



MODELAREA ȘI SIMULAREA UNUI MOTOR POLICILINDRIC DIESEL 1.5L TC EGR WG

PROIECT DE SEMESTRU

ECHIPĂ: MMI

MEMBRI: MOLDOVAN Andrei-Rareș
MICLEA Claudiu-Daniel
IVAN Ionuț-Ilie

GRUPĂ: 2A1_11/2

AN: I

SPECIALIZARE: Automobilul și mediul

CUPRINS

CUPRINS	8#
Notății și abrevieri	9#
Lista de figuri	10#
Lista de tabele.....	11#
1.# Introducere	16#
2.# Analiza literaturii de specialitate.....	17#
3.# Modelul și metodologia de simulare	20#
4.# Rezultate și discuții	23#
5.# Concluzii	30#
Bibliografie.....	31#

NOTAȚII ȘI ABREVIERI

ECU	Electronical Control Unit
DPF	Diesel particulate filter
TC	Turbo Compresor
WG	Waste Gate
EGR	Exhaust Gas Recirculation

LISTA DE FIGURI

Fig. 2.1 Eficiența termică a motorului în funcție de sarcină	18
Fig. 2.2 Temperatura gazelor arse în funcție de sarcina motorului pentru diferite rate EGR	18
Fig. 2.3 Temperatura gazelor arse la admisie în funcție de sarcina motorului pentru diferite rate EGR.....	18
Fig. 2.4 Cantitatea de hidrocarburi în funcție de sarcina motorului pentru diferite rate EGR.....	19
Fig. 2.5 Cantitatea de monoxid de carbon în funcție de sarcina motorului pentru diferite rate EGR.....	19
Fig. 2.6 Cantitatea de NOx în funcție de sarcina motorului pentru diferite rate EGR.....	19
Fig. 2.7 Opacitatea fumului în funcție de sarcina motorului pentru diferite rate EGR.....	19
Fig. 3.1 Modelul virtual al motorului suport K9K	20
Fig. 3.2 Lista parametrilor utilizați la seturile de simulări	21
Fig. 3.3 Valorile numerice obținute în urma simulării.....	21
Fig. 4.1 Puterea indicată și efectivă în funcție de rata EGR.....	26
Fig. 4.2 Momentul indicat și efectiv în funcție de rata EGR	26
Fig. 4.3 Consumul specific efectiv în funcție de rata EGR.....	27
Fig. 4.4 Randamentul EGR în funcție de rata EGR	27
Fig. 4.5 Emisiile de oxizi de azot în funcție de rata EGR	28
Fig. 4.6 Emisiile de monoxid de carbon în funcție de rata EGR.....	28
Fig. 4.7 Cantitatea de funingine în funcție de rata EGR	29

LISTA DE TABELE

Tabel. 3.1 Parametrii de referință ai simulării.....	22
Tabel. 4.1 Performanțele motorului pentru valoarea de referință EGR	23
Tabel. 4.2 Parametrii emisiilor corespunzătoare cantității de referință a gazelor arse recirculate	23
Tabel. 4.3 Performanțele motorului pentru valoarea redusă EGR	24
Tabel. 4.4 Parametrii emisiilor corespunzătoare cantității reduse a gazelor arse recirculate.....	25
Tabel. 4.5 Performanțele motorului pentru valoarea crescută EGR	25
Tabel. 4.6 Parametrii emisiilor corespunzătoare cantității crescute a gazelor arse recirculate.....	25

1. INTRODUCERE

Reducerea emisiilor poluante este un subiect care prezintă tot mai mult interes pentru producătorii de autovehicule. Pentru a face posibilă această reducere, producătorii introduc pe autovehicule diverse sisteme. Sistemul EGR reprezintă principala soluție pentru reducerea cantității de NOx.

În cadrul acestui proiect se analizează constructiv și funcțional două motoare cu aprindere prin comprimare, unul monocilindric de 0.5l și unul policilindric de 1.5l. Cu ajutorul soft-ului AVL Boost are loc realizarea modelului virtual și simularea acestuia pentru cele două motoare studiate. Simularea modelului corespunzător motorului policilindric presupune modificări ale cantității de gaze arse recirculate în motor. Analiza abordată surprinde trei cazuri de cantități de gaze arse recirculate, dintre care una de referință ($EGR = 0.2 [-]$), iar celelalte două micșorate, respectiv crescute cu 50%.

Principalul obiectiv urmărit în lucrare este obținerea datelor rezultate în urma setului de simulări corespunzătoare celor trei cazuri studiate. Datele obținute servesc la formarea unor concluzii referitoare la influența cantității de gaze arse recirculate asupra performanțelor și emisiilor motorului.

Metodologia de lucru aplicată constă în modelarea și simularea modelului motor cu valoarea de referință pentru EGR și validarea acestuia. Următorul pas este reprezentat de crearea a patru cazuri independente de simulare. Concluziile sunt formulate pe baza modificărilor apărute la modelul de referință în urma simulărilor.

2. ANALIZA LITERATURII DE SPECIALITATE

Motoarele cu aprindere prin compresie și-au câștigat notorietate datorită unei mai bune eficiențe, performanțe sporite și cost de întreținere redus. Anticiparea unor îmbunătățiri a motorinei și a creșterii numărului de autovehicule dotate cu MAC (motor cu aprindere prin comprimare) vândute a oferit un impuls producătorilor de autovehicule să îmbunătățească tehnologia în termeni de performanțe, economie de combustibil și emisii poluante [2].

Tehnologiile de combatere a emisiilor poluante dezvoltate de către producătorii de autovehicule sunt o consecință a limitelor stricte impuse acestora de către legi. Ca și tehnologii se utilizează sisteme de post-tratare a gazelor de evacuare, optimizarea arderii, un obiectiv urmărit fiind și reducerea consumului de carburant. În ceea ce privește emisiile, principalele probleme întâlnite la motoarele cu aprindere prin comprimare sunt oxizii de azot (NOx) și particulele (PM) [1].

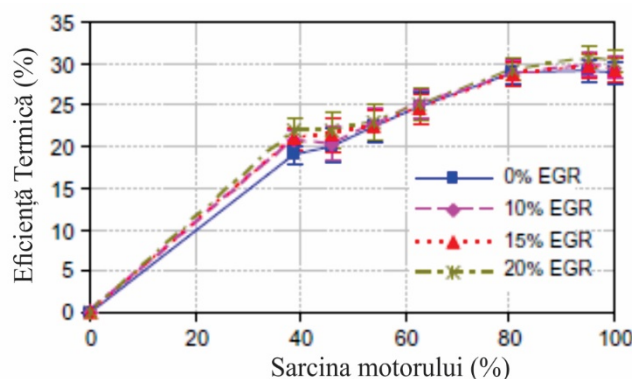
Sistemul de recirculare a gazelor de evacuare (EGR) folosit la MAC este una dintre principalele tehnici care pot reduce emisiile de oxizi de azot (NOx), în principal prin scăderea temperaturii maxime de ardere și a nivelului de oxigen din cilindru. Principalul dezavantaj al sistemului EGR este creșterea depunerilor de funingine [3].

Recircularea gazelor de evacuare este o metodă eficientă pentru controlul NOx. Gazele de eșapament sunt formate în principal din dioxid de carbon, azot etc., iar amestecul are o temperatură specifică mai mare în comparație cu cea atmosferică [1].

Datorită nivelului scăzut de oxigen din camera de ardere la o masă mare de gaze de eșapament recirculate, oxidarea funinginei este incompletă, prin urmare, emisiile de funingine cresc adesea odată cu creșterea nivelului de gaze arse recirculate [3].

Lucrarea [1] surprinde analiza efectului EGR asupra performanțelor și emisiilor, a depunerilor de carbon și a uzurii componentelor motorului diesel suport, cu doi cilindri și turație constantă. Motorul a funcționat la diferite sarcini la 1500 rpm cu diferite rate EGR (de la 0% la 20%) pentru a investiga efectul EGR asupra performanțelor motorului și a emisiilor. Datele privind performanța și emisiile au fost analizate și prezentate grafic pentru eficiența termică, BSFC (frânare specifică a consumului de combustibil), temperatura gazelor de eșapament, emisiile de HC, CO, NOx, și opacitatea fumului.

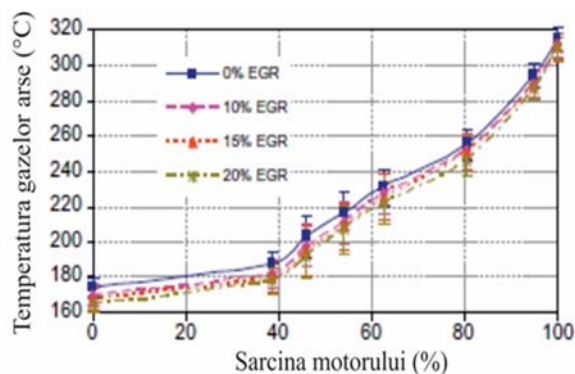
Figura 2.1 surprinde evoluția eficienței termice în funcție de sarcina motorului.



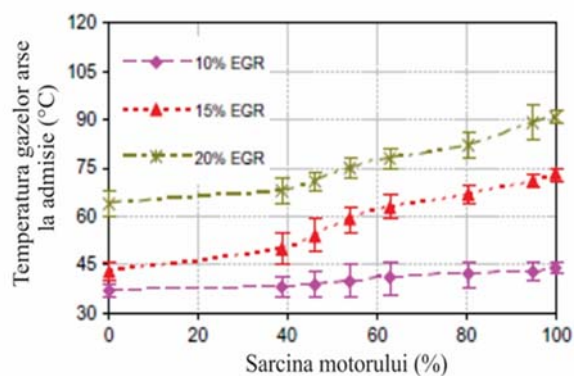
Figură 2.1 Eficiența termică a motorului în funcție de sarcină [1]

S-a constatat că eficiența termică a crescut ușor odată cu recircularea gazelor arse la sarcini mai mici ale motorului. Motivul posibil ar putea fi arderea hidrocarburilor care pătrund în camera de ardere odată cu gazele de eșapament recirculate. La sarcini parțiale, gazele de eșapament au mai puțin CO_2 și o cantitate destul de mare de O_2 , iar gazele recirculate, parțial răcite de către răcitorul intermediar acționează ca un preîncălzitor pentru fluidul motor. La sarcini mai mari ale motorului, eficiența termică (randamentul termic) nu este afectată de sistemul EGR [1].

Influența sarcinii motorului asupra temperaturii gazelor de evacuare se observă în figura 2.2 [1].



Figură 2.2 Temperatura gazelor arse în funcție de sarcina motorului pentru diferite rate EGR [1]

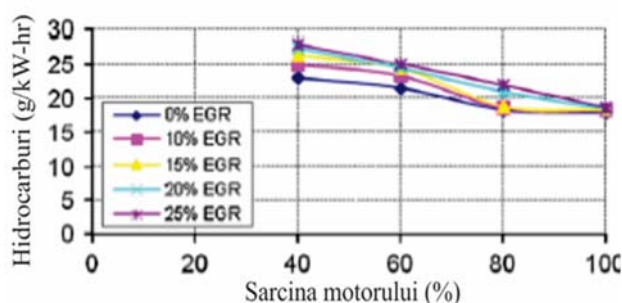


Figură 2.3 Temperatura gazelor arse la admisie în funcție de sarcina motorului pentru diferite rate EGR [1]

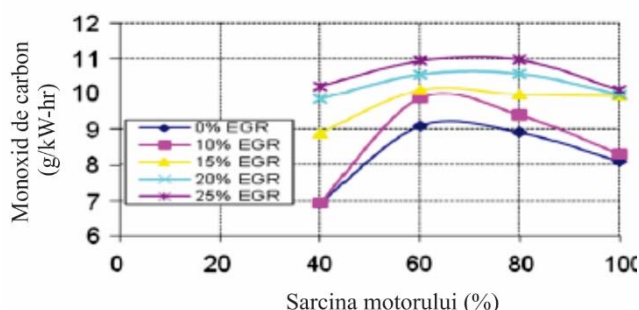
Temperatura gazelor de evacuare crește proporțional cu creșterea sarcinii motorului. Atunci când motorul funcționează cu EGR parțial răcit, temperatura gazelor de evacuare este, în general, mai mică decât temperatura gazelor de evacuare în condiții normale de funcționare. Temperatura gazelor de eșapament scade odată cu creșterea ratei EGR [1].

Pe de altă parte, atunci când sarcina motorului și ratele EGR sunt crescute, temperatura gazelor de evacuare la intrarea în colectorul de admisie devine mai mare decât temperatura atmosferică și, prin urmare, sistemul EGR acționează precum un preîncălzitor pentru aerul proaspăt de admisie. (vezi fig. 2.3) [1].

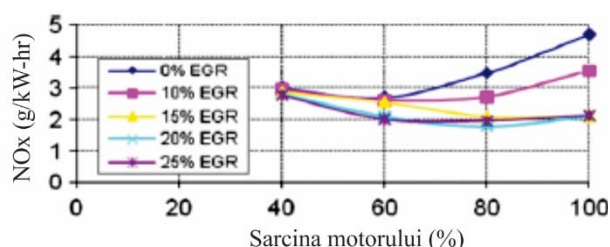
În ceea ce privește influența sistemului EGR asupra emisiilor poluante, graficele surprinse în figurile 2.4, respectiv 2.5 arată că emisiile de HC și CO cresc odată cu creșterea ratei EGR. O cantitate mai mare de gaze arse recirculate conduc la o concentrație mai redusă de oxigen care are ca rezultat amestecuri bogate de aer-combustibil în diferite locuri din interiorul camerei de ardere. Aceste amestecuri nu ard complet, rezultând o cantitate mai mare de hidrocarburi și monoxid de carbon [2].



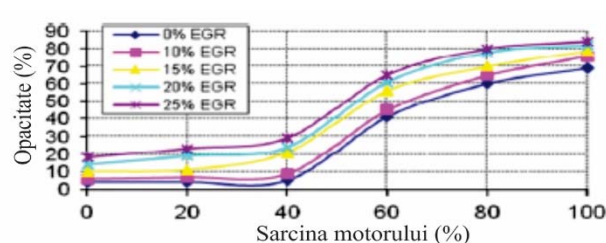
Figură 2.4 Cantitatea de hidrocarburi în funcție de sarcina motorului pentru diferite rate EGR [2]



Figură 2.5 Cantitatea de monoxid de carbon în funcție de sarcina motorului pentru diferite rate EGR [2]



Figură 2.6 Cantitatea de NOx în funcție de sarcina motorului pentru diferite rate EGR [2]



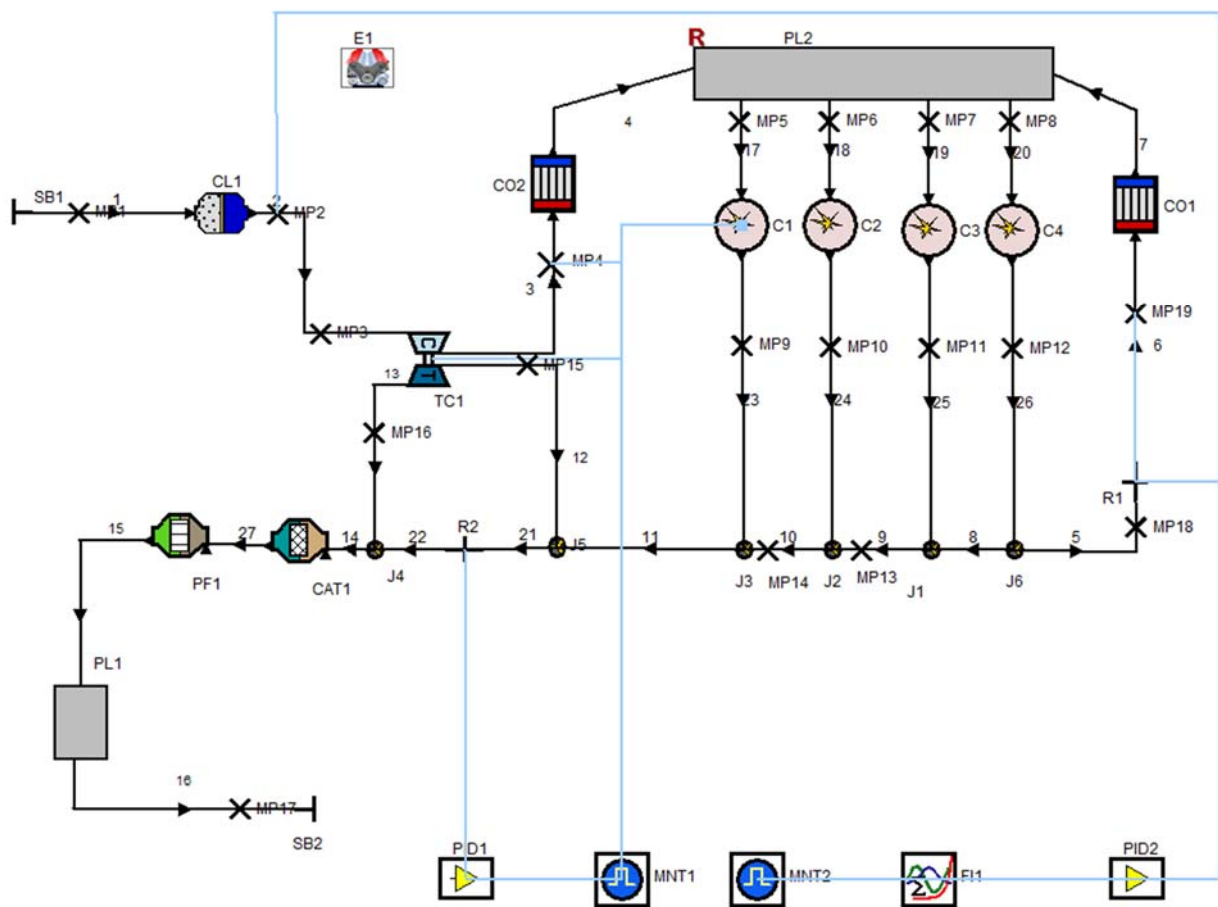
Figură 2.7 Opacitatea fumului în funcție de sarcina motorului pentru diferite rate EGR [2]

Figura 2.6 prezintă principalul beneficiu al sistemului EGR, și anume reducerea emisiilor de NOx ale motorului diesel. Gradul de reducere a NOx la sarcini mai mari este mai mare. Motivele pentru reducerea emisiilor de NOx prin utilizarea EGR în motoarele diesel sunt concentrația redusă de oxigen și scăderea temperaturii flăcării [2].

Se măsoară opacitatea fumului din gazele de evacuare pentru a cuantifica particulele prezente în gazele de evacuare. Graficul surprins în figura 2.7 prezintă o opacitate mai mare a fumului de eșapament atunci când motorul este exploatat cu EGR în comparație cu cazul fără EGR. Sistemul EGR reduce cantitatea de oxigen pentru arderea combustibilului, ceea ce duce la o ardere relativ incompletă și o creștere a formării de particule [2].

3. MODELUL ȘI METODOLOGIA DE SIMULARE

Modelul de simulare studiat se bazează pe un motor diesel cu patru cilindri având o capacitate cilindrică de 1.5l și fiind echipat cu: TC, EGR, WG, fabricat de Renault sub denumirea K9K. Modelarea sistemului a început prin construirea modelului virtual al motorului (fig. 3.1), ale cărui elemente au fost adăugate într-o ordine predefinită. Elementele sunt unite prin 27 de conexiuni, care respectă o anumită ordine, deoarece se definesc odată cu elementele.



Figură 3.1 Modelul virtual al motorului suport K9K

Construirea modelului este urmată de definirea aspectelor legate de simulare, precum tipul de simulare, tipul de combustibil, numărul de cicluri simulate, temperatura de referință, presiune, raport aer-combustibil, etc. În continuare se definesc elementele modelului virtual și conexiunile dintre acestea.

Deoarece se dorește efectuarea unui set de simulări se stabilesc și definesc parametri care variază de la un caz la altul (Fig. 3.2)

Case Set 1	Engine_Speed	WGV_Cd	Comp_eff_off	Turboost	Status
	rpm	[-]	[-]		
Case1	1000	0	-0.07	103000	completed
Case2	2000	0	-0.07	110000	completed
Case3	3000	0	-0.07	145000	completed
Case4	4000	0	-0.07	180000	completed

Figură 3.2 Lista parametrilor utilizați la seturile de simulări

După definirea precizată, se rulează simularea. Pentru a vizualiza rezultatele numerice obținute, prezentate în figura 3.3, se accesează fereastra SUMMARY.

Ascii-File Browser - Case Set 1/Case4/Cycle Simulation/summary1.log

File Window Options Help

Case Set 1/Case4/Cycle Simulation/summary1.log

Reference Values at Start of High Pressure:

Pressure at SHP[bar]	0.9321	0.9315	0.9286	0.9348	0.9333
Temperature [K]	370.63	370.27	370.42	370.99	370.82
Air Massfl. [g/s]	34.275090	8.615786	8.534512	8.584573	8.540219
Fuel Massfl. [g/s]	3.333612	0.833402	0.833400	0.833404	0.833406
Trapp. Eff. Air [-]	0.9983	0.9981	0.9981	0.9989	0.9981
Trapp. Eff. Fuel [-]	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
A/F-Ratio (Cmb.) [-]	14.71	14.71	14.71	14.71	14.71
Excess Air Ratio [-]	1.0099	1.0099	1.0099	1.0099	1.0099

Reference Values at Start Of Combustion:

Pressure [bar]	25.2871	25.4096	25.3158	25.2177	25.2054
Temperature [K]	907.09	907.82	907.64	906.49	906.40

Residual Gas:

Res.gas content [-]	0.1611	0.1575	0.1621	0.1615	0.1634
External EGR [-]	0.0980	0.0945	0.0981	0.0989	0.1005
Internal EGR [-]	0.0631	0.0629	0.0640	0.0627	0.0629
Com.Prod.Mass. at EO [g]	1.211126	0.303129	0.301914	0.303626	0.302457
Res.gas mass at SHP [g]	0.197167	0.048225	0.049433	0.049566	0.049943
Res.gas aspirated IN [g]	0.119930	0.028950	0.029923	0.030332	0.030725
Res.gas from intake [g]	0.128689	0.031109	0.032187	0.032538	0.032854
Rel. to Total [-]	0.6527	0.6451	0.6511	0.6565	0.6578
Res.gas flow EX [g]	1.122949	0.281180	0.279704	0.281507	0.280558
Res.gas from exhaust [g]	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Rel. to Total [-]	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Gas Exchange:

Volumetric Eff. [-]	0.6012	0.6044	0.5987	0.6027	0.5991
Rel. to Ave. [-]	1.0053	0.9958	1.0025	0.9964	0.9964
Rel. To PL 2 [-]	0.4996	0.5023	0.4975	0.5009	0.4979
Total Mass at SHP[g]	1.2237	0.3062	0.3050	0.3068	0.3057
Mass Delivered [g]	1.14819	0.28743	0.28596	0.28787	0.28693
Mass Delivered [g/s]	38.27295	9.58084	9.53200	9.59569	9.56443
Delivery Ratio [-]	0.6725	0.6734	0.6699	0.6744	0.6722
Rel. to Ave. [-]	1.0013	0.9962	1.0029	0.9996	0.9996
Rel. To PL 2 [-]	0.5588	0.5596	0.5567	0.5605	0.5586
Av.Airmass at SHP[g]	1.0265	0.2580	0.2556	0.2573	0.2557
Air Delivered [g]	1.02825	0.25847	0.25604	0.25754	0.25621
Air Delivered [g/s]	34.27509	8.61579	8.53451	8.58457	8.54022
Airdeliveryratio [-]	0.6022	0.6056	0.5998	0.6034	0.6002
Rel. to Ave. [-]	1.0055	0.9960	1.0018	0.9967	0.9967
Rel. To PL 2 [-]	0.5005	0.5032	0.4985	0.5014	0.4988
Airmass Trapped [g]	1.02652	0.25798	0.25555	0.25726	0.25572
Airmass Trapped [g/s]	34.21727	8.59948	8.51847	8.57544	8.52388
Trapp. Eff. Air [-]	0.9983	0.9981	0.9981	0.9989	0.9981
Rel. to Ave. [-]	0.9998	0.9998	1.0006	0.9998	0.9998
Airpurity [-]	0.8389	0.8425	0.8379	0.8385	0.8366
Dyn. Swirl [-]	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Dyn. Tumble [-]	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Figură 3.3 Valorile numerice obținute în urma simulării

Validarea modelului de simulare a fost realizată prin compararea directă a rezultatelor obținute post-simulare cu cele furnizate de pe modelul fizic.

Metodologia de lucru s-a realizat în mai multe etape succesive:

- Studiul documentației tehnice;
- Familiarizarea cu softul de simulare AVL BOOST;
- Construirea modelului virtual al motorului suport în ordinea prestabilită;
- Realizarea conexiunilor între elemente și definirea acestora;
- Configurarea aspectelor legate de simulare;
- Rularea simulării;
- Vizualizarea și interpretarea rezultatelor numerice și grafice obținute în urma simulării;
- Validarea modelului de simulare.

Pentru simulare, s-au stabilit anumite date globale, parametri care descriu condițiile de simulare, cele mai relevante dintre acestea fiind regăsite în tabelul 3.1.

Tabel 3.1 Parametrii de referință ai simulării

Parametru	Valoare
Turația motorului [rot/min]	4000
Presiunea de referință [bar]	1
Temperatura de referință [K]	298
Durata unui ciclu de simulare [°RAC]	720
Numărul de cicluri de [simulare]	100

4. REZULTATE ȘI DISCUȚII

4.1. REZULTATELE OBTINUTE CORESPUNZĂTOARE CAZULUI CU MASĂ DE REFERINȚĂ PENTRU EGR

Principalul interes al lucrării este analiza influenței proporției de gaze arse recirculate asupra performanțelor motorului suport. Se consideră o valoare de referință de 0.2 [-] pentru proporția de gaze arse recirculate, iar în urma simulării prin accesarea ferestrei SUMMARY se vizualizează rezultatele obținute. Valorile performanțelor urmărite ale motorului sunt regăsite în secțiunea **Performance** și **OVERALL ENGINE PERFORMANCE** și sunt prezentate în tabelul 4.1.

Tabel 4.1 Performanțele motorului pentru valoarea de referință EGR

Parametru	Valoare
Putere indicată [kW]	32.88
Moment indicat [Nm]	78.50
Putere efectivă [kW]	25.09
Moment efectiv [Nm]	59.89
Randamentul indicat [-]	0.2300
Consum specific efectiv [g/kWh]	478.3657

Pentru analizarea emisiilor poluante corespunzătoare valorii de referință a cantității de gaze arse recirculate, din fereastra SUMMARY se urmăresc rezultatele obținute la subcategoria **Emissions**. Aceste rezultate sunt reprezentate în tabelul 4.2.

Tabel 4.2 Parametrii emisiilor corespunzătoare cantității de referință a gazelor arse recirculate

Parametru	Valoare
NOX [ppm]	580.96
CO [ppm]	3789.60
Soot [g/kWh]	33.49

4.2. REZULTATELE OBTINUTE CORESPUNZĂTOARE CAZULUI DE REDUCERE A MASEI DE EGR

Pentru a analiza acest caz, se efectuează o scădere de 50% a valorii proporției de gaze arse recirculate (parametrul EGR din elementul Formula Interpreter) de la 0.2 [-] la 0.1 [-]. În urma modificării acestei valori se salvează fișierul și se acționează comanda RUN pentru a rula simularea. În momentul în care simularea este completă, se vizualizează rezultatele din fereastra SUMMARY.

Performanțele motorului pentru valoarea redusă a cantității de gaze arse recirculate sunt prezentate în tabelul 4.3.

Tabel 4.3 Performanțele motorului pentru valoarea redusă EGR

Parametru	Valoare
Putere indicată [kW]	36.30
Moment indicat [Nm]	86.66
Putere efectivă [kW]	28.38
Moment efectiv [Nm]	67.75
Randamentul indicat [-]	0.2539
Consum specific efectiv [g/kWh]	422.8707

În ceea ce privește emisiile poluante, rezultatele obținute prezentate în fereastra SUMMARY la subcategoria **Emmissions**, pe baza valorii de 0.1 [-] pentru cantitatea de gaze arse recirculate sunt surprinse în tabelul 4.4.

Tabel 4.4 Parametrii emisiilor corespunzătoare cantității reduse a gazelor arse recirculate

Parametru	Valoare
NOX [ppm]	1301.66
CO [ppm]	3917.26
Soot [g/kWh]	37.24

4.3. REZULTATELE OBTINUTE CORESPUNZĂTOARE CAZULUI DE CREȘTERE A MASEI DE EGR

Pentru a se realiza o analiză amănunțită a influenței cantității de gaze arse recirculate asupra performanțelor și emisiilor motorului cu ardere internă ales, se consideră o valoare superioară cu 50% față de cea de referință pentru masa de EGR.

Procedeuul urmat este similar cu cel specificat în capitolul 4.2. Se consideră o valoare de 0.3 pentru cantitatea de EGR, se salvează fișierul, apoi se acționează comanda RUN pentru a porni simularea. În momentul în care simularea este completă, se vizualizează rezultatele din fereastra SUMMARY.

Performanțele motorului pentru valoarea mărită a cantității de gaze arse recirculate sunt prezentate în tabelul 4.5.

Tabel 4.5 Performanțele motorului pentru valoarea crescută EGR

Parametru	Valoare
Putere indicată [kW]	30.28
Moment indicat [Nm]	72.29
Putere efectivă [kW]	22.58
Moment efectiv [Nm]	53.90
Randamentul indicat [-]	0.2110
Consum specific efectiv [g/kWh]	531.5131

În ceea ce privește emisiile poluante, rezultatele obținute prezentate în fereastra SUMMARY la subcategoria **Emmissions**, pe baza valorii de 0.3 [-] pentru cantitatea de gaze arse recirculate sunt surprinse în tabelul 4.6.

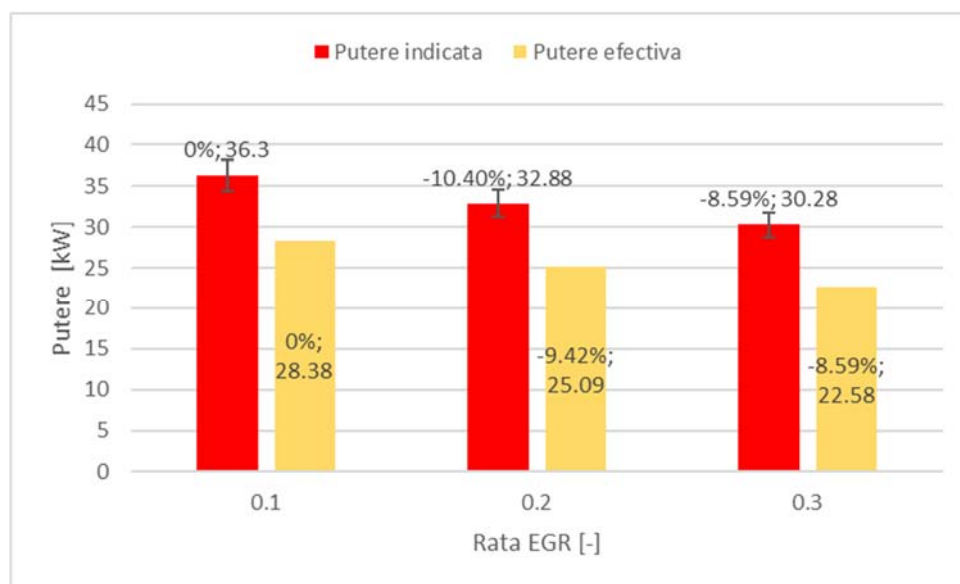
Tabel 4.6 Parametrii emisiilor corespunzătoare cantității crescute a gazelor arse recirculate

Parametru	Valoare
NOX [ppm]	257.68
CO [ppm]	3573.99
Soot [g/kWh]	28.94

4.4.INTERPRETAREA REZULTATELOR

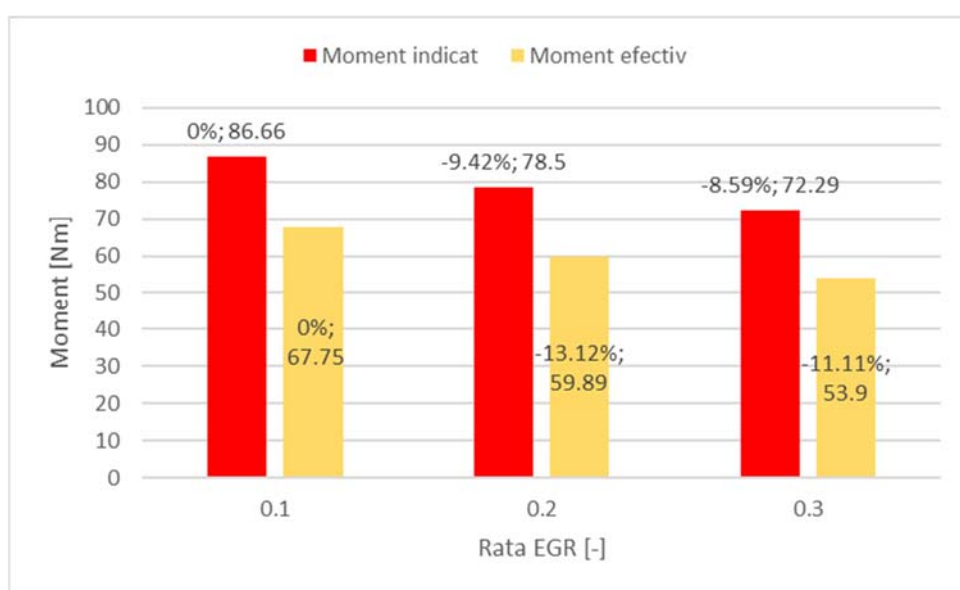
Pe baza rezultatelor obținute în urma simulărilor se generează grafice pentru o mai bună evidențiere a influenței cantității de gaze arse recirculate asupra performanțelor, respectiv emisiilor motorului suport.

În figura 4.1 se observă că odată cu creșterea cantității de gaze arse recirculate în motor, puterea prezintă scăderi succesive.



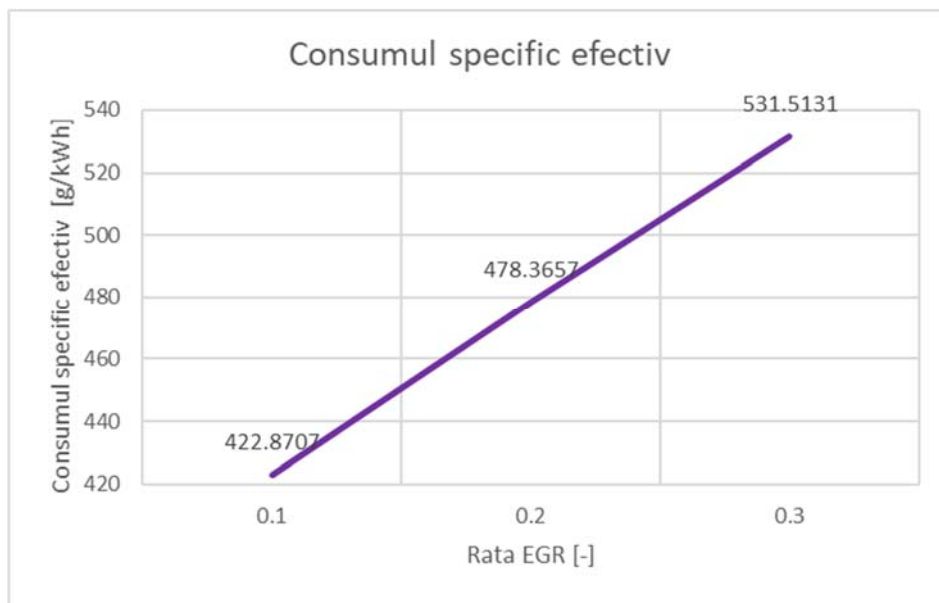
Figură 4.1 Puterea indicată și efectivă în funcție de rata EGR

Pentru creșterea ratei EGR de la valoarea de 0.1 la 0.2, puterea indicată prezintă o scădere de 10,40%, iar cea efectivă de 9,42%. De la valoarea de 0.2 la valoarea de 0.3, atât puterea indicată, cât și cea efectivă suferă o scădere de 8,59%.



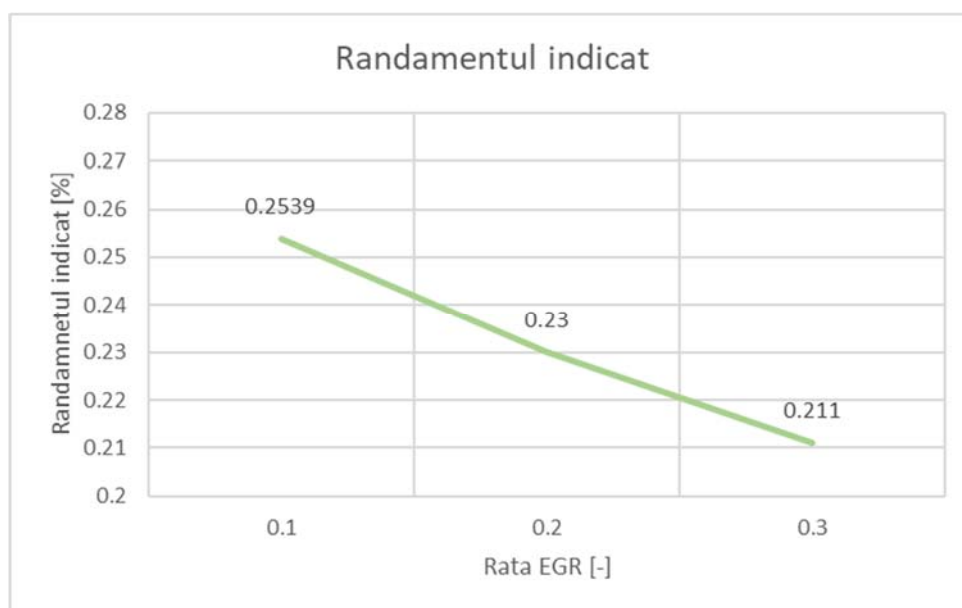
Figură 4.2 Momentul indicat și efectiv în funcție de rata EGR

Creșterea consumului specific efectiv de combustibil este direct proporțională cu creșterea cantității de gaze arse recirculate (fig.4.3). Se înregistrează creșteri de 11,60%, respectiv 10% mărind cantitatea de gaze arse recirculate de la 0.1 la 0.2, respectiv la 0.3.



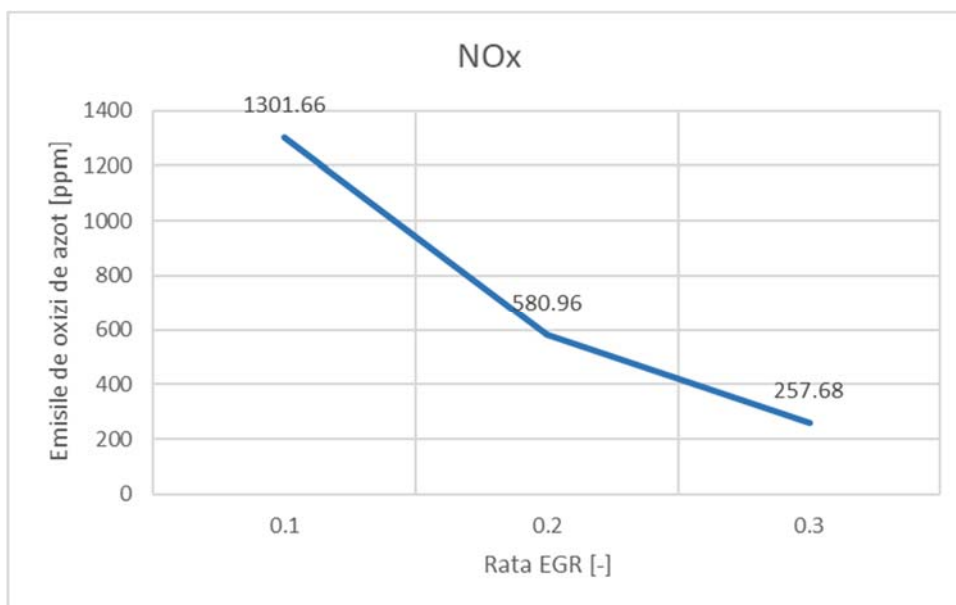
Figură 4.3 Consumul specific efectiv în funcție de rata EGR

Randamentul indicat are o evoluție invers proporțională în raport cu creșterea masei de gaze arse recirculate, reprezentarea grafică a acestuia fiind prezentată în figura 4.4. De la valoarea redusă de 10% gaze arse recirculate la valoarea de referință de 20% este înregistrată o scădere de 10,39% a randamentului indicat, iar crescând cantitatea de la 20% la 30% o altă scădere de 8,26%.



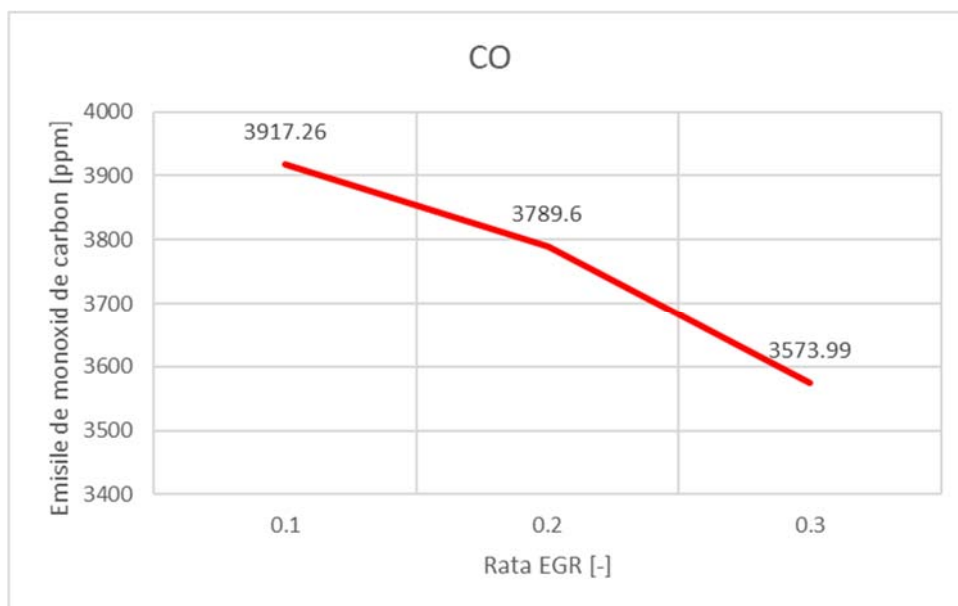
Figură 4.4 Randamentul EGR în funcție de rata EGR

În ceea ce privește emisiile poluante, creșterea cantității de gaze arse recirculate prezintă influențe benefice. Cel mai important agent poluant din gazele de evacuare al motoarelor cu aprindere prin comprimare, oxizii de azot prezintă scăderi semnificative odată cu creșterea ratei EGR (fig. 4.5).



Figură 4.5 Emisiile de oxizi de azot în funcție de rata EGR

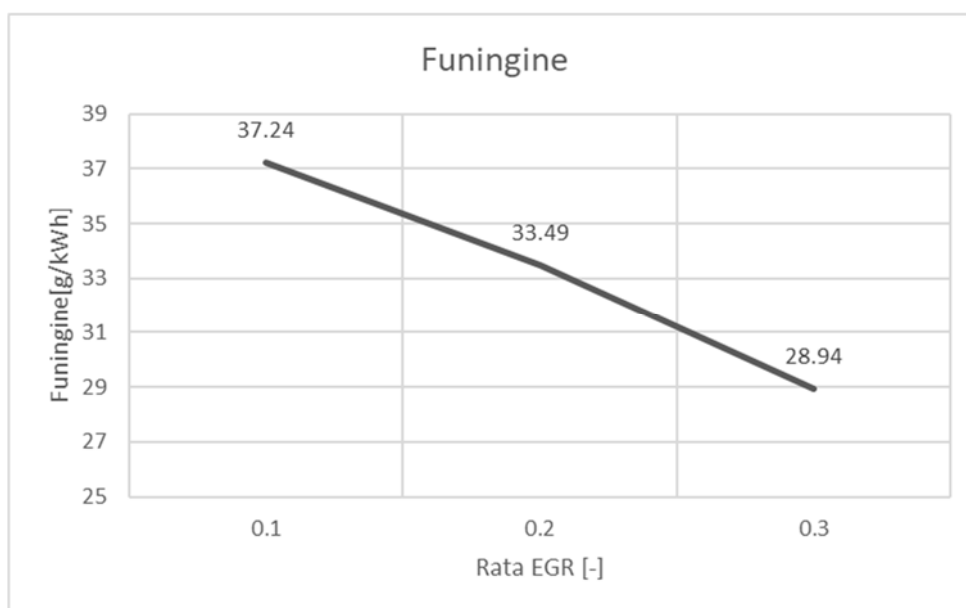
Același trend descendent întâlnit la oxizii de azot este prezent și la emisiile de monoxid de carbon, prezentat în figura 4.6.



Figură 4.6 Emisiile de monoxid de carbon în funcție de rata EGR

Un alt factor important care privește emisiile poluante este funinginea, care prezintă scăderi odată cu recircularea unei cantități mai mari de gaze arse, la fel ca și în cazul NO_x și CO.

Figura 4.7 reprezintă evoluția cantității de funingine în funcție de rata EGR.



Figură 4.7 Cantitatea de funingine în funcție de rata EGR

5. CONCLUZII

În urma simulării modelului motor policilindric Diesel 1.5l sa constatat că:

- Modelul de bază al motorului este validat, iar acesta reprezintă referința principală;
- Puterea motorului scade datorită reintroducerii gazelor arse în cilindru deoarece gazele ocupă o parte din volumul camerei de ardere, așadar se va introduce o cantitate mai mică de oxigen care să faciliteze arderea;
- S-a constatat că emisiile de oxizi de azot scad cu 81% în momentul în care rata EGR crește de la 10% la 30% deoarece gazele arse reintroduse în camera de ardere preiau o parte din căldura din interiorul cilindrului;
- Arderea particulelor nearse reintroduse în cilindru se realizează prin injectarea unei cantități mai mari de combustibil pentru a favoriza procesul de ardere.

Se poate afirma faptul că recircularea gazelor arse până la un procent de 50% reduce emisiile poluante, în special emisiile de NOx și PM. În cazul în care rata EGR este mai mare de 50% emisiile de CO și hidrocarburi cresc exponențial.

BIBLIOGRAFIE

1. Agarwal, D., Singh, S. K., & Agarwal, A. K. (2011). Effect of Exhaust Gas Recirculation (EGR) on performance, emissions, deposits and durability of a constant speed compression ignition engine. *Applied energy*, 88(8), 2900-2907
2. Hussain, J., Palaniradja, K., Alagumurthi, N., & Manimaran, R. (2012). Retracted: effect of exhaust gas recirculation (EGR) on performance and emission characteristics of a three cylinder direct injection compression ignition engine.
3. Li, X., Xu, Z., Guan, C., & Huang, Z. (2014). Impact of exhaust gas recirculation (EGR) on soot reactivity from a diesel engine operating at high load. *Applied Thermal Engineering*, 68(1-2), 100-106.