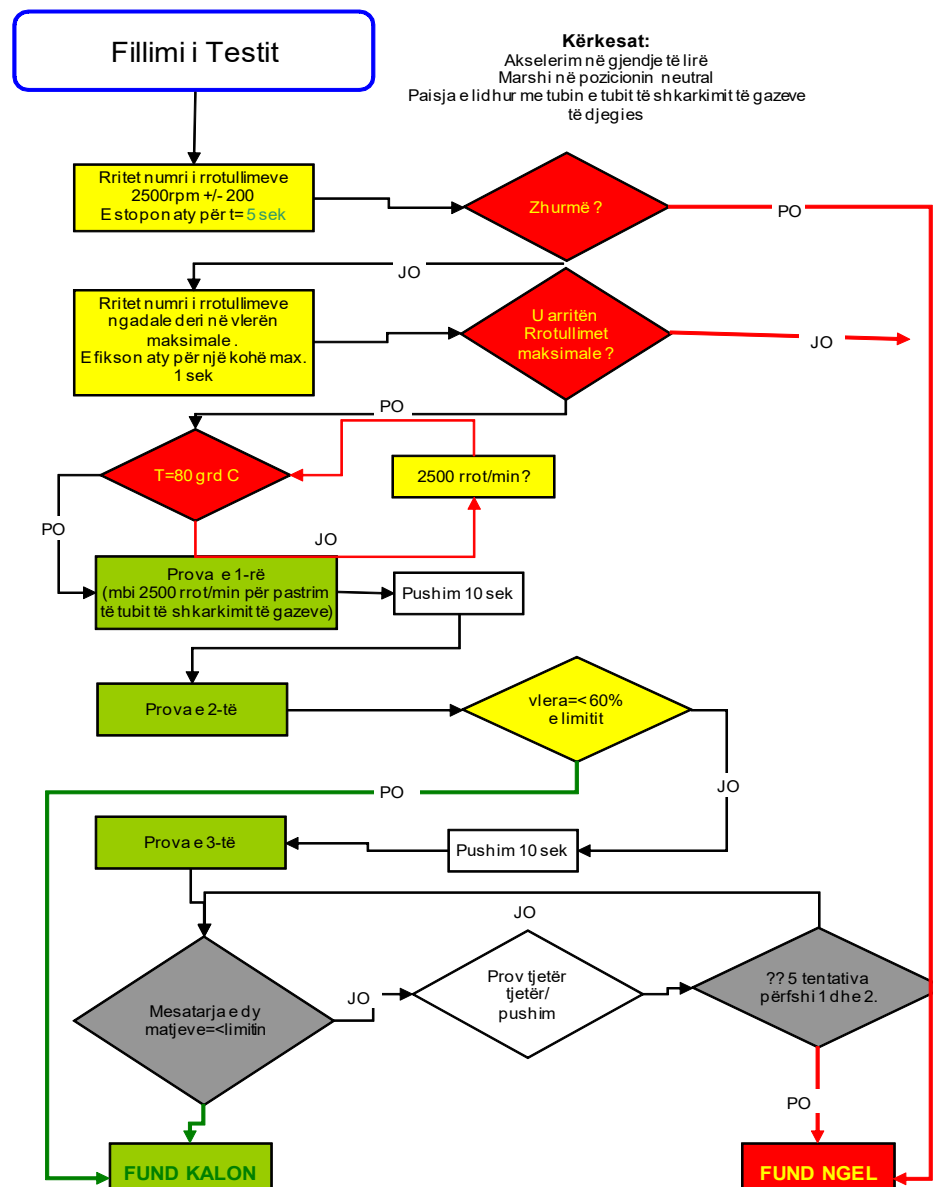


Figura 4.9: Algoritmi i procesit të matjes së opacitetit në M.D.B Diesel.

Algoritmi për matjen e vlerës së opacitetit në M.D.B diesel është përshtatur sipas ligjeve të Republikës së Shqipërisë si dhe duke u bazuar në direktivat e Bashkimit European (shih kapitullin 2).

Simulimet për matjen e vlerës së opacitetit janë realizuar për disa lloje të ndryshme të automjeteve, vite të ndryshme të prodhimit, duke e bërë këtë skemë logjike të jetë sot standard për të gjitha llojet e automjeteve që kontrollohen dhe qarkullojnë në Republikën e Shqipërisë. Sipas skemës standarde logjike të ndërtuar dhe rregullore në fuqi, matja e

opacitetit realizohet me të paktën me tre matje individuale. Nëse mesatarja e tre matjeve të para nuk rezulton kalues (Pass), atëherë matja vazhdon me dy tentativa të tjera.

Vlera mesatare aritmetike e koeficientit të opacitetit llogaritet sipas formulës:

$$k_{mes} = \frac{k_{n-2} + k_{n-1} + k_n}{3} \quad (4.28)$$

ku n - numri i matjes së fundit të opacitetit të gazeve.

Koha e pritjes nga matja në matje është 5 sekonda derisa të kenë kaluar xhirot e motorit në vlerën minimo duke dhënë mundësinë e pastrimit të rrugës së gazeve të daljes. Nëse vlera mesatare e koeficientit të opacitetit është më e vogël se 60 % e k_{lej} atëherë testi përfundon me tre tentativat (matjet) e para. Në të kundërt, testi vazhdon edhe me dy tentativa të tjera. Pas provës së pestë, që rezultati të jetë kalues (Pass), duhet që vlera mesatare e opacitetit të jetë në vlerat e rekomanduara të standardit 2009 EC/40 (shih tabelën 2.8):

$$k \leq 2.5 \text{ m}^{-1} \text{ për M.D.B.D Jo -Turbo}$$

$$k \leq 3.0 \text{ m}^{-1} \text{ për M.D.B Turbo}$$

Për automjetet e regjistruara pas 01.07.2008 vlera e lejuar e koeficientit të opacitetit duhet të jetë më e vogël ose baraz:

$$k \leq 1.5 \text{ m}^{-1}$$

Para se të fillojë procesi i matjes së opacitetit, sigurohemi që të dhënat e automjetit janë regjistruar sipas të dhënave të marra nga dokumentacioni dhe verifikimit faktik në trupin e automjetit. Në ekranin e kompjuterit shfaqet një dritare ku mund të zgjedhin targën e automjetit, i cili është regjistruar në sistemin VIMS. Më tej në ekranin e kompjuterit shfaqet një dritare komunikuese ku ngarkohen të gjitha të dhënat e tjera të marra nga pasaporta e automjetit. Verifikojmë VIN në trupin e automjetit, leximin e kilometrave në lexuesin e automjetit, ashtu siç tregohen në figurën 4.10 a,b,c,d. Para se të fillojë procesi i matjes së opacitetit të gazeve të M.D.B diesel duhet që të kontrollojmë mjetin nëse ka ndonjë defekt, temperaturën e motorit që duhet të arrijë vlerën optimale të tij dhe nivelin e vajit të jetë sipër pikës kritike, të cilat nuk na lejojnë teknikisht të fillojmë procesin e testimit, pasi procesi i matjes së opacitetit kryhet me xhiro të larta, mbi 2500 rrot/min. Në fund kryhet lidhja e të gjitha pjesëve të MDO2-LON me automjetin dhe radha e punës kryhet si në figurën 4.10 a,b,c,d.



Figura 4.10: (a) zgjedhja dhe hedhja e të dhënave kryesore, (b) lidhja e MDO2 -LON me RPM, (c) matja e opacitetit me RPM, (d) fundi i testit me rezultatin Fail 9.9 m⁻¹ kundrejt $k_{lej}=2.5 \text{ m}^{-1}$.

Procesi i matjes dhe vlerësimit të koeficientit të opacitetit kërkon domosdoshmërisht respektimin e këtyre katër etapave, të cilat janë më kryesoret që duhet të respektohen nga çdo inspektor apo qendër e matjes së emetimeve nga gazet e djegies së M.D.B diesel.

Në Figurën 4.11 tregohet algoritmi i vlerësimit të dy komponentëve të djegies HC dhe CO, si dhe përcaktimi i koeficientit λ në lidhje me automjetet me lëndë djegëse benzinë. Të tre këto elementë maten nëpërmjet pajisjes MGT5 e pajisur me sensorët përkatës, ku përmbajtjet limit të tyre janë në funksion të vitit të prodhimit të automjeteve benzinë (shih Tabelën 2.7).

Këto përmbajtje janë vlerësuar dhe janë konvertuar sipas rastit në (mg/m³) apo (g/km).

Këto konvertime janë shumë të rëndësishme të njihen dhe të zbatohen në funksion të qëllimit për të krahasuar nivelet e ndotjes nga automjetet në rajonin e Tiranës me procedurat PEMS, NEDC, FTP-75 etj (shiko 4.3).

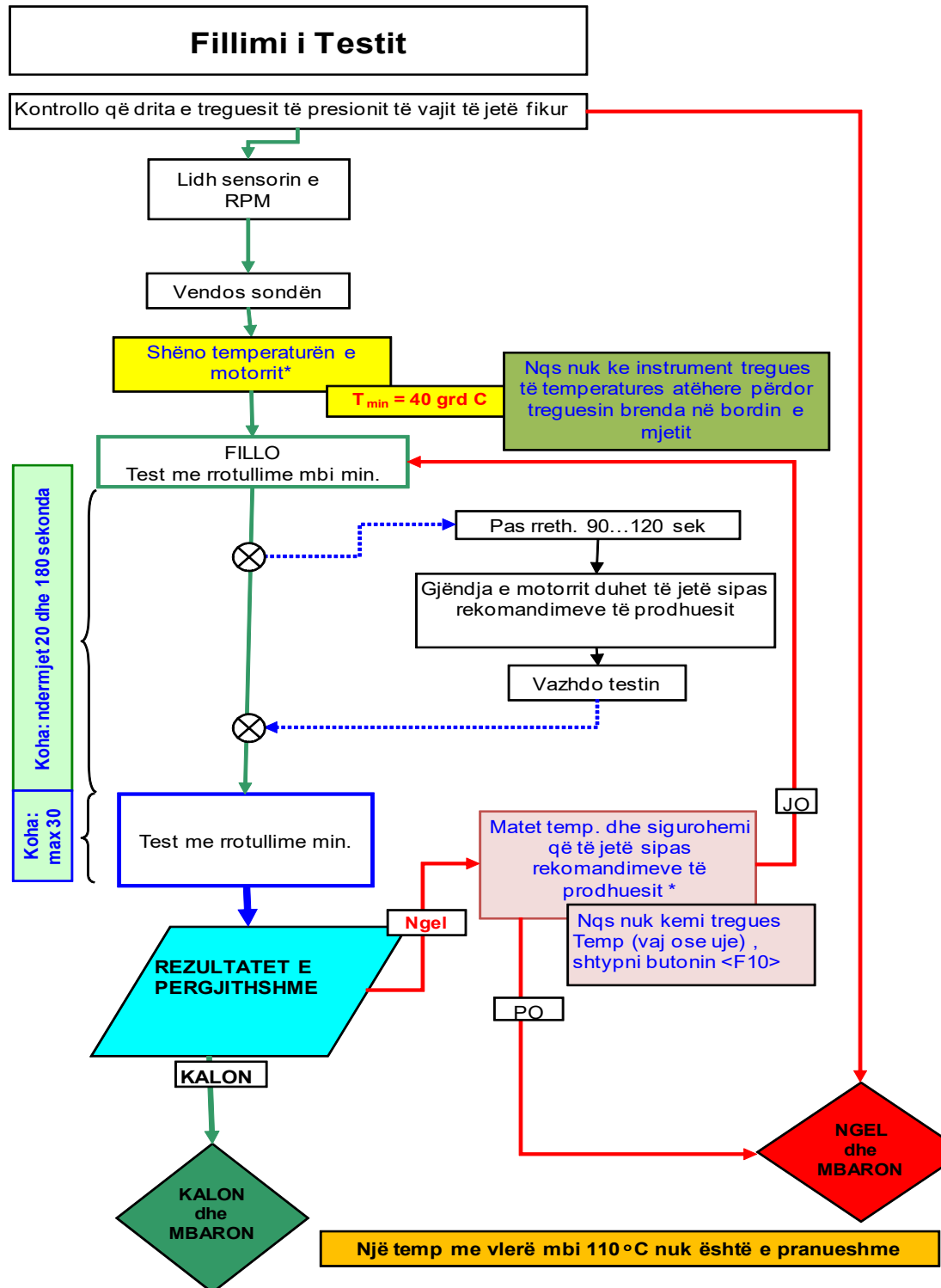


Figura 4.11: Algoritmi i procesit të matjes së CO, HC dhe λ në M.D.B me benzinë.

4.3 Metodika e matjes PEMS për vlerësimin NOx, HC, PM dhe CO në lidhje me regjimet e ndryshme të shpejtësisë: Rasti konkret i Lancia dhe Citroen.

Metoda e matjes së emetimeve nga automjetet e kategorisë M1 është realizuar duke përdorur pajisjen E8500 dhe software-in e instaluar E-gas, i cili analizon gazet e djegies. Këto matje u kryen për regjime të ndryshme të shpejtësisë së automjeteve të kategorisë M1. Në këtë punim u përzgjedhën dy automjete të ndryshme, Lancia Thesis dhe Citroen C4. Nga testimi i kryer rezulton se ato e kalojnë me sukses testin e emisioneve të gazeve (matja e opacitetit) referuar direktivës 2009/40/EC në kushte stacionare (vetëm me RPM). Për këtë arsye, pajisja portabël e sistemit të matjes së emetimeve të gazeve (PEMS) E8500 kryen lidhjen me njësinë e kontrollit të parametrave të automjetit, e cila mat sasinë e komponentëve të gazeve të emetuara nga sistemi i shkarkimit të gazeve, siç tregohet më poshtë në Figurën 4.12 a,b,c.

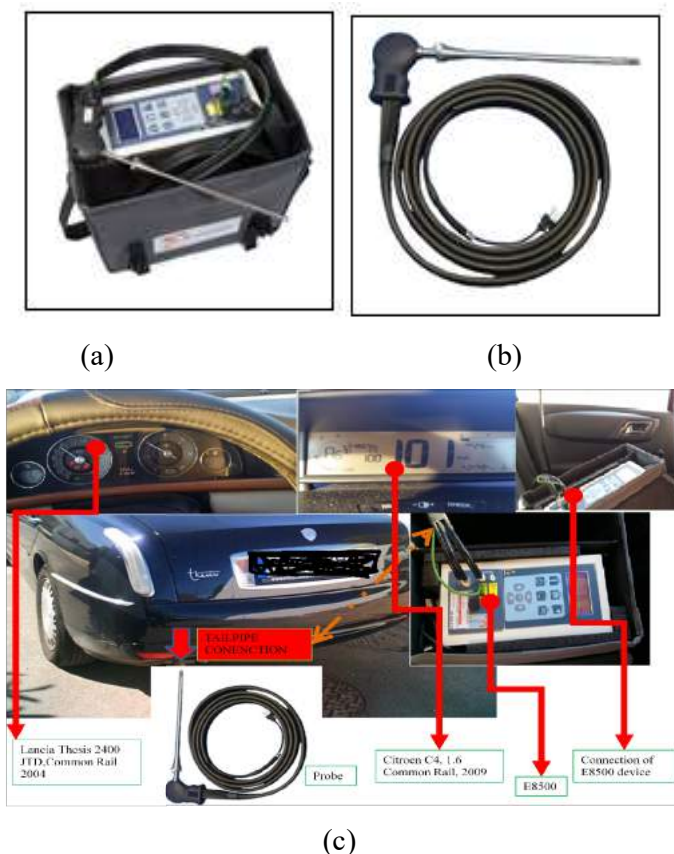


Figura 4.12: (a) Pajisja E8500 e analizimit të gazeve sipas PEMS; (b) tubi standard që lidh pajisjen me tubin e shkarkimit të gazeve; (c) metoda e matjes së emisioneve nga pajisja E8500 për regjime shpejtësie të ndryshme të automjeteve të pasagjerëve Lancia Thesis 2400 JTD, Common Rail, 2004 dhe Citroen C4 1.6, Common Rail, 2009.

Nga Figura 4.12 tregohet procedura e matjes me anë të pajisjes E8500 e cila mat në mënyrë të drejtpërdrejtë gazet që kalojnë nëpërmjet tubit të shkarkimit të gazeve nga M.D.B. Pajisja E8500 luan një rol kryesor për të studiuar emetimet e gazeve të kryera në këtë punë studimore. Pajisja E8500 është e përbërë nga nëntë sensorë gazi, gjashtë sensorë elektrokimik, tre sensorë jo shpërndarës infrared (NDIR) dhe një detektor fotojonizues (PID), të cilat kryejnë matjen e komponentëve të gazeve në shkarkim nga M.D.B (NO_x , HC, CO, CO_2 , O_2 dhe ajrin shtesë).

Emetimet e gazeve për këto dy tipe makinash janë matur në zonat urbane, ekstra-urbane dhe të kombinuar përgjatë autostradës Tiranë - Durrës. Në total janë kryer 500 km rrugë ose 50 orë matje për të dyja automjetet e përmendura më sipër.

Metodikat PEMS janë sot të zbatueshme në disa shtete të Europës dhe Amerikë.

Në figurën 4.12 (d) dhe 4.12 (e) janë paraqitur procedurat e NEDC për testin e emetimeve të gazeve në Europë dhe FTP-75 për testin e emetimeve të gazeve nga automjetet në Amerikë sipas EPA-s dhe CARB.

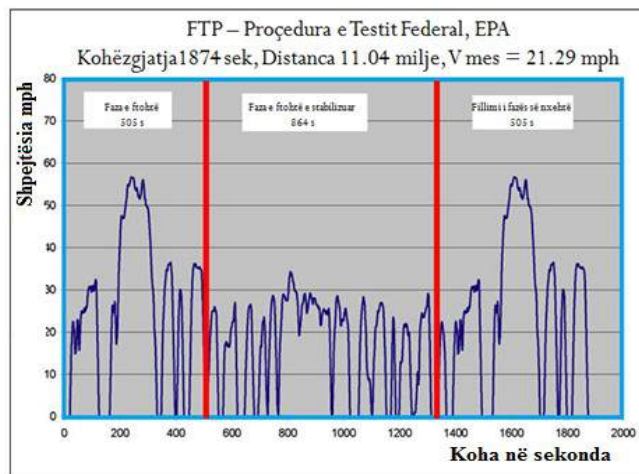


Figura 4.12: (d) Procedura e Testit të Emetimeve të Gazeve FTP-75, SHBA [107].

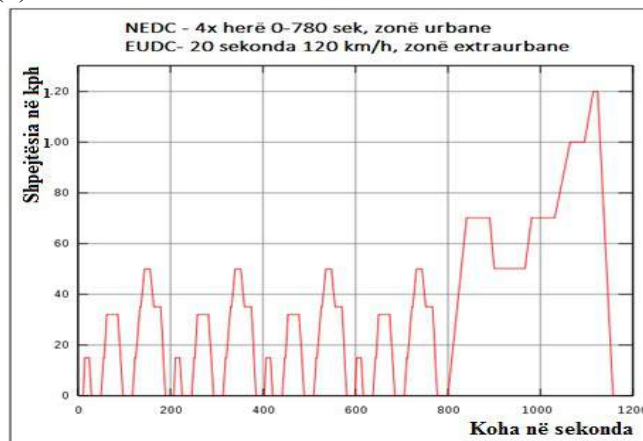


Figura 4.12: (e): Procedura e Testit të Emetimeve të Gazeve NEDC, BE [107].

4.4 Metodika e matjes së përshkueshmërisë, densitetit , sipërfaqes specifike, porozitetit dhe efencës së filtrimit me material filtrues Trepel.

Përshkueshmëri absolute, quhet përshkueshmëria e mjedisit poroz që përcaktohet me anë të filtrimit të një faze të vetme (gaz ose lëng), e cila nuk bashkëvepron fiziko-kimikisht me skeletin e ngurtë. Si fazë e tillë u përdor ajri, azoti dhe CO₂ pasi në këtë rast bashkëveprimi fiziko-kimik është minimal. Përshkueshmëria absolute e përcaktuar në këtë mënyrë karakterizon vetëm mjedisin poroz dhe shërben për të vlerësuar aftësinë përshkuese të shtresave të materialit filtrues i përdorur për kapjen e grimcave të ngurta në filtrin DPF me mineral Trepel. Koeficienti i përpjesëtimt [k], i cili gjendet nëpërmjet ekuacionit (4.29) karakterizon përshkueshmërinë e mjedisit filtrues dhe quhet koeficient i përshkueshmërisë:

$$[k] = \frac{Q\mu L}{\Delta p F} \quad (4.29)$$

Kur gjatë vlerësimit të koeficientit të përshkueshmërisë nëpërmjet mjedisit poroz ku filtrohet gaz, tek formula (4.29) duhet vendosur debiti mesatar në kushtet e kampionit.

$$[k] = \frac{\bar{Q}\mu L}{\Delta p F} \quad (4.30)$$

ku: $\bar{Q}$ - prurja në vëllim e gazit e sjellë në kushtet e presionit mesatar P që gjendet në kampion.

Duke pranuar që procesi i zgjerimit të gazit në kampion është proces izotermik, mund të shfrytëzojmë ligjin e Bojl-Mariotit, nga i cili:

$$\bar{Q}P = Q_0 p_0 \quad (4.31)$$

dhe m.q.s:

$$P = \frac{p_1 + p_2}{2} \quad (4.32)$$

mund të shkruajmë:

$$\bar{Q} = \frac{2Q_0 p_0}{p_1 + p_2} \quad (4.33)$$

Si përfundim i këtyre arsytimit, formula (4.30) që shërben për përcaktimin e përshkueshmërisë së gazit do të shkruhet:

$$[k] = \frac{2Q_0 p_0 \mu L}{(p_1^2 - p_2^2) F} \quad (4.34)$$

Q_0 - prurja e gazit në presionin atmosferik p_0

p_1, p_2 - presionet absolute të gazit në hyrje dhe dalje të kampionit.

Njësitë e matjes së përshkueshmërisë janë ato të sipërfaqes:

$$[k] = \frac{L^3 T^{-1} M L^{-1} T^{-1} L}{L^2 M L^{-1} T^{-2}} = L^2 \quad (4.35)$$

Në sistemin CGS koeficienti i përshkueshmërisë matet në cm^2 , ndërsa në sistemin ndërkombëtar SI matet me m^2 . Duke u nisur nga njësitë e matjes, mund të nxjerrim si përfundim se koeficienti i përshkueshmërisë përfaqson madhësinë mesatare të sipërfaqes së prerjes tërthore të kanaleve poroze sipas së cilës zhvillohet procesi i filtrimit. Në praktikë madhësitë cm^2 dhe m^2 janë shumë të mëdha dhe jo praktike prandaj për matjen e përshkueshmërisë përdoret madhësia njësi Darsi (D). Një Darsi është përshkueshmëria e mjedisit, në të cilën kalon $1(\text{cm}^3/\text{s})$ trup pune me viskozitet 1cp , nëpër një prerje tërthore prej 1cm^2 kur në njësinë e gjatësisë së tij vepron diferenca e presionit prej $1(\text{kg}/\text{cm}^2)$.

Në modelin e krijuar të filtrit partikular me material filtrues Trepel kemi bërë matjet e rënies së presionit në funksion të trashësisë së mineralit Trepel. Matja e rënies së presionit u krye për çdo fraksion të materialit filtrues të propozuar. Trepeli i marrë në studim ka karakteristika fiziko-kimike si në tabelën 4.2.

Pajisja nëpërmjet të cilës u mundësua përcaktimi i rënies së presionit quhet Baroid Press Filtër (figura 4.13 a).

Pres filtri i përdorur për këtë studim ka përmasa $D=55\text{ mm}$, $H=177\text{ mm}$ (figura 4.13 b).

Si trup pune u përdor ajri, i cili u sigurua nëpërmjet një bombole që mbushej nga një kompresor me piston me presion deri në 20 atm .

Në tabelën 4.3 jepen në mënyrë të përmblodhur rezultatet e rënies së presionit në funksion të trashësisë së mbushur në press filtër (h), masës në gram dhe granulometrisë së materialit filtrues të propozuar.

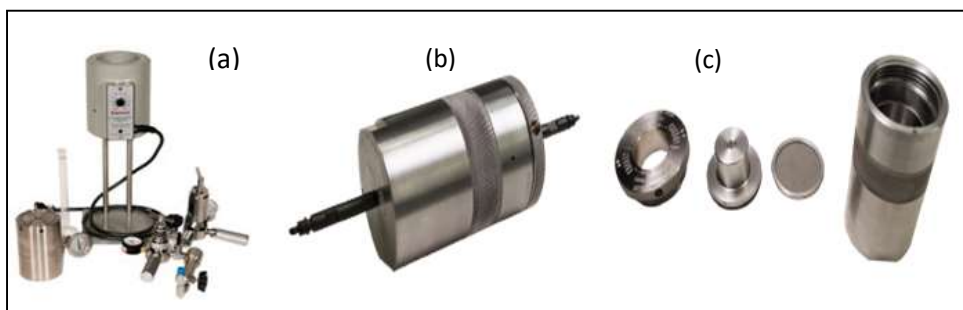


Figura 4.13: a,b,c: Pajisja e matjes së përshkueshmërisë Baroid (a), press filtër (b) dhe aksesoret për sigurimin e hermecitetit.



Figura 4.14: a,b: Peshore e kalibruar (a), materiali filtrues i vendosur brenda në press filtër (b).



Figura 4.15: a,b: Press filtri standard D = 55 mm, H = 177 mm (a), (b) Baroid i pajisur me Press Filtër me rezistencë elektrike.

Trepelit i janë bërë përcaktimet kimike në laboratorin e akredituar shtetëror pranë AKBN.

Gjithashtu, materialit filtrues Trepel i është përcaktuar densiteti pranë laboratorit të fabrikës së çimentos në Fushë-Krujë me anë të metodikës ASTM-C188-95(2003). Kjo procedurë realizon një saktësi matjeje deri 0.03 g/cm^3 . Për vlerësimin e densitetit u ndoq procedura standarde, me anë të përdorimit të aparatit BLAINE, pajisjeve dhe reagentëve si më poshtë:

- Aparat balon “Le Chatelier” sipas cilësive të përcaktuara nga ASTM-C188-96 (2003)
- Vajgur pa përmbajtje të ujit, me densitet $> 0.73 \text{ g/ml}$ në temperaturën $23 \pm 2^\circ \text{C}$
- Sitë 90μ
- Peshore analitike
- Termostat
- Balon me vëllim 1L
- Thupër qelqi

4.5 Parimi i metodës për vlerësimin e densitetit të materialit Trepel

Metoda bazohet në parimin e matjes së vëllimit të lëngut të zhvendosur në një temperaturë të njëtrajtshme gjatë futjes në balonin ku ndodhet lëngu i një sasive Trepeli:

$$\rho \left(\frac{g}{cm^3} \right) = \frac{m}{v_1 - v_0} \quad (4.36)$$

Tabela 4.2: Karakteristikat fiziko-kimike të materialit filtrues Trepel.

Trepeli	
Densiteti (g/cm ³)	2.6
Garanulometria (mm)	(0.4-0.5mm)
Përshkrueshmëria - Darcy ose (m ²)	0.45 Darcy = 4.5x10 ⁻¹³ m ²
Poroziteti (%)	45
Sipërfaqja specifike (cm ² /g)	24.000-44.000
Përmbajtja e SiO ₂ (%)	24.75-60.45

Ndërsa sipërfaqja specifike u krye me anë të një pajisjeje të quajtur Blaine.

Sipërfaqja specifike e Trepelit, në laboratorin e fabrikës së çimentos në Fushë Krujë, u përcaktua me anë të një metode të tërthortë të njohur standarde dhe të besueshme.

Tabela 4.3: Rëniat e presionit në materialin filtrues Trepel.

GRANULOMETRIA (0.4-0.5)		
$\delta(mm)$	$\Delta p(Pa)$	$m(g)$
14	10342.1	30
41	21373.7	100
77	31026.4	150
165	55158.1	327

Në Figurën 4.16 a), b), c), d) dhe e) janë paraqitur matjet e kryera për vlerësimin e përshkueshmërisë së materialit filtrues.



(a)

(b)



(c)



(d)



(e)

Figura 4.16: Pajisja për matjen e përshkueshmërisë së materialit filtrues për filtrin DPF me mineral Trepel (Laboratori i Institutit të Naftës, Fier).

Vlerësimi i koeficientit të përshkueshmërisë të materialit filtrues me granulometri të grimcave me diametër ($0.4 \div 0.5$ mm) është realizuar me anë të pajisjes Baroid. Materiali është peshuar në peshoren e paraqitur në Figurën 4.16 (d) dhe është depozituar në press filtër standard. Më pas vendoset rrjeta e sipërme e cila fikssohet nëpërmjet fermos dhe kapakut me permistop të shtrënguara me vida hegzagonale për të siguruar hermeticitet, e paraqitur në Figurën 4.16 (e). Në vijim press filtri është gati për tu montuar në pajisjen Baroid, ku në pjesën e sipërme të saj lidhet me tubacionin e furnizimit me trup pune (ajër, azot dhe CO_2) siç tregohet në Figurën 4.16 a,b, c. Nëpërmjet manometrave në hyrje dhe dalje të press filtrit vlerësohet rënia e presionit Δp . Këto të dhëna janë shumë të rëndësishme për ndërtimin e grafikut të varësisë $\Delta p = f(h, m)$, (shih Figurën 5.16).



Figura 4.17: (a) Pajisja BLAINE për përcaktimin e sipërfaqes specifike të Trepelit.

Por, gjithashtu këto përcaktime si përshkueshmëria, densiteti, poroziteti dhe sipërfaqja specifike janë realizuar edhe në Laboratorin e materialeve në Fakultetin të Shkencave të Natyrës.

Vlerësimi i porozitetit u krye me anë të metodës me Mërkur. Kjo metodikë është treguar në figurën 4.17 b.

Figura 4.18 paraqet eksperimentimin me filtrin DPF me mineral Trepel, i cili u krye në laboratorin e Akredituar Eko-Studio-Projekt sh.p.k Tiranë. Përpara kryerjes së eksperimenteve, filtri i tipit me fibra qelqi u peshua përpara se të kryhej lidhja me pompën Sanbelli. Kjo procedurë e peshimit u krye për të dyja eksperimentet:

- 1) Matja e PM direkt në tubin e shkarkimit (Pa filtër)
- 2) Matja e PM pas instalimit të filtrit DPF me mineral Trepel

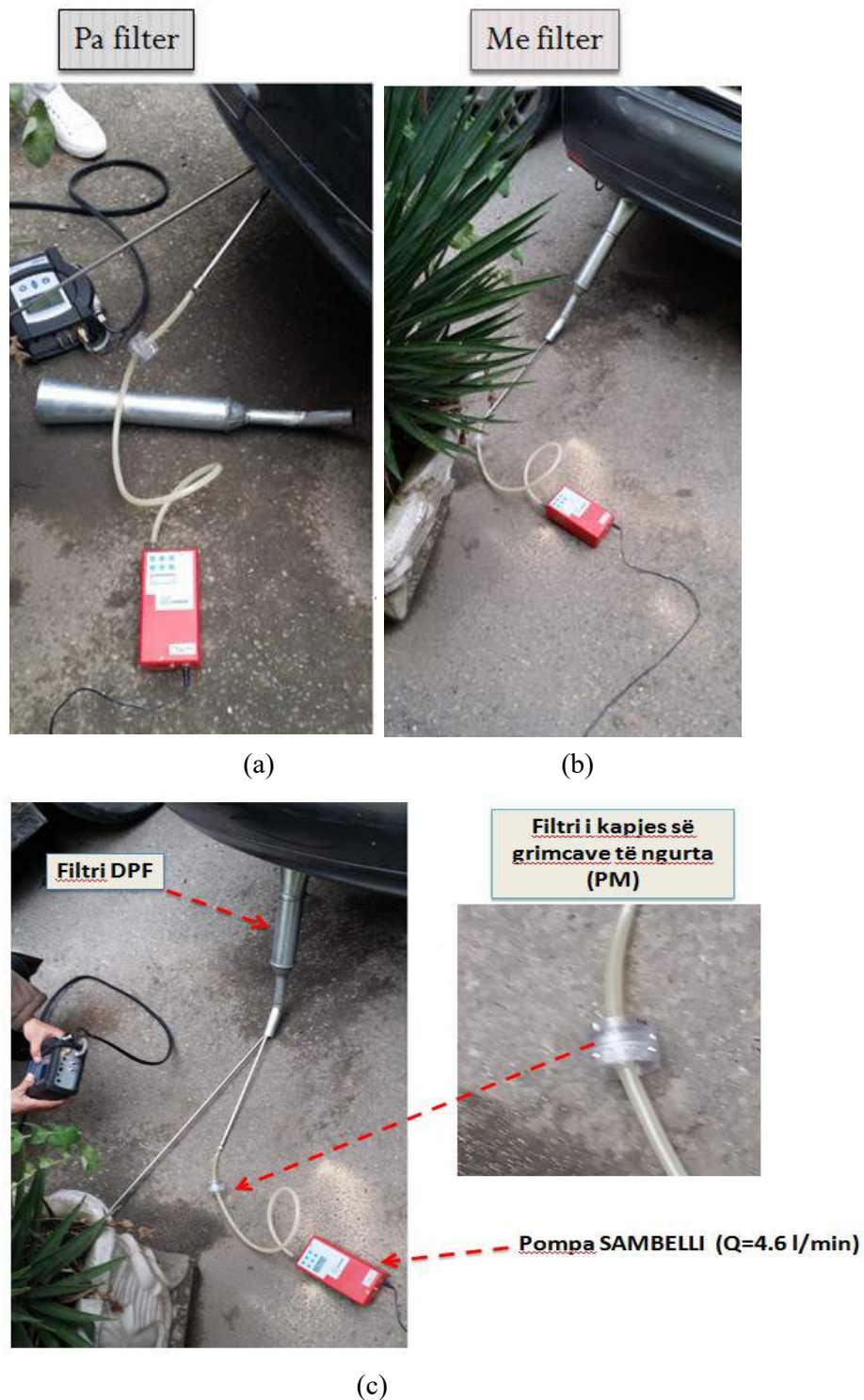


Figura 4.18: a,b,c: Mënyra e lidhjes së filtrit të projektuar me tubin e shkarkimit të gazeve të automjetit dhe pompën Sambelli të pajisur me filtër qelqi.

4.6 Parimi i metodës për vlerësimin e porozitetit dhe sipërfaqes specifike të materialit Trepel me porozimetër

4.6.1 Përcaktimi i shpërndarjes së poreve në materialet e ngurta nëpërmjet porozimetrit me Mërkur (Hg).

Parimi i metodikës për përcaktimin e shpërndarjes së poreve lidhet me lëngjet të cilët nuk lagin (Këndi i kontaktit θ midis lëngut dhe substancës që studiojmë është me i madh së 90°), por mund të penetrojnë në pore vetëm nëpërmjet ushtrimit të një presioni të jashtëm.

Ekuacioni i Washburn-it (rrjedh nga ligji i kapilareve) :

$$r = - \frac{2 \sigma \cos \theta}{p} \quad (4.37)$$

Lidhja formale midis presionit p dhe rrezes r të një pori cilindrik.

Tabela 4.4: Vlerësimi i parametrave të materialit Trepel (0.4÷0.5 mm, 4g)

P (bar)	r (nm)	S (mm)	V (mm³/g)	Δr (nm)	ΔV (mm³/g)
1	7362	0.00	0.00	6748	6.30
7	1052	0.02	1.09	619	12.23
12	613	0.14	6.30	307	14.86
17	433	0.30	13.32	196	14.79
24	307	0.47	21.16	113	13.88
31	237	0.62	28.11	93	15.01
38	194	0.78	35.05	89	15.91
51	144	0.96	43.11	68	13.61
70	105	1.13	50.95	49	12.56
96	77	1.26	56.73	36	10.33
131	56	1.41	63.51	25	6.76
180	41	1.49	67.06	18	4.65
238	31	1.56	70.27	13	2.77
319	23	1.59	71.71	10	4.02
403	18	1.62	73.04	7	3.71
570	13	1.68	75.73	4	2.45
674	11	1.70	76.75	3	1.42
791	9	1.74	78.18	3	0.35
946	8	1.74	78.17	2	0
1127	7	1.74	78.53	2	0

Tabela 4.5: Vlerësimi i parametrave të materialit Trepel (0.1÷0.2 mm, 4g)

P (bar)	r (nm)	S (mm)	V (mm³/g)	Δr (nm)	ΔV (mm³/g)
1	7362	0.00	0.00	6441	11.86
5	1472	0.18	7.92	906	8.71
8	920	0.26	11.86	511	10.88
13	566	0.37	16.62	179	7.43
18	409	0.50	22.74	58	2.59
19	387	0.53	24.06	142	9.94
21	351	0.56	25.33	179	25.29
30	245	0.75	34.00	150	30.65
43	171	1.12	50.62	121	25.31
77	96	1.44	64.65	64	17.63
148	50	1.69	75.93	31	9.57
230	32	1.83	82.29	18	7.60
395	19	1.90	85.50	8	7.95
541	14	2.00	89.89	5	4.95
685	11	2.07	93.45	3	1.60
815	9	2.11	94.84	3	0.46

Madhësia e këndit të kontaktit merret e barabartë me 140°. Tensioni sipërfaqësor σ i zhivës është 0,48 N/m.

Procedura e matjes:

- Presioni rritet me hapa që përcaktohen paraprakisht,
- Kryhet matja e sasisë së Mërkurit që ka penetruar në pore për secilin presion (kurba e intrusionit).
- Pritet vendosja e ekuilibrit,
- Kryhet përlllogaritja e rrezes së poreve nga presioni.

Kurba e intrusionit: Ndërtohet grafiku i vëllimit të zhivës (i cili është i barabartë me vëllimin e poreve) kundrejt rrezes së poreve, që jep të ashtuquajturën **shpërndarje integrale e vëllimit të poreve** (meqenëqë intervali i poreve përmbledh shpesh disa rende është më e përshtatshme të përdoret logaritmi i rrezes së poreve).

Kurba e ekstrusionit: Jep informacione plotësuese për formën e poreve. Histerezia midis intrusionit dhe ekstrusionit është një shenjë për ekzistencën e poreve në formën e grykës së shishes; Hg penetron në pore, por nuk mund të dalë plotësisht prej tyre.

Shpërndarja e poreve: Ndërtohet grafiku i madhësive $\frac{dVp}{d(\lg r)}$ kundrejt $\lg r$ e ashtuquajtura **shpërndarje diferenciale e vëllimit të poreve** e cila jep maksimumet e shpërndarjes (rrezet me të shpeshta të poreve të grupeve të veçanta të poreve).

4.6.2 Përcaktimi i sipërfaqes kumulative A_{kum} nëpërmjet porozimetrisë me Mërkur:

Sipërfaqja kumulative është sipërfaqja e mostrës që preket nga Mërkuri deri në presionin përfundimtar. Llogaritja e saj kryhet sipas Rootare dhe Prenzlow [109, 110].

$$A_{\text{kum}} = - \frac{1}{\sigma \cos \theta} \int_V^{V_{\text{fund}}} p \, dV \quad (4.38)$$

V = vëllimi i Mërkurit në pore

4.6.3 Përafrimet teorike të përpunimit të matjeve me porozimetrin me Mërkur:

- Kapilaret cilindrike pranohen sikur kanë të njëjtën sipërfaqe të prerjes tërthore në të gjithë mostrën
- Menisqet e zhivës merren si sferike
- Tensioni sipërfaqësor merret si i pavarur nga këndi i kontaktit dhe presioni

Realiteti: Për strukturat poroze jo homogjene (pore në formë gryke shisheje, pore të mprehta, pore në formë gërvishtje etj) shfaqin kënde kontakti që ndryshojnë nga $110^\circ \div 140^\circ$.

Kufijtë e kësaj metode:

Kufiri i sipërm (poret më të mëdha) = Presioni, për të cilin Mërkuri penetron në pore vetëm në sajë të presionit të vet hidrostatik (varet nga aparati i matjes).

Kufiri i poshtëm (poret më të vogla) = Varet nga presioni më i lartë që mund të arrihet me porozimetrin që përdoret (deri më sot rreth 6000 bar).

Porozimetria me Mërkur është një metodë matjeje relativisht e re për karakterizimin e materialeve porozë. Porozimetri i parë është prezantuar nga Ritter dhe Drake [111] në vitin 1945.

Aparaturat komerciale, prej të cilave të parat u hodhën në treg në vitet 1960 (Carlo Erba, Milano) punojnë kryesisht me presione deri në 400 MPa (4000 bar). Sot ka edhe porozimetra në të cilat arrihen presione deri në 600 MPa (6000 bar).

Me këto presione mund të mbulohen intervalet e makro dhe mezoporeve. Për të përcaktuar porozitetin edhe në intervalin e mikroporeve, do të duheshin presione, të cilat nuk mund të

arrihen prej porozimetrave me Mërkur (p.sh. 1.5 GPa për poret me rreze 0.5 nm ose 2.5 GPa për 0.3 nm).

Prezantimi i një porozimetri të ndërtuar nga Prof. Dr. Lentz (Uni-GH Siegen):

Intervali i presioneve.....0.02 MPa÷200MPa

Intervali i rrezes së poreve.....37 μm ÷3.7 nm

Lloji i poreve..... Makropore, Mezopore

Ndërtimi..... Autoklavë cilindrike për presione të larta, e vendosur horizontalisht, me gjatësi 170 mm, me diametër 15.15 mm, me vëllim 17 cm³ prej çeliku inoksidabël (Thyssen ATS 340).

Krijimi i presionit

(pjesa e presionit të lartë)..... Mekanizëm me vidë dhe piston.

Krijimi i presionit

(pjesa e presionit të ulët)..... Kompresor ajri.

Matja e vëllimit..... Matja e rrugës që përshkon pistonin me mënyrë magnetike.

Matja e presionit

(pjesa e presionit të lartë)..... Shirita që masin nëpërmjet zgjerimit, të kalibrueshëm.

Matja e presionit

(pjesa e presionit të ulët)..... Manometër Bourdon (Wika, Kl 1.0, 0-1 MPa)

Pjesa e vakuumit..... Pompë centrifugale me dy shkallë, përdoret me kurth azoti.

Pjesa e presionit të ulët..... 0.02 MPa÷0.5 MPa

Pjesa e presionit të lartë..... 0.5 MPa÷200 MPa

Skema e ndërtimit të porozimetrit me zhivë:

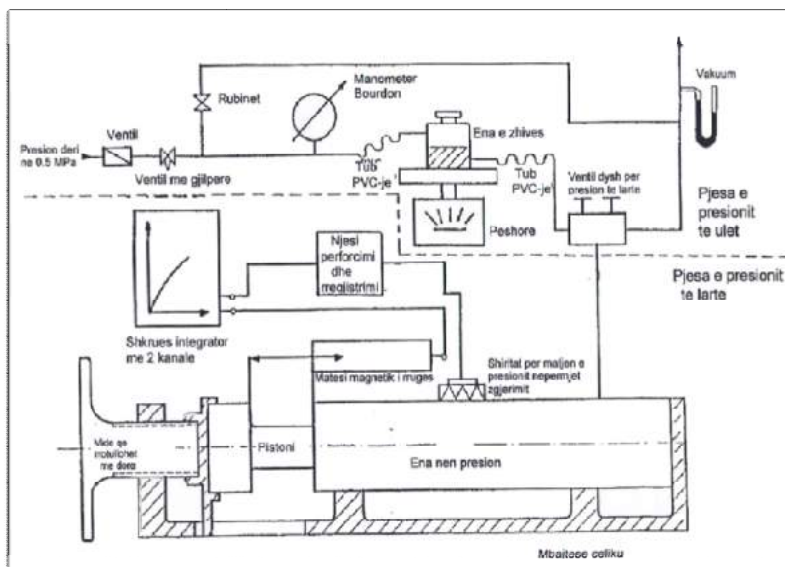


Figura 4.19: Ndërtimi i porozimetrit me zhivë [119, 120]

4.6.4 Kalibrimi i regjistruesit induktiv të rrugës dhe i aparaturës për matjen e presionit.

Regjistruesi i rrugës kalibrohet me një kalibër, saktësia e të cilit është $0,05 \text{ mm}$. Për një interval të shkruesit integror prej $0,2 \text{ V/cm}$ dhe një tension të aplikuar në regjistruesin e rrugës prej 12 V , merret varësia e mëposhtme lineare midis rrugës që përshkon pistoni (S) dhe milimetra të lexuara në letrën e shkruesit integror (Y):

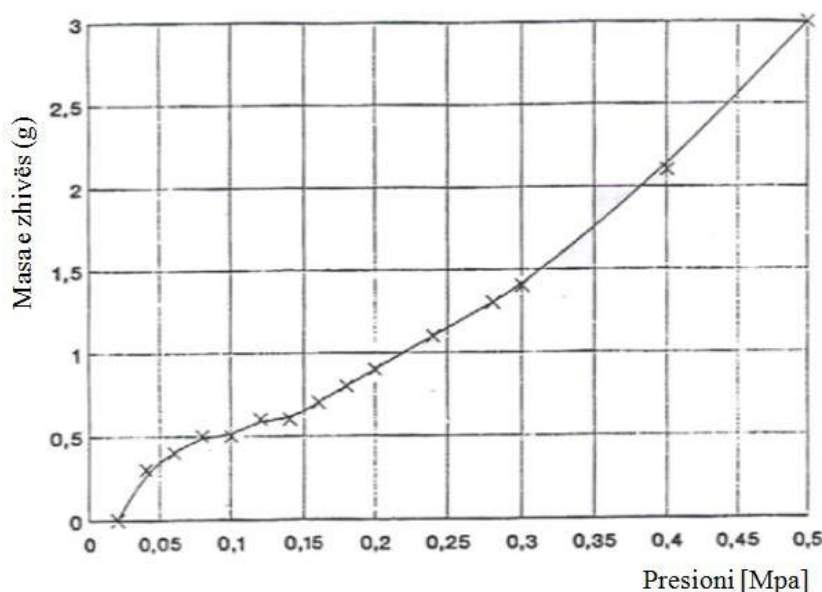
$$S [\text{mm}] = 0,054 * Y [\text{mm}] \quad (4.39)$$

Njësia e përforsim-regjistrimit e shiritave të matjes së presionit nëpërmjet zgjerimit është kalibruar me ndihmën e një manometri Bourdon (Fa. Heise, Newtown, Ct., U.S.A./ Kl. 0.1, $0-300 \text{ MPa}$) deri në presionin 200 MPa . Për të bërë këtë, krahasohet tregimi dixhital i njësise me tregimin e manometrit dhe kështu ndërtohet kurba e kalibrimit. Gjatë zvogëlimit të presionit, vihet re vetëm një histerezi e papërfillshme e njësise së përforsim-regjistrimit, gjatë provave, duke e rritur presionin në porozimetër disa here u vu re një riprodhueshmëri shumë e mirë e presionit të treguar nga njësia (e saktë deri në $0,1 \text{ MPa}$). Saktësia e matjes së presionit në pjesën e presionit të lartë varet nga saktësia e manometrit Bourdon të përdorur dhe në këtë rast është $0,3 \text{ MPa}$.

4.6.5 Përcaktimi i të dhënave korrigjuese në pjesën e presionit të lartë dhe të ulët.

Vlerat e vëllimit që përftohen për materialet porozë duhet të korrigjohen për faktorët e varur nga presioni që ndikojnë në vëllimin e përcaktuar, si p.sh. shtypshmëria e Mërkurit $3,9 \cdot 10^{-4}$ l/MPa) dhe i ampulës së qelqit ($2,0 \cdot 10^{-6}$ l/MPa) që përdoret në përgatitjen e mostrës, si dhe zgjerimi nga presioni i tubave ku kalon zhiva dhe i cilindrit prej çeliku. Për të përcaktuar këtë korrigjim, kryhen prova të verbra, ku në porozimetër gjendet vetëm ampula e qelqit dhe aspak mostër.

a) Pjesa e presionit të ulët



Kurba e matjeve të verbra në porozimetër në pjesën e presionit të ulët.

Figura 4.20: Kurba e verbër e porozimetrit në pjesën e presionit të ulët [109-111].

Në një matje me porozimetër të boshatisur, në pjesën e presionit të ulët aparatura merr, në varësi të presionit, masat e zhivës të dhëna në Figurën 4.20 (Kurba e verbër e mesatarizuar, e ndërtuar sipas 7 matjeve me porozimetër të boshatisur). Ky vëllim “i remë” intruzioni duhet zbritur nga matjet që kryhen në pjesën e presionit të ulët. Për presionin maksimal prej 0,5 MPa, korrigjimi i nevojshëm ka vlerën $220 \text{ mm}^3/\text{g}$ ose $110 \text{ mm}^3/\text{g}$ për një masë të mostrës prej mesatarisht 2 g.

b) Pjesa e presionit të lartë

Në pjesën e presionit të lartë, vlera e korrigjimit S' është në përpjesëtim të drejtë me presionin në porozimetër. Kjo vlerë duhet të zbritet nga rruga e pistonit e matur nga regjistruesi magnetik i rrugës gjatë matjeve.

$$S' [\text{mm}] = F [\text{mm}] * p [\text{MPa}] \quad (4.40)$$

(me $F = 9,0 \cdot 10^{-3} \pm 0,14 \cdot 10^{-3}$)

Për presionin maksimal prej 200 MPa, vlera e verbër e vëllimit që duhet zbritur nga vëllimi i matur është gjithsej 330 mm³/g, ose 165 mm³/g për një masë të mostrës prej 2g.

Një korrigjim i mëtejshëm që do të merrte parasysh edhe ndryshimin midis shtypshmërisë të Mërkurit dhe të substancës së mostrës nuk është kryer për shkak të mungesës së të dhënave dhe efektit të saj, i cili parashikohet të jetë i vogël. Ndryshimet e vogla të mundshme të temperaturës së dhomës dhe efektet termike që lindin gjatë ngjeshjes, nuk merren parasysh. Por në mostrat e parangarkuara është marrë parasysh kompresibiliteti i lëngut të përdorur për ngarkimin e mostrës.

4.6.6 Procedura e matjes.

Mostra që ndodhet në një ampulë qelqi kuarc futet në porozimetër. Porozimetri evakuohet nëpërmjet ventilit dysh të presionit të lartë, ndërkohë që dalja e ventilit që të çon në enën e Mërkurit (pjesa e presionit të ulët), mbetet e mbyllur. Ampula prej qelqi thyhet duke e lëvizur pistonin përpara. Pastaj mbyllet rubineti i evakuimit të ventilit dhe hapet ai i pjesës së presionit të ulët. Mërkuri rrjedh në brendësi të porozimetrit, por nuk hyn akoma në pore, sepse ushtrohet vetëm presioni hidrostatik i Mërkurit dhe presioni i mbetur pas evakuimit.

Si pikë zero e matjeve zgjidhet 0,02 MPa, sepse pas shumë matjesh u vu re, se nën këtë vlerë riprodhueshmëria e matjeve ishte e keqe.

Në pjesën e presionit të ulët, presioni, i cili ushtrohet nga një kompresor ajri, rritet nëpërmjet një ventili tip gjilpërë hap pas hapi dhe sasia e Mërkurit që hyn në porozimetër gjendet nga ndryshimi i peshës së enës së Mërkurit, e cila vendoset mbi një peshore. Ena e Mërkurit lidhet me pjesën tjetër të aparaturës nëpërmjet dy tubave prej PVC-je, kështu mund të jemi të sigurt se nuk ushtrojmë ndikim mbi tregimin e peshores.

Në ampulën që ndodhet në cilindër, mostra pluskon mbi Mërkur, ngjeshet mbas murit të cilindrit, me rritjen e presionit bëhet më kompakte dhe pastaj Mërkuri depërton në vëllimin që krijohet ndërmjet grimcave kristaline. Kur arrihet presioni përfundimtar i pjesës së presionit të ulët, mbyllet ventili dysh dhe rritet presioni nëpërmjet lëvizjes përpara të pistonit. Koha e pritjes, deri në vendosjen e një ekuilibri të presionit për zeolit, është disa minuta. Deri në 10 MPa është e domosdoshme regjistrimi i shumë pikave të matjes, meqenëse në intervalin e presioneve më të ulëta se kaq edhe ndryshime të vogla të presionit sjellin si rezultat matjen e poreve me rreze që ndryshojnë shumë nga njëra-tjetra. Nëpërmjet zvogëlimit hap pas hapi të presionit në porozimetër regjistrohet kurba e ekstrusionit.

4.6.7 Përpunimi i të dhënave të matjes.

Llogaritja e rrezeve të poreve nga presioni i matur kryhet sipas barazimit (4.41). Presionet në pjesën e presionit të lartë lexohen nga treguesi dixhital i përforcuesit DMS dhe interpolohet sipas tabelës së përmendur më sipër të kalibrimit të presionit me saktësi $\pm 0,1$ MPa. Vëllimi i Mërkurit që ngjeshet në pore, i normuar sipas masës së mostrës, llogaritet për pjesën e presionit të ulët sipas:

$$V \left(\frac{\text{mm}^3}{\text{g}} \right) = \frac{m(\text{Hg})}{\rho(\text{Hg}) * m(\text{mostrës})} \quad (4.41)$$

$m(\text{Hg})$, masa e zhivës që ka rrjedhur në porozimetrin për presionin në fjalë.

$\rho(\text{Hg})$, dendësia e zhivës ($13,55 \text{ g/cm}^3$).

Gjatë përcaktimit të masës së mostrës, merren parasysh edhe humbjet gjatë nxehjes së saj. Në pjesën e presionit të lartë, vëllimet llogariten sipas:

$$V \left(\frac{\text{mm}^3}{\text{g}} \right) = \frac{\Pi * d^2 * S''}{4 * m(\text{mostrës})} \quad (4.42)$$

d , diametri i pistonit (15.15 mm).

S'' , rruga e korigjuar e pistonit.

KAPITULLI 5

VLERËSIMI I EMISIONIT TË GAZEVE TË SHKAKTUARA NGA AUTOMJETET NË RAJONIN E TIRANËS

5.1 Vlerësimi i Opacitetit dhe gazeve të tjerë në M.D.B Diesel

Rezultatet e matjes për vlerësimin e opacitetit për M.D.B diesel janë ilustruar në Figurat 5.1-5.5.

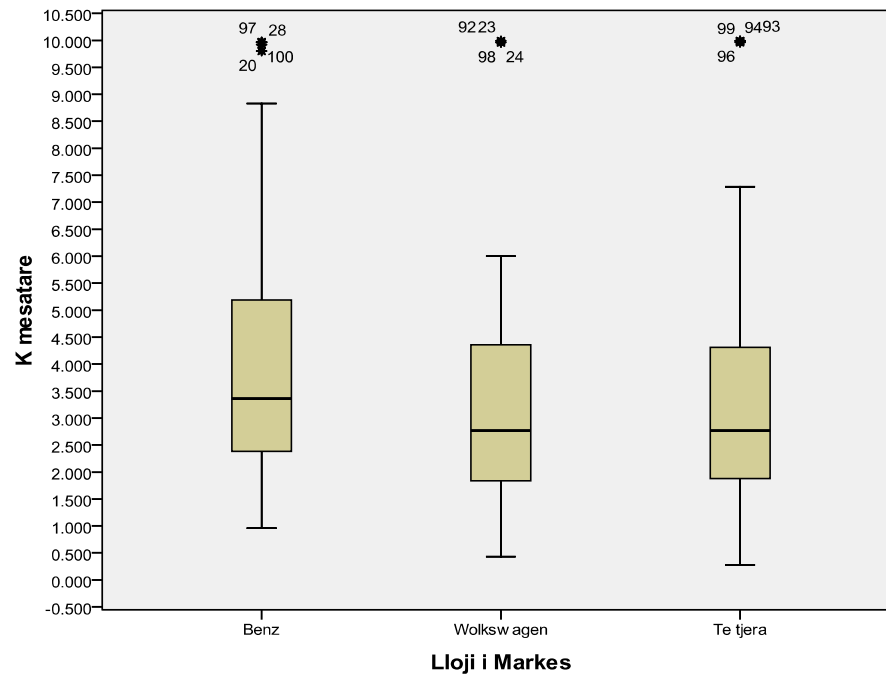


Figura 5.1: Korrelacioni ndërmjet koeficientit të opacitetit dhe markës së automjetit.

Sic duket nga Figura 5.1, vlera e opacitetit ndryshon në varësi të markës së automjetit. Në këtë studim automjetet e kategorisë M1 janë grupuar në tre modele (Mercedes-Benz, Volkswagen dhe të Tjera). Nga grafiku vërehet se automjetet e markës Mercedes-Benz paraqesin vlera më të larta të koeficientit të opacitetit për shkak të moshës mesatare të madhe që paraqesin automjetet e këtij grupi.

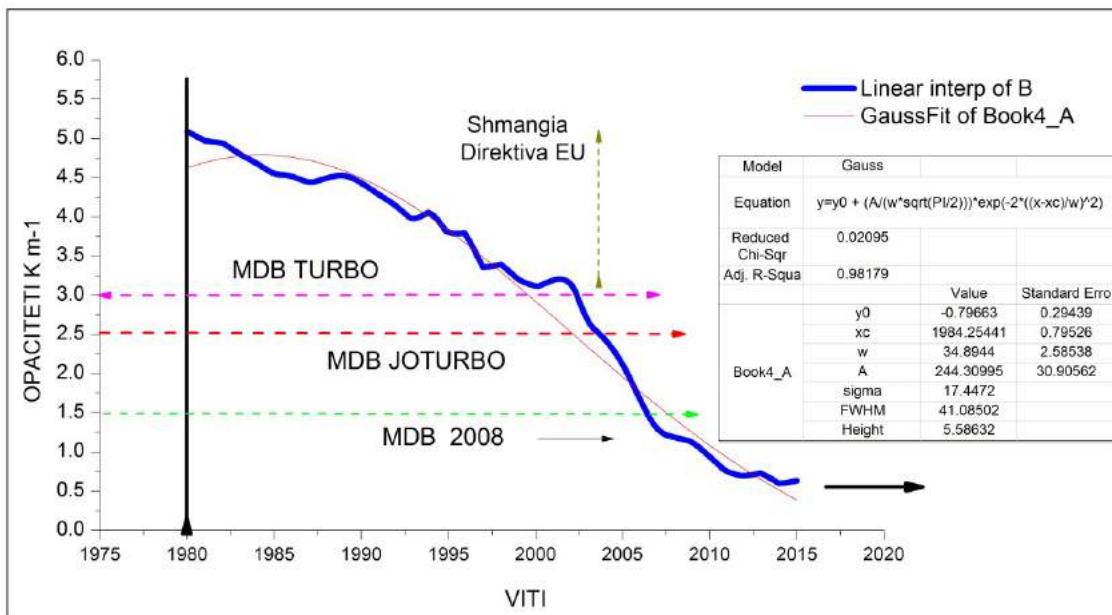


Figura 5.2: Opaciteti $k \text{ (m}^{-1}\text{)}$ në funksion të vitit prodhimit.

Nga Figura 5.2 jepet grafiku i funksionit opacitet $k \text{ (m}^{-1}\text{)}$ - Vit prodhimi. Ky funksion është i tipit Gaussian me një saktësi $R^2=0.98179$:

$$y = y_0 + \frac{A}{w\sqrt{\frac{\pi}{2}}} e^{-2\frac{(x-x_c)^2}{w^2}} \quad (5.1)$$

Sipas legjislacionit në fuqi në Shqipëri (Direktiva 2009/40/EC) duhet që automjetet me vit prodhimi pas 1980 t'i nënshtrohen testit të emetimit të gazeve në shkarkim, ku vlera e opacitetit duhet të jetë 3.0 për automjetet me M.D.B Turbo dhe 2.5 për ato M.D.B Jo-Turbo. Për automjetet me vitet e prodhimit 2008 e më pas duhet që vlera e opacitetit të mos jetë më e madhe se 1.5 m^{-1} .

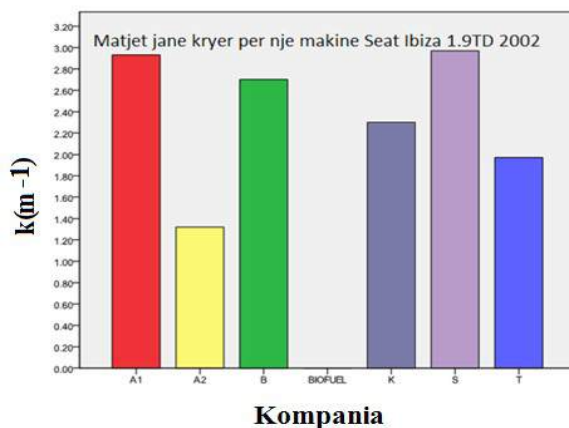


Figura 5.3: Krahassimi i vlerës së opacitetit për lëndë djegëse të marra nga distributor të ndryshëm të tregtimit me pakicë në Qytetin e Tiranës.

Figura e mësipërme 5.3 tregon vlerat e testeve të kryera për matjen e opacitetit të një automjeti veturë tip Seat Ibiza 1.9 TD 2002 në varësi të lëndëve djegëse Diesel, të siguruara nga kompani të tregtimit me pakicë të hidrokarbureve në Rajonin e Tiranës. Edhe pse automjeti i marrë në studim është i të njëjtit tip, vërehen vlera të ndryshme të koeficientit të opacitetit, gjithashtu brenda të njëjtës kompanie tregtare të tregtimit të hidrokarbureve ($A1=A2$) vlera e koeficientit të opacitetit ka ndryshime të dukshme. Ky është një tregues i mirë i tërthortë mbi cilësinë e lëndëve djegëse që tregtohen në vendin tonë.

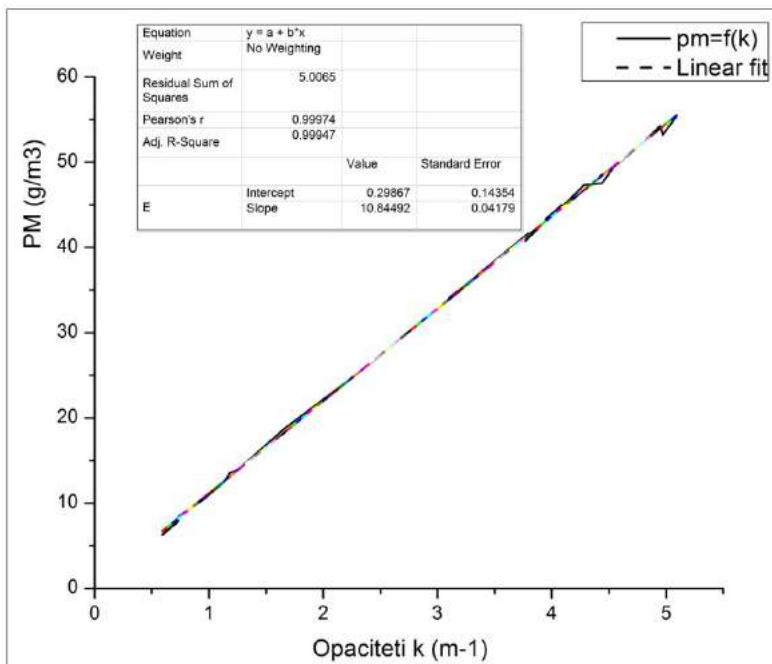


Figura 5.4: Grafiku i funksionit PM në funksion të opacitetit $y = a + bx$.

Grafiku i Figurës 5.4 paraqet varësinë e PM në funksion të opacitetit. Ashtu siç duket edhe nga Figura 5.4 varësia është lineare.

$$y = a + bx \quad (5.2)$$

Kjo tregon se sa më e madhe të jetë vlera e opacitetit, aq më e lartë është përmbajtja e grimcave të ngurta në gazet e daljes nga M.D.B diesel.

Këto matje eksperimentale u kryen për automjete të ndryshme, tipe të ndryshme dhe fuqi motorike të ndryshme. Për këto automjete kemi vlerësuar paraprakisht vlerat e opacitetit dhe nëpërmjet pompës ‘Zelf One’ dhe ‘Sambelli’ u kryen matjet direkte në tubin e shkarkimit për sasi të grimcave të ngurta PM (g/m^3).

Nëpërmjet softit Origin 8 këto të dhëna u përpunuan dhe lidhja që ekziston ndërmjet koeficientit të opacitetit k (m^{-1}) dhe PM rezulton lineare.

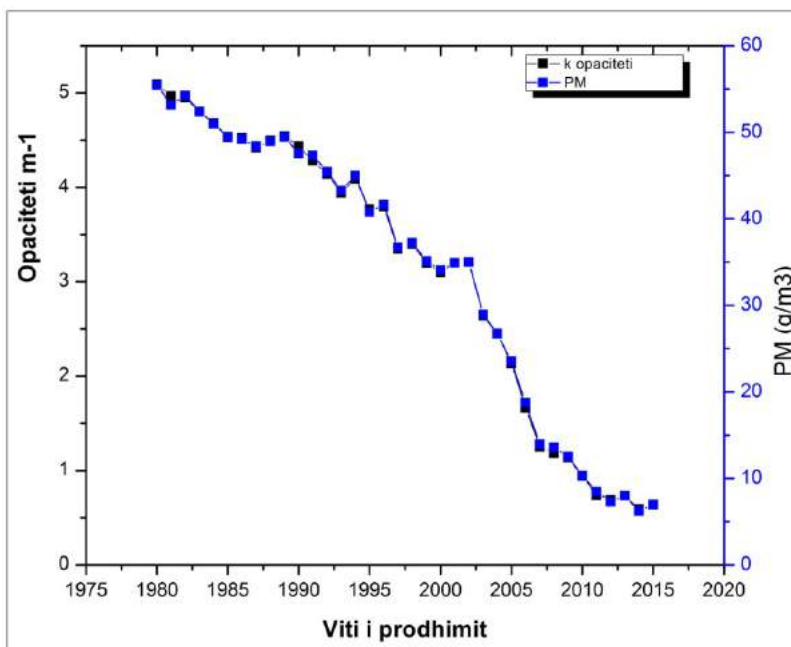


Figura 5.5: Grafiku i Opacitetit dhe Grimcave të ngurta (PM) në funksion të vitit të prodhimit të automjeteve.

Figura 5.5 paraqet varësinë 3-fishe ndërmjet vitit të prodhimit, opacitetit dhe përmbajtjes së grimcave të ngurta në gazet e daljes. Nga grafiku shihet qartë se, vitet e prodhimit 2004 e më pas paraqesin vlera, të cilat janë brenda normativave të përcaktuara nga Direktiva 2009/40/EC.

Rezultatet e matjes së vlerësimit të CO; HC dhe λ për M.D.B Benzinë janë ilustruar në Figurat 5.6-5.8.

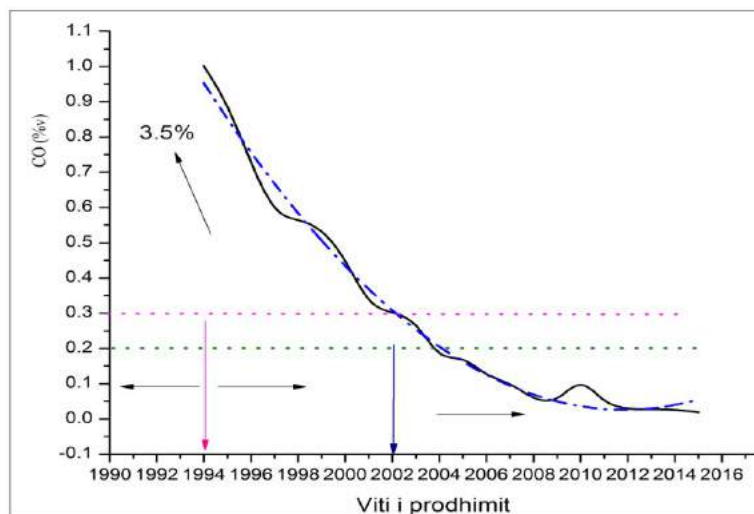


Figura 5.6: Grafiku i përmbajtjes së CO (%) në funksion të vitit të prodhimit.

Përsa i përket përmbajtjes së CO në gazet e daljes i referohemi direktivës europiane 2009/40/EC. Sipas kësaj direktive automjetet me M.D.B benzinë duhet të mos kalojnë vlerat limit të parashikuara jo më shumë se 3.5 % për automjetet e viteve të prodhimit përpara 1994, 0.3% për automjetet e viteve të prodhimit 1994-2002 dhe 0.2 % për automjetet 2002 e më sipër.

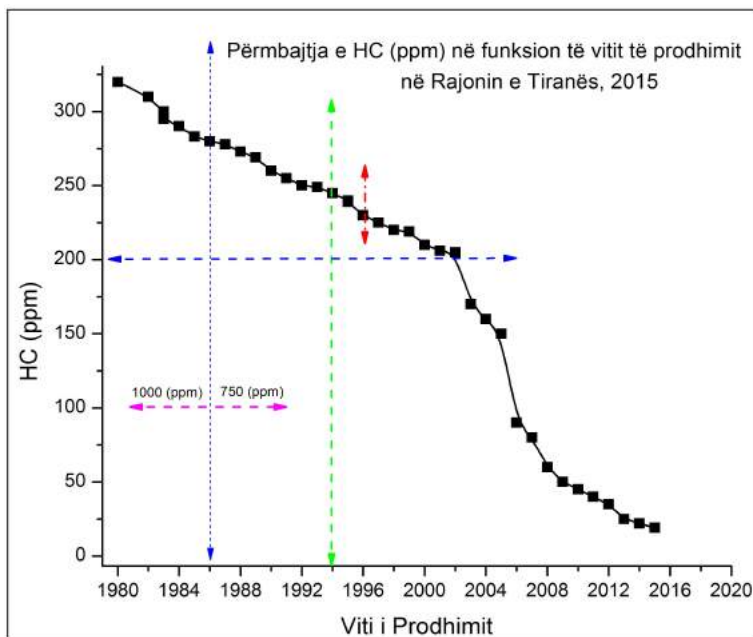


Figura 5.7: Grafiku HC (ppm) në funksion të vitit të prodhimit.

Përsa i përket nivelit të lejuar të përmbajtjes së HC në gazet e shkarkim, i referohemi Direktivës Europiane 2009/40/BE. Sipas kësaj direktive automjetet me M.D.B benzinë duhet të mos kalojnë vlerat limit të parashikuara jo më shumë se 1000 ppm për automjetet e viteve të prodhimit para vitit 1986, jo më shumë se 750 ppm për automjetet e viteve të prodhimit 1986 -1994 dhe 200 ppm për automjetet me vit prodhimi 2002 e më pas.

Realizimi i matjeve të HC kryhet në dy regjimet e saj: minimo dhe mbi 2500 rpm sipas procedurës së matjes së gazeve nga M.D.B benzinë .

Interpretimi dhe analiza e tyre është kryer në funksion të vitit të prodhimit dhe standardit që ato duhet të përmbushin lidhur me shkallën e emetimit të gazeve në atmosferë.

Nga ky grafik shihet qartë se grupi i viteve të prodhimit 1994-2004 paraqesin vlera mesatare mbi normat e lejuara të përcaktuara nga standardi kombëtar.

Ky grup i automjeteve zë masën më të madhe të numrit të automjeteve të kategorisë M1 (shiko kap. I).

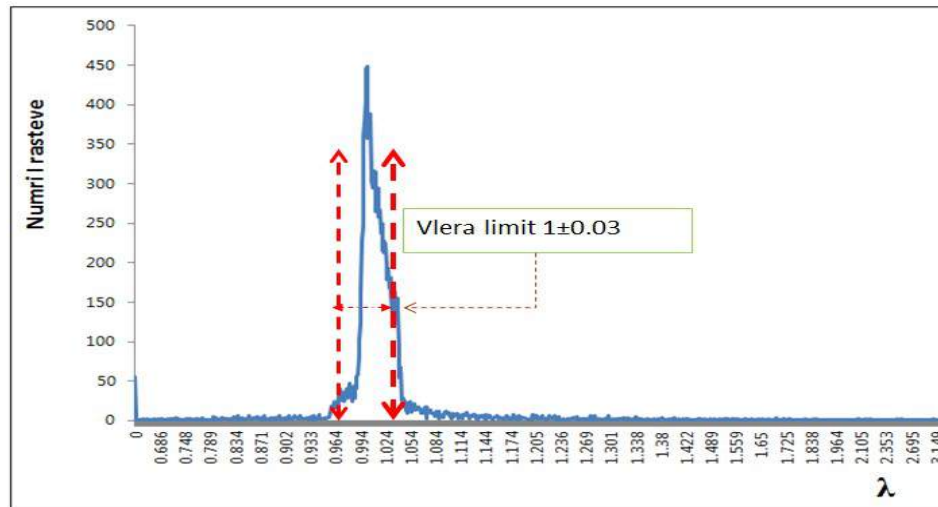


Figura 5.8: Numri i rasteve të kalueshmërisë së automjeteve të kategorisë M1 benzinë në rajonin e Tiranës në funksion të λ .

Sipas Direktivës Europiane 2009/40/EC, automjetet me vit prodhimi 1994 e në vazhdim përveç vlerësimit të HC dhe CO duhet të vlerësohet edhe koeficienti λ , i cili duhet të jetë në vlerat limit 1 ± 0.03 . Nga ky grafik vërehet se afërsisht 55 % e automjeteve benzinë e kalojnë testin e gazeve lidhur me koeficientin λ (raporti lëndë djegëse - ajër).

5.2 Vlerësimi i CO₂ sipas metodikës CDM

Tabela 5.1: Prodhimi vjetor CO₂ nga automjetet e kategorisë M1 diesel sipas cilindratës, vlerësuar sipas metodikës standarde CDM.

Prodhimi i CO ₂ vjetor në Rajonin e Tiranës nga M.D.B Diesel M1								
Autoveturat	q	A	d %	D	%	b	kg CO ₂ /vit	ton CO ₂ /Vit
1600 cc	0.053	8500	0.14	147529	0.71	2.9	19158282.65	19158.283
1900 cc	0.0564	8500	0.26	147529	0.71	2.9	37862137.03	37862.137
2500 cc	0.0942	8500	0.46	147529	0.71	2.9	111882305.1	111882.31
3000 cc	0.105	8500	0.12	147529	0.71	2.9	32532932.8	32532.933
mbi 3000 cc	0.113	8500	0.02	147529	0.71	2.9	5835272.073	5835.2721
Totali								207270.93

Tabela 5.2: Prodhimi vjetor i CO₂ nga automjetet e kategorisë M1 benzinë sipas cilindratës, vlerësuar sipas metodikës standarde CDM.

Prodhimi i CO ₂ vjetor në Rajonin e Tiranës nga M.D.B benzinë M1								
Autoveturat	q	A	c %	C	%	b	kg CO ₂ /vit	tonCO ₂ /Vit
1200 cc	0.0626	8500	0.19	147529	0.29	2.8	41762096.24	41762.096
1600 cc	0.0733	8500	0.63	147529	0.29	2.8	162143252.2	162143.25
2000 cc	0.0913	8500	0.12	147529	0.29	2.8	39842478.4	39842.478
3000 cc	0.1124	8500	0.03	147529	0.29	2.8	12262580.97	12262.581
mbi 3000 cc	0.1212	8500	0.03	147529	0.29	2.8	13222640.69	13222.641
Totali								269233.05

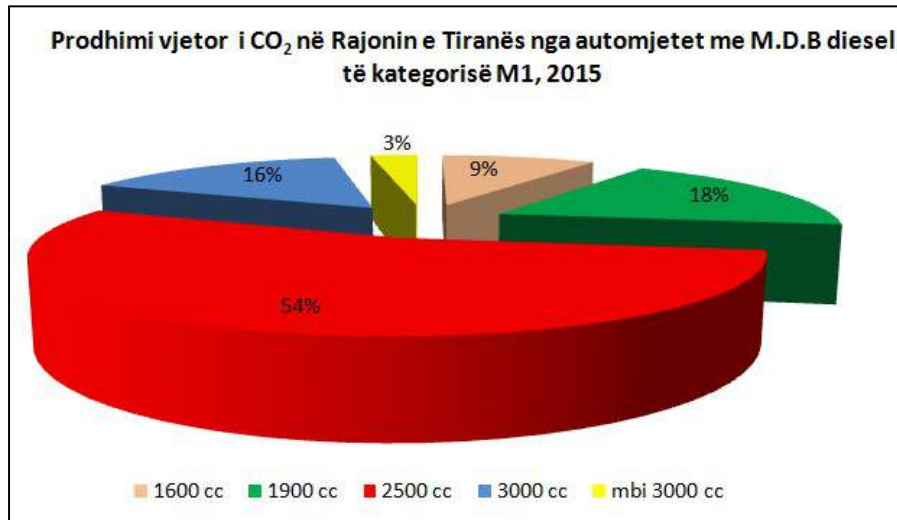


Figura 5.9: Vlerësimi i Prodhimit vjetor të CO₂ në rajonin e Tiranës nga automjetet me M.D.B diesel të kategorisë M1, 2015: Metodika CDM.

Nga grafiku i figurës 5.9 shihet qartë se grupi i automjeteve të cilindratës 1901-2500 çliron 54 % të CO₂ vjetor në rajonin e Tiranës.

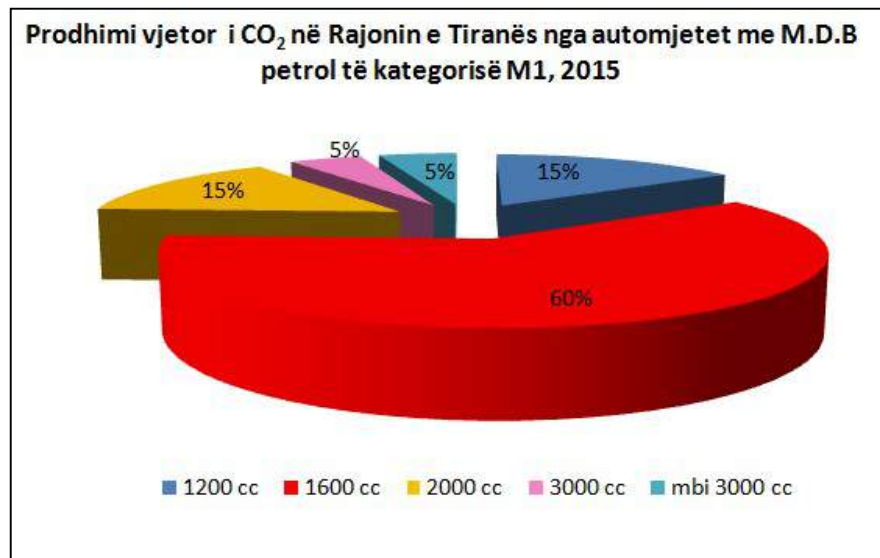


Figura 5.10: Vlerësimi i Prodhimit vjetor të CO₂ në rajonin e Tiranës nga automjetet me M.D.B benzinë të kategorisë M1, 2015: Metodika CDM.

Nga grafiku i figurës 5.10 shihet qartë se grupi i automjeteve me cilindratë 1201-1600 çliron 60 % të CO₂ vjetor në rajonin e Tiranës.

5.3 Vlerësimi i NO_x, HC, CO₂ dhe konsumi i lëndës djegëse për dy modele të automjeteve Diesel të kategorisë M1.

Këto eksperimente janë kryer duke përdorur pajisjen Gas Analyzer E8500 sipas metodikës PEMS. Metodika PEMS kryhet nëpërmjet instalimit të pajisjes në bordin e automjetit në kushtet e lëvizjes në rrugë reale. Sipas kësaj metode kryhen testet e emisionit të gazeve në disa shtete të BE sipas procedurës NEDC (shih figurën 4.12 e) dhe SHBA sipas procedurës së testit të emisionit FTP-75 shih figurën 4.12 (d). Këto matje dhe eksperimente për automjetin tip Lancia Thesis 2.4 JTD, 2004 dhe Citroen C4 1.6 CDI, 2009 me sistem ushqimi Common Rail, janë kryer në autostradën Tiranë – Durrës. Testi i emetimit të gazeve u krye në funksion të shpejtësisë së lëvizjes së automjeteve nëpërmjet pajisjes E8500, softit E-gas dhe sondës së saj të vendosur brenda tubit të shkarkimit të gazeve në pjesën fundore të saj, shiko figurën 4.12 c. Rezultatet e përmbajtjes së NO_x dhe HC janë krahasuar me normativën kombëtare dhe standardin Euro 5 të paraqitura në Figurën 5.11-5.12.

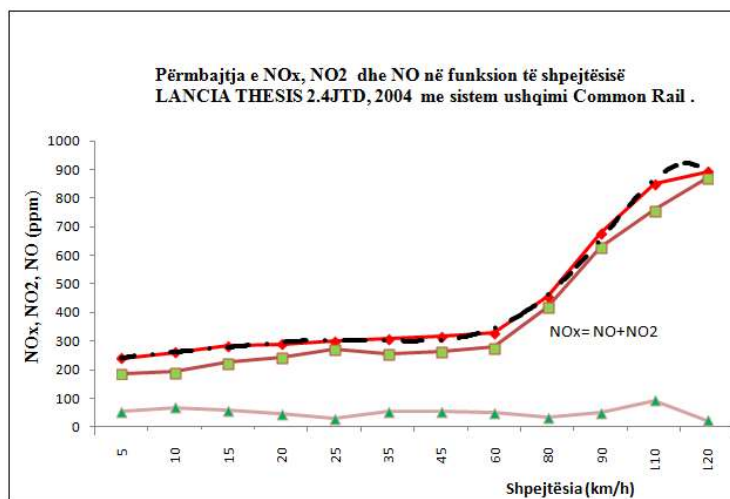


Fig 5.11(a)

Figura 5.11 (a) tregon se përmbajtja e NO_x rritet me rritjen e regjimit të shpejtësisë.

Vlerësimi i NO_x kryhet duke përdorur ekuacionin 5.3 dhe vlerat e tyre rezultojnë mesatarisht 1.62 g/km për automjetin Lancia Thesis.

$$EF_{NO_x} = \frac{ppm \cdot m_g}{10^6} \quad (5.3)$$

Normativat e përmbajtjes së NO_x sipas standardit EU 5 (0.18 gr/km) shiko Tabelën 2.9 kundrejt 1.62 g/km për automjetin e marrë në studim.

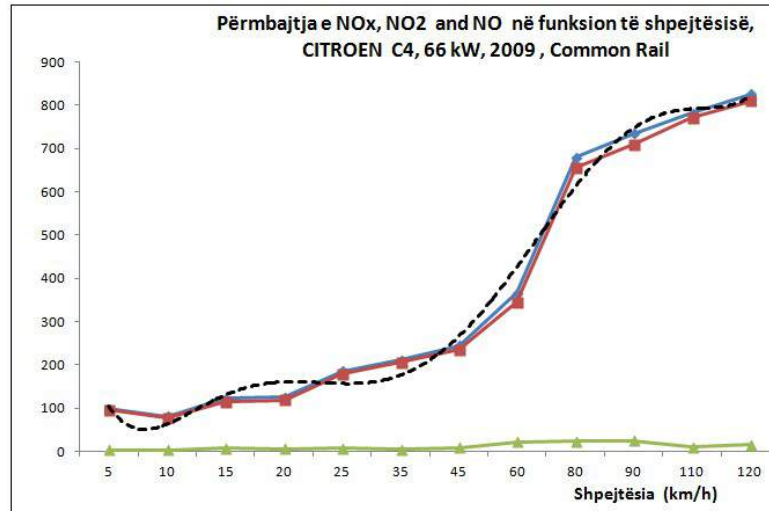


Fig 5.11 (b)

Figura 5.11: Përmbajtja e NO_x në funksion të shpejtësisë për automjetin tip (a) Lancia Thesis 2.4 JTD, 2004 dhe (b) Citroen C4 1.6 CDI, 2009.

Figura 5.11 (b) tregon se përmbajtja e NO_x rritet me rritjen e regjimit të shpejtësisë.

Vlerësimi i NO_x kryhet duke përdorur ekuacionin dhe vlerat e tyre rezultojnë mesatarisht 1.44 g/km për automjetin Citroen C4. Normativat e përmbajtjes së NO_x sipas standardit EU 5 (0.18 gr/km) shiko Tabelën 2.9 kundrejt 1.44 g/km.

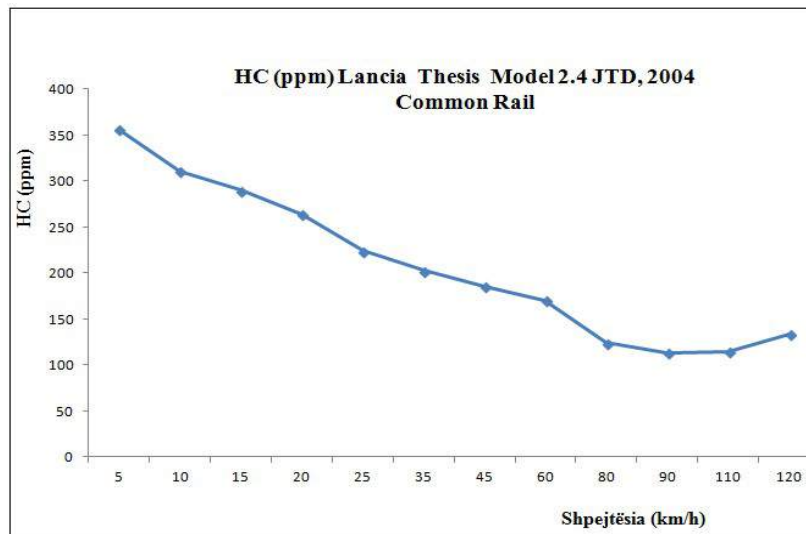


Figura 5.12 (a)

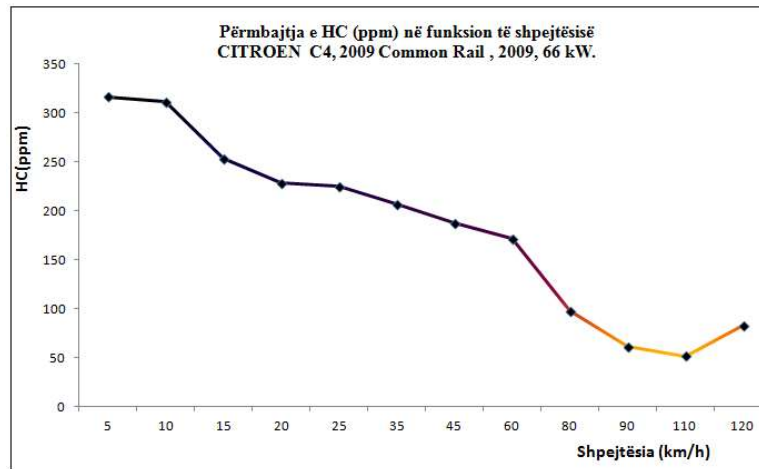


Figura 5.12 (b)

Figura 5.12: Përmbajtja e HC në funksion të shpejtësisë për automjetin tip (a) Lancia Thesis 2.4 JTD, 2004 dhe (b) Citroen C4 1.6 CDI, 2009

Grafiku në figurën 5.11 (a) dhe (b) tregon se niveli i HC konsiston i lartë në regjimet e shpejtësive të ulëta dhe sidomos në trafikun urban. Në nivelet e shpejtësive të larta mbi 100 km/h vihet re se rritet e përmbajtja e HC në tubin e shkarkimit të gazeve. Duke përdorur ekuacionin 5.4 është kryer vlerësimi dhe konvertimi i HC në gr/km dhe përkatësisht EF_{HC} (Lancia Thesis) = 0.9 g/km , EF_{HC} (Citroen C4) = 0.7 g/km. Sipas standardit EU5 vlerat e HC duhet të jenë jo më shumë se (0.05 gr/km)

$$EF_{HC} = \frac{ppm \cdot m_g}{10^6} \quad (5.4)$$

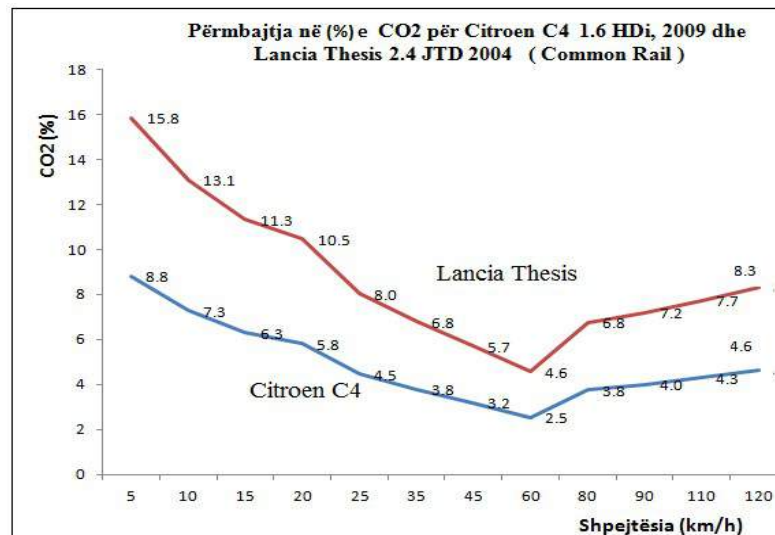


Figura 5.13: Grafiku i CO₂ (%) në funksion të shpejtësisë së lëvizjes së automjeteve të mara në studim (Lancia Thesis dhe Citroen C4).

Duke u bazuar grafikët e figurës 5.13 vërehet se përmbajtja e CO₂ (%) është e lidhur ngushte me regjimin e lëvizjes së automjeteve. Ky grafik ka formë të lugët dhe merr vlera minimale në regjimin e shpejtësive 45÷90 km/h.

Bazuar në vlerat e marra nga sonda e pajisjes E8500 rezulton se E_{CO2} (Lancia Thesis) = 636 g/km, E_{CO2} (Citroen C4) = 371 g/km dhe E_{CO2} (Citroen Xantia) = 450 g/km.

Normativa e standardit EU5 përcakton se sasia e CO₂ të çliruar nuk duhet të kalojë vlerën 130 gr/km.

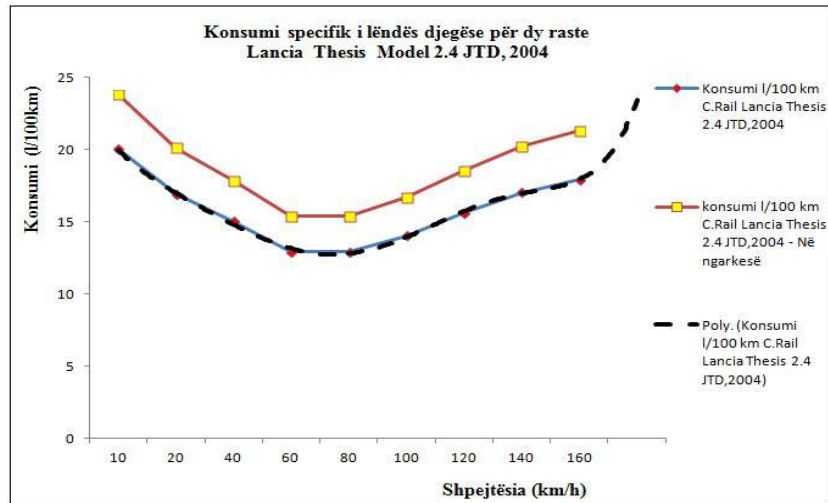


Figura 5.14: Konsumi specifik i lëndës djegëse në funksion të shpejtësisë dhe ngarkesës për automjetin tip Lancia Thesis.

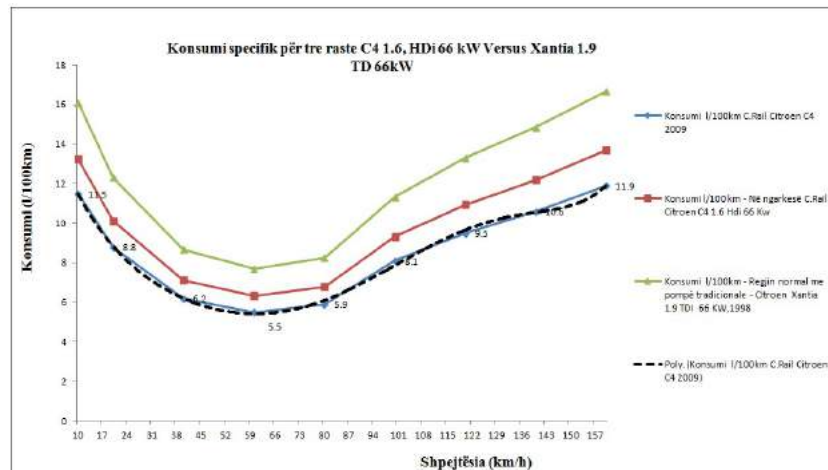


Figura 5.15: Konsumi specifik i lëndës djegëse në funksion të shpejtësisë dhe ngarkesës për automjetin tip Citroen C4.

Grafiku i figurës 5.14 dhe 5.15 tregon se varësia e konsumit specifik l/100km ka vlera minimale në intervalin e shpejtësive 45÷90 km/h. Vihet re se në trafikun urban dhe në regjimet e shpejtësive mbi 90 km/h konsumi i lëndës djegëse rritet.

5.4 Vlerësimi i rënies së presionit në filtër me pajisjen Baroid.

Rezultatet eksperimentale të përshkueshmërisë së filtrit me Baroid janë paraqitur në Figurën 5.15. Eksperimentet janë kryer për masë dhe lartësi të ndryshme të materialit filtrues. Për secilën masë apo lartësi të materialit filtrues nëpërmjet pajisjes Baroid janë vlerësuar rëniet e presionit Δp (Pa). Në grafikun e figurës 5.16 matjet janë kryer vetëm për granulometrinë 0.4-0.5 mm.

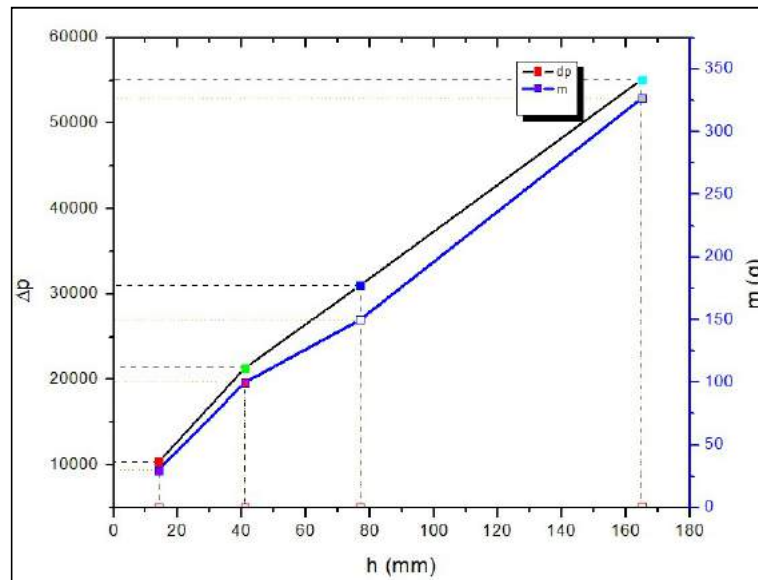


Figura 5.16: Rëniet e presionit në materialin filtrues Trepel të përdorur për kapjen e grimcave të ngurta (Press filtër $\phi = 54$ mm, $h = 177$ mm).

Figura e mëposhtme 5.15 paraqet ndryshimet e përmbajtjes në masë të grimcave PM nga gazet e shkarkimit në M.D.B diesel.

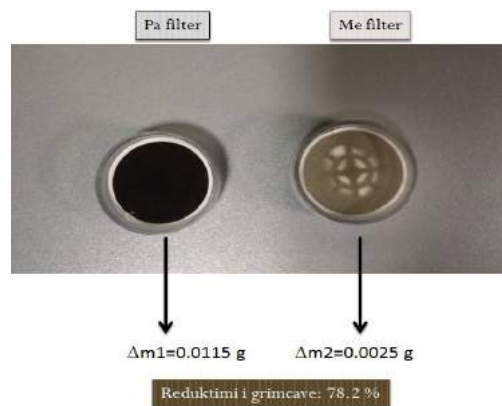


Figura 5.17: Ndryshimet e rezultetit të kapjes së grimcave PM për rastin eksperimentimit me filtër DPF me Trepel dhe pa filtër.

Për rastin e automjetit Lancia Thesis rezultatet janë të dukshme dhe efica e filtrimit është 78.2 %.

Në Figurën 5.18 dhe 5.19 janë paraqitur shpërndarjet integrale dhe diferenciale të mineralit Trepel me fraksione 0.4 - 0.5 mm dhe 0.1 - 0.2 mm.

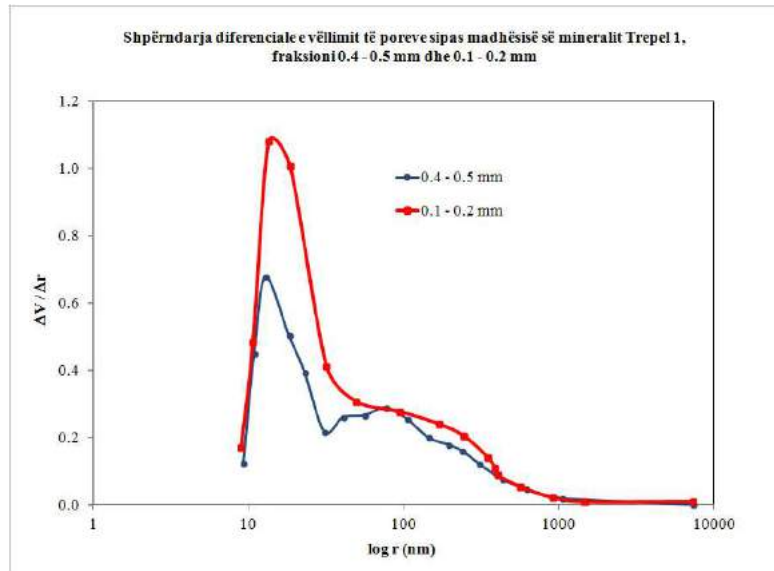


Figura 5.18: Grafiku i shpërndarjes diferenciale e vëllimit të poreve sipas madhësisë së mineralit Trepel 1, fraksioni 0.4 ÷ 0.5 mm dhe 0.1 ÷ 0.2 mm.

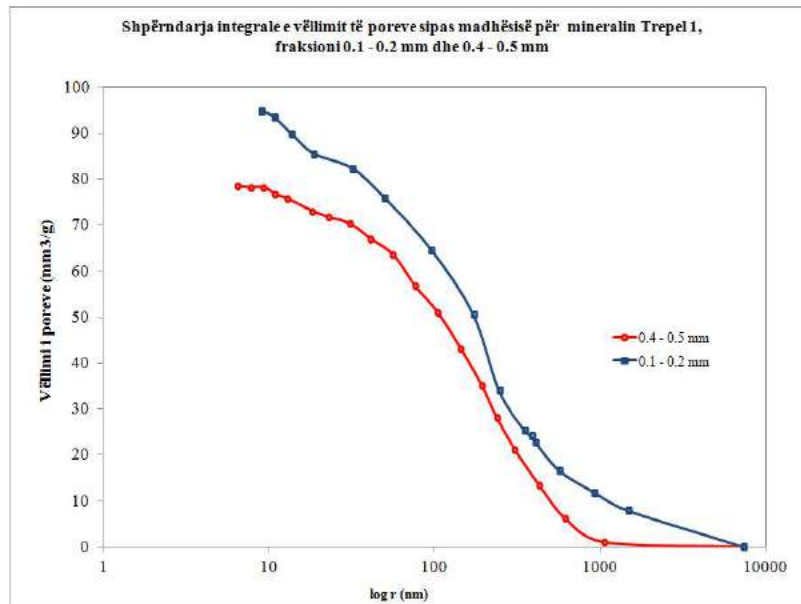


Figura 5.19: Grafiku i shpërndarjes integrale e vëllimit të poreve sipas madhësisë për mineralin Trepel 1, fraksioni 0.1 ÷ 0.2 mm dhe 0.4 ÷ 0.5 mm.

Matjet e porozitetit të mineralit u kryen me teknikën e Porozimetrisë me Intruzion të Mërkurit. Rezultatet e matjeve janë paraqitur në formë tabelore (tabela 4.4, 4.5) për të dy fraksionet dhe nëpërmjet grafikëve që tregojnë:

- a) shpërndarjen integrale të vëllimit të poreve sipas madhësisë për Trepel 1, fraksioni $0.1 \div 0.2$ mm dhe fraksioni $0.4 \div 0.5$ mm; dhe
- b) shpërndarjen diferenciale të vëllimit të poreve sipas madhësisë për Trepel 1, fraksioni $0.1 \div 0.2$ mm dhe fraksioni $0.4 \div 0.5$ mm.

Nga shpërndarja integrale e vëllimit të poreve sipas madhësisë duket se fraksioni me granulometri $0.1 \div 0.2$ mm shfaq një vëllim më të madh të poreve ($94.84 \text{ mm}^3/\text{g}$) në krahasim me fraksionin $0.4 \div 0.5$ mm ($78.53 \text{ mm}^3/\text{g}$). Në shpërndarjen diferenciale të madhësisë së poreve sipas madhësisë, janë të dallueshme dy maksimume, i pari për rreze të poreve rreth 200 nm dhe i dyti për pore me rreze rreth 20 nm. Maksimumi i parë është i zhvendosur drejt rrezeve më të vogla për fraksionin $0.1 \div 0.2$ mm. Ndërsa maksimumi i dytë shfaqet i njëjtë për të dy fraksionet. Nga kjo arrijmë në konkluzionin se maksimumi i parë i përgjigjet hapësirave ndërgrimcore që krijohen gjatë paketimit të ngjeshur të grimcave të Trepelit me njëra tjetrën. Ndërsa maksimumi i dytë që tregon pore me rreze rreth 20 nm, paraqet pore në sipërfaqen e kokrrizave të mineralit të Trepelit.

Nga matjet e dhëna në tabelë janë llogaritur edhe sipërfaqet specifike të të dy fraksioneve sipas formulës së mëposhtme nga Rootare dhe Prenzlow:

$$A_{kum} = - \frac{1}{\sigma \cos \theta} \int_{V_{fillim}}^{V_{fund}} p \, dV \quad (5.3)$$

Për fraksionin $0.1 \div 0.2$ mm gjejmë $A_{kum} = 4.4 \text{ m}^2/\text{g}$.

Për fraksionin $0.4 \div 0.5$ mm gjejmë $A_{kum} = 2.4 \text{ m}^2/\text{g}$.

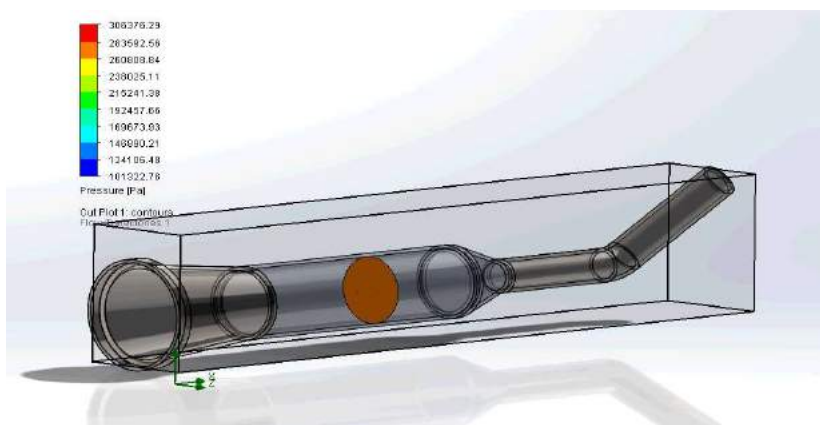
5.5 Simulimi i Filtrit Partikular (DPF) me material Trepel.

Simulimet e filtrit DPF me material Trepel janë paraqitur në Figurën 5.20 a,b,c dhe d. Simulimet janë kryer nëpërmjet përdorimit të softit inxhinierik SolidWorks. Nëpërmjet këtij softi u krye ndërtimi dhe vizatimi i pjesëve të Filtrit Partikular, veç e veç dhe nëpërmjet komandave të tij u krye bashkimi i pjesëve të DPF.

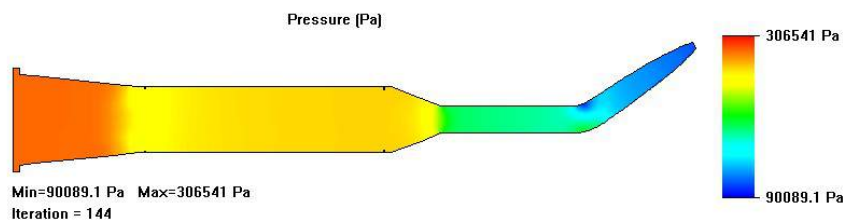
Në brendësi të tij u depozitua materiali filtrues Trepel me karakteristika fiziko-kimike të marra nga të dhënat laboratorike (AKBN, Instituti i Naftës Fier, Laboratori i Kimisë së aplikuar pranë FSHN dhe Laboratori i Fabrikës së Çimentos Fushë - Krujë).

Rezultatet treguan se rëniet e presionit në filtrin DPF me material filtrues Trepel me metodën e realizuar me anë të pajisjes Baroid për masën 325g me granulometri 0.4-0.5mm Trepel rezulton 55,158 kPa.

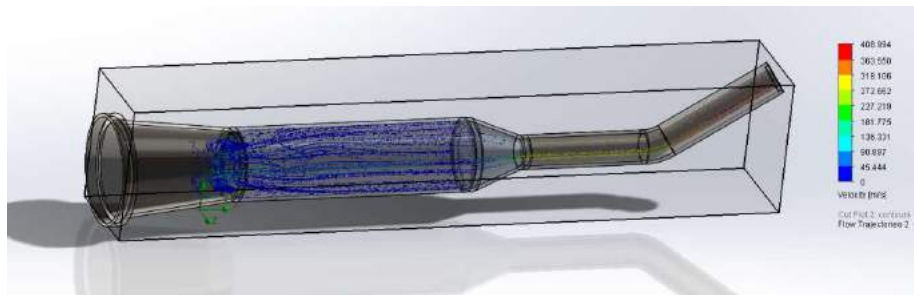
Kjo vlerë e rënies së presionit është pothuajse e njëjtë me rëniet e presionit të mara nëpërmjet përdorimit të softit inxhinierik SolidWorks s 50 kPa.



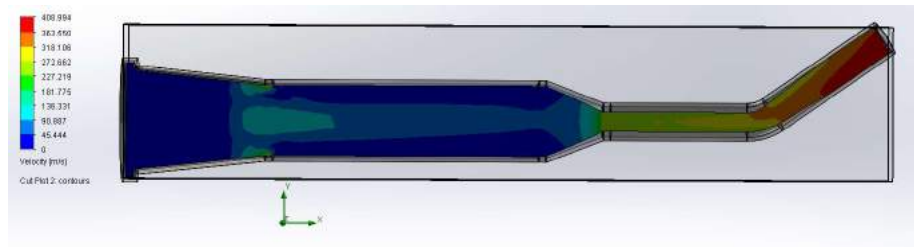
(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 5.20: Simulimet në software-in SolidWorks për (a) rëniat e presionit dhe (b, c, d) shpejtësitë e rrjedhjes së gazeve të daljes.

5.6 Ndërtimi i Filtrit Partikular (DPF) me softin SolidWorks.

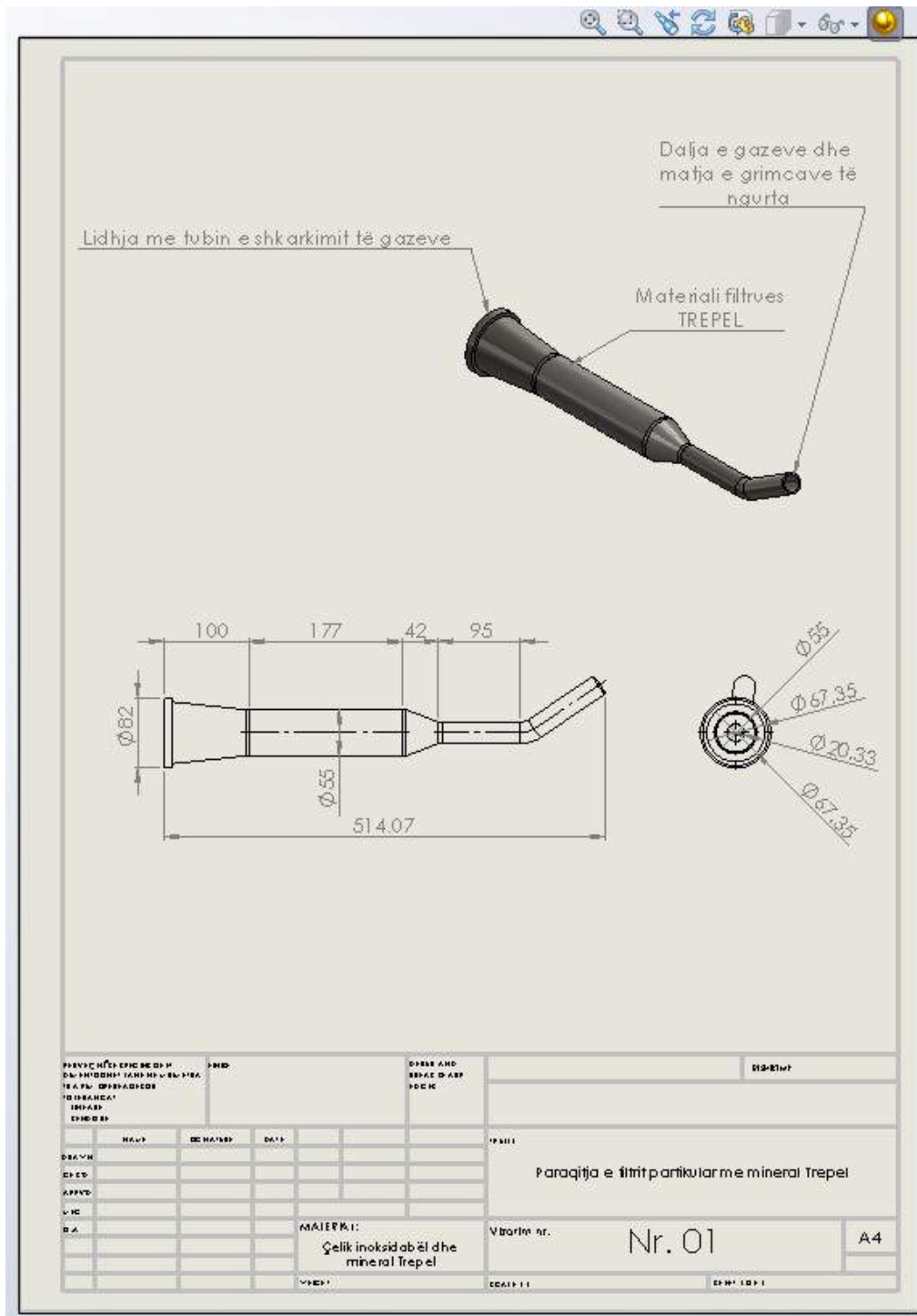


Figura 5.21: Vizatimi i filtrit partikular me mineral Trepel, dimensionet dhe të dhënat e prodhimit.

KONKLuzionet

Nga studimi teoriko-eksperimental i emetimeve të gazeve nga M.D.B nxjerrim këto përfundime të rëndësishme:

- Automjetet diesel të kategorisë M1 me vit prodhimi 1980-2004 paraqesin vlera të koeficientit të opacitetit $2 \div 3$ herë mbi normat e lejuara. Rekomandojmë që këto automjete duhet të qarkullojnë jashtë zonave urbane dhe të zëvendësohen me automjete me moshë më të re.
- Nga studimi ynë u konstatua se ka një korrelacion linear midis PM dhe vlerës së opacitetit.
- Automjetet e kategorisë M1 Benzinë të viteve 1994÷2002 paraqesin vlera të përmbajtjes së CO në përqindje deri **3 herë** mbi normat e lejuara. Diferenca ndërmjet limitit të përmbajtjes së CO dhe vlerës reale rezulton me 2535.43 mg/m^3 . Ky grup-vit paraqet probleme të mëdha lidhur me koeficientin λ , ku mbi 45 % e automjeteve rezultojnë të mos e kalojnë testin e emetimeve të gazeve të përcaktuara nga Direktiva Europiane 2009/40/EC.
- Automjetet e kategorisë M1 për pasagjerë Benzinë 1994-2002 paraqesin vlera të përmbajtjes së HC $=15.748 \text{ mg/m}^3$, vlerë e cila rezulton **3 herë** mbi normat e lejuara.
- Sipas metodikës PEMS për testin e emetimit të gazeve, niveli i HC dhe NO_x, referuar kërkesave të standardit të emetimeve Euro V rezulton **~25 herë** mbi normat e lejuara.
- Për të njëjta intervale të shpejtësisë së lëvizjes, emetimi nga Citroen C4 rezulton 1.5 herë më pak i krahasuar me automjetin tip Lancia Thesis. Në trafikun urban, përmbajtja e CO₂ në gazet e djegies rezulton $2.9 \div 4.9$ herë më i lartë se kërkesat e standardit Euro 5 (130 g/km).
- Sipas metodikës CDM, sasia e prodhuar e CO₂ nga automjetet e kategorisë M1 për pasagjerë rezulton: **476503.98 tonCO₂/vit** pra, 0.158835 ton CO₂/banorë referuar popullsisë totale kombëtare ose kontributi i kategorisë së automjeteve M1 në rajonin e Tiranës është afërsisht 10 % e vlerës 1.6 ton CO₂/banorë referuar studimit të vitit 2011 nga Banka Botërore [112].
- Futja në përdorim e materialeve të reja për krijimin e DPF përbën objektivin kryesor të këtij studimi.
- Nga shpërndarja integrale e vëllimit të poreve, sipas madhësisë, duket se fraksioni me granulometri $0.1 \div 0.2 \text{ mm}$ shfaq një vëllim më të madh të poreve ($94.84 \text{ mm}^3/\text{g}$) në krahasim me fraksionin $0.4 \div 0.5 \text{ mm}$ ($78.53 \text{ mm}^3/\text{g}$). Në shpërndarjen diferenciale të madhësisë së poreve, sipas madhësisë, janë të dallueshme dy maksimume, i pari për rreze

të poreve rreth 200 nm dhe i dyti për pore me rreze rreth 20 nm. Maksimumi i parë është i zhvendosur drejt rrezeve më të vogla për fraksionin $0.1 \div 0.2$ mm. Ndërsa maksimumi i dytë shfaqet i njëjtë për të dy fraksionet. Nga kjo arrijmë në konkluzionin se maksimumi i parë i përgjigjet hapësirave ndërgrimcore që krijohen gjatë paketimit të ngjeshur të grimcave të Trepelit me njëra tjetrën. Ndërsa maksimumi i dytë që tregon pore me rreze rreth 20 nm, paraqet pore në sipërfaqen e kokrrizave të mineralit të Trepelit.

- Trepeli, është një mineral me aftësi të larta filtruese rezulton me sipërfaqe specifike, porozitet dhe përshkueshmëri lartë dhe rënie presioni të ulët, bën të mundur reduktimin në masën **78.2%** të grimcave të ngurta produkt i procesit të djegies në gazet e M.D.B diesel.
- Për granulometrinë $0.4 \div 0.5$ mm gjejmë $A_{kum} = 2.4 \text{ m}^2/\text{g}$.
- Për granulometrinë $0.1 \div 0.2$ mm gjejmë $A_{kum} = 4.4 \text{ m}^2/\text{g}$.

PLANET PËR TË ARDHMEN

Krahas punës së arritur në drejtim të studimit teoriko eksperimental të impaktit në mjedis të shkaktuar nga M.D.B të kategorisë M1 në veçanti dhe nevojës për reduktimin e saj si një kërkesë themelore për përmirësimin e cilësisë së ajrit.

Duhet të merren masa jo vetëm për përmirësimin e kuadrit ligjor por edhe në atë të zgjidhjes inxhinierike të problemit të ndotjes së mjedisit. Për këtë qëllim u projektua dhe u provua se ekziston mundësia e reduktimit të grimcave të ngurta nëpërmjet përdorimit të materialeve të reja për krijimin (DPF). Puna dhe studimi në të ardhmen do të fokusohet në çështjet e mëposhtme:

1. Krijimi i shtresave (layera-ve) të Trepelit për krijimin e DPF.
2. Simulimet e materialit të DPF në fushat e temperaturave dhe presioneve.
3. Simulimet e materialit të DPF për gjetjen e përmasave optimale për efikasitet të lartë të filtrimit dhe rënie të vogla të presionit.
4. Mundësia e modelimit të një sistemi të rigjenerimit të DPF me material të ri Trepel.

LITERATURA

1. World Health Organisation, 2016
<http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/Transport-and-health/transport-and-health>
2. European Comission, 2016
<http://ec.europa.eu/research/transport/>
3. Cornell Chronicle, 2007
4. Mjetet e transportit rrugor sipas llojit të karburantit që përdorin, 2015
<http://www.instat.gov.al/al/themes/mjedisi.aspx>
5. German Federal Environment Agency, 2015
<http://www.wecf.eu/english/about-wecf/sponsors-donors/ger-uba.php>
6. Raporti i Gjëndjes në mjedis, 2016
<http://www.akm.gov.al/assets/raporti-2014-i-perfunduar.pdf>
7. German Federal Environment Agency (UBA), 2016. [https://www.mann-hummel.com/en/corp/news/news/newsdetail/?tx_ttnews\[tt_news\]=682&cHash=e59b1e0ba083f1bf086b4fe21f4ec8cb](https://www.mann-hummel.com/en/corp/news/news/newsdetail/?tx_ttnews[tt_news]=682&cHash=e59b1e0ba083f1bf086b4fe21f4ec8cb)
8. Drejtoria e Përgjithshme e Shërbimeve të Transportit Rrugor, 2016
<http://www.dpshttr.gov.al/>
9. Lorenc Malka, Flamur Bidaj; Opacity evaluation for passenger diesel vehicle cars in Tirana, *Journal of Environmental Science and Engineering A*, 2015, Vol. 4, pp. 352-358.
10. Glassman, I., Yetter, A. R., 2008; Combustion 4th Edition, Academic Press is an imprint of Elsevier, California, USA.
11. Denbigh, K. 1971; The principles of Chemical Equilibrium, Cambridge University Press, London, UK.
12. Flagan, C. R., Seinfeld, H. J., 2012; Fundamentals of Air Pollution Engineering, California Institute of Technology, California, USA.
13. Van't Hoff Equation, 2016;
<http://chemistry.illinoisstate.edu/standard/che360/handouts/360vanthoff.pdf>
14. Westbrook, Ch. K., Dryer, F. L., Simplified reaction mechanisms for the oxidation of hydrocarbon fuels in flames, *Journal of Combustion science and technology*, Taylor & Francis, 1981, **27** (1-2), 31-43.
15. Miller, J. A., Mitchell, R. E., Smooke, M. D., and Kee, R. J. Tow Willi, R., B. Roduit, R. Koepfel, A. Wokaun, A. Baiker, 1996. "Selective Reduction of NO by NH₃ over

- Vanadia-Based Commercial Catalyst: Parametric Sensitivity and Kinetic Modeling”, *Chem. Eng. Sci.*, 1982, **51 (11)**, 2897-2902.
16. Vandooren, J., Van Tiggelen, P.1. 1981; Experimental Investigation of Methanol Oxidation in Flames: Mechanisms and Rate Constants of Elementary Steps. *IS^{III} Symposium (International) on Combustion*. The Combustion Institute, 473.
17. Venkat, C., Brezinsky, K., Glassman, I. 1982; High temperature oxidation of aromatic hydrocarbons Symp, *IS^{III} Symposium (International) on Combustion*. The Combustion Institute, 143-152.
18. Gardinier, C. W. 1984; Combustion Chemistry, Springer-Verlang New York Inc., New York, USA.
19. Hautman, D. J., Dryer, F. L., Schug, K. P., Glassman, I. A Multiple-Step Overall Kinetic Mechanism for the Oxidation of Hydrocarbons, *Combustion Sci. Technol.*, 1981, **25**, 219-235.
20. Reynolds, W. C. 1981; STANJAN-Interactive Computer Programs for Chemical Equilibrium Analysis, Dept. of Mechanical Engineering, Stanford Univ., California, USA.
21. Mallard, E., and Le Chatelier, H., Recherche Experimentelles et Theoretiques sur la Combustion des Melanges Gaseuses Explosifs, *Ann. Min.*, Paris, 1983, **8 (4)**, 274.
22. Tennekes, H., Simple Model for the Small-Scale Structure of Turbulence, *Phys. Fluids*, 1968, **2**, 669-671.
23. Tabaczynski, R., Ferguson, C. R., and Radhakrishnan, K. 1977; A Turbulent Entrainment Model for Spark-Ignition Engine Combustion, SAE Paper No. 770647, Society of Automotive Engineers, Warrendale, PA.
24. Chomiak, J., A Possible Propagation Mechanism of Turbulent Flames at High Reynolds Numbers, *Combust. Flame*, 1970, **15**, 319-321.
25. Chomiak, J., Application of Chemiluminescence Measurement to the Study of Turbulent Flame Structure, *Combust. Flame*, 1972, **18**, 429-433.
26. Damkohler, G., The Effect of Turbulence on the Flame Velocities in Gas Mixtures." NACA TM 1112, Del' Einfluss del' Turbolenz auf die Flammengeschwindigkeit und angewandte Gasmischen, *Z. Elektrochem. Angew. Phys. Chem.*, 1940, **46**, 601-626.
27. Burke, S. P., Schumann, T. E. W., Diffusion Flames," *Ind. Eng. Chol.*, 1928, **20**, 998-1004.
28. Mitchell, R. E., Sarofim, A. F., Clomberg, L. A., Partial Equilibrium in the Reaction Zone of Methane-Air Diffusion Flames, *Combust. Flame*, 1980, **37**, 201-206.

29. Brown, G. L., Roshko, A., On Density Effects and Large Structure in Turbulent Mixing Layers, *J. Fluid Mech.*, 1974, **64**, 775-816.
30. Pompei, F., Heywood, J. B., The Role of Mixing in Burner-Generated Carbon Monoxide and Nitric Oxide, *Combust. Flame*, 1972, **19**, 407-418.
31. Labosky, M., Rosner, D. E. Evaporation-Combustions of Fuels, *Amer. Chem. Soc. Advances in Chem. Series*, 1978, **166**, 63-79.
32. Prandtl, L., 1952; Essentials of Fluid Dynamics with Applications to Hydraulics, Aeronautics, Meteorology and Other Subjects, Hafner Publishing Company, Germany.
33. Komiyama, K., Flagan, R. C., Heywood, J. B. 1977; The Influence of Droplet Evaporation on Fuel-Air Mixing Rate in a Burner, in *Sixteenth Symposium (International) on Combustion*, The Combustion Institute, Pittsburgh, PA, 549-560.
34. Ranz, W. E., Marshall W. R., Evaporation from drops. *Parts I & II. Chem. Eng. Progr.* 1952, **48**, 141-6; 173-80.
35. Tominaga, Y., Stathopoulos, T., Turbulent Schmidt numbers for CFD analysis with various types of flowfield, *Atmospheric Environment*, 41 (37), 8091-8099.
36. Hanson, S. P., Beer, J. M., Sarofim, A. F. 1982; Non-equilibrium Effects in the Vaporization of Multicomponent Fuel Droplets, in *Nineteenth Symposium on Combustion*, The Combustion Institute, Pittsburgh, PA, 1029-1036.
37. Law, C. K., Law, H. K. A. Law for Multicomponent Droplet Vaporization and Combustion, *AIAA J.*, 1981, **20**, 522-527.
38. Zeldovich, Y. B., Sadochnikov, P. Y., Frank-Kamenetski, D. A. 1947; Oxidation of Nitrogen in Combustion, M. Shelef, Trans., Academy of Sciences of USSR, Institute of Chemical Physics, Moscow-Leningrad, Russia.
39. Hanson, R. K., Salimian, S., 1984; Survey of Rate Constants in the N-H-O System, in *Combustion Chemistry*, W. C. Gardiner, Ed., Springer-Verlag, New York, 361-421.
40. Lavoie, G.A., Heywood, J.B. and Keck, J.C. Experimental and Theoretical Investigation of Nitric Oxide Formation in Internal Combustion Engines, *Combustion Science Technology*, 1970, **1**, 313-326.
41. Fenimore, C. P. Formation of Nitric Oxide in premixed hydrocarbon flames, *Air Pollution*, 1971, **13**, 373-379.
42. Bowman, C. T., Kinetics of Pollutant Formation and Destruction in Combustion, *Prog. Energy Combust. Sci.*, 1975, **1**, 33-45.

43. Sarofim, A. F., Flagan, R. C. NO_x Control for Stationary Combustion Sources, *Prog. Energy Combust. Sci.*, 1976, **2**, 1-25.
44. Pershing, D. W., Wendt, J. O. L. 1977; Pulverized Coal Combustion: The Influence of Flame Temperature and Coal Composition on Thermal and Fuel NO_x, in *Sixteenth Symposium on Combustion*, The Combustion Institute, Pittsburgh, PA, 389-399.
45. Miller, J. A., Fisk, G. A. Combustion Chemistry, *Chem. & Eng. News*, 1987, **65** (35), 22-46.
46. Haynes, B. S., Iverach, D., Kirov, N. Y. 1975; The Behavior of Nitrogen Species in Fuel Rich Hydrocarbon Flames, in *Fifteenth International Symposium on Combustion*, The Combustion Institute, Pittsburgh, PA, 1103-1112.
47. Flagan, R. C., Galant, S., Apleton, J. P. Rate Constrained Partial Equilibrium Models for the Formation of Nitric Oxide from Organic Fuel Nitrogen, *Combust. Flame*, 1974, **22**, 299-311.
48. Salimian, S., Hanson, R. K. A Kinetic Study of NO Removal from Combustion Gases by Injection of NH₃-Containing Compounds, *Combust. Sci. Technol.*, 1980, **23**, 225-230.
49. Perry, R. A., Siebers, D. L. Rapid Reduction of Nitrogen Oxides in Exhaust Gas Streams, *Nature*, 1986, **324**, 657-658.
50. Baulch, D. L., Drysdale, D. D., Horne, D. G., Lloyd, A. C. 1973; Evaluated Kinetic Data for High Temperature Reactions, Vol. 2, Homogeneous Gas Phase Reactions of the H₂-N₂-O₂ System, Butterworth, London, UK.
51. Hargreaves, K. J. A., Harvey, R., Roper, F., Smith, D. B. 1981; Formation of NO₂ in Laminar Flames," in *Eighteenth Symposium on Combustion*, The Combustion Institute, Pittsburgh, PA, 133-142.
52. Attar, A. Chemistry, Thermodynamics, and Kinetics of Sulfur in Coal Gas Reactions-A Review, *Fuel*, 1978, **57**, 201-212.
53. Kramlich, J. C., Malte, P. C., Grosshandler, W. L. 1981; The Reaction of Fuel Sulfur in Hydrocarbon Combustion, in *Eighteenth Symposium on Combustion*, The Combustion Institute, Pittsburgh, PA, 151-161.
54. Barret, R. E., Hummell, J. D., Reid, W. T. Formation of SO₂ in a Noncatalytic Combustor, *J. Eng. Power Trans. ASME*, 1966, **ASS**, 165-172.
55. Westenberg, A. A., De Haas, H. Rate of the Reaction O + SO₂ + M → SO + M*, *J. Chem. Phys.*, 1975, **63**, 5411-5415.

56. Muller, C. H., Schofield, K., Steinberg, M., Broida, H. P. 1979; Sulfur Chemistry in Flames," in *Seventeenth Symposium on Combustion*, The Combustion Institute, Pittsburgh, PA, 867-879.
57. Fenimore, C. P., Jones, G. W. Sulfur in the Burnt Gas of Hydrogen-Oxygen Flames, *J. Phys. Clwn.*, 1965, **69**, 3593-3597.
58. Cullis, C. F., Mulcahy, M. F. R. The Kinetics of Combustion of Gaseous Sulfur Compounds, *Combust. Flame*, 1972, **i8**, 225-292.
59. Cleaning the Air we Breathe – Controlling Diesel Particulate Emissions from Passenger Cars By Martyn V. Twigg* Johnson Matthey PLC, Orchard Road, Royston, Hertfordshire SG8 5HE, U.K.; Paul R. Phillips Emission Control Technologies, Johnson Matthey PLC, Orchard Road, Royston, Hertfordshire SG8 5HE, U.K.
60. Dorri. A. 2010. Simulimi numerik i fushave termofluidodinamike dhe parashikimi i formimit të substancave ndotëse në motorët Diesel përmes softeve CFD.
61. Amann, C.A., Sieglä, D.C. Diesel particulates – what they are and why. *Aerosol. Sci. Technol.*, 1982, **1**, 73-101.
62. Xi. J., Zhong. B. J. Review of soot in diesel combustion systems. *Chemical Engineering Technology*, 2006, **29(6)**, 665-673.
63. Glassman, I., Yaccarino, P. 1981; The temperature effect in sooting diffusion flames, in *Eighteenth International Symposium on Combustion*, The Combustion Institute, Pittsburg, 1175-1183.
64. Haynes, B. S., Wagner, H. G. Soot formation, *Prog. Energy Combust. Sci.*, 1981, **7**, 229-273.
65. Millikan , R. C. Nonequilibrium soot formation in premixed flames, *J. Air Pollut. Control Assoc.*, 1962, **26**, 794-799.
66. Westlund, A. Measuring and Predicting Transient Diesel Engine Emissions. Licentiatethesis, 2009.
67. J. E. et al. Dec. Diesel combustion: An integrated view combining laser diagnostics, chemical kinetics and empirical validation. 1999.
68. A. Londo, 2015. Motorët me djegie të brendshme, Tiranë.
69. Karakteristikat fiziko-kimike të karburanteve, 2016.
<http://gulf.al/produnkte-dhe-sheerbime/karburantet/>
70. World Wide Fuel Charter, 2016.
https://www.acea.be/uploads/publications/Worldwide_Fuel_Charter_5ed_2013.pdf

71. State of the art on alternative fuels transport systems in the european union, 2015.
<http://ec.europa.eu/transport/themes/urban/studies/doc/2015-07-alter-fuels-transport-syst-in-eu.pdf>
72. Wheeler, Jill (2008). Alternative Cars. ABDO. p. 21. ISBN 978-1-59928-803-1
73. Transportation climate change, 2015.
<http://climate.dot.gov/ghg-reduction-strategies/fuels-technologies/alternative-fuels.html>.
74. World Energy Outlook, 2006. www.worldenergyoutlook.org
75. European Commission, EU transport in figures – Statistical Pocketbook, 2015.
http://ec.europa.eu/transport/facts-fundings/statistics/pocketbook-2014_en.htm
76. Alternative fuels data center, 2016
<http://www.afdc.energy.gov/vehicles/propane.html>
77. Martin, F., Axhausen, K.W., Carle, G., Wokaun, A., (2007). "Optimization of the distribution of compressed natural gas (CNG) refueling stations: Swiss case studies. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2006, **12 (1)**, 10-22.
78. European Standards for Passengers Vehicles. 2015. "Europeans Standards for Passengers Vehicles Strategic Plan, 2003-2013: Opacity Coefficients.
<https://www.dieselnet.com/standards/eu/ld.php>
79. Emission Standards for Passenger Cars, 2015. "Emission Standards for Passengers Cars Strategic Plan, 2004-2014: Summary for European Specification and Regulation for Diesel Fuel.
https://www.dieselnet.com/standards/eu/fuel_automotive.php.
80. Environmental Protection Agency (EPA), 2014. EPA for Strategic Plan, 2004-2014: Global Climate Change.
<http://www.epa.gov/climatechange/ghgemissions/sources/transportation.html>
81. Air Fuel Ratios and Stoichiometry, 2016. <http://www.endtuning.com/afr.html>
82. Diesel Catalyst Oxidation, 2015.
<http://www.chemhume.co.uk/ASCHEM/Unit%203/15%20Equilibria/Equilibrium.htm>
83. Positive crankcase ventilating, 2016. <http://www.aalcar.com/library/pcv.htm>
84. Exhaust Gas Recirculation, 2014. www.dieselnet.com/tech/engine_egr_control.php
85. Cooper, B.J., A.C. McDonnald, A.P. Walker, M. Sanchez, 2003. "The Development and On-Road Performance and Durability of the Four-Way Emission Control SCRT System", US DOE, 9th Diesel Engine Emissions Reduction Conference (DEER), Newport, RI,

August 2003,

http://www.eere.energy.gov/vehiclesandfuels/pdfs/deer_2003/session8/2003_deer_walker.pdf

86. Willi, R., Roduit, B., Koeppel, R., Wokaun, A., Baiker, A. "Selective Reduction of NO by NH₃ over Vanadia-Based Commercial Catalyst: Parametric Sensitivity and Kinetic Modeling", *Chem. Eng. Sci.*, 1996, **51** (11), 2897-2902.
87. Madia, G., M. Koebel, M. Elsener, and A. Wokaun, 2002. "Side Reactions in the Selective Catalytic Reduction of NO_x with Various NO₂ Fractions", *Ind. & Eng. Chem. Res.*, 2002, **41**(16), 4008-4015.
88. Koebel, M., Madia, G., Elsener, M. "Selective catalytic reduction of NO and NO₂ at low temperatures", *Catalysis Today*, 2002, **73** (3/4), 239-247.
89. Land Transport Guru, 2016.
www.landtransportguru.net/selective-catalytic-reduction-scr/
90. Lepperhoff, G., J. Schommers, 1988. "Verhalten von SCR-Katalysatoren im dieselmotorischen Abgas", *MTZ Motortechnische Zeitschrift*, 1988, **49**, 1.
91. Heck, R.M., Farrauto, R. J. 1995. "Catalytic Air Pollution Control: Commercial Technology", Van Nostrand Reinhold, New York.
92. Modeling and Simulation of Multi-functional Lean NO_x Catalysts, Mike Harold Dept. of Chemical & Biomolecular Engineering University of Houston, 2013.
www.topsoe.com/sites/default/files/michael_harold.pdf
93. Worldwide Fuel Charter 5-edition, 2014.
https://www.acea.be/uploads/publications/Worldwide_Fuel_Charter_5ed_2013.pdf
94. Diesel Particulate Filter, 2015. http://www.vege.nl/nl_nl/diesel_partical_filter.html
95. Air Flow Catalyst Systems, 2016.
<http://www.airflowcatalyst.com/new/catalyzed-diesel-particulate-filter/>
96. Johnson, J. H., Konstandopoulos, A. G. A Study Describing the Performance of Diesel Particulate Filters During Loading and Regeneration-A Lumped Parameter Model for Control Applications. *SAE Journal*. 2003; **42**, 08-42.
97. Ripperger, S., Gosele, W., Gonbach, Christian, A. Filtration Fundamentals, *Encyclopedia of Industrial Chemistry*, 2012, **14**, 677-709.
98. Sakai H, Busch P, Vogt CD. Filtration Behavior of Diesel Particulate Filters. *SAE Journal*. 2007, **20**, 09-21.
99. Lehay, J., Prado, G. Morphology and internal structure of soot and carbon black, in

- Particulate Carbon: Formation during Combustion, *Aerosol Sci. Technol.*, 1984, 3, 77-96.
100. Lee, K.W., Gieseke, J. A. Collection of Aerosol Particles by Packed Beds, *Environmental Science and Technology*. 1979, **13(4)**, 466-470.
101. Athanasios, G., Konstandopoulos, A. & Particle Technology Laboratory, CERTH/CPERI, P.O. Box 361, Thessaloniki 57001, Greece Flow Resistance Descriptors for Diesel Particulate Filters: Definitions, Measurements and Testing.
102. Bissett, E. J. Mathematical Model of the Thermal Regeneration of a Wall-flow Monolith Diesel Particulate Filter. *Chemical Engineering Science*. 1984, **39(7/8)**, 1233-1244.
103. Clean Development Mechanism, 2016.
<https://cdm.unfccc.int/methodologies/index.html>
104. Central Statistic Office, 2016.
<http://www.cso.ie/px/pxeirestat/statire/SelectVarVal/saveelections.asp>
105. Theory of Beer – Lambert – Opacity Evaluation
106. Maha Software, 2014.
<http://www.maha.de/emission-tester-mdo2-lon-with-hand-terminal.htm>
107. DEPLHI – World Wide emission standards, 2016.
<http://delphi.com/docs/default-source/catalogs/delphi-worldwide-emissions-standards-pc-ldv-15-16.pdf?sfvrsn=2>
108. Smith, G. W. A simple nucleation/depletion model for the spherule size of particulate carbon, *Combust. Flame*, 1982, **48**, 265-272.
109. Sequioli S.A., Powder Technology, *A Special Issue devoted to Mercury Porosimetry*, Elsevier Lausanne, 1981, **29**, 291.
110. Rootare, H. M., Prenzlów, C. F. *Surface Areas from Mercury Porosimeter Measurements*, *J. Phys. Chem.* 1967, **7 (8)**, 2733-2736.
111. Ritter, H. L., Drake L.C. *Ind. Eng. Chem., Analyt. Edit.* 1945, **17(12)**, 782-786.
112. The World Bank, 2016
<http://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO2E.PC?end=2011&locations=AL&start=2011>

LISTA E PUBLIKIMEVE

1. **Lorenc Malka**, Flamur Bidaj, Klodian Dhoska; Environmental Impact in Tirana District Caused from Benzinë Passenger's Car, *European Journal of Scientific Research*, 2016, Vol. 137 (1), pp. 37-47. **ISSN 1450-216X**.
2. **Lorenc Malka**, Klodian Dhoska; Reduktimi i gazeve ndotës nga automjetet e transportit rrugor në rajonin e Tiranës, *Revista Marëdhënie Ndërkombëtare e Qendrës Hapësirë*, 2016, Vol.14, 50-67. **ISSN 2218-3981**.
3. **Lorenc Malka**, Flamur Bidaj; Opacity evaluation for passenger diesel vehicle cars in Tirana, *Journal of Environmental Science and Engineering A*, 2015, Vol. 4, pp. 352-358. **ISSN 2162-5301**.
4. Majlinda Alcani, **Lorenc Malka**; Utilization of landfill gas for energy production and relevant technology options, *International Journal of Advances in Science Engineering and Technology*, 2015, Vol.3 (2), pp. 56-62. **ISSN: 2321-9009**.
5. **Lorenc Malka**, Klodian Dhoska; Monitoring of the CO₂ emissions in Tirana district from the road transport, 4th Conference "Maintenance 2016", June 02-04 2016, Zenice, Bosnje and Herzegovina. (proces printimi) **ISSN 1512-9268**.
6. **Lorenc Malka**, Klodian Dhoska, Alemayehu Gebremedhin; Analysis of NO_x and CO₂ Emission Level Caused from Diesel Passenger Cars in Tirana District: Cases of Lancia and Citroen in Different Speed Regimes, 12th International Conference on Energy, Environment, Ecosystems and Sustainable Development (EEESD '16), January 29-31 2016, Venice, Italy. pp. 215-219. **ISSN: 2227-4359, ISBN 978-1-61804-361-0**.
7. **Lorenc Malka**, Andonq Londo, Klodian Dhoska, Alemayehu Gebremedhin; Analysis of hydrocarbons and carbon dioxide emissions from diesel common rail engines and finding the correlation between velocity and emissions in the cases of Lancia Thesis and Citroen C4, 1st International Conference on Applied Engineering, Materials and Mechanics (ICAEMM 2016), January 15-17 2016, Weihai, China, (process printimi) **ISSN: 1793-9623**.
8. Majlinda Alcani, **Lorenc Malka**; Utilization of landfill gas for energy production and relevant technology options, *International Conference on Recent Advances in Engineering and Technology*, February 19 2015. pp. 64-70 **ISBN 978-93-84209-91-9**.