



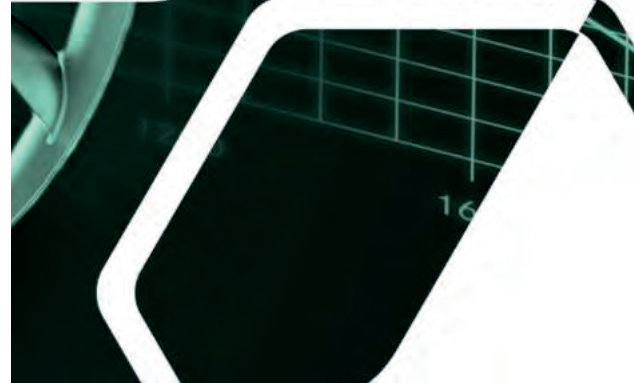
Motoare cu ardere internă

PROCESE ȘI MANAGEMENT MOTOR

Burnete Nicolae Vlad


Iclodean Călin Doru

Jurchiș Bogdan Manolin



2021

Îndrumător de aplicații practice



UTPRESS
Cluj-Napoca, 2021
ISBN 978-606-737-542-8



Editura U.T.PRESS
Str. Observatorului nr. 34
400775 Cluj-Napoca
Tel.: 0264-401999
e-mail: utpress@biblio.utcluj.ro
<http://biblioteca.utcluj.ro/editura>

Recenzia: Prof.dr.ing. Anghel Chiru
Prof.dr.ing. István Barabás

Realizarea acestui material nu ar fi fost posibilă fără colaborarea dintre
AVL List GmbH și Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca.

Acest îndrumător este un material didactic, dedicat exclusiv cadrelor didactice și
studenților și nu poate fi comercializat.

Copyright © 2021 Editura U.T.PRESS

Reproducerea integrală sau parțială a textului sau ilustrațiilor din această carte este posibilă numai cu
acordul prealabil scris al editurii U.T.PRESS.

ISBN 978-606-737-542-8

Bun de tipar: 15.12.2021

Cuprins

1.	MOTOR MONOCILINDRIC DIESEL – 0.5l NA SCRED	6
1.1.	Modelare și simulare	6
	SIMULATION CONTROL	8
	ENGINE.....	12
	CYLINDER	15
	SYSTEM BOUNDARY	34
	JUNCTION	38
	PIPE	40
	MEASURING POINT.....	51
	RUN SIMULATION	53
1.2.	Vizualizarea și prelucrarea datelor rezultate din simulare	54
	SUMMARY	55
	IMPRESS Chart	64
1.3.	Validare	65
1.4.	Studii de caz	68
2.	MOTOR POLICILINDRIC BENZINĂ – 2.0l NA PFI	69
2.1.	Modelare și simulare	69
	SIMULATION CONTROL	73
	ENGINE.....	77
	MONITOR.....	80
	CYLINDER	82
	AIR CLEANER	94
	CATALYST	98
	INJECTOR	102
	SYSTEM BOUNDARY	106
	PLENUM.....	109
	JUNCTION	115
	RESTRICTION.....	120

PIPE	128
MEASURING POINT.....	174
REFERENCE POINT FOR VOLUMETRIC EFFICIENCY.....	185
SERIES CALCULATION	186
2.2. Vizualizarea și prelucrarea datelor rezultate din simulare	207
SUMMARY	208
IMPRESS Chart	221
2.3. Studii de caz	222
3. MOTOR POLICILINDRIC DIESEL – 1.5l TC EGR WG.....	226
3.1. Modelare și simulare	226
SIMULATION CONTROL	230
ENGINE.....	237
MONITOR.....	240
PID CONTROLLER.....	243
FORMULA INTERPRETER.....	248
CYLINDER	252
AIR CLEANER.....	270
COOLER.....	274
CATALYST.....	279
PARTICULATE FILTER.....	283
TURBOCHARGER.....	287
SYSTEM BOUNDARY	292
PLENUM.....	295
JUNCTION	299
RESTRICTION.....	304
PIPE	307
MEASURING POINT.....	338
REFERENCE POINT FOR VOLUMETRIC EFFICIENCY.....	349
SERIES CALCULATION	350
3.2. Vizualizarea și prelucrarea datelor rezultate din simulare	355

SUMMARY	356
IMPRESS Chart	371
3.3. Studii de caz	372
DICȚIONAR.....	376
ABREVIERI	384
BIBLIOGRAFIE.....	386

1. MOTOR MONOCILINDRIC DIESEL – 0.5l NA SCRED

Scop

- ▶ Crearea, parametrizarea și simularea unui model de motor monocilindric cu aprindere prin comprimare cu umplere normală.

Obiective educaționale și de formare a competențelor specifice

- ▶ Formarea abilităților de utilizare a unor metode moderne de investigare a proceselor funcționale ale motoarelor cu ardere internă.
- ▶ Însușirea de competențe de bază în procesele de modelare și simulare computerizată.

Prezentarea lucrării

Lucrarea urmărește stabilirea unor cunoștințe de bază de modelare și simulare în AVL BOOST™ prin dezvoltarea și parametrizarea unui model virtual al unui motor monocilindric diesel cu umplere normală. Pentru alimentarea cu combustibil motorul este echipat cu un sistem de injecție directă.

Desfășurarea lucrării

După ce au fost adăugate toate elementele necesare modelului (Fig. 1.1), următorul pas este introducerea datelor de intrare necesare pentru definirea fiecărei componente, respectiv pentru definirea modului de desfășurare a procesului de simulare. Modelul final este prezentat schematic în figura 1.2.

1.1. Modelare și simulare

În figurile 1.1 și 1.2 sunt prezentate elementele modelului, respectiv motorul real și modelul virtual al acestuia.

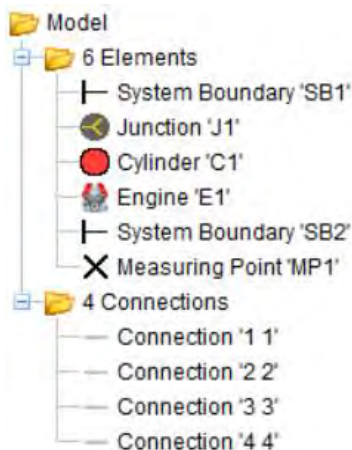


Fig. 1.1 Lista cu elementele modelului

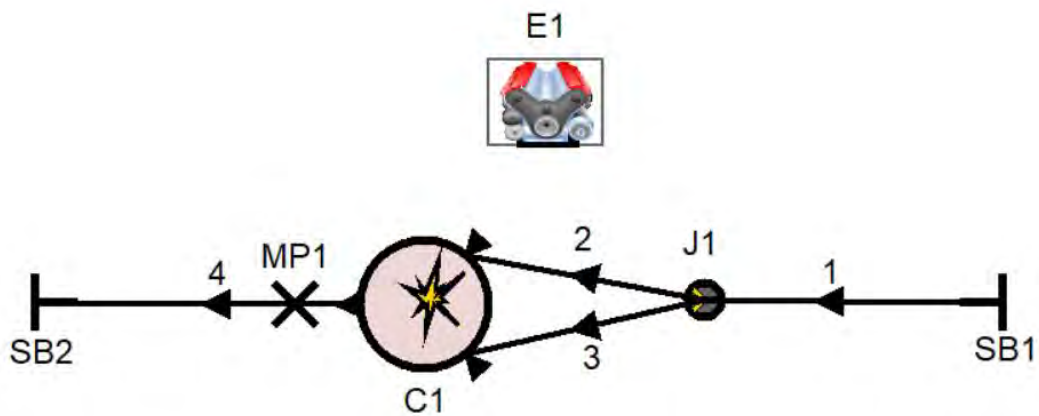
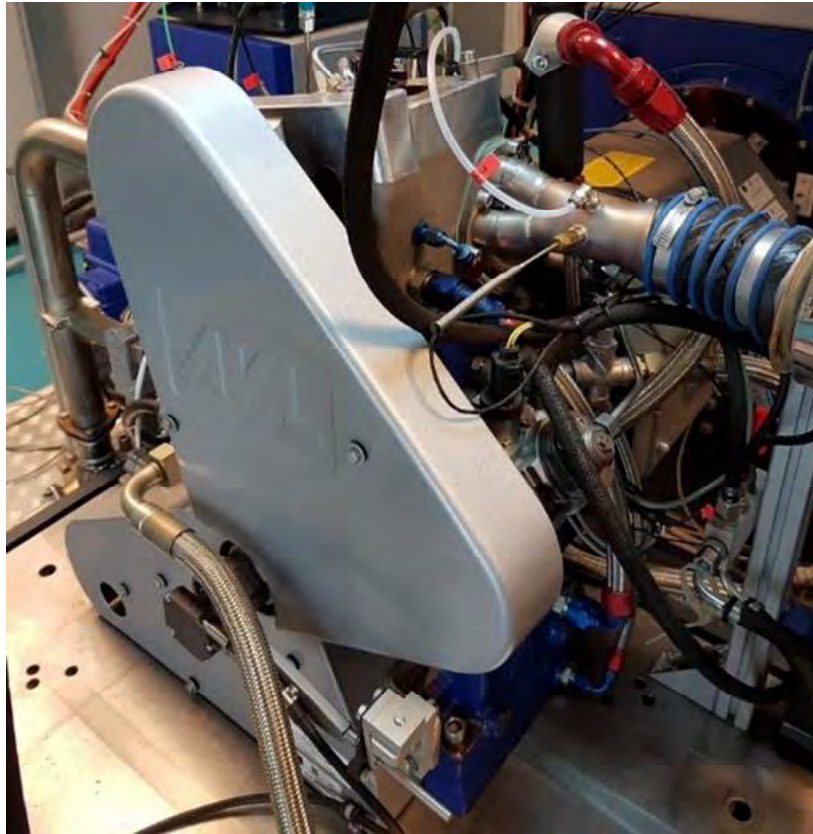


Fig. 1.2 Motorul real (sus) și modelul virtual cu și fără conducte (jos)

SB1 – Limită admisie; SB2 – Limită evacuare; 1-3 – Conducte admisie; 4 – Conductă evacuare; J1 – Joncțiune; C1 – Cilindru

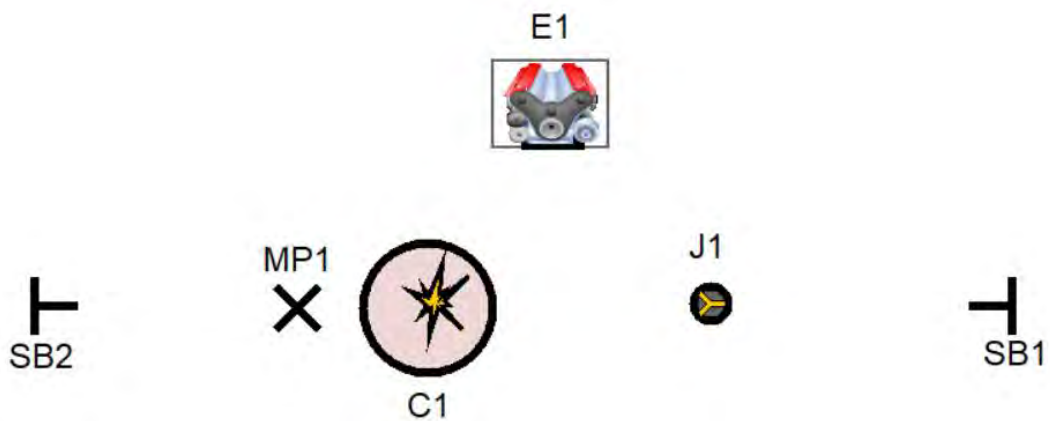


Fig. 1.3 Modelul virtual fără conexiuni

Notă: MP se adaugă doar după conectarea elementelor

SIMULATION CONTROL



Într-o primă etapă sunt prezentați pașii necesari pentru definirea aspectelor legate de simulare, precum tipul de simulare, tipul de combustibil, numărul de cicluri simulate, precizia etc. De asemenea, în această etapă se mai pot defini și seturi de condiții de temperatură, presiune, raport aer-combustibil etc. care, ulterior, pot fi utilizate pentru inițializarea mai simplă a componentelor modelului. În acest scop accesați **Simulation Control** și urmați pașii prezentați în continuare.

Pas 1 – Simulation Tasks

În cazul de față scopul este simularea ciclului motor. Prin urmare, în secțiunea **Simulation Tasks** se alege opțiunea **Cycle Simulation** (Fig. 1.4).

Simulation Tasks

The screenshot displays the 'Simulation Tasks' configuration window. At the top, there are input fields for 'Date' (30. Jun 2020 13:03:29), 'Project-ID', and 'Run-ID'. Below these, the 'Model Creation Tasks' section contains three checkboxes: 'Cycle Simulation' (checked and highlighted with a red dashed box), 'Aftertreatment Analysis' (unchecked), and 'Linear Acoustics' (unchecked). A yellow banner at the bottom of the window reads: 'Only tasks which are selected will be available in Simulation Run as kernel simulation tasks.'

Fig. 1.4 SIMULATION CONTROL – Simulation Tasks

Pas 2 – Cycle Simulation

Calculul ciclului motor necesită informații privind agentul de lucru, timpul de calcul dorit și discretizarea (Fig. 1.5). Timpul de calcul dorit (definit prin numărul de cicluri succesive pentru care se efectuează calculul) se alege în funcție de acuratețea datelor de intrare introduse. Spre exemplu, în cazul în care informațiile introduse nu sunt foarte precise se recomandă un număr mare de cicluri (≥ 100) pentru a permite sistemului să se „stabilizeze”. În cazul unei precizii suficient de mari a datelor se poate alege un număr mai redus de cicluri de simulare. Este necesar să se aibă în vedere faptul că numărul de cicluri va influența timpul de calcul. Similar, o importanță deosebită o are discretizarea. O discretizare mai fină necesită un timp de calcul mai mare, însă poate oferi o precizie sporită. Pentru definirea acestor elemente, click pe **Cycle Simulation** și introduceți următoarele date:

Cycle Simulation

Species Transport		
Se alege opțiunea:	Classic	
Simulation Interval		
End of Simulation	15	cycle(s)
Spatial Pipe Discretization		
Average Cell Size	25	mm

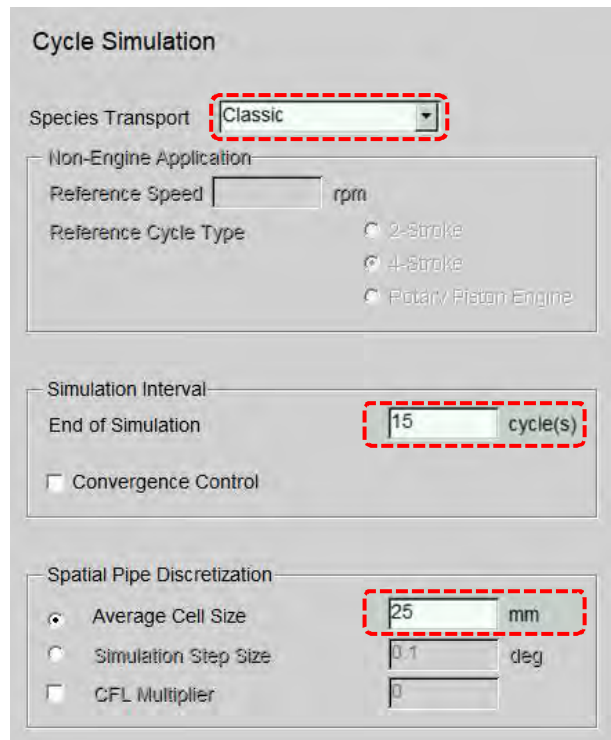


Fig. 1.5 SIMULATION CONTROL – Cycle Simulation

Pas 3 – Cycle Simulation – Classic Species Setup

Caracteristicile combustibilului, în acest caz motorină, se definesc în **Classic Species Setup** (Fig. 1.6):

Classic Species Setup

Fuel Properties		
Se alege opțiunea:	Standard Fuel	
Standard Fuel	Diesel	
Se alege opțiunea:	Non-default Fuel Combustion Properties	
Fuel Combustion Properties		
Lower Heating Value	43000	kJ/kg
Stoichiometric A/F Ratio	14.7	-
Gas Properties		
Reference Pressure	1	bar
Reference Temperature	24.85	°C

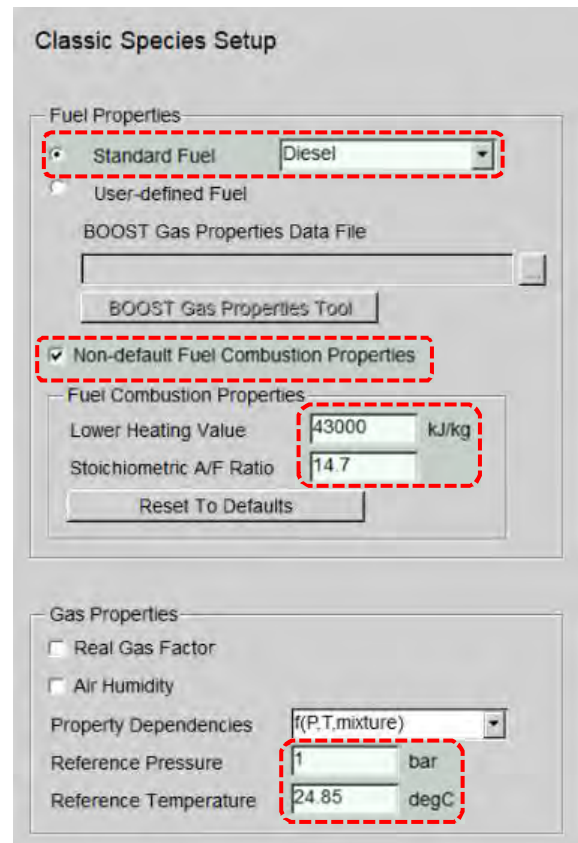


Fig. 1.6 SIMULATION CONTROL – Classic Species Setup

Pas 4 – Cycle Simulation – Classic Species Setup – Initialization

În secțiunea **Initialization** se pot defini mărimi precum presiunea, temperatura, fracția de vapori de combustibil, produșii de ardere și coeficientul de exces de aer (alternativ, se poate opta pentru definirea raportului aer-combustibil sau al raportului de echivalență) (tabelul 1.1 și figura 1.7). Rolul acestei secțiuni este de a permite inițializarea rapidă a elementelor și, totodată, modificarea datelor de intrare pentru toate elementele care utilizează același set din **Global Initialization**. Acest lucru este deosebit de util atunci când modelul este compus dintr-un număr mare de elemente. În cazul în care nu sunt create astfel de seturi, este necesară definirea/modificarea datelor de intrare pentru fiecare element în parte, ceea ce poate duce la un risc de eroare sporit, dar și la creșterea timpului de lucru.

Initialization

Ratio

Se alege opțiunea: Excess Air Ratio

Tabelul 1.1 Valorile pentru Cycle Simulation – Classic Species Setup – Initialization

Set	Press. [mbar]	Temp. [°C]	Fuel Vapour [-]	Comb. Products [-]	Excess Air Ratio [-]
1	978	25	0	0	10000
2	978	25	0	0	10000
3	974	452	0	1	1.39
4	974	25	0	0	10000

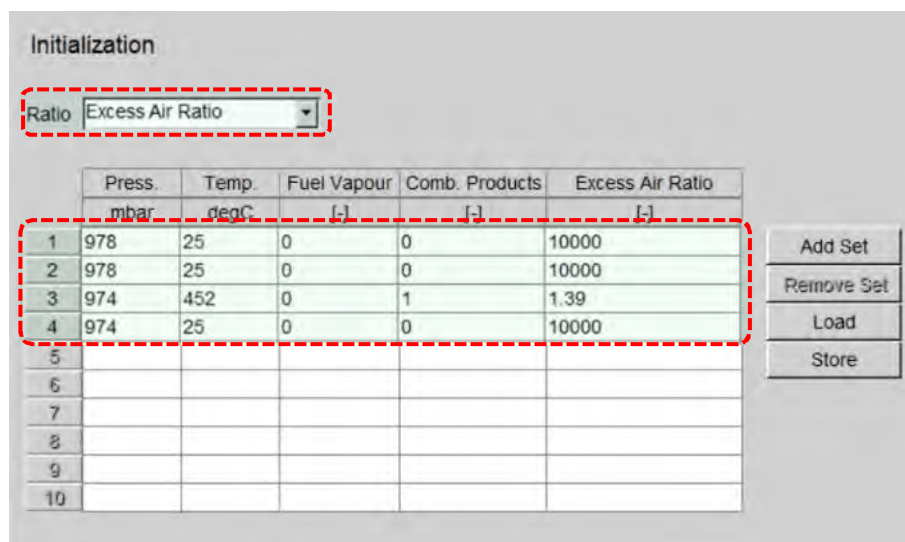


Fig. 1.7 SIMULATION CONTROL – Initialization

Pas 5 – Output Control

Pentru a salva datele rezultate în urma calculului în subgrupa **Output Control** (Fig. 1.8) trebuie specificate informații cu privire la intervalul de înregistrare a datelor, modul de prezentare a

rezultatelor pentru verificarea convergenței, respectiv condițiile ambientale de referință (presiune și temperatură).

Output Control

Traces		
Saving Interval	0.2	deg
Transients		
Se alege opțiunea:	Cycle	
Reference Ambient Conditions		
Pressure	1	bar
Temperature	24.85	°C

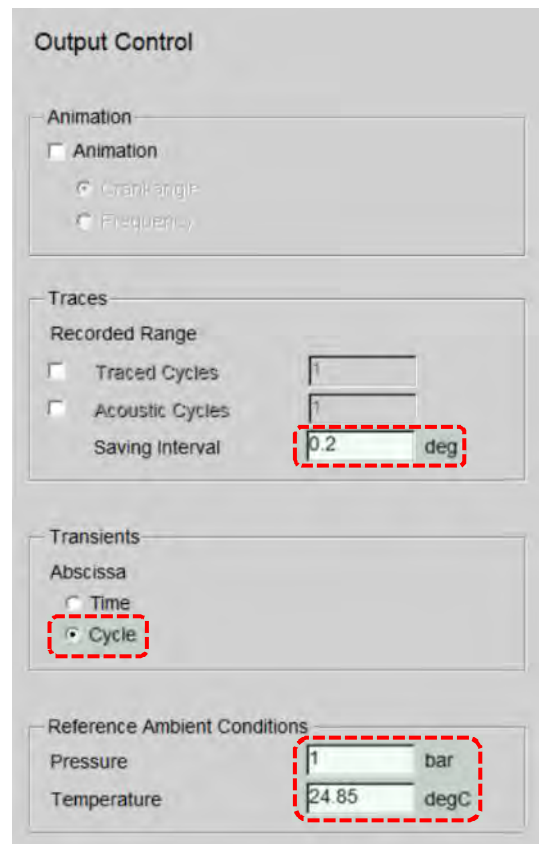
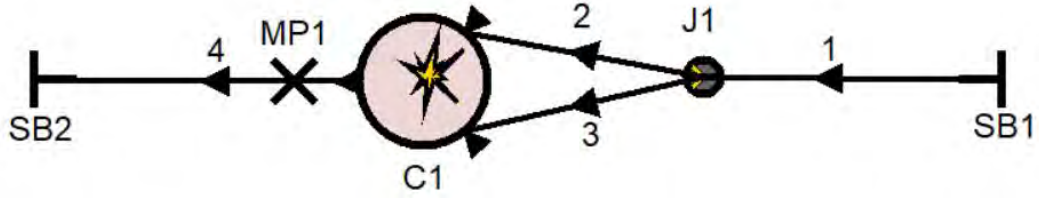


Fig. 1.8 SIMULATION CONTROL – Output Control

ENGINE



Pas 1 – General

Elementul **Engine** este utilizat pentru definirea unor aspecte generale privind funcționarea motorului (ex. turația, ordinea de aprindere, pierderile prin frecare) și tipul de ciclu motor.

Pentru definire, click pe elementul **Engine** și introduceți următoarele date (Fig. 1.9):

General

Engine speed (rpm)	2000
Cycle Type	
Se alege opțiunea:	4-Stroke

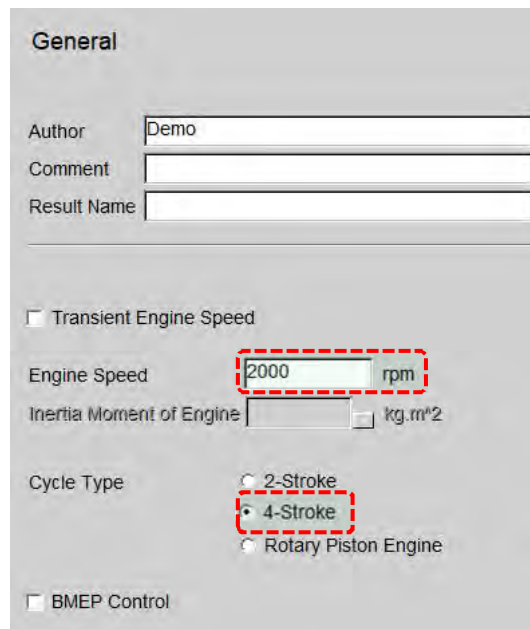


Fig. 1.9 Engine - GENERAL

Pas 2 – Cylinder / RPE-Rotor Setup

Deoarece motorul analizat este monocilindric nu este necesară definirea ordinii de aprindere. Cu toate acestea, pentru o afișare facilă a rezultatelor, în subgrupa **Cylinder / RPE-Rotor Setup** (Fig. 1.10) introduceți următoarele date:

Cylinder / RPE-Rotor Setup

Firing order	Firing Angle (deg)
1	360

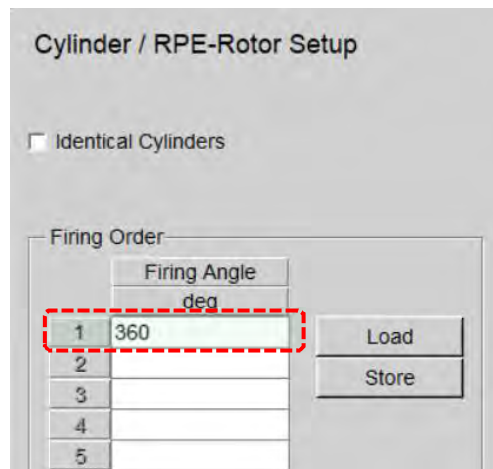


Fig. 1.10 Engine – CYLINDER / RPE-ROTOR SETUP

Pas 3 - Engine Friction

Pentru calculul pierderilor prin frecare, în subgrupa **Engine Friction**, selectați opțiunea **Table** (Fig. 1.11), iar apoi introduceți datele din figura 1.12 în secțiunea **Engine Friction[1]: friction_list**:

Engine Friction

Engine Friction	
Selectați opțiunea:	Table
Friction Multiplier	1

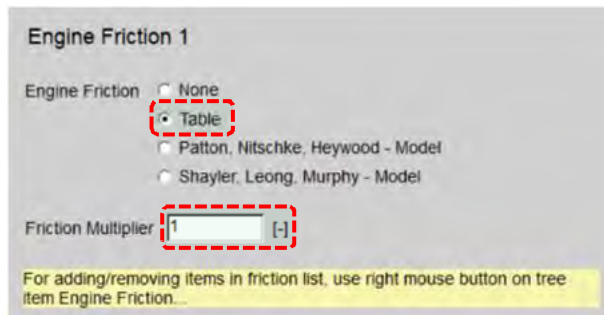


Fig. 1.11 Engine – ENGINE FRICTION

Friction Set

BMEP	10 bar
Engine Speed (rpm)	FMEP (bar)
800	2.58
1000	2.61
2000	3.00
3000	3.39
4000	3.67

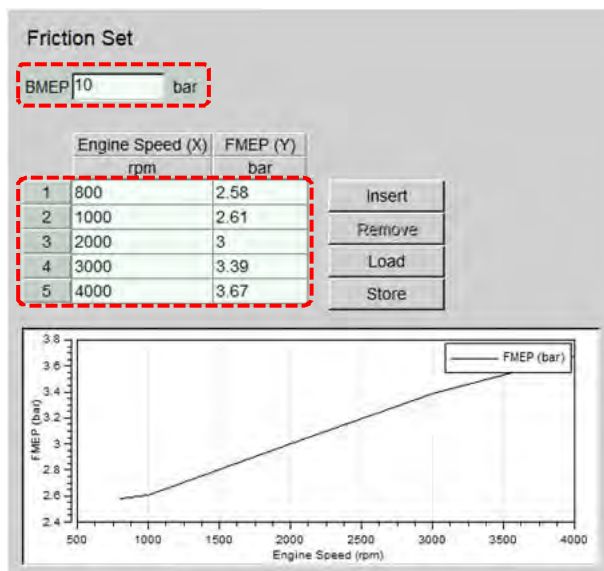
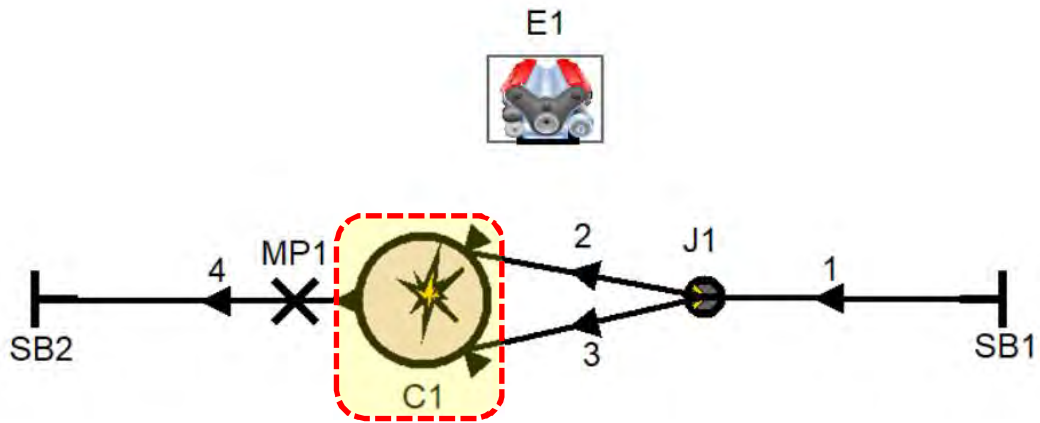


Fig. 1.12 Engine – ENGINE FRICTION – Friction Set

CYLINDER



Pas 1 – General

Elementul **Cylinder** este utilizat pentru definirea dimensiunilor geometrice de bază ale motorului (Fig. 1.13), a modului de alimentare cu combustibil, a procesului de ardere, a transferului termic între agentul de lucru și componentele motorului, respectiv a parametrilor mecanismului de distribuție. Pentru definire, la opțiunea **General** introduceți următoarele date ale mecanismului motor (Fig. 1.14).

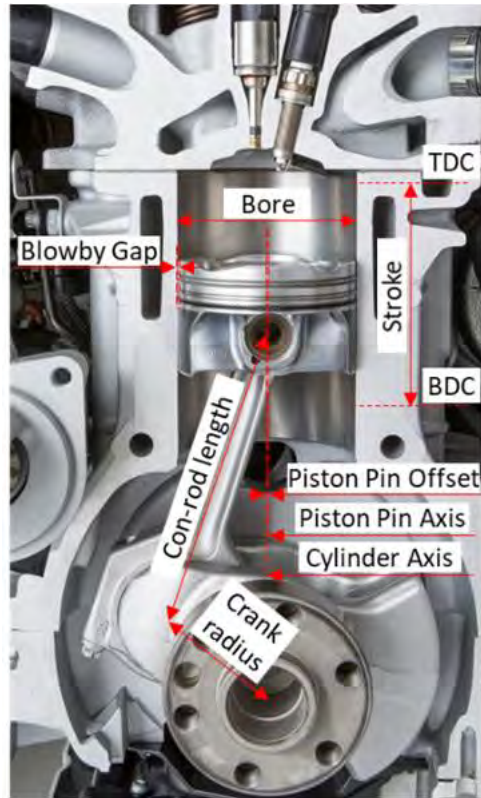


Fig. 1.13 Principalele date geometrice ale mecanismului motor (adaptare după [1])

General

Bore	85	mm
Stroke	90	mm
Compression Ratio	17	-
Con-Rod Length	138	mm
Piston Pin Offset	0.55	mm
Effective Blow by Gap	0.005	mm
Mean Crankcase Press	1	bar
Scavenge Model	Se alege opțiunea: Perfect mixing	

General

Author: Demo

Comment:

Result Name:

Bore: 85 mm

Stroke: 90 mm

Compression Ratio: 17 [-]

Con-Rod Length: 138 mm

Piston Pin Offset: 0.55 mm

Effective Blow By Gap: 0.005 mm

Mean Crankcase Press: 1 bar

User Defined Piston Motion

Chamber Attachment

Scavenge Model: Perfect Mixing

Fig. 1.14 Cylinder – GENERAL

Pas 2 – Initialization

În figura 1.15 este prezentată curba de presiune din cilindru pe un ciclu, respectiv modul de realizare a unui calcul iterativ. Simularea ciclului curent începe de la momentul deschiderii supapelor de evacuare a ciclului anterior $\hat{I}SA_{anterior}$ (inițial, aceste date sunt furnizate de utilizator – pot fi estimate pe baza măsurărilor experimentale sau din literatura de specialitate). Datele obținute în urma calculului ciclului curent sunt apoi utilizate ca date de intrare pentru ciclul următor. Acest lucru se repetă până se atinge numărul de cicluri specificat la **Simulation Control**.

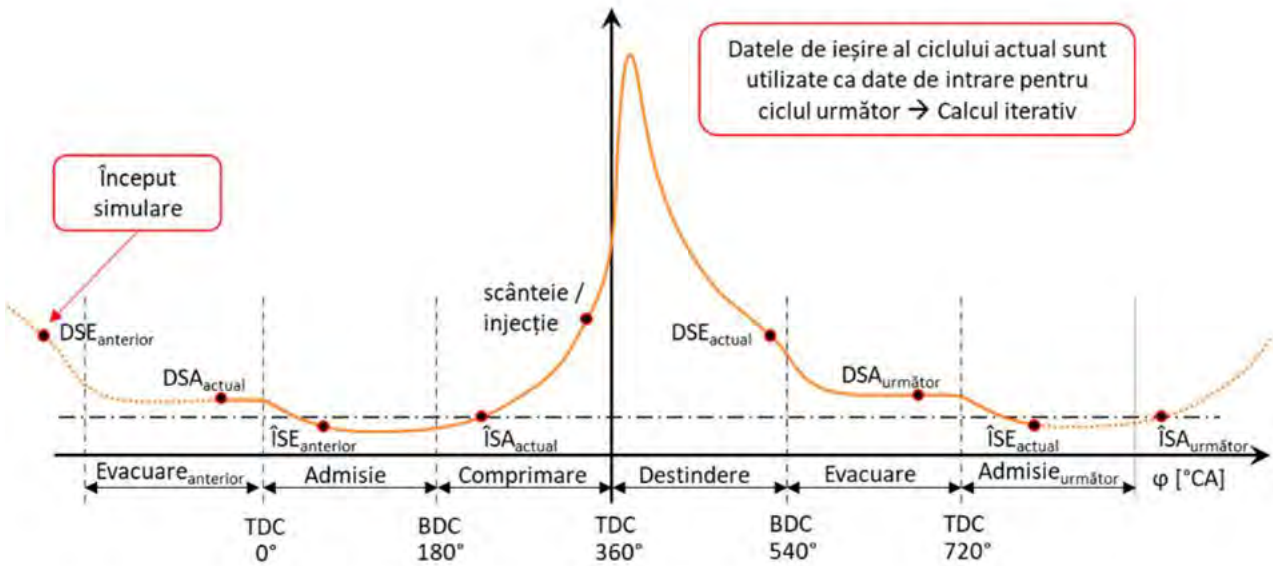


Fig. 1.15 Modul de efectuare a calculului și datele de intrare necesare

Următorul pas este introducerea datelor corespunzătoare condițiilor din cilindru la deschiderea supapelor de evacuare (EO – aceste date se obțin prin măsurători experimentale). Pentru aceasta, alegeți opțiunea **INITIALIZATION** și introduceți următoarele date:

Initialization

Initial conditions at EO		
Pressure	3.82	bar
Temperature	452	degC
Initial Gas Composition		
Ratio Type	Se alege opțiunea:	
Ratio Value	1.39	-
Fuel Vapour	0	-
Combustion Products	1	-

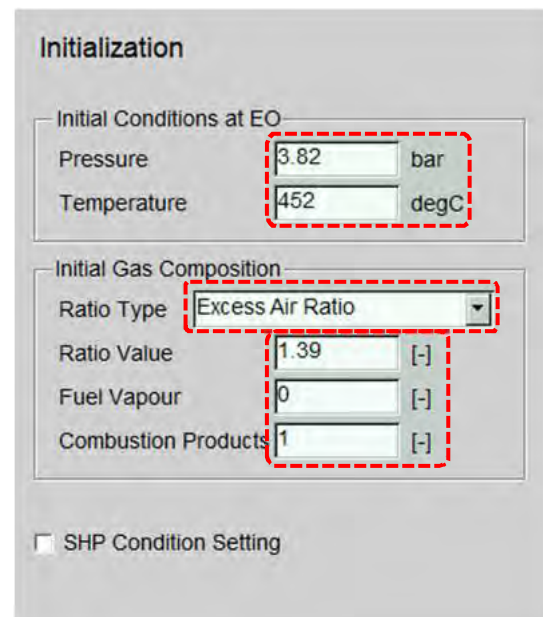


Fig. 1.16 Cylinder – INITIALIZATION

Pas 3 – Combustion

În continuare se definesc modelul de ardere și parametrii procesului de injecție. Se alege opțiunea **Combustion** și se introduc următoarele date (Fig. 1.17):

Heat Release		
Se alege opțiunea:	AVLMZCM Model	
Fuelling		
Se alege opțiunea:	Fuel Mass / Cycle	
Fuel Mass / Cycle	24.3	mg
Mixture Preparation		
Se alege opțiunea:	Internal	
Fuel Temperature	25	°C

Fig. 1.17 Cylinder – COMBUSTION

Pas 4 – Combustion – AVLMZCM

După alegerea modelului de ardere **AVLMZCM** se definesc caracteristicile fizice ale injectorului (în figura 1.18 este indicat diametrul orificiului de pulverizare necesar) și presiunea de injecție (**Physical Properties**), respectiv parametri inițiali ai modelului de ardere (**Model Parameters**). Pentru aceasta, click pe **AVLMZCM** și introduceți următoarele date:

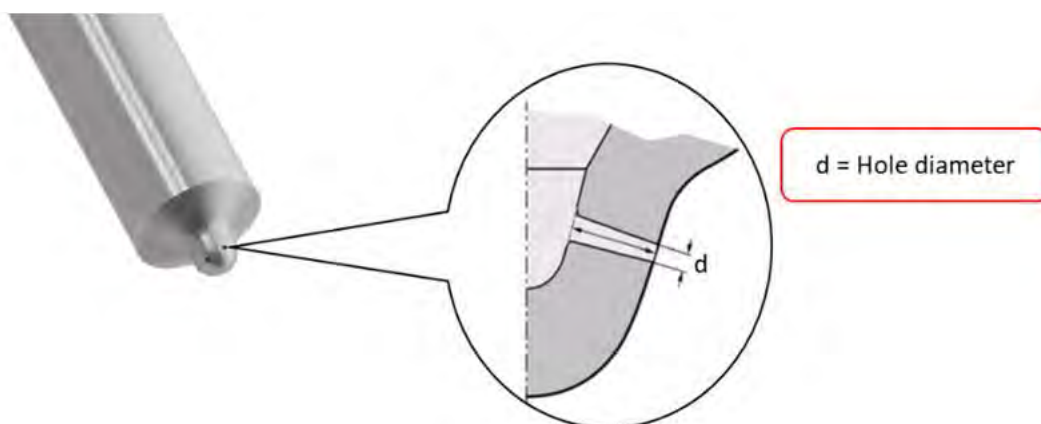


Fig. 1.18 Pulverizator cu multiple orificii de injecție

Physical Properties		
Number of Injector Holes	8	-
Hole Diameter	0.12	mm
Discharge Coefficient	0.89	-
Rail Pressure	700	bar
Model Parameters		
Overall Air	0.7	-
Burnt Gas Reentrainment Factor	0.5	-
Evaporation Heat Transfer	1	-
Ignition Delay Multiplier	1	-
Combustion Parameter	1	-
Rate of Injection		
Se alege opțiunea:	user defined	

AVLMZCM

Physical Properties

Number of Injector Holes: 8

Hole Diameter: 0.12 mm

Discharge Coefficient: 0.89 [-]

Rail Pressure: 700 bar

Model Parameters

Overall Air: 0.7 [-]

Burnt Gas Reentrainment Factor: 0.5 [-]

Evaporation Heat Transfer: 1 [-]

Ignition Delay Multiplier: 1 [-]

Combustion Parameter: 1 [-]

Rate of Injection: user defined

Experienced Users Input

Model Based Pressure Trace Analysis

AVL-MZCM Parameter Identification Mode

Fig. 1.19 Cylinder – AVLMZCM

Pas 5 – Combustion – AVLMZCM – Normalized ROI

Definirea procesului de injecție se face accesând **Normalized ROI**. În această secțiune se introduce debitul de injecție normalizat (debitul de injecție raportat la cantitatea totală de combustibil care se injectează – Fig. 1.20):

$$\dot{m}_{inj_norm} = \frac{\dot{m}_{inj}}{m_{comb}} \tag{1.1}$$

unde \dot{m}_{inj} este debitul de combustibil (în [mg/°RAC]), iar m_{comb} este masa totală de combustibil (în [mg]) care se injectează (în acest caz, la pasul 3 s-a specificat o valoare de 24.3 [mg]). Conversia din [mg/ms] în [mg/°RAC] se face ținând cont de legătura dintre durata în secunde și durata în °RAC:

$$durata_{timp} [s] = \frac{durata_{unghi\ rotatie\ arbore\ cotit} [°RAC]}{6 \cdot n} \tag{1.2}$$

unde n reprezintă turația. Pentru definirea **Normalized ROI** se introduc următoarele date (Fig. 1.21):

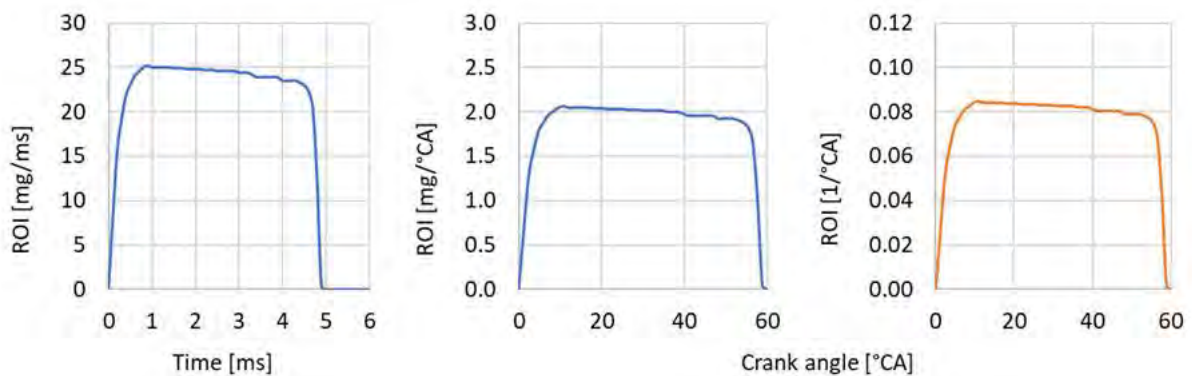


Fig. 1.20 Viteza/Debitul de injecție - exemplu

Normalized Rate Of Injection

Injection shift	0 deg
CRA (X) [deg]	NormROI (Y) [1/deg]
-10	0
-6.3	0
-6.2	0.013
-5.5	0.057
-4.5	0.086
-2.8	0.110
2.5	0.110
3.8	0.076
4.2	0.048
4.4	0.019
4.5	0
10	0

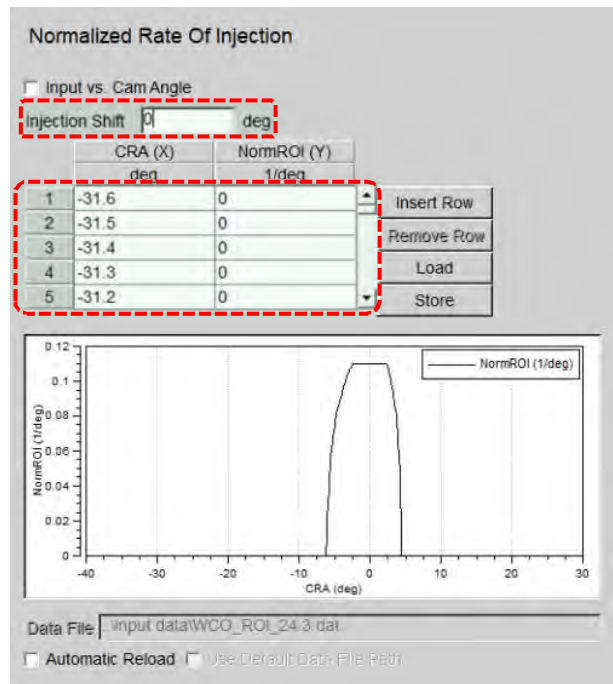


Fig. 1.21 Cylinder – AVL MZCM – Normalized Rate Of Injection

Pas 6 – Combustion – AVL MZCM – Pollutants

Pentru o validare completă și corectă a modelului de simulare este necesar ca și emisiile poluante calculate să corespundă cu cele măsurate. În acest sens, la opțiunea **Pollutants** se definesc coeficienți de corecție (Fig. 1.22) ai modelelor de calcul al emisiilor de NO_x, CO și funingine (**Soot**). Într-o primă etapă, valorile coeficienților vor rămâne la valorile implicite.

NO_x Production Model		
NO _x Kinetic Multiplier	1	-
NO _x Postprocessing Multiplier	1	-
CO Production Model		
CO Kinetic Multiplier	1	-
Soot Production Model Hiroyasu		
Soot Production Constant	5000	-
Soot Consumption Constant	10000	-

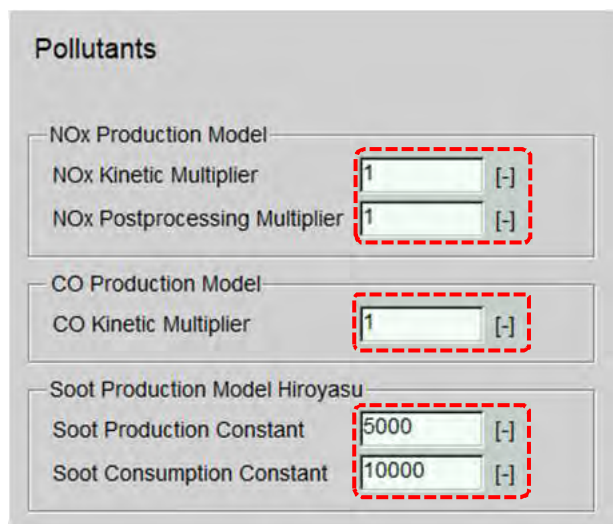


Fig. 1.22 Cylinder – AVL MZCM – POLLUTANTS

Pas 7 – Heat Transfer

După definirea completă a modelului de ardere se specifică datele necesare calculului transferului termic prin pereții componentelor care delimitează camera de ardere (**Piston, Cylinder Head, Liner**). În figura 1.23 se poate observa o secțiune printr-un cilindru în care sunt marcați pereții componentelor care delimitează camera de ardere. Pentru definire se alege opțiunea **Heat Transfer** și se introduc următoarele date (Fig. 1.24):

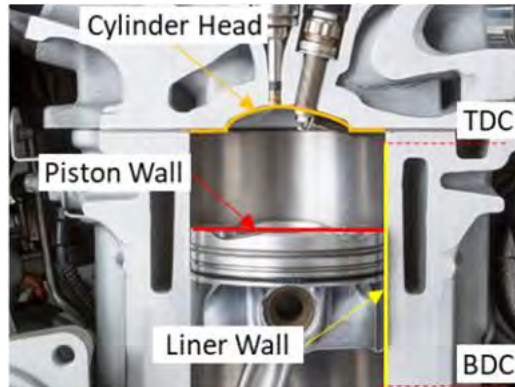


Fig. 1.23 Suprafețele utilizate pentru calculul transferului termic – cilindru

Heat Transfer

Cylinder			
Se alege opțiunea:	AVL 2000		
Ports			
Se alege opțiunea:	Zapf		
Piston			
Surface Area	7600	mm ²	
Wall Temperature	520	K	
Piston Calibration Factor	0.95	-	
Cylinder Head			
Surface Area	5675	mm ²	
Wall Temperature	500	K	
Head Calibration Factor	0.95	-	
Liner			
Surface Area (Piston at TDC)	242	mm ²	
Wall Temperature (Piston at TDC)	420	K	
Wall Temperature (Piston at BDC)	363	K	
Piston Calibration Factor	0.95	-	
Combustion system			
Se alege opțiunea:	DI		
Incylinder Swirl Ratio nD/nM	1.63	-	
Se bifează opțiunea:	Variable Wall Temperature		

Heat Transfer

Cylinder: AVL 2000

Ports: Zapf

Piston

Surface Area: 7600 mm²

Wall Temperature: 520 K

Piston Calibration Factor: 1 [-]

Cylinder Head

Surface Area: 5675 mm²

Wall Temp.: 500 K

Head Calibration Factor: 1 [-]

Liner

Layer Discretization

Surface Area (Piston at TDC): 242 mm²

Wall Temp. (Piston at TDC): 420 K

Wall Temp. (Piston at BDC): 363 K

Liner Calibration Factor: 1 [-]

Combustion System: DI

Incylinder Swirl Ratio nD/nM: 1.63 [-]

Variable Wall Temperature

Fig. 1.24 Opțiunea HEAT TRANSFER

Pas 8 – Heat Transfer - Variable Wall Temperature

Pentru o evaluare mai precisă a transferului termic prin pereți, opțiunea **Variable Wall Temperature** permite calculul variației temperaturii pieselor pe durata unui ciclu. Pentru aceasta, se introduc următoarele date (Fig. 1.25):

Variable Wall Temperature

	Thickness [mm]	Conductivity [W/mK]	Heat Capacity [W/m³K]
Piston	26	48	3900
Cylinder Head	9	48	3900
Liner	8.8	221	2460

	Heat Transfer Coefficient [W/m²K]	Temperature [°C]
Oil	3900	80
Coolant	3900	90

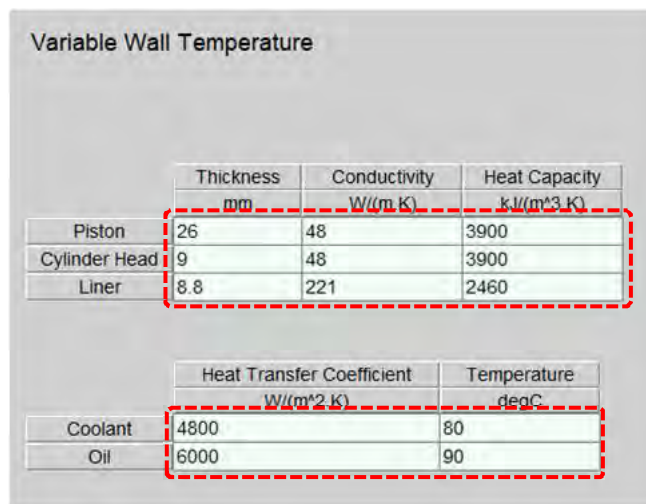


Fig. 1.25 Opțiunea VARIABLE WALL TEMPERATURE

Pas 9 – Valve Port Specifications (VPS)

Opțiunea **Valve Port Specifications** permite definirea tipului de control al distribuției, dar și a transferului termic între aer/gaze și pereții canalelor (Fig. 1.26) de admisie/evacuare.



Fig. 1.26 Suprafețele utilizate pentru calculul transferului termic – canal admisie/evacuare

În acest scop se introduc următoarele date (Fig. 1.27):

Valve Port Specifications

Controlled By		Port	
Pipe	Control	Surf. Area [mm ²]	W. Temp [°C]
2	Valve	13500	80
3	Valve	18200	80
4	Valve	4800	80

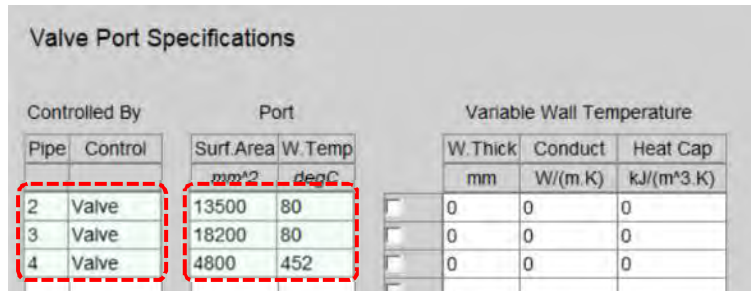


Fig. 1.27 Opțiunea VALVE PORT SPECIFICATIONS

Pas 10 – Valve Port Specifications (VPS) – Pipe 2 – Intake – Valve Controlled

În cazul motoarelor cu mai mult de două supape pe cilindru (Fig. 1.28) – motoarele actuale de autoturisme și vehicule de transport utilizează, în general, patru supape pe cilindru (două supape de admisie și două de evacuare) – există două posibilități de modelare: conectarea unei conducte separate pentru fiecare supapă în parte, respectiv conectarea unei singure conducte care să înlocuiască toate supapele de același tip (admisie/evacuare). În fiecare dintre aceste cazuri se calculează un factor de scalare după cum urmează:

- 1) Conectarea de conducte individuale pentru supape

Bifurcația conductei de admisie din figura 1.28 este modelată printr-o joncțiune și două conducte. În cazul acestor joncțiuni este necesară utilizarea exclusiv a modelului **refined** deoarece modelul **constant pressure** are ca efect o scădere prea mare a presiunii. Acest tip de modelare este necesar doar atunci când cele două supape pot fi acționate în momente diferite, canalul de admisie este diferit de la o conductă la alta sau se aplică dezactivarea supapelor. Factorul de scalare se determină cu relația:

$$f_{sc} = n_{valves} \frac{d_i^2}{d_{pipe}^2} = 1 \cdot \frac{d_i^2}{d_{pipe}^2} \quad (1.3)$$

unde n_{valves} reprezintă numărul de supape de un anumit tip (admisie/evacuare); d_i – diametrul orificiului oferit de supapă (inner valve seat diameter); d_{pipe} – diametrul conductei.



- 2) Conectarea unei singure conducte care să înlocuiască toate supapele de același tip (admisie/evacuare)

În acest caz, numărul de supape este luat în considerare prin specificarea coeficienților de curgere și a factorului de scalare. Acest lucru permite utilizarea în calcul a întregii arii efective de curgere. Modelul are avantajul utilizării unui număr mai mic de elemente, ceea ce duce la o reducere a complexității și implicit a timpului de calcul. În acest caz, factorul de scalare este:

$$f_{sc} = n_{valves} \frac{d_i^2}{d_{pipe}^2} = 2 \cdot \frac{d_i^2}{d_{pipe}^2} \quad (1.4)$$



În cazul de față motorul real prezintă două supape de admisie, și o supapă de evacuare și se modelează conform cazului 1). Deoarece $d_i = d_{pipe}$ motiv pentru care factorul de scalare f_{sc} va fi 1.

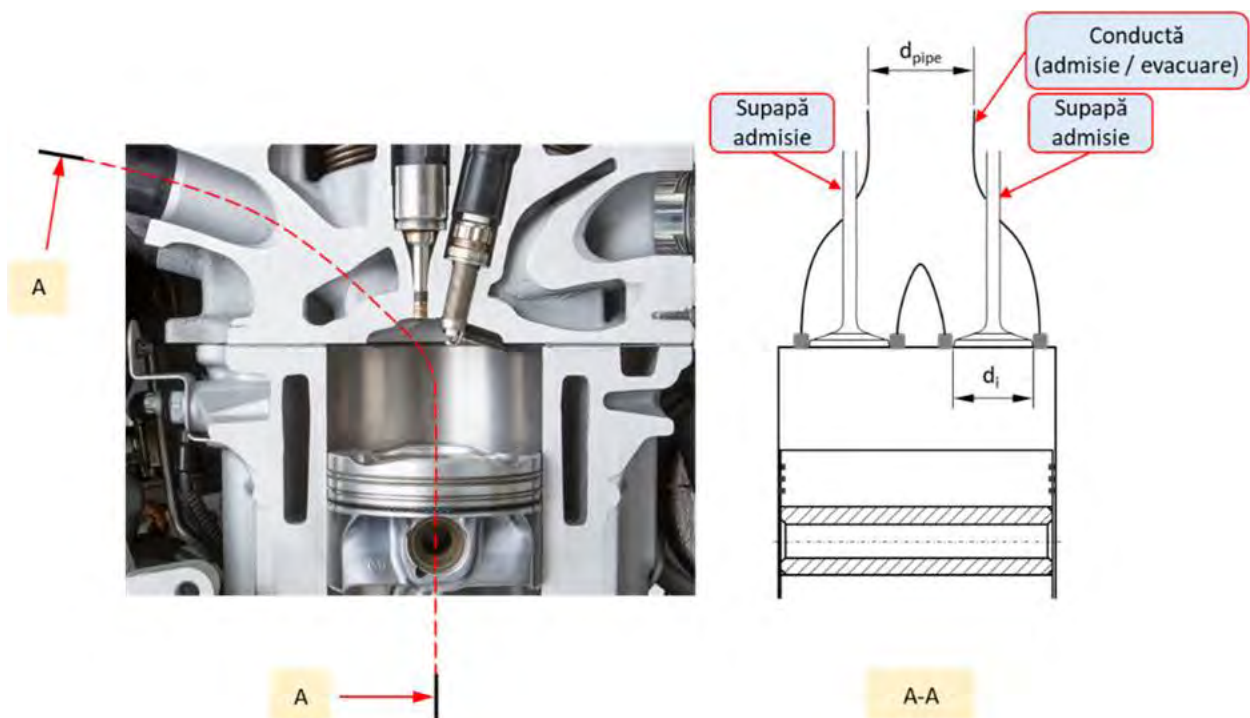


Fig. 1.28 Exemplu de motor cu două supape de admisie (similar și pentru evacuare)

Selectarea opțiunii **Valve** la tipul de control implică faptul că mecanismul de distribuție este unul cu supape. Pentru calculul secțiunii de curgere oferită de supapă sunt necesare informații cu privire la diametrul interior al scaunului de supapă (Fig. 1.29), jocul supapei etc. (Fig. 1.30):

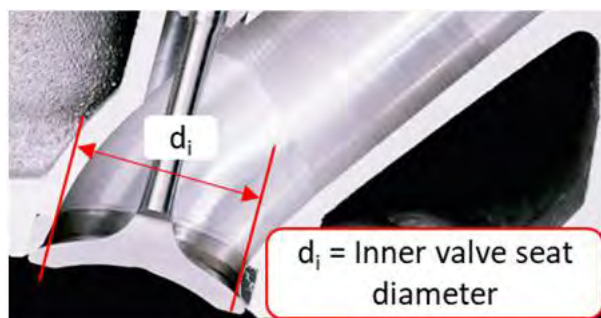


Fig. 1.29 Diametrul de referință pentru calculul curgerii prin orificiul oferit de supapă

Valve Port Specification

Inner Valve Seat (=Reference) Diameter	27.2	mm
Valve Clearance	0.3	mm
Scaling Factor for Eff. Flow Area	1	-
Reference Lift for Valve Timing	0	mm
Reference Lift Base		
Se alege opțiunea:	Effective	

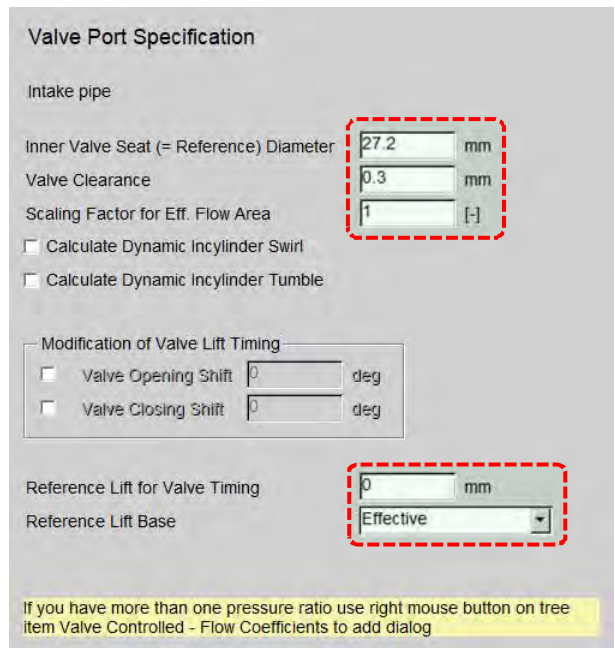


Fig. 1.30 Opțiunea VALVE PORT SPECIFICATIONS – Intake – Tangential Port

Pas 11 – Valve Port Specifications (VPS) – Pipe 2 – Intake – Valve Controlled – Lift Curve

Următorul pas este specificarea curbei de ridicare a supapei (Fig. 1.31). Acest lucru se face tabelar, fie prin introducere directă a valorilor, fie prin importarea lor dintr-un fișier. În acest scop, click pe **Valve Controlled – Lift Curve** și introduceți datele (Fig. 1.32) din tabelul 1.2.

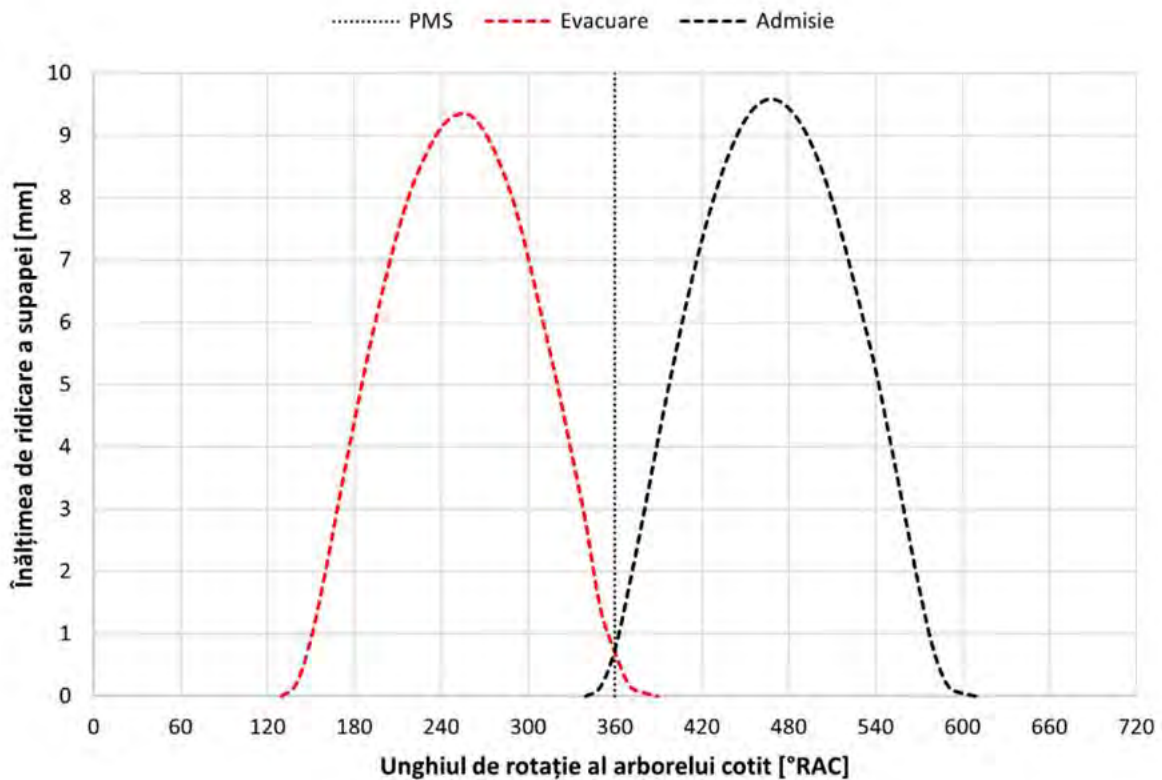


Fig. 1.31 Exemplu de curbe de ridicare a supelelor de admisie și de evacuare

Lift Curve

Specification		
Valve Opening	326	deg
Cam Length	395	deg
Se alege opțiunea:	Increment	
Increment	1.421	deg

Lift Curve

Specification

Valve Opening deg

Cam Length deg

Increment deg

Numb. of Points

Manipulation

Valve Opening deg

Cam Length deg

	Crank Angle (X) deg	ValveLift (Y) mm	
1	326	0	<input type="button" value="Insert Row"/> <input type="button" value="Remove Row"/> <input type="button" value="Load"/> <input type="button" value="Store"/> <input type="button" value="ExciteTD Import"/>
2	327	0	
3	328	0	
4	329	0	
5	330	0	
6	331	0	

ValveLift (mm) vs Crank Angle (deg)

Data File:

Automatic Reload Use Default Data (PIE Path)

Fig. 1.32 Opțiunea LIFT CURVE – Intake – Tangential Port

Tabelul 1.2 Valorile Intake Lift Curve

Crank Angle (X) [deg]	Valve Lift (Y) [mm]	Crank Angle (X) [deg]	Valve Lift (Y) [mm]	Crank Angle (X) [deg]	Valve Lift (Y) [mm]	Crank Angle (X) [deg]	Valve Lift (Y) [mm]
326	0.00	406	5.37	463	8.51	520	5.29
345	0.00	407	5.47	464	8.51	521	5.18
345	0.20	408	5.57	465	8.52	522	5.07
353	0.20	409	5.67	466	8.52	523	4.97
354	0.24	410	5.77	467	8.51	524	4.86
355	0.27	411	5.87	469	8.50	525	4.76
356	0.28	412	5.96	470	8.49	526	4.65
357	0.32	413	6.05	471	8.48	527	4.54
358	0.37	414	6.13	472	8.46	528	4.43
359	0.41	415	6.22	473	8.45	529	4.32
360	0.46	416	6.31	474	8.43	530	4.21
361	0.50	417	6.39	475	8.42	531	4.10
362	0.57	418	6.47	476	8.40	532	3.97
363	0.64	419	6.55	477	8.37	533	3.84
364	0.71	420	6.63	478	8.34	534	3.71
365	0.78	421	6.71	479	8.32	535	3.58
366	0.85	422	6.79	480	8.29	536	3.45
367	0.94	423	6.87	481	8.26	537	3.33
368	1.02	424	6.94	482	8.22	538	3.21
369	1.11	425	7.02	483	8.17	539	3.08
370	1.19	426	7.10	484	8.13	540	2.96
371	1.28	427	7.16	485	8.08	541	2.84
372	1.39	428	7.23	486	8.04	542	2.71
373	1.50	429	7.29	487	7.99	543	2.58
374	1.61	430	7.36	488	7.94	544	2.45
375	1.72	431	7.42	489	7.88	545	2.32
376	1.83	432	7.48	490	7.83	546	2.19
377	1.96	433	7.54	491	7.78	547	2.07
378	2.09	434	7.60	492	7.72	548	1.95
379	2.21	435	7.66	493	7.66	549	1.83
380	2.34	436	7.72	494	7.60	550	1.71
381	2.47	437	7.77	495	7.54	551	1.59
382	2.59	438	7.82	496	7.48	552	1.50
383	2.71	439	7.88	497	7.41	553	1.40
384	2.83	440	7.93	498	7.34	554	1.31
385	2.95	441	7.98	499	7.26	555	1.21
386	3.07	442	8.02	500	7.19	556	1.12
387	3.20	443	8.05	501	7.12	557	1.04
388	3.33	444	8.09	502	7.04	558	0.96
389	3.46	445	8.12	503	6.97	559	0.89
390	3.59	446	8.16	504	6.89	560	0.81
391	3.72	447	8.19	505	6.82	561	0.73
392	3.84	448	8.23	506	6.74	562	0.67
393	3.96	449	8.26	507	6.65	563	0.61
394	4.09	450	8.30	508	6.55	564	0.55
395	4.21	451	8.33	509	6.46	565	0.49
396	4.33	452	8.35	510	6.36	566	0.43
397	4.43	453	8.37	511	6.27	567	0.39
398	4.53	454	8.40	512	6.16	568	0.35
399	4.63	455	8.42	513	6.05	569	0.31
400	4.73	456	8.44	514	5.93	570	0.27
401	4.83	457	8.45	515	5.82	571	0.23
402	4.94	458	8.46	516	5.71	572	0.20
403	5.05	459	8.48	517	5.60	579	0.20
404	5.15	460	8.49	518	5.50	579	0.00
405	5.26	461	8.50	519	5.39	720	0.00

Pas 12 – Valve Port Specifications (VPS) – Pipe 2 – Intake – Valve Controlled – Flow Coefficients

Pentru un calcul corect al curgerii pe lângă supapă sunt necesare și informații privind coeficientul de curgere. Valorile corespunzătoare se introduc în secțiunea **Valve Controlled – Flow Coefficients** (Fig. 1.33):

Flow Coefficients

Pressure Ratio	1	-
Se alege opțiunea:	Normalized Valve Lift	
Valve Lift (X) [-]	FlowCoeff (Y) [-]	
0	0	
0.04	0.134	
0.08	0.254	
0.12	0.354	
0.16	0.397	
0.20	0.440	
0.24	0.486	
0.28	0.520	
0.32	0.546	
0.36	0.557	
0.4	0.560	

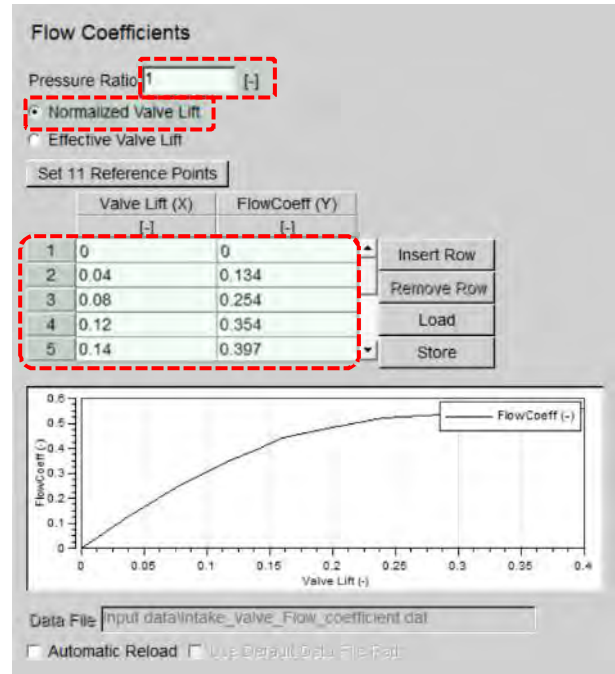


Fig. 1.33 Opțiunea FLOW COEFFICIENTS – Intake – Tangential Port

Pas 13 – Valve Port Specifications (VPS) – Pipe 3 – Intake – Valve Controlled

În cazul canalelor de admisie cu rol de generare a mișcărilor de turbionare de tip swirl, în secțiunea **Valve Controlled** se alege și opțiunea **Calculate Dynamic Incylinder Swirl** (Fig. 1.34):

Valve Port Specification

Inner Valve Seat (=Reference) Diameter	27.2	mm
Valve Clearance	0.3	mm
Scaling Factor for Eff. Flow Area	1	-
Se alege opțiunea:	Calculate Dynamic Incylinder Swirl	
Reference Lift for Valve Timing	0	mm
Reference Lift Base	Effective	

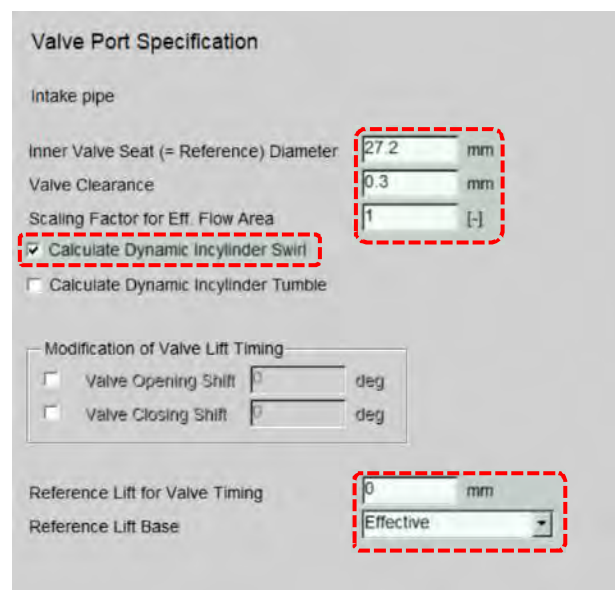


Fig. 1.34 Opțiunea VALVE PORT SPECIFICATIONS – Intake – Swirl Port

Pas 14 – Valve Port Specifications (VPS) – Pipe 3 – Intake – Valve Controlled – Lift Curve

Curbele de ridicare a celor două supape de admisie sunt identice, motiv pentru care, definirea datelor **Lift Curve** pentru **Pipe 3** se face la fel ca în cazul **Pipe 2** (Fig. 1.35).

Lift Curve

Specification		
Valve Opening	326	deg
Cam Length	395	deg
Se alege opțiunea:	Increment	
Increment	1.421	deg

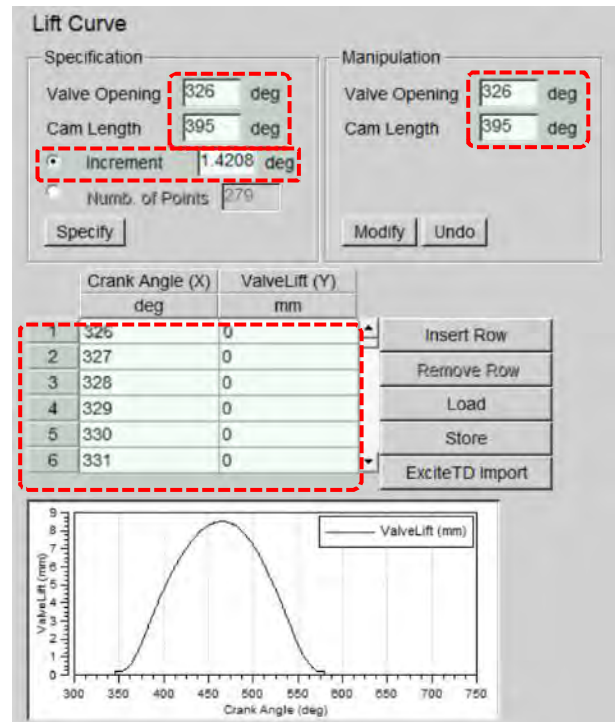


Fig. 1.35 Opțiunea LIFT CURVE – Intake – Swirl Port

Pas 15 – Valve Port Specifications (VPS) – Pipe 3 – Intake – Valve Controlled – Flow Coefficients

Deoarece cele două supape de admisie sunt identice, definirea datelor **Flow Coefficients** pentru **Pipe 3** se face la fel ca în cazul **Pipe 2** (Fig. 1.36).

Flow Coefficients

Pressure Ratio	1	-
Se alege opțiunea:	Normalized Valve Lift	
Valve Lift (X) [-]	FlowCoeff (Y) [-]	
0	0	
0.04	0.134	
0.08	0.254	
0.12	0.354	
0.16	0.397	
0.20	0.440	
0.24	0.486	
0.28	0.520	
0.32	0.546	
0.36	0.557	
0.4	0.560	

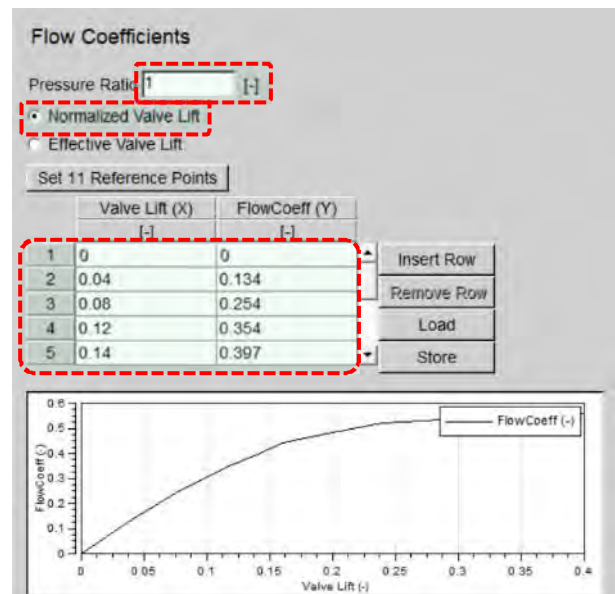


Fig. 1.36 Opțiunea FLOW COEFFICIENTS – Intake – Swirl Port

Pas 16 – Valve Port Specifications (VPS) – Pipe 3 – Intake – Valve Controlled – Dynamic Swirl

Spre deosebire de Pipe 2, Pipe 3 este astfel profilată încât să genereze o mișcare de turbionare de tip swirl. Pentru calculul corect al intensității acestei mișcări, în secțiunea **Dynamic Swirl** se definesc următoarele date (Fig. 1.37):

Dynamic Swirl

Valve Lift (X) [-]	Swirl Ratio nD/nM (Y) [-]
0	0
0.04	0.400
0.08	0.600
0.16	0.880
0.20	1.170
0.24	1.432
0.28	1.600
0.36	1.300
0.4	1.263

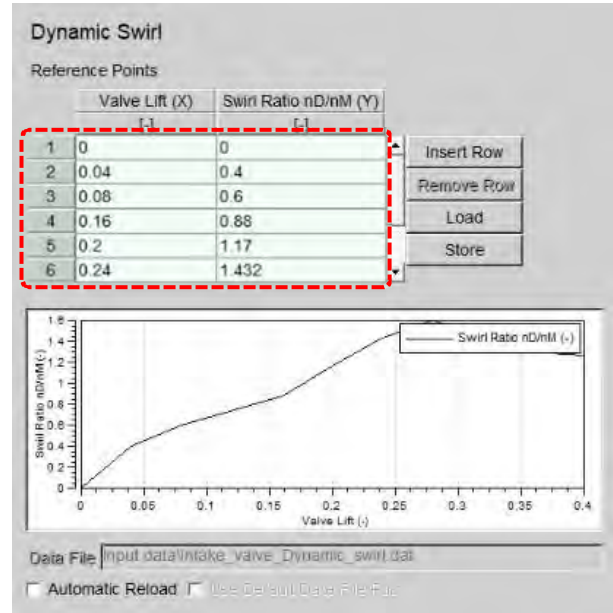


Fig. 1.37 Opțiunea DYNAMIC SWIRL – Intake – Swirl Port

Pas 17 – Valve Port Specifications (VPS) – Pipe 4 – Exhaust – Valve Controlled

În cazul de față motorul este echipat cu o singură conductă de evacuare. Pentru definire, click pe **Valve Controlled** și introduceți datele (Fig. 1.38):

Valve Port Specification

Inner Valve Seat (=Reference) Diameter	26.9	mm
Valve Clearance	0.3	mm
Scaling Factor for Eff. Flow Area	1	-
Reference Lift for Valve Timing	0	mm
Reference Lift Base	Se alege opțiunea: Effective	

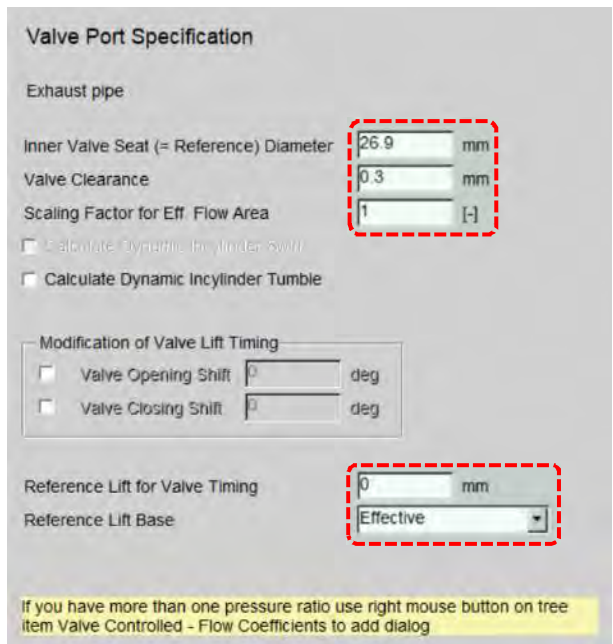


Fig. 1.38 Opțiunea VALVE PORT SPECIFICATIONS

Pas 18 – Valve Port Specifications (VPS) – Pipe 4 – Exhaust – Valve Controlled – Lift Curve

Pentru definirea curbei de ridicare a supapei de evacuare click pe **Lift Curve** (Fig. 1.39) și introduceți datele din tabelul 1.3:

Lift Curve

Specification		
Valve Opening	128	deg
Cam Length	395	deg
Se alege opțiunea:	Increment	
Increment	1.4208	deg

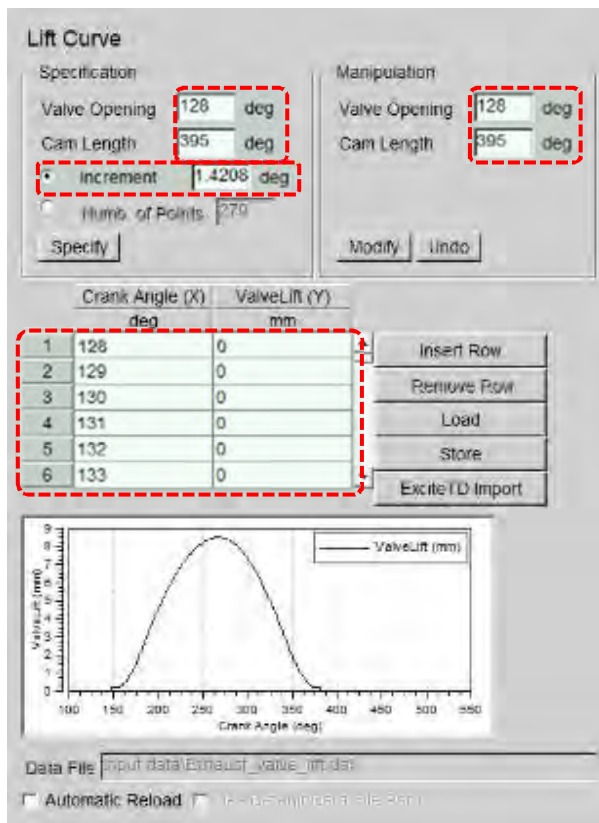


Fig. 1.39 Opțiunea VALVE PORT SPECIFICATIONS

Tabelul 1.3 Valorile Exhaust Lift Curve

Crank Angle (X) [deg]	Valve Lift (Y) [mm]	Crank Angle (X) [deg]	Valve Lift (Y) [mm]	Crank Angle (X) [deg]	Valve Lift (Y) [mm]	Crank Angle (X) [deg]	Valve Lift (Y) [mm]
128	0	208	5.37	264	8.5	321	5.39
147	0	209	5.47	265	8.51	322	5.29
147	0.2	210	5.57	266	8.51	323	5.18
155	0.2	211	5.67	267	8.52	324	5.07
156	0.24	212	5.77	268	8.52	325	4.97
157	0.27	213	5.87	269	8.51	326	4.86
158	0.28	214	5.96	271	8.5	327	4.76
159	0.32	215	6.05	272	8.49	328	4.65
160	0.37	216	6.13	273	8.48	329	4.54
161	0.41	217	6.22	274	8.46	330	4.43
162	0.46	218	6.31	275	8.45	331	4.32
163	0.5	219	6.39	276	8.43	332	4.21
164	0.57	220	6.47	277	8.42	333	4.1
165	0.64	221	6.55	278	8.4	334	3.97
166	0.71	222	6.63	279	8.37	335	3.84
167	0.78	223	6.71	280	8.34	336	3.71
168	0.85	224	6.79	281	8.32	337	3.58
169	0.94	225	6.87	282	8.29	338	3.45
170	1.02	226	6.94	283	8.26	339	3.33
171	1.11	227	7.02	284	8.22	340	3.21
172	1.19	228	7.1	285	8.17	341	3.08
173	1.28	229	7.16	286	8.13	342	2.96
174	1.39	230	7.23	287	8.08	343	2.84
175	1.5	231	7.29	288	8.04	344	2.71
176	1.61	232	7.36	289	7.99	345	2.58
177	1.72	233	7.42	290	7.94	346	2.45
178	1.83	234	7.48	291	7.88	347	2.32
179	1.96	235	7.54	292	7.83	348	2.19
180	2.09	236	7.6	293	7.78	349	2.07
181	2.21	237	7.66	294	7.72	350	1.95
182	2.34	238	7.72	295	7.66	351	1.83
183	2.47	239	7.77	296	7.6	352	1.71
184	2.59	240	7.82	297	7.54	353	1.59
185	2.71	241	7.88	298	7.48	354	1.5
186	2.83	242	7.93	299	7.41	355	1.4
187	2.95	243	7.98	300	7.34	356	1.31
188	3.07	244	8.02	301	7.26	357	1.21
189	3.2	245	8.05	302	7.19	358	1.12
190	3.33	246	8.09	303	7.12	359	1.04
191	3.46	247	8.12	304	7.04	360	0.96
192	3.59	248	8.16	305	6.97	361	0.89
193	3.72	249	8.19	306	6.89	362	0.81
194	3.84	250	8.23	307	6.82	363	0.73
195	3.96	251	8.26	308	6.74	364	0.67
196	4.09	252	8.3	309	6.65	365	0.61
197	4.21	253	8.33	310	6.55	366	0.55
198	4.33	254	8.35	311	6.46	367	0.49
199	4.43	255	8.37	312	6.36	368	0.43
200	4.53	256	8.4	313	6.27	369	0.39
201	4.63	257	8.42	314	6.16	370	0.35
202	4.73	258	8.44	315	6.05	371	0.31
203	4.83	259	8.45	316	5.93	372	0.27
204	4.94	260	8.46	317	5.82	373	0.23
205	5.05	261	8.48	318	5.71	374	0.2
206	5.15	262	8.49	319	5.6	381	0.2
207	5.26	263	8.5	320	5.5	381	0

Pas 19 – Valve Port Specifications (VPS) – Pipe 4 – Exhaust – Valve Controlled – Flow Coefficients

Pasul următor este definirea coeficientului de curgere prin orificiul oferit de supapa de evacuare. Pentru aceasta, click pe **Flow Coefficients** și introduceți următoarele date (Fig. 1.40):

Flow Coefficients

Pressure Ratio	1.05	-
Se alege opțiunea:	Normalized Valve Lift	
Valve Lift (X) [-]	FlowCoeff (Y) [-]	
0	0	
0.04	0.13	
0.06	0.21	
0.08	0.28	
0.12	0.39	
0.16	0.48	
0.20	0.53	
0.24	0.56	
0.28	0.57	
0.32	0.58	

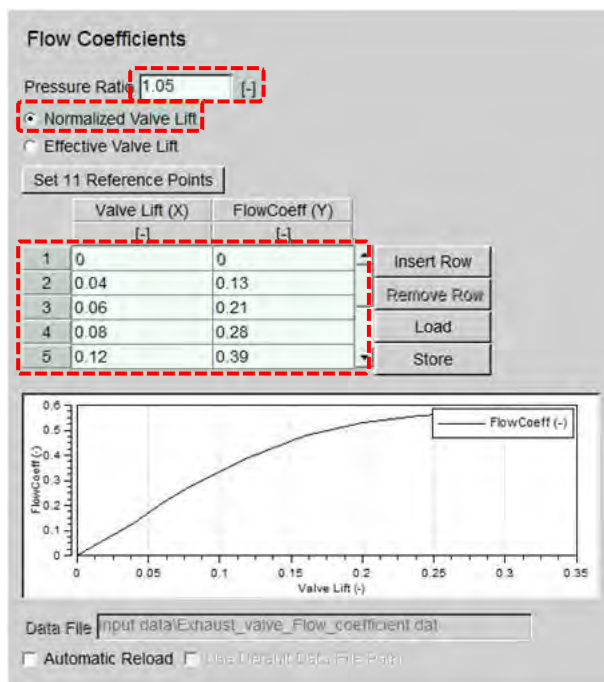


Fig. 1.40 Cylinder – VALVE PORT SPECIFICATIONS – Exhaust

SYSTEM BOUNDARY

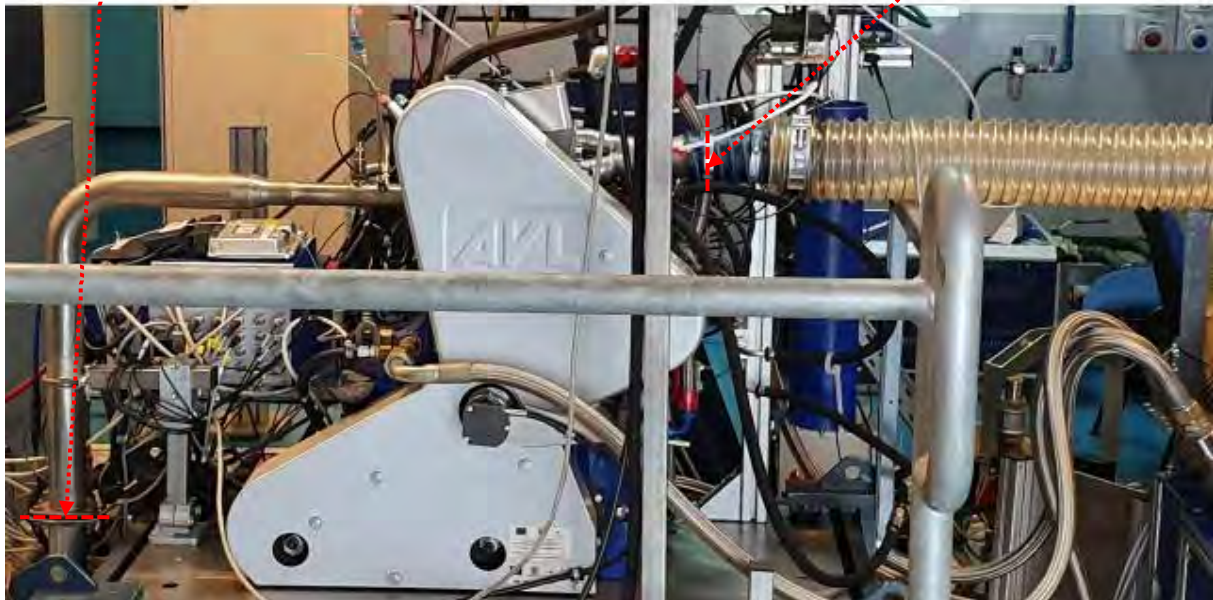
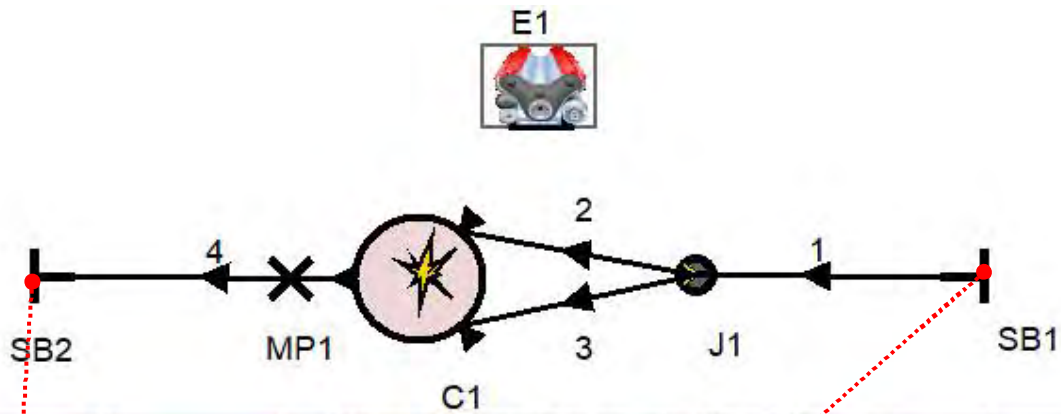
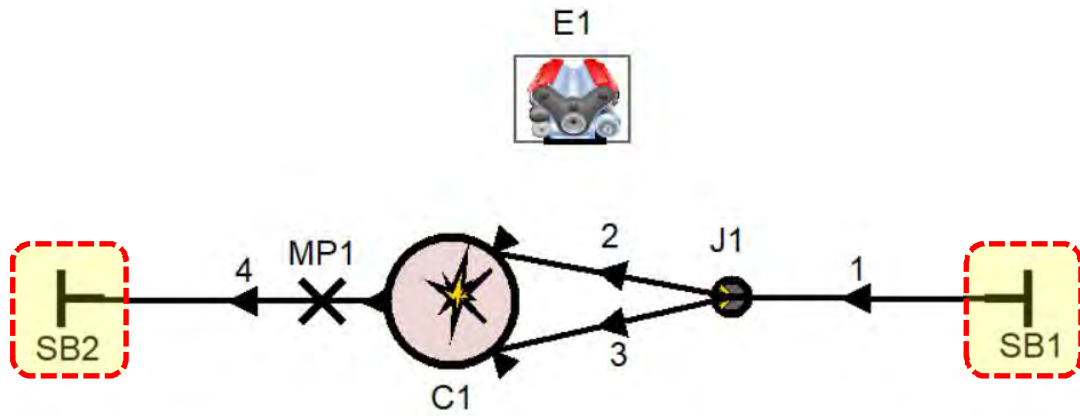


Fig. 1.41 System Boundary – Corespondența dintre limitele sistemului și motorul real

SB1

SB1 reprezintă limita sistemului pe partea de admisie. Această limită a fost aleasă (în acest caz) astfel încât să corespundă cu punctul (experimental) de măsurare a presiunii și temperaturii de pe conducta de admisie (Fig. 1.40). Ca urmare, modelul este simplificat și nu ia în considerare filtrul de aer, respectiv traseul de admisie de la filtrul de aer și până la punctul de măsurare. Pentru definire trebuie introduse date în secțiunile **General** (Fig. 1.41), **Boundary Conditions** (Fig. 1.42) și **Flow Coefficients** (Fig. 1.43).

General

Boundary Type	
Se alege opțiunea:	Standard
Se bifează opțiunea:	End Correction

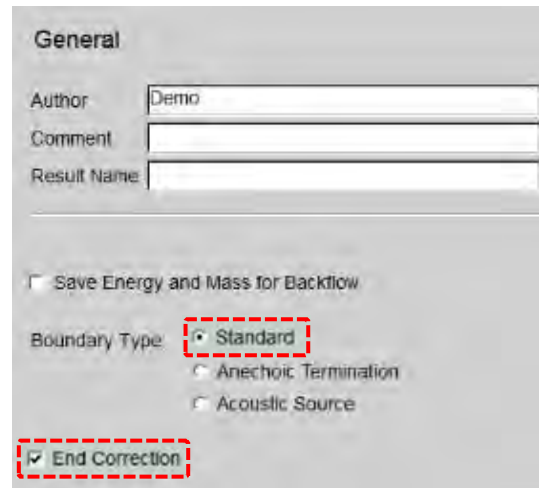


Fig. 1.42 SB1 – GENERAL

Boundary Conditions

Se alege opțiunea:	Global Boundary Conditions
Global Boundary Conditions	
Se alege opțiunea:	Set 1

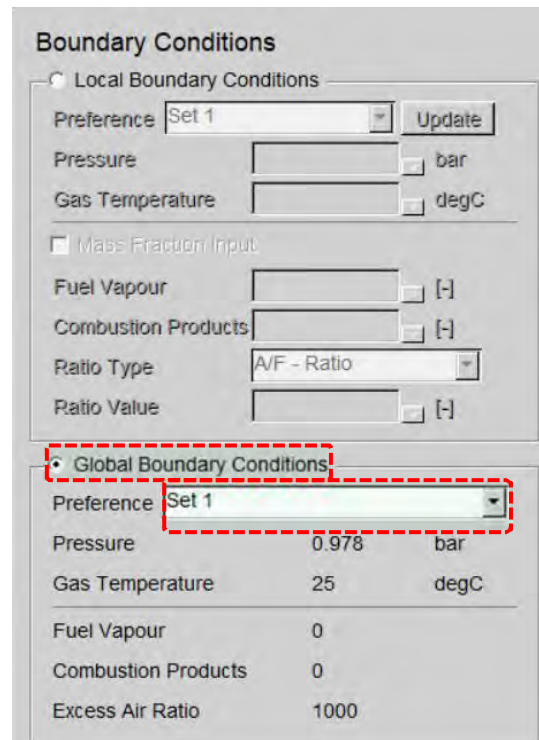


Fig. 1.43 SB1 – BOUNDARY CONDITIONS

Flow Coefficients

Pipe 1 Inflow	1	-
Pipe 1 Outflow	1	-

Flow Coefficients

Pipe 1 Inflow Pipe 1 Outflow

Flow into the Pipe Flow out the Pipe

Fig. 1.44 SB1 – FLOW COEFFICIENTS

SB2

SB2 este limita sistemului pe partea de evacuare (Fig. 1.40). La fel ca în cazul **SB1** aceasta este aleasă convenabil. Pentru definirea **SB2** se introduc următoarele date (figurile 1.44 – 1.46):

General

Boundary Type	
Se alege opțiunea:	Standard
Se bifează opțiunea:	End Correction

General

Author: Demo

Comment:

Result Name:

Save Energy and Mass for Backflow

Boundary Type: Standard

Anechoic Termination

Acoustic Source

End Correction

Fig. 1.45 SB2 – GENERAL

Boundary Conditions

Se alege opțiunea:	Global Boundary Conditions
Global Boundary Conditions	
Se alege opțiunea:	Set 1

Boundary Conditions

Local Boundary Conditions

Preference: Set 1

Pressure: [] bar

Gas Temperature: [] degC

Mass Fraction Input

Fuel Vapour: [] [-]

Combustion Products: [] [-]

Ratio Type: A/F - Ratio

Ratio Value: [] [-]

Global Boundary Conditions

Preference:

Pressure: 0.978 bar

Gas Temperature: 25 degC

Fuel Vapour: 0

Combustion Products: 0

Excess Air Ratio: 1000

Fig. 1.46 SB2 – BOUNDARY CONDITIONS

Flow Coefficients

Pipe 1 Inflow	1	-
Pipe 1 Outflow	1	-

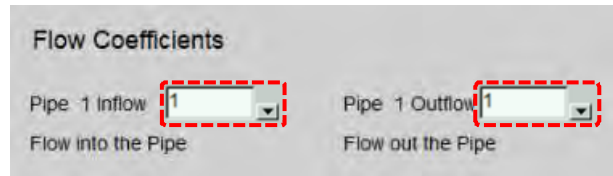


Fig. 1.47 SB2 – FLOW COEFFICIENTS

JUNCTION

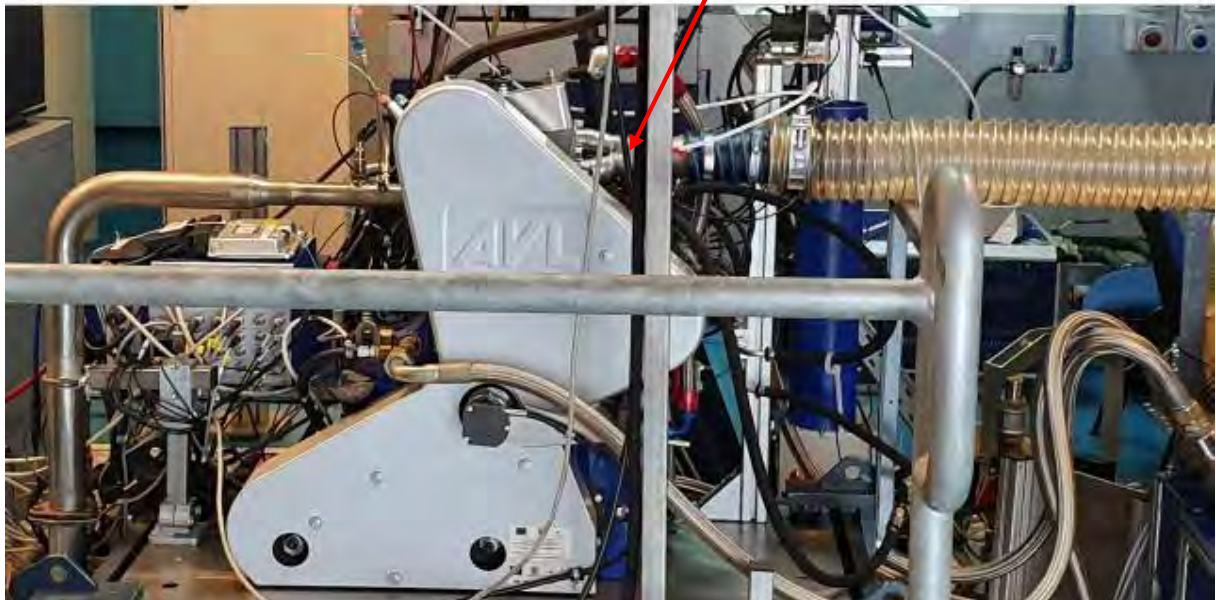
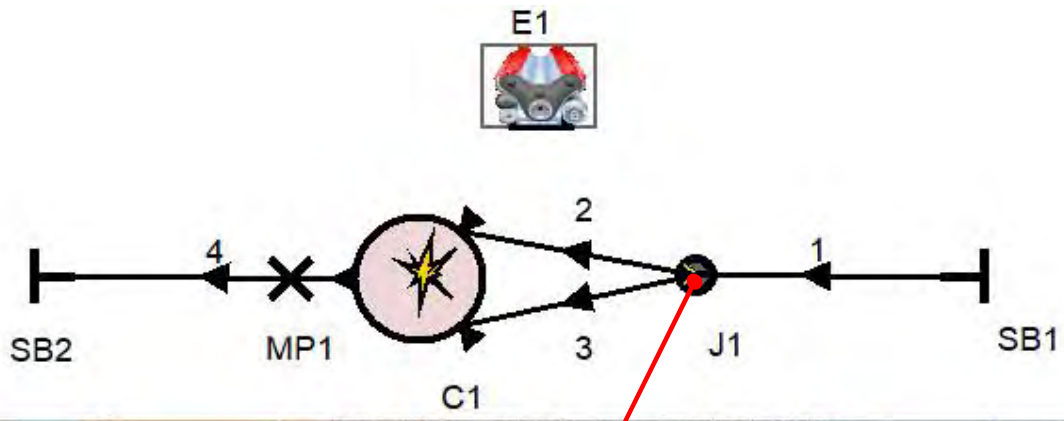
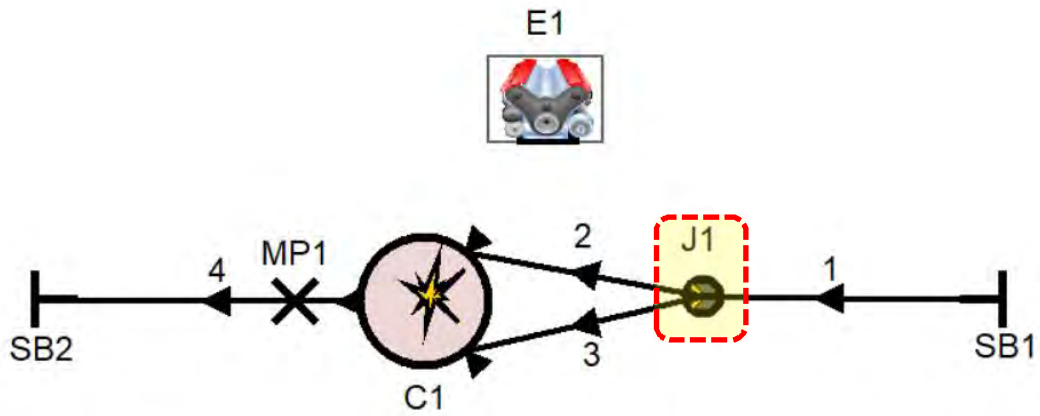


Fig. 1.48 Junction – Corespondența dintre joncțiunea modelului și joncțiunea motorului real

Joncțiunile sunt elemente unde se intersectează două sau mai multe conducte (Fig. 1.47). AVL Boost™ permite definirea a trei tipuri de modele de joncțiuni: presiune constantă (**Constant Pressure**), presiune de stagnare constantă (**Constant Static Pressure**), respectiv model detaliat (**Refined Model**). Pentru modelul **Constant Pressure** trebuie definiți coeficienții de curgere pentru toate conductele (**Pipe**) care sunt conectate la joncțiune. În schimb, în cazul modelului **Constant Static Pressure** se consideră aceeași presiune de stagnare în toate conductele conectate. Modelul **Refined Model** este cel mai precis dintre cele trei. Pentru calcul, acest model necesită definirea unghiurilor dintre conductele conectate la joncțiune. Tipul de model de calcul se alege în subgrupa **General**. În continuare sunt prezentate datele de intrare pentru toate joncțiunile modelului.

J1

Pentru a diviza fluxul de curgere din conducta **Pipe 1** între conductele **Pipe 2** și **Pipe 3** se utilizează o joncțiune. Pentru definirea acesteia click pe **J1** și introduceți următoarele date (figurile 1.48 și 1.49):

General

Junction Type
 Se alege opțiunea: Refined Model

General

Author: Demo

Comment:

Result Name:

Junction Type : Constant Pressure
 Constant Static Pressure
 Refined Model

Fig. 1.49 J1 – GENERAL

Refined Model

Angle Between Pipes 1 and 2	120	deg
Angle Between Pipes 2 and 3	60	deg
Angle Between Pipes 3 and 1	180	deg

Refined Model

Angle Between Pipes 1 and 2 is: 120 deg

Angle Between Pipes 2 and 3 is: 60 deg

Angle Between Pipes 3 and 1 is: 180 deg

Fig. 1.50 J1 – REFINED MODEL

PIPE

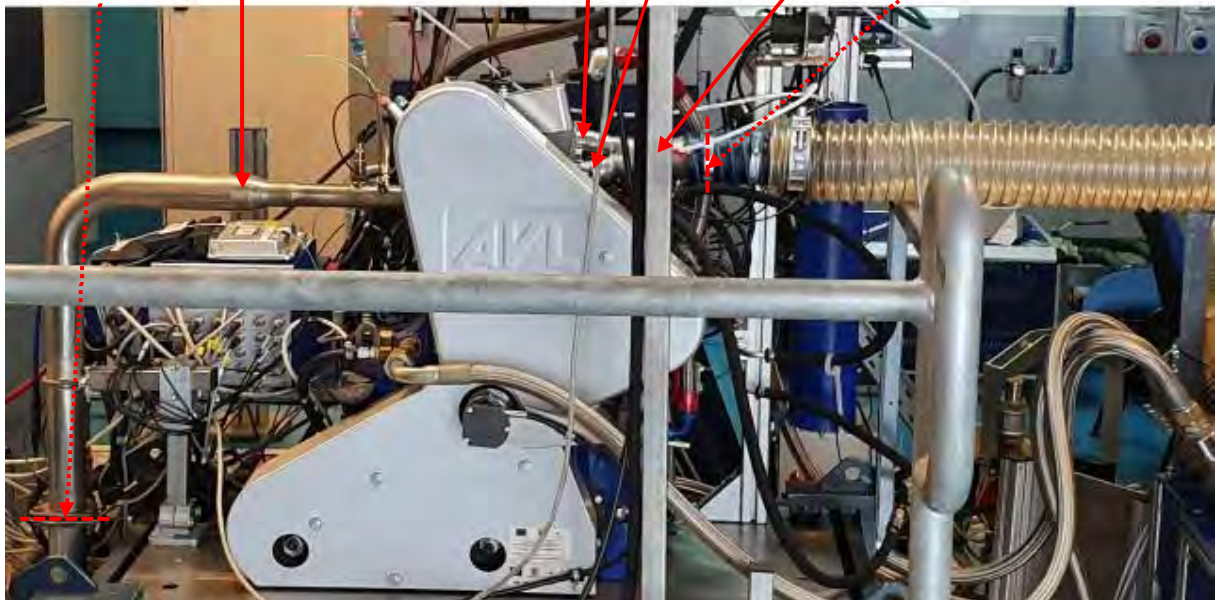
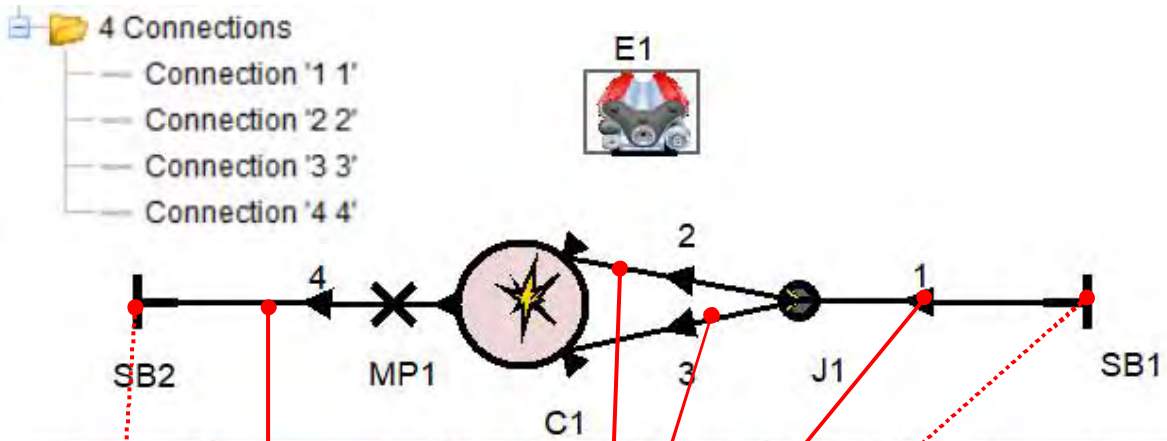
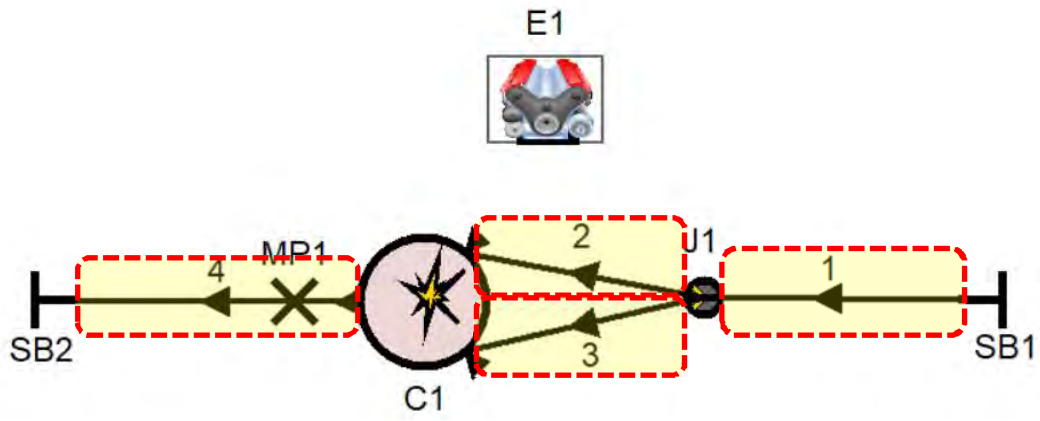


Fig. 1.51 Pipe – Corespondența dintre conductele sistemului și conductele motorului real

Elementele de tip conductă au o importanță deosebită pentru calculul curgerii și al proceselor de schimbare a gazelor și nu numai. Definirea corectă a acestora influențează decisiv calculul coeficientului de umplere și a condițiilor din cilindru la închiderea supapelor de admisie (tipul de mișcare a fluidului motor proaspăt în cilindru și intensitatea mișcării, temperatura și presiunea acestuia, coeficientul gazelor arse reziduale etc.), respectiv la deschiderea supapelor de evacuare. Pentru aceste componente se definesc date precum: lungimea totală, diametrul (constant sau variabil), raza de curbură, coeficientul de frecare, coeficientul de transfer termic, temperatura peretelui etc. Un alt motiv pentru definirea corectă a elementelor de tip pipe este faptul că, în cazul cosimulării (utilizarea simulării 1D pentru calculul curgerii prin conducte și a simulării 3D pentru calculul procesului de ardere și a formării emisiilor poluante), datele rezultate din calculul modelului 1D sunt utilizate ca date de intrare pentru modelul 3D. Prin urmare, modelul 1D va influența acuratețea rezultatelor finale.

În continuare sunt prezentate datele de intrare pentru toate elementele de tip conductă (**Pipe 1 – Pipe 4**) din model (Fig. 1.50).

Pipe 1

Pentru definirea conductei de admisie **Pipe 1** în secțiunile **General**, **Diameter – Table**, **Wall Temperature – Table** și **Initialization** se introduc următoarele date (figurile 1.51 – 1.54):

General

Pipe Length	160	mm
Diameter		
Se alege opțiunea:	Table	
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.019	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Colburn	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature		
Se alege opțiunea:	Table	

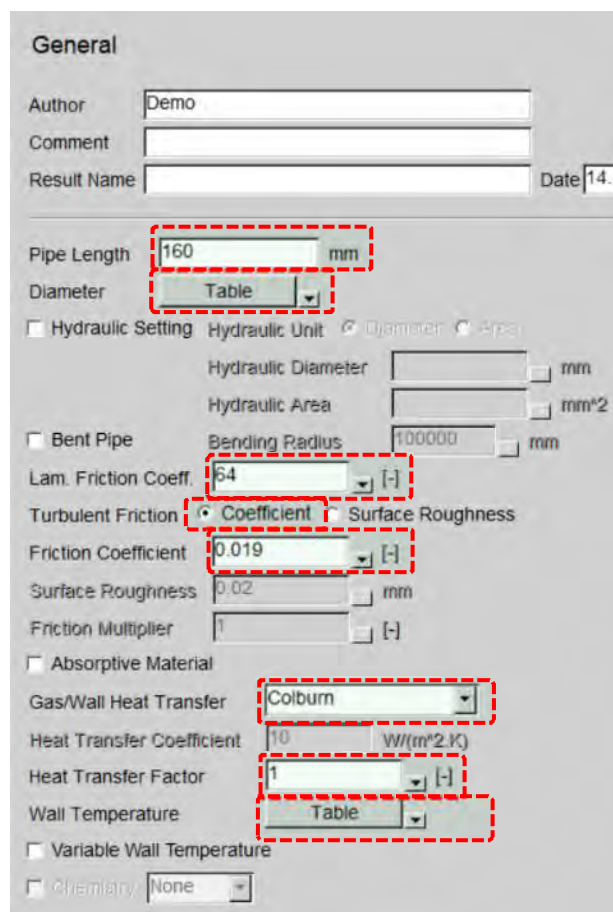


Fig. 1.52 Pipe 1 – GENERAL

Diameter – Table

Pentru o mai bună înțelegere a datelor introduse în tabel și afișate de programul software, în figura 1.52 s-a marcat cu roșu zona vizibilă.

Location (X) [mm]	Diameter (Y) [mm]
0	71
50	71
80	51
160	51

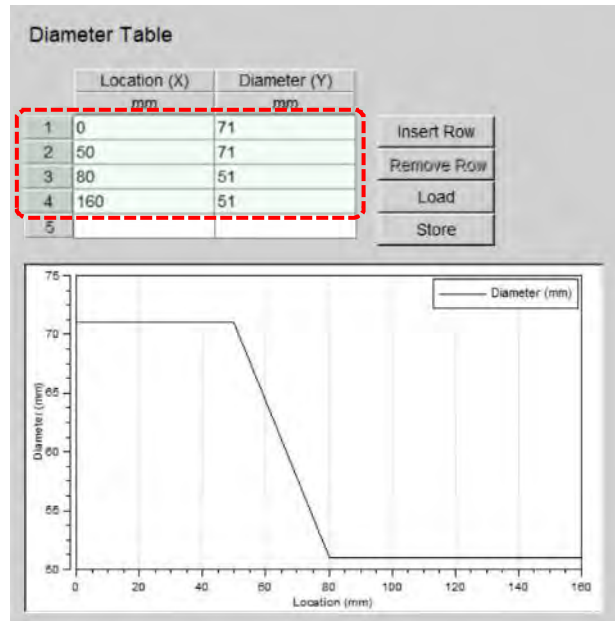
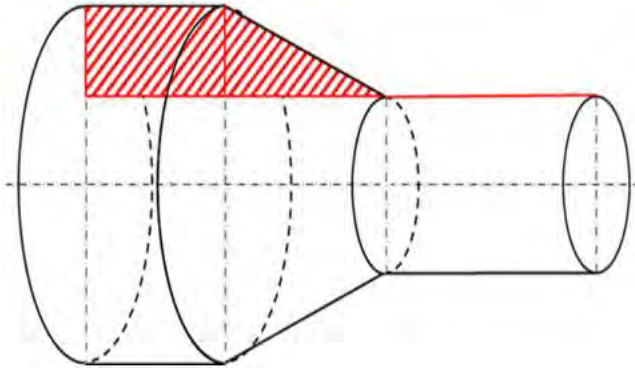


Fig. 1.53 Pipe 1 – Diameter Table

Wall Temperature – Table

Location (X) [mm]	Wall Temperature (Y) [°C]
0	25
125	35

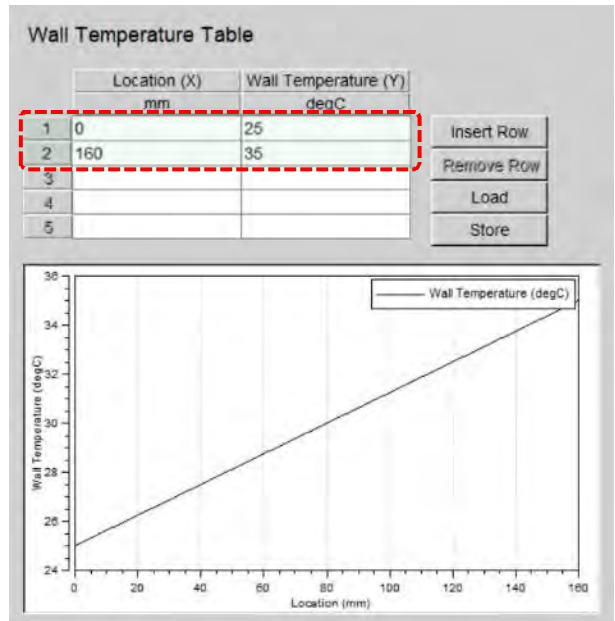


Fig. 1.54 Pipe 1 – Wall Temperature Table

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 2

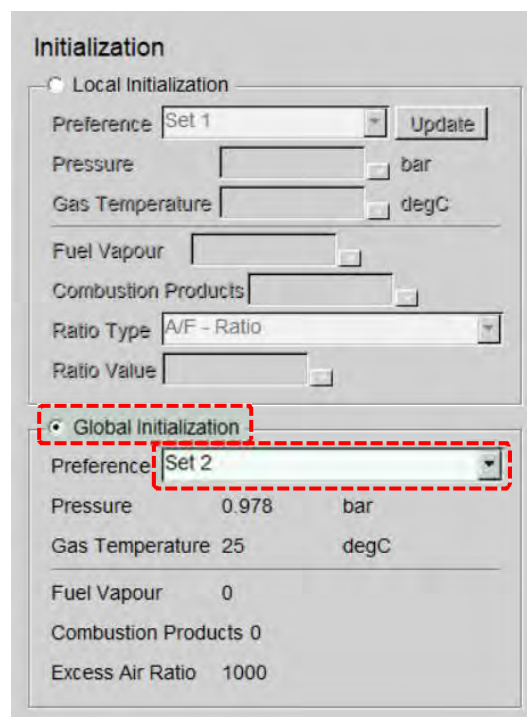


Fig. 1.55 Pipe 1 – INITIALIZATION

Pipe 2

Canalul de admisie **Pipe 2** este de tip tangențial (Fig. 1.55). Deoarece această conductă este curbată, suplimentar față de informațiile introduse pentru **Pipe 1**, se mai introduc date și la secțiunea **Bending Radius – Table**. Datele necesare pentru definire sunt (figurile 1.56 și 1.58 – 1.60):

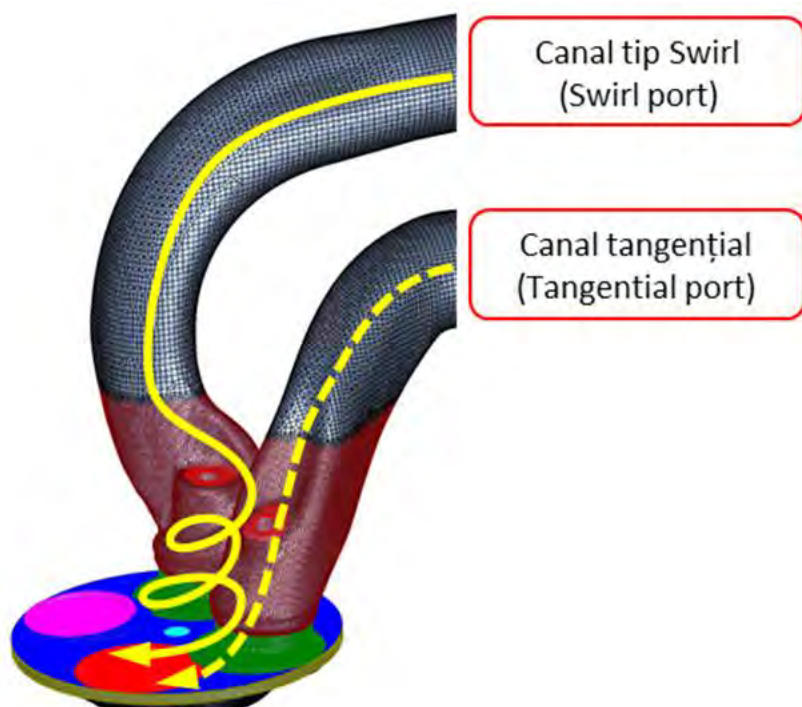


Fig. 1.56 Porturi de admisie – tangențial și swirl

General

Pipe Length	220	mm
Diameter	32	mm
Se bifează opțiunea:	Bent Pipe	
Bending Radius	Se alege opțiunea: Table	
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction	Se alege opțiunea: Coefficient	
Friction Coefficient	0.019	-
Gas/Wall Heat Transfer	Se alege opțiunea: Colburn	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	Se alege opțiunea: Table	

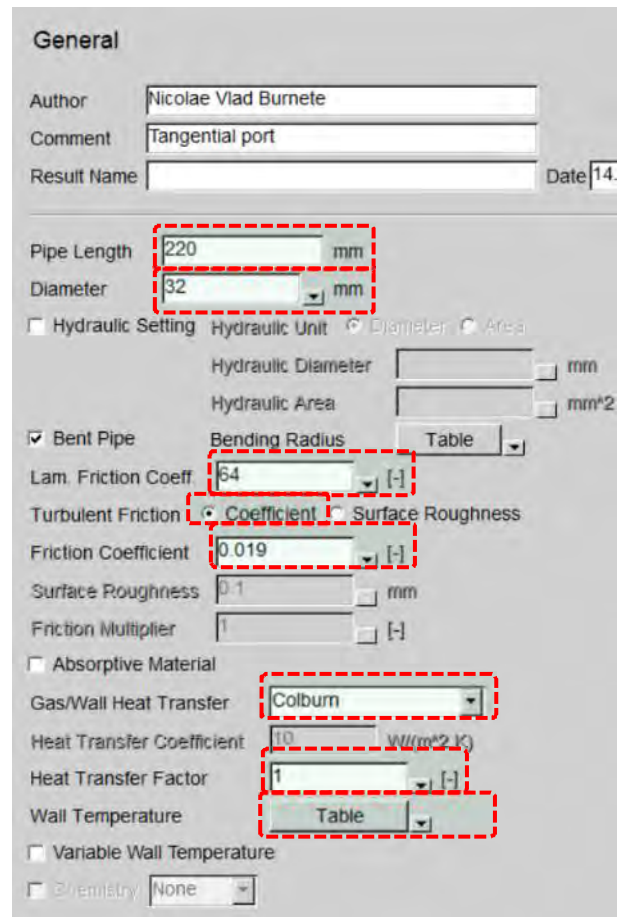


Fig. 1.57 Pipe 2 – GENERAL

Bending Radius – Table

Modul de definire al razei de curbura (**Bending Radius**) pe o secțiune din conductă este prezentat în figura 1.57. Pentru secțiunile drepte raza de curbura se consideră ca având o valoare foarte mare, respectiv 10000 mm.

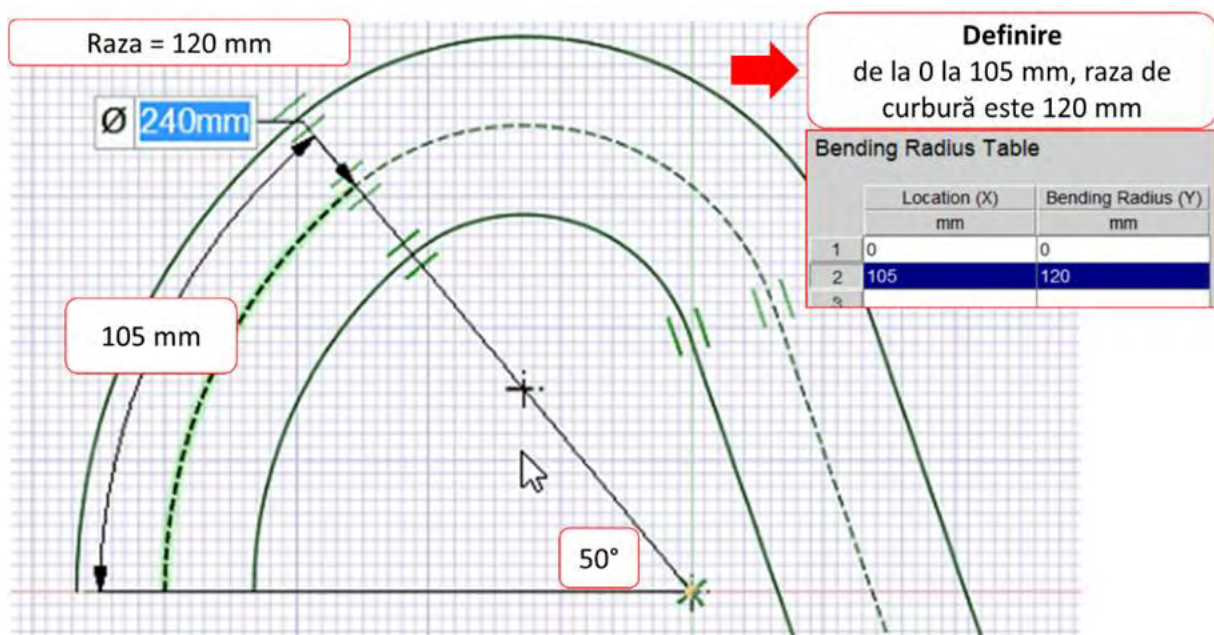


Fig. 1.58 Pipe 2 – Modul de determinare a razei de curbura [Boost User Guide]

Location (X) [mm]	Bending Radius (Y) [mm]
0	0
50	10000
105	60
130	10000
205	40
220	10000

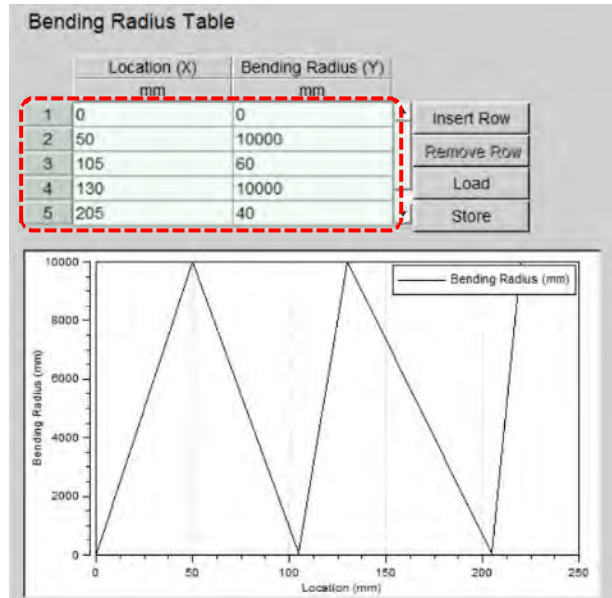


Fig. 1.59 Pipe 2 – BENDING RADIUS

Wall Temperature – Table

Location (X) [mm]	Wall Temperature (Y) [°C]
0	35
220	80

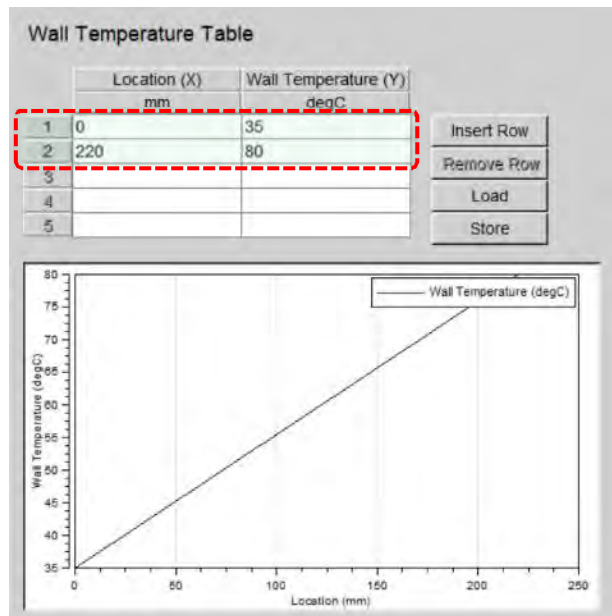


Fig. 1.60 Pipe 2 – Wall Temperature Table

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 2

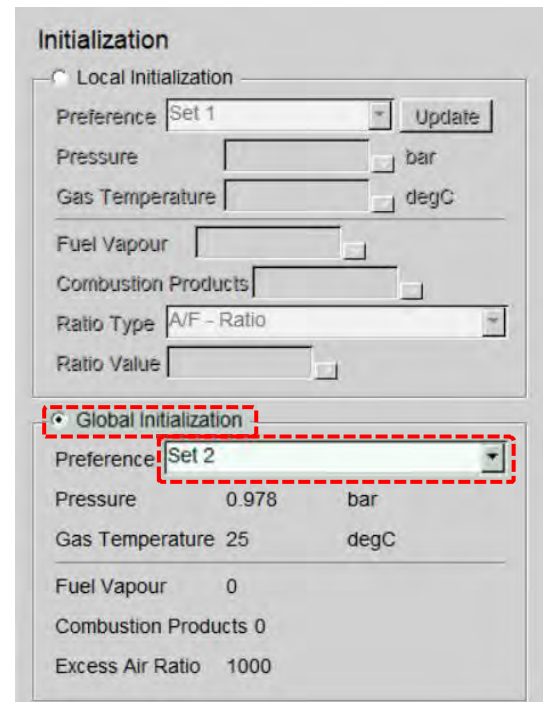


Fig. 1.61 Pipe 2 – INITIALIZATION

Pipe 3

Canalul de admisie **Pipe 3** are o construcție specială pentru a genera o mișcare de turbionare de tip swirl (vezi figura 1.55). Datele necesare pentru definire sunt (figurile 1.61 – 1.64):

General

Pipe Length	270	mm
Diameter	32	mm
Se alege opțiunea:	Bent Pipe	
Bending Radius		
Se alege opțiunea:	Table	
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.019	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Colburn	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature		
Se alege opțiunea:	Table	

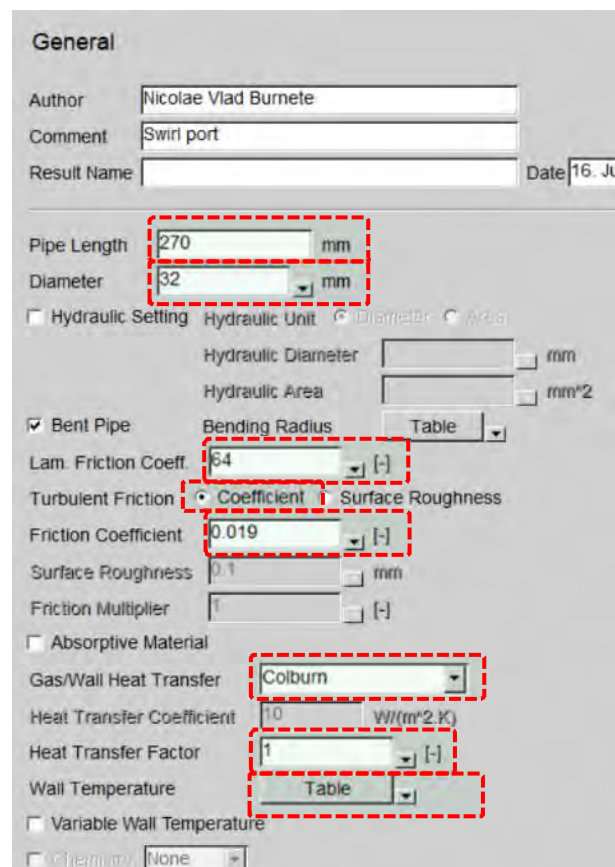


Fig. 1.62 Pipe 3 – GENERAL

Bending Radius – Table

Location (X) [mm]	Bending Radius (Y) [mm]
0	0
50	10000
105	60
145	10000
235	65
270	100

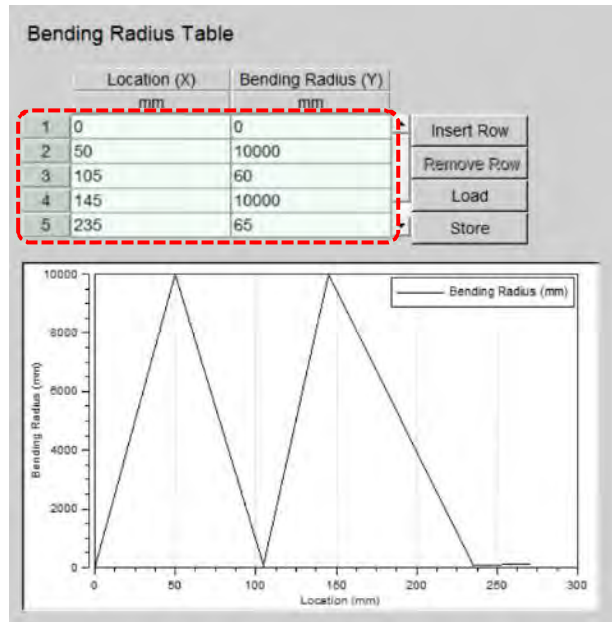


Fig. 1.63 Pipe 3 – BENDING RADIUS

Wall Temperature – Table

Location (X) [mm]	Wall Temperature (Y) [°C]
0	35
270	80

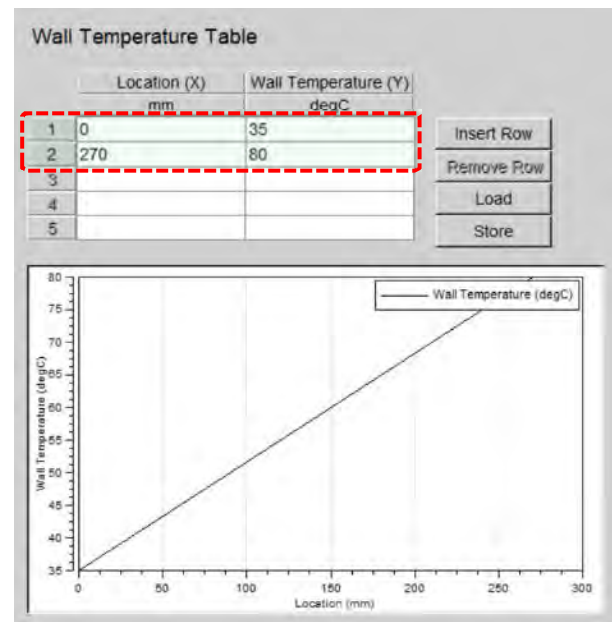


Fig. 1.64 Pipe 3 – Wall Temperature Table

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 2

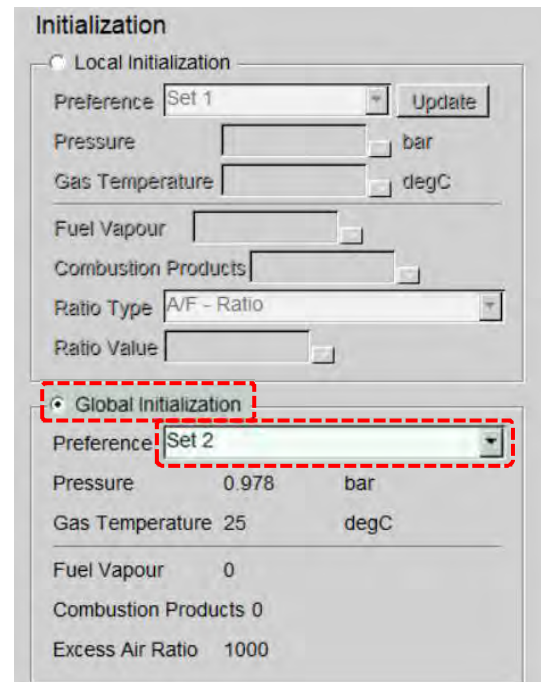


Fig. 1.65 Pipe 3 – INITIALIZATION

Pipe 4

Pentru conducta de evacuare **Pipe 4** se definesc aceleași caracterisitici ca în cazul **Pipe 2** și **Pipe 3**. Datele care trebuie introduse sunt (figurile 1.65 – 1.69):

General

Pipe Length	1050	mm
Diameter		
Se alege opțiunea	Table	
Se bifează opțiunea:	Bent Pipe	
Bending Radius		
Se alege opțiunea:	Table	
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.019	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Colburn	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature		
Se alege opțiunea:	Table	

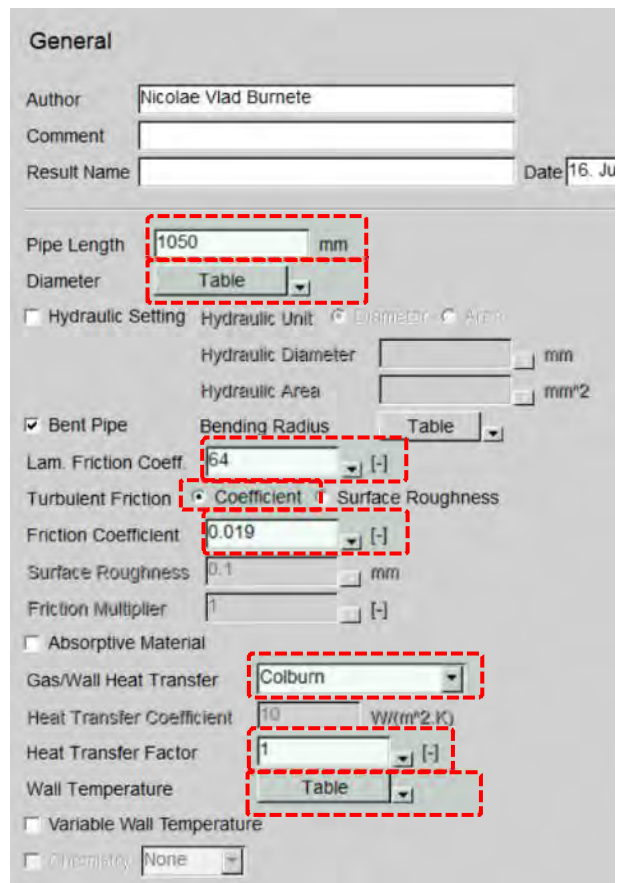


Fig. 1.66 Pipe 4 – GENERAL

Diameter – Table

Location (X) [mm]	Diameter (Y) [mm]
0	24.4
230	32
255	52
1050	52

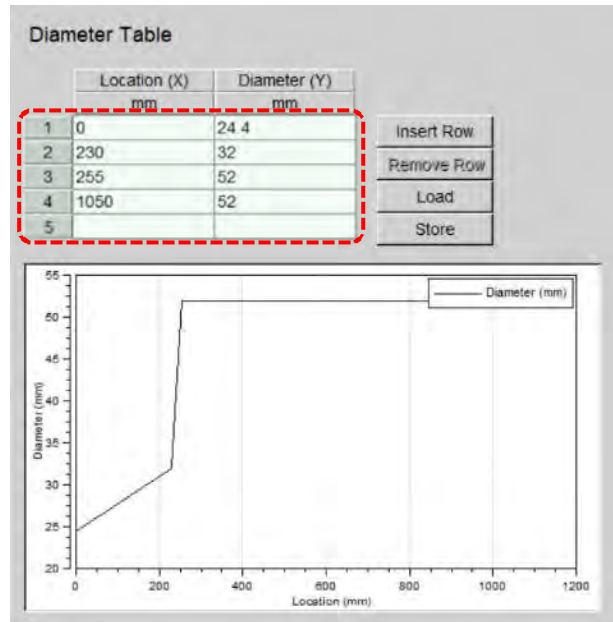


Fig. 1.67 Pipe 4 – DIAMETER TABLE

Bending Radius – Table

Location (X) [mm]	Bending Radius (Y) [mm]
0	0
10	10000
45	45
490	10000
635	65
1050	10000

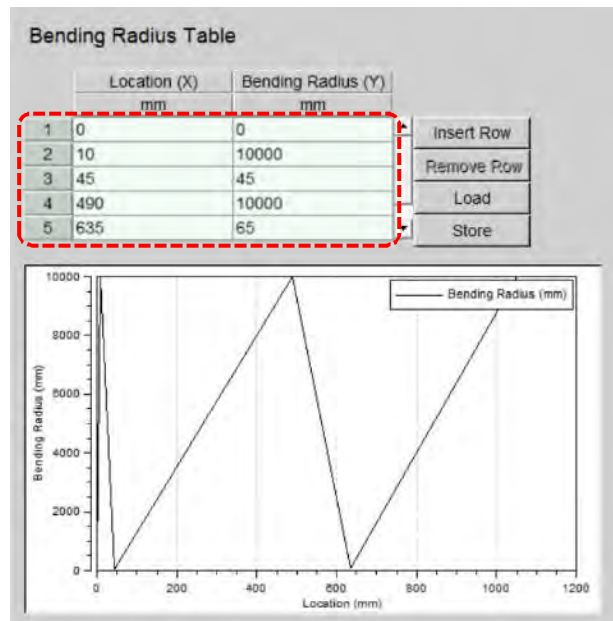


Fig. 1.68 Pipe 4 – BENDING RADIUS TABLE

Wall Temperature – Table

Location (X) [mm]	Wall Temperature (Y) [°C]
0	452
1050	350

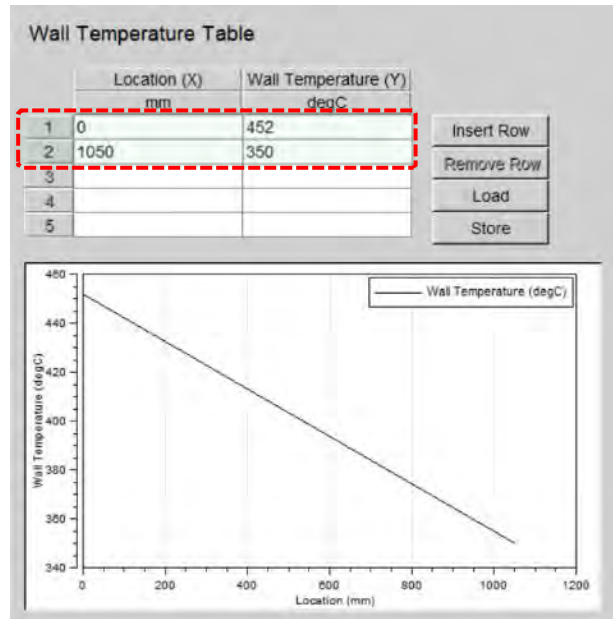


Fig. 1.69 Pipe 4 – Wall Temperature Table

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 3

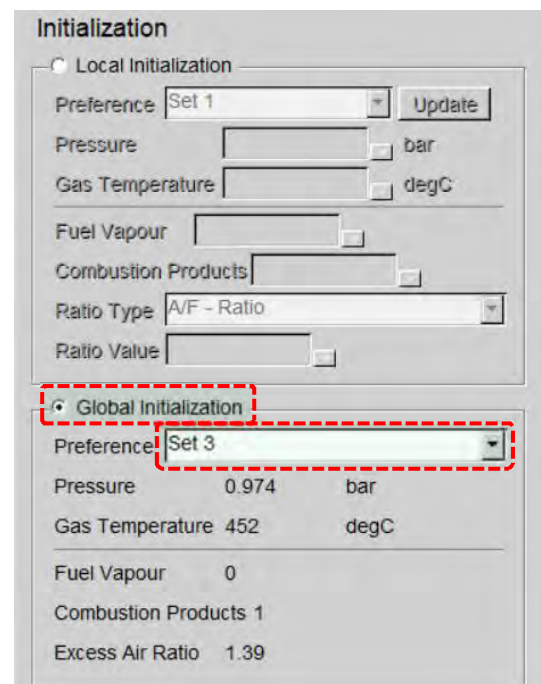


Fig. 1.70 Pipe 4 – INITIALIZATION

MEASURING POINT

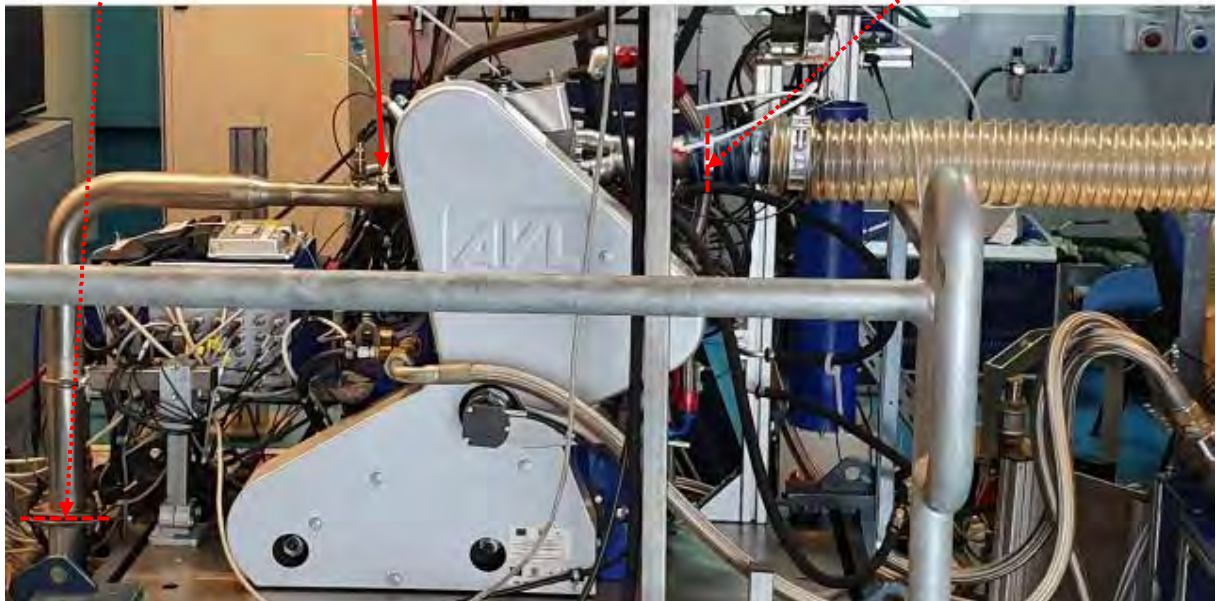
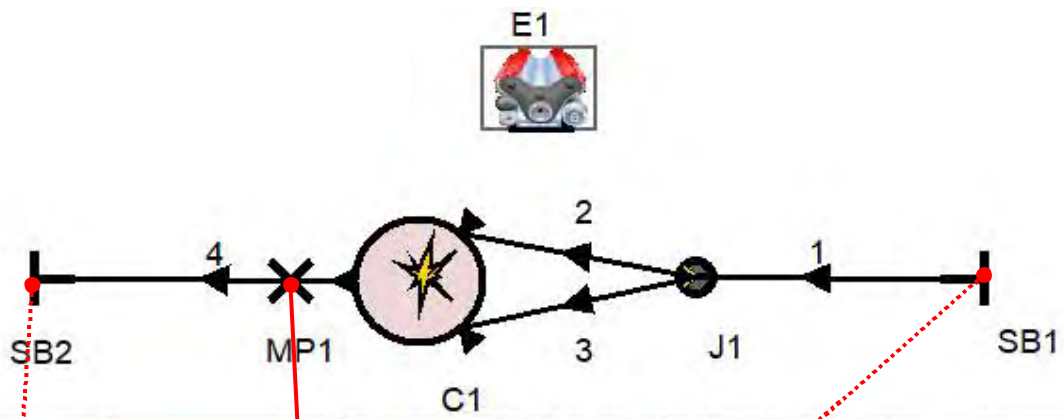
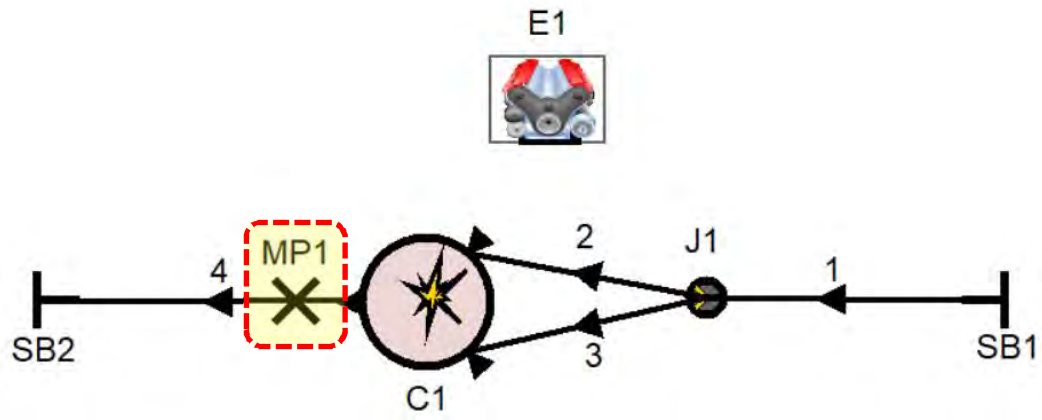


Fig. 1.71 Measuring Point – Corespondența dintre punctul de măsurare din model și punctul real de măsurare

Punctele de măsurare (Fig. 1.70) se utilizează pentru monitorizarea valorilor în anumite locații, în care, pentru motorul real sunt instalați senzori de măsurare a unor mărimi precum presiunea, temperatura, concentrația de gaze etc. Valorile obținute prin intermediul acestor elemente pot fi utilizate pentru validarea modelului. Locațiile punctelor de măsurare sunt definite conform figurii 1.71.

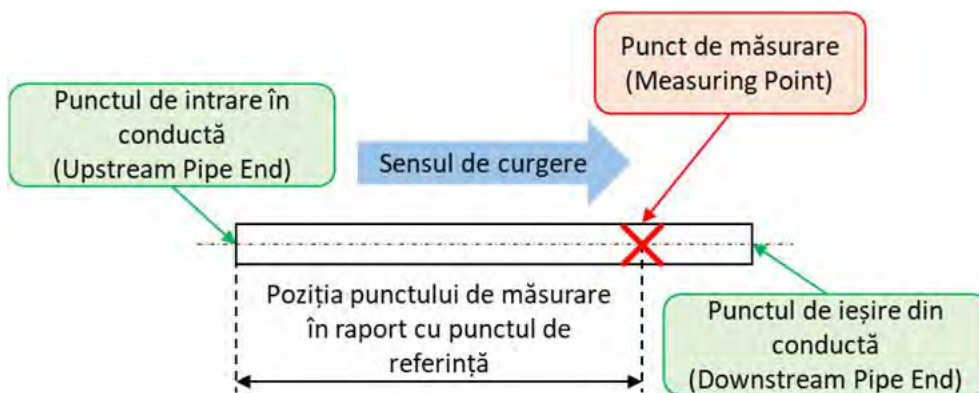


Fig. 1.72 Poziția punctului de măsurare (Measuring Point) în raport cu punctul de ieșire din conductă

MP1

General

Punctul de măsurare MP1 este localizat în conducta 4 (lungime 1.05 m).

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End	150	mm
Output Extent	Se alege opțiunea: Extended	

General

Author: Demo

Comment:

Result Name: Date: 14. Jul 2020 0

Located in Pipe 4 (length 1.05 m)

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End: 150 mm

Output Extent:

Standard

Extended

Fig. 1.73 MP1 – GENERAL

RUN SIMULATION



Simularea poate fi pornită din meniul **Simulation – Run**. După accesarea **Run Simulation**, se pot bifa unul sau mai multe cazuri de simulare (**Case**), iar din **Tasks** se poate opta pentru crearea de seturi de date (**Creation of Series Results**) rezultate în urma procesului de simulare (figura 1.73).

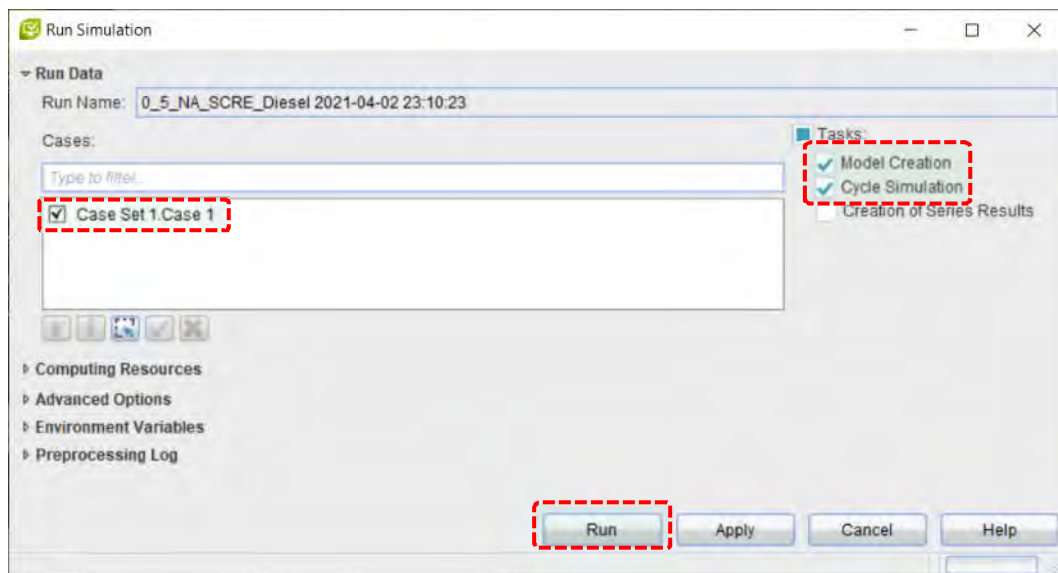


Fig. 1.74 Run Simulation

După pornirea procesului de simulare, se va deschide automat fereastra care va monitoriza și indica permanent starea acestui proces (**Simulation Status**) (figurile 1.74 și 1.75). Sfârșitul procesului de simulare este semnalizat în coloana **Status** prin mesajul **completed**. În situația în care simularea nu a reușit, în coloana status va apărea mesajul **failed**.

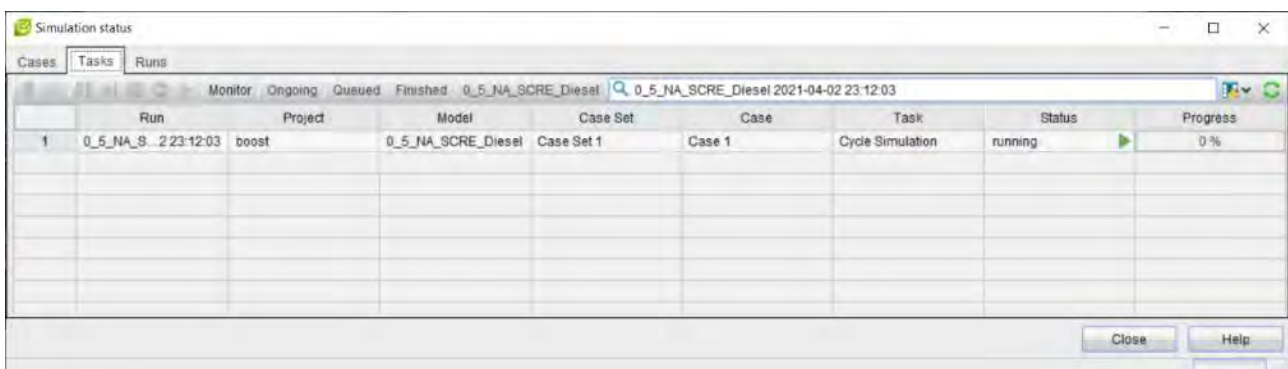


Fig. 1.75 Simulation Status - Running

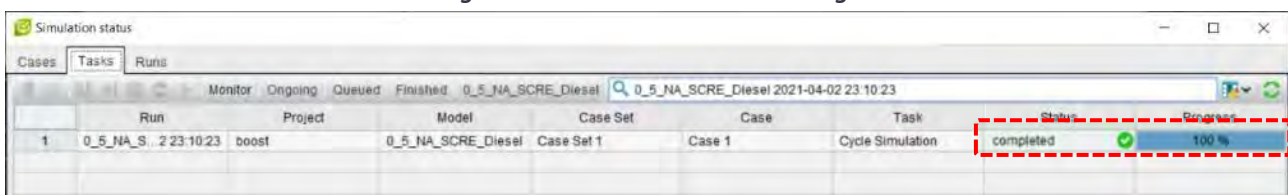


Fig. 1.76 Simulation Status - Completed

1.2. Vizualizarea și prelucrarea datelor rezultate din simulare

Ținând cont de complexitatea fenomenelor care apar la simularea motoarelor cu ardere internă, software-ul AVL Boost™ oferă diferite posibilități de postprocesare a datelor. În continuare sunt prezentate succint **Summary** și **Impress chart** (Fig. 1.76).

Înainte de a începe o analiză detaliată a rezultatelor se recomandă să se verifice dacă există erori de convergență a calculului (în **Messages**), respectiv dacă s-a atins regimul staționar (în **Transients**).

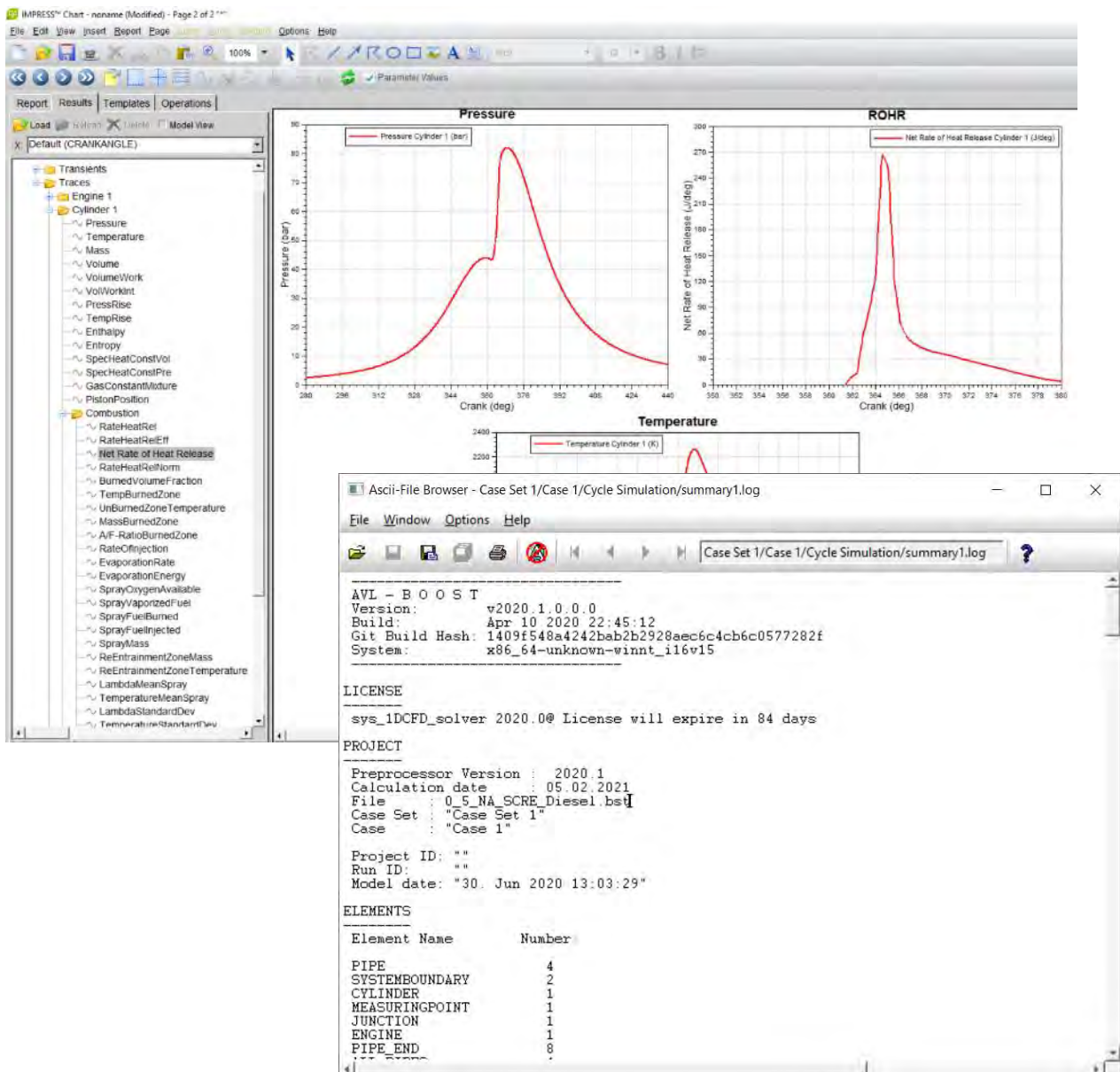


Fig. 1.77 Exemple de vizualizare a rezultatelor simulării

SUMMARY



Summary permite o analiză a datelor globale de performanță a motorului. Mai precis, pentru **Summary** se înregistrează un sumar al rezultatelor calculelor alături de informații despre modelul de calcul și de condițiile la limită utilizate. Volumul de informații prezentat depinde de complexitatea modelului și a simulării. În continuare este prezentat conținutul **Summary** pentru motorul monocilindric Diesel analizat.

ELEMENTS

În categoria **ELEMENTS** sunt indicate toate elementele care apar în model, respectiv numărul fiecăruia. Spre exemplu, pentru modelul analizat există 1 cilindru (**CYLINDER**), 4 conducte (**PIPE**), 2 limite (**SYSTEMBOUNDARY**) etc. (Fig. 1.77).

ELEMENTS	

Element Name	Number
PIPE	4
SYSTEMBOUNDARY	2
CYLINDER	1
MEASURINGPOINT	1
JUNCTION	1
ENGINE	1
PIPE_END	8
ALL_PIPES	4
ALL_BOUNDARIES	2
ALL_PIDS	1
PIPE_VAR_WALL_TEMP	4

Fig. 1.78 SUMMARY – Elements

GLOBAL DATA

GLOBAL DATA include informații privind turația motorului (**Engine Speed**), durata simulării (exprimată prin numărul de cicluri – **Cycles calculated** și numărul de °RAC – **Max. calc. period**), presiunea și temperatura de referință (**Ref. pressure** și **Ref. temperature**), caracteristicile combustibilului etc. (Fig. 1.78).

GLOBAL DATA			

Engine Speed :	2000	rpm	Gas properties: Variable
Calculationmode:	BOOST	Single	Gasproperties File: DIESEL.BGP
Cycle Duration:	720	degrees	bgp_build_version: v2013.0.0.0.0
Max. calc. period:	10800	degrees	bgp_build_host: boosthost
Cycles calculated:	15	cycles	bgp_build_user: boost
Calc. time steps:	0.55578	degrees (max)	bgp_build_date: #####
	0.4855	degrees	bgp_build_time: 08:00:00
	0.04046	ms	Lower calorific: 4.30E+07
Traces results step:	0.1	degrees	Stoic. A/F-ratio: 14.7
User concentrations:	0		
Ref. pressure:	100000	Pa	Warnings: 0
Ref. temperature:	298	K	Convergence errors: 0

Fig. 1.79 SUMMARY – Global Data

PIPES

Categoria **PIPES** pune în evidență date privind conductele introduse în model precum discretizarea (exprimată prin **Cells** și **Cell size**), transferul termic, curgerea și volumul (Fig. 1.79).

PIPES

Total number of pipe cells: 69

Pipe nr.	Cells	Cell size [mm]	W.Heat [kJ]	Wall T [K]	Fric. coeff. [-]	Lam. Fric. Coeff. [-]	Heat Factor [-]	Volume [dm3]
1	7	25.9	0	303.74	0.019		64	1 0.494241
2	9	24.4	0.003	330.65	0.019		64	1 0.176934
3	11	24.5	0.003	330.65	0.019		64	1 0.217147
4	42	25.4	-0.047	673.4	0.019		64	1 1.902427

Fig. 1.80 SUMMARY – Elements

MEASURINGPOINTS

Measuring Points se utilizează pentru a obține informații detaliate în anumite locații ale unei conducte și nu doar valori medii pe întreaga conductă (Fig. 1.80). În acest caz s-a optat pentru un singur punct virtual de măsurare, care să permită compararea datelor obținute din simulare cu datele obținute experimental în aceeași poziție.

MEASURINGPOINTS:		Average	Values					
Mp. nr.	Pipe nr.	Location [mm]	Diameter [mm]	Pressure [bar]	Temp. [K]	Ms.Temp. [K]	Velo. [m/s]	
	1	4	900	52	0.9807	731.5	719	7.8
		Massflow [g/s]	Massflow [g/cycle]	To.Ent.f. [kJ/s]	To.Ent.f. [kJ/cyc.]	Mach. [-]	Wtemp. [K]	Converg. [-]
		7.9263	0.4756	3.71	0.2226	0.01	637.7	1.23E-06

Fig. 1.81 SUMMARY – Measuring Points

SYSTEM BOUNDARIES

SYSTEM BOUNDARIES reprezintă limitele sistemului termodinamic analizat. Pentru acestea sunt specificate informații (Fig. 1.81) privind conducta la care sunt conectate (**Pipe Nr.**) și debitul masic (**Mass flow**).

SYSTEMBOUNDARIES

Attachments

Type	Nr.	Pipe Nr.	Mass flow [g/cycle]
SYSTEMBOUNDARY	1	1	0.5037
SYSTEMBOUNDARY	2	4	0.4753

Fig. 1.82 SUMMARY – System Boundaries

CYLINDERS

În categoria **CYLINDERS** sunt incluse toate informațiile care vizează procesele care au loc în cilindrul motorului (Fig. 1.82). În cazul în care motorul este policilindric sunt prezentate informații despre fiecare cilindru în parte. Deoarece motorul analizat este monocilindric sunt furnizate date doar pentru **Cyl.1**. În continuare este prezentată succint fiecare subcategorie.

CYLINDERS: Average Values

	Total Engine	Cyl. 1
Firing TDC [deg]		360
Bore [mm]		85
Stroke [mm]		90
Conrod. [mm]		138
Piston pin offset [mm]		0.55
Swept Vol. [l]	0.5107	0.5107
Dyn. Comp. ratio [-]		16.28

Fig. 1.83 SUMMARY – Cylinders: Average Values

Combustion Data

Această subgrupă conține informații privind procesul de ardere (Fig. 1.83):

- ▶ momentul (în °RAC) de început al procesului de ardere (**Comb. start**)
- ▶ presiunea maximă din cilindru și unghiul la care apare (**Peak Fir. Pres. at Crankangle**)
- ▶ viteza maximă de creștere a presiunii și unghiul la care apare (**Peak Pres. Rise at Crankangle**)
- ▶ temperatura maximă din cilindru și unghiul la care apare (**Peak Fir. Temp. at Crankangle**)
- ▶ etc.

Combustion Data:

		AVL-MZCM
Combustion Char.		
Comb.start [deg]		2.07
Peak Fir.Pres. [bar]	81.46	81.46
at Crankangle [deg]	8.76	8.76
Peak Pres.Rise[bar/deg]	19.71	19.71
at Crankangle [deg]	5.16	5.16
Peak Fir. Temp. [K]	2263.27	2263.27
at Crankangle [deg]	16.51	16.51
Peak T_burned [K]	2456.31	2456.31
at Crankangle [deg]	9.28	9.28
Res. Gascompr. [bar]	1.23	1.23
at Crankangle [deg]	297.89	297.89
Evaporation Energy [kJ]	0	0

Fig. 1.84 SUMMARY – Cylinders – Combustion Data

Emissions

Valorile de emisii prezentate depind de modelul de ardere ales. În acest caz sunt furnizate informații privind emisiile de **NO_x**, **CO** și funingine (**Soot**) în diverse unități de măsură (Fig. 1.84).

Emissions (Classic Species Transport):

NOx: Calculated based on MTZ 34 1973 (12).
 CO: Calculated based on SAE 2002-01-0006.
 SOOT: Calculated based on MTZ 37377 (63).

NOX [g/kWh]	15.10597	15.10597
NOX [g/h]	67.592737	67.59274
NOX [ppm]	2060.36	2060.36
CO [g/kWh]	0.166058	0.166058
CO [g/h]	0.743037	0.743037
CO [ppm]	24.26	24.26
Soot [g/kWh]	0.107672	0.107672

Fig. 1.85 SUMMARY – Cylinders – Emissions

Performance

În subcategoria **Performance** sunt incluse informații privind parametri indicați și efectivi precum (Fig. 1.85):

- ▶ presiunea medie indicată/efectivă (**IMEP, BMEP**)
- ▶ consumul specific indicat/efectiv (**ISFC, BSFC**)
- ▶ randamentul indicat (**Indicated Eff.**)
- ▶ etc.

Performance:

Rel. to Ave. [-]	1	
IMEP Exh. [bar]	-1.1351	-1.1351
IMEP Int. [bar]	0.9574	0.9574
IMEP Gasex. [bar]	-0.1777	-0.1777
IMEP HP [bar]	8.4346	8.4346
BMEP [bar]	5.2569	5.2569
AMEP;SMEP [bar]	0	0
ISFC [g/kWh]	207.453	207.453
Rel. to Ave. [-]	1	
ISFC (tr.f.) [g/kWh]	207.453	207.453
BSFC [g/kWh]	325.8413	325.8413
Indicated Eff. [-]	0.4036	0.4036
Iso vol. comb. Eff [-]	0.9609	0.9609
Polytropic Coeff. [-]	1.3518	

Fig. 1.86 SUMMARY – Cylinders – Performance

Fuel Mass Balance

Fuel Mass Balance furnizează informații privind cantitatea de combustibil introdusă și reținută în cilindru (Fig. 1.86).

Fuel Mass Balance:

Inj. Fuelmass [g]	0.0243	0.0243
Asp.Trap. Fuelmass [g]	0	0
Fuelmassfl.(A+l) [g/s]	0.405	0.405
Fuelmass tot.trap. [g]	0.0243	0.0243
Trapped Fuelm.fl.[g/s]	0.405	0.405
Trapp. Eff. Fuel [-]	1	1

Fig. 1.87 SUMMARY – Cylinders – Fuel Mass Balance

Energy Balance Cylinder

Subcategoria **Energy Balance Cylinder** conține informații privind bilanțul energetic al cilindrului, respectiv (Fig. 1.87):

- ▶ cantitatea de energie conținută în masa de combustibil injectată (**Fuel Energy**)
- ▶ cantitatea de energie rezultată în urma arderii (**Released Energy**)
- ▶ procentul de energie utilă (**Brake Power**)
- ▶ pierderile de energie (**Loss**)
- ▶ etc.

Energy Balance Cylinder:

Fuel Energy [kJ]	1.10258	1.10258
Released Energy [kJ]	1.04376	1.04376
-> Brake Power [%]	25.722	25.722
-> Loss: Friction [%]	14.679	14.679
-> Loss: Piston [%]	9.969	9.969
-> Loss: Head [%]	7.687	7.687
-> Loss: Liner [%]	6.069	6.069
-> Loss: Int. Port [%]	-0.324	-0.324
-> Loss: Exh. Port [%]	3.795	3.795
-> Loss: Exh. Gas [%]	26.05	26.05
Eff. Rel. Energy [kJ]	1.04376	1.04376
Gross Rel. Energy [kJ]	1.04376	1.04376
Eff.Gross Rel.Ener.[kJ]	1.04376	1.04376
Energy Balance [-]	1	1
Eff. Energy Balance [-]	1	1

Fig. 1.88 SUMMARY – Cylinders – Energy Balance Cylinder

Blowby

Blowby reprezintă scăpările de gaze din cilindru înspre carter (Fig. 1.88). Compararea acestor date cu cele experimentale permite estimarea masei din cilindru în fiecare moment și astfel a celorlalte mărimi care depind de masa de agent de lucru (spre exemplu, temperatura).

Blowby:

Blowbymass [g]	-0.05248	-0.05248
Blowbymassfl. [g/s]	-0.874672	-0.87467
Blowby Heat Flow [kJ]	-0.069834	-0.06983

Fig. 1.89 SUMMARY – Cylinders – Blowby

Reference Values at Start of High Pressure

Subgrupa **Reference Values at Start of High Pressure** conține informații privind condițiile din cilindru la închiderea supapelor de admisie (= începutul ciclului de înaltă presiune) (Fig. 1.89). Aceste informații sunt necesare ulterior pentru validarea modelului de simulare cu datele experimentale.

Reference Values at Start of High Pressure:

Pressure at SHP[bar]	1.0358	1.0358
Temperature [K]	361.37	361.37
Air Massfl. [g/s]	8.414044	8.414044
Fuel Massfl. [g/s]	0.405	0.405
Trapp. Eff. Air [-]	1	1
Trapp. Eff.Fuel [-]	1	1
A/F-Ratio (Cmb.) [-]	20.27	20.27
Excess Air Ratio [-]	1.3791	1.3791

Fig. 1.90 SUMMARY – Cylinders – Reference Values at Start of High Pressure

Reference Values at Start of Combustion

Reference Values at Start of Combustion conține valorile de presiune și temperatură din cilindru de la începutul procesului de ardere (Fig. 1.90).

Reference Values at Start Of Combustion:

Pressure [bar]	39.9167	39.9167
Temperature [K]	956.1	956.1

Fig. 1.91 SUMMARY – Cylinders – Reference Values at Start of Combustion

Residual Gas

În subgrupa **Residual Gas** sunt înregistrate informații privind conținutul de gaze arse reziduale al cilindrului (**Res. gas content**, **Res. gas mass at SHP**, **Res. gas aspirated IN** etc.) și proveniența acestora (**External EGR**, **Internal EGR** etc.) (Fig. 1.91).

Residual Gas:

Res.gas content [-]	0.0284	0.0284
External EGR [-]	0	0
Internal EGR [-]	0.0284	0.0284
Com.Prod.Mass. at EO [g]	0.492336	0.492336
Res.gas mass at SHP [g]	0.01477	0.01477
Res.gas aspirated IN [g]	0	0
Res.gas from intake [g]	0	0
Rel. to Total [-]	0	0
Res.gas flow EX [g]	0.475507	0.475507
Res.gas from exhaust [g]	0.000315	0.000315
Rel. to Total [-]	0.0213	0.0213

Fig. 1.92 SUMMARY – Cylinders – Residual Gas

Gas Exchange

Gas Exchange conține informații privind schimbul de gaze din cilindru (Fig. 1.92):

- ▶ coeficientul de umplere (**Volumetric Eff.**)
- ▶ masa de totală din cilindru la ÎSA (**Total Mass at SHP**)
- ▶ cifra Swirl (**Dyn. Swirl**)
- ▶ cifra Tumble (**Dyn. Tumble**)
- ▶ etc.

Gas Exchange:		

Volumetric Eff. [-]	0.8457	0.8457
Rel. to Ave. [-]	1	
Total Mass at SHP[g]	0.5196	0.5196
Mass Delivered [g]	0.50371	0.50371
Mass Delivered [g/s]	8.39511	8.39511
Delivery Ratio [-]	0.8438	0.8438
Rel. to Ave. [-]	1	
Av.Airmass at SHP[g]	0.5084	0.5084
Air Delivered [g]	0.50484	0.50484
Air Delivered [g/s]	8.41404	8.41404
Airdeliveryratio [-]	0.8457	0.8457
Rel. to Ave. [-]	1	
Airmass Trapped [g]	0.50484	0.50484
Airmass Trapped [g/s]	8.41404	8.41404
Trapp. Eff. Air [-]	1	1
Rel. to Ave. [-]	1	
Airpurity [-]	0.9785	0.9785
Dyn. Swirl [-]	0.413	0.413
Dyn. Tumble [-]	0	0

Fig. 1.93 SUMMARY – Cylinders – Gas Exchange

Wall Heatlosses

Datele privind transferul termic prin pereți și temperaturile pieselor (**Piston, Cylinderhead, Cylinderliner, Sum of Wallheat** etc.) sunt prezentate în subgrupa **Wall Heatlosses** (Fig. 1.93).

Wall Heatlosses:		

Piston [kJ]	-0.1041	-0.1041
Piston Temperature [K]	536.07	
Cylinderhead [kJ]	-0.08024	-0.08024
Head Temperature [K]	514.42	
Cylinderliner [kJ]	-0.06335	-0.06335
LinerTDC Temperature [K]	419.09	
LinerBDC Temperature [K]	363	
Sum of Wallheat [kJ]	-0.24764	-0.24764
Wall Heatlosses in High Pressure Phase:		
Piston HP [kJ]	-0.10315	-0.10315
Cylinderhead HP [kJ]	-0.07868	-0.07868
Cylinderliner HP [kJ]	-0.0438	-0.0438
Sum of Wallheat HP	-0.22563	-0.22563
Wall Heatlosses Related to Heatinput:		
Piston [-]	-0.0996	-0.0996
Cylinderhead [-]	-0.0768	-0.0768
Cylinderliner [-]	-0.0606	-0.0606
Sum of Wallheat [-]	-0.237	-0.237
M. Eff. HTC [W/m ² /K]	347.14	347.14
M. Eff. Temp. [K]	1190.46	1190.46

Fig. 1.94 SUMMARY – Cylinders – Wall Heatlosses

Reference Values at EO

În subgrupa **Reference Values at EO** sunt înregistrate datele privind valorile de referință de la deschiderea supapelor de evacuare, respectiv presiunea, temperatura, raportul aer-combustibil (**A/F-Ratio**), fracțiunea de produși de ardere (**Com. Prod. Conc.**) și concentrația de combustibil (**Fuel Concentr.**) (Fig. 1.94).

Reference Values at EO:

Pressure [bar]	2.96	2.96
Temperature [K]	1109.9	1109.9
A/F-Ratio [-]	19.74	19.74
Com.Prod.Conc. [-]	0.99992	0.99992
Fuel Concentr. [-]	0	0

Fig. 1.95 SUMMARY – Cylinders – Reference Values at EO

Average Values of Pipeattachements

Average Values of Pipeattachements conține informații privind interacțiunea (debit masic, transfer termic, cifra swirl) dintre cilindru și conductele conectate la acesta (admisie, evacuare). Suplimentar, sunt incluse și informații privind fazele distribuției (Fig. 1.95).

Average Values of Pipeattachements:

Attached Pipe	2
Vlv/Prt.Op.Clr.0mm[deg]	345
Vlv/Prt.Op.Eff.0mm[deg]	356.45
Vlv/Prt.Op.Eff.1mm[deg]	371.18
Vlv/Prt.Op.Udef.mm[deg]	356.45
Vlv/Prt.Cl.Clr.0mm[deg]	579
Vlv/Prt.Cl.Eff.0mm[deg]	569.25
Vlv/Prt.Cl.Eff.1mm[deg]	554.08
Vlv/Prt.Cl.Udef.mm[deg]	569.25
Cam Phasing [deg]	0
Massflow [g/cycle]	0.246632
Wallheat [kJ/cycle]	0.001434
rel.to Heatinp.[-]	0.0014
Swirl Entry [-]	0
Attached Pipe	3
Vlv/Prt.Op.Clr.0mm[deg]	345
Vlv/Prt.Op.Eff.0mm[deg]	356.45
Vlv/Prt.Op.Eff.1mm[deg]	371.18
Vlv/Prt.Op.Udef.mm[deg]	356.45
Vlv/Prt.Cl.Clr.0mm[deg]	579
Vlv/Prt.Cl.Eff.0mm[deg]	569.25
Vlv/Prt.Cl.Eff.1mm[deg]	554.08
Vlv/Prt.Cl.Udef.mm[deg]	569.25
Cam Phasing [deg]	0
Massflow [g/cycle]	0.257075
Wallheat [kJ/cycle]	0.001949
rel.to Heatinp.[-]	0.0019
Swirl Entry [-]	0.8416
Attached Pipe	4
Vlv/Prt.Op.Clr.0mm[deg]	147
Vlv/Prt.Op.Eff.0mm[deg]	158.45
Vlv/Prt.Op.Eff.1mm[deg]	173.18
Vlv/Prt.Op.Udef.mm[deg]	158.45
Vlv/Prt.Cl.Clr.0mm[deg]	381
Vlv/Prt.Cl.Eff.0mm[deg]	371.25
Vlv/Prt.Cl.Eff.1mm[deg]	356.08
Vlv/Prt.Cl.Udef.mm[deg]	371.25
Cam Phasing [deg]	0
Massflow [g/cycle]	0.475546
Wallheat [kJ/cycle]	-0.03961
rel.to Heatinp.[-]	-0.0379
Swirl Entry [-]	0

Fig. 1.96 SUMMARY – Cylinders – Average Values of Pipeattachements

JUNCTIONS

În subgrupa **Junctions** sunt prezentate informații privind debitele masice prin conductele conectate la joncțiuni (Fig. 1.96).

JUNCTIONS: Average Values

Junction	1	Attached pipe 1:	-0.5037 g/cycle
		Attached pipe 2:	-0.2466 g/cycle
		Attached pipe 3:	-0.2571 g/cycle

Fig. 1.97 SUMMARY – Junctions

OVERALL ENGINE PERFORMANCE

Grupa **Overall Engine Performance** conține informațiile necesare despre performanțele motorului (Fig. 1.97), respectiv:

- ▶ momentul indicat/efectiv (**Indicated/Effective Torque**)
- ▶ puterea indicată/efectivă (**Indicated/Effective Power**)
- ▶ momentul specific indicat/efectiv (**Indicated/Effective Specific Torque**)
- ▶ puterea specifică indicată/efectivă (**Indicated/Effective Specific Power**)
- ▶ momentul pierdut prin frecare (**Friction Torque**)
- ▶ puterea pierdută prin frecare (**Friction Power**)

OVERALL ENGINE PERFORMANCE:

=====

Indicated Torque :	33.56	Nm		Indicated Specific Torque :	65.71	Nm/l	
Indicated Power :	7.03	kW,	9.56	PS	Indicated Specific Power :	13.76	kW/l, 18.71 PS/l
Friction Torque :	12.19	Nm		Friction Power :	2.55	kW	
Effective Torque :	21.36	Nm		Effective Specific Torque :	41.83	Nm/l	
Effective Power :	4.47	kW,	6.08	PS	Effective Specific Power :	8.76	kW/l, 11.91 PS/l

Fig. 1.98 SUMMARY – Overall Engine Performance

IMPRESS Chart



Impress Chart este un utilitar destinat postprocesării datelor. Mai precis **Impress Chart** se utilizează pentru afișarea rezultatelor simulării prin intermediul:

- ▶ **Traces** – analiza în funcție de unghiul de rotație al arborelui cotit,
- ▶ **Transients** – analiza în funcție de ciclul de calcul (se utilizează pentru a verifica atingerea regimului staționar),
- ▶ **Acoustic** – analiză acustică,
- ▶ **Series Results** – analiza rezultatelor unui calcul tip **Case-series** (combinarea rezultatelor obținute pentru mai multe cazuri cu scopul de a permite observarea, spre exemplu, a caracteristicii de turație).

Pentru a accesa **Impress Chart** din AVL Boost™ click pe **Show Results** ().

În figura 1.98 sunt prezentate rezultatele simulării modelului de motor monocilindric diesel cu umplere normală.

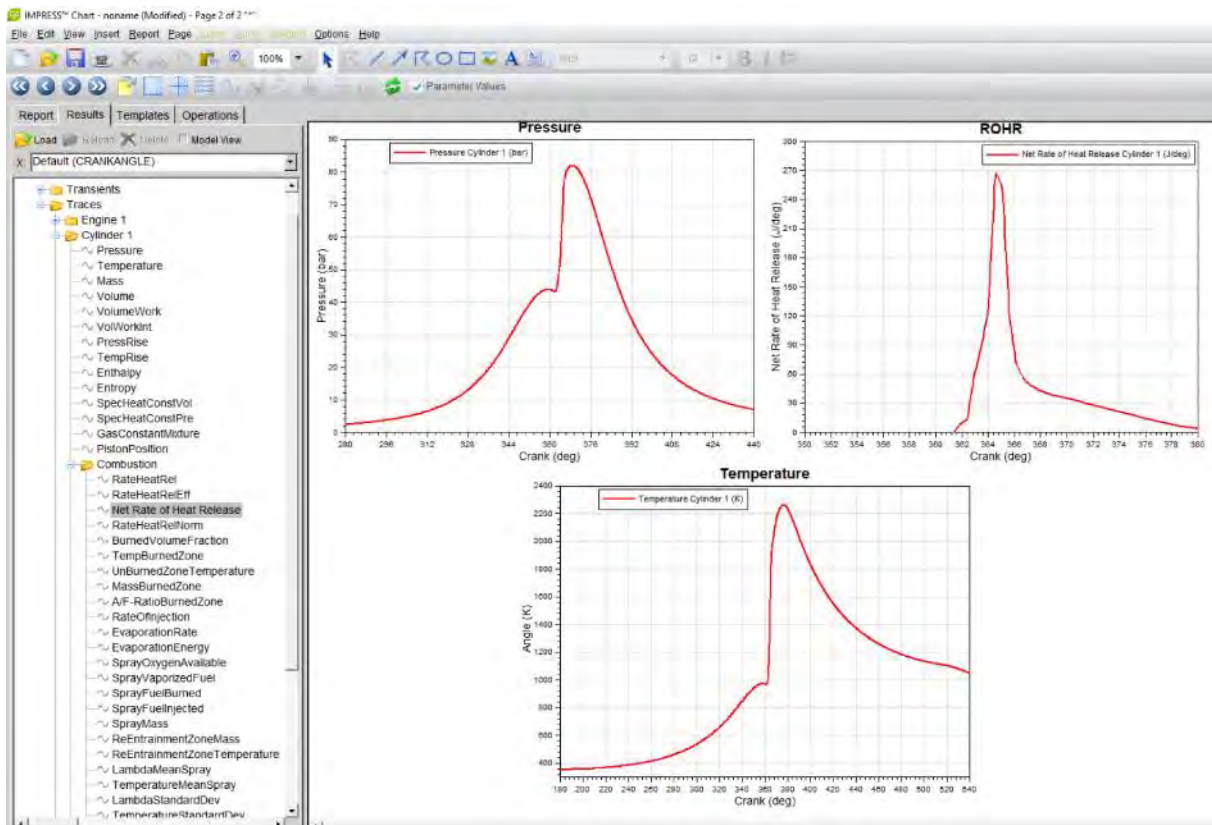


Fig. 1.99 Impress Chart – Pressure, Temperature, ROHR traces

1.3. Validare

Validarea modelului de simulare presupune o bună concordanță între rezultatele obținute în urma calculului și datele experimentale pentru mai multe mărimi. În cazul analizei procesului de ardere, mărimile considerate pentru validare sunt: presiunea din cilindru, temperatura din cilindru, viteza de degajare a căldurii și emisiile poluante.

În figura 1.99 sunt prezentate comparativ rezultatele obținute prin simulare și cele experimentale pentru cazul analizat. Curbele cu roșu reprezintă valorile obținute prin simulare (înainte de calibrarea modelului), iar cele cu linie punctată valorile obținute experimental. Dintre mărimile experimentale utilizate pentru validare, se măsoară direct doar presiunea din cilindru și emisiile poluante, în timp ce temperatura și viteza de degajare a căldurii se determină în urma analizei termodinamice a curbei de presiune. Prin urmare, valoarea absolută a acestora din urmă depinde de precizia modelului de analiză utilizat.

Pentru validarea modelului de simulare este necesară o calibrare a parametrilor/factorilor de corecție utilizați. În acest scop se parcurg următoarele etape [2]:

- 1) potrivirea curbei de presiune (din cilindru) obținută prin calcul cu cea obținută la funcționarea motorului în regim antrenat;
- 2) calibrarea modelului de ardere;
- 3) calibrarea modelului de emisii poluante.

Uzual, între curba măsurată și cea calculată apar diferențe, motiv pentru care este necesară potrivirea lor. În general, acest lucru se realizează pentru funcționarea motorului în regim antrenat.

În acest scop se estimează presiunea la începutul procesului de comprimare (ÎSA), iar apoi, curba măsurată este adusă la aceeași valoare absolută. În continuare, potrivirea celor două curbe depinde de informațiile privind mărimile termodinamice de stare din cilindru la începutul ÎSA (temperatură, presiune, masă, compoziție) și de principalii parametrii geometrici ai motorului (raport de comprimare, poziția exactă a PMS). Informații privind estimarea condițiilor din cilindru sunt sintetizate în Eriksson și Thomasson [3].

Analiza rezultatelor inițiale pune în evidență o serie de diferențe între rezultatele obținute prin simulare și cele obținute experimental. Pentru optimizare (valabil pentru modelul de ardere ales) se vor aplica următorii pași [4]:

1. potrivirea momentului de începere a procesului de ardere (momentul autoaprinderii) prin intermediul factorului de corecție **Ignition Delay Multiplier** – creșterea valorii factorului de corecție va avea ca rezultat o creștere a întârzierii la autoaprindere (valori limită: 1.75 – 3.5);
2. corectarea cantității de combustibil evaporată în perioada întârzierii la autoaprindere prin intermediul factorului de corecție **Evaporation Heat Transfer** – creșterea valorii factorului de corecție va avea ca rezultat o creștere a vitezei de evaporare (valori limită: 0.1 – 5);
3. corectarea cantității de oxigen din amestec prin intermediul **Air Entrainment** (valori limită: 0.25 – 1) și **Re-Entrainment** (valori limită: 0 – 1).

Denumirile utilizate sunt valabile pentru modelul de ardere **AVL MZCM** (Fig. 1.100). Pentru alte modele factorii de corecție pot avea alte denumiri, alte intervale de valori, respectiv pot influența alte mărimi.

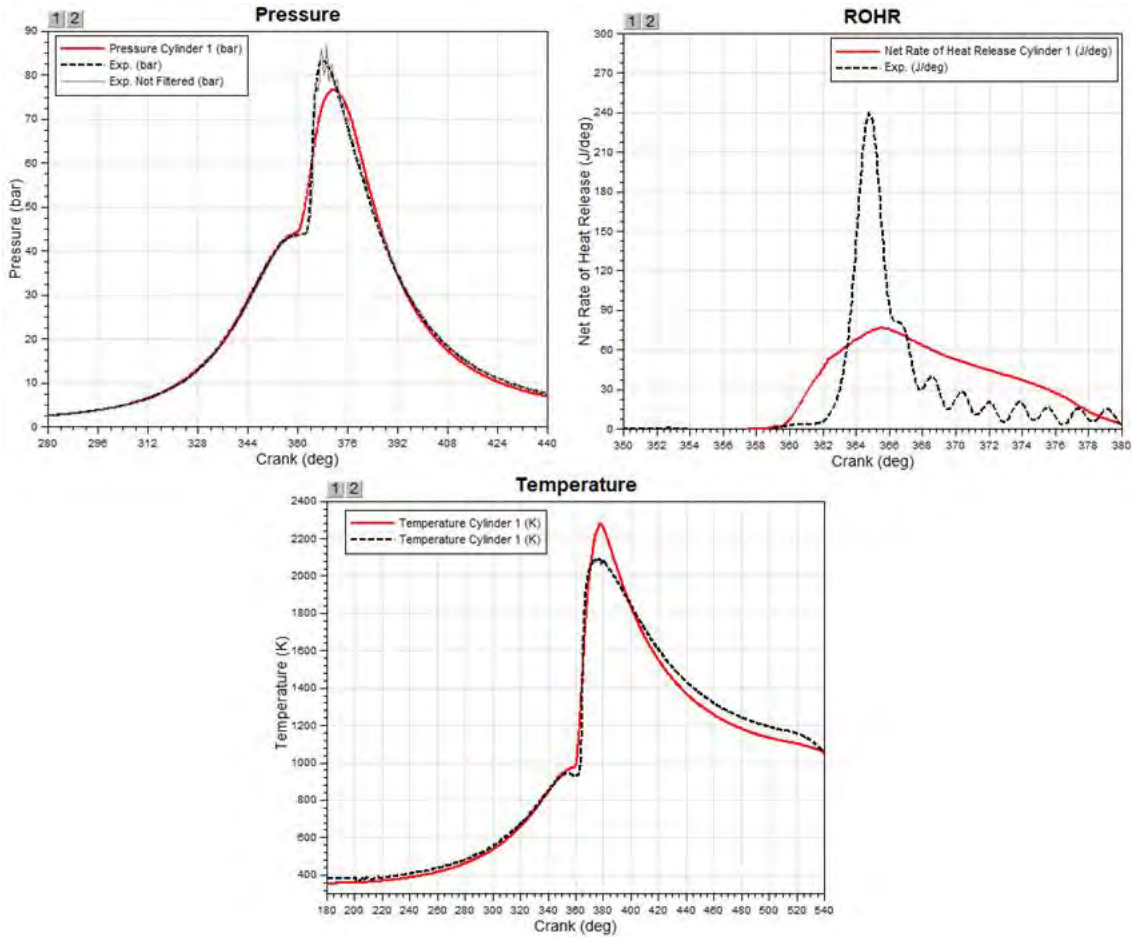


Fig. 1.100 Comparație experimental-simulare – înainte de optimizarea modelului

Rezultatele obținute după optimizare sunt prezentate în figura 1.101. Se poate constata o bună concordanță între valorile experimentale și cele obținute prin simulare. În cazul de față, valorile identificate pentru coeficienții de corecție sunt:

AVLMZCM

Model Parameters		
Overall Air	0.63	-
Burnt Gas Reentrainment Factor	0.3	-
Evaporation Heat Transfer	2.7	-
Ignition Delay Multiplier	2.65	-
Combustion Parameter	1	-

AVLMZCM

Physical Properties

- Number of Injector Holes: 8
- Hole Diameter: 0.12 mm
- Discharge Coefficient: 0.89 [-]
- Rail Pressure: 700 bar

Model Parameters

- Overall Air: 0.63 [-]
- Burnt Gas Reentrainment Factor: 0.3 [-]
- Evaporation Heat Transfer: 2.7 [-]
- Ignition Delay Multiplier: 2.65 [-]
- Combustion Parameter: 1 [-]

Rate of Injection: user defined

Experienced Users Input

Model Based Pressure Trace Analysis

MZCM Available for Cylinder Header Only Mode

Fig. 1.101 Cylinder – AVLMZCM

Următorul pas al procesului de validare este calibrarea valorilor emisiilor poluante.

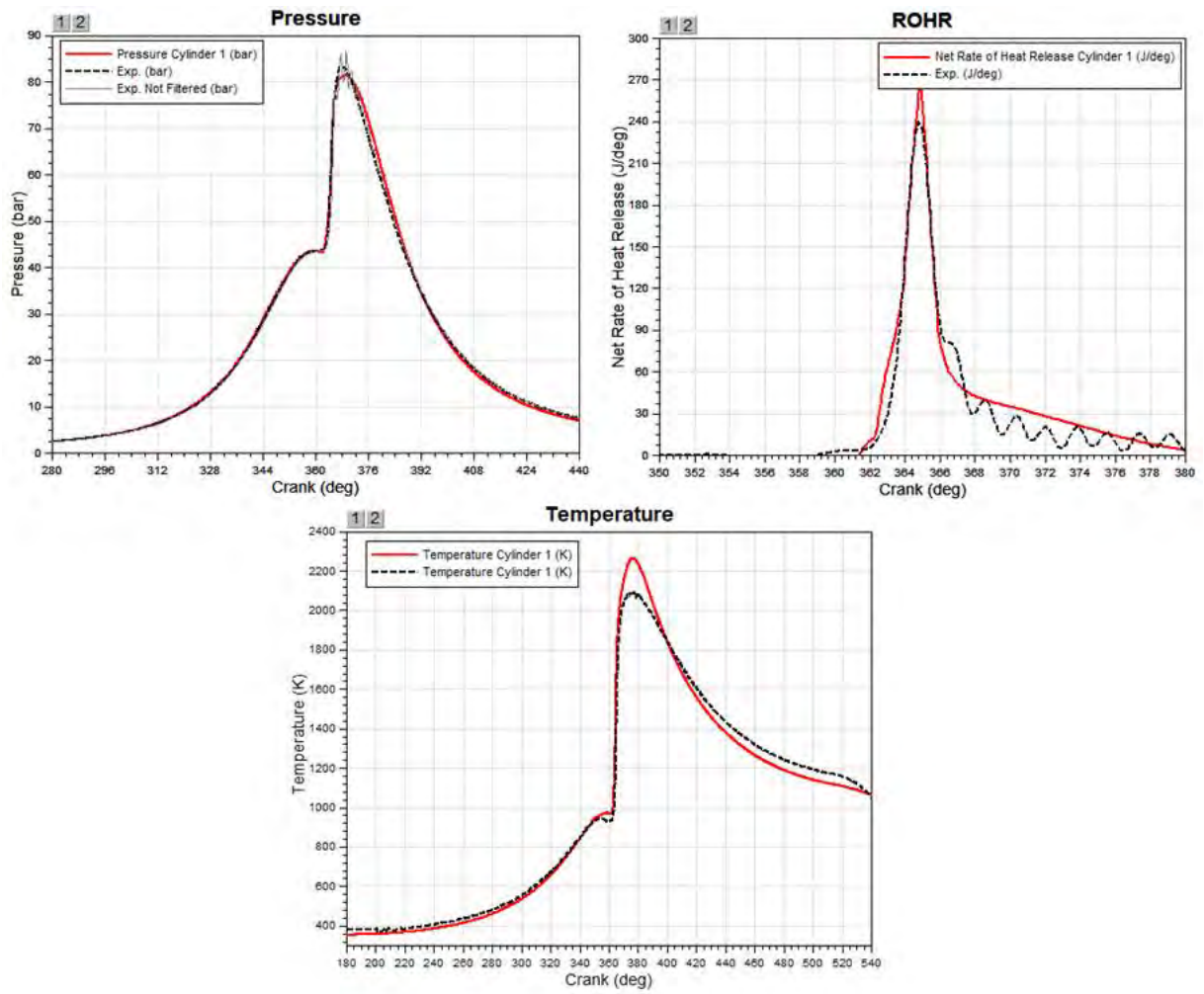


Fig. 1.102 Comparație experimental-simulare – după de optimizarea modelului

1.4. Studii de caz

În continuare se propun o serie de studii de caz spre analiză. În acest scop este menționat scopul analizei, iar apoi sunt propuse valori pentru mărimile de interes. Trebuie avut în vedere faptul că pentru a putea extrage concluzii pertinente este necesară analiza a minim trei variante în fiecare punct de funcționare (definit de sarcină și turație) al motorului.

Este deosebit de important ca, înainte de începerea oricărei analize, să se realizeze o documentare din literatura de specialitate (articole științifice, cărți etc.) pentru a identifica soluții, intervale posibile de variație, limitări etc.

Analiză: Influența avansului la injecție asupra curbei de presiune din cilindru

În procesul de calibrarea a modelului de ardere unul din parametrii care poate fi modificați este avansul la injecție prin intermediul **Injection shift** (Fig. 1.21), care permite modificarea avansului la injecție cu numărul de °RAC specificat de utilizator. În acest scop se propune analiza influenței pe care o are acest parametru asupra curbei de presiune din cilindru, dar și asupra temperaturii și vitezei de degajare a căldurii pe baza următoarelor cazuri:

	Referință	Reducere avans	Creștere avans
Injection shift	0	-2	2

Analiză: Influența parametrilor modelului de ardere asupra curbei de presiune din cilindru

Ignition Delay Multiplier

Așa cum s-a menționat în capitolul 1.3, pentru ajustarea modelului de ardere AVL MZCM primul parametru care trebuie potrivit este **Ignition Delay Multiplier**. Pentru o mai bună înțelegere a efectului pe care îl are acest parametru asupra curbei de presiune din cilindru, dar și asupra temperaturii și vitezei de degajare a căldurii se propune analiza următoarelor cazuri:

	Referință	Reducere avans	Creștere avans
Ignition Delay Multiplier	2.65	1	3.65

Combustion Parameter

Un alt parametru important pentru ajustarea modelului de ardere AVL MZCM este **Combustion Parameter**. Pentru același scop de a dobândi o mai bună înțelegere a efectului pe care îl are acest parametru asupra curbei de presiune din cilindru, dar și asupra temperaturii și vitezei de degajare a căldurii se propune analiza următoarelor cazuri:

	Referință	Reducere viteză de ardere	Creștere viteză de ardere
Combustion Parameter	1	0.5	2

2. MOTOR POLICILINDRIC BENZINĂ – 2.0I NA PFI

Scop

- ▶ Crearea, parametrizarea și simularea unui model de motor policilindric cu aprindere prin scânteie cu umplere normală.

Obiective educaționale și de formare a competențelor specifice

- ▶ Formarea abilităților de utilizare a unor metode moderne de investigare a proceselor funcționale ale motoarelor cu ardere internă.
- ▶ Însușirea de competențe avansate în procesele de modelare și simulare computerizată.

Prezentarea lucrării

Lucrarea urmărește extinderea cunoștințelor de modelare și simulare în AVL BOOST™ prin dezvoltarea și parametrizarea unui model virtual al unui motor policilindric pe benzină cu umplere normală. Pentru alimentarea cu combustibil motorul este echipat cu un sistem de injecție indirectă.

Desfășurarea lucrării

După ce au fost adăugate toate elementele necesare modelului (Fig. 2.1), următorul pas este introducerea datelor de intrare necesare pentru fiecare componentă, respectiv pentru modul de desfășurare a procesului de simulare. Modelul final este prezentat schematic în figura 2.2.

2.1. Modelare și simulare

În figurile 2.1 și 2.2 sunt prezentate elementele modelului, respectiv motorul real și modelul virtual al acestuia. Se poate constata o creștere semnificativă a complexității modelului 2.0I NA PFI în comparație cu 0.5I NA SCRED prin prisma numărului mai mare de elemente componente: 4 cilindri, 34 de conducte, 6 joncțiuni etc. La acestea se adaugă elemente noi precum filtrul de aer, catalizatorul cu trei căi, respectiv volumele (reprezentând, spre exemplu galeria de admisie). Suplimentar, pe partea de simulare sunt introduse elemente de noutate prin parametrii care permit definirea de interdependențe, calculul unui număr de cazuri predefinite etc. Spre exemplu, pentru acest model se creează premisele optimizării distribuției cu scopul de a obține valorile pentru un sistem de distribuție variabilă.

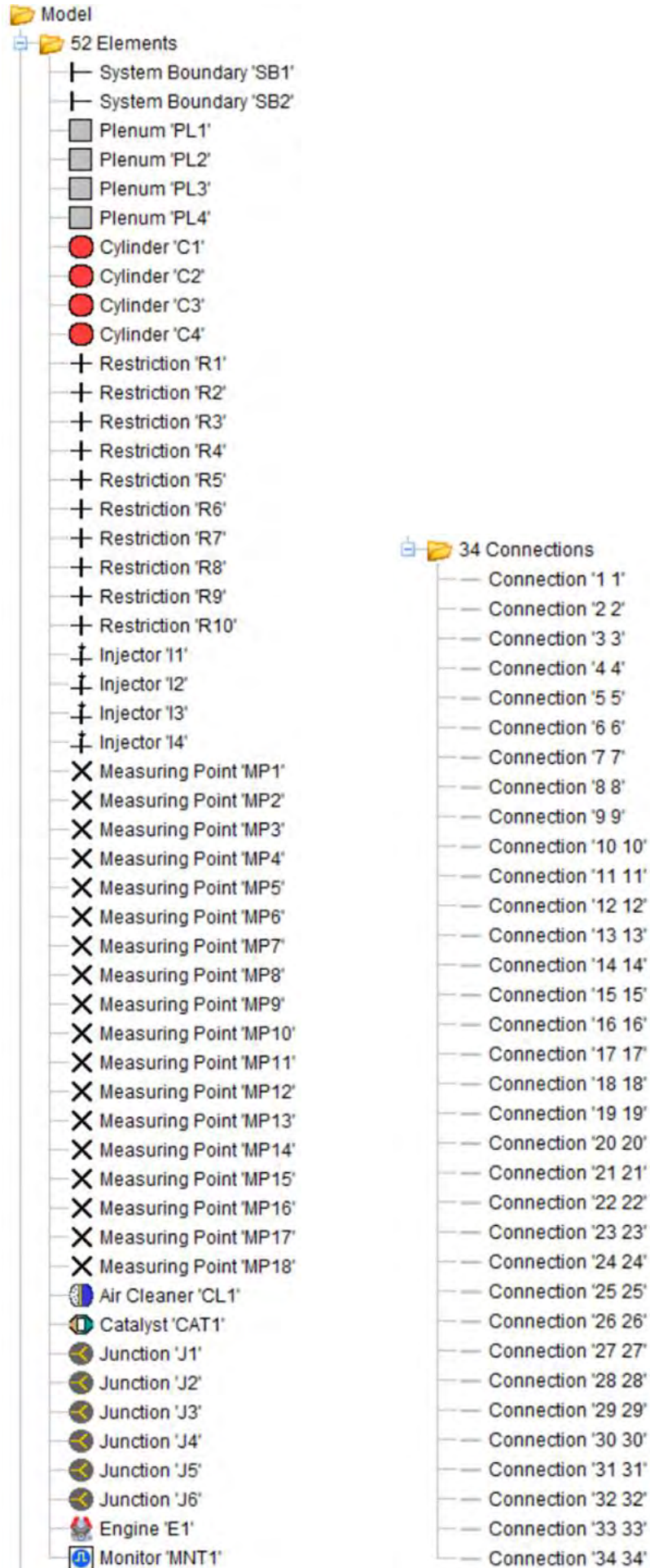


Fig. 2.1 Lista cu elementele modelului

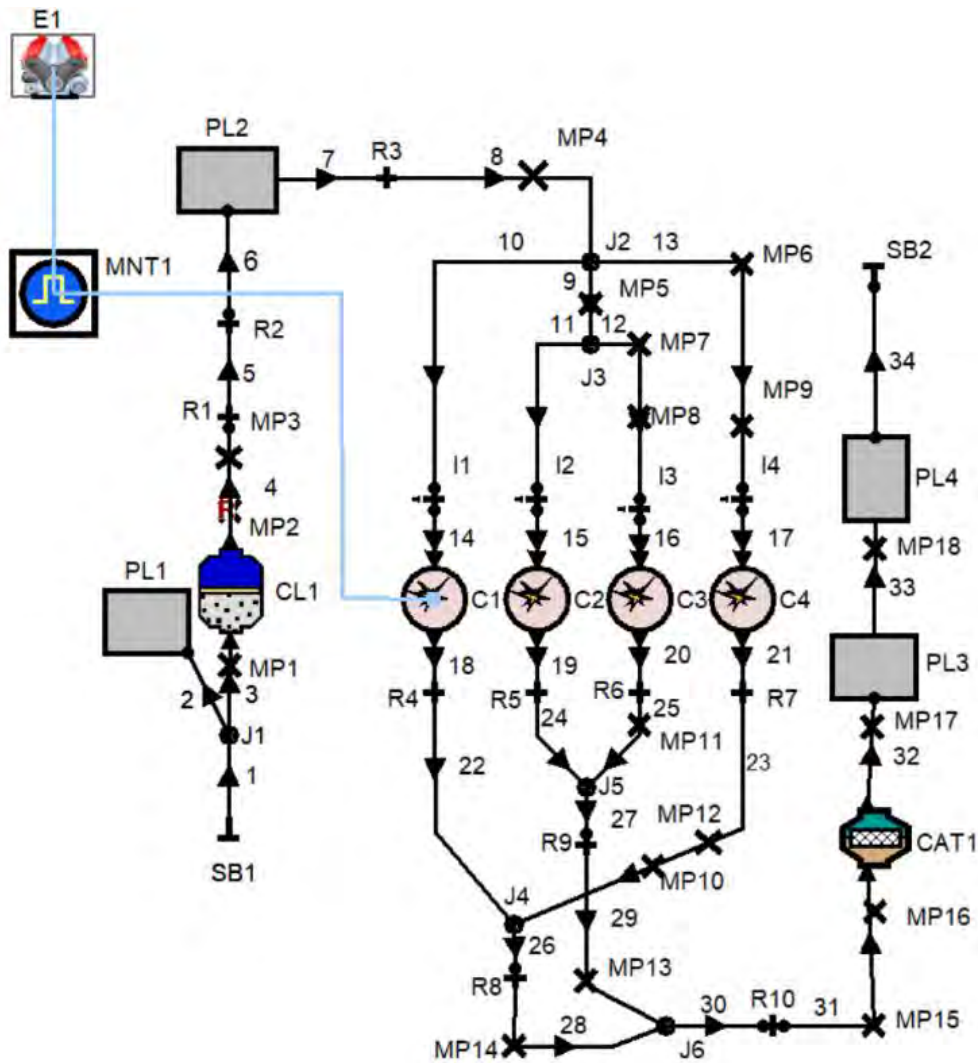


Fig. 2.2 Motorul real (sus – adaptare după [5]) și modelul virtual (jos)

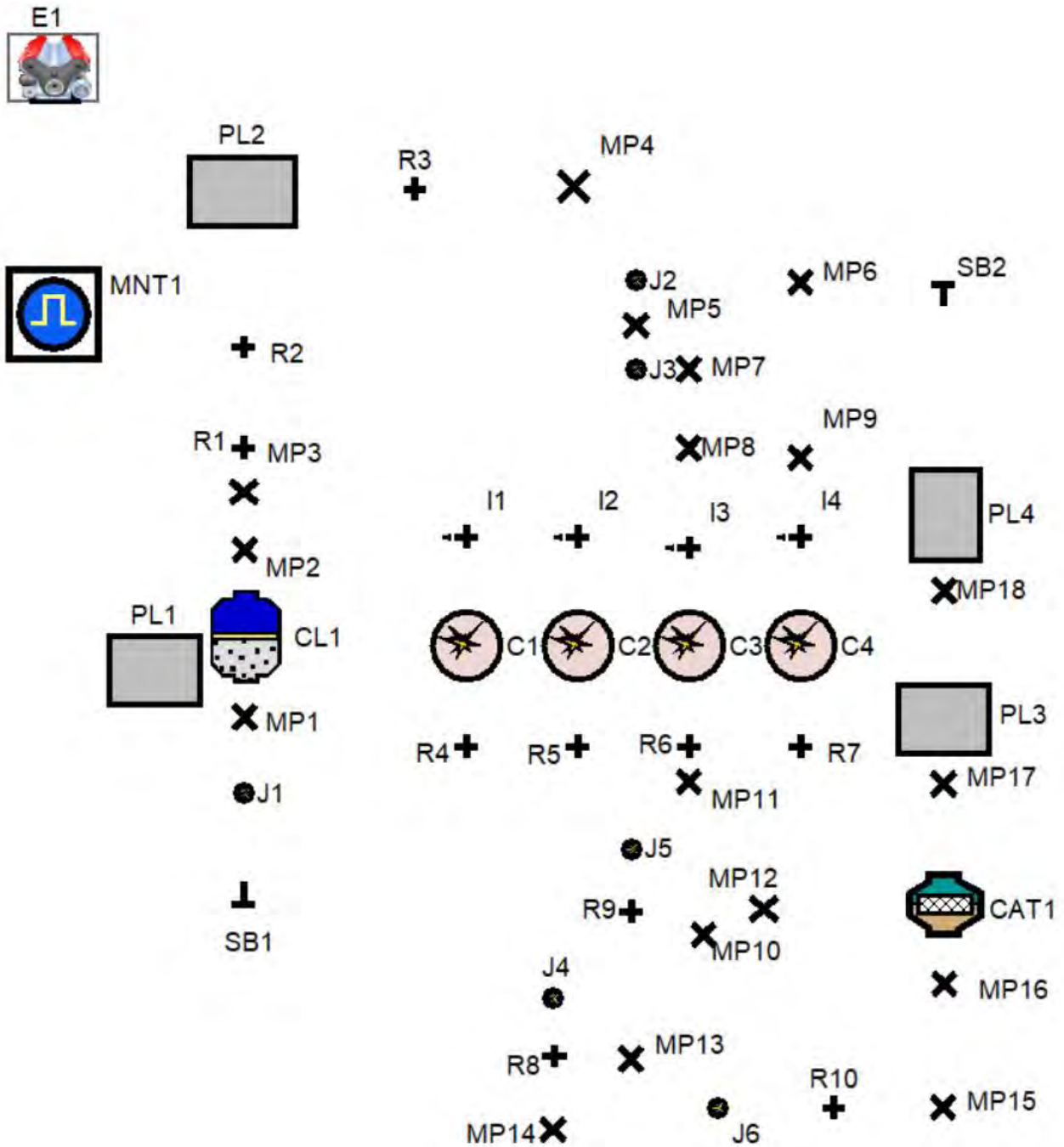


Fig. 2.3 Modelul virtual fără conexiuni

Notă: MP se adaugă doar după conectarea elementelor

SIMULATION CONTROL



Într-o primă etapă sunt prezentați pașii necesari pentru definirea aspectelor legate de simulare, precum tipul de simulare, tipul de combustibil, numărul de cicluri simulate, precizia etc. De asemenea, în această etapă se mai pot defini și seturi de condiții de temperatură, presiune, raport aer-combustibil etc., care, ulterior, pot fi utilizate pentru inițializarea mai simplă a componentelor modelului. În acest scop accesați **Simulation Control** și urmați pașii prezentați în continuare.

Pas 1 – Simulation Tasks

În cazul de față scopul este simularea ciclului motor. Prin urmare, în secțiunea **Simulation Tasks** se alege opțiunea **Cycle Simulation** (Fig. 2.3).

Simulation Tasks

Model Creation Tasks

Se bifează opțiunea: Cycle Simulation

Simulation Tasks

Date:

Project-ID:

Run-ID:

Model Creation Tasks

Cycle Simulation

Aftertreatment Analysis

Linear Acoustics

Only tasks which are selected will be available in Simulation Run as kernel simulation tasks.

Fig. 2.4 SIMULATION CONTROL – Simulation Tasks

Pas 2 – Cycle Simulation

Calculul ciclului motor necesită informații privind agentul de lucru, timpul de calcul dorit și discretizarea (Fig. 2.5). Timpul de calcul dorit (definit prin numărul de cicluri succesive pentru care se efectuează calculul) se alege în funcție de acuratețea datelor de intrare introduse. Spre exemplu, în cazul în care informațiile introduse nu sunt foarte precise se recomandă un număr mare de cicluri (≥ 100) pentru a permite sistemului să se „stabilizeze”. În cazul unei precizii suficient de mari a datelor se poate alege un număr mai redus de cicluri de simulare. Este necesar să se aibă în vedere faptul că numărul de cicluri va influența timpul de calcul. Similar, o importanță deosebită o are discretizarea. O discretizare mai fină necesită un timp de calcul mai mare, însă poate oferi o precizie sporită. Pentru definirea acestor elemente, click pe **Cycle Simulation** și introduceți următoarele date (Fig. 2.4):

Cycle Simulation

Species Transport		
Se alege opțiunea:	Classic	
Simulation Interval		
End of Simulation	50	cycle(s)
Spatial Pipe Discretization		
Average Cell Size	30	mm

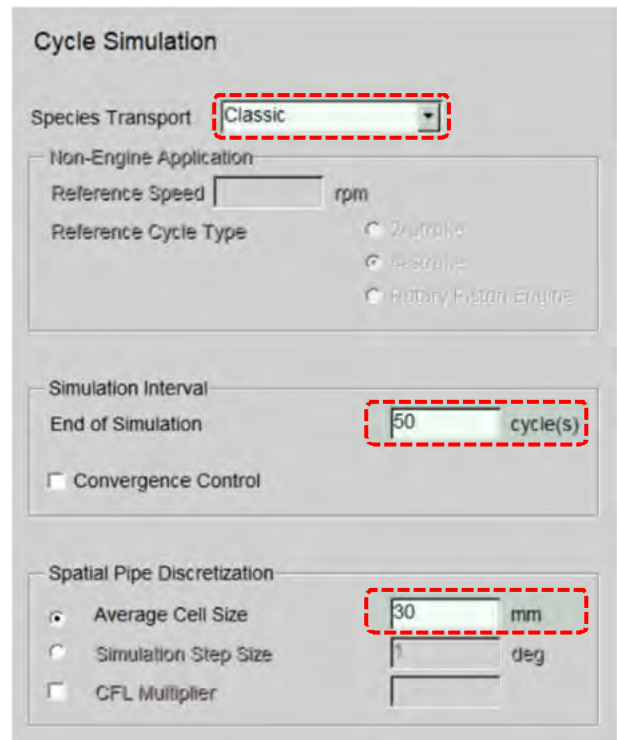


Fig. 2.5 SIMULATION CONTROL – Cycle Simulation

Pas 3 – Cycle Simulation – Classic Species Setup

Caracteristicile combustibilului se definesc în **Classic Species Setup** astfel (Fig. 2.5):

Classic Species Setup

Fuel Properties		
Se alege opțiunea:	Standard Fuel	
Standard Fuel		
Se alege opțiunea:	Gasoline	
Se bifează opțiunea:	Non-default Fuel Combustion Properties	
Fuel Combustion Properties		
Lower Heating Value	43500	kJ/kg
Stoichiometric A/F Ratio	14.5	-
Gas Properties		
Reference Pressure	1	bar
Reference Temperature	24.85	°C

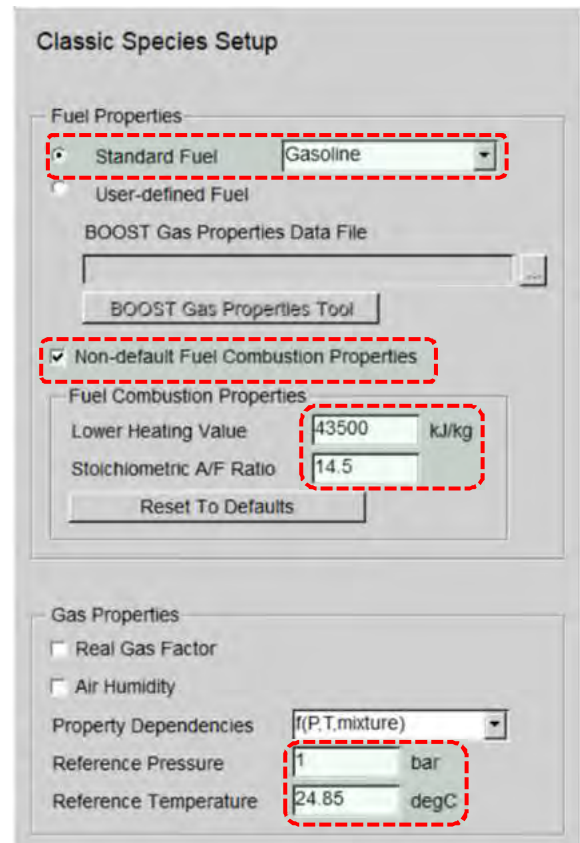


Fig. 2.6 SIMULATION CONTROL – Classic Species Setup

Pas 4 – Cycle Simulation – Classic Species Setup – Initialization

În secțiunea **Initialization** (tabelul 2.1 și figura 2.6) se pot defini caracteristici ale fluidului de lucru (aer, amestec aer-combustibil sau gaze arse) precum presiunea, temperatura, fracția de vapori de combustibil, produșii de ardere și coeficientul de exces de aer. Rolul acestei secțiuni este de a permite inițializarea rapidă a elementelor și, totodată modificarea datelor de intrare pentru toate elementele care utilizează același set din **Global Initialization**. Acest lucru este deosebit de util atunci când modelul este compus dintr-un număr mare de elemente. În cazul în care nu sunt create astfel de seturi, este necesară definirea/modificarea datelor de intrare pentru fiecare element în parte, ceea ce poate duce la un risc de eroare sporit, dar și la creșterea timpului de lucru.

Initialization

Ratio

Se alege opțiunea: A/F-Ratio

Tabelul 2.1 Valorile pentru Cycle Simulation – Classic Species Setup – Initialization

Set	Press. [bar]	Temp. [°C]	Fuel Vapour [-]	Comb. Products [-]	A/F-Ratio [-]
1	1	30.85	0	0	10000
2	0.95	66.85	0.07	0	10000
3	1.5	216.85	0	1	14.3

Initialization

Ratio: A/F-Ratio

	Press. bar	Temp. degC	Fuel Vapour [-]	Comb. Products [-]	A/F-Ratio [-]
1	1	30.85	0	0	10000
2	0.95	66.85	0.07	0	10000
3	1.5	216.85	0	1	14.3
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Buttons: Add Set, Remove Set, Load, Store

Fig. 2.7 SIMULATION CONTROL – Initialization

Pas 5 – Output Control

Pentru a salva datele rezultate în urma calculului în subgrupa **Output Control** (Fig. 2.7) trebuie specificate informații cu privire la intervalul de înregistrare a datelor, modul de prezentare a rezultatelor pentru verificarea convergenței, respectiv condițiile ambientale de referință (presiune și temperatură).

Output Control

Traces		
Saving Interval	1	deg
Transients		
Se alege opțiunea:	Cycle	
Reference Ambient Conditions		
Pressure	1	bar
Temperature	24.85	°C

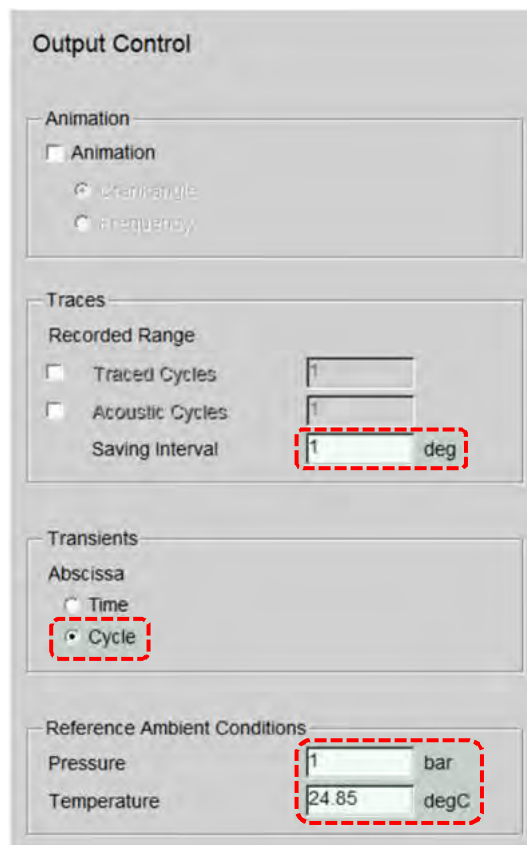


Fig. 2.8 SIMULATION CONTROL – Output Control

Pas 6 – Restart Control

Restart Control permite definirea condițiilor de backup, respectiv de reluare a simulării (Fig. 2.8).

Restart Control

Restart		
Restart Simulation		
Se alege opțiunea:	No	
Se alege opțiunea:	Use Most Recent Restart File	
Restart File		
Restart File Saving Interval	Specific Interval	
Saving Interval	720	deg

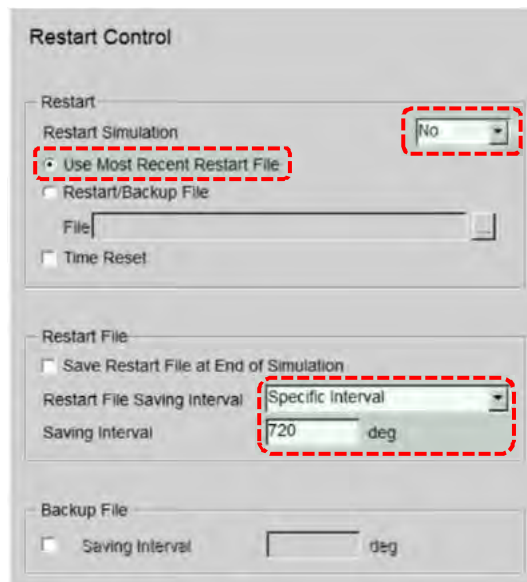
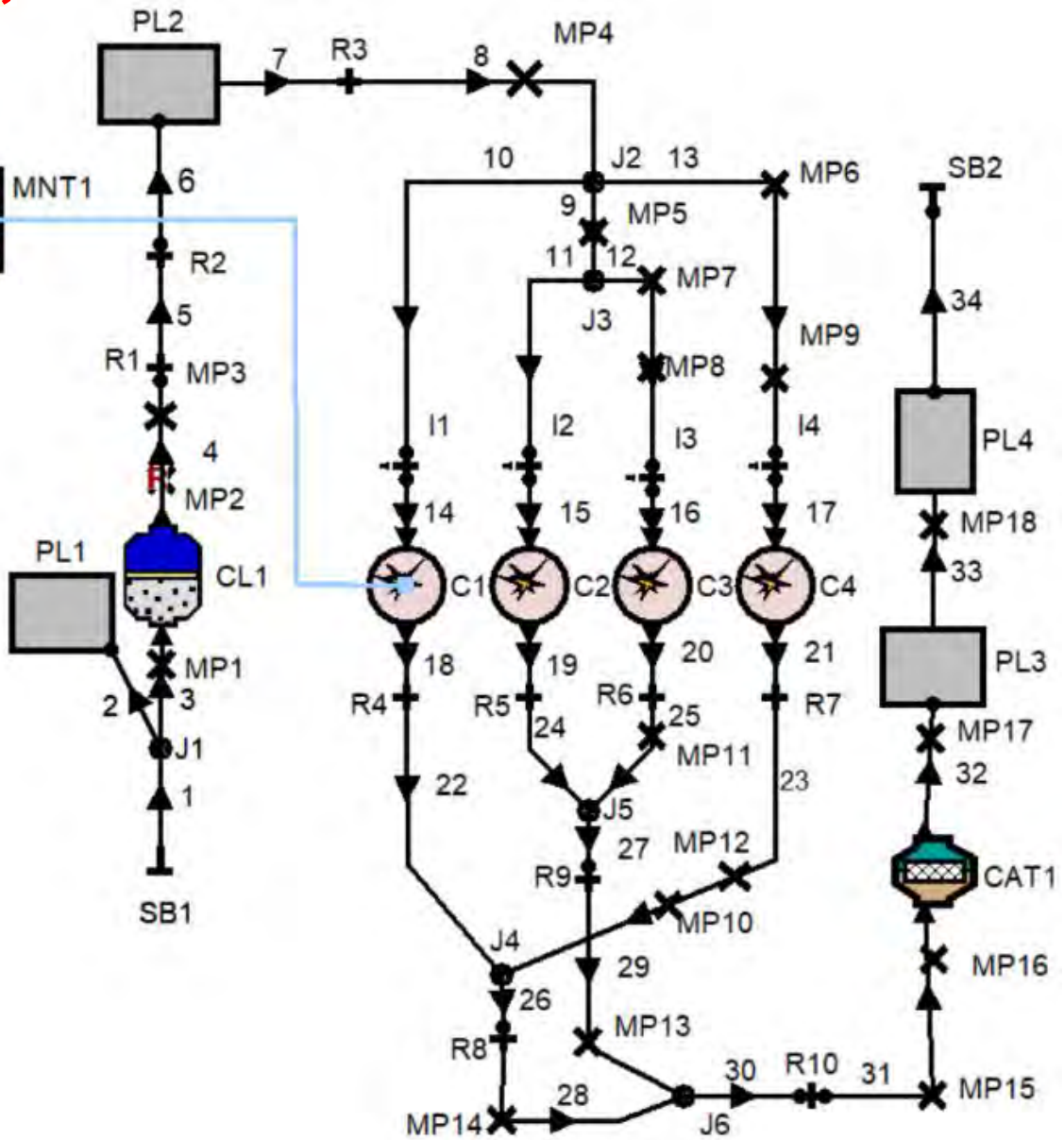


Fig. 2.9 SIMULATION CONTROL – Restart Control

ENGINE



Pas 1 – General

Elementul **Engine** este utilizat pentru definirea unor aspecte generale privind funcționarea motorului (ex. turația, ordinea de aprindere, pierderile prin frecare) și tipul de ciclu motor.

Pentru definire, click pe elementul **Engine** și introduceți următoarele date (Fig. 2.9):

General

Engine speed (rpm)	5000
Cycle Type	
Se alege opțiunea:	4-Stroke

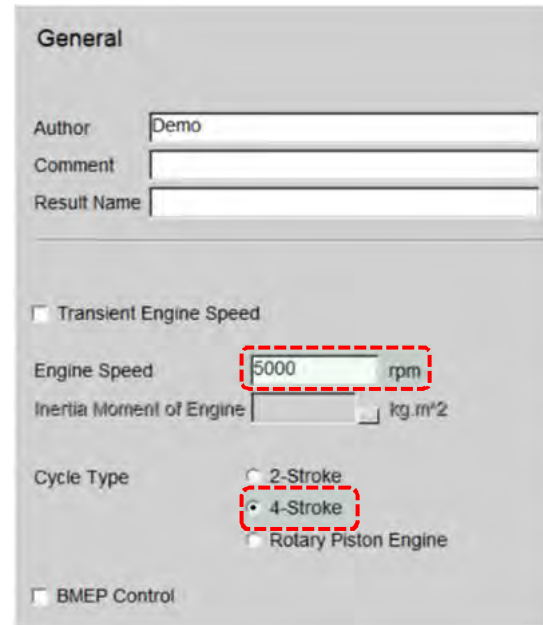


Fig. 2.10 Engine – GENERAL

Pas 2 – Cylinder / RPE-Rotor Setup

Deoarece motorul analizat este policilindric cu cilindrii identici este necesară definirea ordinii de aprindere (în acest caz, 1-3-4-2). Astfel, în subgrupa **Cylinder / RPE-Rotor Setup** selectați opțiunea **Identical Cylinders** și introduceți următoarele date privind ordinea de aprindere (Fig. 2.10):

Cylinder / RPE-Rotor Setup

Firing order	Firing Angle (deg)
1	0
2	540
3	180
4	360

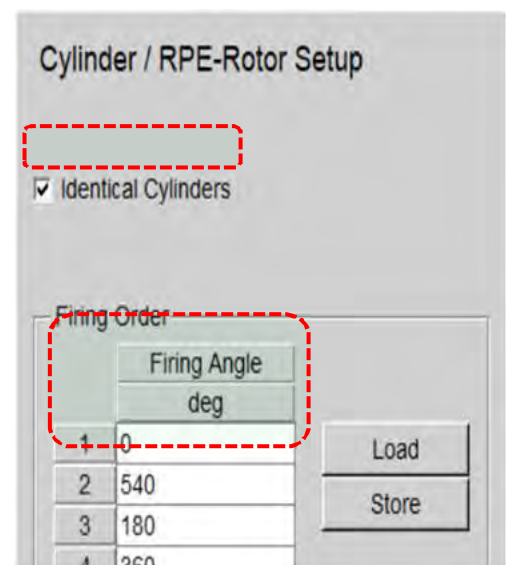


Fig. 2.11 Engine – CYLINDER / RPE-ROTOR SETUP

Pas 3 - Engine Friction

Pentru calculul pierderilor prin frecare, în subgrupa **Engine Friction**, selectați opțiunea **Table** (Fig. 2.11), iar apoi introduceți datele din figura 2.12 în secțiunea **Friction Set**:

Engine Friction

Engine Friction	Se alege opțiunea:	Table
Friction Multiplier		1

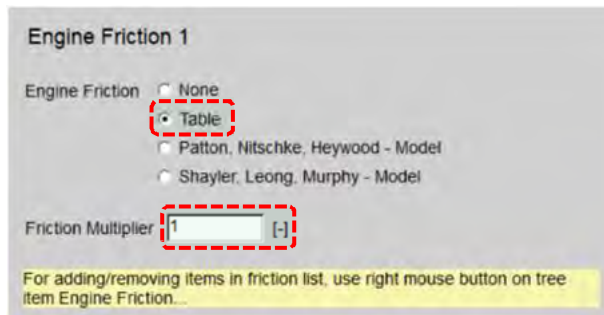


Fig. 2.12 Engine – ENGINE FRICTION

Friction Set

BMEP	10 bar
Engine Speed (rpm)	FMEP (bar)
1000	0.6
6000	2.3

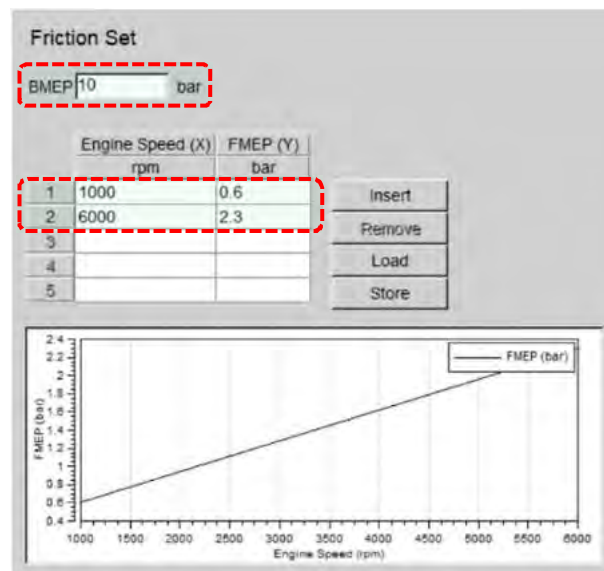
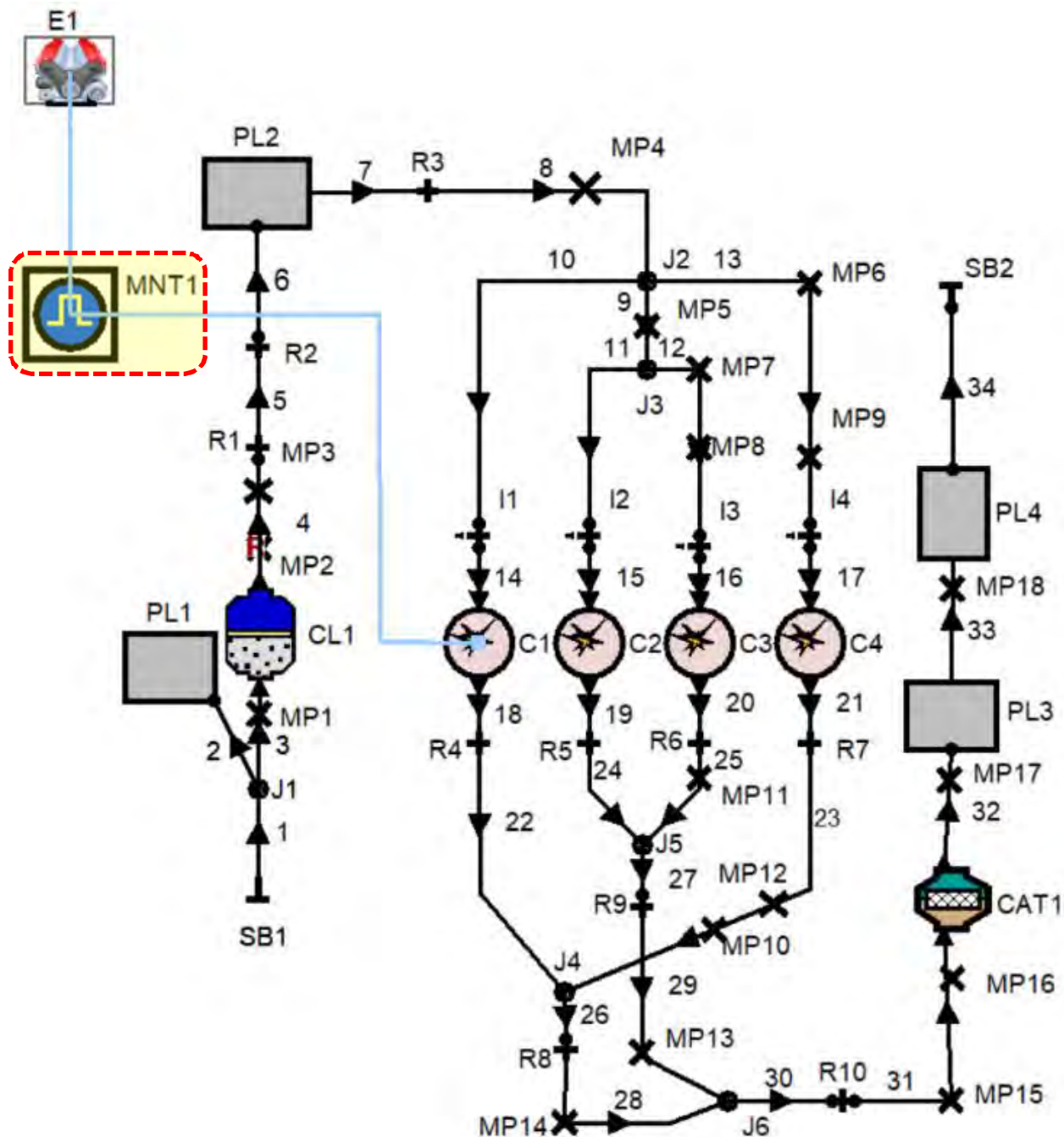


Fig. 2.13 Engine – ENGINE FRICTION – Friction Set

MONITOR



Pas 1 – General

Elementul **Monitor** este utilizat pentru a crea rezultate pentru regimul tranzitoriu în folder-ul de rezultate și în monitorul online (**Online Monitor**) pentru actuatorii (**Actuator**) și senzorii (**Sensor Channels**) specificați de utilizator. Trebuie avut în vedere faptul că, pentru un **Monitor** valorile sunt reprezentate pe aceeași axă, motiv pentru care este de preferat ca valorile să aibă același ordin de mărime. Uzual, **Monitor** este utilizat pentru:

- ▶ verificarea valorii unui canal al unui model care conține un număr mare de elemente de control;
- ▶ vizualizarea de rezultate suplimentare calculate utilizând **Formula Interpreter**;
- ▶ verificarea performanței unui controler PID prin monitorizarea valorilor (**target, ouput și actual**).

Pentru definire alegeți elementul **Monitor** și introduceți următoarele date (Fig. 2.13):

General

General

Author: Demo

Comment:

Result Name: Date: 30. Jan 2021

Calculation Task:

- Cycle Simulation
- Aftertreatment

Prepare Online Monitor configuration

Fig. 2.14 Monitor – GENERAL

Pas 2 – Sensor Channels

Numărul de canale utilizate este la alegerea utilizatorului (Fig. 2.14).

Sensor Channels

Sensor Channels

Share One Online Monitor Pane for Sensor Channels

	Variable	Element	Sensor Channel	Show	Description
1	IMEP	Cylinder 1	IMEP	yes	
2	Power	Engine 1	Power	yes	
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

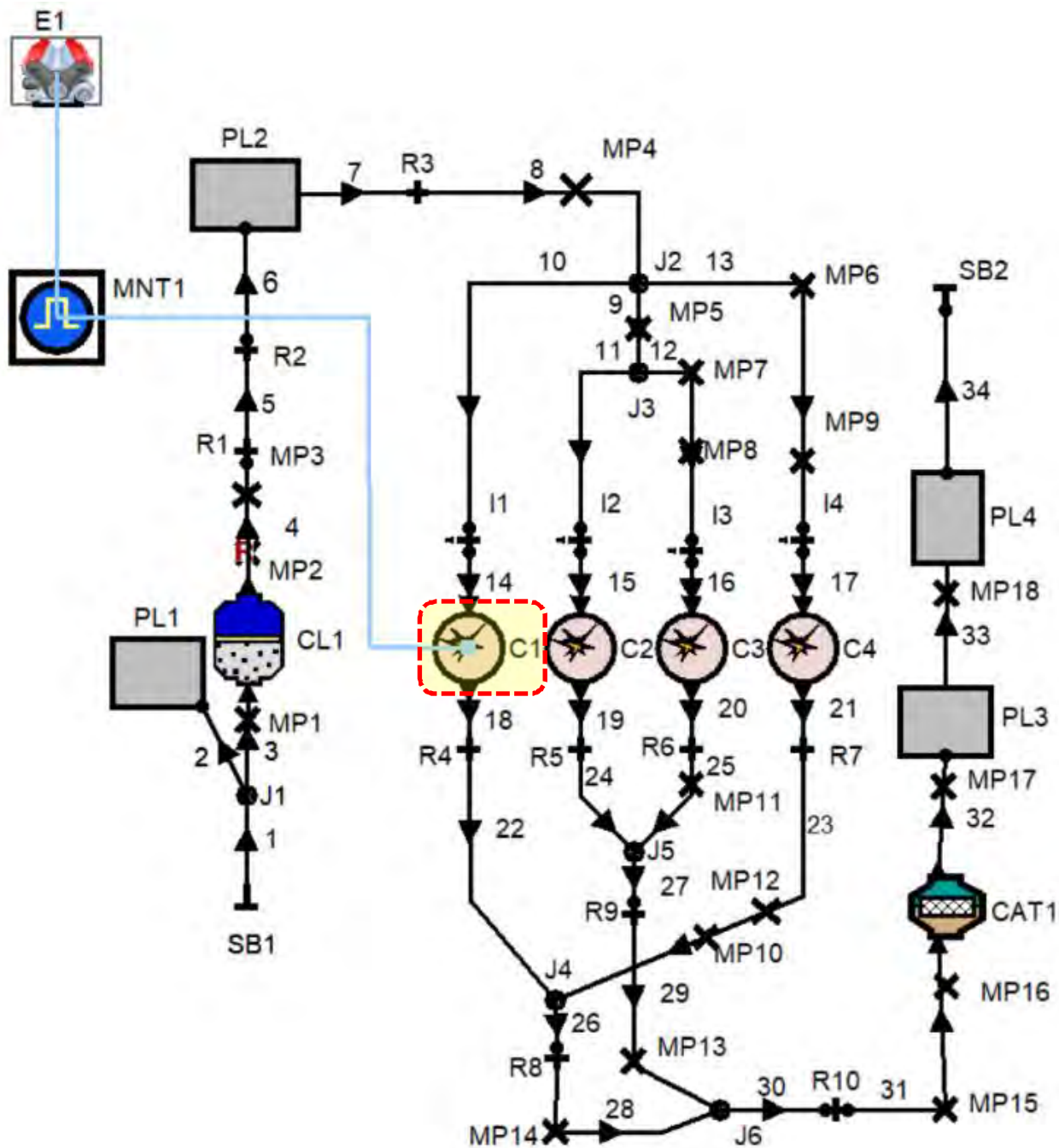
Insert Row

Remove Row

Note: Channel Values are interpreted according to the Units specified in Chapter 8.2. Available Channel Data.

Fig. 2.15 Monitor – SENSOR CHANNELS

CYLINDER



Pas 1 – General

Pentru componenta **CYLINDER**, la opțiunea **General** introduceți principalele date geometrice ale mecanismului motor (Fig. 2.15). Deoarece la pasul 2 din secțiunea **ENGINE** s-a ales opțiunea **Identical Cylinders** este suficient să se introducă datele necesare pe un singur cilindru. În cazul de față, exemplificarea se va face pentru elementul **C1** (Fig. 2.16).

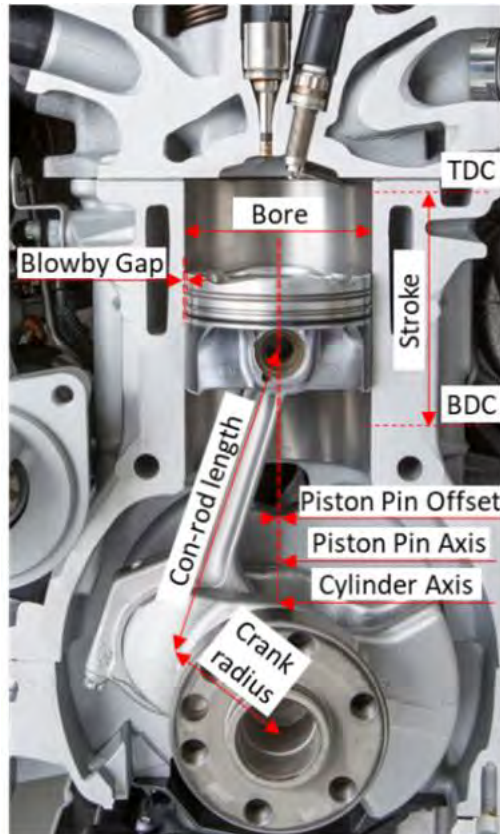


Fig. 2.16 Principalele date geometrice ale mecanismului motor (adaptare după [1])

General

Bore	86	mm
Stroke	86	mm
Compression Ratio	10.5	-
Con-Rod Length	143.5	mm
Piston Pin Offset	0	mm
Effective Blow by Gap	0	mm
Mean Crankcase Press	1	bar
Scavenge Model	Se alege opțiunea: Perfect Mixing	

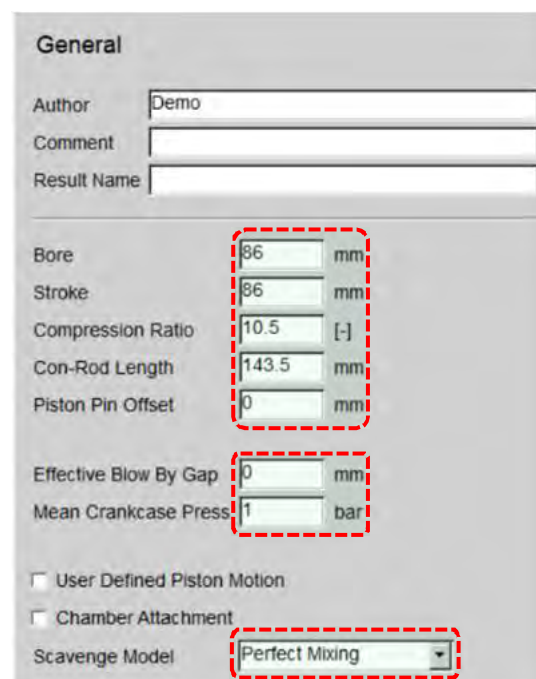


Fig. 2.17 Cylinder – GENERAL

Pas 2 – Initialization

În figura 2.17 este prezentată curba de presiune din cilindru pe un ciclu, respectiv modul de realizare a unui calcul iterativ. Simularea ciclului curent începe de la momentul deschiderii supapelor de evacuare a ciclului anterior (inițial, aceste date sunt furnizate de utilizator – pot fi estimate pe baza măsurătorilor experimentale sau din literatura de specialitate). Datele obținute în urma calcului ciclului curent sunt apoi utilizate ca date de intrare pentru ciclul următor. Acest lucru se repetă până se atinge numărul de cicluri specificat la **Simulation Control**.

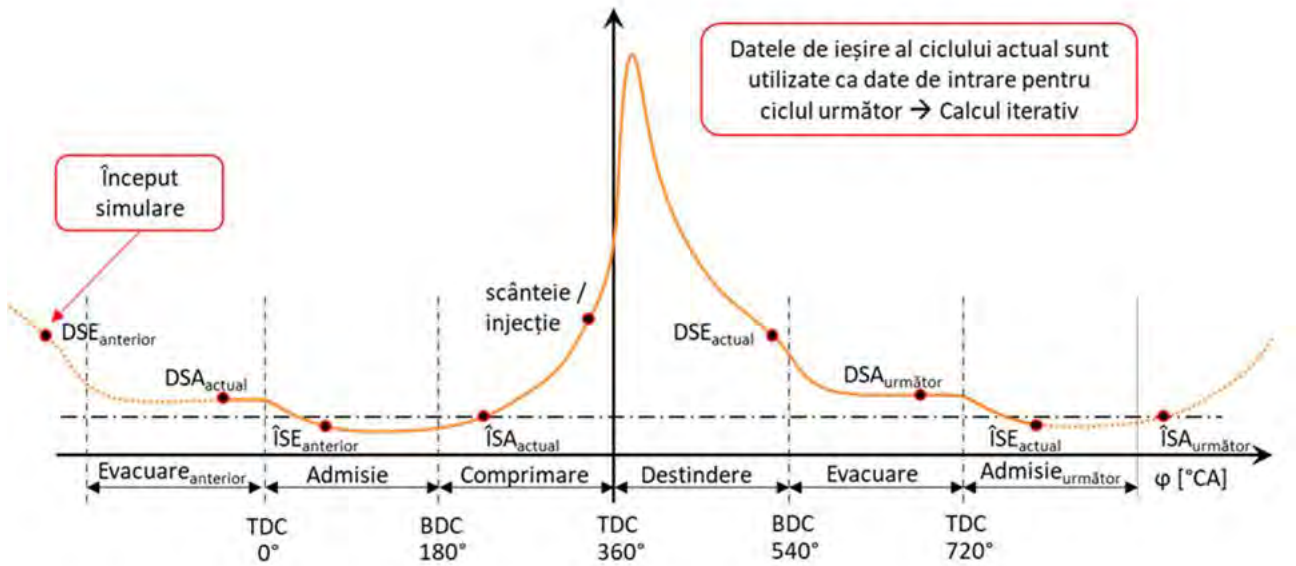


Fig. 2.18 Modul de efectuare a calculului și datele de intrare necesare

Următorul pas este introducerea datelor corespunzătoare condițiilor din cilindru la deschiderea supapelor de evacuare (aceste date se obțin prin măsurători experimentale). Pentru aceasta, alegeți opțiunea **Initialization** și introduceți următoarele date (Fig. 2.18):

Initialization

Initial conditions at EO		
Pressure	5	bar
Temperature	726.85	degC
Initial Gas Composition		
Ratio Type	Se alege opțiunea:	
Ratio Value	A/F Ratio	
Fuel Vapour	14.3	-
Combustion Products	0	-
	1	-

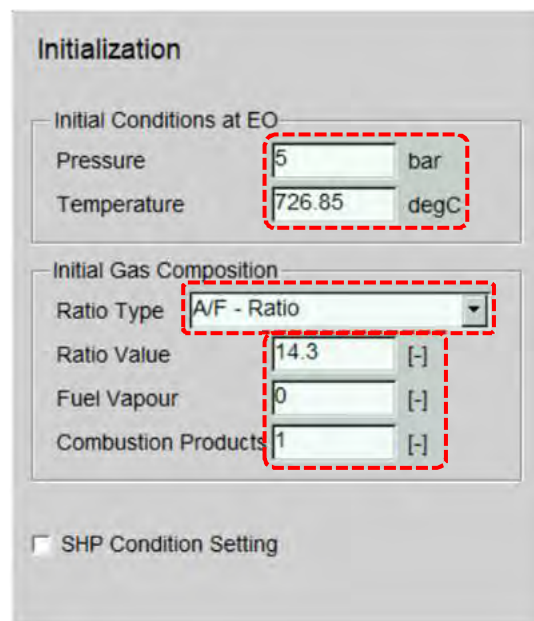


Fig. 2.19 Cylinder – INITIALIZATION

Pas 3 – Combustion

În continuare se definesc modelul de calcul a arderii și caracteristicile sistemului de alimentare cu combustibil (formare externă a amestecului). Se alege opțiunea **Combustion** și se introduc următoarele date (Fig. 2.19):

Combustion

Heat Release	
Se alege opțiunea:	Vibe
Mixture Preparation	
Se alege opțiunea:	External
Fuel Temperature	25 °C

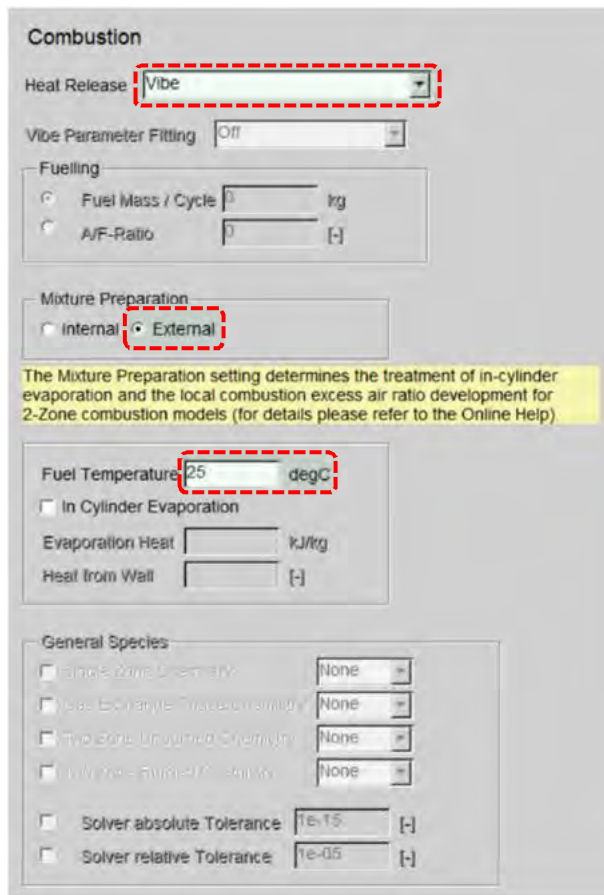


Fig. 2.20 Cylinder – COMBUSTION

Pas 4 – Combustion – Vibe

Modelul Vibe este cea mai simplă metodă de abordare a procesului de ardere deoarece permite specificarea directă a vitezei de degajare a căldurii. Pentru validare, viteza de degajare a căldurii calculată (Fig. 2.20) este comparată cu viteza de degajare a căldurii rezultată din analiza termodinamică a curbei de presiune (determinată experimental). În cazul Vibe, specificarea vitezei de degajare a căldurii permite aplicarea calcului invers și astfel, a calculului presiunii din cilindru. Expresia funcției Vibe este:

$$\frac{1}{Q} \frac{dQ}{d\varphi} = \frac{a}{\Delta\varphi_{Comb}} (m+1) \cdot \left(\frac{\varphi - \varphi_{SOC}}{\Delta\varphi_{Comb}} \right)^m \cdot e^{-a \left(\frac{\varphi - \varphi_{SOC}}{\Delta\varphi_{Comb}} \right)^{m+1}} \quad (2.1)$$

unde: Q reprezintă cantitatea de căldură introdusă în cilindru (masa de combustibil înmulțită cu puterea calorică inferioară); φ_{SOC} – momentul de început al procesului de ardere; $\Delta\varphi_{Comb}$ – durata procesului de ardere în [°RAC]; φ – poziția arborelui cotit exprimată în [°RAC]; m – parametru de formă; a – parametru Vibe (pentru ardere completă a = 6.9). Integrând ecuația (2.1) se obține

fracțiunea de masă de combustibil arsă de la începutul procesului de ardere (caracteristica de ardere):

$$MFB = \int \frac{1}{Q} \frac{dQ}{d\varphi} d\varphi = 1 - e^{-a \left(\frac{\varphi - \varphi_{SOC}}{\Delta\varphi_{Comb}} \right)^{m+1}} \quad (2.2)$$

unde: MFB reprezintă fracțiunea de masă (de amestec) arsă. Influența parametrului „m” asupra vitezei de degajare a căldurii (ROHR) se poate observa în figura 2.21 (a = 6.9 – ardere completă).

Vibe

Start of Combustion	-5	deg
Combustion Duration	47	deg
Shape Parameter m	1.6	-
Parameter a	6.9	-

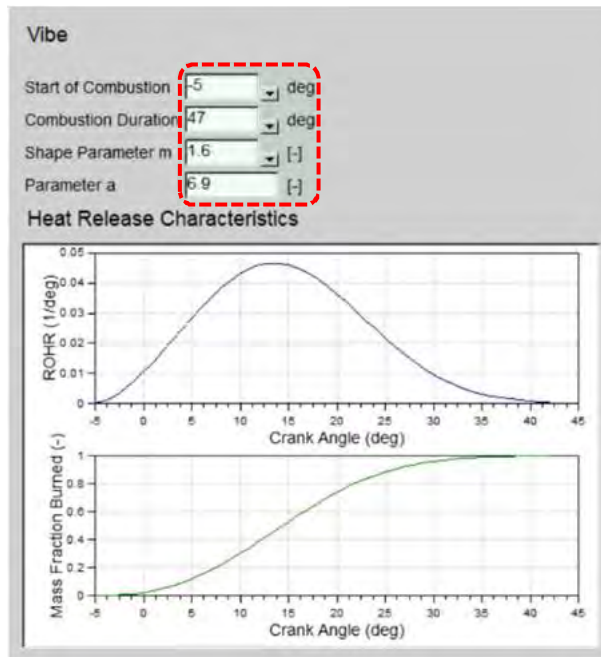


Fig. 2.21 Cylinder – VIBE – Viteza și caracteristica de degajare a căldurii

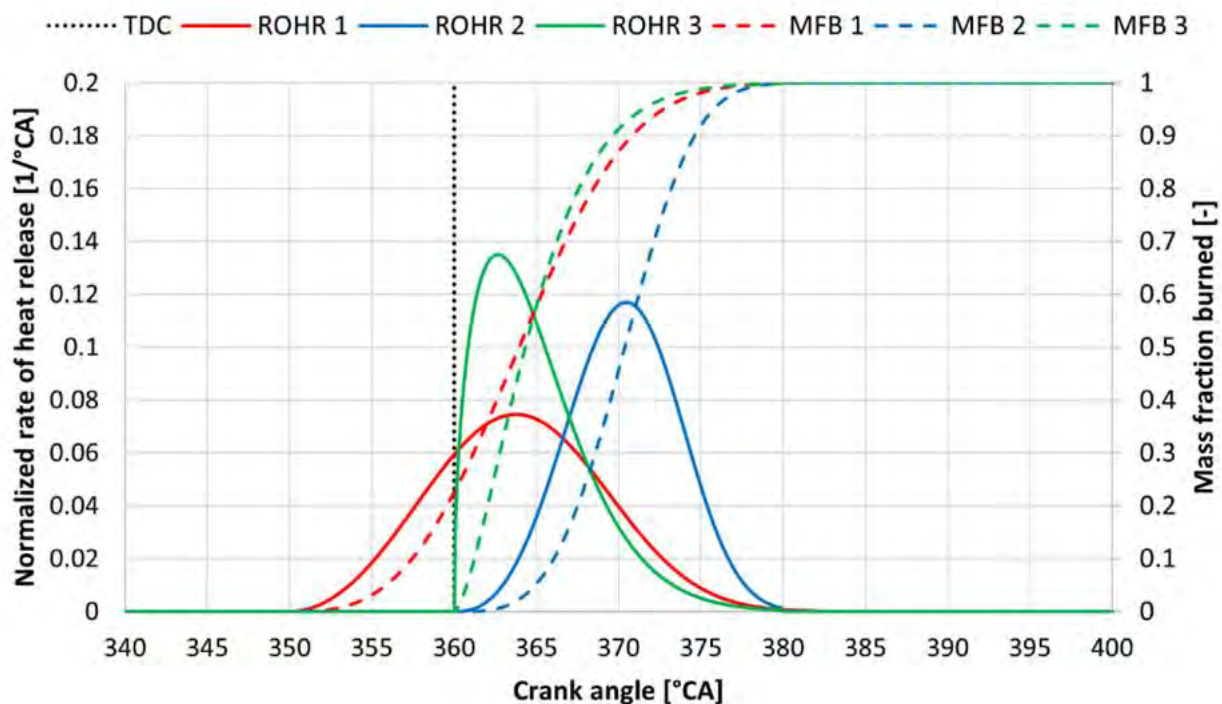


Fig. 2.22 Funcția VIBE – Influența parametrului m asupra ROHR și MFB (1) m = 0.5, (2) m = 2.5, (3) m = 5

Pas 7 – Heat Transfer

După definirea completă a modelului de ardere se specifică datele necesare calculului transferului termic prin pereții componentelor care delimitează camera de ardere (**Piston, Cylinder Head, Liner**). În figura 2.22 se poate observa o secțiune printr-un cilindru în care sunt marcați pereții componentelor care delimitează camera de ardere. Pentru definire se alege opțiunea **Heat Transfer** și se introduc următoarele date (Fig. 2.23):

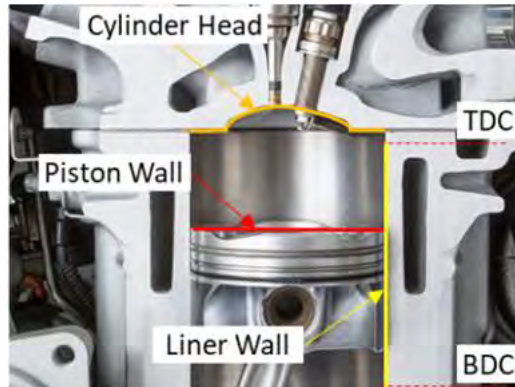


Fig. 2.23 Suprafețele utilizate pentru calculul transferului termic – cilindru

Heat Transfer

Cylinder			
	Se alege opțiunea:	Woschni 1978	
Ports			
	Se alege opțiunea:	Zapf	
Piston			
	Surface Area	5809	mm ²
	Wall Temperature	226.85	°C
	Piston Calibration Factor	1	-
Cylinder Head			
	Surface Area	7550	mm ²
	Wall Temperature	256.85	°C
	Head Calibration Factor	1	-
Liner			
	Surface Area (Piston at TDC)	270	mm ²
	Wall Temperature (Piston at TDC)	161.85	°C
	Wall Temperature (Piston at BDC)	151.85	°C
	Piston Calibration Factor	1	-
Combustion system			
	Se alege opțiunea:	DI	
Incylinder Swirl Ratio nD/nM		0	-

Heat Transfer

Cylinder:

Ports: Zapf None

Piston

Surface Area: mm²

Wall Temperature: degC

Piston Calibration Factor: [-]

Cylinder Head

Surface Area: mm²

Wall Temp.: degC

Head Calibration Factor: [-]

Liner

Layer Discretization

Surface Area (Piston at TDC): mm²

Wall Temp. (Piston at TDC): degC

Wall Temp. (Piston at BDC): degC

Liner Calibration Factor: [-]

Combustion System: DI IDI

Incylinder Swirl Ratio nD/nM: [-]

Variable Wall Temperature

Fig. 2.24 Cylinder – HEAT TRANSFER

Pas 9 – Valve Port Specifications (VPS)

Opțiunea **Valve Port Specifications** permite definirea tipului de control al distribuției, dar și al transferului termic între aer/gaze și pereții canalelor (Fig. 2.25) de admisie/evacuare. În acest scop se introduc următoarele date (Fig. 2.25):



Fig. 2.25 Suprafețele utilizate pentru calculul transferului termic – Port

Valve Port Specifications

Controlled By		Port	
Pipe	Control	Surf. Area [mm ²]	W. Temp [°C]
14	Valve	0	86.65
18	Valve	8300	266.85

Valve Port Specifications

Controlled By		Port		Variable Wall Temperature		
Pipe	Control	Surf. Area	W. Temp	W. Thick	Conduct	Heat Cap
		mm ²	degC	mm	W/(m.K)	kJ/(m ³ .K)
14	Valve	0	86.85	0	0	0
18	Valve	8300	266.85	0	0	0

Fig. 2.26 Cylinder – VALVE PORT SPECIFICATIONS

Pas 10 – Valve Port Specifications (VPS) – Pipe 14 – Intake – Valve Controlled

Așa cum este prezentat în capitolul 1, secțiunea **ENGINE**, pasul 9, în cazul motoarelor cu mai mult de două supape pe cilindru există două posibilități de modelare: conectarea unei conducte separate pentru fiecare supapă în parte, respectiv conectarea unei singure conducte care să înlocuiască toate supapele de același tip (admisie/evacuare) (Fig. 2.26).

În cazul de față motorul real prezintă câte două supape de admisie, respectiv evacuare și se modelează conform cazului 2) din capitolul 1, secțiunea **ENGINE**, pasul 9 (ecuația 1.2), motiv pentru care factorul de scalare f_{sc} va fi:

$$f_{sc} = 2 \frac{31^2}{33.5^2} = 1.7115$$

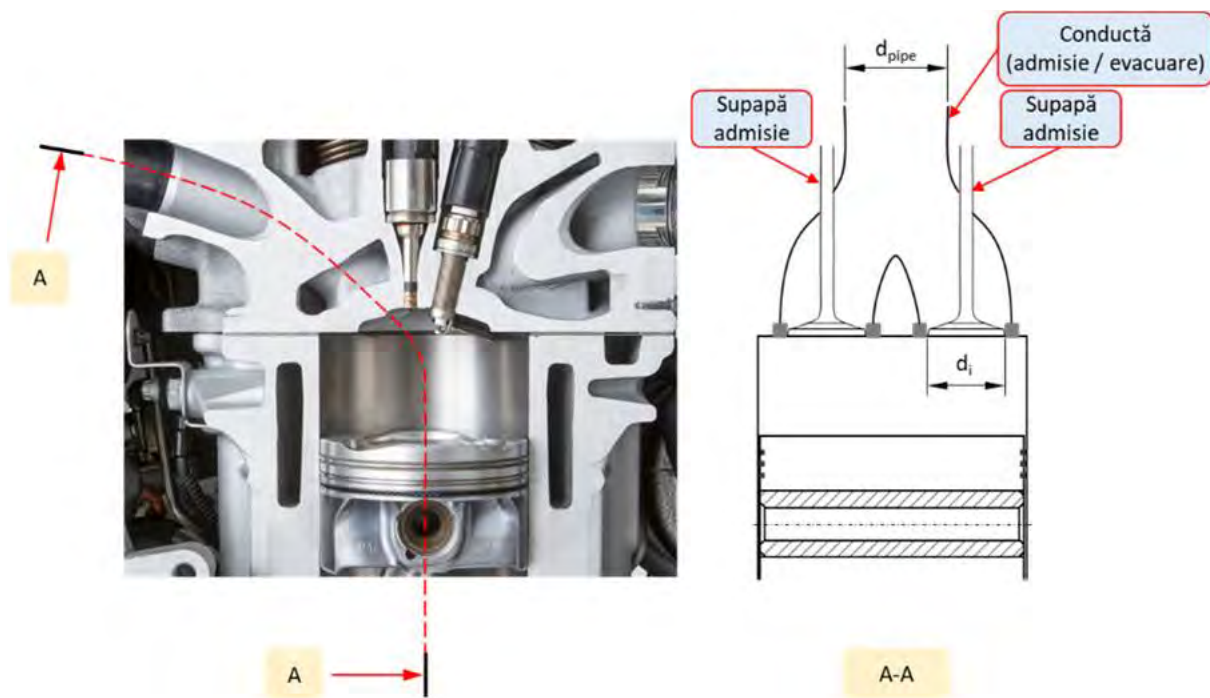


Fig. 2.27 Exemplu de motor cu 2 supape de admisie (similar și pentru evacuare)



Fig. 2.28 Diametrul de referință pentru calculul curgerii prin orificiul oferit de supapă

Selectarea opțiunii **Valve** la tipul de control implică faptul că mecanismul de distribuție este unul cu supape. Pentru calculul curgerii sunt necesare informații privind diametrul interior al scaunului de supapă (Fig. 2.27), jocul supapei etc. (Fig. 2.28):

Valve Port Specification

Inner Valve Seat (=Reference) Diameter	31	mm
Valve Clearance	0	mm
Scaling Factor for Eff. Flow Area	1.712	-
Modification of Valve Lift Timing	Se alege opțiunea: Valve Opening Shift	
Valve Opening Shift	0	deg
Reference Lift for Valve Timing	0	mm
Reference Lift Base	Se alege opțiunea: Effective	

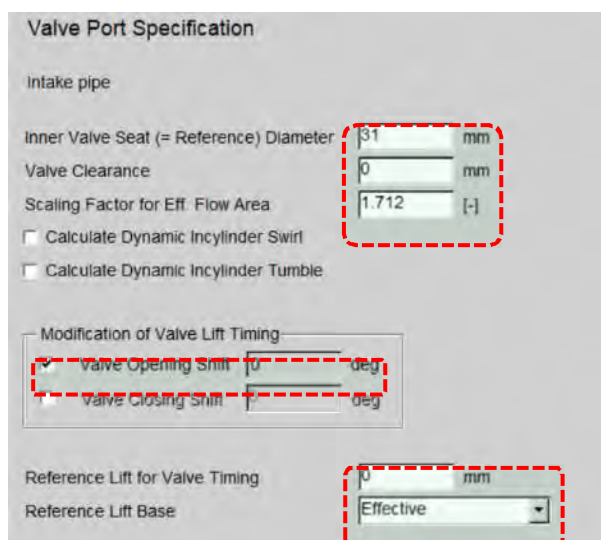


Fig. 2.29 Cylinder – VALVE PORT SPECIFICATIONS – Intake

Pas 11 – Valve Port Specifications (VPS) – Pipe 14 – Intake – Valve Controlled – Lift Curve

Următorul pas este specificarea curbei de ridicare a supapei (Fig. 2.29). Acest lucru se face tabelar, fie prin introducerea directă a valorilor, fie prin importarea lor dintr-un fișier. Click pe **Valve Controlled – Lift Curve** (Fig. 2.30) și introducereți datele din tabelul 2.2:

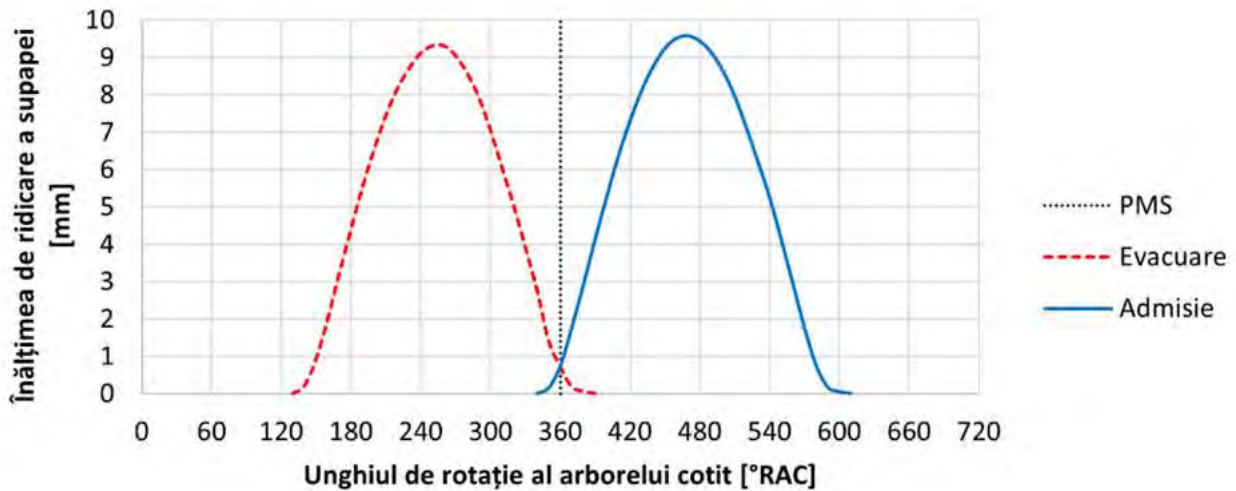


Fig. 2.30 Exemplu de curbe de ridicare a supapelor de admisie și de evacuare

Lift Curve

Specification		
Valve Opening	340	deg
Cam Length	270	deg
Se alege opțiunea:	Increment	
Increment	10	deg
Manipulation		
Valve Opening	340	deg
Cam Length	270	deg

	Crank Angle (X)	ValveLift (Y)
	deg	mm
1	340	0
2	350	0.15
3	360	0.74
4	370	1.78
5	380	2.93
6	390	4.14

Fig. 2.31 Cylinder – LIFT CURVE – Intake

Tabelul 2.2 Valorile Intake Lift Curve

Crank Angle (X) [deg]	Valve Lift (Y) [mm]	Crank Angle (X) [deg]	Valve Lift (Y) [mm]
340	0	480	9.44
350	0.15	490	9.13
360	0.74	500	8.63
370	1.78	510	7.96
380	2.93	520	7.12
390	4.14	530	6.2
400	5.28	540	5.25
410	6.37	550	4.12
420	7.31	560	2.94
430	8.12	570	1.76
440	8.77	580	0.75
450	9.25	590	0.17
460	9.52	600	0.05
470	9.58	610	0

Pas 12 – Valve Port Specifications (VPS) – Pipe 14 – Intake – Valve Controlled – Flow Coefficients

Pentru un calcul corect al curgerii prin orificiul oferit de supapă sunt necesare și informații cu privire la coeficientul de curgere. Valorile corespunzătoare se introduc în secțiunea **Valve Controlled – Flow Coefficients** (Fig. 2.31):

Flow Coefficients

Pressure Ratio	1	-
Se alege opțiunea:	Effective Valve Lift	
Valve Lift (X) [-]	FlowCoeff (Y) [-]	
0	0	
1	0.109	
2	0.202	
3	0.289	
4	0.373	
5	0.453	
6	0.498	
7	0.529	
8	0.551	
9	0.567	
10	0.579	
11	0.584	

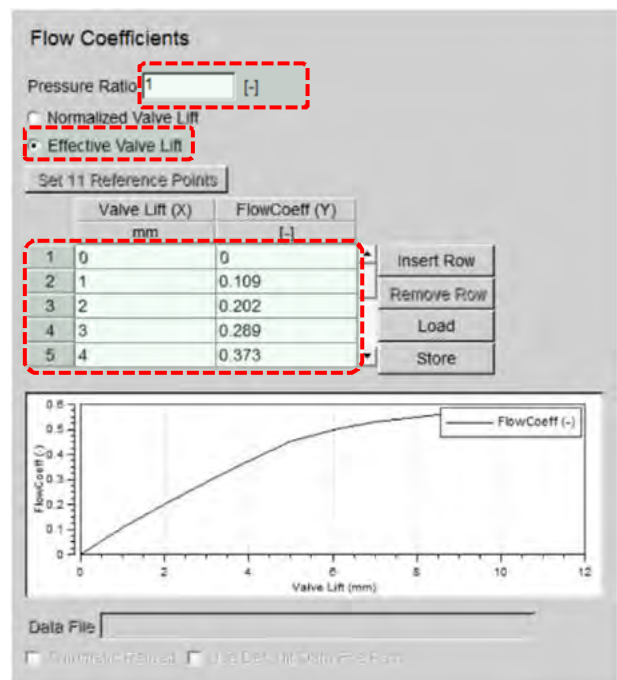


Fig. 2.32 Cylinder – FLOW COEFFICIENTS – Intake

Pas 13 – Valve Port Specifications (VPS) – Pipe 18 – Exhaust – Valve Controlled

În cazul de față motorul este echipat cu două supape de evacuare, ceea ce duce la un factor de scalare $f_{sc} = 1.242$. Pentru definire, click pe **Valve Controlled** și introduceți următoarele date (Fig. 2.32):

Valve Port Specification

Inner Valve Seat (=Reference) Diameter	25.22	mm
Valve Clearance	0	mm
Scaling Factor for Eff. Flow Area	1.242	-
Reference Lift for Valve Timing	0	mm
Reference Lift Base		
Se alege opțiunea:	Effective	

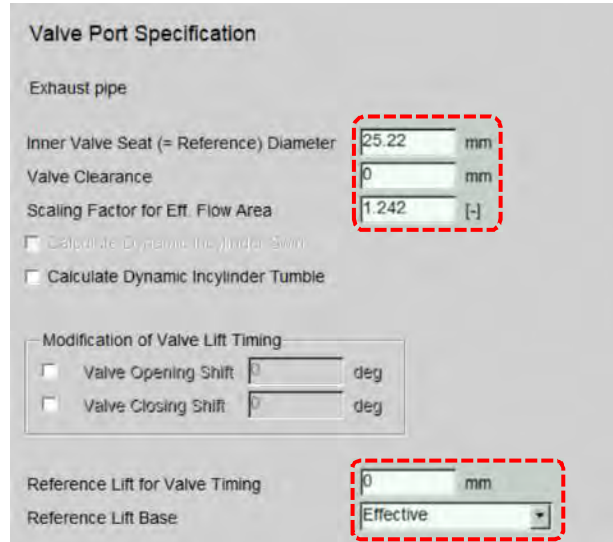


Fig. 2.33 Cylinder – VALVE PORT SPECIFICATIONS – Exhaust

Pas 14 – Valve Port Specifications (VPS) – Pipe 18 – Exhaust – Valve Controlled – Lift Curve

Pentru definire curbei de ridicare a supapei de evacuare click pe **Lift Curve** (Fig. 2.33) și introduceți datele din tabelul 2.3:

Lift Curve

Specification		
Valve Opening	130	deg
Cam Length	260	deg
Se alege opțiunea:	Increment	
Increment	10	deg
Manipulation		
Valve Opening	130	deg
Cam Length	260	deg

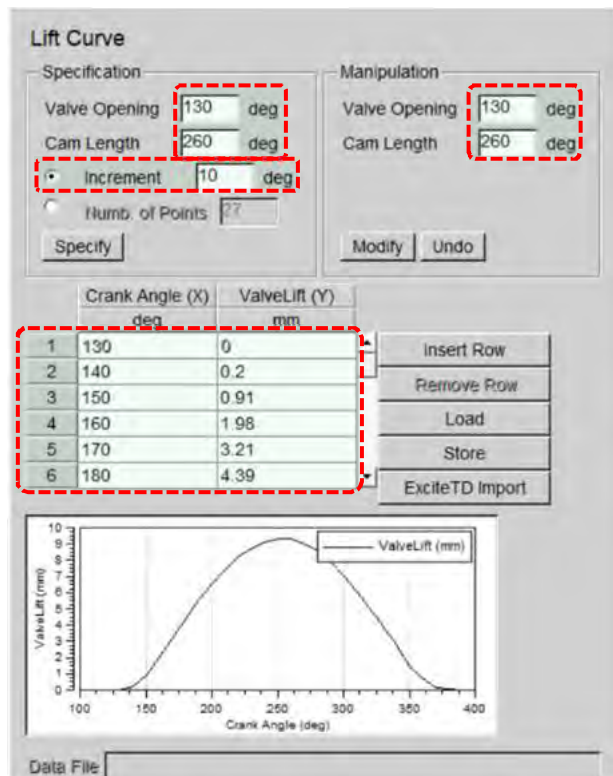


Fig. 2.34 Cylinder – VALVE PORT SPECIFICATIONS – Exhaust

Tabelul 2.3 Valorile Exhaust Lift Curve

Crank Angle (X) [deg]	Valve Lift (Y) [mm]	Crank Angle (X) [deg]	Valve Lift (Y) [mm]
130	0	270	9.01
140	0.2	280	8.58
150	0.91	290	7.94
160	1.98	300	7.06
170	3.21	310	6.05
180	4.39	320	5.04
190	5.53	330	3.92
200	6.54	340	2.78
210	7.44	350	1.42
220	8.17	360	0.72
230	8.71	370	0.18
240	9.07	380	0.06
250	9.32	390	0
260	9.32		

Pas 15 – Valve Port Specifications (VPS) – Pipe 18 – Exhaust – Valve Controlled – Flow Coefficients

Pasul următor este definirea coeficientului de curgere prin orificiul oferit de supapa de evacuare. Pentru aceasta, click pe **Flow Coefficients** (Fig. 2.34) și introduceți următoarele date:

Flow Coefficients

Pressure Ratio	1	-
Se alege opțiunea:	Effective Valve Lift	
Valve Lift (X) [-]	FlowCoeff (Y) [-]	
0	0	
1	0.149	
2	0.29	
3	0.475	
4	0.615	
5	0.664	
6	0.684	
7	0.693	
8	0.697	
9	0.7	
10	0.702	
11	0.703	

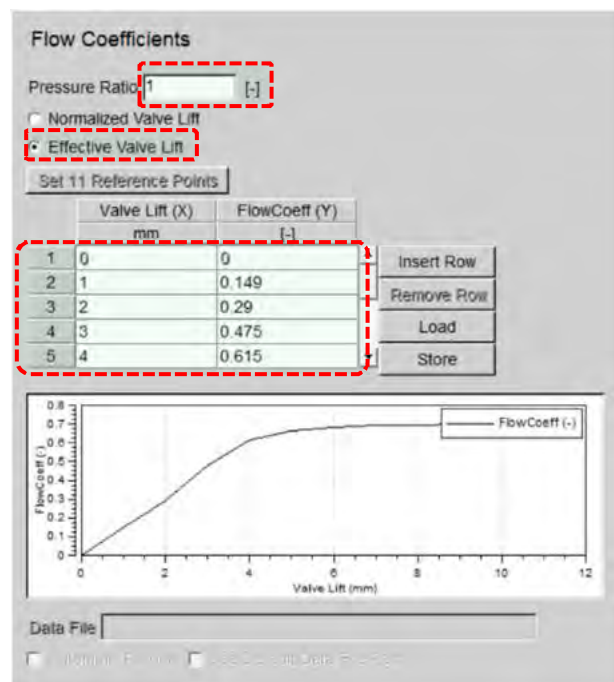
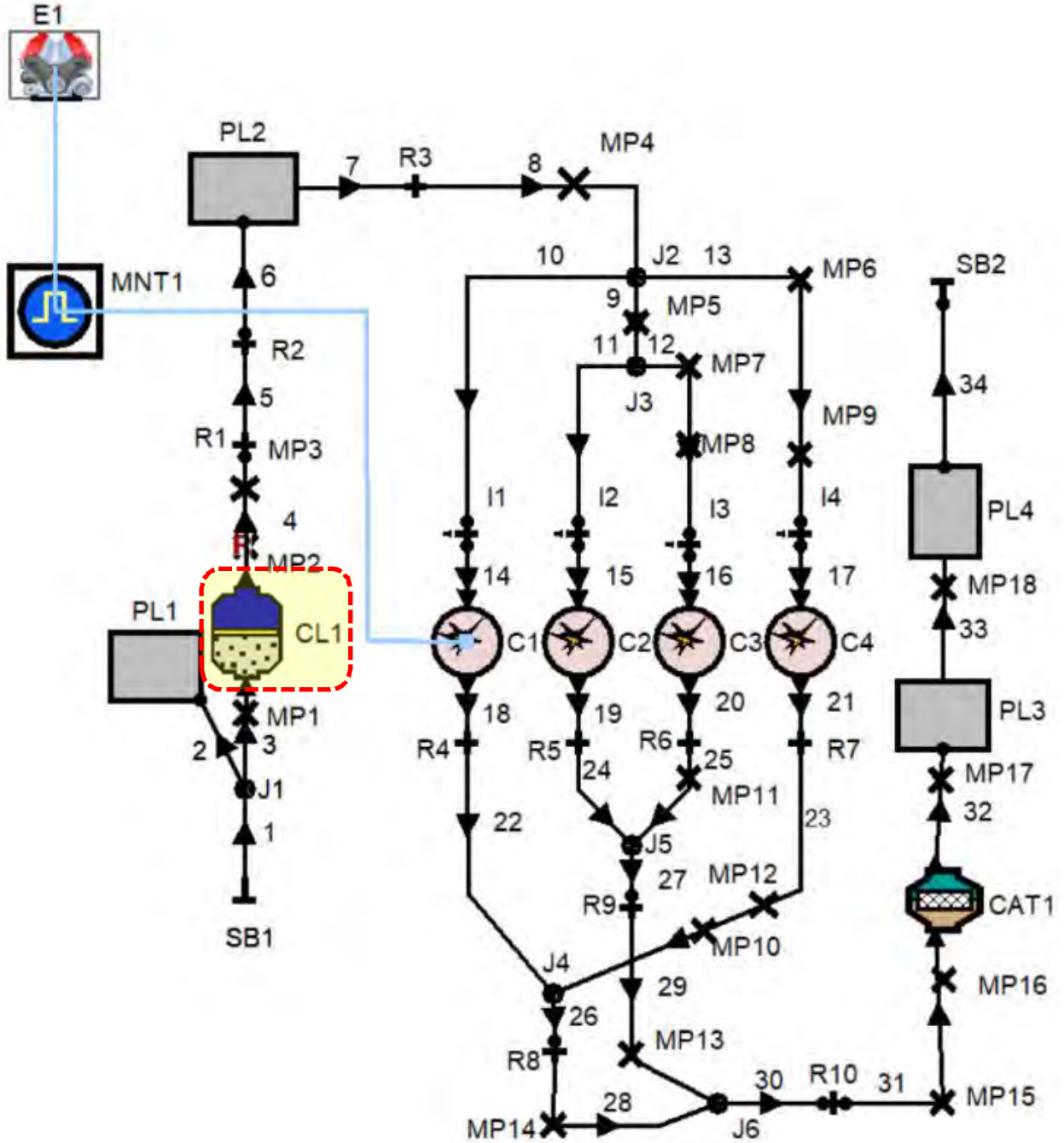


Fig. 2.35 Cylinder – VALVE PORT SPECIFICATIONS – Exhaust

AIR CLEANER



Pas 1 – General

Performanțele filtrului de aer sunt calculate ținând cont de un debit masic de referință, căderea de presiune specificată (definită ca diferența dintre presiunea statică la intrarea în filtru și cea de la ieșirea din filtru) în condițiile de referință (debit masic, temperatură și presiune). În funcție de informațiile furnizate programul ajustează pierderile prin frecare ale modelului (figurile 2.35 și 2.36).

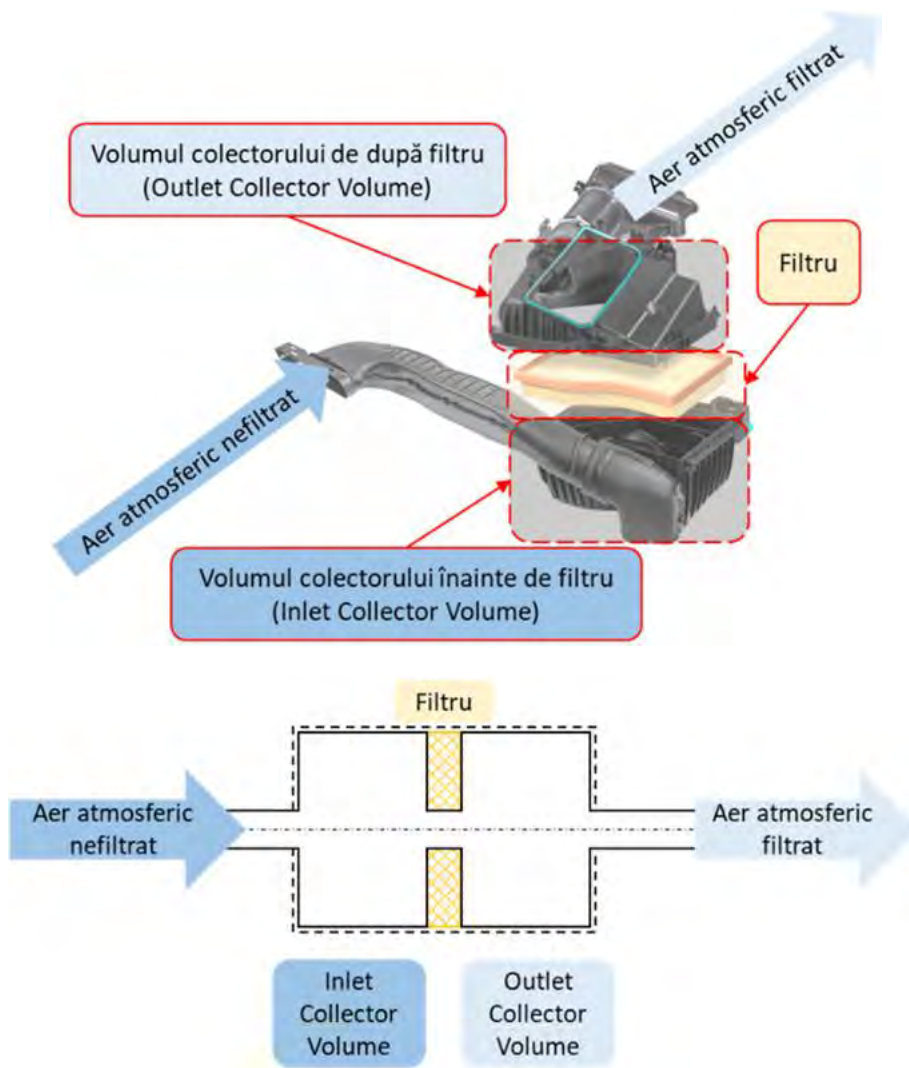


Fig. 2.36 Simplificarea componentei reale pentru realizarea calculului

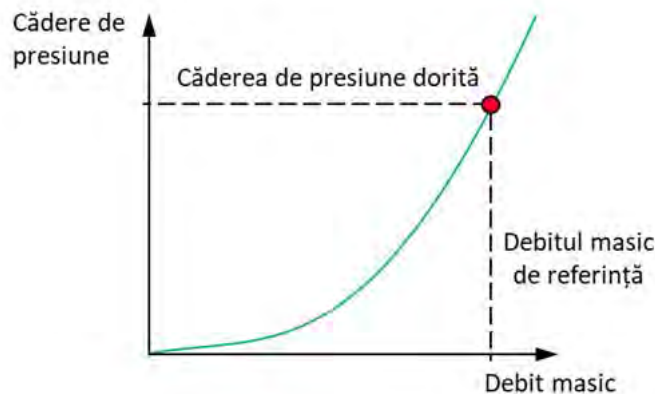


Fig. 2.37 Căderea de presiune în funcție de debitul masic

Pentru definirea filtrului de aer click pe **Air Cleaner** pentru deschiderea ferestrei de lucru (Fig. 2.37) și introduceți următoarele date în subgrupa **General**:

General

Geometrical Properties		
Total Air Cleaner Volume	8.7	l
Inlet Collector Volume	3	l
Outlet Collector Volume	4.3	l
Length of Filter Element	300	mm

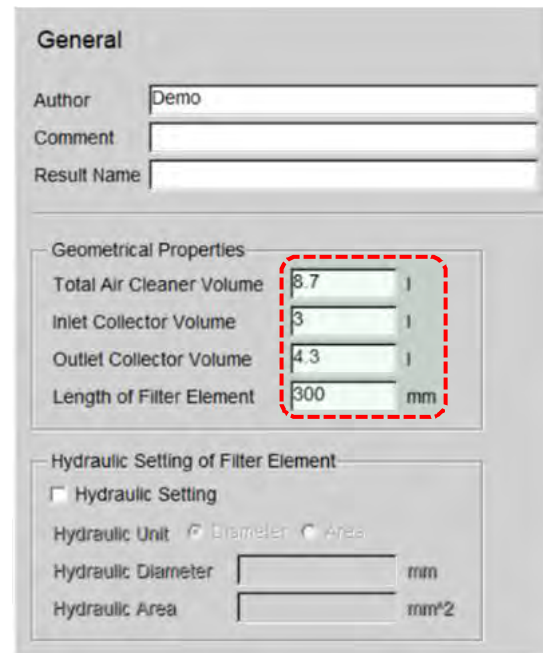


Fig. 2.38 Air Cleaner – GENERAL

Pas 2 – Friction

În subgrupa **Friction** (Fig. 2.38), la **Friction specification**, selectați opțiunea **Target pressure drop** și introduceți următoarele date privind debitul masic, căderea de presiune dorită, presiunea de intrare și temperatura aerului:

Friction

Friction Specification		
Se alege opțiunea:	Target Pressure Drop	
Target Pressure Drop		
Mass Flow	0.13	kg/s
Target Pressure Drop	0.008	bar
Inlet Pressure	1	bar
Inlet Air temperature	19.85	°C

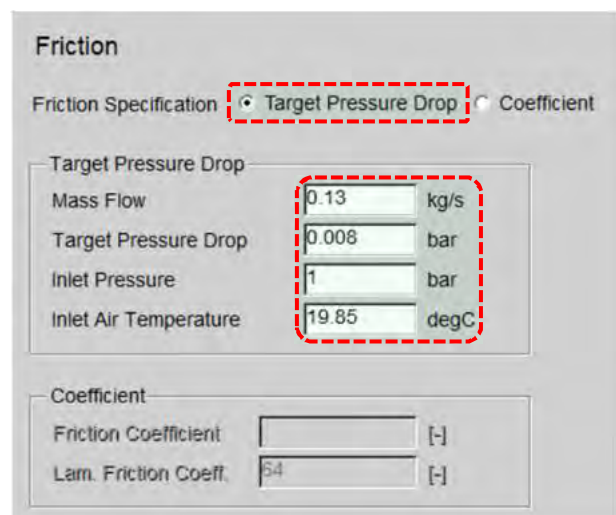


Fig. 2.39 Air Cleaner – FRICTION

Pas 3 – Flow Coefficients

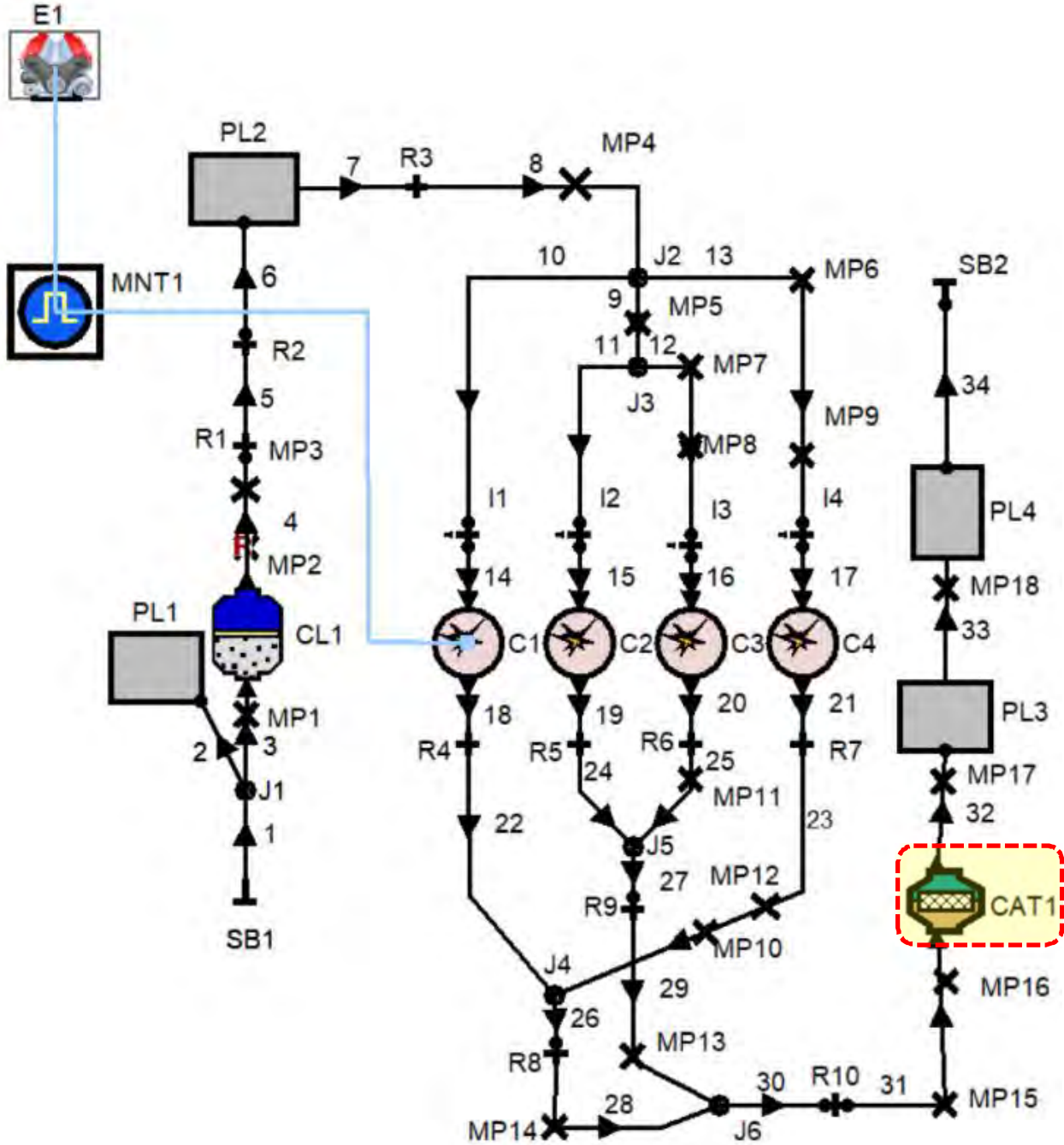
Suplimentar, este necesară definirea pierderilor (prin intermediul coeficienților de curgere) în zona conexiunii cu toate componentele adiacente. În acest scop, în subgrupa **Flow Coefficients** (Fig. 2.39), introduceți următoarele valori pentru coeficienții de curgere:

Flow Coefficients

Flow into the Air Cleaner		
Pipe 3 Inflow	1	-
Pipe 4 Inflow	1	-
Flow out the Air Cleaner		
Pipe 3 Outflow	1	-
Pipe 4 Outflow	1	-

Fig. 2.40 Air Cleaner – FLOW COEFFICIENTS

CATALYST



Pas 1 – General

Deoarece motorul analizat este unul cu aprindere prin scânteie, pentru reducerea emisiilor poluante se utilizează un catalizator cu trei căi. În figura 2.40 se pot observa principalele elemente care trebuie definite. Se menționează faptul că monolitul necesită informații suplimentare precum tipul de model de catalizator, modelul de calcul al pierderilor prin frecare etc.

Pentru definirea catalizatorului click pe **Catalyst** pentru deschiderea ferestrei de lucru (Fig. 2.41) și introduceți următoarele date în secțiunea **General**:

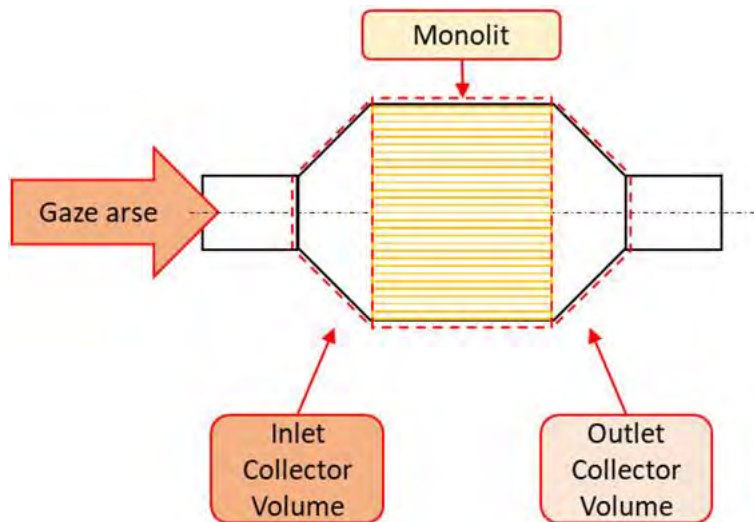


Fig. 2.41 Elementele catalizatorului

General

Monolith Volume	3.2	l
Length of Monolith	300	mm
Inlet Collector Volume	0.15	l
Outlet Collector Volume	0.15	l

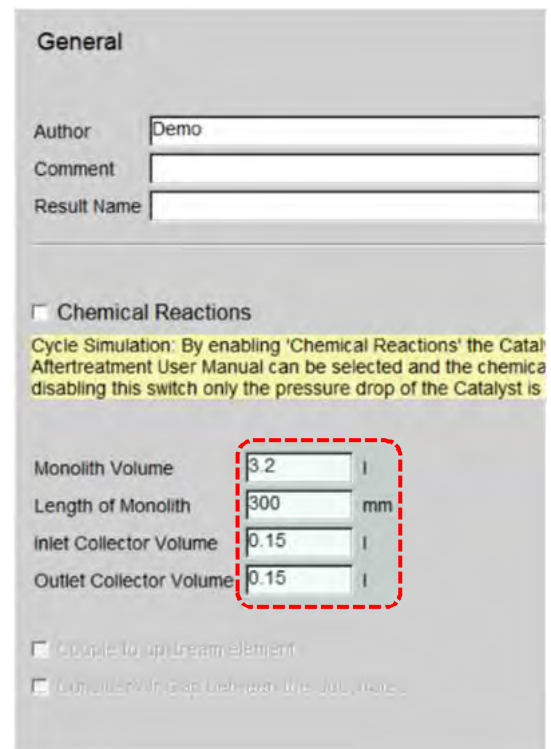


Fig. 2.42 Catalyst – GENERAL

Pas 2 – Type specification

Pentru definirea tipului de monolit, în subgrupa **Type Specification** (Fig. 2.42) introduceți următoarele date:

Type Specification

Catalyst Type Specification		
Se selectează opțiunea:	General Catalyst	
General Catalyst		
Open Frontal Area (OFA)	1	-
Hydraulic Unit		
Se selectează opțiunea:	Diameter	
Hydraulic Diameter	116.5385	mm

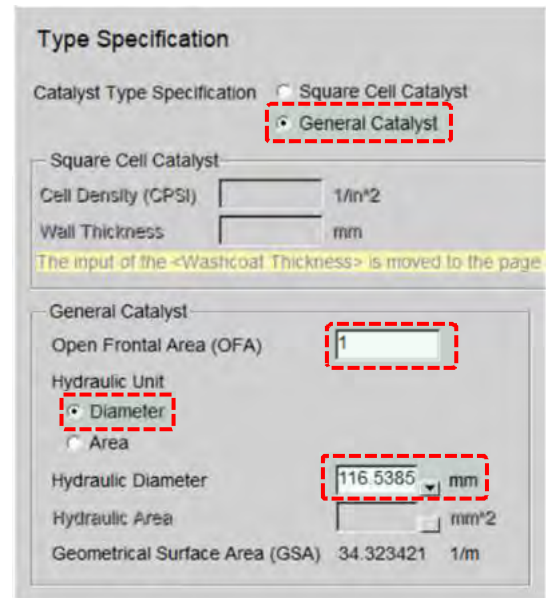


Fig. 2.43 Catalyst – TYPE SPECIFICATION

Pas 3 – Friction

Pentru calculul căderii de presiune prin catalizator, în subgrupa **Friction** (Fig. 2.43) introduceți următoarele date:

Friction

Friction Specification		
Se selectează opțiunea:	Target Pressure Drop	
Target Pressure Drop		
Inlet Massflow	0.13	kg/s
Inlet Temperature	826.85	°C
Inlet Pressure	1.4	bar
Target Pressure Drop	0.22	bar

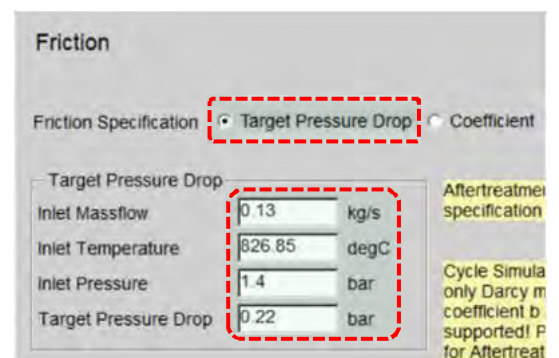


Fig. 2.44 Catalyst – FRICTION

Pas 4 – Results Specification

Pentru a defini punctele pentru care se vor înregistra rezultatele calculului, click pe subgrupa **Result Specification** (Fig. 2.44) și introduceți următoarele date:

Results Specification

Spatial Positions	
Se selectează opțiunea:	Use 5 Points
Type of Results	
Se selectează opțiunea:	Standard

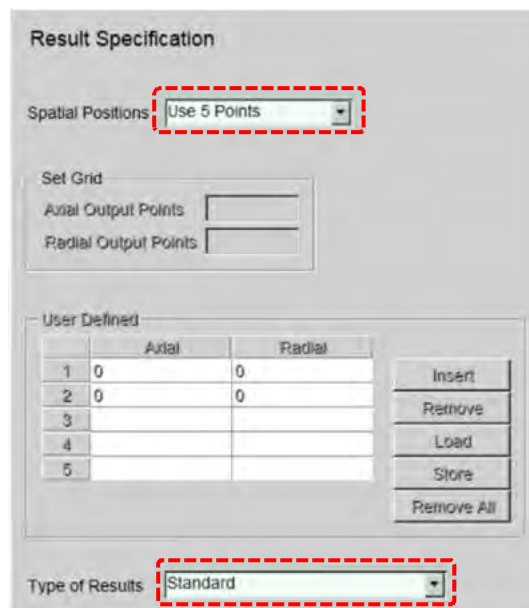


Fig. 2.45 Catalyst – RESULT SPECIFICATION

Pas 5 – Flow Coefficients

Definirea curgerii la intrarea, respectiv ieșirea din catalizator se face în subgrupa **Flow Coefficients** (Fig. 2.45), unde trebuie introduse următoarele valori pentru coeficienții de curgere:

Flow Coefficients

Flow into the Air Cleaner		
Pipe 3 Inflow	1	-
Pipe 4 Inflow	1	-
Flow out the Air Cleaner		
Pipe 3 Outflow	1	-
Pipe 4 Outflow	1	-

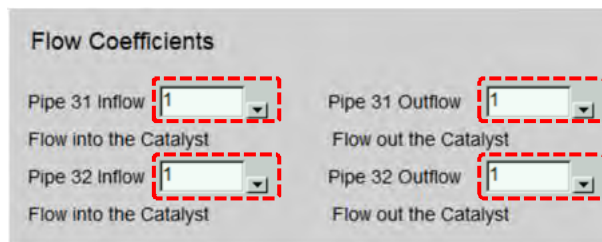
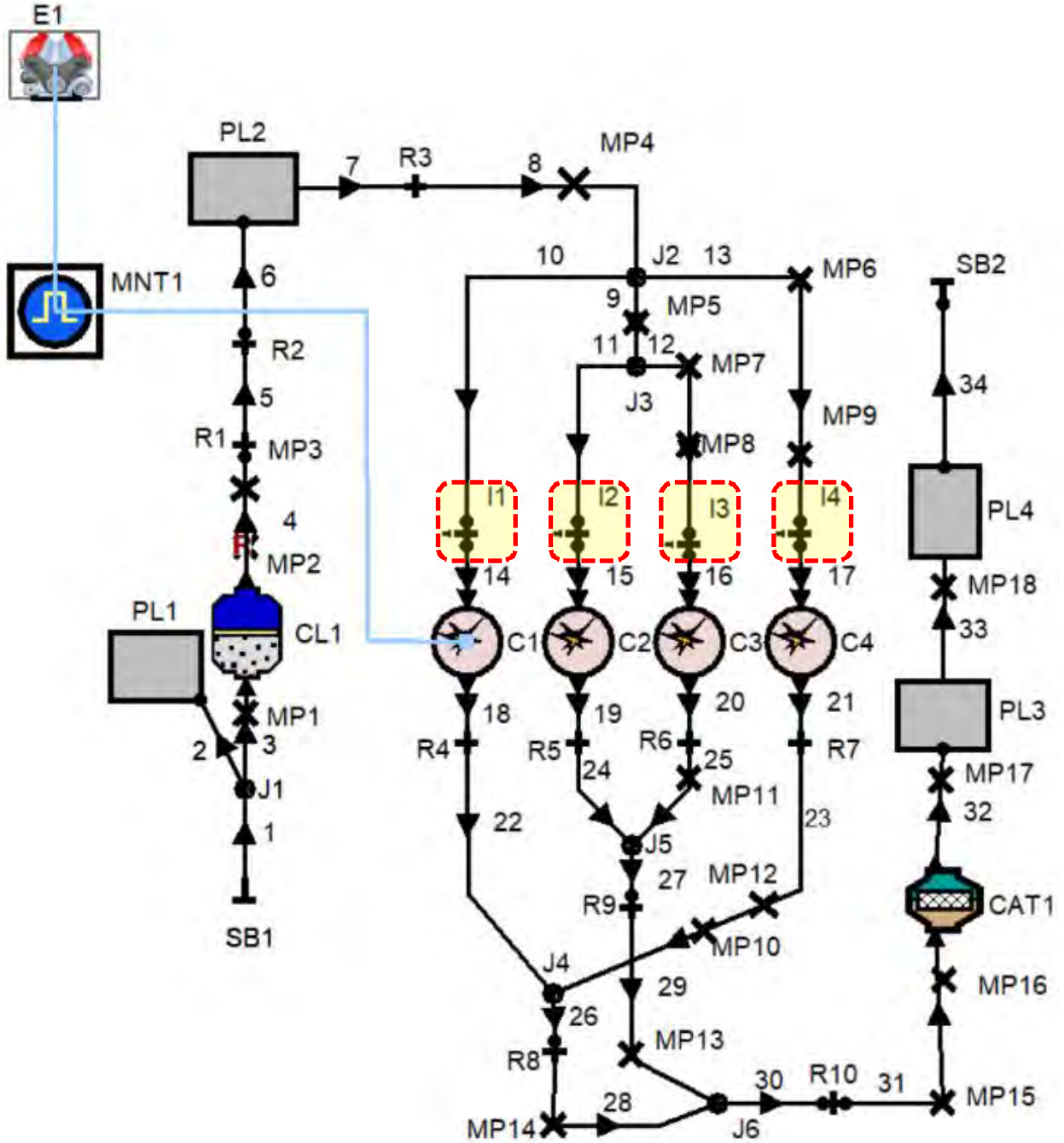


Fig. 2.46 Catalyst – FLOW COEFFICIENTS

INJECTOR



Pas 1 – General

În cazul motorului analizat cele patru injectoare sunt identice. Prin urmare, datele introduse sunt aceleași. Pentru simplitate, datele se introduc pentru injectorul 1 (Fig. 2.46), iar apoi se copiază și pentru celelalte trei injectoare.

Într-o primă etapă în subgrupa **General** se va alege tipul de injecție care, în cazul de față este injecție continuă. În acest scop la **Injection Method** se alege opțiunea **Continuous**:

General

Injection Method	
Se alege opțiunea:	Continuous -

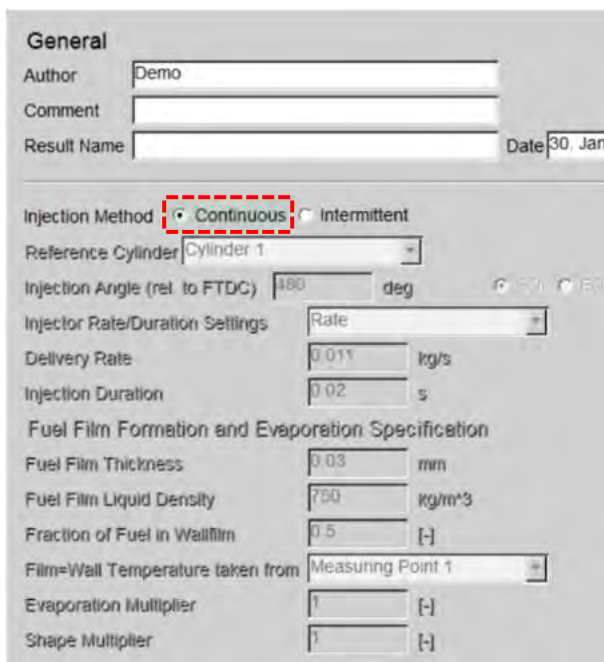


Fig. 2.47 Injector – GENERAL

Pas 2 – Mass Flow

Debitul de combustibil injectat se definește în secțiunea **Mass Flow Specification** (Fig. 2.47):

Mass Flow Specification

Mass Flow Specification	
Se alege opțiunea:	Ratio Control
Ratio Control	
Ratio	13.34 -
Injector Model	
Se alege opțiunea:	Injection Nozzle (Continuous Injection)
Air Flow taken from Measuring Point	Measuring Point 2
The Injector Covers ... of the Total Air Flow	25 %

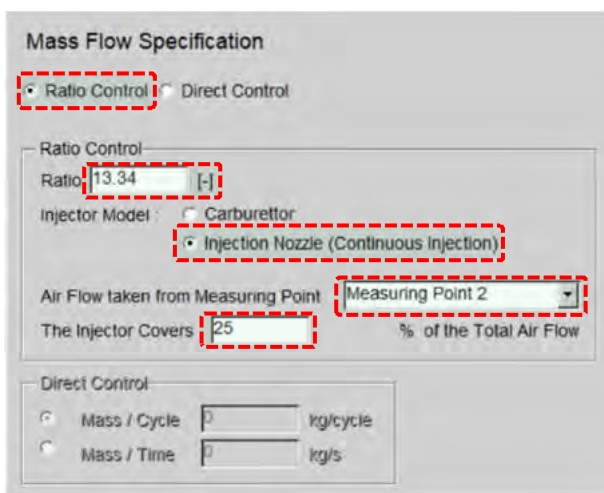


Fig. 2.48 Injector – MASS FLOW SPECIFICATION

Pas 3 – Species Options

Deoarece tipul de combustibil a fost specificat anterior, în subgrupa **Species Specification** (Fig. 2.48) se intervine doar asupra temperaturii combustibilului:

Species Specification

Fuel Temperature	25	°C
-------------------------	----	----

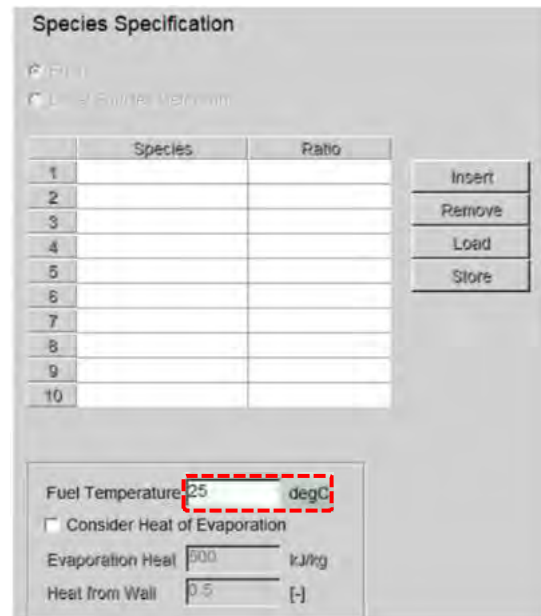


Fig. 2.49 Injector – MASS FLOW SPECIFICATION

Pas 4 – Flow Coefficients

În subgrupa **Flow Coefficients** (Fig. 2.49), introduceți următoarele valori pentru coeficienții de curgere:

Flow Coefficients

Flow Coefficients for Flow		
from Pipe 10 to Pipe 14	0.95	-
from Pipe 14 to Pipe 10	0.95	-

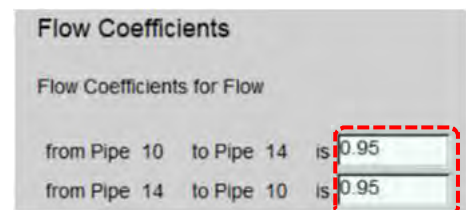


Fig. 2.50 Injector – FLOW COEFFICIENTS

Pas 5 – Copierea datelor injectorului 1 la injectoarele 2-4

Având în vedere că cele patru injectoare sunt identice, informațiile introduse pentru injectorul 1 se vor copia și la celelalte trei injectoare. Pentru aceasta, din bara de meniu se alege **Element**, iar apoi **Copy Data** (Fig. 2.51). Sursa (**Source**) este injectorul 1 (**I1**), iar elementele țintă sunt injectoarele 2-4 (**I2, I3, I4**). După selectarea elementelor necesare (Fig. 2.51), se apasă **Apply**.

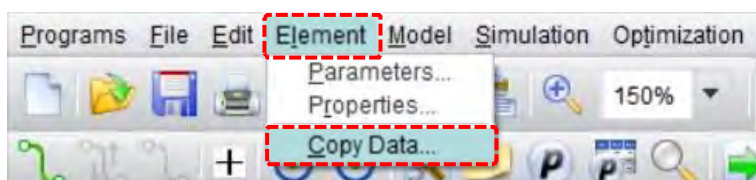


Fig. 2.51 Bara meniu - ELEMENT

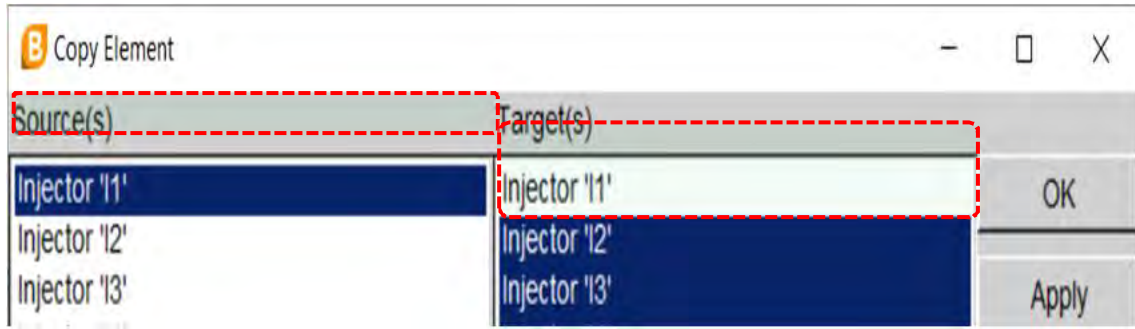
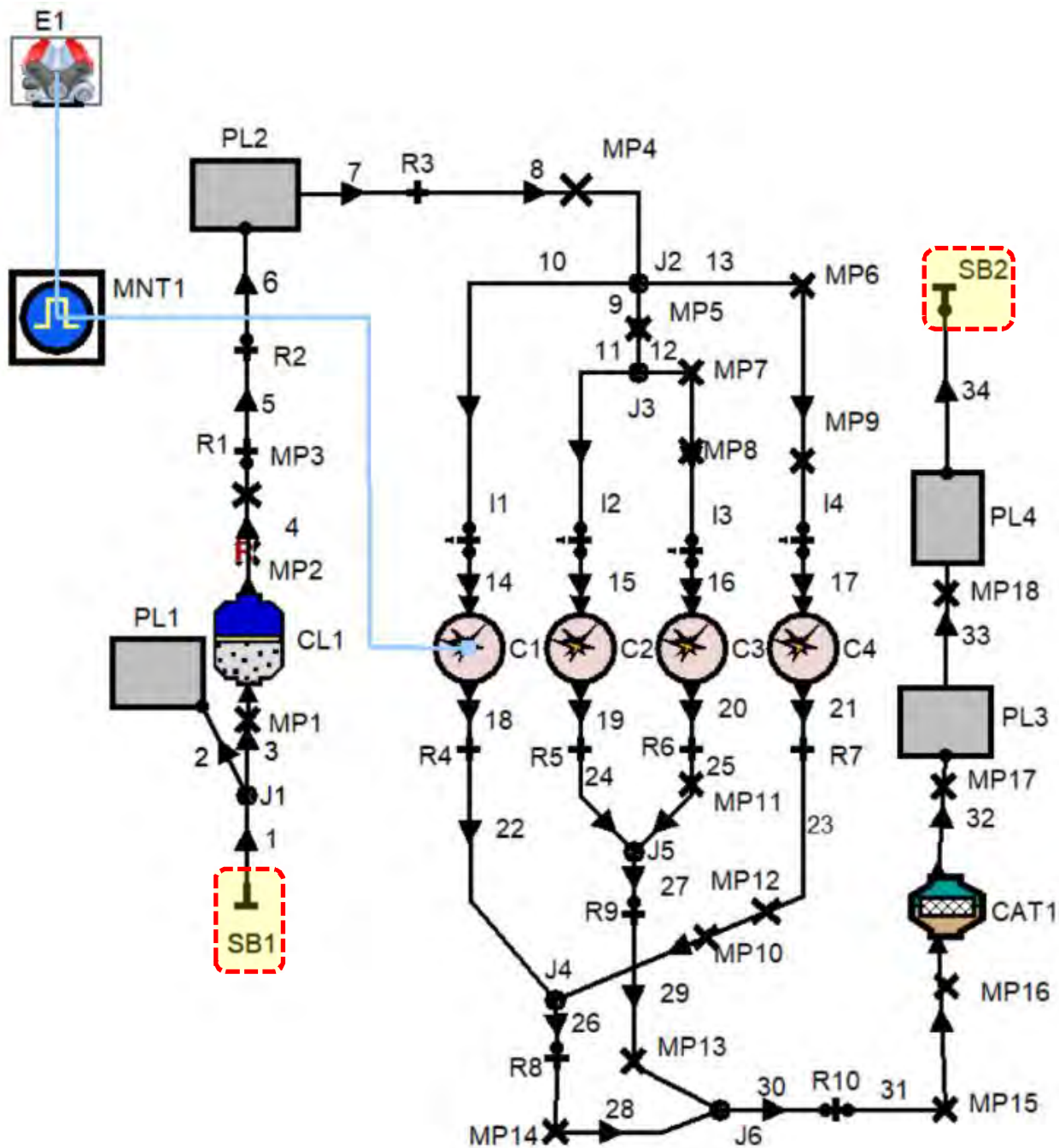


Fig. 2.52 Element – COPY ELEMENT

SYSTEM BOUNDARY



SB1

SB1 reprezintă limita sistemului pe partea de admisie. Această limită reprezintă conexiunea modelului cu mediul ambiant (definit în acest caz de utilizator). Pentru definire trebuie introduse următoarele date în secțiunile **General** (Fig. 2.52), **Boundary Conditions** (Fig. 2.53) și **Flow Coefficients** (Fig. 2.54).

General

Boundary Type	
Se alege opțiunea:	Standard

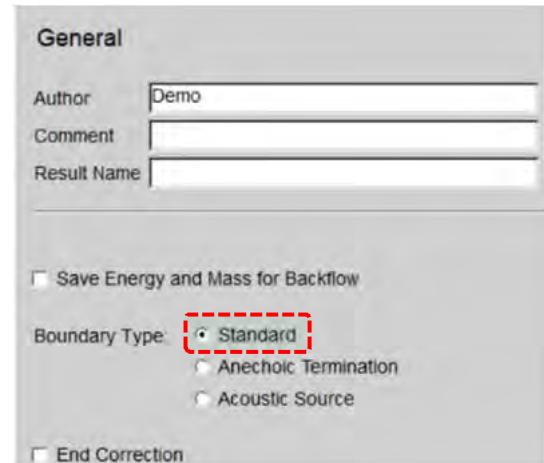


Fig. 2.53 SB1 – GENERAL

Boundary Conditions

Se alege opțiunea:	Local Boundary Conditions	
Local Boundary Conditions		
Preference	Se alege opțiunea:	
	Set 1	
Pressure	0.995	bar
Gas Temperature	30.85	°C
Fuel Vapor	0	-
Combustion Products	0	-
Ratio Type		
Se alege opțiunea:	A/F - Ratio	
Ratio Value	10000	-

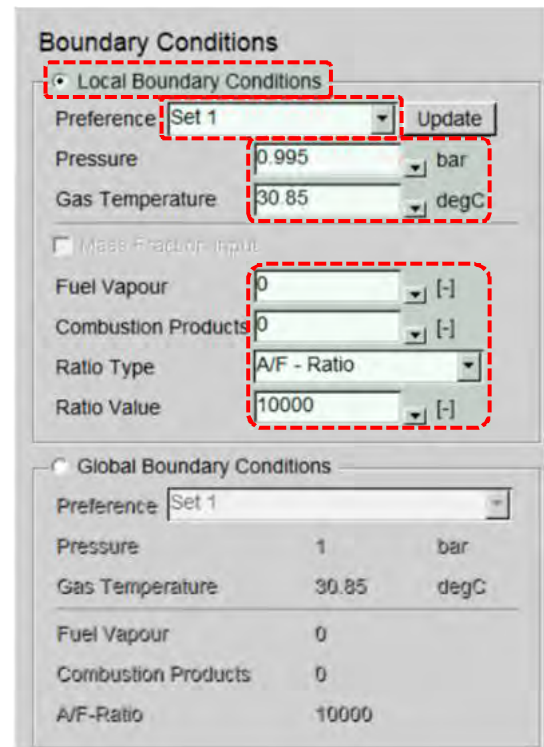


Fig. 2.54 SB1 – BOUNDARY CONDITIONS

Flow Coefficients

Pipe 1 Inflow	0.95
Pipe 1 Outflow	0.95



Fig. 2.55 SB1 – FLOW COEFFICIENTS

SB2

SB2 este limita sistemului pe partea de evacuare. La fel ca în cazul **SB1** și **SB2** este aleasă convenabil. Pentru definirea **SB2** se date în secțiunile **General** (Fig. 2.55), **Boundary Conditions** (Fig. 2.56) și **Flow Coefficients** (Fig. 2.57).

General

Boundary Type	
Se alege opțiunea:	Standard

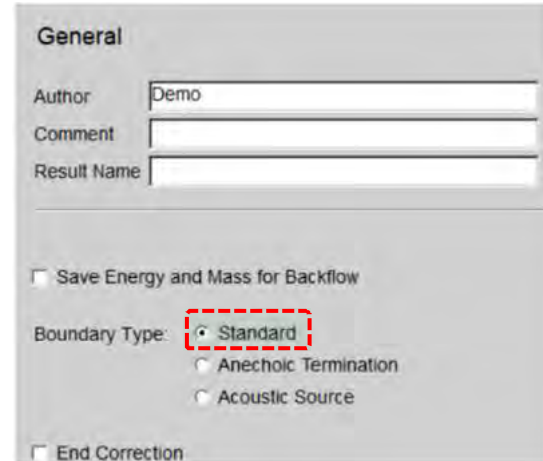


Fig. 2.56 SB2 – GENERAL

Boundary Conditions

Se alege opțiunea:	Local Boundary Conditions	
Local Boundary Conditions		
Preference	Se alege opțiunea:	
Se alege opțiunea:	Set 1	
Pressure	0.995	bar
Gas Temperature	676.85	°C
Fuel Vapor	0	-
Combustion Products	1	-
Ratio Type	Se alege opțiunea:	
Se alege opțiunea:	A/F - Ratio	
Ratio Value	14.3	-

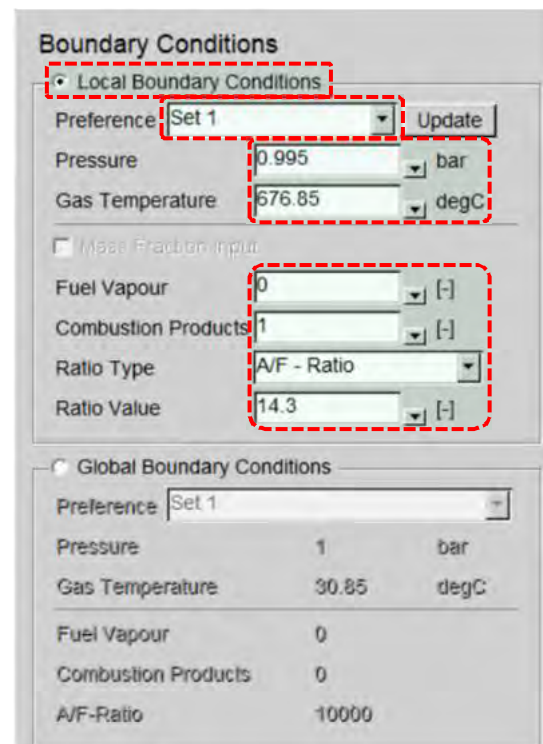


Fig. 2.57 SB2 – BOUNDARY CONDITIONS

Flow Coefficients

Pipe 1 Inflow	1
Pipe 1 Outflow	1

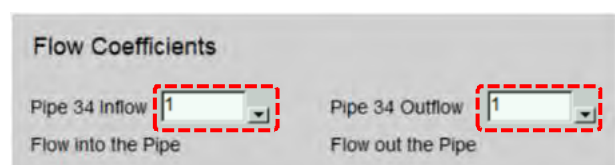
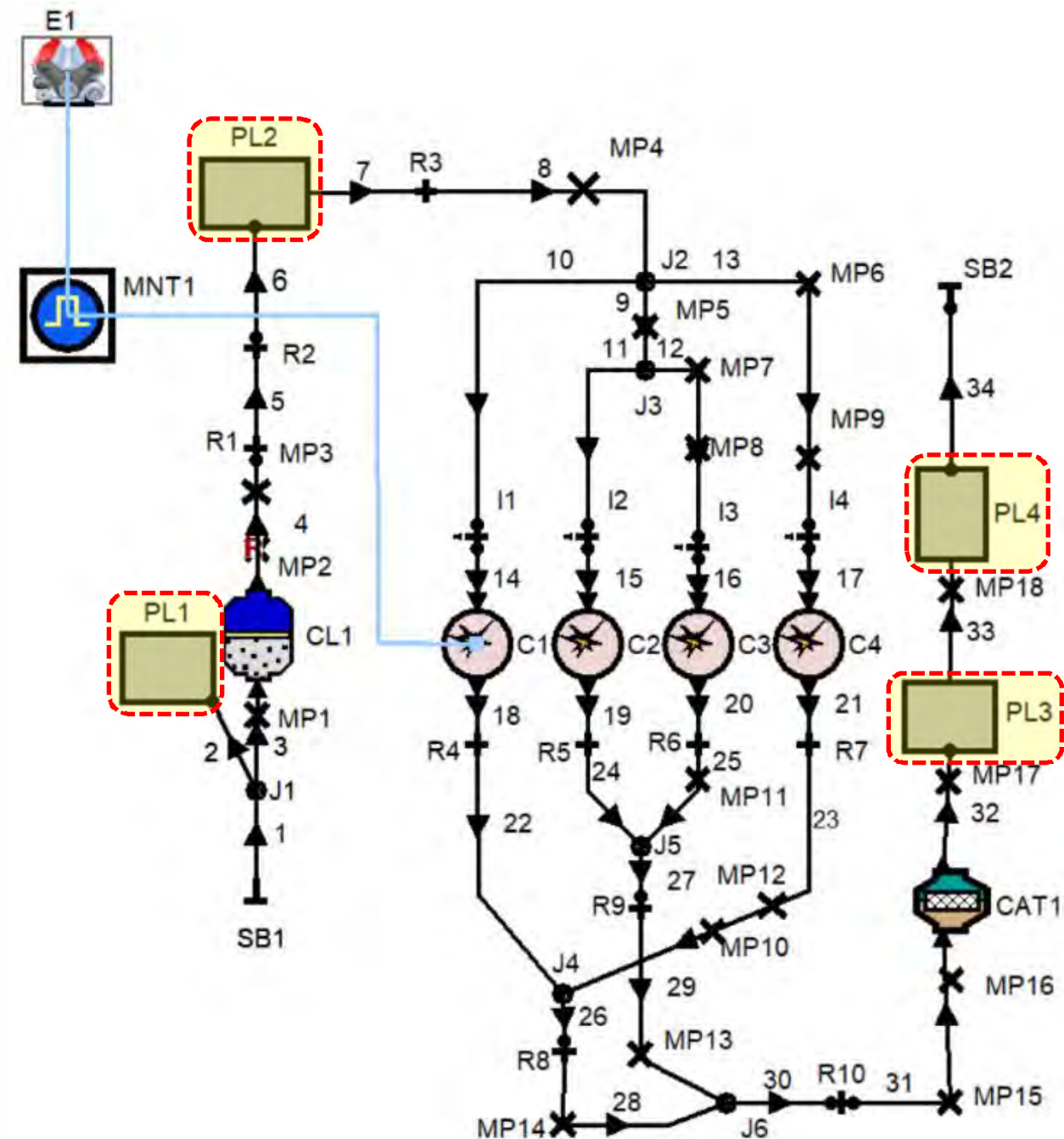


Fig. 2.58 SB2 – FLOW COEFFICIENTS

PLENUM



Elementele de tip plenum sunt elemente de volum în care presiunea și temperatura sunt uniform distribuite în spațiu astfel că, pentru curgerea prin aceste elemente, nu se calculează și impulsul. În cazul motorului analizat galeria de admisie, amortizorul de zgomot, dar și alte elemente sunt reprezentate prin **Plenum**. În continuare sunt prezentate datele de intrare pentru aceste elemente (figurile 2.58 – 2.69):

PL 1

General

Geometry Definition	
Se alege opțiunea:	Volume
Volume	
Volume	2.6 l

Fig. 2.59 PL1 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Preference	
Se alege opțiunea:	Set 1

Fig. 2.60 PL1 – INITIALIZATION

Flow Coefficients

Flow into the Plenum		
Pipe 2 Inflow	0.9	-
Flow out the Plenum		
Pipe 2 Outflow	0.9	-

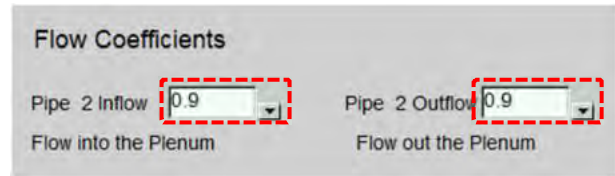


Fig. 2.61 PL1 – FLOW COEFFICIENTS

PL 2

General

Geometry Definition		
Se alege opțiunea:	Volume	
Volume		
Volume	4	l

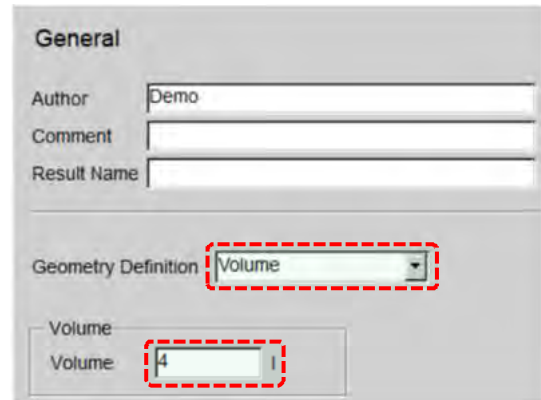


Fig. 2.62 PL2 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Preference	
Se alege opțiunea:	Set 1

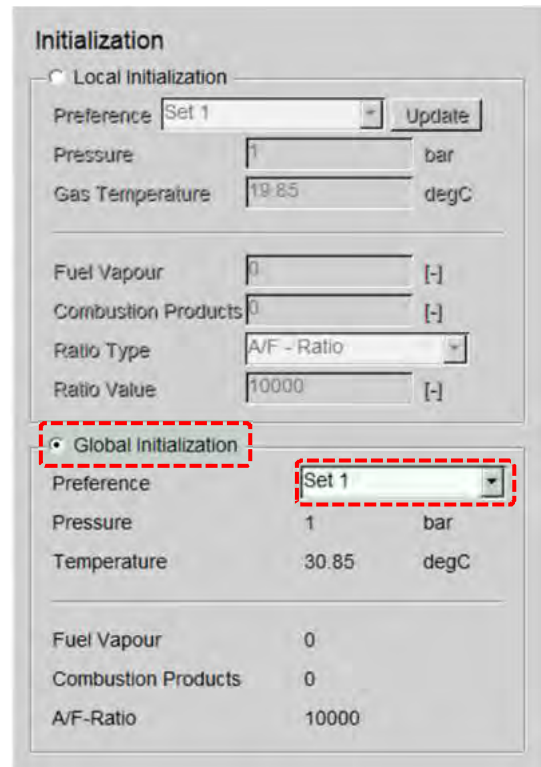


Fig. 2.63 PL2 – INITIALIZATION

Flow Coefficients

Flow into the Plenum		
Pipe 6 Inflow	0.95	-
Pipe 7 Inflow	0.95	-
Flow out the Plenum		
Pipe 6 Outflow	0.95	-
Pipe 7 Outflow	0.95	-

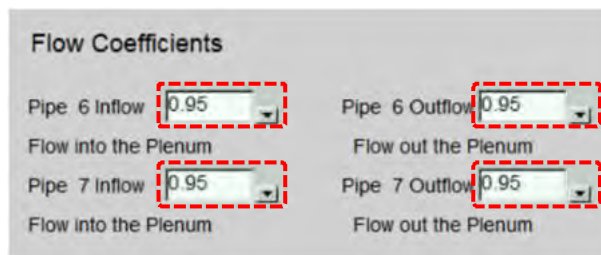


Fig. 2.64 PL2 – FLOW COEFFICIENTS

PL 3

General

Geometry Definition		
Se alege opțiunea:	Volume	
Volume		
Volume	6	l

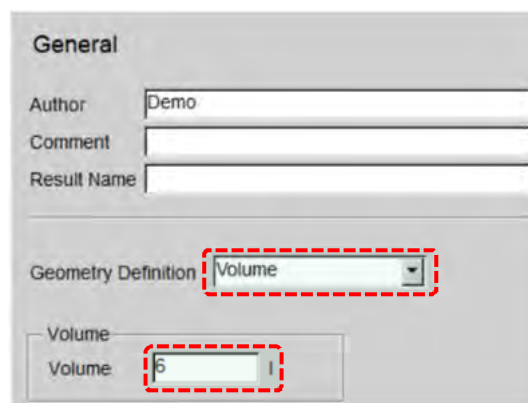


Fig. 2.65 PL3 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization	
Global Initialization		
Preference		
Se alege opțiunea:	Set 3	

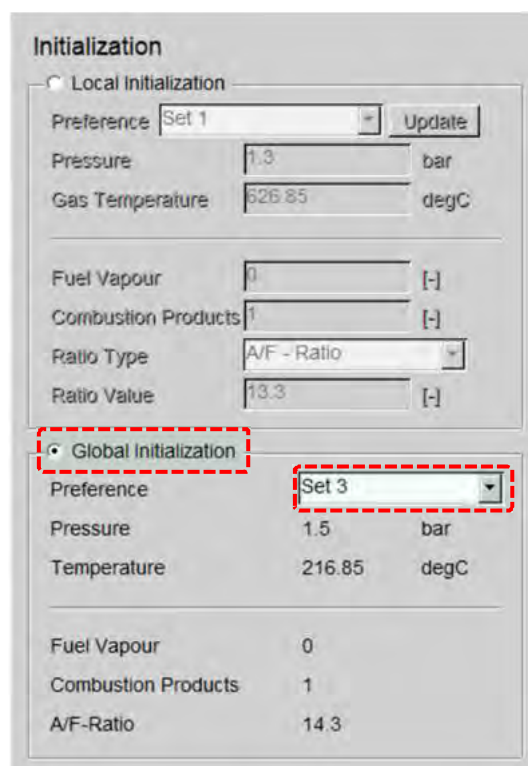


Fig. 2.66 Plenum 3 – INITIALIZATION

Initialization

Flow into the Plenum		
Pipe 32 Inflow	0.6	-
Pipe 33 Inflow	0.65	-
Flow out the Plenum		
Pipe 32 Outflow	0.6	-
Pipe 33 Outflow	0.65	-

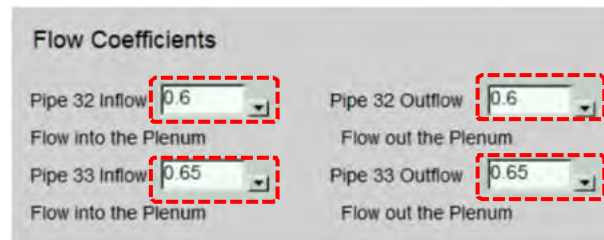


Fig. 2.67 Plenum 3 – FLOW COEFFICIENTS

PL 4

General

Geometry Definition		
Se alege opțiunea:	Volume	
Volume		
Volume	6	l

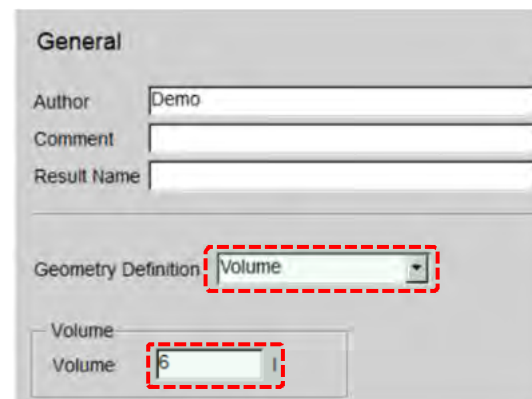


Fig. 2.68 PL4 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Preference	
Se alege opțiunea:	Set 3

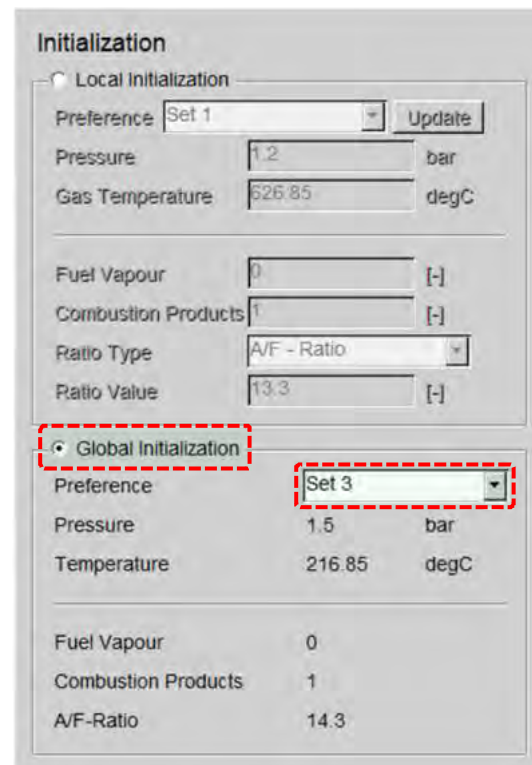


Fig. 2.69 PL4 – INITIALIZATION

Flow Coefficients

Flow into the Plenum		
Pipe 33 Inflow	0.9	-
Pipe 34 Inflow	0.9	-
Flow out the Plenum		
Pipe 33 Outflow	0.9	-
Pipe 34 Outflow	0.9	-

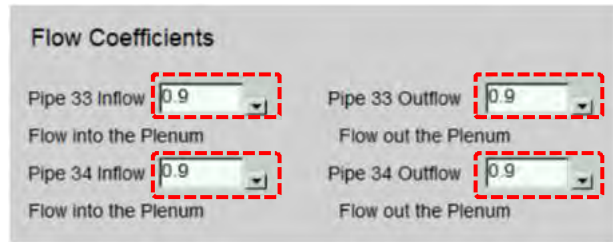
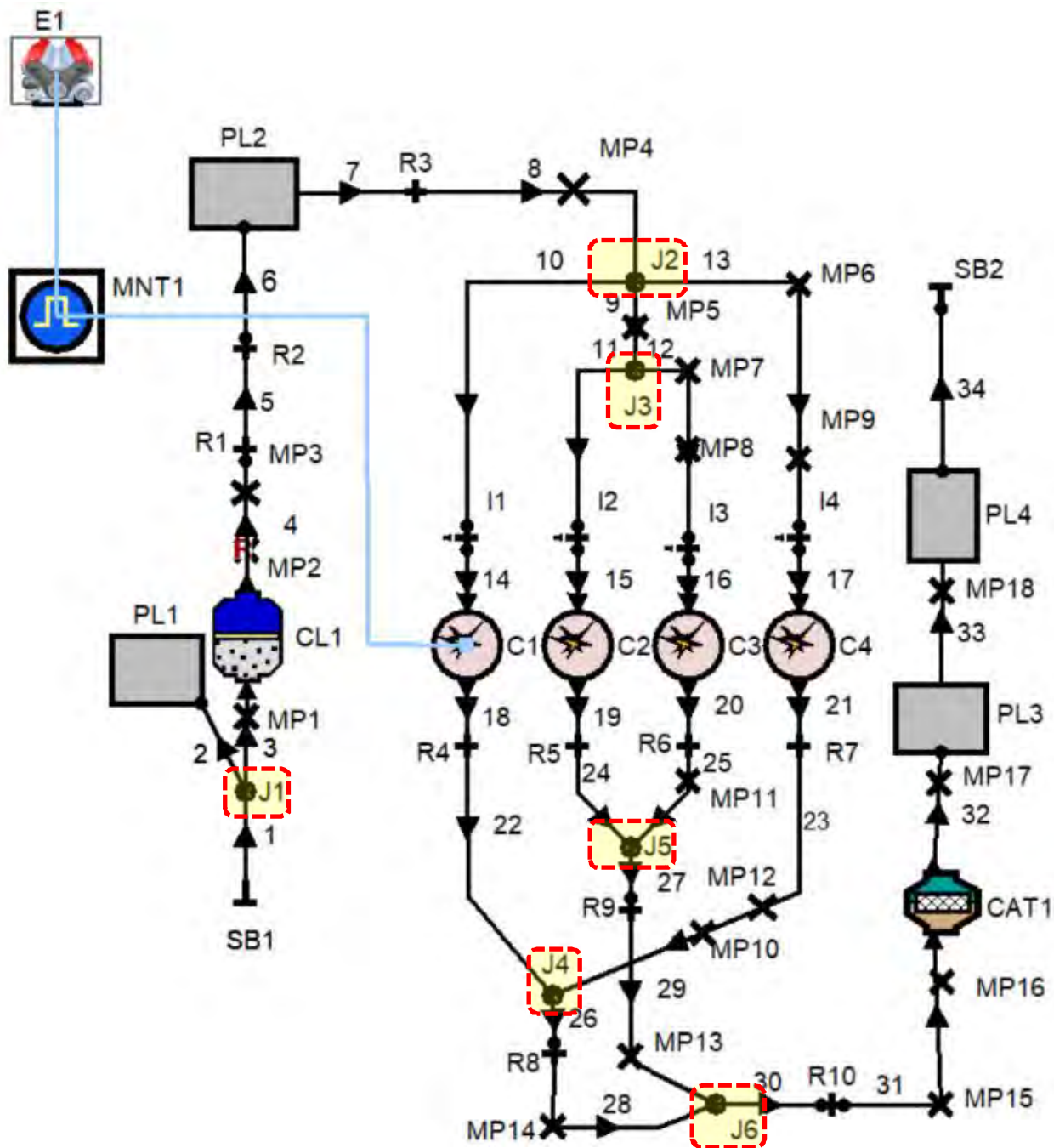


Fig. 2.70 PL4 – FLOW COEFFICIENTS

JUNCTION



Joncțiunile sunt elemente unde se intersectează două sau mai multe conducte. Programul de simulare AVL Boost™ permite definirea a trei tipuri de modele de joncțiuni: presiune constantă (**Constant Pressure**), presiune de stagnare constantă (**Constant Static Pressure**), respectiv model detaliat (**Refined Model**). Aceste modele de joncțiuni au fost prezentate în detaliu capitolul 1, secțiunea JUNCTION, motiv pentru care, în continuare, sunt prezentate doar datele de intrare pentru toate joncțiunile modelului (figurile 2.70 – 2.81).

J1

General

Junction Type
Se alege opțiunea: Constant Pressure Refined Model

General

Author: Demo

Comment:

Result Name:

Junction Type : Constant Pressure Constant Static Pressure Refined Model

Fig. 2.71 J1 – GENERAL

Refined Model

Angle Between Pipes 1 and 2	135	deg
Angle Between Pipes 2 and 3	45	deg
Angle Between Pipes 3 and 1	180	deg

Refined Model

Angle Between Pipes 1 and 2 is: 135 deg

Angle Between Pipes 2 and 3 is: 45 deg

Angle Between Pipes 3 and 1 is: 180 deg

Fig. 2.72 J1 – REFINED MODEL

J2

General

Junction Type
Se alege opțiunea: Constant Pressure Refined Model

General

Author: Demo

Comment:

Result Name:

Junction Type : Constant Pressure Constant Static Pressure Refined Model

Fig. 2.73 J2 – GENERAL

Flow Coefficients

Flow into the Junction		
Pipe 8 Inflow	1	-
Pipe 9 Inflow	1	-
Pipe 10 Inflow	1	-
Pipe 13 Inflow	1	-
Flow out the Junction		
Pipe 8 Outflow	1	-
Pipe 9 Outflow	1	-
Pipe 10 Outflow	1	-
Pipe 13 Outflow	1	-

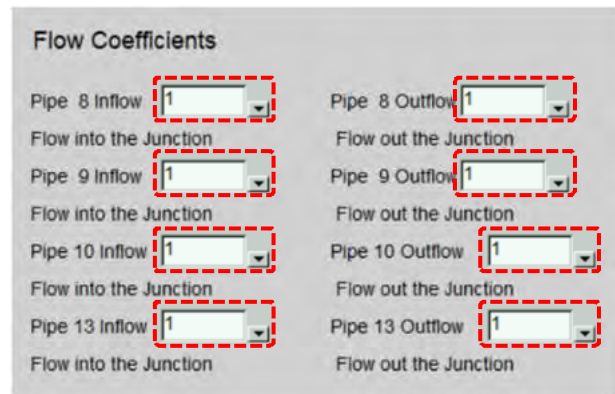


Fig. 2.74 J2 – FLOW COEFFICIENTS

J3

General

Junction Type	
Se alege opțiunea:	Refined Model

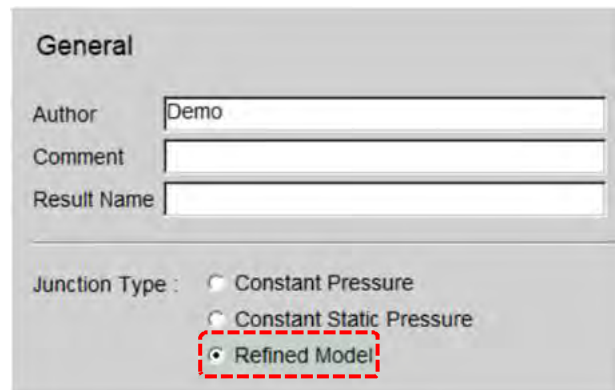


Fig. 2.75 J3 – GENERAL

Refined Model

Angle Between Pipes 9 and 11	90	deg
Angle Between Pipes 11 and 12	180	deg
Angle Between Pipes 12 and 9	90	deg

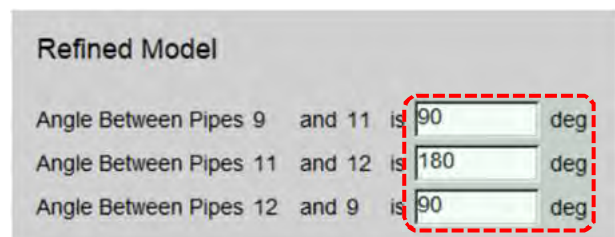


Fig. 2.76 J3 – REFINED MODEL

J4

General

Junction Type
 Se alege opțiunea: Refined Model

General

Author:
 Comment:
 Result Name:

Junction Type : Constant Pressure
 Constant Static Pressure
 Refined Model

Fig. 2.77 J4 – GENERAL

Refined Model

Angle Between Pipes 22 and 23	30	deg
Angle Between Pipes 23 and 26	165	deg
Angle Between Pipes 26 and 22	165	deg

Refined Model

Angle Between Pipes 22 and 23 is: deg
 Angle Between Pipes 23 and 26 is: deg
 Angle Between Pipes 26 and 22 is: deg

Fig. 2.78 J4 – REFINED MODEL

J5

General

Junction Type
 Se alege opțiunea: Refined Model

General

Author:
 Comment:
 Result Name:

Junction Type : Constant Pressure
 Constant Static Pressure
 Refined Model

Fig. 2.79 J5 – GENERAL

Refined Model

Angle Between Pipes 24 and 25	30	deg
Angle Between Pipes 25 and 27	165	deg
Angle Between Pipes 27 and 24	165	deg

Refined Model

Angle Between Pipes 24 and 25 is: deg
 Angle Between Pipes 25 and 27 is: deg
 Angle Between Pipes 27 and 24 is: deg

Fig. 2.80 J5 – REFINED MODEL

J6

General

Junction Type

Se alege opțiunea: Refined Model

General

Author:

Comment:

Result Name:

Junction Type : Constant Pressure
 Constant Static Pressure
 Refined Model

Fig. 2.81 J5 – GENERAL

Refined Model

Angle Between Pipes 28 and 29	30	deg
Angle Between Pipes 29 and 30	165	deg
Angle Between Pipes 30 and 28	165	deg

Refined Model

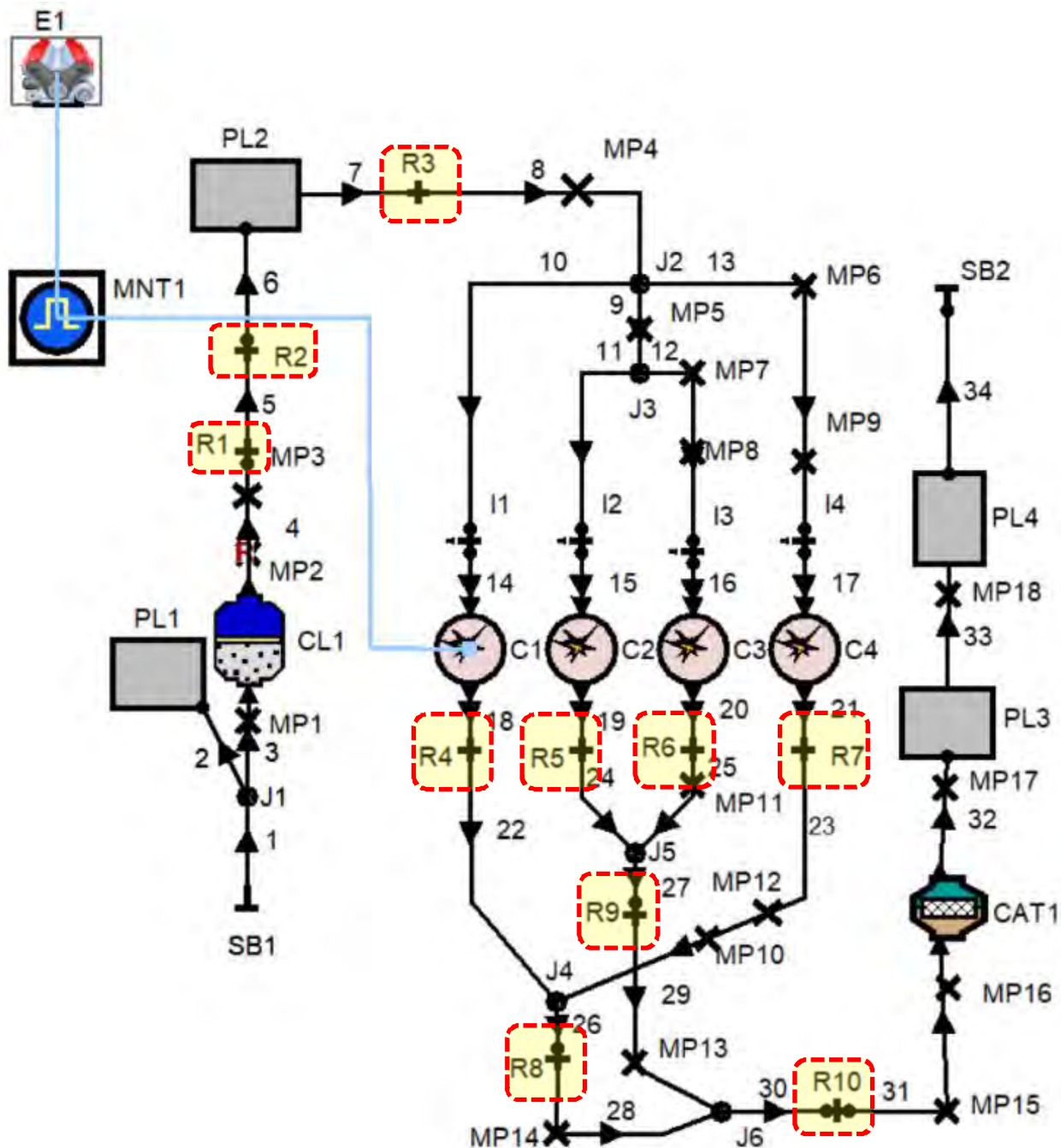
Angle Between Pipes 28 and 29 is: deg

Angle Between Pipes 29 and 30 is: deg

Angle Between Pipes 30 and 28 is: deg

Fig. 2.82 J5 – REFINED MODEL

RESTRICTION



Elementele de tip restricție (**Restriction**) se utilizează pentru considerarea pierderilor de presiune în anumite locații pe traseul de curgere. Aceste pierderi de presiune se pot datora unei restricții geometrice a secțiunii de curgere (ex. supapă, placă perforată, îmbinare a două conducte etc.) sau o separare a jetului datorită unei variații bruște de diametru a conductei sau a unui cot. Pentru aceste restricții este necesară definirea coeficienților de curgere în ambele direcții. Acești coeficienți depind de detaliile constructive, valori standard putând fi estimate doar pentru variațiile de secțiune de curgere.

Datele de intrare pentru componentele de tip restricție sunt prezentate în secțiunile R1-R10 (figurile 2.82 – 2.101). Pentru definirea restricțiilor click pe elementul **Restriction** și introduceți datele în subgrupa corespunzătoare. De observat faptul că, în cazul unora dintre restricții (R1, R3, R4, R5, R6, R7) nu apar modificări de secțiune, motiv pentru care, în subgrupa **General**, în dreptul ariei „**Area**” apare mesajul „No Change”.

R1

General

Nu sunt necesare modificări în grupa **General**.

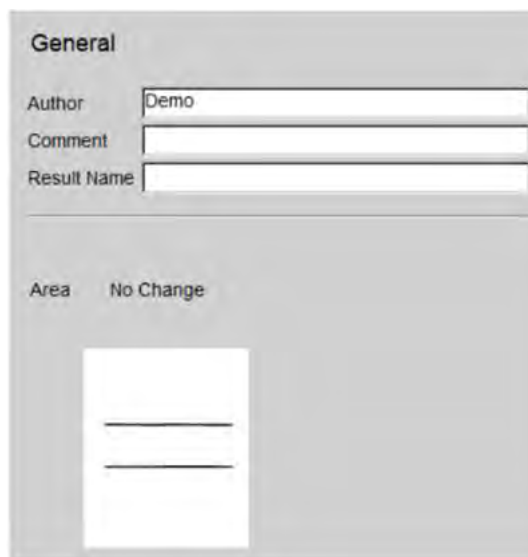


Fig. 2.83 R1 – GENERAL

Flow Coefficients

Flow Coefficients for Flow		
from Pipe 4 to Pipe 5	1	-
from Pipe 5 to Pipe 4	1	-

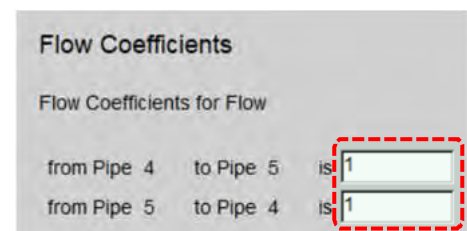


Fig. 2.84 R1 – FLOW COEFFICIENTS

R2

General

Inlet or Outlet Extension	
Length of Extension	0 mm

Fig. 2.85 R2 – GENERAL

Flow Coefficients

Flow Coefficients for Flow	
from Pipe 5 to Pipe 6	1 -
from Pipe 6 to Pipe 5	1 -

Fig. 2.86 R2 – FLOW COEFFICIENTS

R3

General

Nu sunt necesare modificări în grupa **General**.

Fig. 2.87 R3 – GENERAL

Flow Coefficients

Flow Coefficients for Flow		
from Pipe 7 to Pipe 8	0.85	-
from Pipe 8 to Pipe 7	0.85	-

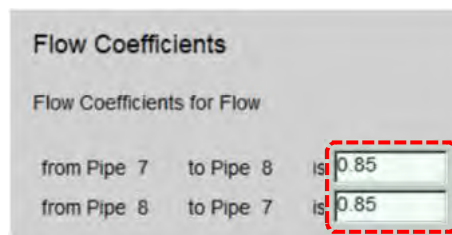


Fig. 2.88 R3 – FLOW COEFFICIENTS

R4

General

Nu sunt necesare modificări în grupa **General**.



Fig. 2.89 R4 – GENERAL

Flow Coefficients

Flow Coefficients for Flow		
from Pipe 18 to Pipe 22	0.8	-
from Pipe 22 to Pipe 18	0.8	-

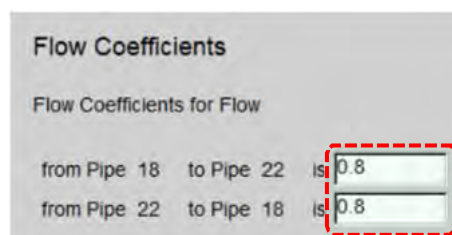


Fig. 2.90 R4 – FLOW COEFFICIENTS

R5

General

Nu sunt necesare modificări în grupa **General**.



Fig. 2.91 R5 – GENERAL

Flow Coefficients

Flow Coefficients for Flow		
from Pipe 19 to Pipe 24	0.8	-
from Pipe 24 to Pipe 19	0.8	-

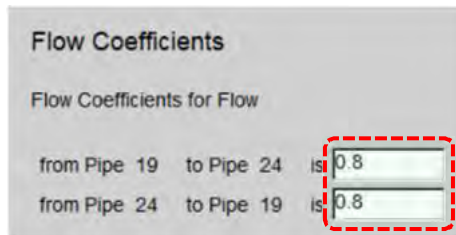


Fig. 2.92 R5 – FLOW COEFFICIENTS

R6

General

Nu sunt necesare modificări în grupa **General**.



Fig. 2.93 R6 – GENERAL

Flow Coefficients

Flow Coefficients for Flow		
from Pipe 20 to Pipe 20	0.8	-
from Pipe 25 to Pipe 20	0.8	-

Flow Coefficients

Flow Coefficients for Flow

from Pipe 20	to Pipe 25	is	<input type="text" value="0.8"/>
from Pipe 25	to Pipe 20	is	<input type="text" value="0.8"/>

Fig. 2.94 R6 – FLOW COEFFICIENTS

R7

General

Nu sunt necesare modificări în grupa **General**.

General

Author

Comment

Result Name

Area

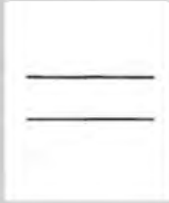


Fig. 2.95 R7 – GENERAL

Flow Coefficients

Flow Coefficients for Flow		
from Pipe 21 to Pipe 23	0.8	-
from Pipe 23 to Pipe 21	0.8	-

Flow Coefficients

Flow Coefficients for Flow

from Pipe 21	to Pipe 23	is	<input type="text" value="0.8"/>
from Pipe 23	to Pipe 21	is	<input type="text" value="0.8"/>

Fig. 2.96 R7 – FLOW COEFFICIENTS

R8

General

Inlet or Outlet Extension	
Length of Extension	0 mm

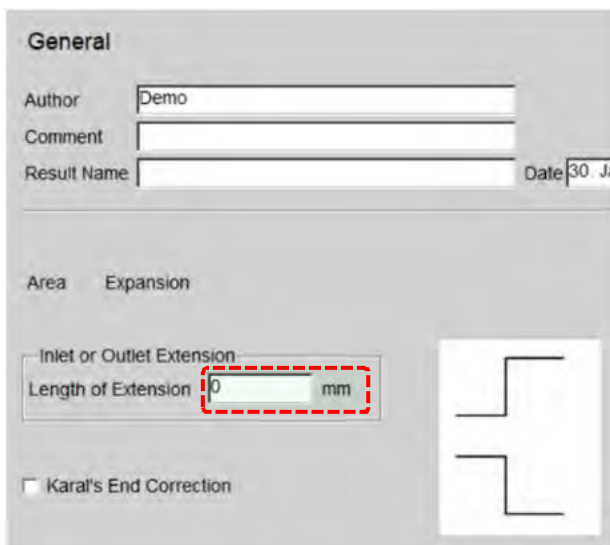


Fig. 2.97 R8 – GENERAL

Flow Coefficients

Flow Coefficients for Flow	
from Pipe 26 to Pipe 28	0.9 -
from Pipe 28 to Pipe 26	0.9 -

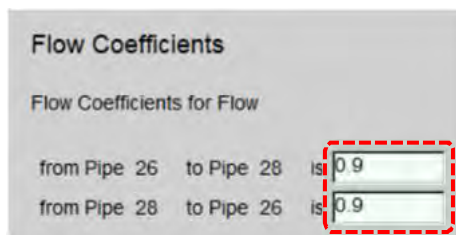


Fig. 2.98 R8 – FLOW COEFFICIENTS

R9

General

Inlet or Outlet Extension	
Length of Extension	0 mm

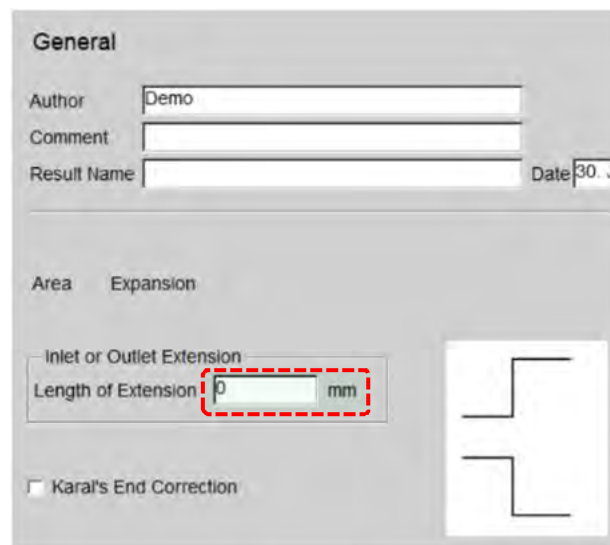


Fig. 2.99 R9 – GENERAL

Flow Coefficients

Flow Coefficients for Flow		
from Pipe 27 to Pipe 29	0.9	-
from Pipe 29 to Pipe 27	0.9	-

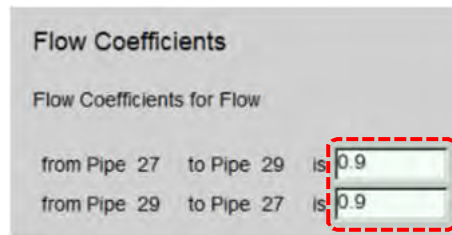


Fig. 2.100 R9 – FLOW COEFFICIENTS

R10

General

Inlet or Outlet Extension		
Length of Extension	0	mm

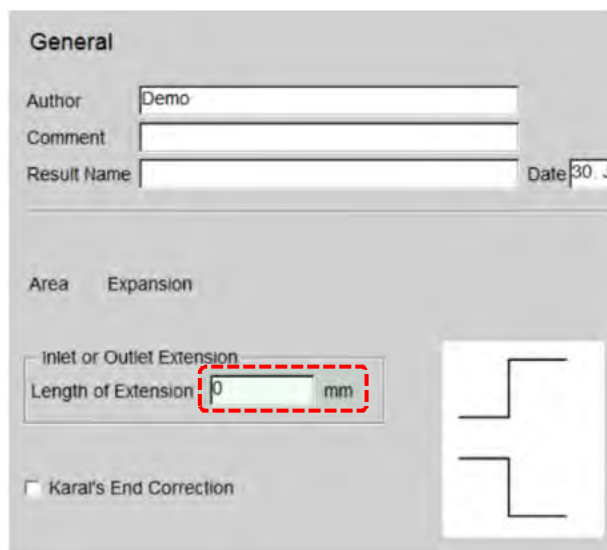


Fig. 2.101 R10 – GENERAL

Flow Coefficients

Flow Coefficients for Flow		
from Pipe 30 to Pipe 31	0.9	-
from Pipe 31 to Pipe 30	0.9	-

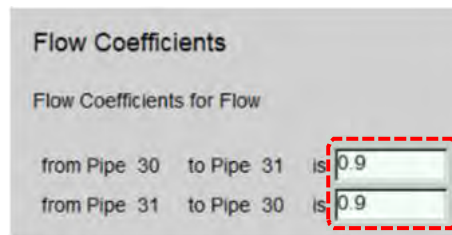
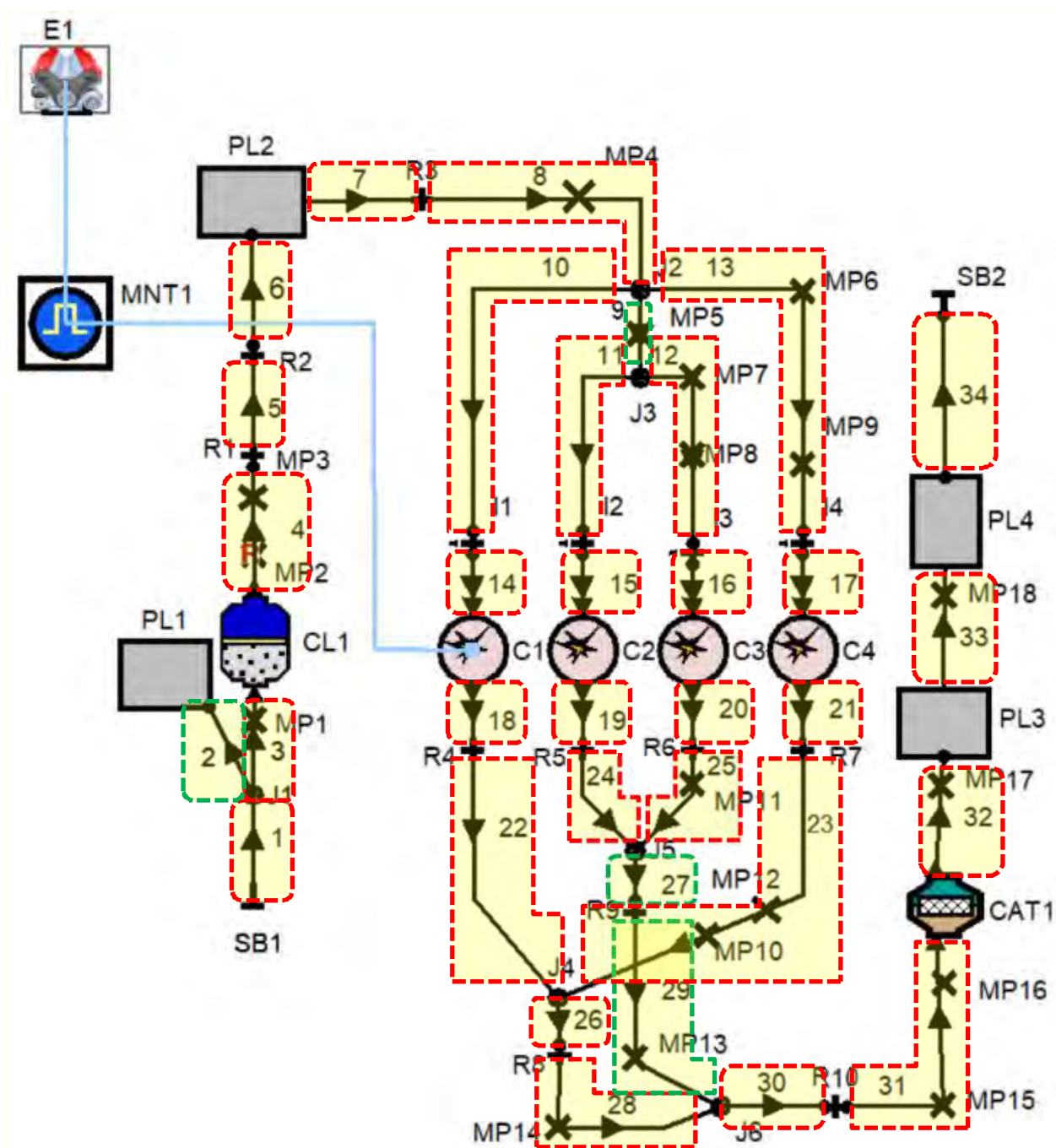


Fig. 2.102 R10 – FLOW COEFFICIENTS

PIPE



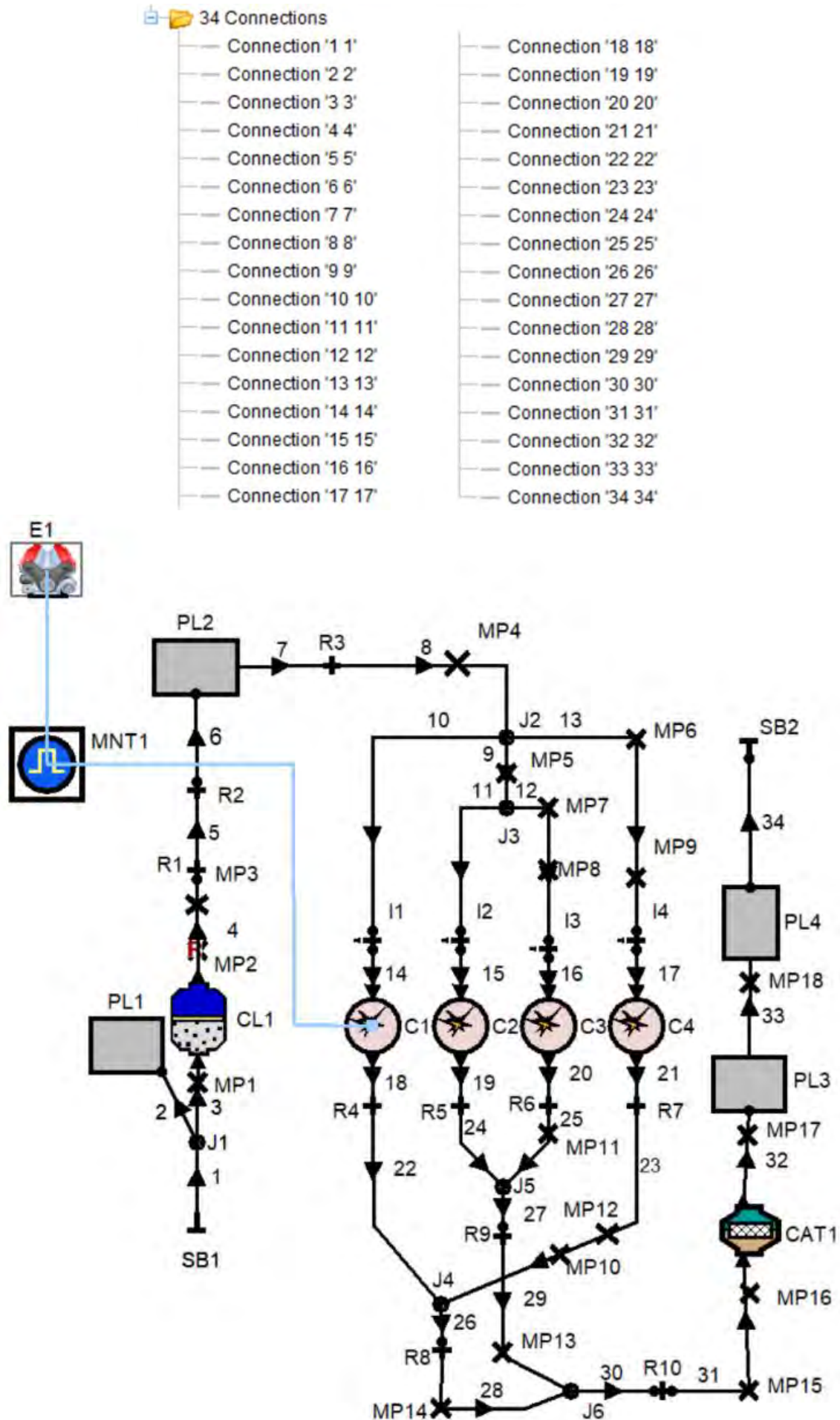


Fig. 2.103 Pipe – Lista de conexiuni tip pipe și dispunerea lor în model

Definirea corectă a elementelor de tip conductă are o importanță deosebită pentru estimarea corectă a condițiilor din cilindru la închiderea supapelor de admisie, respectiv la deschiderea supapelor de evacuare (capitolul 1, secțiunea PIPE). În continuare sunt prezentate datele de intrare pentru toate elementele de tip conductă (**Pipe 1 – Pipe 34**) din model (figurile 2.103 – 2.190).

Pipe 1

General

Pipe Length	110	mm
Diameter	Se alege opțiunea: Table	
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction	Se alege opțiunea: Coefficient	
Friction Coefficient	0.001	-
Gas/Wall Heat Transfer	Se alege opțiunea: Re-Analysis	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	30.85	°C

Fig. 2.104 Pipe 1 – GENERAL

Diameter – Table

Location (X) [mm]	Diameter (Y) [mm]
0	55
110	44

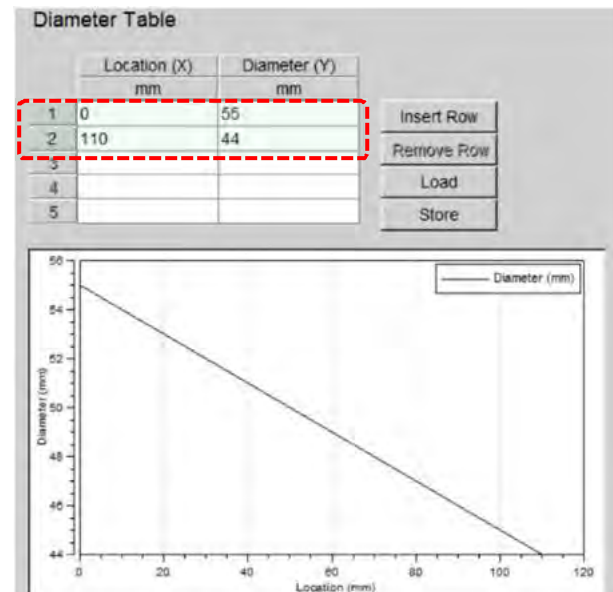
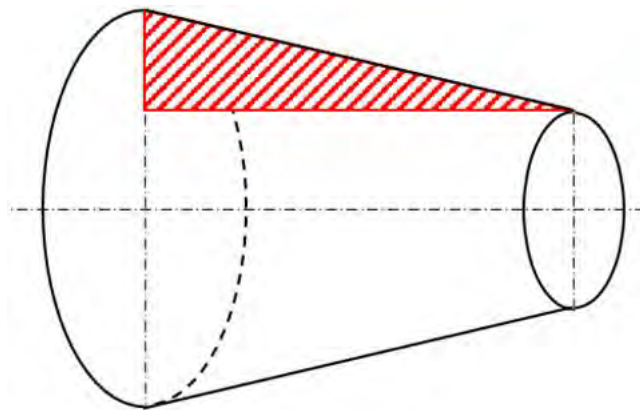


Fig. 2.105 Pipe 1 – DIAMETER TABLE

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 1

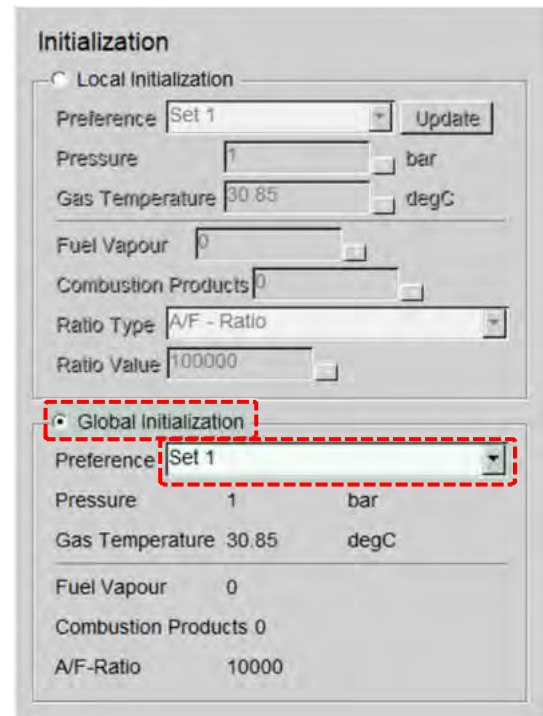


Fig. 2.106 Pipe 1 – INITIALIZATION

Pipe 2

General

Pipe Length	140	mm
Diameter	45	mm
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.019	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	30.85	°C

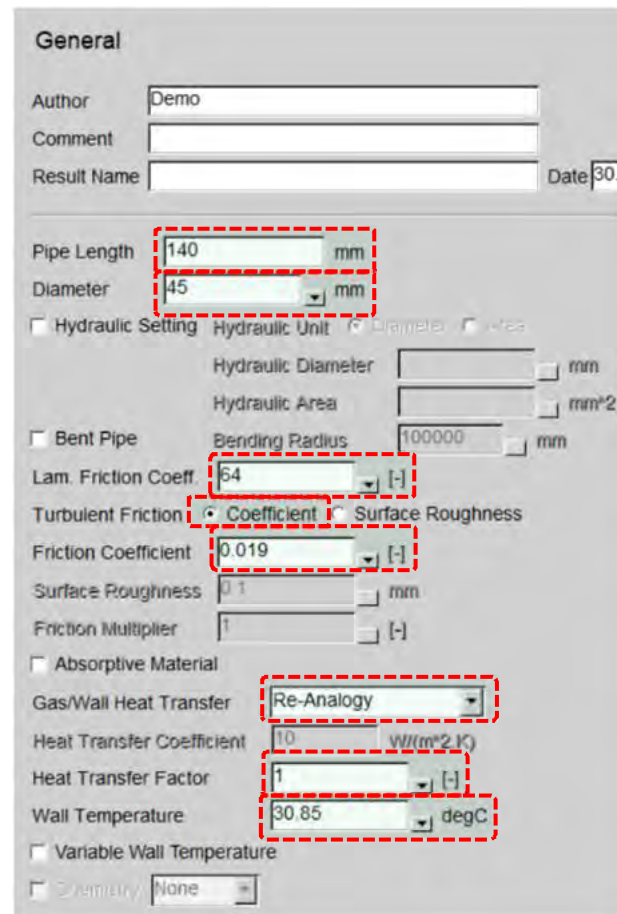


Fig. 2.107 Pipe 2 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 1

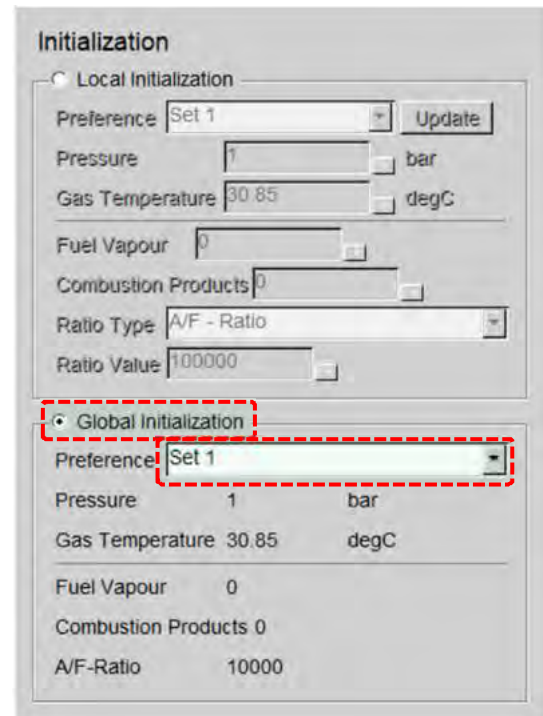


Fig. 2.108 Pipe 2 – INITIALIZATION

Pipe 3

General

Pipe Length	220	mm
Diameter		
Se alege opțiunea:	Table	
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.001	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	30.85	°C

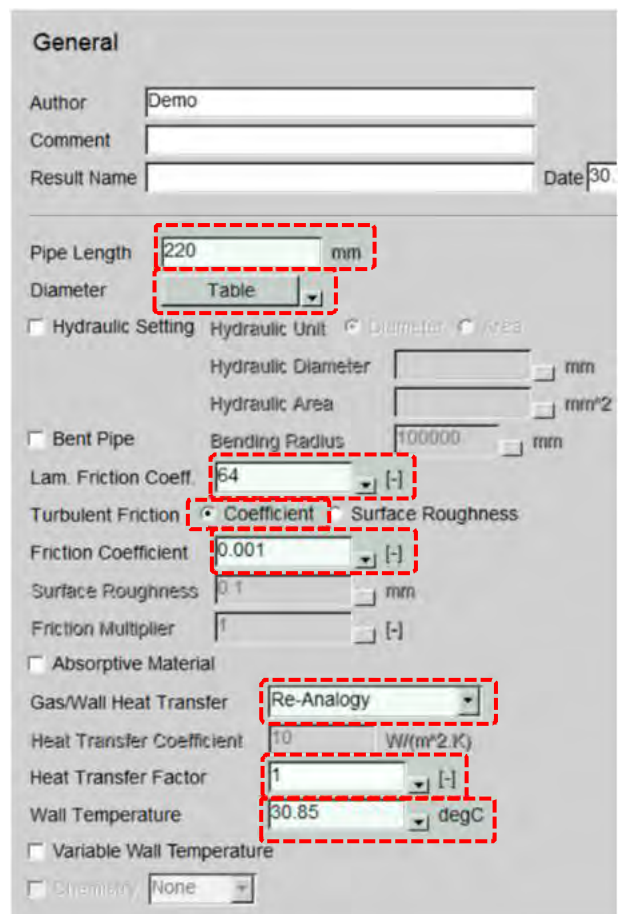


Fig. 2.109 Pipe 3 – GENERAL

Diameter – Table

Location (X) [mm]	Diameter (Y) [mm]
0	44
220	80

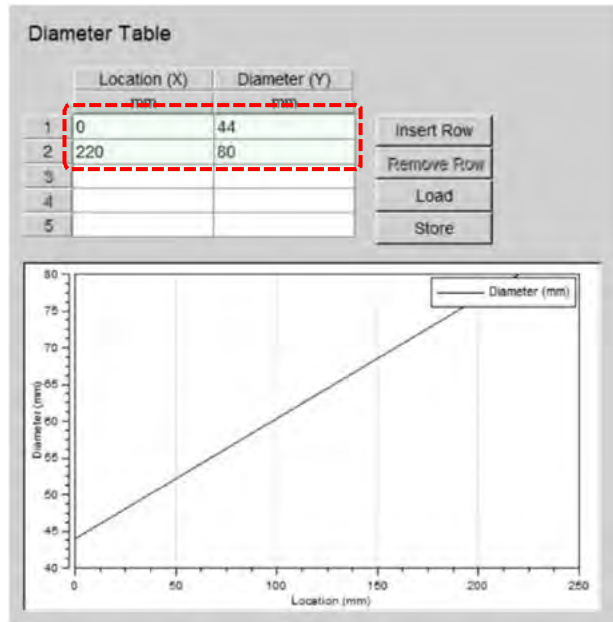


Fig. 2.110 Pipe 3 – DIAMETER TABLE

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 1

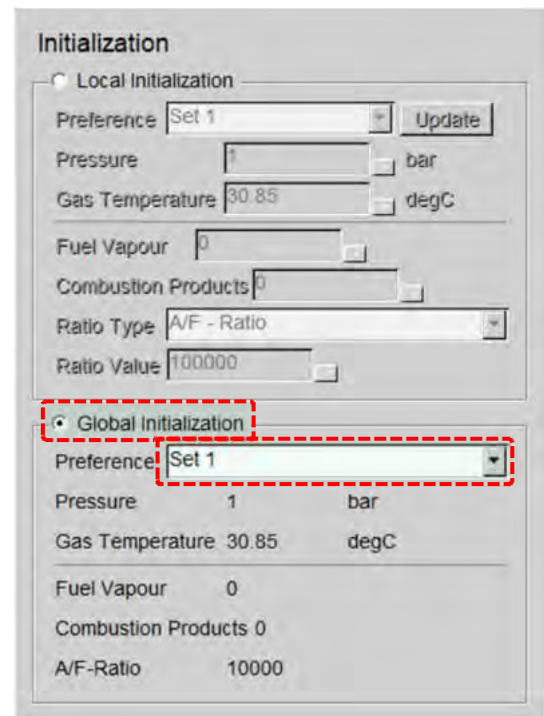


Fig. 2.111 Pipe 3 – INITIALIZATION

Pipe 4

General

Pipe Length	220	mm
Diameter	Se alege opțiunea: Table	
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction	Se alege opțiunea: Coefficient	
Friction Coefficient	0.01	-
Gas/Wall Heat Transfer	Se alege opțiunea: Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	30.85	°C

Fig. 2.112 Pipe 4 – GENERAL

Diameter – Table

Location (X) [mm]	Diameter (Y) [mm]
0	70
110	60
220	60

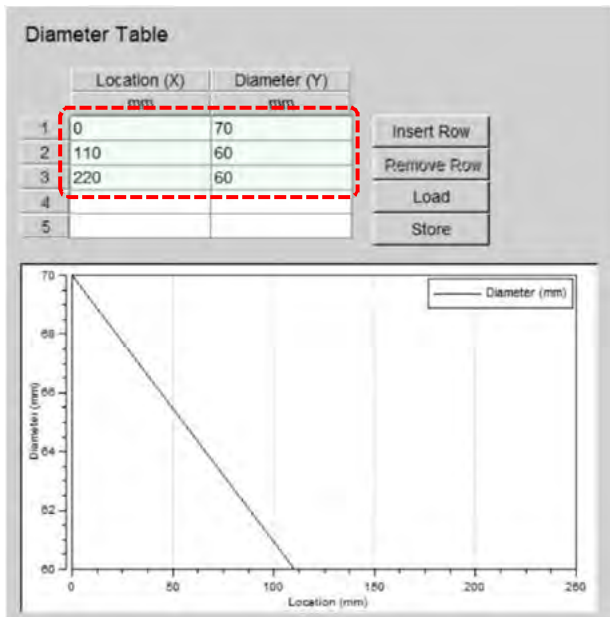


Fig. 2.113 Pipe 4 – DIAMETER TABLE

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 1

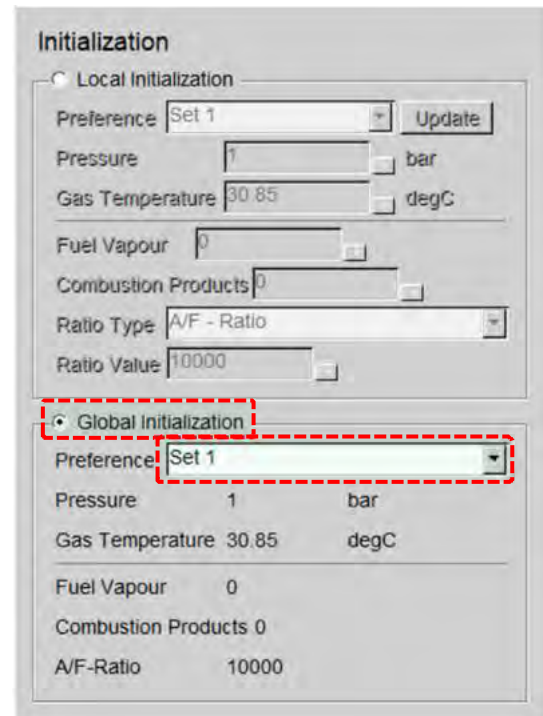


Fig. 2.114 Pipe 4 – INITIALIZATION

Pipe 5

General

Pipe Length	60	mm
Diameter	60	mm
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.01	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	30.85	°C

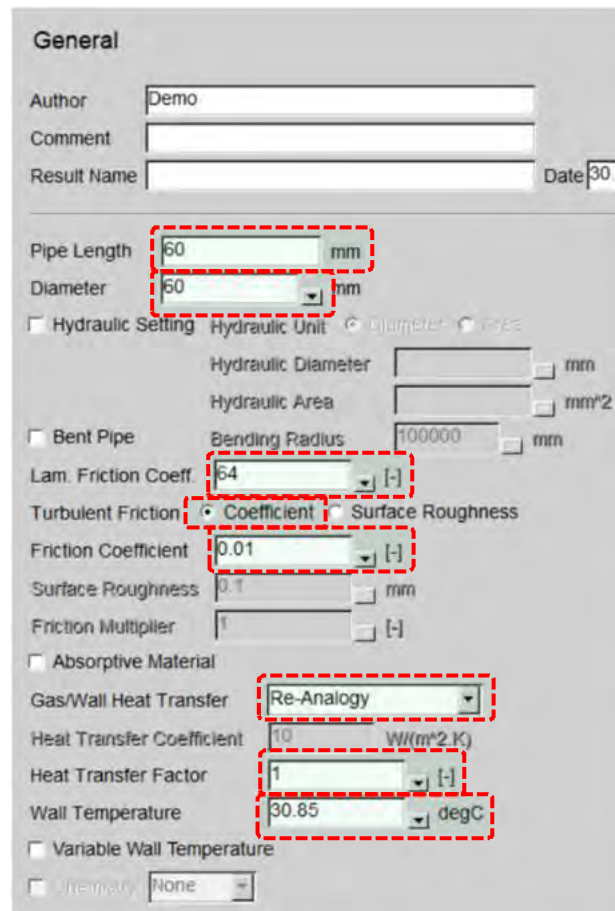


Fig. 2.115 Pipe 5 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 1

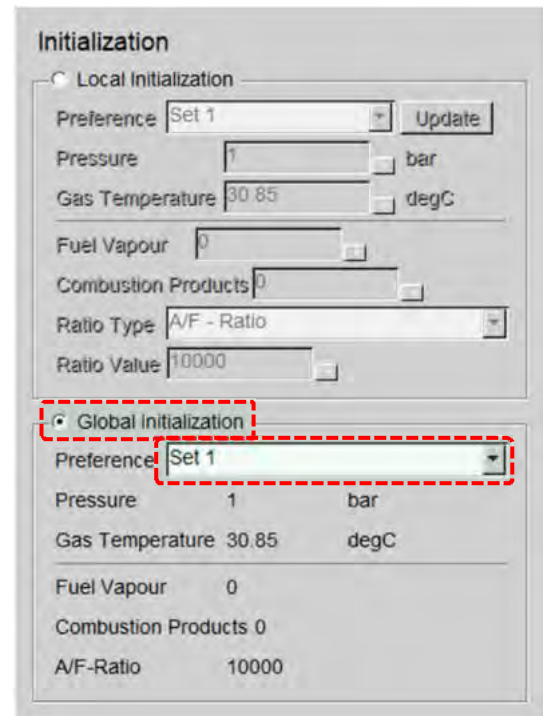


Fig. 2.116 Pipe 5 – INITIALIZATION

Pipe 6

General

Pipe Length	60	mm
Diameter	100	mm
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.01	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	30.85	°C

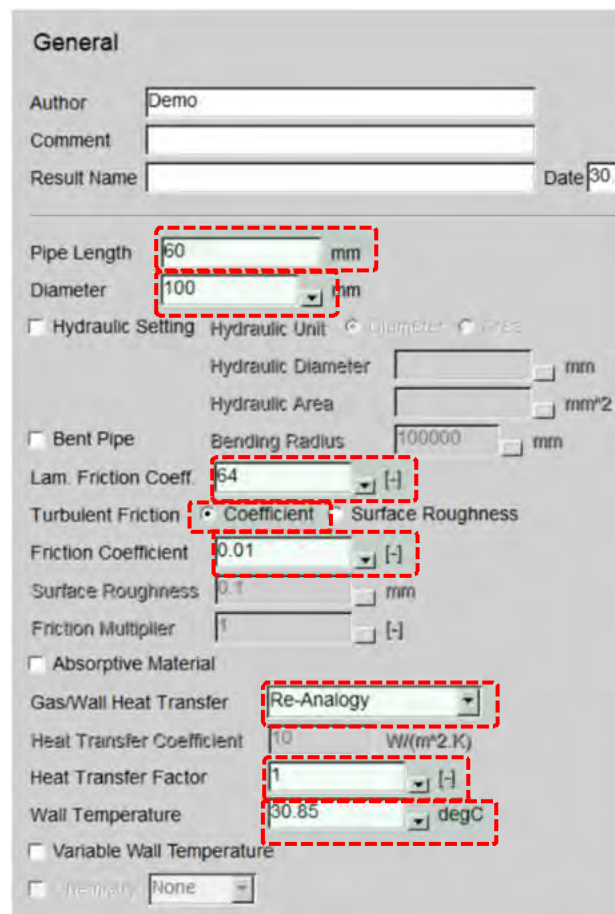


Fig. 2.117 Pipe 6 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 1

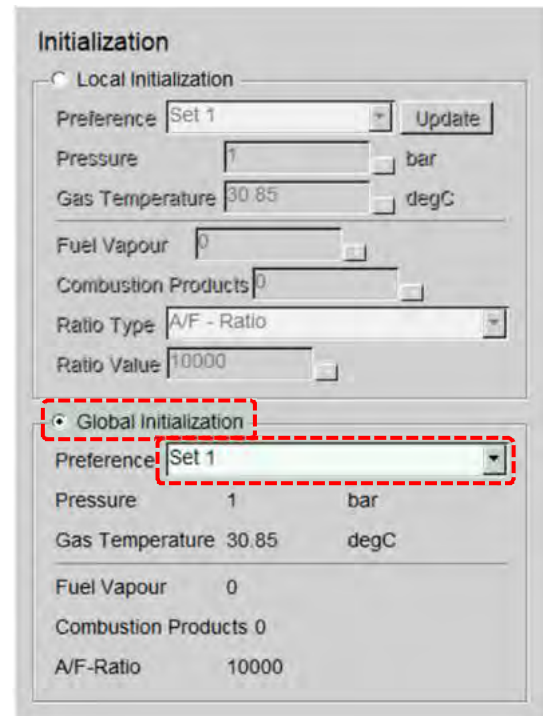


Fig. 2.118 Pipe 6 – INITIALIZATION

Pipe 7

General

Pipe Length	40	mm
Diameter	70	mm
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.034	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	30.85	°C

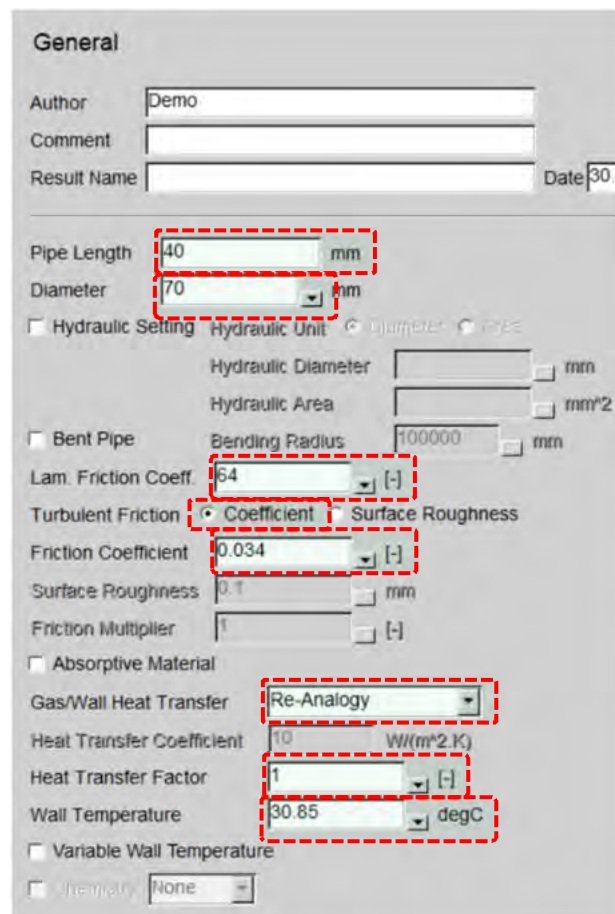


Fig. 2.119 Pipe 7 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 1

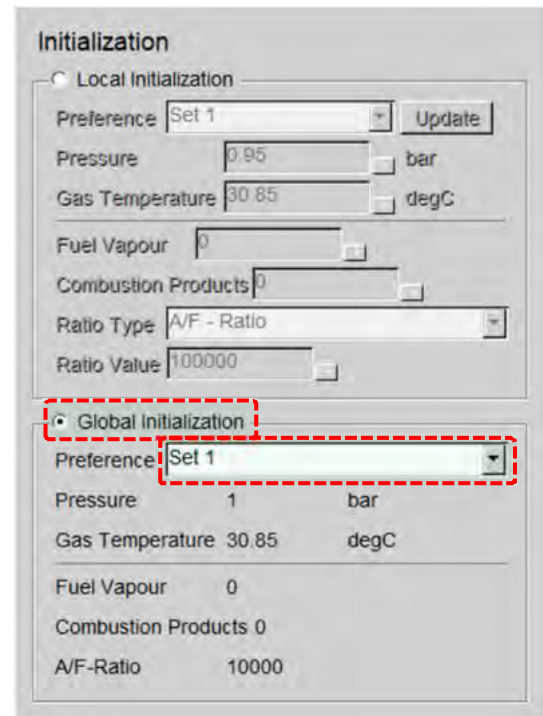


Fig. 2.120 Pipe 7 – INITIALIZATION

Pipe 8

General

Pipe Length	105	mm
Diameter		
Se alege opțiunea:	Table	
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.034	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	30.85	°C

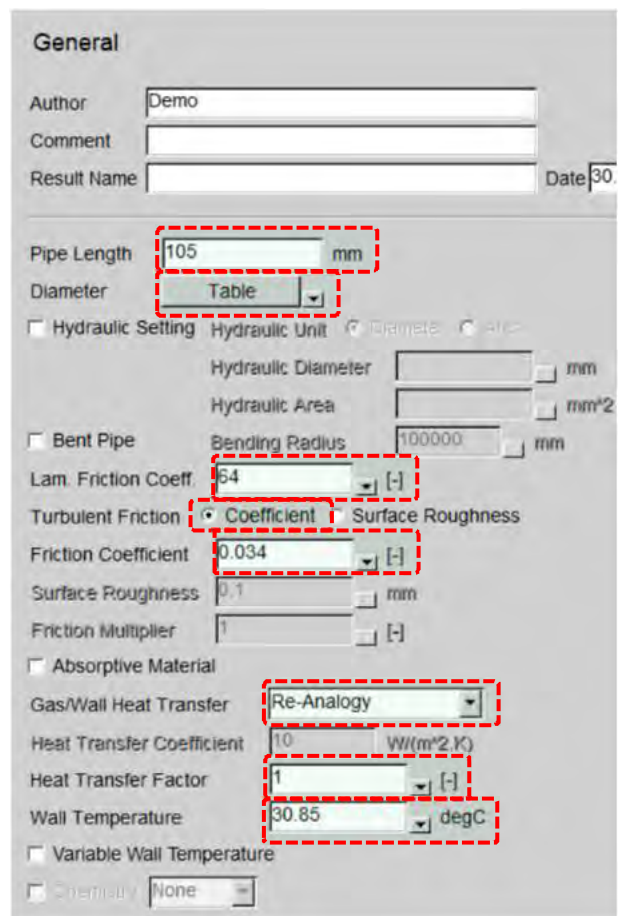


Fig. 2.121 Pipe 8 – GENERAL

Diameter – Table

Location (X) [mm]	Diameter (Y) [mm]
0	70
52.5	70
105	65

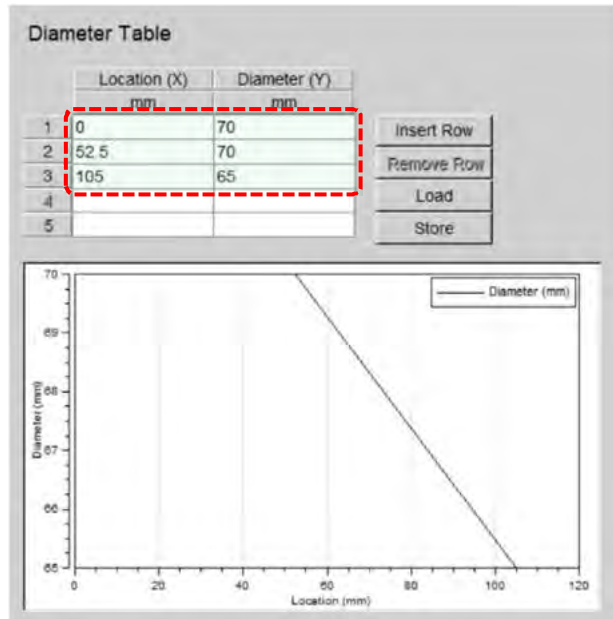


Fig. 2.122 Pipe 8 – DIAMETER TABLE

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 1

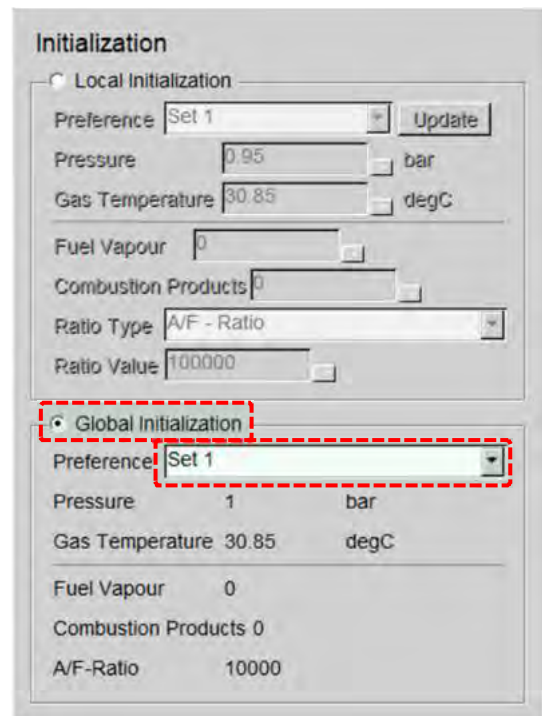


Fig. 2.123 Pipe 8 – INITIALIZATION

Pipe 9

General

Pipe Length	80	mm
Diameter		
Se alege opțiunea:	Table	
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.034	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	36.85	°C

Fig. 2.124 Pipe 9 – GENERAL

Diameter – Table

Location (X) [mm]	Diameter (Y) [mm]
0	65
80	65

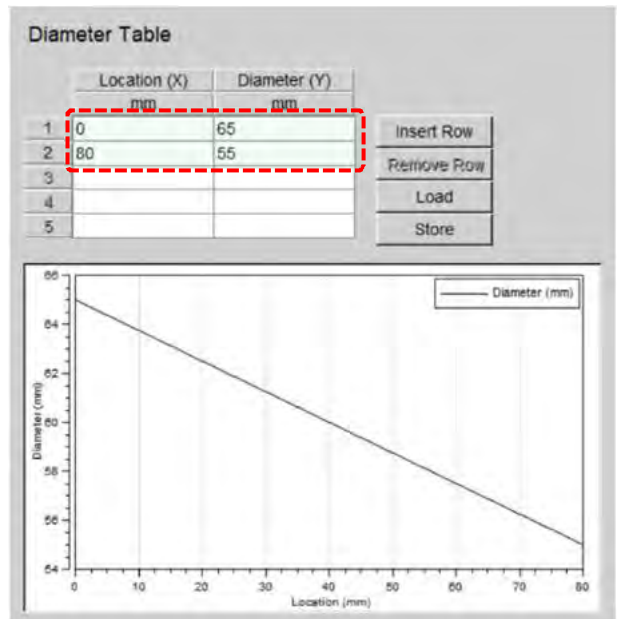


Fig. 2.125 Pipe 9 – DIAMETER TABLE

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 1

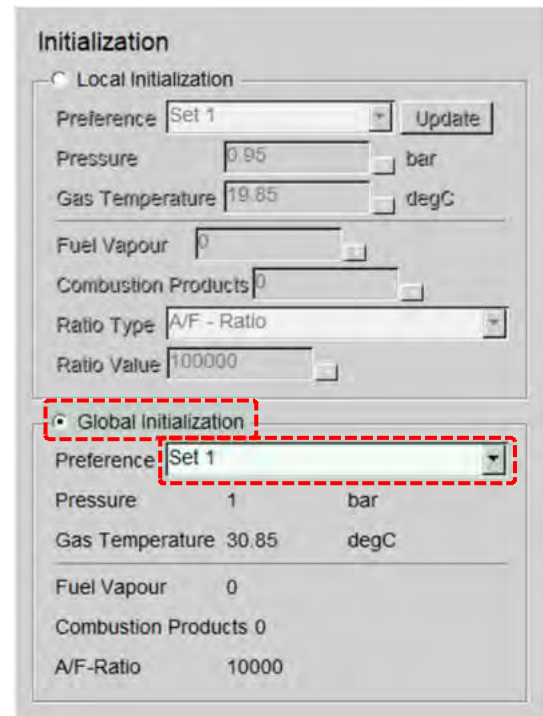


Fig. 2.126 Pipe 9 – INITIALIZATION

Pipe 10

General

Pipe Length	320	mm
Diameter		
Se alege opțiunea:	Table	
Se bifează opțiunea:	Bent Pipe	
Bending Radius		
Se alege opțiunea:	Table	
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.036	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	36.85	°C

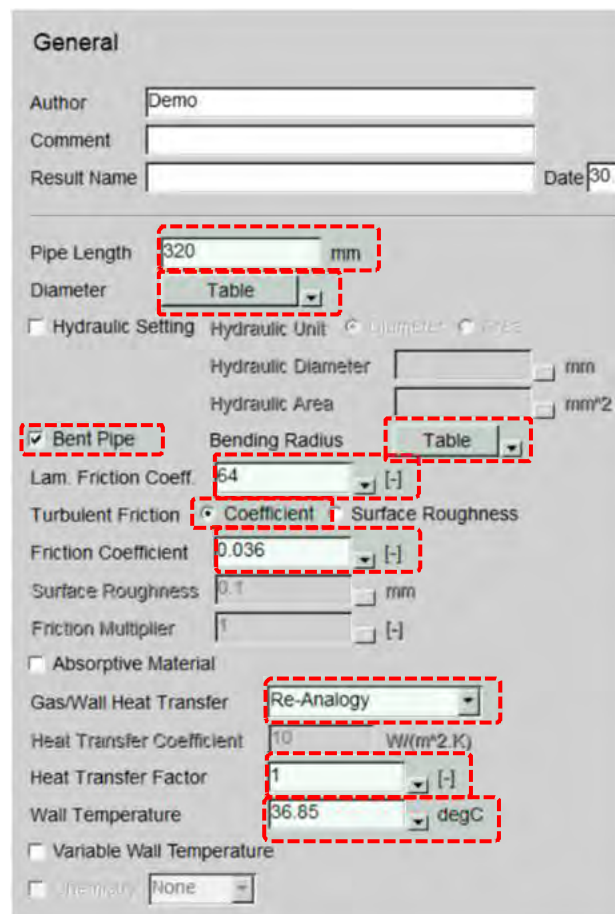


Fig. 2.127 Pipe 10 – GENERAL

Diameter – Table

Location (X) [mm]	Diameter (Y) [mm]
0	45
70	42.7
115	41.3
170	36.8
225	33.5
265	33.4
320	33.4

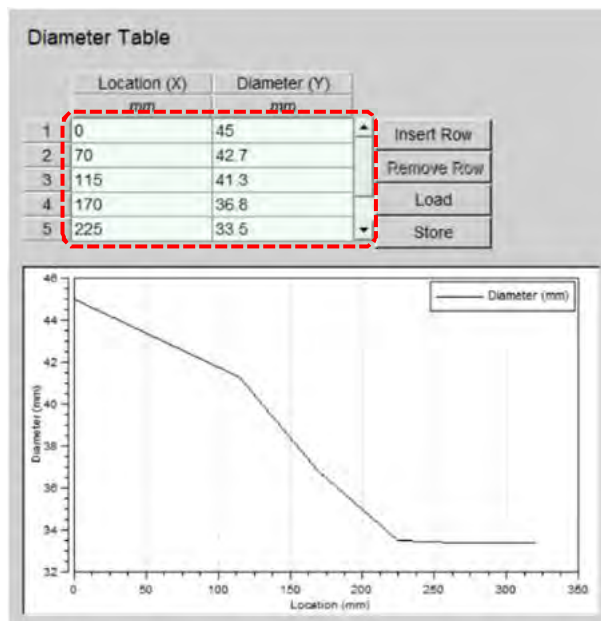


Fig. 2.128 Pipe 10 – DIAMETER TABLE

Bending Radius – Table

Location (X) [mm]	Diameter (Y) [mm]
0	0
105	120
210	60
315	10000
320	10000

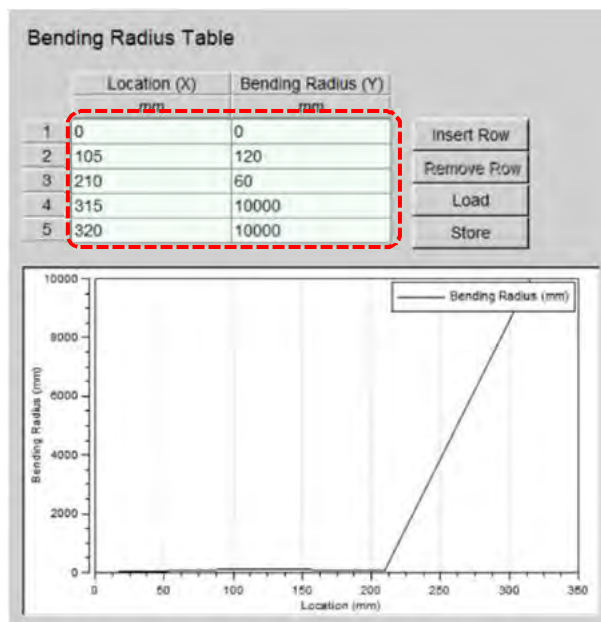


Fig. 2.129 Pipe 10 – BENDING RADIUS TABLE

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 1

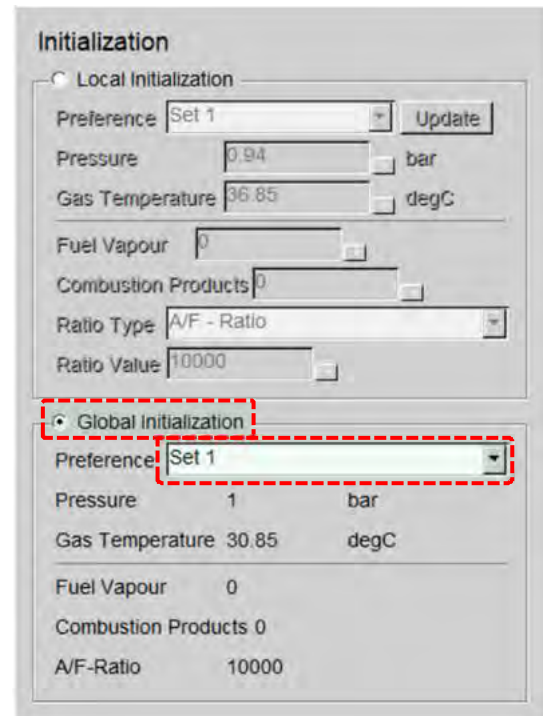


Fig. 2.130 Pipe 10 – INITIALIZATION

Pipe 11

General

Pipe Length	320	mm
Diameter		
Se alege opțiunea:	Table	
Se bifează opțiunea:	Bent Pipe	
Bending Radius		
Se alege opțiunea:	Table	
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.036	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	36.85	°C

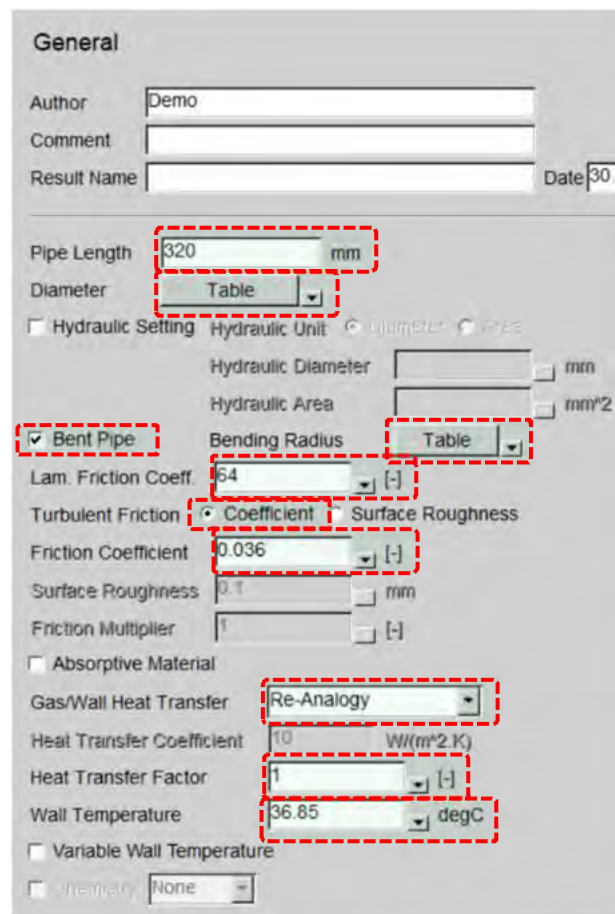


Fig. 2.131 Pipe 11 – GENERAL

Diameter – Table

Location (X) [mm]	Diameter (Y) [mm]
0	45
70	42.7
115	41.3
170	36.8
225	33.5
265	33.4
320	33.4

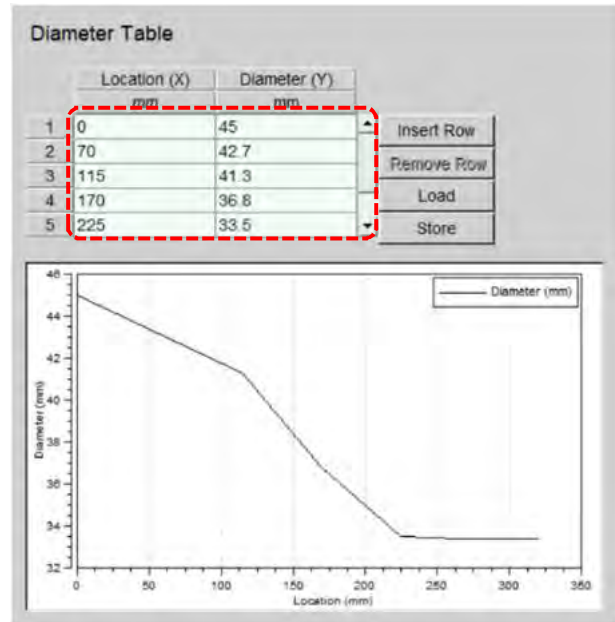


Fig. 2.132 Pipe 11 – DIAMETER TABLE

Bending Radius – Table

Location (X) [mm]	Diameter (Y) [mm]
0	0
105	120
210	60
315	10000
320	10000

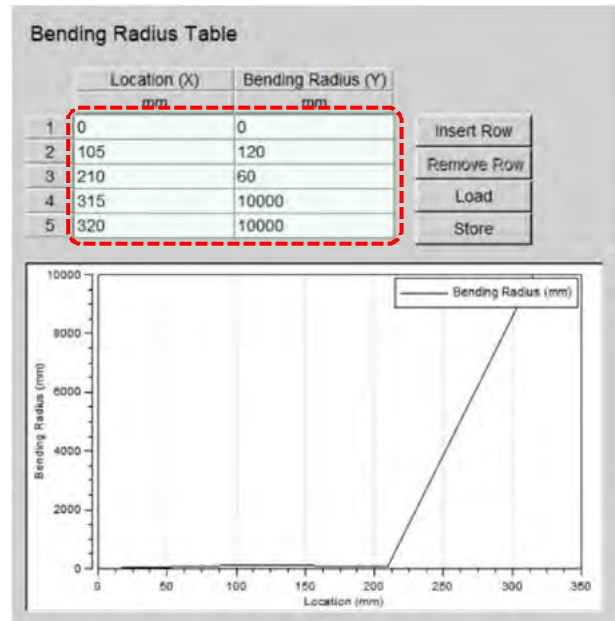


Fig. 2.133 Pipe 11 – BENDING RADIUS TABLE

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 1

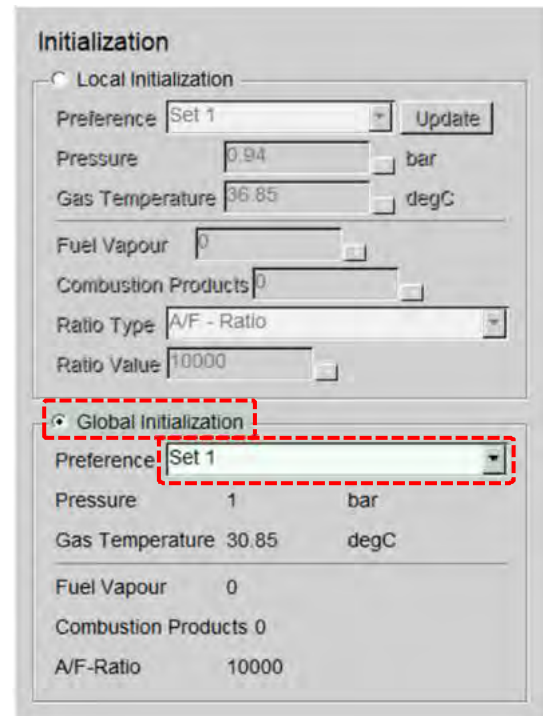


Fig. 2.134 Pipe 11 – INITIALIZATION

Pipe 12

General

Pipe Length	320	mm
Diameter		
Se alege opțiunea:	Table	
Se bifează opțiunea:	Bent Pipe	
Bending Radius		
Se alege opțiunea:	Table	
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.036	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	36.85	°C

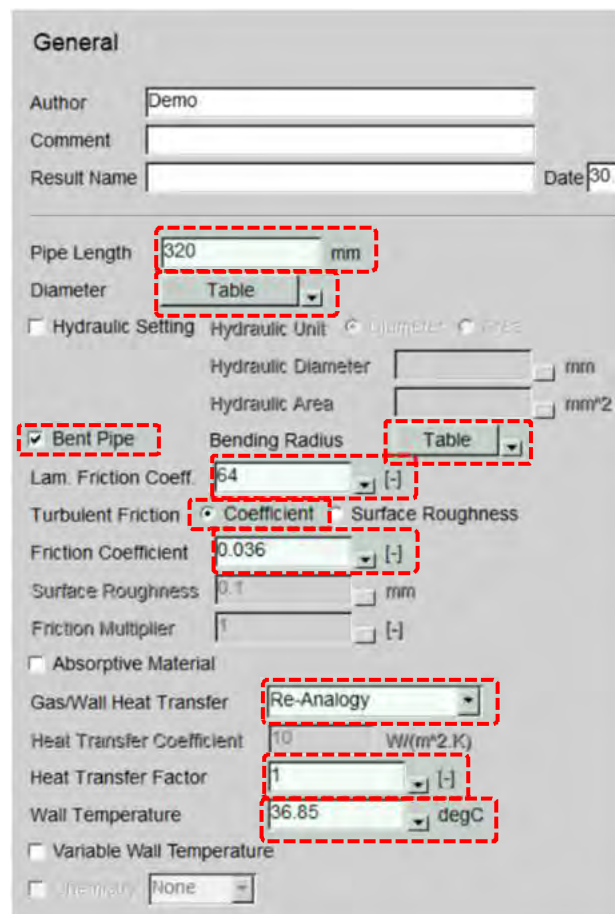


Fig. 2.135 Pipe 12 – GENERAL

Diameter – Table

Location (X) [mm]	Diameter (Y) [mm]
0	45
70	42.7
115	41.3
170	36.8
225	33.5
265	33.4
320	33.4

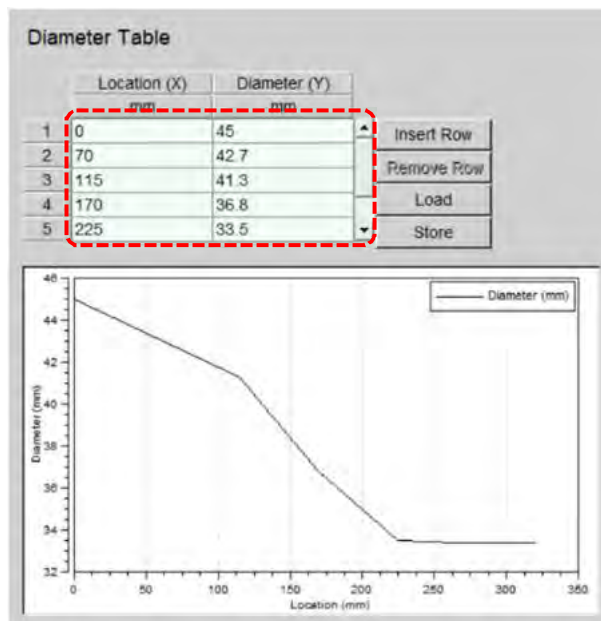


Fig. 2.136 Pipe 12 – DIAMETER TABLE

Bending Radius – Table

Location (X) [mm]	Diameter (Y) [mm]
0	0
105	120
210	60
315	10000
320	10000

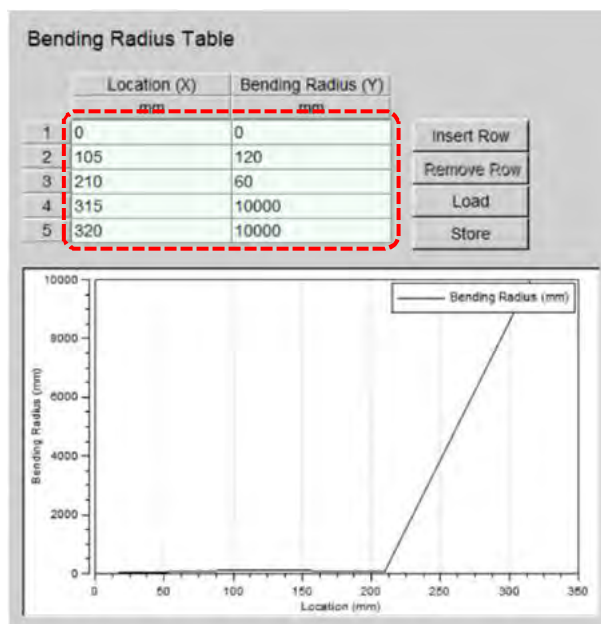


Fig. 2.137 Pipe 12 – BENDING RADIUS TABLE

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 1

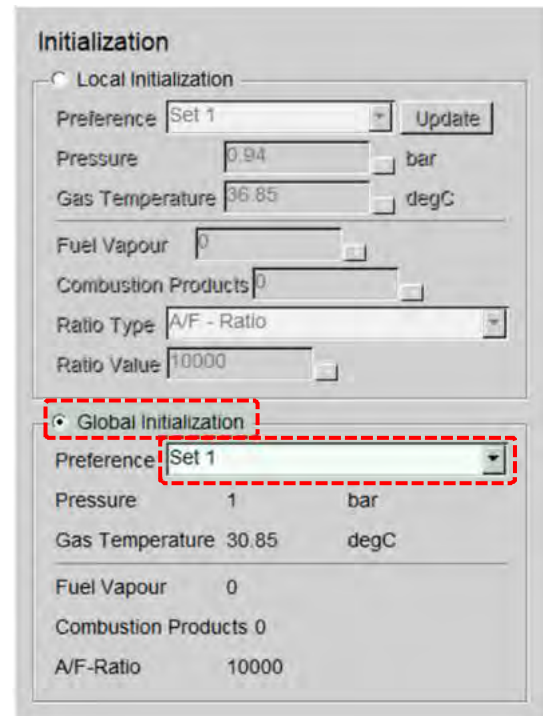


Fig. 2.138 Pipe 12 – INITIALIZATION

Pipe 13

General

Pipe Length	320	mm
Diameter		
Se alege opțiunea:	Table	
Se bifează opțiunea:	Bent Pipe	
Bending Radius		
Se alege opțiunea:	Table	
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.036	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	36.85	°C

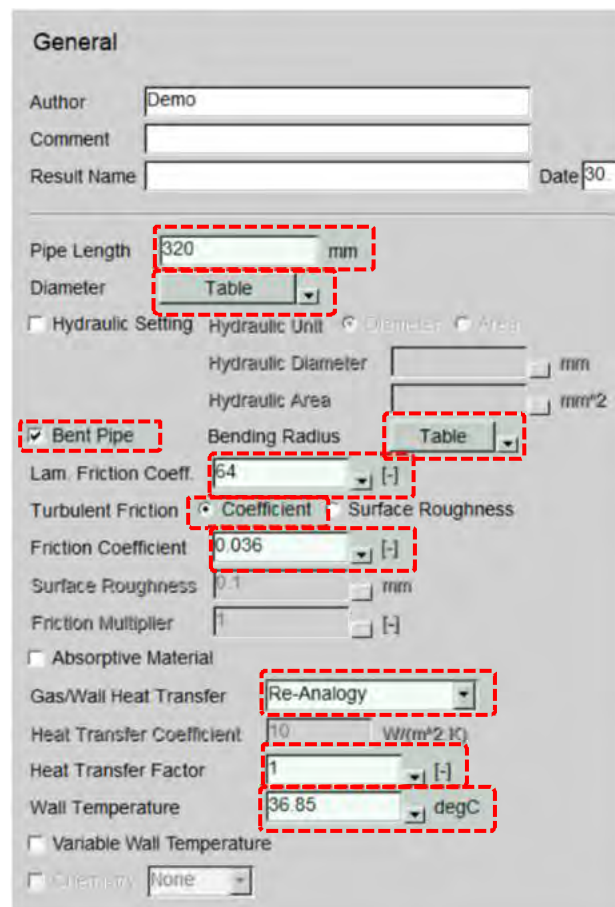


Fig. 2.139 Pipe 13 – GENERAL

Diameter – Table

Location (X) [mm]	Diameter (Y) [mm]
0	45
70	42.7
115	41.3
170	36.8
225	33.5
265	33.4
320	33.4

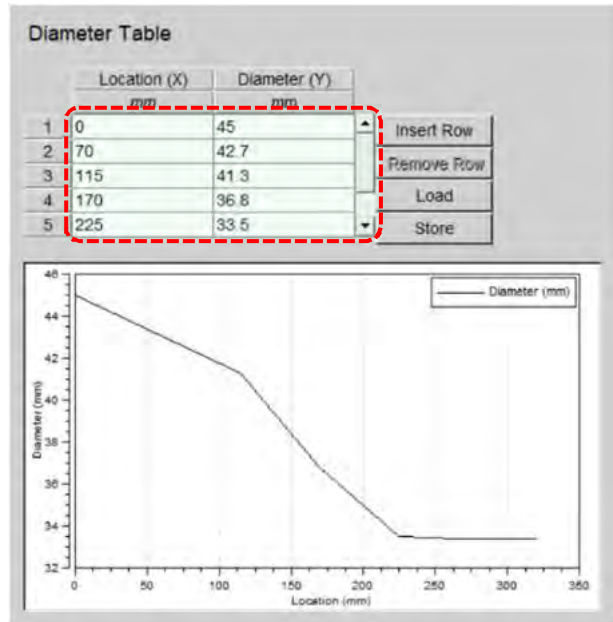


Fig. 2.140 Pipe 13 – DIAMETER TABLE

Bending Radius – Table

Location (X) [mm]	Diameter (Y) [mm]
0	0
105	120
210	60
315	10000
320	10000

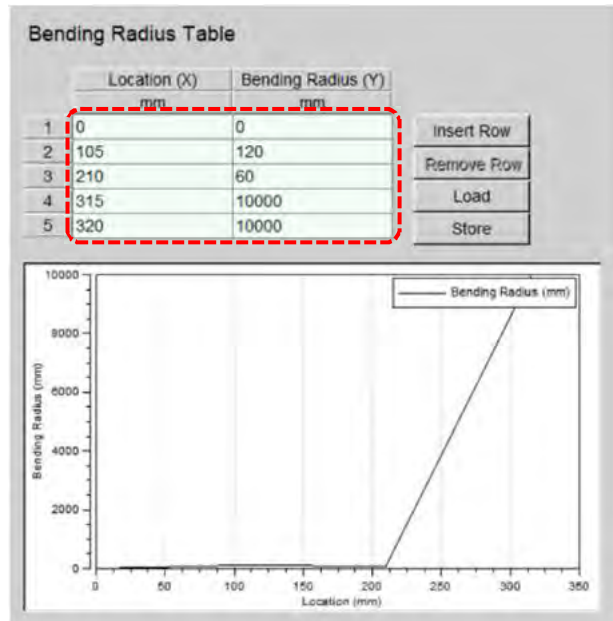


Fig. 2.141 Pipe 13 – BENDING RADIUS TABLE

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 1

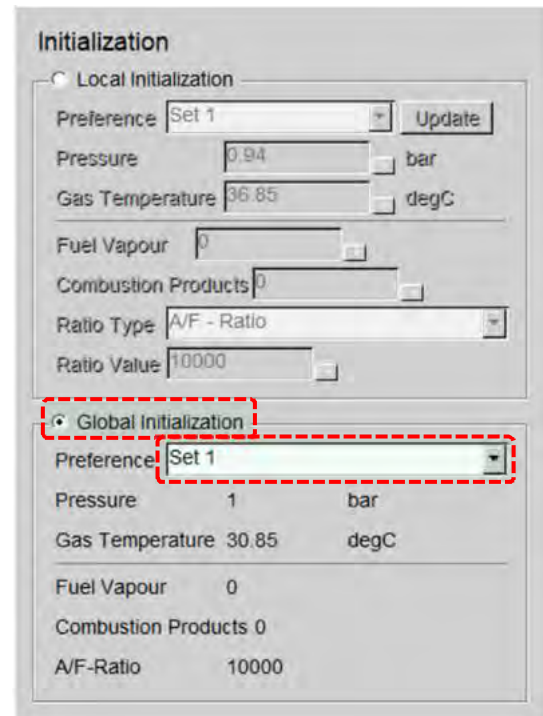


Fig. 2.142 Pipe 13 – INITIALIZATION

Pipe 14

General

Pipe Length	100	mm
Diameter	33.5	mm
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.04	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	66.85	°C

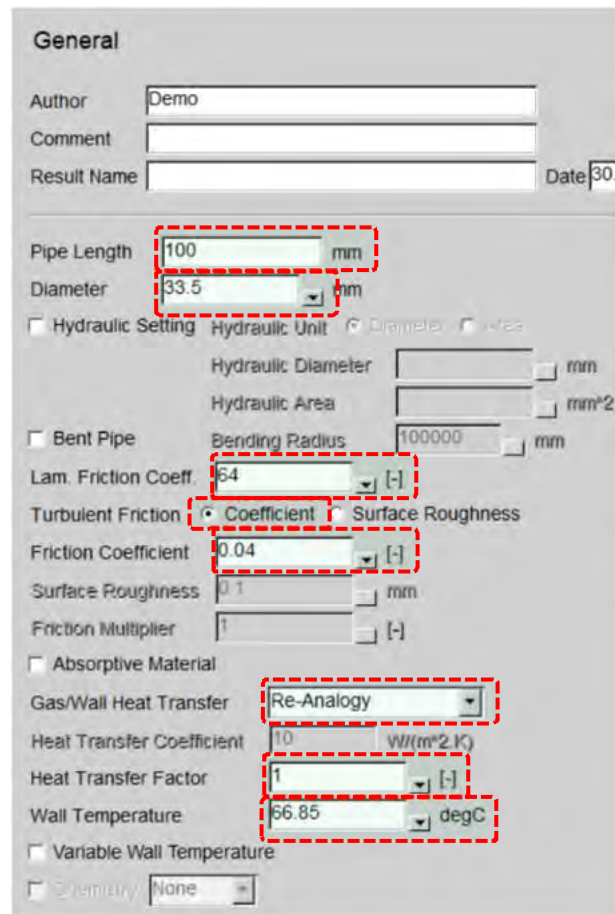


Fig. 2.143 Pipe 14 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 2

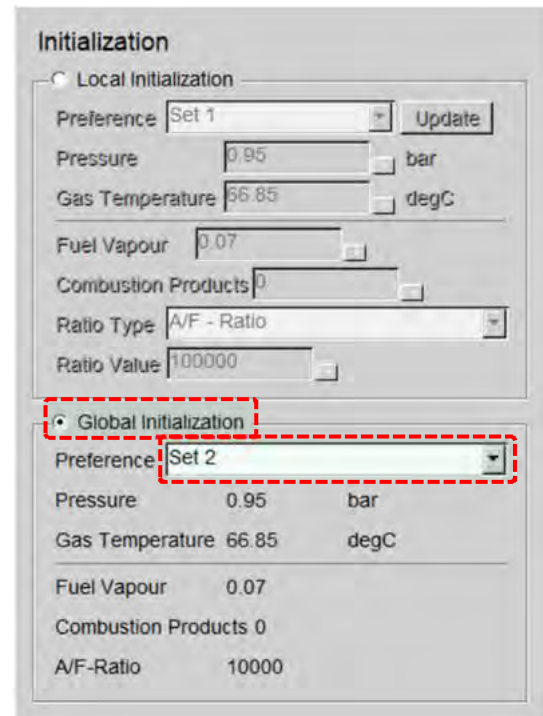


Fig. 2.144 Pipe 14 – INITIALIZATION

Pipe 15

General

Pipe Length	100	mm
Diameter	33.5	mm
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.04	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	66.85	°C

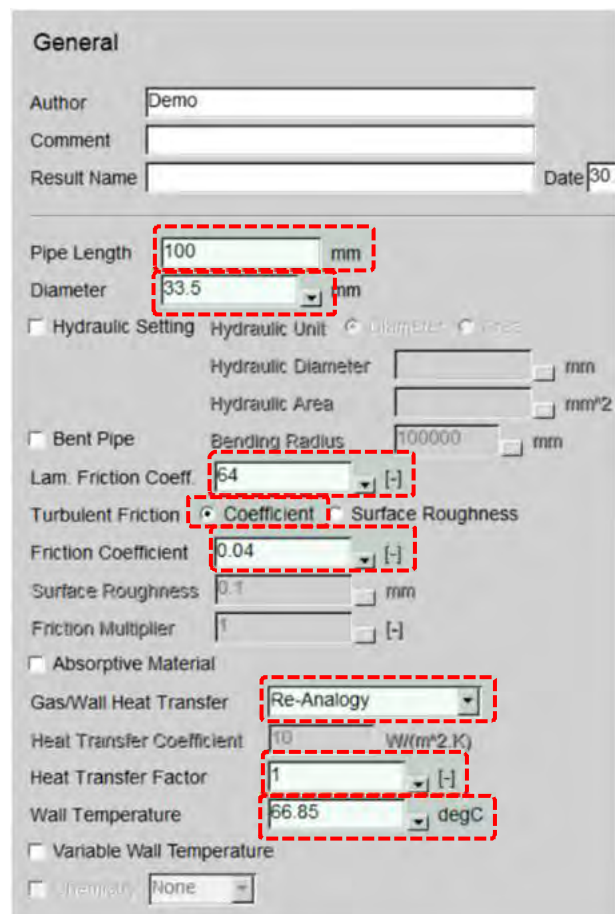


Fig. 2.145 Pipe 15 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 2

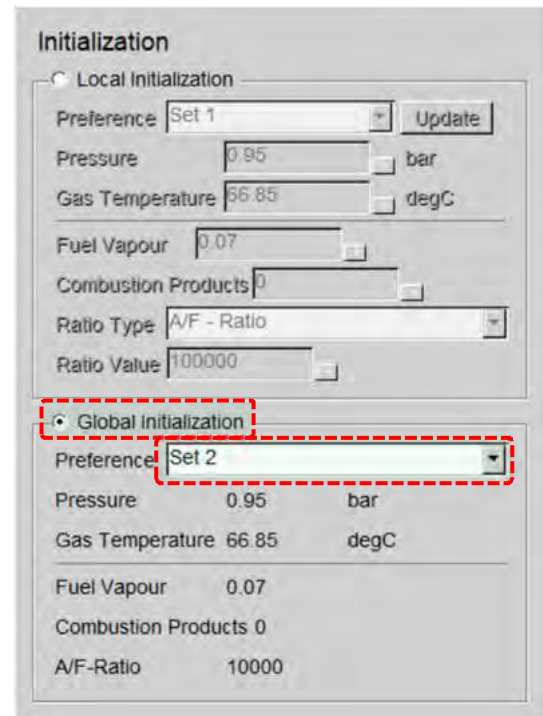


Fig. 2.146 Pipe 15 – INITIALIZATION

Pipe 16

General

Pipe Length	100	mm
Diameter	33.5	mm
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.04	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	66.85	°C

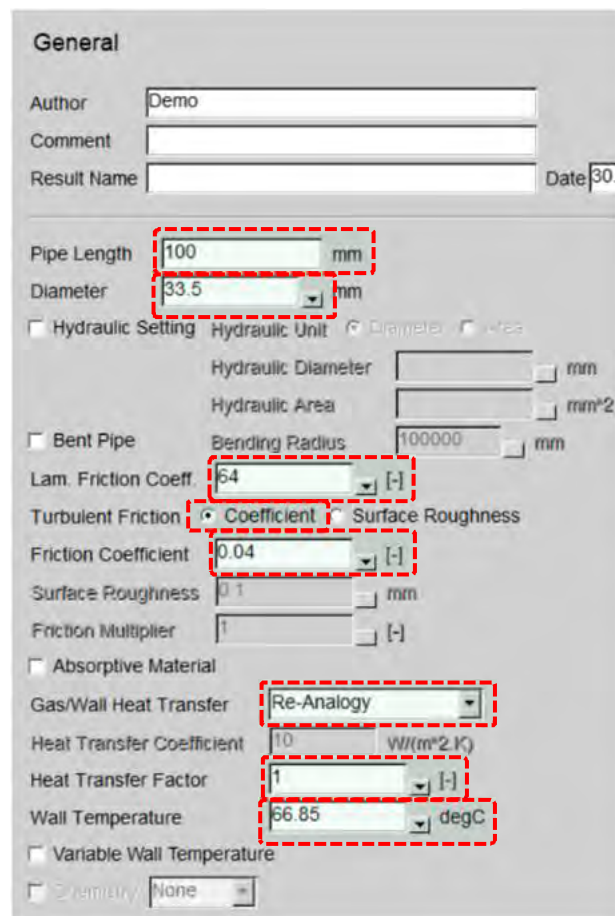


Fig. 2.147 Pipe 16 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 2

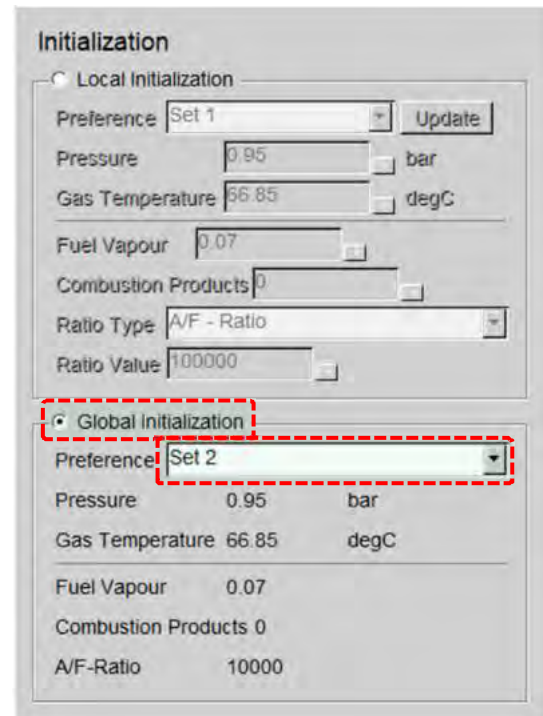


Fig. 2.148 Pipe 16 – INITIALIZATION

Pipe 17

General

Pipe Length	100	mm
Diameter	33.5	mm
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.04	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	66.85	°C

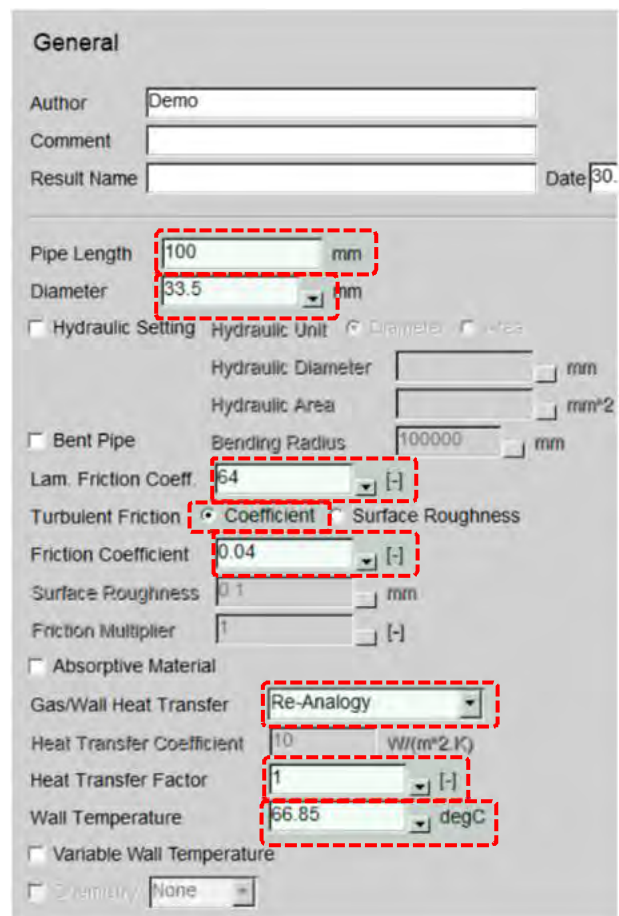


Fig. 2.149 Pipe 17 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 2

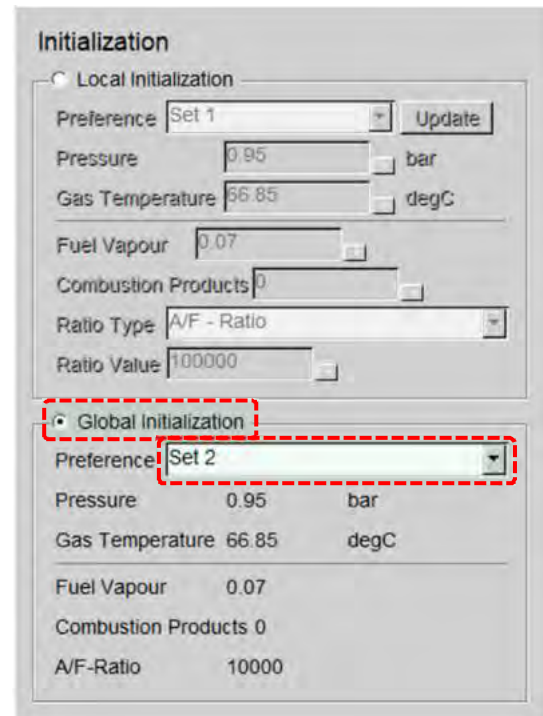


Fig. 2.150 Pipe 17 – INITIALIZATION

Pipe 18

General

Pipe Length	80	mm
Diameter	32	mm
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.04	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	576.85	°C

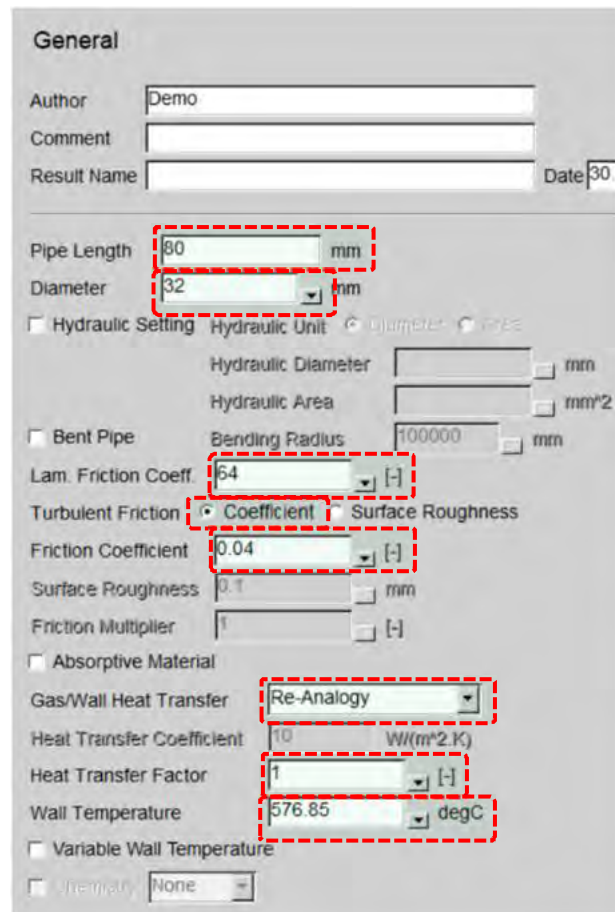


Fig. 2.151 Pipe 18 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 3

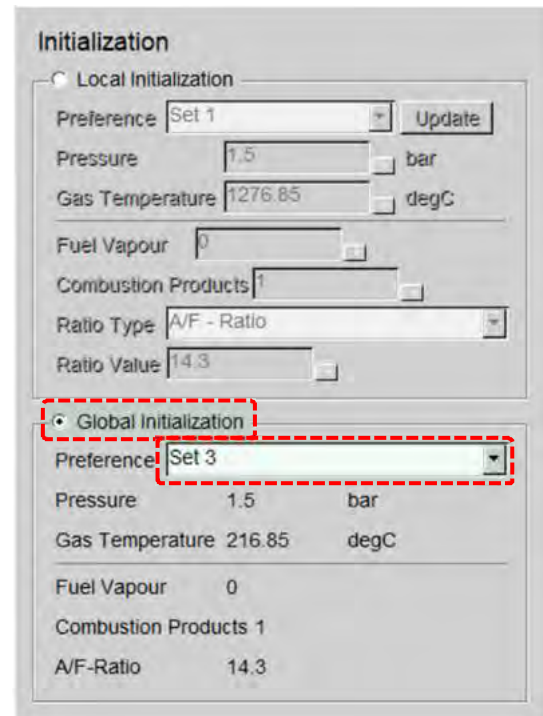


Fig. 2.152 Pipe 18 – INITIALIZATION

Pipe 19

General

Pipe Length	80	mm
Diameter	32	mm
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.04	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	576.85	°C

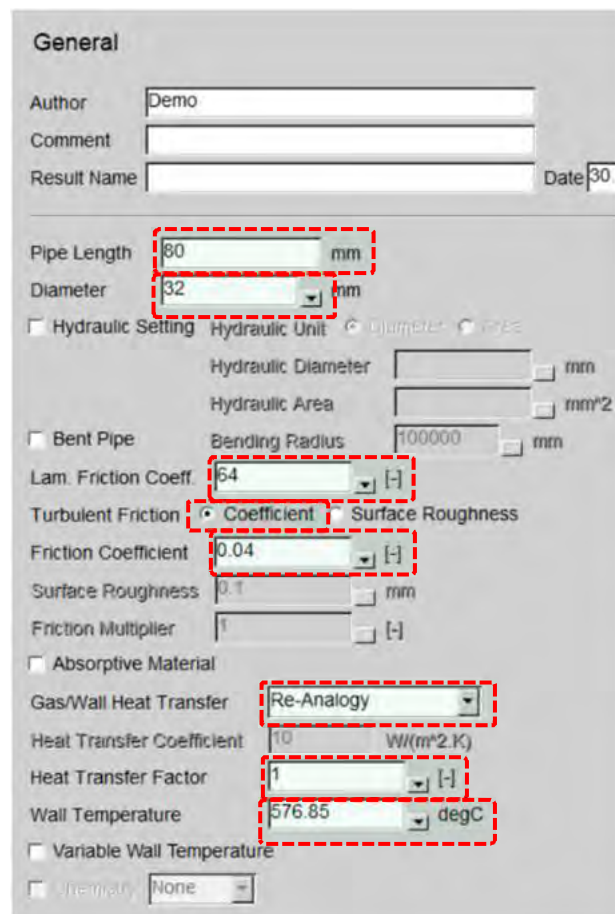


Fig. 2.153 Pipe 19 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 3

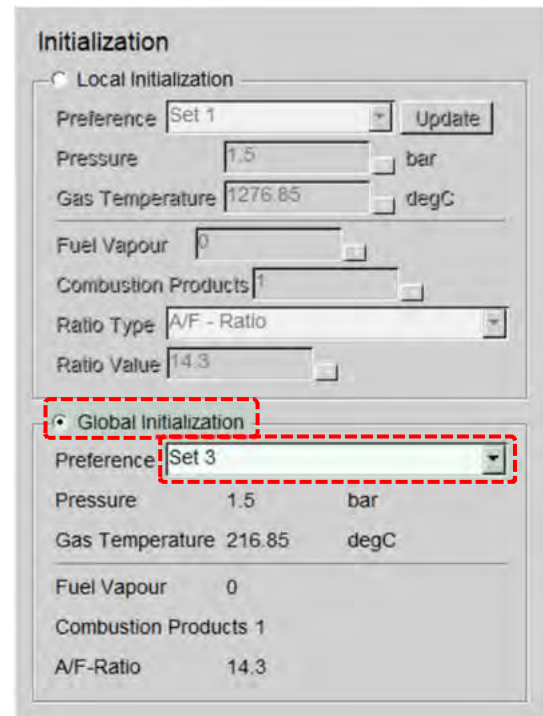


Fig. 2.154 Pipe 19 – INITIALIZATION

Pipe 20

General

Pipe Length	80	mm
Diameter	32	mm
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.04	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	576.85	°C

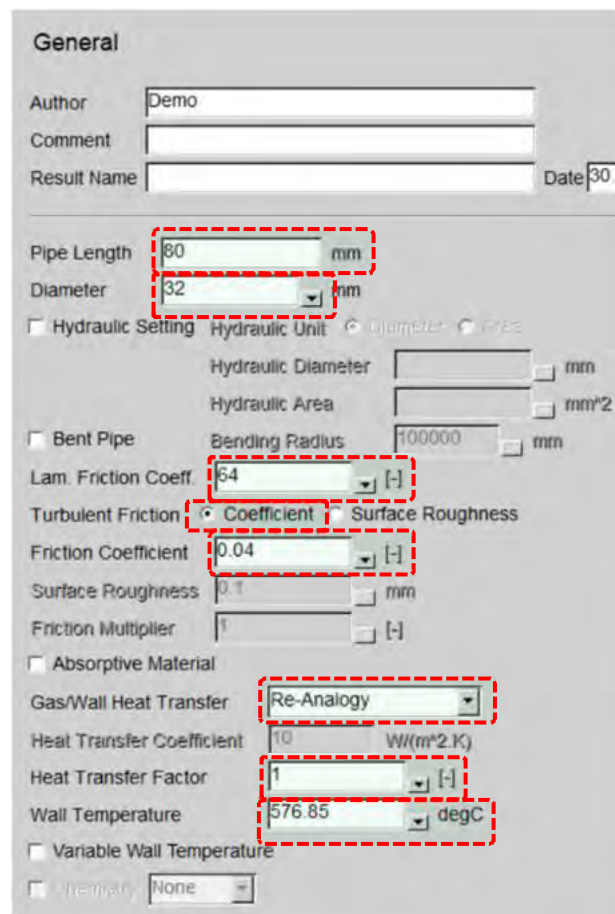


Fig. 2.155 Pipe 20 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 3

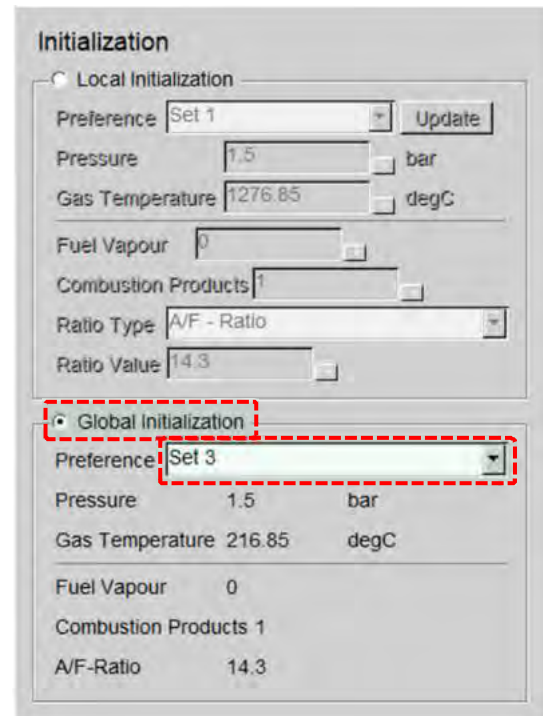


Fig. 2.156 Pipe 20 – INITIALIZATION

Pipe 21

General

Pipe Length	80	mm
Diameter	32	mm
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.04	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	576.85	°C

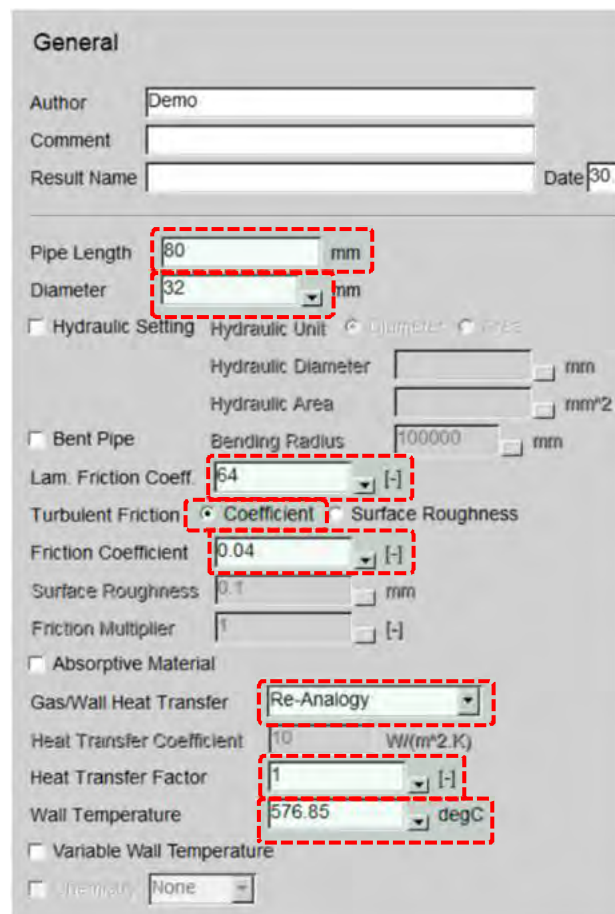


Fig. 2.157 Pipe 21 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 3

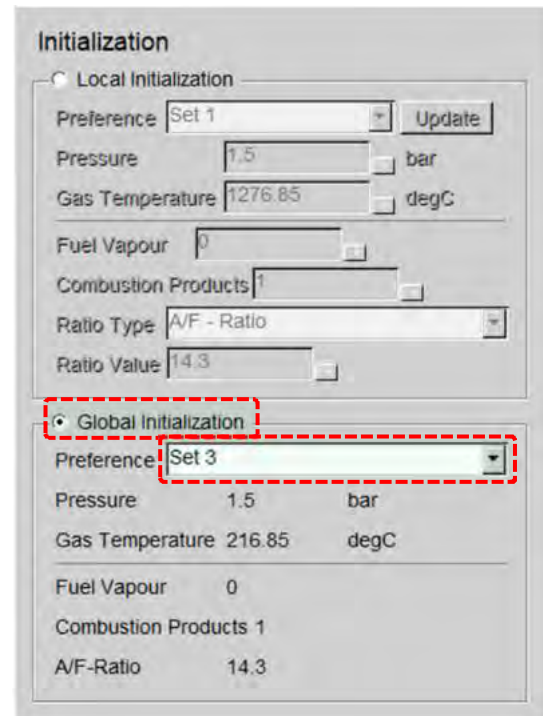


Fig. 2.158 Pipe 21 – INITIALIZATION

Pipe 22

General

Pipe Length	305	mm
Diameter	32	mm
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient		Table
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	576.85	°C

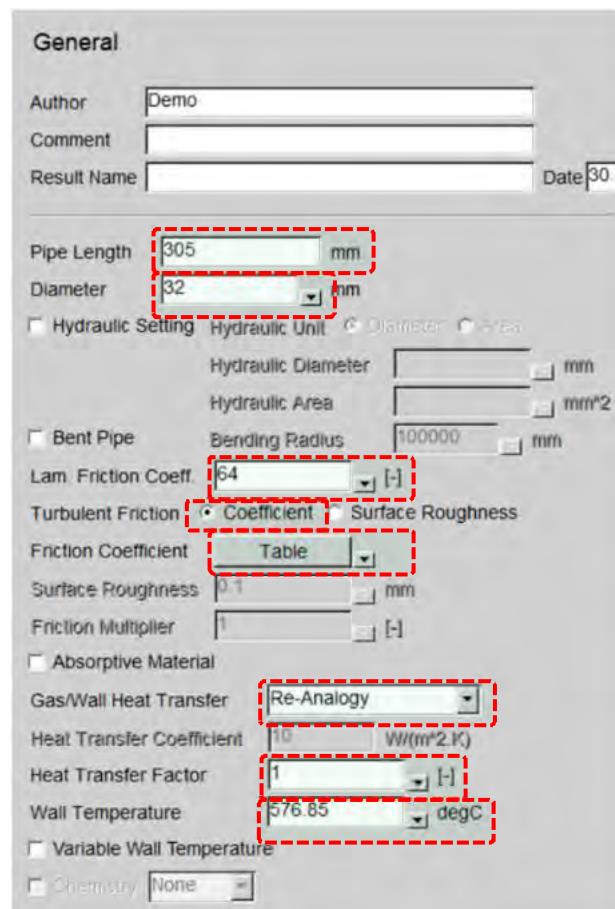


Fig. 2.159 Pipe 22 – GENERAL

Friction Coefficient – Table

Location (X) [mm]	Diameter (Y) [mm]
0	0.04
102.5	0.04
213.75	0.023
305	0.023

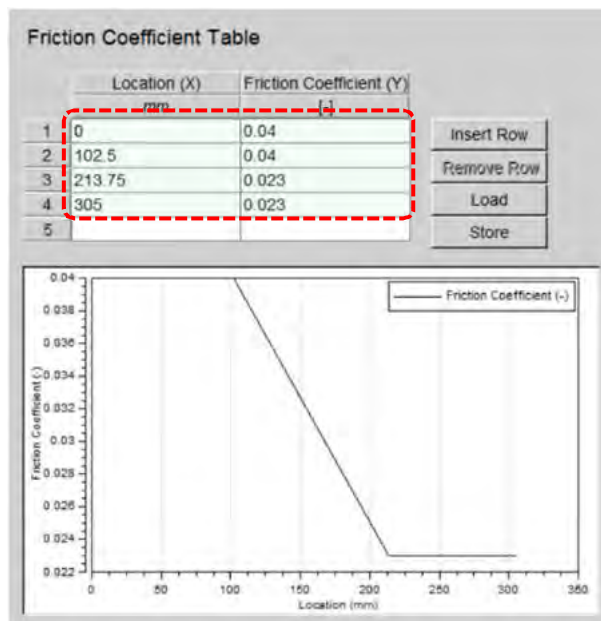


Fig. 2.160 Pipe 22 – FRICTION COEFFICIENT TABLE

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 3

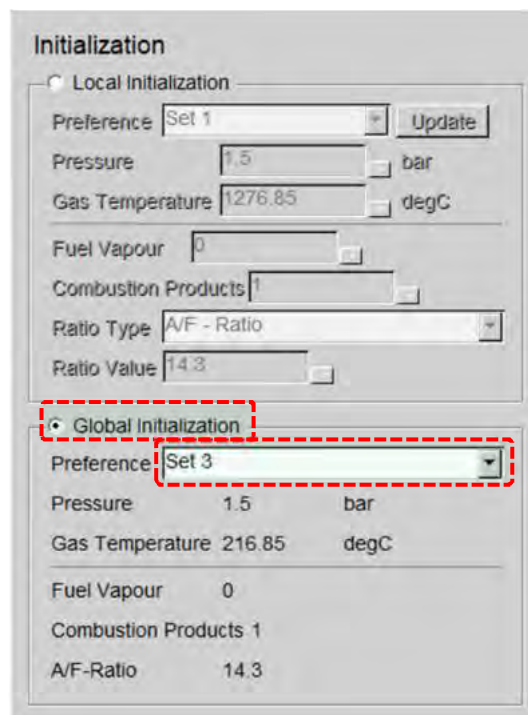


Fig. 2.161 Pipe 22 – INITIALIZATION

Pipe 23

General

Pipe Length	285	mm
Diameter	32	mm
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient		
Se alege opțiunea:	Table	
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	576.85	°C

Fig. 2.162 Pipe 23 – GENERAL

Friction Coefficient – Table

Location (X) [mm]	Diameter (Y) [mm]
0	0.04
102.5	0.04
213.75	0.023
305	0.023

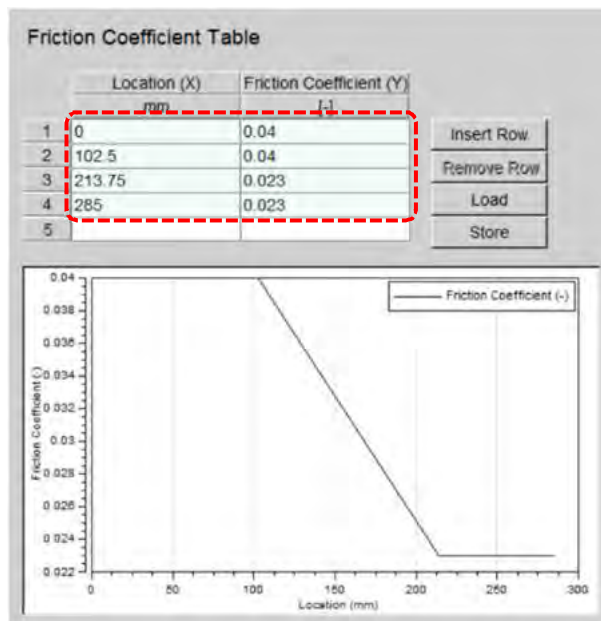


Fig. 2.163 Pipe 23 – FRICTION COEFFICIENT TABLE

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 3

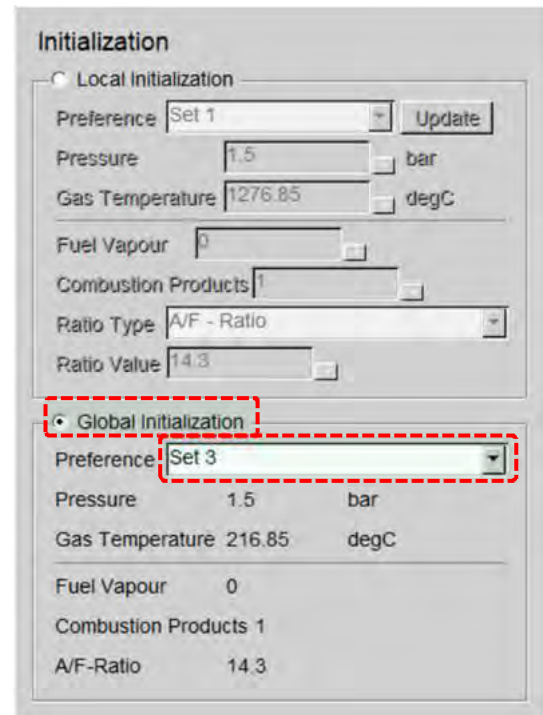


Fig. 2.164 Pipe 23 – INITIALIZATION

Pipe 24

General

Pipe Length	300	mm
Diameter	32	mm
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient		
Se alege opțiunea:	Table	
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	576.85	°C

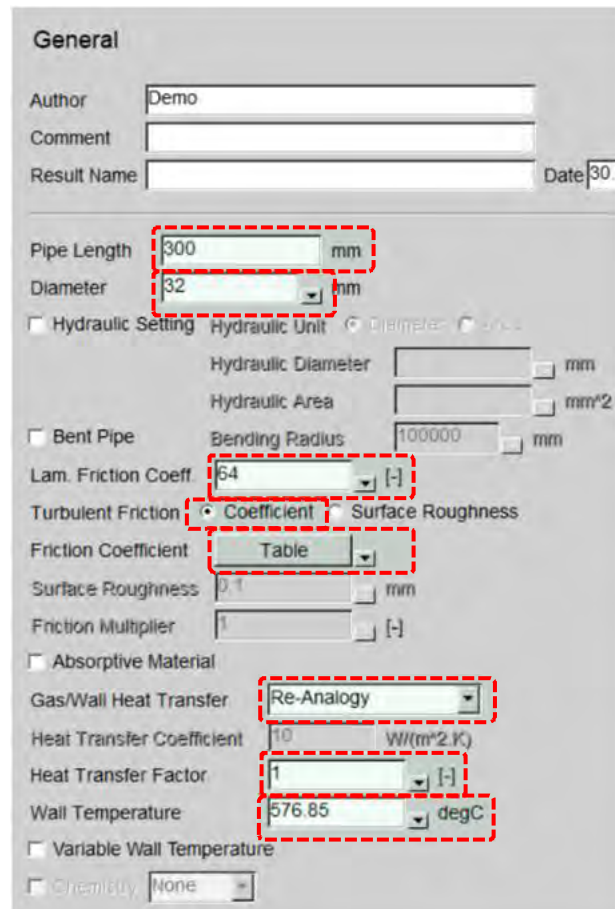


Fig. 2.165 Pipe 24 – GENERAL

Friction Coefficient – Table

Location (X) [mm]	Diameter (Y) [mm]
0	0.04
110	0.04
205	0.023
300	0.023

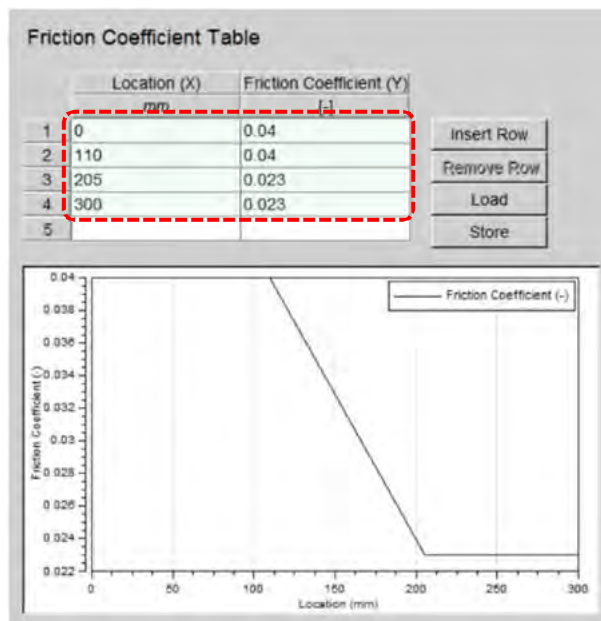


Fig. 2.166 Pipe 24 – FRICTION COEFFICIENT TABLE

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 3

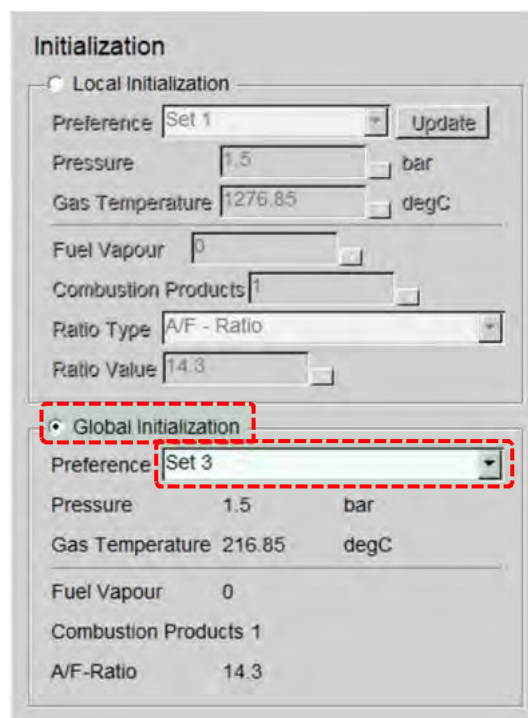


Fig. 2.167 Pipe 24 – INITIALIZATION

Pipe 25

General

Pipe Length	270	mm
Diameter	32	mm
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient		
Se alege opțiunea:	Table	
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	576.85	°C

Fig. 2.168 Pipe 25 – GENERAL

Friction Coefficient – Table

Location (X) [mm]	Diameter (Y) [mm]
0	0.04
115	0.04
182.5	0.023
270	0.023

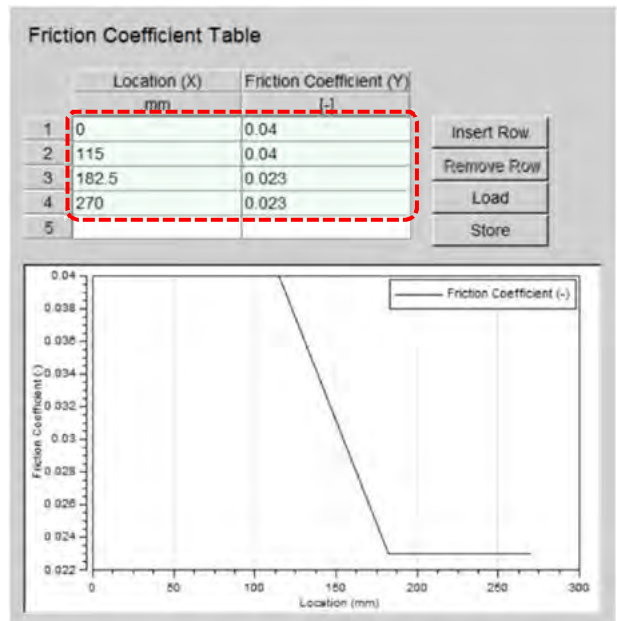


Fig. 2.169 Pipe 25 – FRICTION COEFFICIENT TABLE

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 3

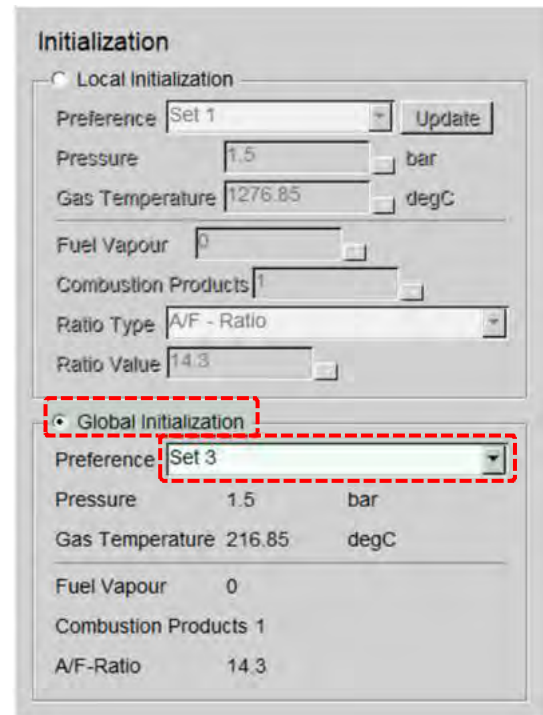


Fig. 2.170 Pipe 25 – INITIALIZATION

Pipe 26

General

Pipe Length	50	mm
Diameter	34	mm
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.023	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	576.85	°C

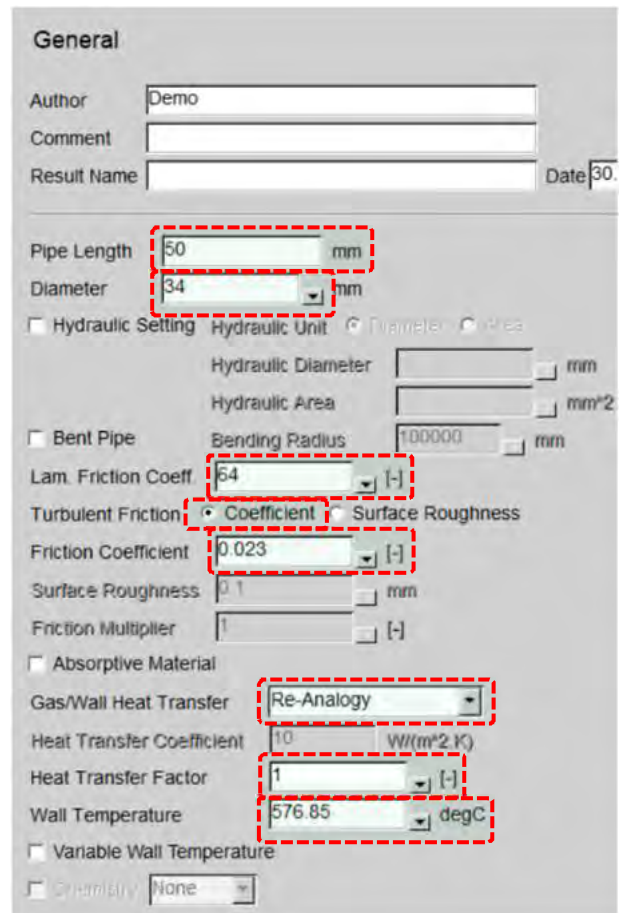


Fig. 2.171 Pipe 26 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 3

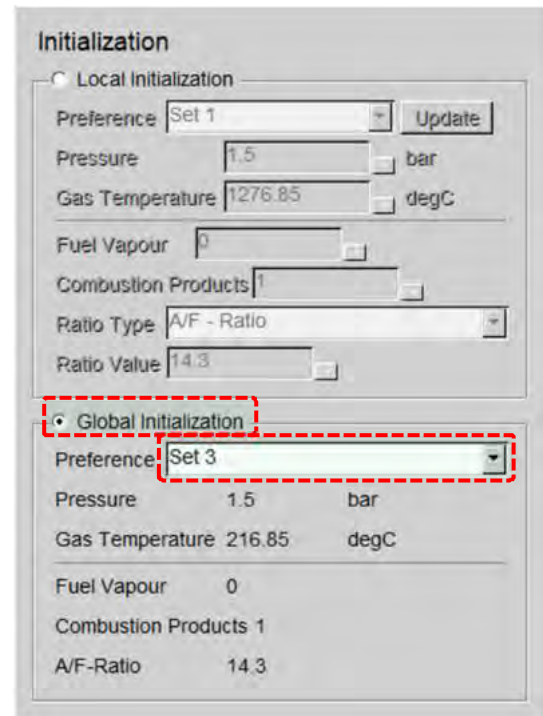


Fig. 2.172 Pipe 26 – INITIALIZATION

Pipe 27

General

Pipe Length	50	mm
Diameter	35	mm
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.023	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	576.85	°C

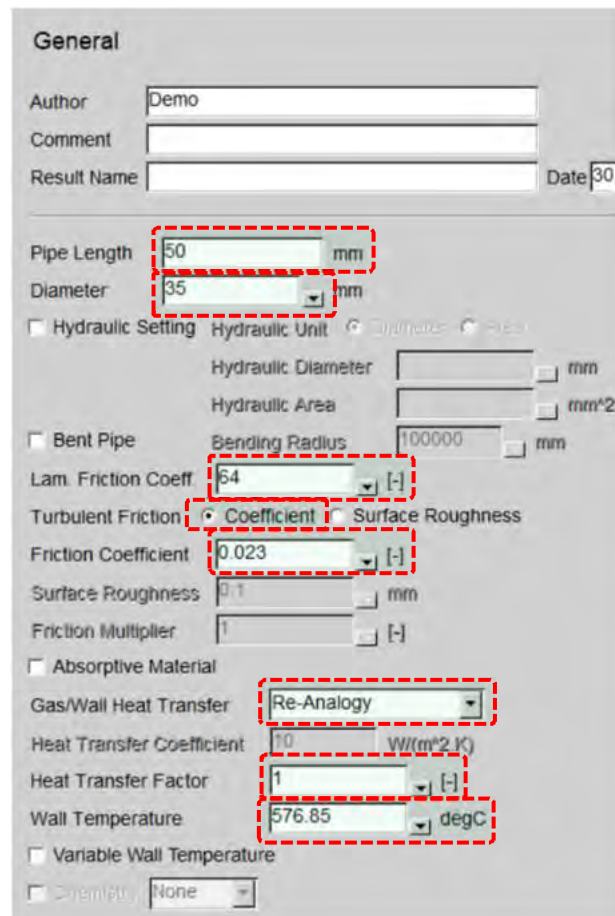


Fig. 2.173 Pipe 27 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 3

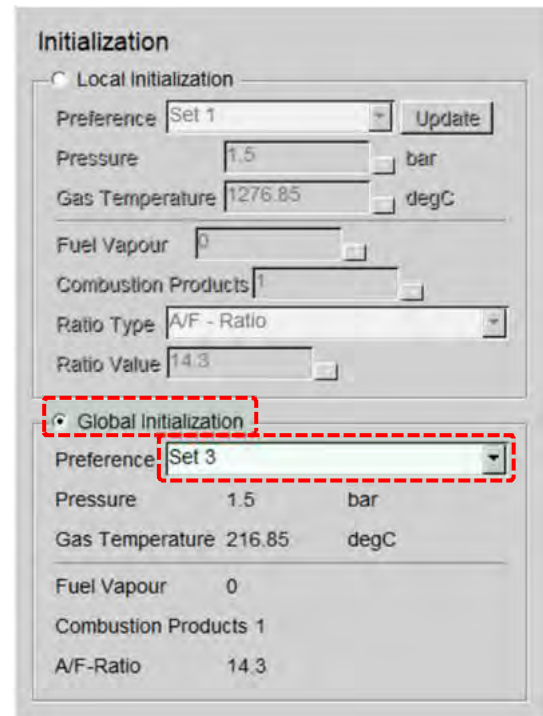


Fig. 2.174 Pipe 27 – INITIALIZATION

Pipe 28

General

Pipe Length	360	mm
Diameter	37	mm
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.022	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	476.85	°C

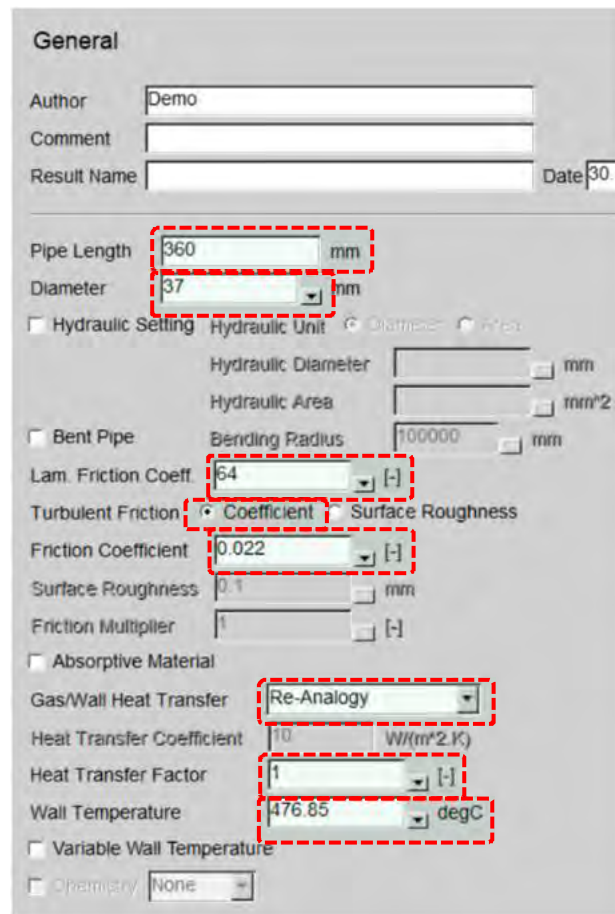


Fig. 2.175 Pipe 28 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 3

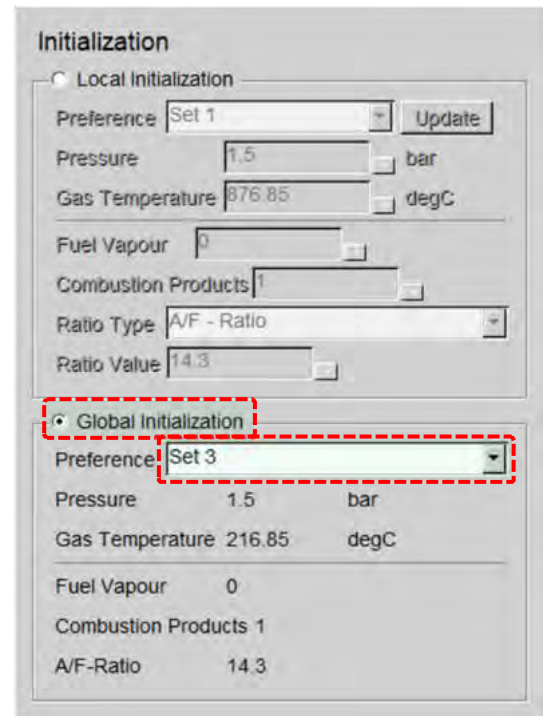


Fig. 2.176 Pipe 28 – INITIALIZATION

Pipe 29

General

Pipe Length	290	mm
Diameter	37	mm
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.022	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	476.85	°C

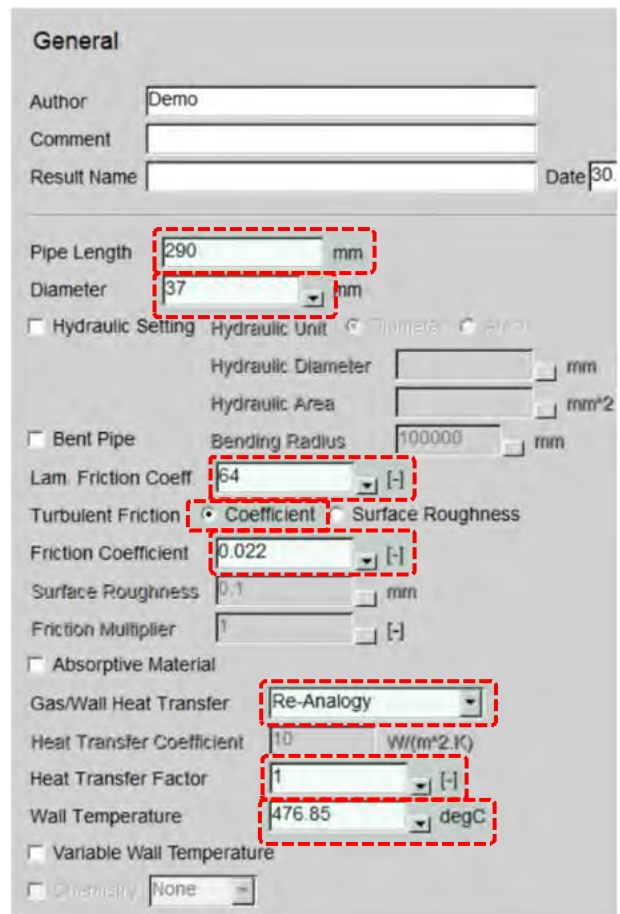


Fig. 2.177 Pipe 29 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 3

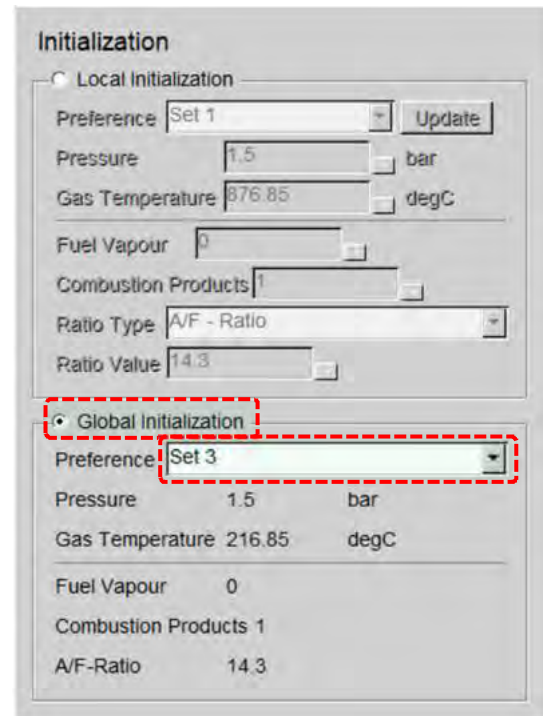


Fig. 2.178 Pipe 29 – INITIALIZATION

Pipe 30

General

Pipe Length	50	mm
Diameter	44	mm
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.021	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	476.85	°C

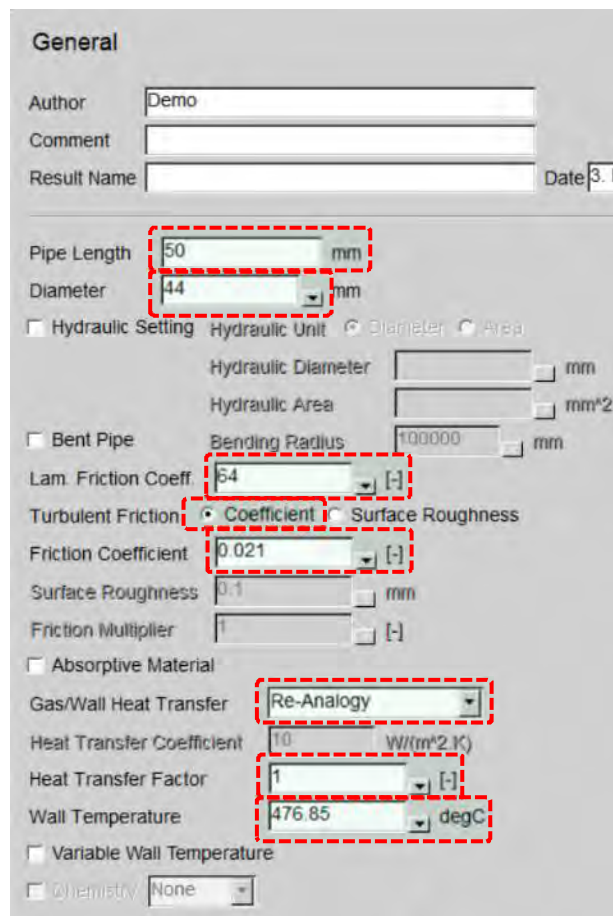


Fig. 2.179 Pipe 30 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 3

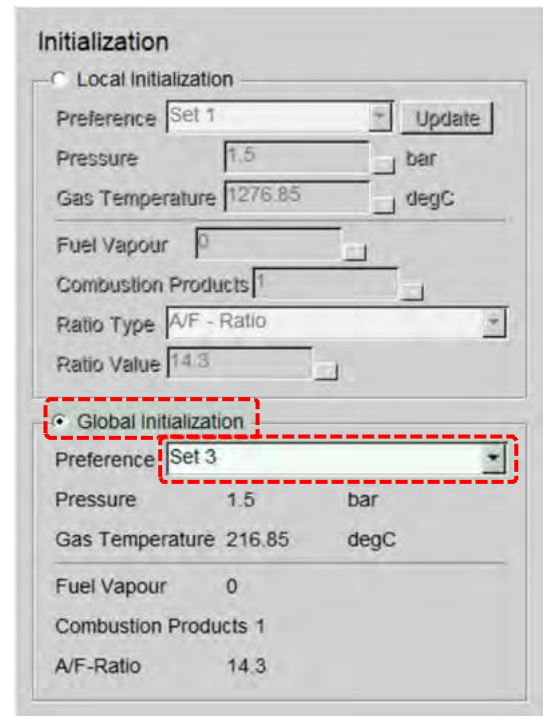


Fig. 2.180 Pipe 30 – INITIALIZATION

Pipe 31

General

Pipe Length	970	mm
Diameter		
Se alege opțiunea:	Table	
Se bifează opțiunea:	Bent Pipe	
Bending Radius		
Se alege opțiunea:	Table	
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient		
Se alege opțiunea:	Table	
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	326.85	°C

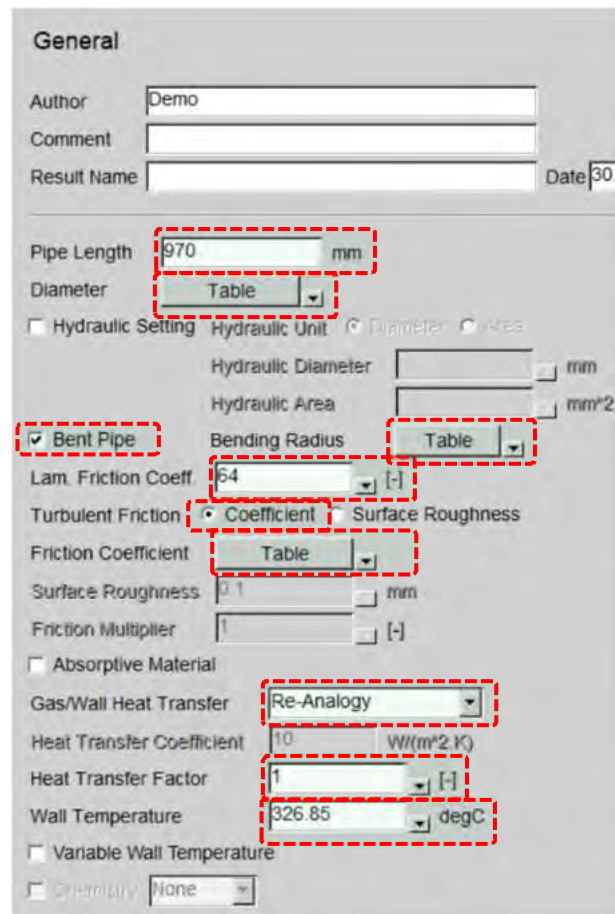


Fig. 2.181 Pipe 31 – GENERAL

Diameter – Table

Location (X) [mm]	Diameter (Y) [mm]
0	46
220	46
400	45
570	46
970	46

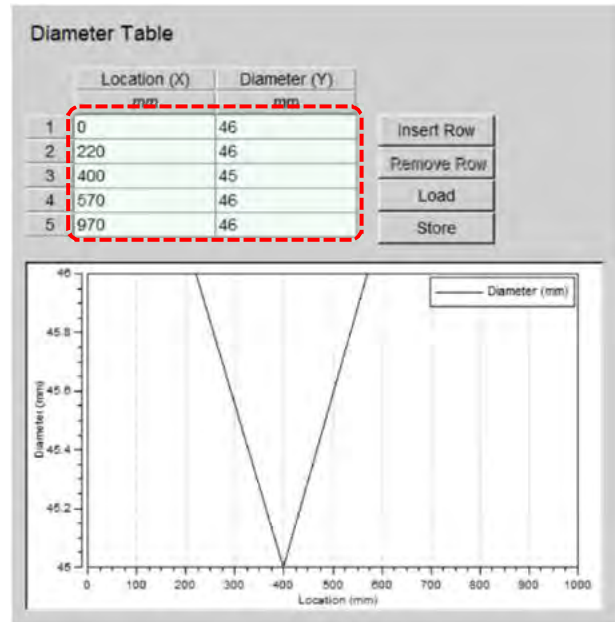


Fig. 2.182 Pipe 31 – DIAMETER TABLE

Bending Radius – Table

Location (X) [mm]	Diameter (Y) [mm]
0	0
220	10000
570	100
970	10000

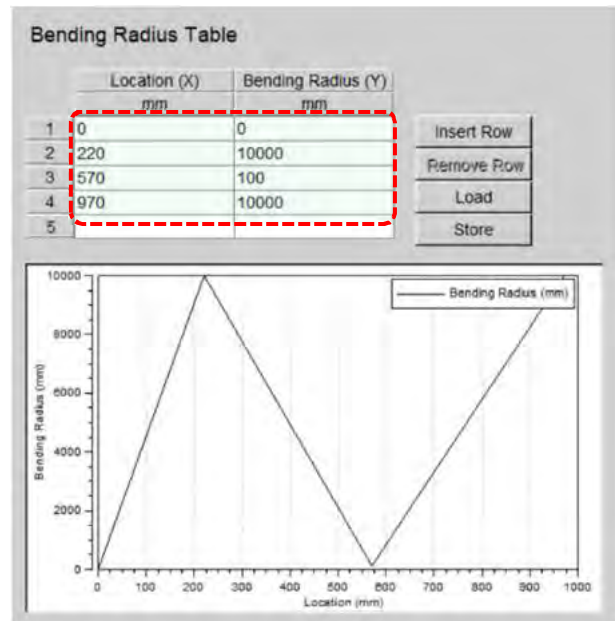


Fig. 2.183 Pipe 31 – BENDING RADIUS TABLE

Friction Coefficient – Table

Location (X) [mm]	Diameter (Y) [mm]
0	0.019
220	0.06
570	0.06
970	0.019

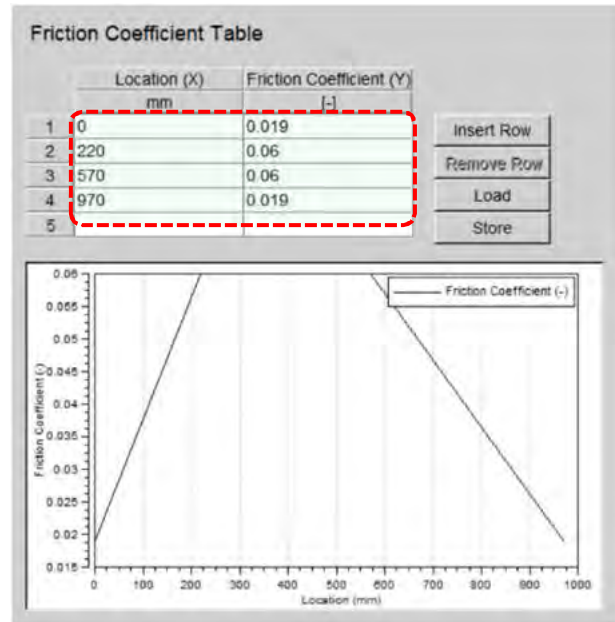


Fig. 2.184 Pipe 31 – FRICTION COEFFICIENT TABLE

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 3

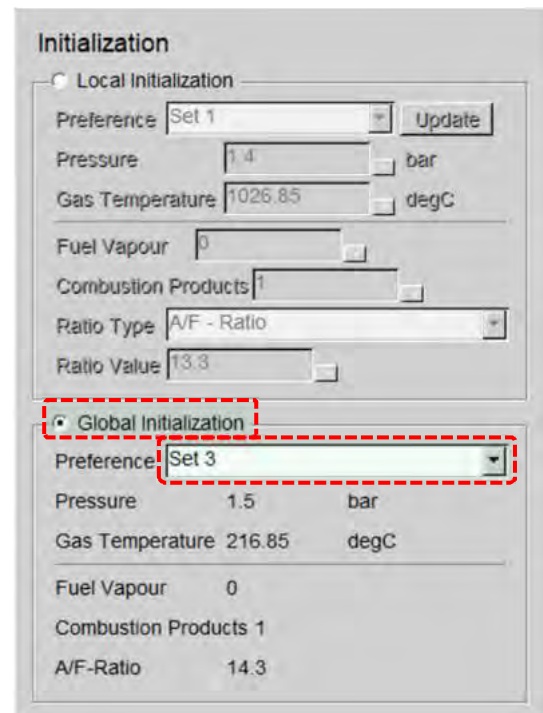


Fig. 2.185 Pipe 31 – INITIALIZATION

Pipe 32

General

Pipe Length	860	mm
Diameter	46	mm
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.021	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	476.85	°C

Fig. 2.186 Pipe 32 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 3

Fig. 2.187 Pipe 32 – INITIALIZATION

Pipe 33

General

Pipe Length	970	mm
Diameter	46	mm
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.021	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	426.85	°C

Fig. 2.188 Pipe 33 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 3

Fig. 2.189 Pipe 33 – INITIALIZATION

Pipe 34

General

Pipe Length	330	mm
Diameter	46	mm
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.021	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	376.85	°C

General

Author: Demo
 Comment:
 Result Name:
 Date: 30

Pipe Length: 330 mm
 Diameter: 46 mm

Hydraulic Setting Hydraulic Unit: Diameter Area
 Hydraulic Diameter:
 Hydraulic Area:
 Bent Pipe Bending Radius: 100000 mm

Lam. Friction Coeff.: 64 [-]
 Turbulent Friction: Coefficient Surface Roughness
 Friction Coefficient: 0.021 [-]
 Surface Roughness: 0.1 mm
 Friction Multiplier: 1 [-]

Absorptive Material

Gas/Wall Heat Transfer: Re-Analogy
 Heat Transfer Coefficient: 10 W/(m²·K)
 Heat Transfer Factor: 1 [-]
 Wall Temperature: 376.85 degC

Variable Wall Temperature
 Chemistry: None

Fig. 2.190 Pipe 34 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 3

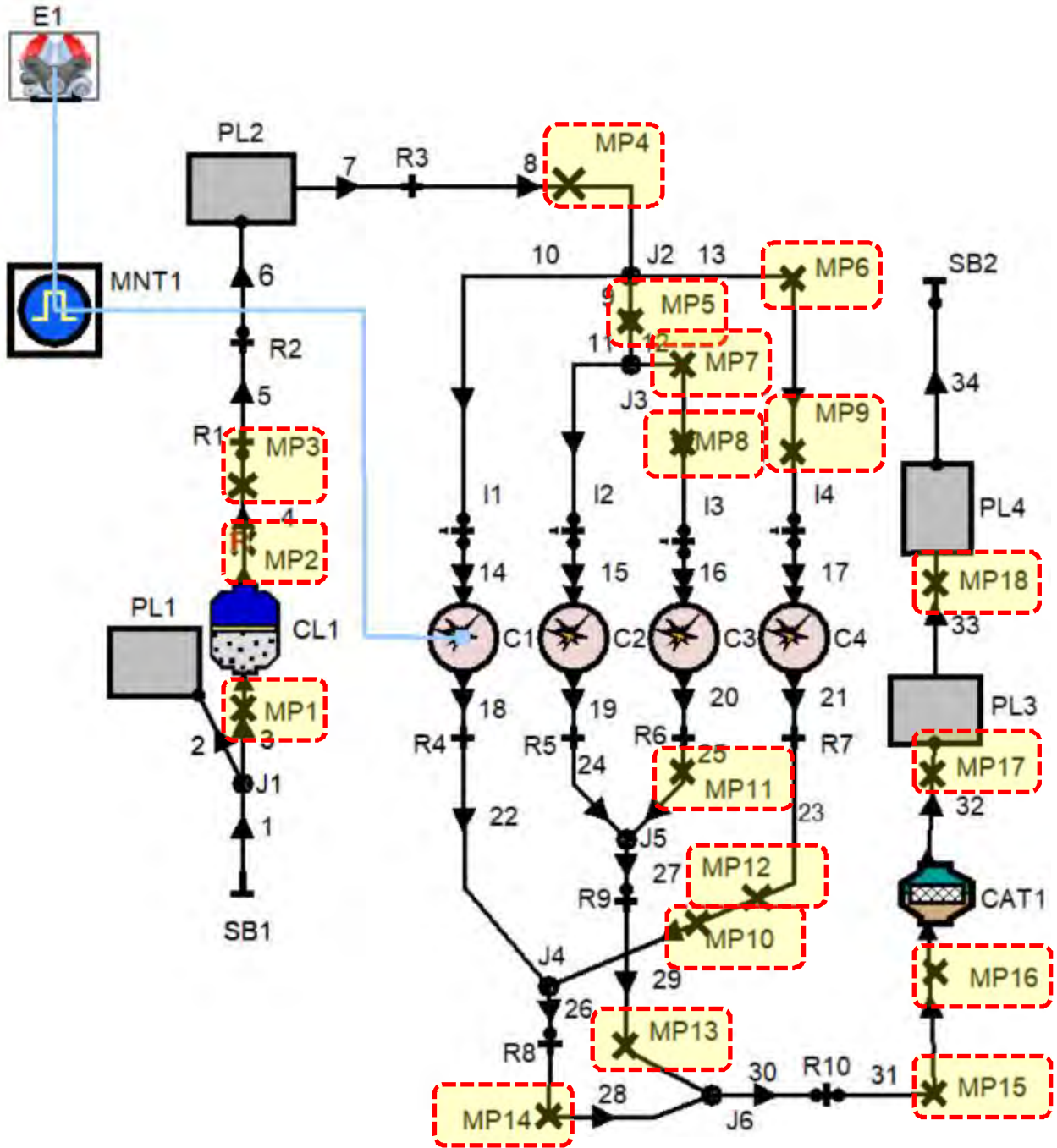
Initialization

Local Initialization
 Preference: Set 1 Update
 Pressure: 1 bar
 Gas Temperature: 576.85 degC
 Fuel Vapour: 0
 Combustion Products: 1
 Ratio Type: A/F - Ratio
 Ratio Value: 13.3

Global Initialization
 Preference: Set 3
 Pressure: 1.5 bar
 Gas Temperature: 216.85 degC
 Fuel Vapour: 0
 Combustion Products: 1
 A/F-Ratio: 14.3

Fig. 2.191 Pipe 34 – INITIALIZATION

MEASURING POINT



Punctele de măsurare se utilizează pentru monitorizarea valorilor în anumite locații, în care, pentru motorul real sunt instalați senzori de măsurare a unor mărimi precum presiunea, temperatura, concentrația de gaze etc. Valorile obținute prin intermediul acestor elemente pot fi utilizate pentru validarea modelului. Locațiile punctelor de măsurare sunt definite conform figurii 2.191.

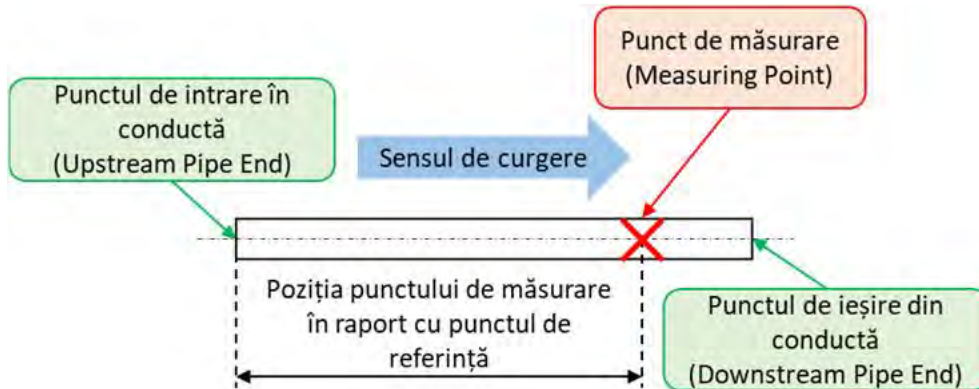


Fig. 2.192 Definierea poziției punctului de măsurare (Measuring Point)

MP1

General

Punctul de măsurare MP1 (Fig. 2.192) este localizat în conducta 3 (lungime 0.22 m).

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End	170	mm
Output Extent	Se alege opțiunea: Standard	

General

Author: Demo

Comment:

Result Name: Date: 30. Jan 2021

Located in Pipe 3 (length 0.22 m)

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End: 170 mm

Output Extent:

Standard

Extended

Fig. 2.193 MP1 – GENERAL

MP2

General

Punctul de măsurare MP2 (Fig. 2.193) este localizat în conducta 4 (lungime 0.22 m).

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End	35	mm
Output Extent	Se alege opțiunea: Standard	

General

Author: Demo

Comment:

Result Name: Date: 30. Jan 2021

Located in Pipe 4 (length 0.22 m)

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End: 35 mm

Output Extent:

- Standard
- Extended

Fig. 2.194 MP2 – GENERAL

MP3

General

Punctul de măsurare MP3 (Fig. 2.194) este localizat în conducta 4 (lungime 0.22 m).

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End	200	mm
Output Extent	Se alege opțiunea: Standard	

General

Author: Demo

Comment:

Result Name: Date: 30. Jan 2021

Located in Pipe 4 (length 0.22 m)

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End: 200 mm

Output Extent:

- Standard
- Extended

Fig. 2.195 MP3 – GENERAL

MP4

General

Punctul de măsurare MP4 (Fig. 2.195) este localizat în conducta 8 (lungime 0.105 m).

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End	60	mm
Output Extent	Se alege opțiunea: Standard	

General

Author: Demo

Comment:

Result Name: Date: 29. Jan 2021

Located in Pipe 8 (length 0.105 m)

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End: 60 mm

Output Extent:

- Standard
- Extended

Fig. 2.196 MP4 – GENERAL

MP5

General

Punctul de măsurare MP5 (Fig. 2.196) este localizat în conducta 9 (lungime 0.08 m).

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End	40	mm
Output Extent	Se alege opțiunea: Standard	

General

Author: Demo

Comment:

Result Name: Date: 29. Jan 2021

Located in Pipe 9 (length 0.08 m)

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End: 40 mm

Output Extent:

- Standard
- Extended

Fig. 2.197 MP5 – GENERAL

MP6

General

Punctul de măsurare MP6 (Fig. 2.197) este localizat în conducta 13 (lungime 0.32 m).

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End	25	mm
Output Extent	Se alege opțiunea: Standard	

General

Author: Demo

Comment:

Result Name: Date: 29. Jan 2021

Located in Pipe 13 (length 0.32 m)

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End: 25 mm

Output Extent:

Standard

Extended

Fig. 2.198 MP6 – GENERAL

MP7

General

Punctul de măsurare MP7 (Fig. 2.198) este localizat în conducta 12 (lungime 0.32 m).

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End	40	mm
Output Extent	Se alege opțiunea: Standard	

General

Author: Demo

Comment:

Result Name: Date: 29. Jan 2021

Located in Pipe 12 (length 0.32 m)

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End: 40 mm

Output Extent:

Standard

Extended

Fig. 2.199 MP7 – GENERAL

MP8

General

Punctul de măsurare MP8 (Fig. 2.199) este localizat în conducta 12 (lungime 0.32 m).

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End	275	mm
Output Extent	Se alege opțiunea: Standard	

General

Author: Demo

Comment:

Result Name: Date: 30. Jan 2021

Located in Pipe 12 (length 0.32 m)

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End: 275 mm

Output Extent:

- Standard
- Extended

Fig. 2.200 MP8 – GENERAL

MP9

General

Punctul de măsurare MP9 (Fig. 2.200) este localizat în conducta 13 (lungime 0.32 m).

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End	268	mm
Output Extent	Se alege opțiunea: Standard	

General

Author: Demo

Comment:

Result Name: Date: 30. Jan 2021

Located in Pipe 13 (length 0.32 m)

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End: 268 mm

Output Extent:

- Standard
- Extended

Fig. 2.201 MP9 – GENERAL

MP10

General

Punctul de măsurare MP10 (Fig. 2.201) este localizat în conducta 23 (lungime 0.285 m).

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End	50	mm
Output Extent	Se alege opțiunea: Standard	

General

Author: Demo

Comment:

Result Name: Date: 30. Jan 2021

Located in Pipe 23 (length 0.285 m)

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End: 50 mm

Output Extent:

Standard

Extended

Fig. 2.202 MP10 – GENERAL

MP11

General

Punctul de măsurare MP11 (Fig. 2.202) este localizat în conducta 25 (lungime 0.27 m).

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End	50	mm
Output Extent	Se alege opțiunea: Standard	

General

Author: Demo

Comment:

Result Name: Date: 30. Jan 2021

Located in Pipe 25 (length 0.27 m)

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End: 50 mm

Output Extent:

Standard

Extended

Fig. 2.203 MP11 – GENERAL

MP12

General

Punctul de măsurare MP12 (Fig. 2.203) este localizat în conducta 23 (lungime 0.285 m).

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End	180	mm
Output Extent	Se alege opțiunea: Standard	

Fig. 2.204 MP12 – GENERAL

MP13

General

Punctul de măsurare MP13 (Fig. 2.204) este localizat în conducta 29 (lungime 0.29 m).

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End	200	mm
Output Extent	Se alege opțiunea: Standard	

Fig. 2.205 MP13 – GENERAL

MP14

General

Punctul de măsurare MP14 (Fig. 2.205) este localizat în conducta 28 (lungime 0.36 m).

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End	260	mm
Output Extent	Se alege opțiunea: Standard	

General

Author: Demo

Comment:

Result Name: Date: 30. Jan 2021

Located in Pipe 28 (length 0.36 m)

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End: 260 mm

Output Extent:

Standard

Extended

Fig. 2.206 MP14 – GENERAL

MP15

General

Punctul de măsurare MP15 (Fig. 2.206) este localizat în conducta 31 (lungime 0.97 m).

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End	50	mm
Output Extent	Se alege opțiunea: Standard	

General

Author: Demo

Comment:

Result Name: Date: 30. Jan 2021

Located in Pipe 31 (length 0.97 m)

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End: 50 mm

Output Extent:

Standard

Extended

Fig. 2.207 MP15 – GENERAL

MP16

General

Punctul de măsurare MP16 (Fig. 2.207) este localizat în conducta 31 (lungime 0.97 m).

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End	900	mm
Output Extent	Se alege opțiunea: Standard	

Fig. 2.208 MP16 – GENERAL

MP17

General

Punctul de măsurare MP17 (Fig. 2.208) este localizat în conducta 32 (lungime 0.86 m).

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End	50	mm
Output Extent	Se alege opțiunea: Standard	

Fig. 2.209 MP17 – GENERAL

MP18

General

Punctul de măsurare MP15 (Fig. 2.209) este localizat în conducta 33 (lungime 0.97 m).

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End	305	mm
Output Extent	Se alege opțiunea: Standard	

General

Author Demo

Comment

Result Name Date 30. Jan 2021

Located in Pipe 33 (length 0.97 m)

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End 305 mm

Output Extent

Standard

Extended

Fig. 2.210 MP18 – GENERAL

REFERENCE POINT FOR VOLUMETRIC EFFICIENCY

Pentru calculul coeficientului de umplere, AVL Boost™ permite definirea unui plenum sau a unui punct de măsurare ca punct de referință pentru calculul coeficientului de umplere. În acest scop, click pe **Simulation**, iar apoi pe **Volumetric Efficiency** (Fig. 2.210). Pentru modificarea elementului de referință se face click în model pe elementul dorit (Fig. 2.211).

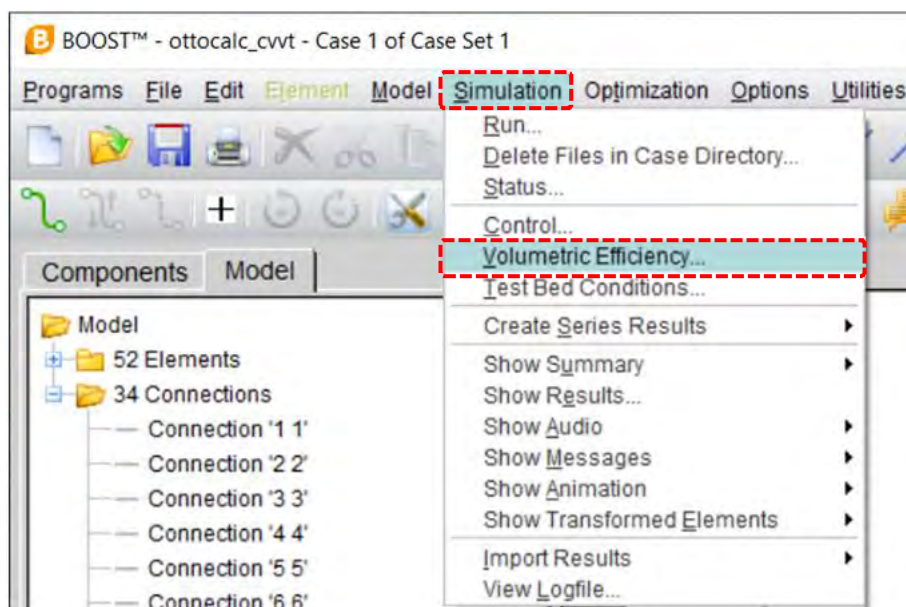


Fig. 2.211 Definirea elementului de referință pentru calculul coeficientului de umplere

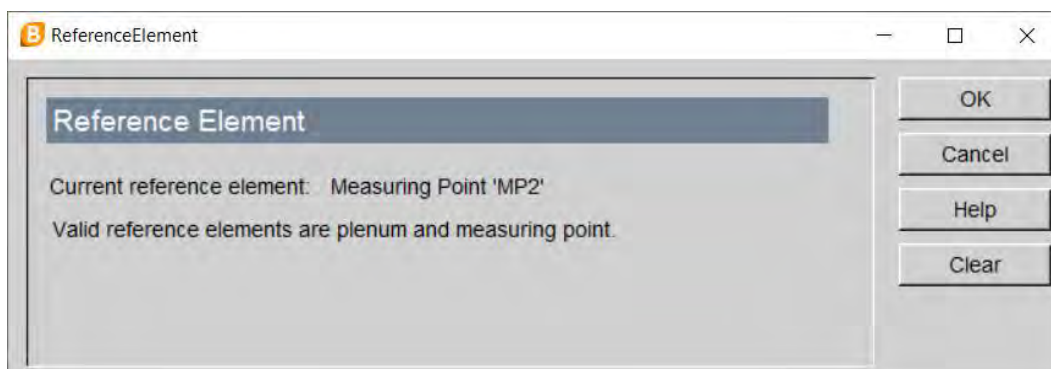


Fig. 2.212 Elementul de referință pentru calculul coeficientului de umplere

SERIES CALCULATION



Pentru a realiza un set de simulări (**Series Calculation**) este necesară definirea parametrilor care pot varia de la un caz la altul. În această situație, fiecare caz este calculat individual. Lista de parametri care urmează a fi definiți este prezentată în tabelul 2.4. În continuare se prezintă modul de definire a parametrilor care vor varia pentru fiecare element al modelului în parte. Se pune în evidență faptul că, pentru a defini acești parametri, în fiecare caz se face click dreapta în locația indicată, iar apoi se alege opțiunea marcată.

Tabelul 2.4 Lista parametrilor pentru Series Calculation

Element model	Subgrupă	Parametru
Engine Cylinder	General	Engine_Speed
	Initialization	AF_Ratio
	Vibe	Start_of_Combustion
		Duration_of_Combustion
	Heat transfer	Vibe_Shape
		Piston_Temp
		Head_Temp
	Valve Port Specifications	Liner_TDC_Temp
		Liner_BDC_Temp
	Valve Port Specifications - Intake	Exhaust_Port_Wall_Temp
	VVT_Intake	
Pipe 22	General	Exhaust_Wall_1_Temp
Pipe 23	General	Exhaust_Wall_1_Temp
Pipe 24	General	Exhaust_Wall_1_Temp
Pipe 25	General	Exhaust_Wall_1_Temp
Pipe 26	General	Exhaust_Wall_2_Temp
Pipe 27	General	Exhaust_Wall_2_Temp
Pipe 28	General	Exhaust_Wall_3_Temp
Pipe 29	General	Exhaust_Wall_3_Temp
Pipe 30	General	Exhaust_Wall_3_Temp
Pipe 31	General	Exhaust_Wall_3_Temp
Pipe 32	Wall Temperature – Table – Location (0 mm)	Wall_Temp_Up_Catalyst
	Wall Temperature – Table – Location (860 mm)	Wall_Temp_Down_Catalyst
Pipe 33	Wall Temperature – Table – Location (0 mm)	Wall_Temp_Up_Exhaust
	Wall Temperature – Table – Location (970 mm)	Wall_Temp_Down_Exhaust
Pipe 34	Wall Temperature – Table – Location (0 mm)	Wall_Temp_Up_Tailpipe
	Wall Temperature – Table – Location (330 mm)	Wall_Temp_Down_Tailpipe

Pas 1 – Engine

Pentru elementul **Engine** se definește parametrul **Engine_Speed** care dă posibilitate de definire a turației motorului pentru fiecare caz în parte. Definirea se face prin click dreapta pe **Engine Speed**, urmată de alegerea opțiunii **Assign new parameter (global)** (Fig. 2.212).

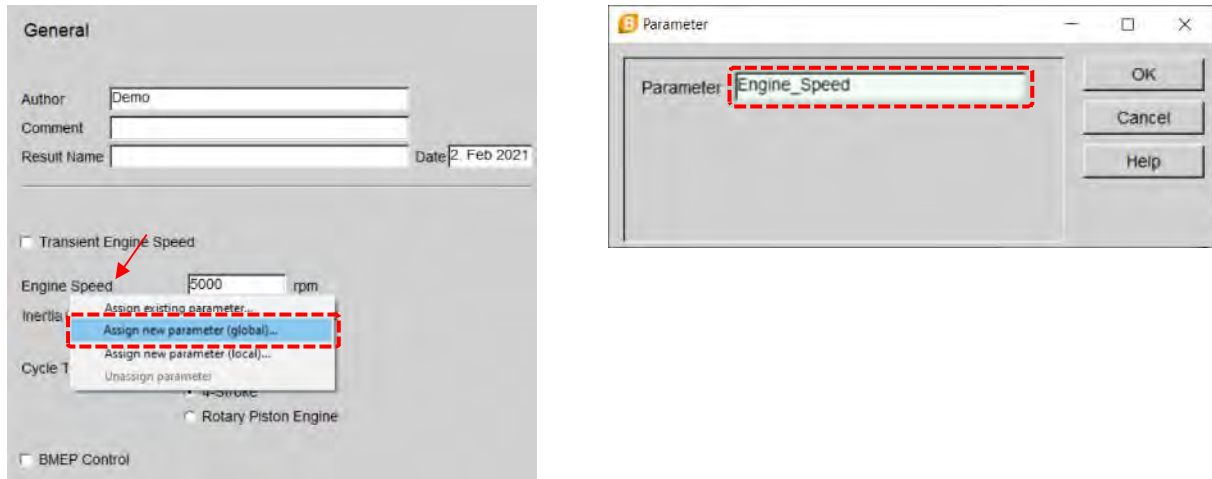


Fig. 2.213 Engine – Assign new parameter (global)

Pas 3 – Cylinder

În cazul elementului **Cylinder** se definesc parametrii pentru:

- amestecul aer-combustibil (raportul aer-combustibil – **AF_Ratio**)
 - în subcategoria **Initialization**,
- procesul de ardere, caracterizat prin intermediul funcției Vibe (începutul arderii – **Start_of_Combustion**, durata arderii – **Duration_of_Combustion**, parametrul de formă (m) al funcției Vibe – **Vibe_Shape**)
 - în subcategoria **Combustion – Vibe**,
- temperaturile pieselor pentru calculul transferului termic prin pereții camerei de ardere (temperatura capului pistonului – **Piston_Temp**, temperatura chiulasei – **Head_Temp**, temperatura peretelui cilindrului la PMS – **Liner_TDC_Temp**, temperatura peretelui cilindrului la PMI – **Liner_BDC_Temp**)
 - în subcategoria **Heat Transfer**,
- temperatura peretelui canalului de evacuare pentru calculul transferului termic (temperatura peretelui canalului de evacuare – **Exhaust_Port_Wall_Temp**)
 - în subcategoria **Valve Port Specifications** și
- deplasarea momentului de deschidere a supapelor de admisie (**VVT_Intake**)
 - în subcategoria **Valve Port Specifications – VPS[1]: Pipe 14: Intake – Valve Controlled**.

Definirea se face prin click dreapta pe elementul dorit și alegerea opțiunii **Assign new parameter (global)** (figurile 2.213 – 2.217).

Air-Fuel Ratio (A/F Ratio)

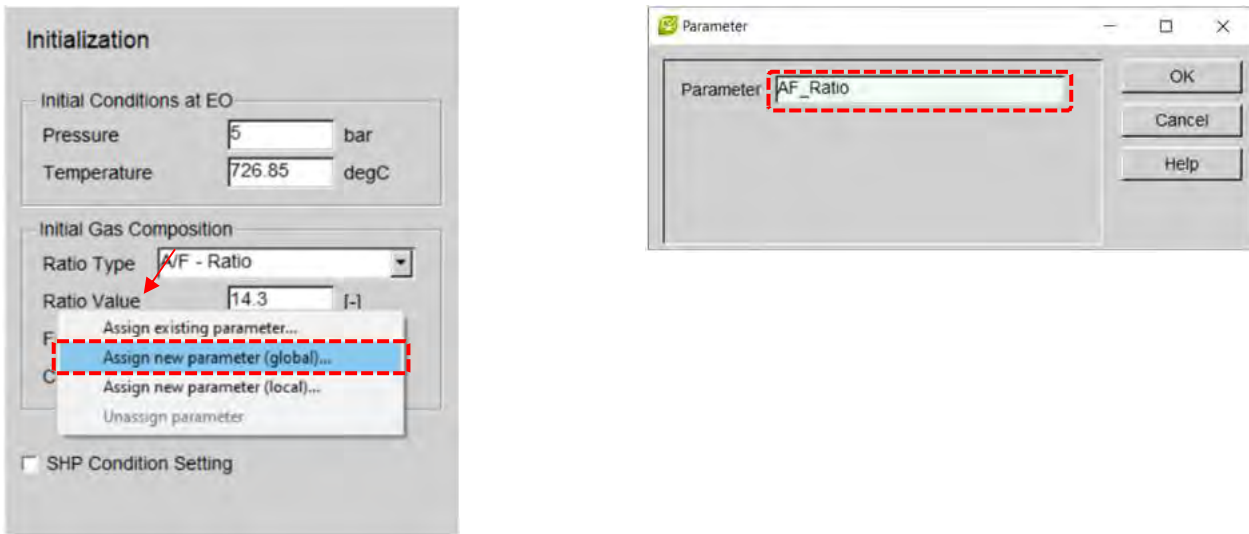


Fig. 2.214 Cylinder – Initialization – Assign new parameter (global)

Vibe

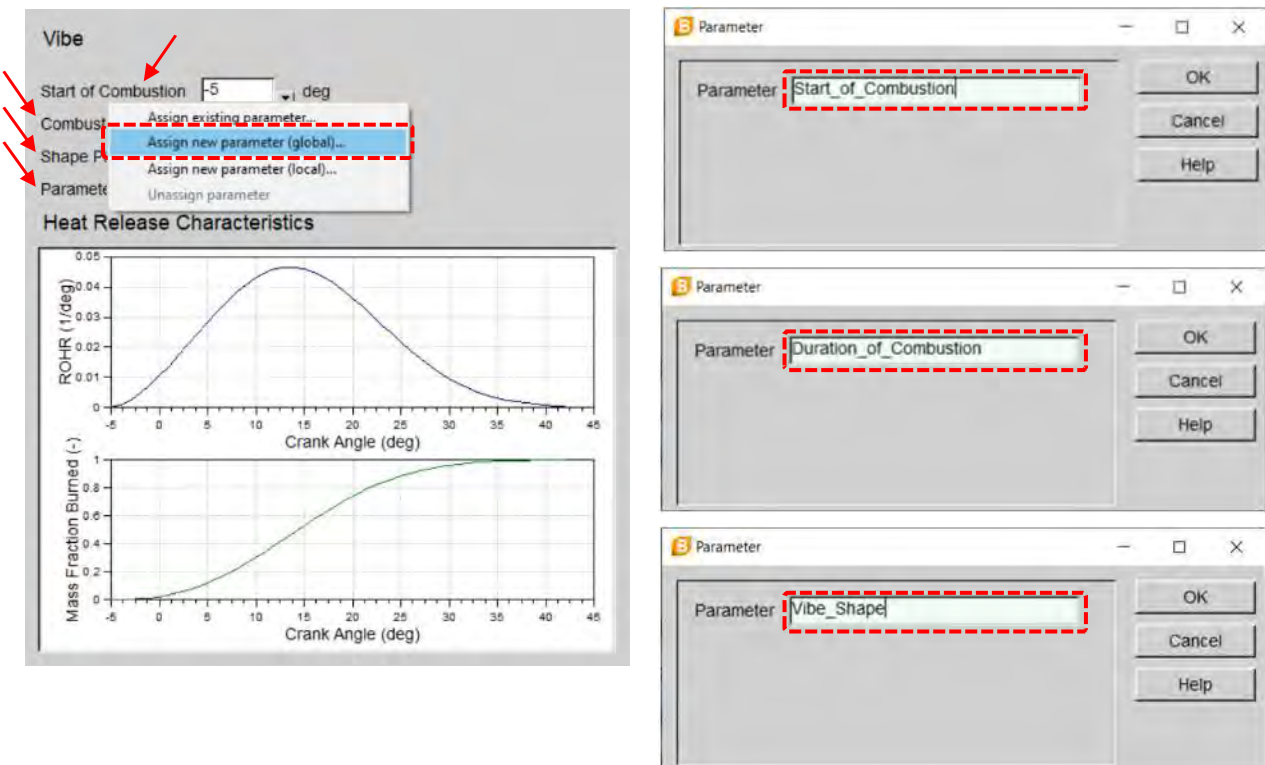


Fig. 2.215 Cylinder – Combustion – Vibe – Assign new parameter (global)

Heat transfer

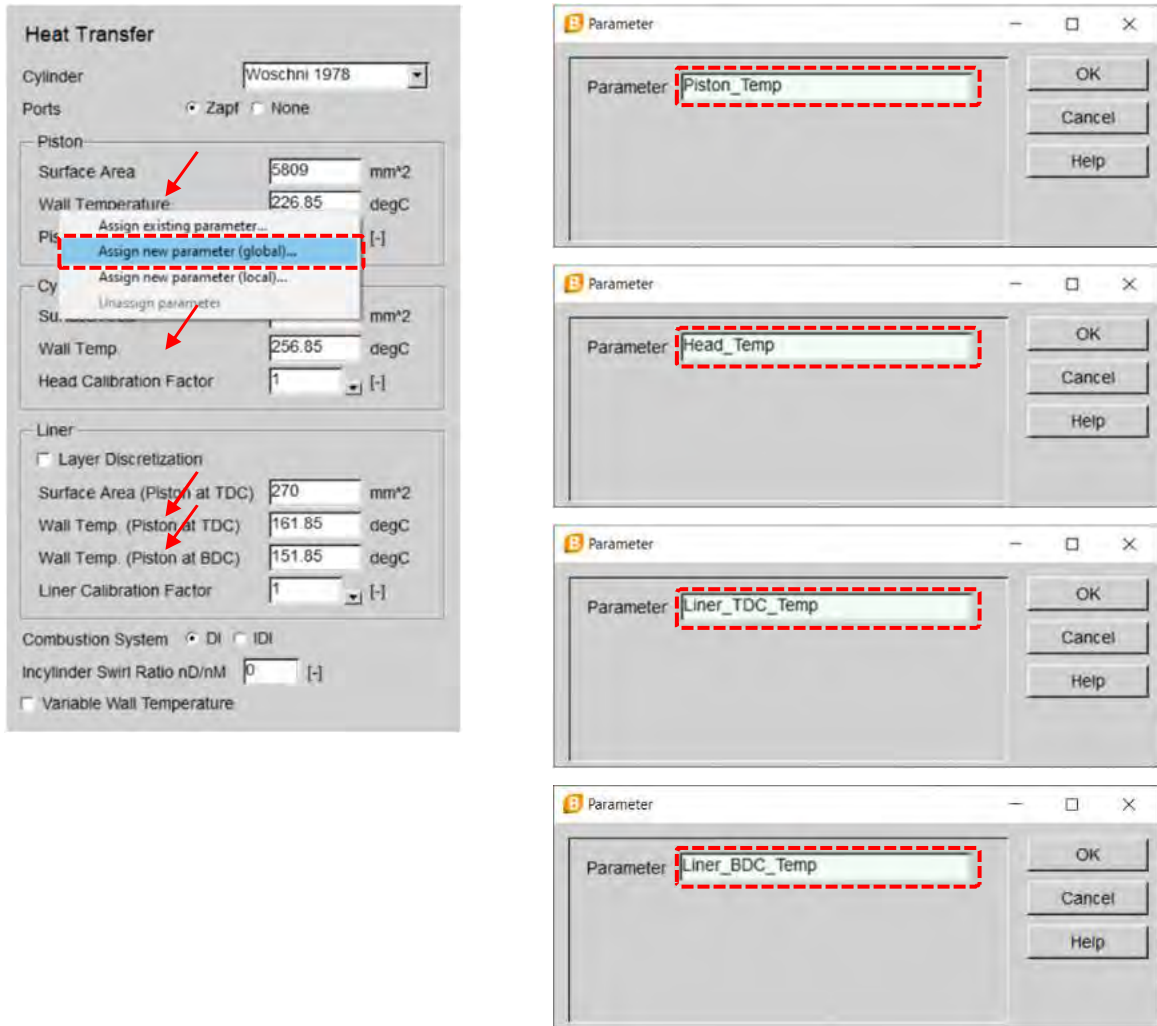


Fig. 2.216 Cylinder – Heat Transfer – Assign new parameter (global)

Valve port specifications

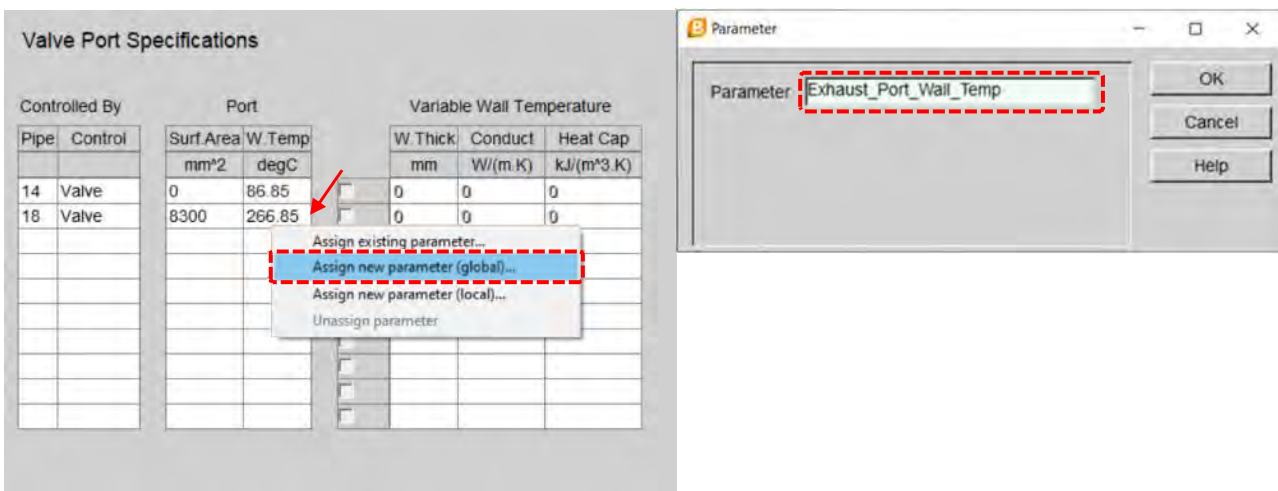


Fig. 2.217 Cylinder – Valve Port Specifications – Assign new parameter (global)

Valve Port Specifications – Intake

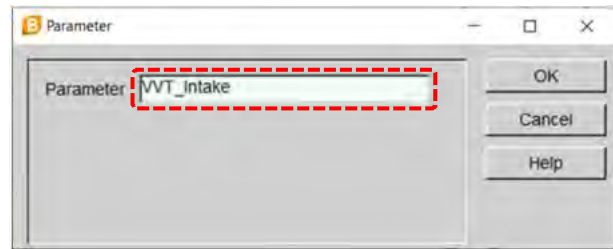
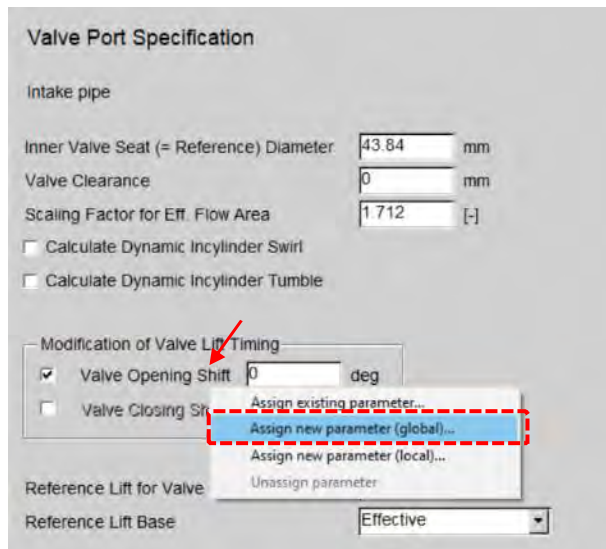


Fig. 2.218 Cylinder – Valve Port Specifications – Intake pipe – Assign new parameter (global)

Pas 4 – Pipes 22 – Pipe 25

Pentru elementele **Pipe 22 – Pipe 25** se va defini parametrul **Exhaust_Wall_1_Temp**. Definirea acestuia utilizând **Assign new parameter (global)** (Fig. 2.218) se va face doar pentru elementul **Pipe 22**. Pentru celelalte elemente (**Pipe 23 – Pipe 25**) se va utiliza **Assign existing parameter** (Fig. 2.219), iar apoi se va alege din lista de parametri deja definiți **Exhaust_Wall_1_Temp**.

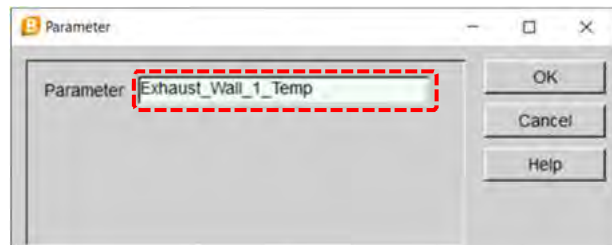
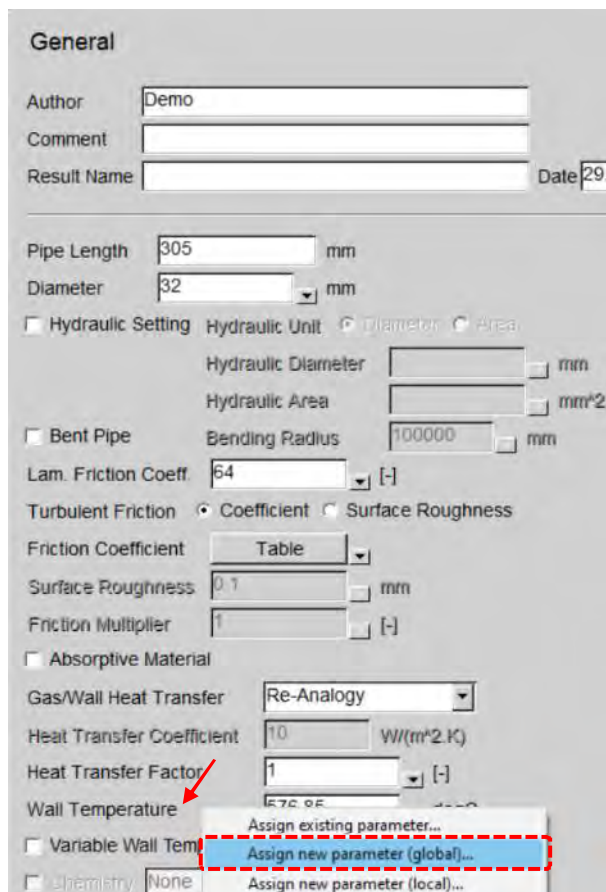


Fig. 2.219 Pipe 22 – General – Assign new parameter (global)

Pipe 23 – Pipe 25

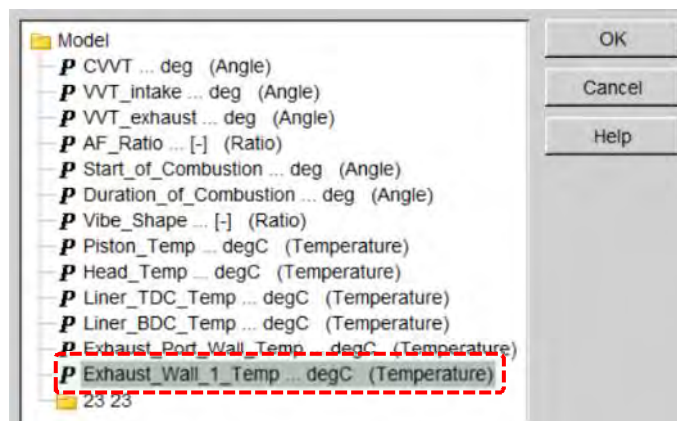
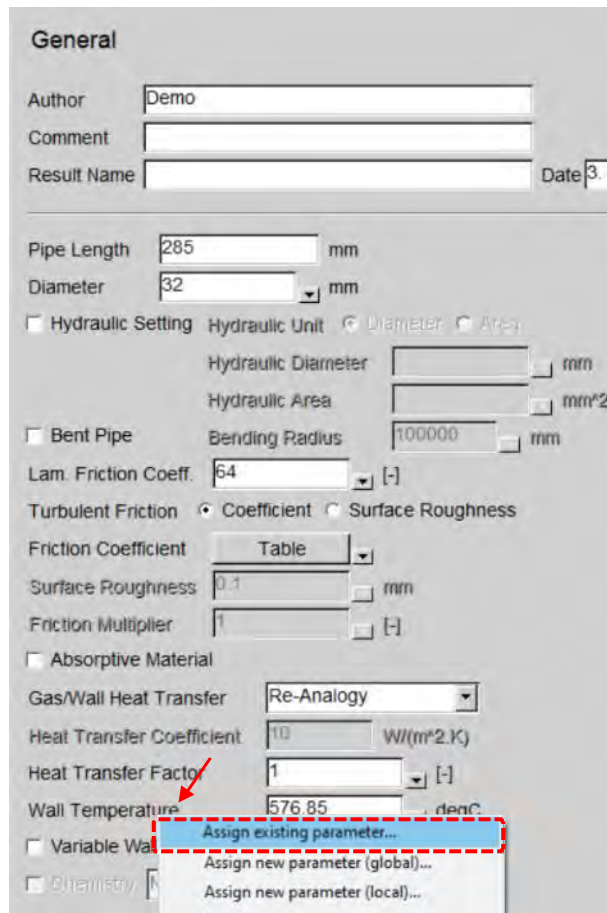


Fig. 2.220 Pipe 23 – Pipe 25 – General – Assign new parameter (global)

Pas 5 – Pipe 26, 27

Pentru **Pipe 26** se definește parametrul **Exhaust_Wall_2_Temp** utilizând **Assign new parameter (global)** (Fig. 2.220). În schimb, pentru **Pipe 27** se va utiliza **Assign existing parameter** (Fig. 2.221), iar apoi se va alege din lista de parametri deja definiți **Exhaust_Wall_2_Temp**.

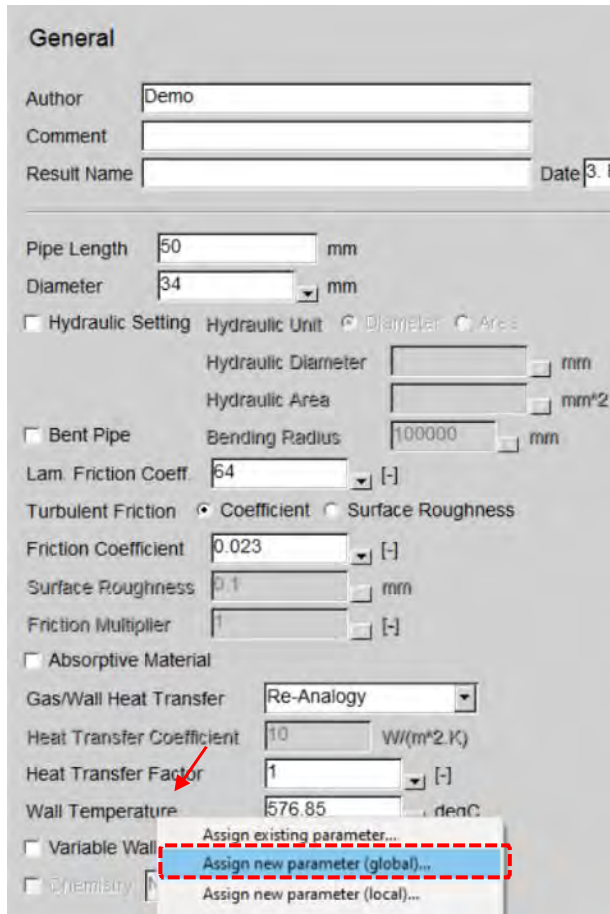


Fig. 2.221 Pipe 26 – General – Assign new parameter (global)

Pipe 27

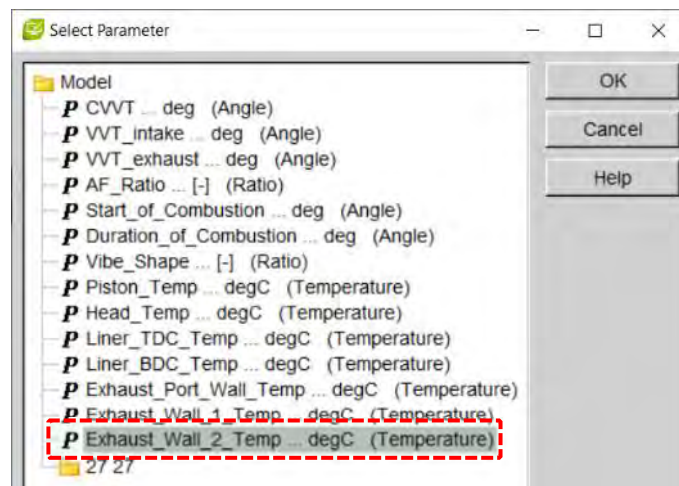
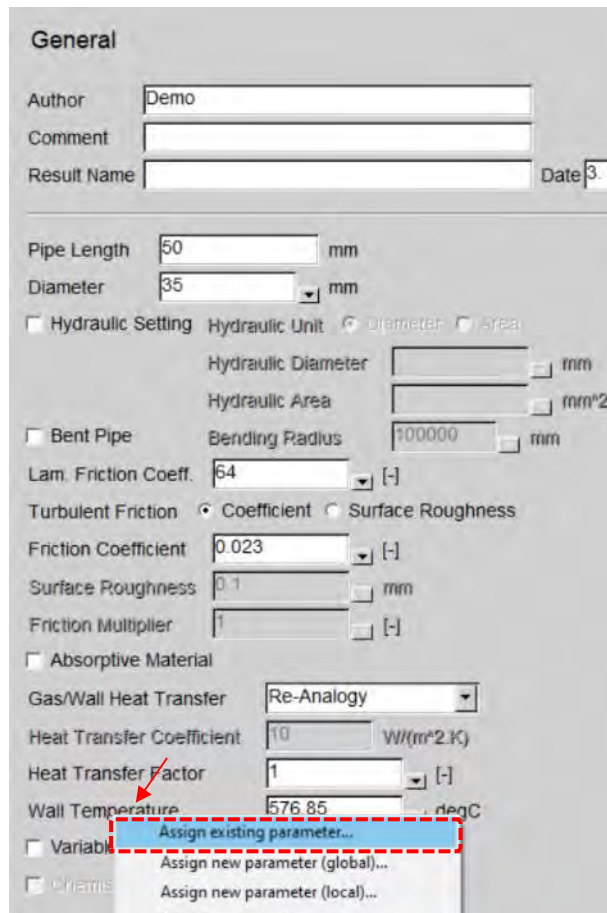


Fig. 2.222 Pipe 27 – General – Assign new parameter (global)

Pas 6 – Pipe 28 – Pipe 31

Pentru elementele **Pipe 28 – Pipe 31** se va defini parametrul **Exhaust_Wall_3_Temp**. Definirea acestuia utilizând **Assign new parameter (global)** (Fig. 2.222) se va face doar pentru elementul **Pipe 28**. Pentru celelalte elemente (**Pipe 29 – Pipe 31**) se va utiliza **Assign existing parameter** (Fig. 2.223), iar apoi se va alege din lista de parametri deja definiți **Exhaust_Wall_3_Temp**.

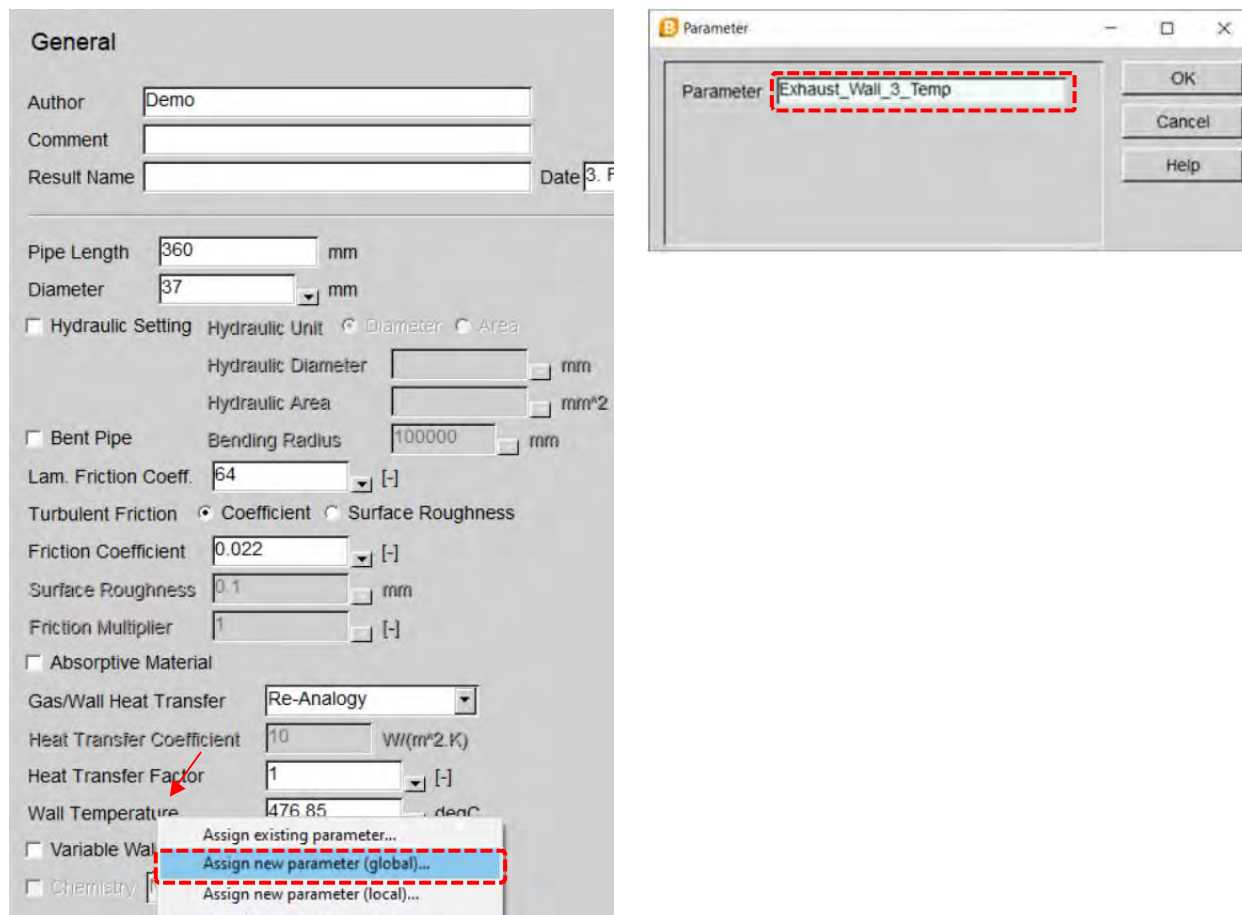


Fig. 2.223 Pipe 28 – General – Assign new parameter (global)

Pipe 29 – Pipe 31

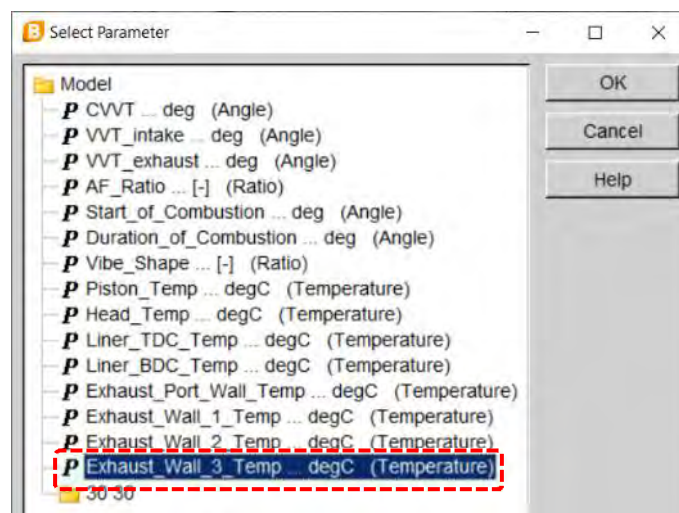
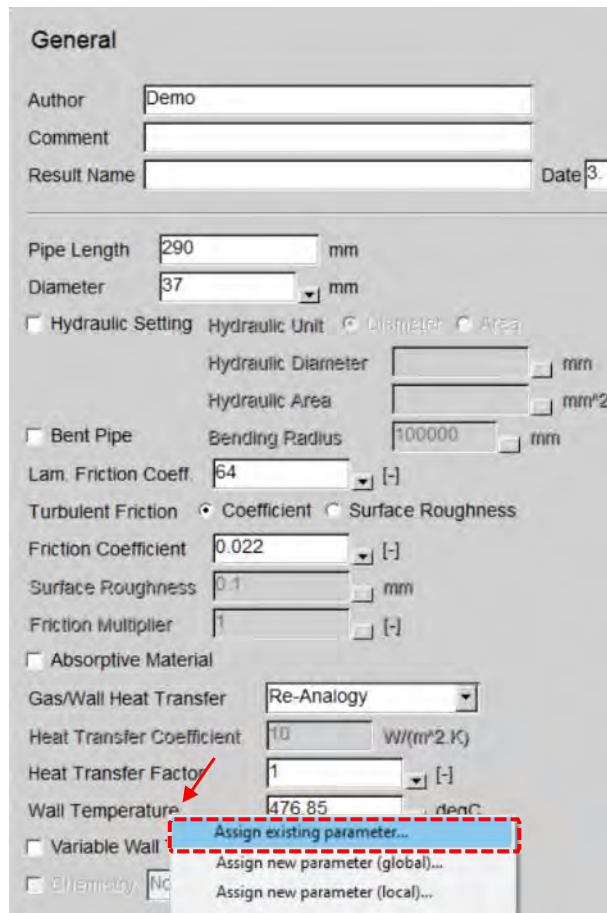


Fig. 2.224 Pipe 29 – Pipe 31 – General – Assign new parameter (global)

Pas 7 – Pipe 32

Pentru **Pipe 32** se definesc parametrii **Wall_Temp_Up_Catalyst** și **Wall_Temp_Down_Catalyst** utilizând **Assign new parameter (global)** (figurile 2.224 – 2.225). Într-o primă etapă, la **Wall Temperature** se alege opțiunea **Table**, iar apoi se definesc cei doi parametri la cele două capete ale conductei.

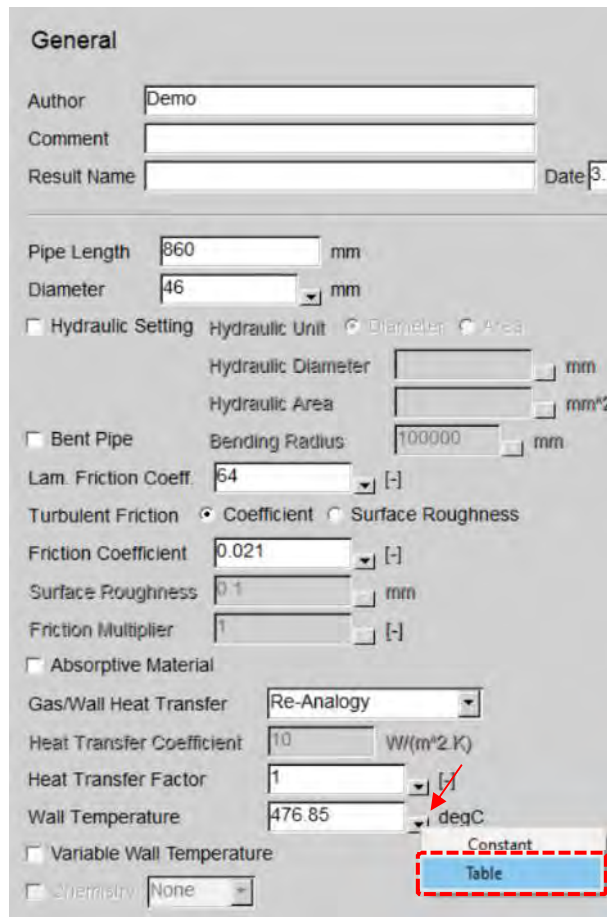


Fig. 2.225 Pipe 32 – General – Assign new parameter (global)

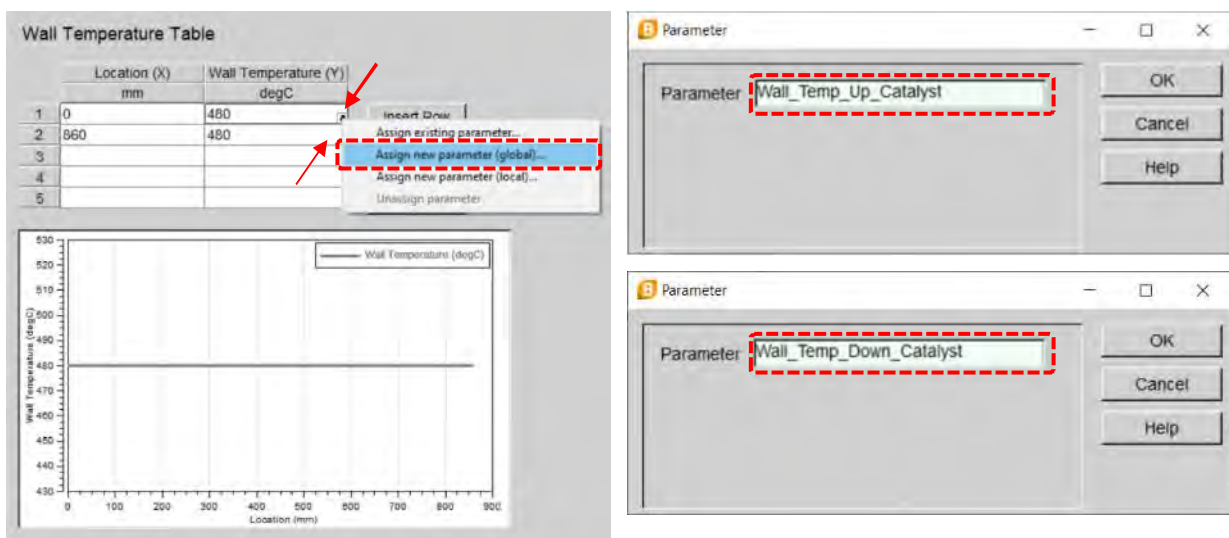


Fig. 2.226 Pipe 32 – Wall Temperature Table – Assign new parameter (global)

Pas 8 – Pipe 33

Pentru **Pipe 33** se definesc parametrii **Wall_Temp_Up_Exhaust** și **Wall_Temp_Down_Exhaust** utilizând **Assign new parameter (global)** (figurile 2.226 – 2.227). Într-o primă etapă, la **Wall Temperature** se alege opțiunea **Table**, iar apoi se definesc cei doi parametri la cele două capete ale conductei.

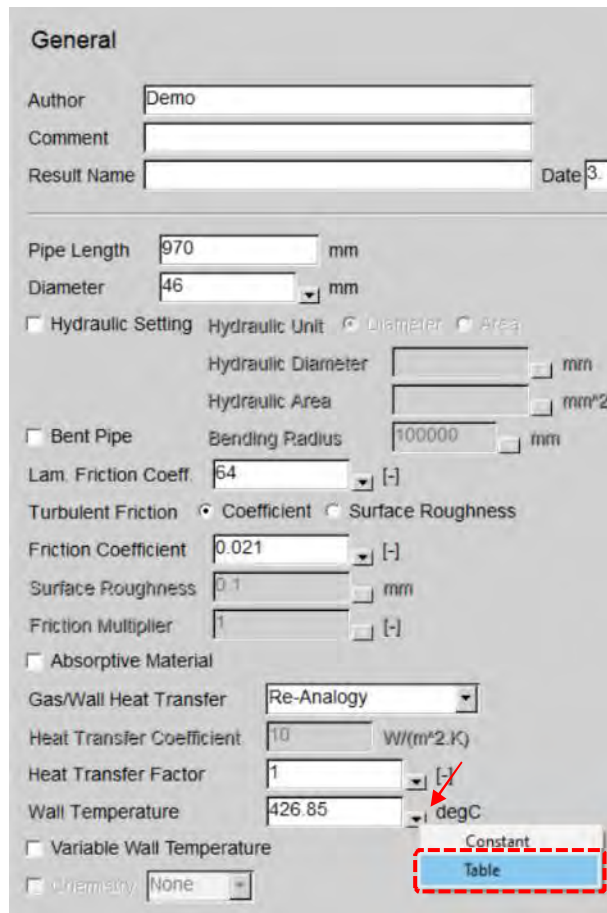


Fig. 2.227 Pipe 33 – General – Assign new parameter (global)

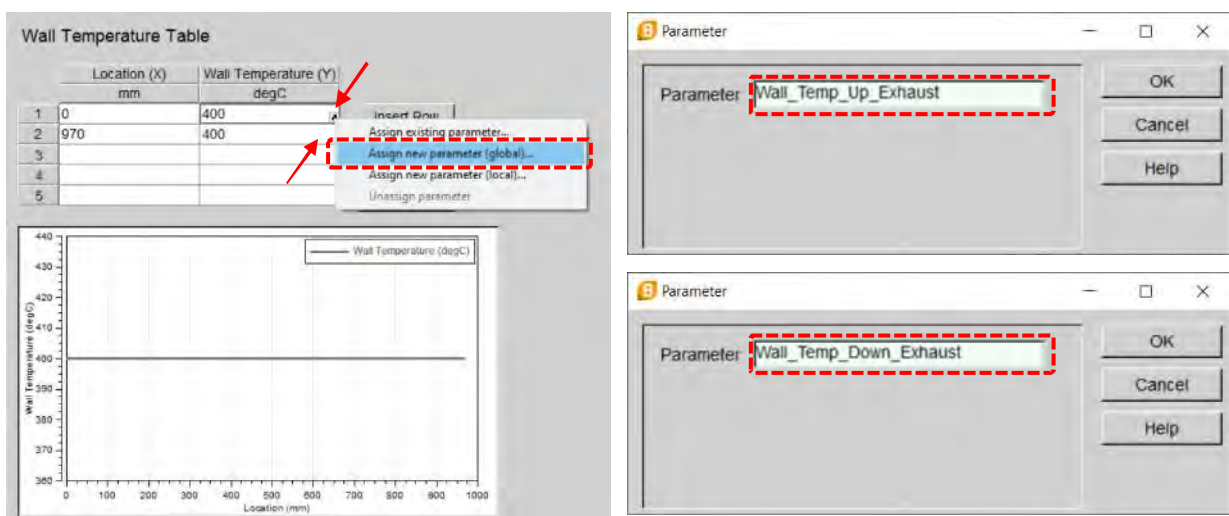


Fig. 2.228 Pipe 33 – Wall Temperature Table – Assign new parameter (global)

Pas 9 – Pipe 34

Pentru **Pipe 34** se definesc parametrii **Wall_Temp_Up_Tailpipe** și **Wall_Temp_Down_Tailpipe** utilizând **Assign new parameter (global)** (figurile 2.228 – 2.229). Într-o primă etapă, la **Wall Temperature** se alege opțiunea **Table**, iar apoi se definesc cei doi parametri la cele două capete ale conductei.

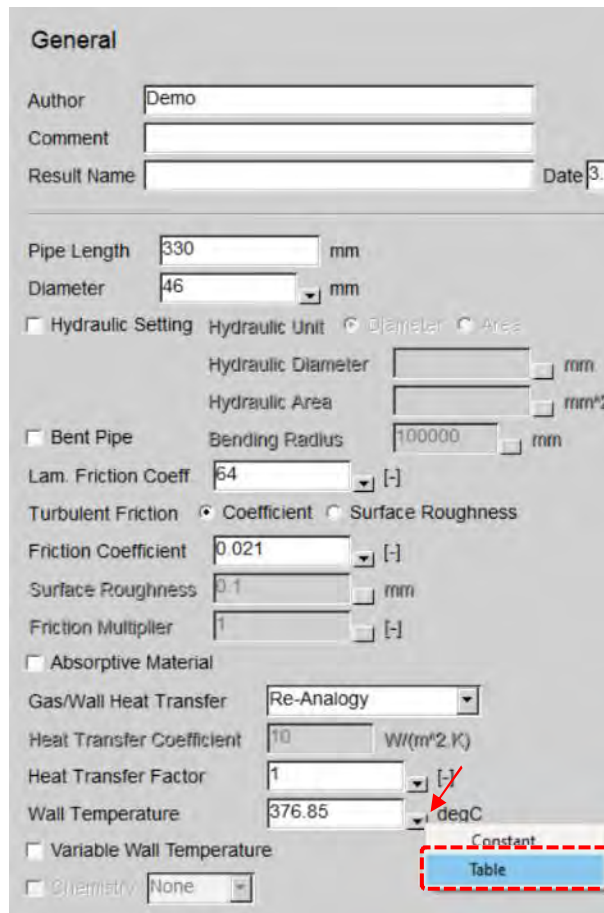


Fig. 2.229 Pipe 34 – General – Assign new parameter (global)

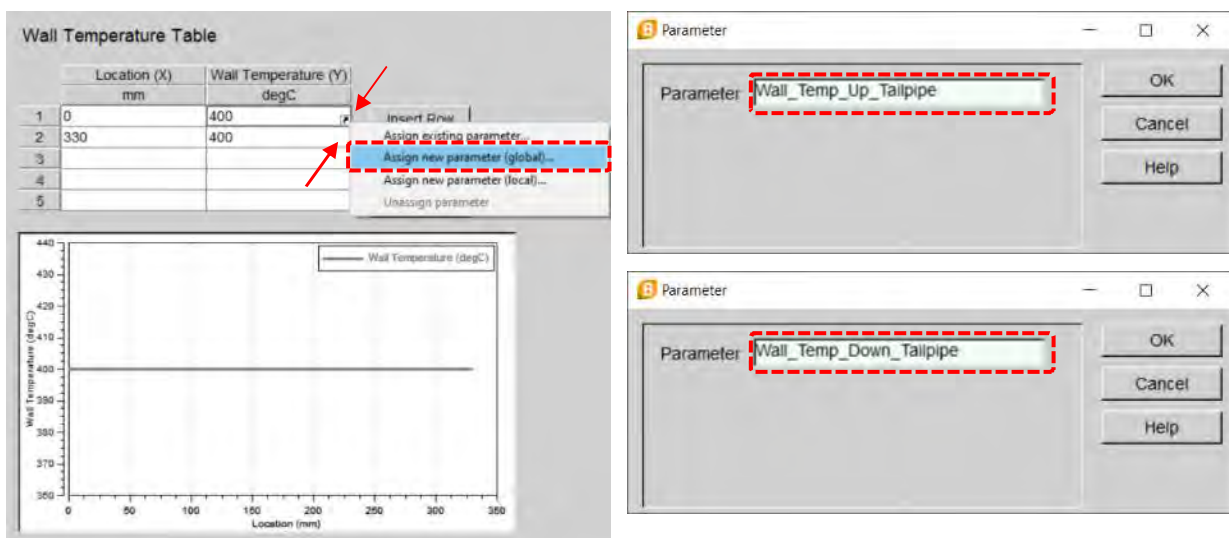


Fig. 2.230 Pipe 34 – Wall Temperature Table – Assign new parameter (global)

Pas 10 – Model – Parameters – Exhaust_Wall_Temp_Factor

Pentru estimarea variației temperaturilor pereților conductelor în funcție de turație se introduce și un factor de corecție **Exhaust_Wall_Temp_Factor**. Acest factor se definește fie accesând **Model Parameters**, fie prin click pe butonul dedicat (Fig. 2.230), fie din bara de meniu (**Model – Parameters**). În continuare sunt prezentați pașii necesari pentru definirea acestui factor (figurile 2.231 – 2.234):

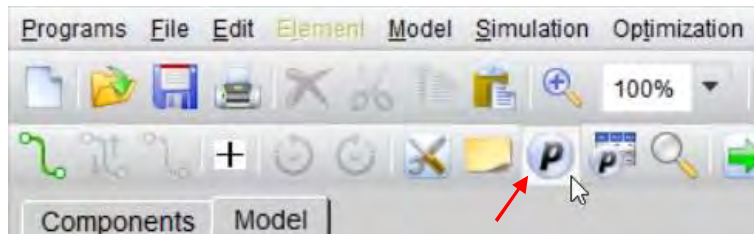


Fig. 2.231 Model Parameters – Accesare parametri

Pentru crearea unui nou parametru click pe **Parameter** (Fig. 2.231), iar apoi scrieți denumirea **Exhaust_Wall_Temp_Factor** în coloana **Parameter** (Fig. 2.232). Modificarea unității de măsură se face în coloana **Unit** prin click în locația marcată (Fig. 2.233), apoi pe categoria **Ratio**, de unde se alege – (**Ratio**).

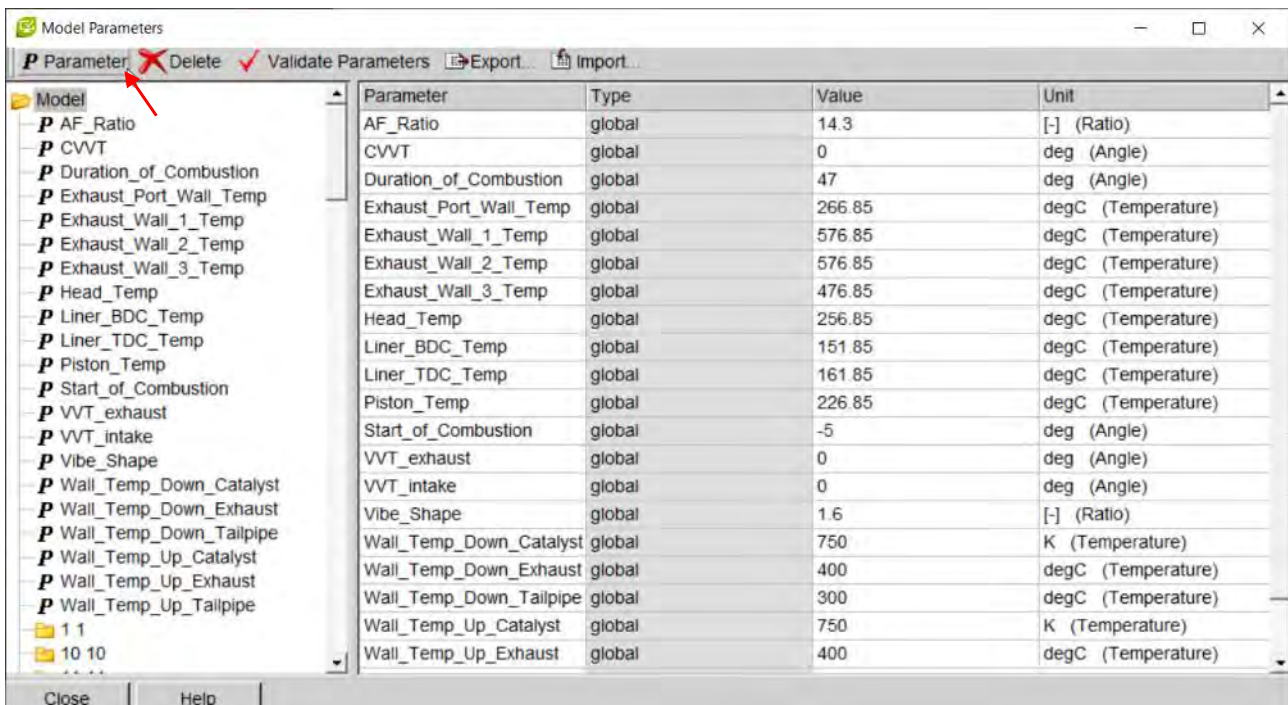


Fig. 2.232 Model Parameters – Creare parametru

MOTOR POLICILINDRIC BENZINĂ – 2.0l NA PFI

Parameter	Type	Value	Unit
AF_Ratio	global	14.3	[-] (Ratio)
CVVT	global	0	deg (Angle)
Duration_of_Combustion	global	47	deg (Angle)
Exhaust_Port_Wall_Temp	global	266.85	degC (Temperature)
Exhaust_Wall_1_Temp	global	576.85	degC (Temperature)
Exhaust_Wall_2_Temp	global	576.85	degC (Temperature)
Exhaust_Wall_3_Temp	global	476.85	degC (Temperature)
Head_Temp	global	256.85	degC (Temperature)
Liner_BDC_Temp	global	151.85	degC (Temperature)
Liner_TDC_Temp	global	161.85	degC (Temperature)
Piston_Temp	global	226.85	degC (Temperature)
Start_of_Combustion	global	-5	deg (Angle)
VVT_exhaust	global	0	deg (Angle)
VVT_intake	global	0	deg (Angle)
Vibe_Shape	global	1.6	[-] (Ratio)
Wall_Temp_Down_Catalyst	global	750	K (Temperature)
Wall_Temp_Down_Exhaust	global	400	degC (Temperature)
Wall_Temp_Down_Tailpipe	global	300	degC (Temperature)
Wall_Temp_Up_Catalyst	global	750	K (Temperature)
Wall_Temp_Up_Exhaust	global	400	degC (Temperature)
Wall_Temp_Up_Tailpipe	global	300	degC (Temperature)
Parameter 1	global		

Fig. 2.233 Model Parameters – Creare parametru – Modificare denumire

Parameter	Type	Value	Type	Unit
AF_Ratio	global	14.3		[-] (Ratio)
CVVT	global	0		deg (Angle)
Duration_of_Combustion	global	47		deg (Angle)
Exhaust_Port_Wall_Temp	global	266.85		degC (Temperature)
Exhaust_Wall_1_Temp	global	576.85		degC (Temperature)
Exhaust_Wall_2_Temp	global	576.85		degC (Temperature)
Exhaust_Wall_3_Temp	global	476.85		degC (Temperature)
Head_Temp	global	256.85		degC (Temperature)
Liner_BDC_Temp	global	151.85		degC (Temperature)
Liner_TDC_Temp	global	161.85		degC (Temperature)
Piston_Temp	global	226.85		degC (Temperature)
Start_of_Combustion	global	-5		deg (Angle)
VVT_exhaust	global	0		deg (Angle)
VVT_intake	global	0		deg (Angle)
Vibe_Shape	global	1.6		[-] (Ratio)
Wall_Temp_Down_Catalyst	global	750		K (Temperature)
Wall_Temp_Down_Exhaust	global	400		degC (Temperature)
Wall_Temp_Down_Tailpipe	global	300		degC (Temperature)
Wall_Temp_Up_Catalyst	global	750		K (Temperature)
Wall_Temp_Up_Exhaust	global	400		degC (Temperature)
Wall_Temp_Up_Tailpipe	global	300		degC (Temperature)
Exhaust_Wall_Temp_Factor	global	1		

Fig. 2.234 Model Parameters – Creare parametru – Modificare unitate de măsură 1

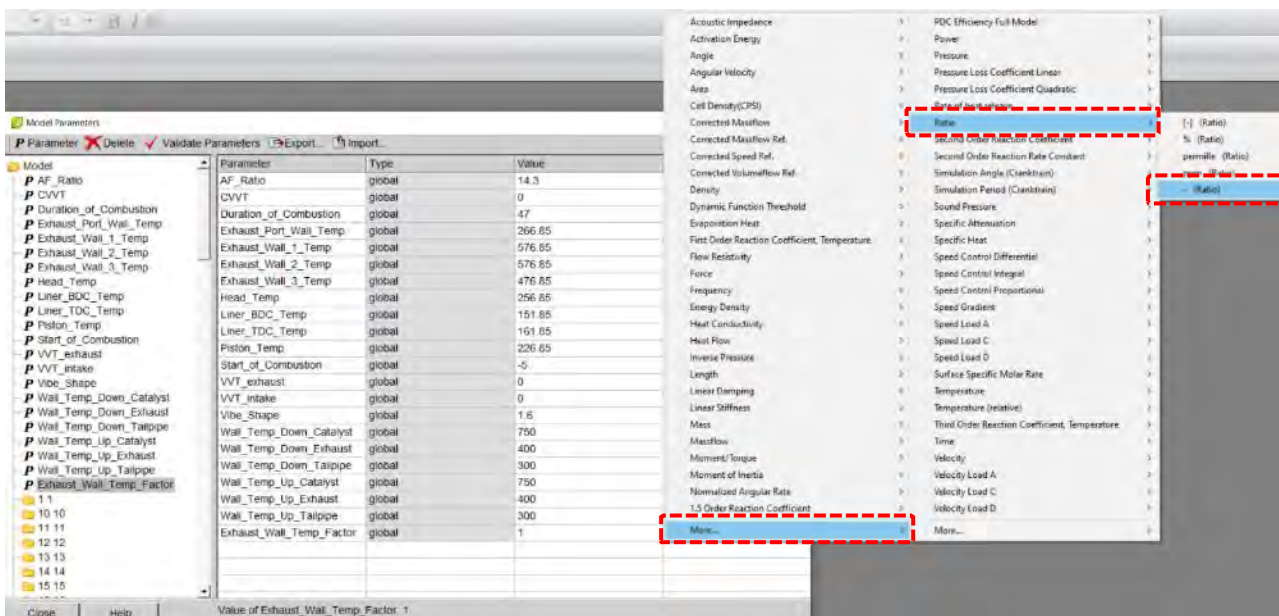


Fig. 2.235 Model Parameters – Creare parametru – Modificare unitate de măsură 2

Pas 11 – Model – Parameters – Formule

Temperaturile pereților conductelor se vor calcula pe baza unor formule care țin cont de factorul (**Exhaust_Wall_Temp_Factor**) definit anterior. Aceste formule sunt prezentate în figurile 2.235 și 2.236.

Parametru	Formulă
Exhaust_Wall_1_Temp	= 387+ Exhaust_Wall_Temp_Factor*(707-387)
Exhaust_Wall_2_Temp	= 367+ Exhaust_Wall_Temp_Factor*(677-367)
Exhaust_Wall_2_Temp	= 357+ Exhaust_Wall_Temp_Factor*(657-357)

Parameter	Type	Value	Unit
AF_Ratio	global	14.3	[-] (Ratio)
Duration_of_Combustion	global	47	deg (Angle)
Engine_Speed	global	5000	rpm (Angular Velocity)
Exhaust_Port_Wall_Temp	global	86.85	degC (Temperature)
Exhaust_Wall_1_Temp	global	=387+Exhaust_Wall_Temp_Factor*(707-387)	degC (Temperature)
Exhaust_Wall_2_Temp	global	576.85	degC (Temperature)
Exhaust_Wall_3_Temp	global	476.85	degC (Temperature)
Exhaust_Wall_Temp_Factor	global	1	- (Ratio)
Head_Temp	global	256.85	degC (Temperature)
Liner_BDC_Temp	global	151.85	degC (Temperature)
Liner_TDC_Temp	global	161.85	degC (Temperature)
Piston_Temp	global	226.85	degC (Temperature)
Start_of_Combustion	global	-5	deg (Angle)
Vibe_Shape	global	1.6	[-] (Ratio)
Wall_Temp_Down_Catalyst	global	480	degC (Temperature)
Wall_Temp_Down_Exhaust	global	400	degC (Temperature)
Wall_Temp_Down_Tailpipe	global	400	degC (Temperature)
Wall_Temp_Up_Catalyst	global	480	degC (Temperature)
Wall_Temp_Up_Exhaust	global	400	degC (Temperature)
Wall_Temp_Up_Tailpipe	global	400	degC (Temperature)

Fig. 2.236 Model Parameters – Introducere formulă de calcul

Parameter	Type	Value	Unit
AF_Ratio	global	14.3	[-] (Ratio)
Duration_of_Combustion	global	47	deg (Angle)
Engine_Speed	global	5000	rpm (Angular Velocity)
Exhaust_Port_Wall_Temp	global	86.85	degC (Temperature)
Exhaust_Wall_1_Temp	global	$=387+Exhaust_Wall_Temp_Factor*(707-387)$	degC (Temperature)
Exhaust_Wall_2_Temp	global	$=367+Exhaust_Wall_Temp_Factor*(677-367)$	degC (Temperature)
Exhaust_Wall_3_Temp	global	$=357+Exhaust_Wall_Temp_Factor*(657-357)$	degC (Temperature)
Exhaust_Wall_Temp_Factor	global		- (Ratio)
Head_Temp	global	256.85	degC (Temperature)
Liner_BDC_Temp	global	151.85	degC (Temperature)
Liner_TDC_Temp	global	161.85	degC (Temperature)
Piston_Temp	global	226.85	degC (Temperature)
Start_of_Combustion	global	-5	deg (Angle)
Vibe_Shape	global	1.6	[-] (Ratio)
Wall_Temp_Down_Catalyst	global	$=277+Exhaust_Wall_Temp_Factor*(692-277)$	degC (Temperature)
Wall_Temp_Down_Exhaust	global	$=237+Exhaust_Wall_Temp_Factor*(577-237)$	degC (Temperature)
Wall_Temp_Down_Tailpipe	global	$=207+Exhaust_Wall_Temp_Factor*(464-207)$	degC (Temperature)
Wall_Temp_Up_Catalyst	global	$=277+Exhaust_Wall_Temp_Factor*(751-277)$	degC (Temperature)
Wall_Temp_Up_Exhaust	global	$=237+Exhaust_Wall_Temp_Factor*(612-237)$	degC (Temperature)
Wall_Temp_Up_Tailpipe	global	$=207+Exhaust_Wall_Temp_Factor*(495-207)$	degC (Temperature)

Fig. 2.237 Model Parameters – Tabelul final cu formule de calcul

Pas 12 – Model – Case explorer – Parametri

Pentru a putea modifica parametrii definiți pentru fiecare caz în parte, este necesară adăugarea acestora în grupul de parametri în uz (**Used Parameters**). În acest scop, accesați **Case Explorer** (Fig. 2.237), iar apoi **Edit Parameter Group** (Fig. 2.238). Din lista **Unused Parameters** se selectează toți parametrii de care este nevoie, iar apoi se face click pe săgeata marcată pentru a-i trece în lista **Used Parameters** (Fig. 2.239). Listele finale sunt prezentate în figura 2.240.



Fig. 2.238 Case Explorer – Accesare cazuri de simulare

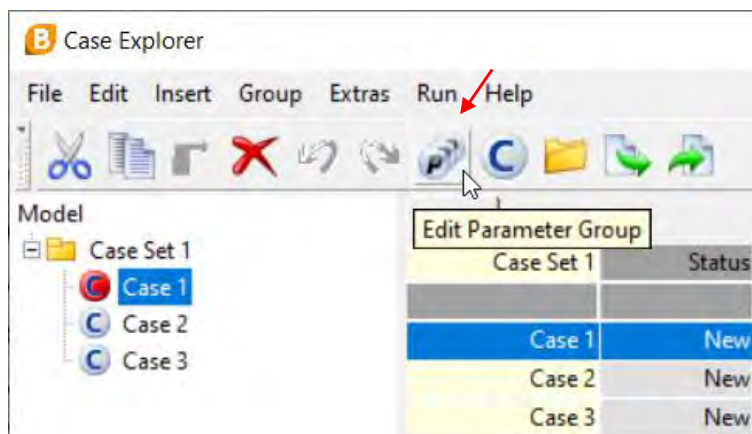


Fig. 2.239 Case Explorer – Accesare grupuri de parametri

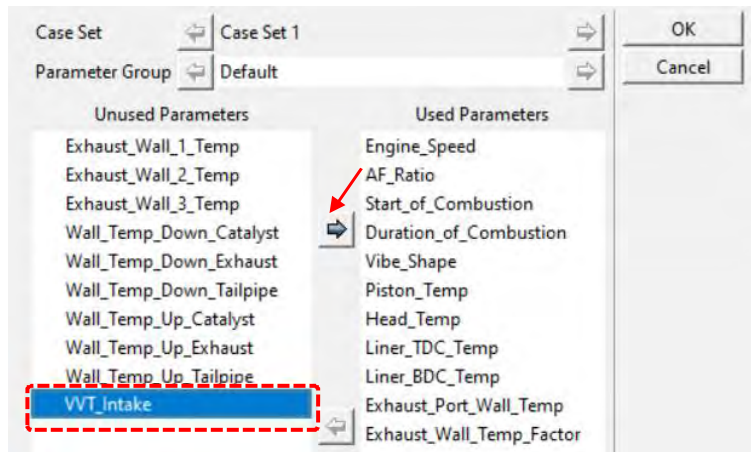




Fig. 2.240 Case Explorer – Grupuri de parametri – Selectarea parametrilor de lucru

Oridinea parametrilor din grupul **Used Parameters** se poate modifica cu ajutorul săgeților  și  (Fig. 2.240).

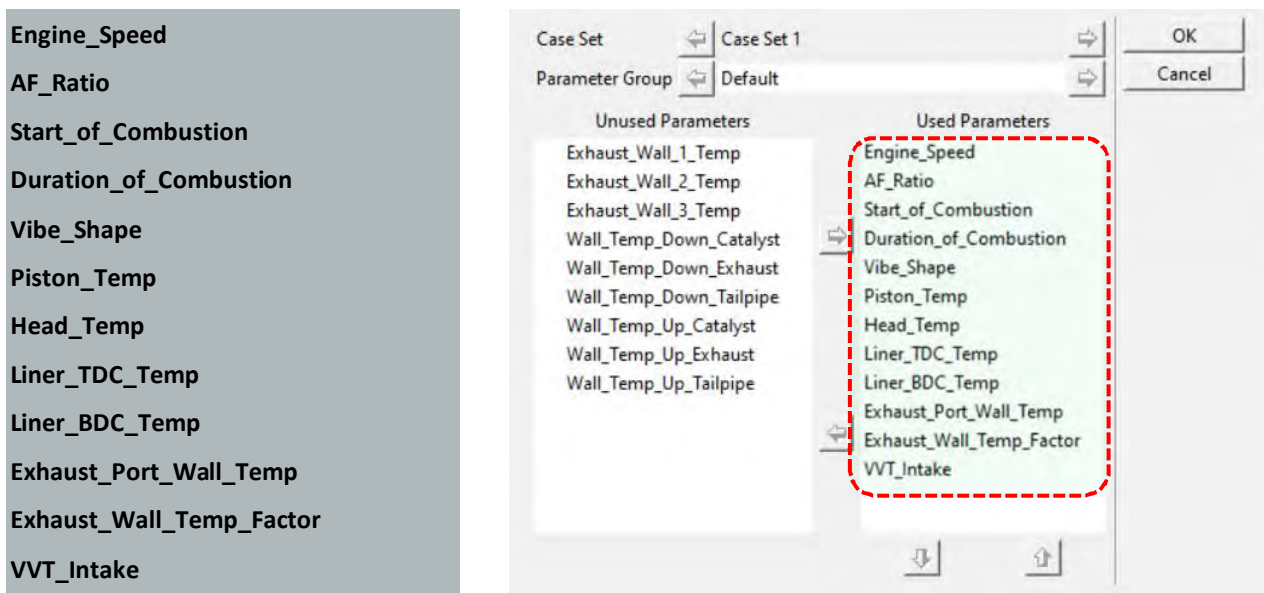



Fig. 2.241 Case Explorer – Grupuri de parametri – Lista finală a parametrilor de lucru

Pas 13 – Model – Case explorer – Cazuri

Pentru simulare se vor crea un număr de 17 cazuri (), pentru care se vor introduce valorile din figura 2.241 (sau tabelele 2.5 – 2.6).

Case Set 1	Engine_Speed	AF_Ratio	Start_of_Combustion	Duration_of_Combustion	Vibe_Shape	Piston_Temp	Head_Temp	Liner_TDC_Temp	Liner_BDC_Temp	Exhaust_Port_Wall_Temp	Exhaust_Wall_Temp_Factor	VVT_Intake
	rpm	[-]	deg	deg	[-]	degC	degC	degC	degC	degC	-	deg
Case 1	1000	11.64	5	40	2.4	177	207	117	87	157	0.01	0
Case 2	1500	12.56	-3.5	41	2.38	187	219	123	95	171	0.12	0
Case 3	2000	12.8	-5	42	2.28	197	231	129	102	185	0.304	0
Case 4	2500	13.14	-5	43	2.08	207	243	135	112	200	0.538	0
Case 5	2800	13.03	-6	43.5	1.955	212	249	138	115	207	0.5915	0
Case 6	3000	12.92	-6	44	1.83	217	255	141	117	214.5	0.645	0
Case 7	3200	12.97	-7	44.5	1.755	222	261	144	122	220.5	0.7035	0
Case 8	3500	13.02	-7	45	1.68	227	267	147	127	227	0.762	0
Case 9	4000	13.08	-5	46	1.62	237	279	153	137	242	0.872	0
Case 10	4500	12.58	-4.5	47	1.56	247	291	159	144	256	0.911	0
Case 11	4800	12.42	-6	47.5	1.53	252	297	162	148	263	0.927	0
Case 12	5000	12.26	-7.5	48	1.5	257	303	165	152	270	0.943	0
Case 13	5200	12.185	-7.5	48.5	1.44	262	309	168	156	277.5	0.9535	0
Case 14	5500	12.11	-8	49	1.38	267	315	171	160	285	0.964	0
Case 15	6000	12.24	-7	50	1.26	277	327	177	167	299	0.974	0
Case 16	6500	12.37	-5	51	1.2	287	339	183	177	313	0.985	0
Case 17	7000	12.1	-6	52	1.17	297	351	189	182	327	1	0

Fig. 2.242 Case Explorer – Tabel cu datele de intrare

Tabelul 2.5 Datele de intrare pentru Case explorer

Caz	Engine speed	Air-Fuel Ratio	Start of combustion	Duration of combustion	Vibe shape parameter (m)	Piston temperature
Case 1	1000	11.64	5	40	2.4	177
Case 2	1500	12.56	-3.5	41	2.38	187
Case 3	2000	12.8	-5	42	2.28	197
Case 4	2500	13.14	-5	43	2.08	207
Case 5	2800	13.03	-6	43.5	1.955	212
Case 6	3000	12.92	-6	44	1.83	217
Case 7	3200	12.97	-7	44.5	1.755	222
Case 8	3500	13.02	-7	45	1.68	227
Case 9	4000	13.08	-5	46	1.62	237
Case 10	4500	12.58	-4.5	47	1.56	247
Case 11	4800	12.42	-6	47.5	1.53	252
Case 12	5000	12.26	-7.5	48	1.5	257
Case 13	5200	12.185	-7.5	48.5	1.44	262
Case 14	5500	12.11	-8	49	1.38	267
Case 15	6000	12.24	-7	50	1.26	277
Case 16	6500	12.37	-5	51	1.2	287
Case 17	7000	12.1	-6	52	1.17	297

Tabelul 2.6 Datele de intrare pentru Case explorer (continuare)

Caz	Head temperature	Liner TDC temperature	Liner BDC temperature	Exh. port wall temperature	Exh. port wall temp. factor	VVT intake
Case 1	207	117	87	157	0.01	0
Case 2	219	123	95	171	0.12	0
Case 3	231	129	102	185	0.304	0
Case 4	243	135	112	200	0.538	0
Case 5	249	138	115	207	0.5915	0
Case 6	255	141	117	214.5	0.645	0
Case 7	261	144	122	220.5	0.7035	0
Case 8	267	147	127	227	0.762	0
Case 9	279	153	137	242	0.872	0
Case 10	291	159	144	256	0.911	0
Case 11	297	162	148	263	0.927	0
Case 12	303	165	152	270	0.943	0
Case 13	309	168	156	277.5	0.9535	0
Case 14	315	171	160	285	0.964	0
Case 15	327	177	167	299	0.974	0
Case 16	339	183	177	313	0.985	0
Case 17	351	189	182	327	1	0

Pas 14 – Rulare simulare

Pentru rularea simulării este necesară selectarea cazurilor dorite și a sarcinilor (**Tasks**) care trebuie efectuate de către programul de simulare (Fig. 2.242). În cazul de față se selectează toate cazurile (**Case 1 – Case 17**) și se bifează toate sarcinile (**Tasks: Model Creation, Cycle Simulation, Creation of Series Results**). În figurile 2.243 și 2.244 sunt prezentate imagini din timpul simulării, respectiv la finalizarea tuturor sarcinilor de lucru.

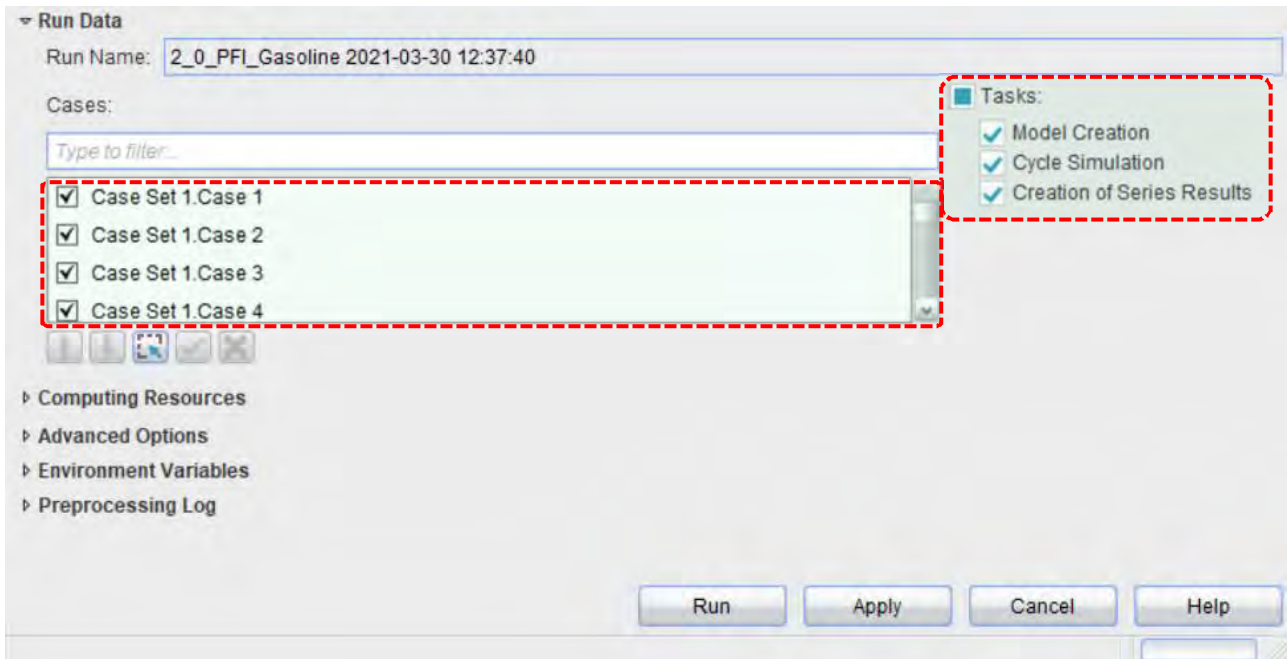


Fig. 2.243 Run Simulation – Selectarea cazurilor de simulare și a sarcinilor de lucru (Tasks)

Run	Project	Model	Case Set	Case	Task	Status	Progress	
1	2_0_P...8:36:58	2_0_P...asoline	2_0_P...asoline	Case Set 1		Creatio...esults	submitted	0 %
2	2_0_P...8:36:58	2_0_P...asoline	2_0_P...asoline	Case Set 1	Case 1	Cycle S...ulation	completed	0 %
3	2_0_P...8:36:58	2_0_P...asoline	2_0_P...asoline	Case Set 1	Case 2	Cycle S...ulation	completed	0 %
4	2_0_P...8:36:58	2_0_P...asoline	2_0_P...asoline	Case Set 1	Case 3	Cycle S...ulation	running	48 %
5	2_0_P...8:36:58	2_0_P...asoline	2_0_P...asoline	Case Set 1	Case 4	Cycle S...ulation	completed	0 %
6	2_0_P...8:36:58	2_0_P...asoline	2_0_P...asoline	Case Set 1	Case 5	Cycle S...ulation	waiting...icense	0 %
7	2_0_P...8:36:58	2_0_P...asoline	2_0_P...asoline	Case Set 1	Case 6	Cycle S...ulation	waiting...icense	0 %
8	2_0_P...8:36:58	2_0_P...asoline	2_0_P...asoline	Case Set 1	Case 7	Cycle S...ulation	completed	0 %
9	2_0_P...8:36:58	2_0_P...asoline	2_0_P...asoline	Case Set 1	Case 8	Cycle S...ulation	waiting...icense	0 %
10	2_0_P...8:36:58	2_0_P...asoline	2_0_P...asoline	Case Set 1	Case 9	Cycle S...ulation	pending	0 %
11	2_0_P...8:36:58	2_0_P...asoline	2_0_P...asoline	Case Set 1	Case 10	Cycle S...ulation	pending	0 %
12	2_0_P...8:36:58	2_0_P...asoline	2_0_P...asoline	Case Set 1	Case 11	Cycle S...ulation	pending	0 %
13	2_0_P...8:36:58	2_0_P...asoline	2_0_P...asoline	Case Set 1	Case 12	Cycle S...ulation	pending	0 %
14	2_0_P...8:36:58	2_0_P...asoline	2_0_P...asoline	Case Set 1	Case 13	Cycle S...ulation	pending	0 %
15	2_0_P...8:36:58	2_0_P...asoline	2_0_P...asoline	Case Set 1	Case 14	Cycle S...ulation	pending	0 %
16	2_0_P...8:36:58	2_0_P...asoline	2_0_P...asoline	Case Set 1	Case 15	Cycle S...ulation	pending	0 %
17	2_0_P...8:36:58	2_0_P...asoline	2_0_P...asoline	Case Set 1	Case 16	Cycle S...ulation	pending	0 %
18	2_0_P...8:36:58	2_0_P...asoline	2_0_P...asoline	Case Set 1	Case 17	Cycle S...ulation	pending	0 %

Fig. 2.244 Run Simulation – Simulare în desfășurare

MOTOR POLICILINDRIC BENZINĂ – 2.0l NA PFI

Run	Project	Model	Case Set	Case	Task	Status	Progress	
1	2_0_P...8:36:58	2_0_P...asoline	2_0_P...asoline	Case Set 1		Creatio...results	completed	100 %
2	2_0_P...8:36:58	2_0_P...asoline	2_0_P...asoline	Case Set 1	Case 1	Cycle S...ulation	completed	0 %
3	2_0_P...8:36:58	2_0_P...asoline	2_0_P...asoline	Case Set 1	Case 2	Cycle S...ulation	completed	0 %
4	2_0_P...8:36:58	2_0_P...asoline	2_0_P...asoline	Case Set 1	Case 3	Cycle S...ulation	completed	0 %
5	2_0_P...8:36:58	2_0_P...asoline	2_0_P...asoline	Case Set 1	Case 4	Cycle S...ulation	completed	0 %
6	2_0_P...8:36:58	2_0_P...asoline	2_0_P...asoline	Case Set 1	Case 5	Cycle S...ulation	completed	0 %
7	2_0_P...8:36:58	2_0_P...asoline	2_0_P...asoline	Case Set 1	Case 6	Cycle S...ulation	completed	0 %
8	2_0_P...8:36:58	2_0_P...asoline	2_0_P...asoline	Case Set 1	Case 7	Cycle S...ulation	completed	0 %
9	2_0_P...8:36:58	2_0_P...asoline	2_0_P...asoline	Case Set 1	Case 8	Cycle S...ulation	completed	0 %
10	2_0_P...8:36:58	2_0_P...asoline	2_0_P...asoline	Case Set 1	Case 9	Cycle S...ulation	completed	0 %
11	2_0_P...8:36:58	2_0_P...asoline	2_0_P...asoline	Case Set 1	Case 10	Cycle S...ulation	completed	0 %
12	2_0_P...8:36:58	2_0_P...asoline	2_0_P...asoline	Case Set 1	Case 11	Cycle S...ulation	completed	0 %
13	2_0_P...8:36:58	2_0_P...asoline	2_0_P...asoline	Case Set 1	Case 12	Cycle S...ulation	completed	0 %
14	2_0_P...8:36:58	2_0_P...asoline	2_0_P...asoline	Case Set 1	Case 13	Cycle S...ulation	completed	0 %
15	2_0_P...8:36:58	2_0_P...asoline	2_0_P...asoline	Case Set 1	Case 14	Cycle S...ulation	completed	0 %
16	2_0_P...8:36:58	2_0_P...asoline	2_0_P...asoline	Case Set 1	Case 15	Cycle S...ulation	completed	0 %
17	2_0_P...8:36:58	2_0_P...asoline	2_0_P...asoline	Case Set 1	Case 16	Cycle S...ulation	completed	0 %
18	2_0_P...8:36:58	2_0_P...asoline	2_0_P...asoline	Case Set 1	Case 17	Cycle S...ulation	completed	0 %

Fig. 2.245 Run Simulation – Simulare finalizată

2.2. Vizualizarea și prelucrarea datelor rezultate din simulare

Ținând cont de complexitatea fenomenelor care apar la simularea motoarelor cu ardere internă, software-ul AVL Boost™ oferă diferite posibilități de postprocesare a datelor. În continuare sunt prezentate succint **Summary** și **Impress chart** (Fig. 2.245).

Înainte de a începe o analiză detaliată a rezultatelor se recomandă să se verifice dacă există erori de convergență a calculului (în **Messages**), respectiv dacă s-a atins regimul staționar (în **Transients**).

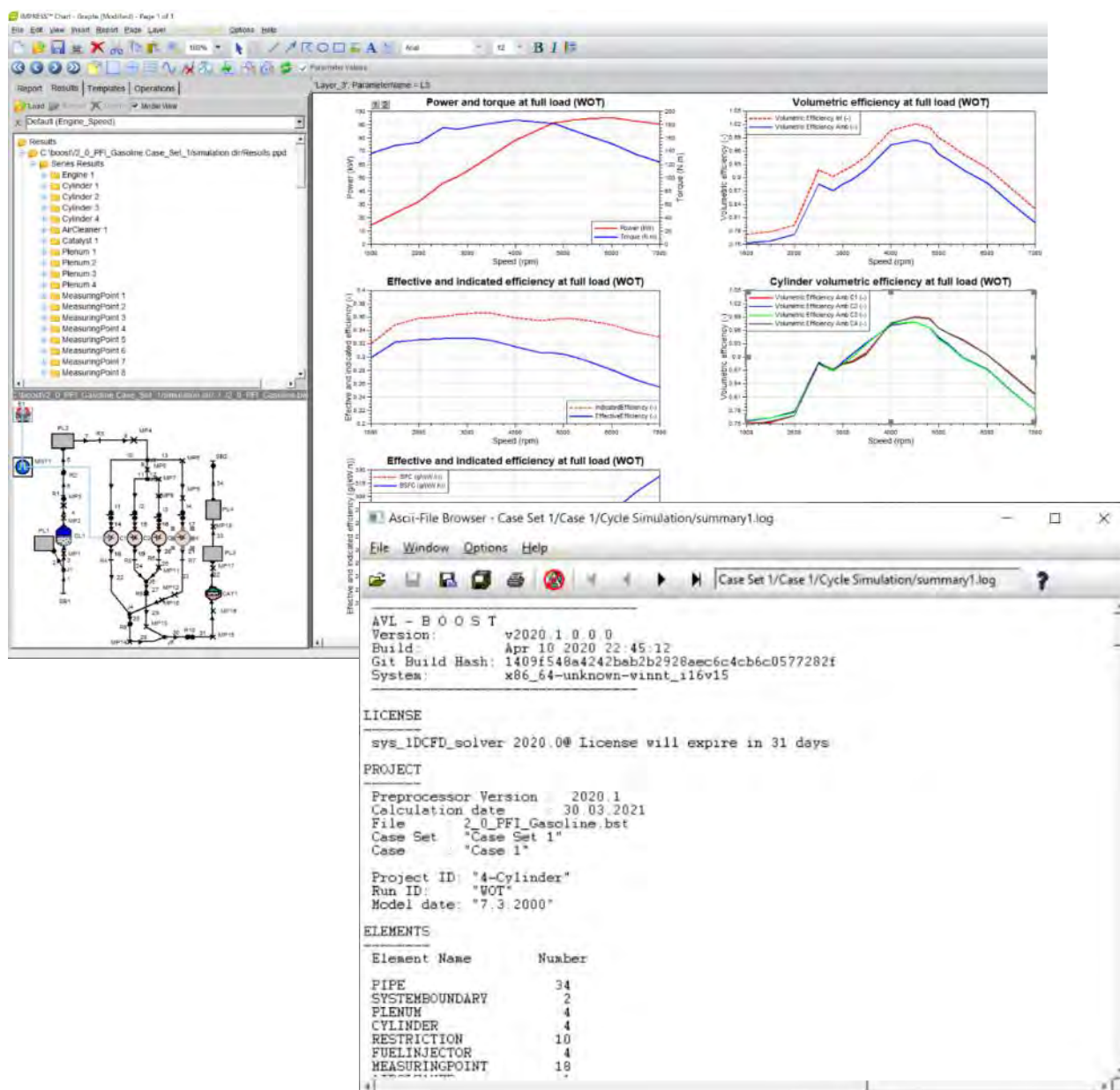


Fig. 2.246 Exemple de vizualizare a rezultatelor simulării

SUMMARY



Summary permite o analiză a datelor globale de performanță a motorului. Mai precis, pentru **Summary** se înregistrează un sumar al rezultatelor calculelor alături de informații despre modelul de calcul și de condițiile la limită utilizate. Volumul de informații prezentat depinde de complexitatea modelului și a simulării. În continuare este prezentat conținutul **Summary** pentru motorul policilindric pe benzină analizat.

ELEMENTS

În categoria **ELEMENTS** (Fig. 2.246) sunt indicate toate elementele care apar în model, respectiv numărul fiecăruia. Spre exemplu, pentru modelul analizat există patru cilindri (**CYLINDER**), 34 conducte (**PIPE**), două limite (**SYSTEMBOUNDARY**) etc.

ELEMENTS			

Element Name	Number		
		JUNCTION	6
		ENGINE	1
PIPE	34	PIPE_END	72
SYSTEMBOUNDARY	2	MONITOR	1
PLENUM	4	ASSEMBLED	2
CYLINDER	4	ALL_PIPES	36
RESTRICTION	10	ALL_PLENUMS	8
FUELINJECTOR	4	ALL_BOUNDARIES	2
MEASURINGPOINT	18	RESTRICTIONS	14
AIRCLEANER	1	ALL_PIDS	1
CATALYST	1	PIPE_VAR_WALL_TEMP	36

Fig. 2.247 SUMMARY – Elements

GLOBAL DATA

GLOBAL DATA include informații privind turația motorului (**Engine Speed**), durata simulării (exprimată prin numărul de cicluri – **Cycles calculated** și numărul de °RAC – **Max. calc. period**), presiunea și temperatura de referință (**Ref. pressure** și **Ref. temperature**), caracteristicile combustibilului etc. (Fig. 2.247).

GLOBAL DATA

GLOBAL DATA					

Engine Speed:	1000	rpm	Ref. temperature:	298	K
Calculation mode:	BOOST	Single	Gas properties:	Variable	
Cycle Duration:	720	degrees	Gas properties File:	GASOLINE.BGP	
Max. calc. period:	36000	degrees	bgp_build_version:	v2013.0.0.0.0	
Cycles calculated:	50	cycles	bgp_build_host:	boosthost	
Calc. time steps:	0.40567	degrees (max)	bgp_build_user:	boost	
	0.24771	degrees	bgp_build_date:	2012.03.23	
	0.04129	ms	bgp_build_time:	08:00:00	
	0.24771	degrees (short pipe)	Lower calorific:	4.35E+07	J/kg
	0.04129	ms (short pipe)	Stoic. A/F-ratio:	14.5	
Traces results step:	5	degrees	Warnings:	1	
User concentrations:	0		Convergence errors:	1029	
Ref. pressure:	100000	Pa			

Fig. 2.248 SUMMARY – Global Data

PIPES

Categoria **PIPES** pune în evidență date privind conductele introduse în model precum discretizarea (exprimată prin **Cells** și **Cell size**), transferul termic, curgerea și volumul (Fig. 2.248).

PIPES

Total number of pipe cells: 256

Pipe nr.	Cells	Cell size [mm]	W.Heat [kJ]	Wall T [K]	Fric. coeff. [-]	Lam. Fric. Coeff. [-]	Heat Factor [-]	Volume [dm3]
1	3	36.7	0	304	0.001		64	1 0.212751
2	4	35	0	304	0.019		64	1 0.22266
3	7	31.4	0	304	0.001		64	1 0.683618
4	7	31.4	0	304	0.01		64	1 0.677927
5	2	30	0	304	0.01		64	1 0.169646
6	2	30	0	304	0.01		64	1 0.471239
7	1	40	0	304	0.034		64	1 0.153938
8	3	35	0	304	0.034		64	1 0.388472
9	2	40	0	293	0.034		64	1 0.22698
10	10	32	0.001	310	0.036		64	1 0.370673
11	10	32	0.001	310	0.036		64	1 0.370673
12	10	32	0.001	310	0.036		64	1 0.370673
13	10	32	0.001	310	0.036		64	1 0.370673
14	3	33.3	0	340	0.04		64	1 0.088141
15	3	33.3	0	340	0.04		64	1 0.088141
16	3	33.3	0	340	0.04		64	1 0.088141
17	3	33.3	0	340	0.04		64	1 0.088141
18	2	40	-0.003	850	0.04		64	1 0.06434
19	2	40	-0.003	850	0.04		64	1 0.06434
20	2	40	-0.003	850	0.04		64	1 0.06434
21	2	40	-0.003	850	0.04		64	1 0.06434
22	10	30.5	-0.032	663.35	0.04		64	1 0.245296
23	9	31.7	-0.03	663.35	0.04		64	1 0.229211
24	10	30	-0.031	663.35	0.04		64	1 0.241274
25	9	30	-0.028	663.35	0.04		64	1 0.217147
26	1	50	-0.01	643.25	0.023		64	1 0.045396
27	1	50	-0.01	643.25	0.023		64	1 0.048106
28	12	30	-0.074	633.15	0.022		64	1 0.387076
29	9	32.2	-0.056	633.15	0.022		64	1 0.311811
30	1	50	-0.013	633.15	0.021		64	1 0.076027
31	32	30.3	-0.348	633.15	0.021825		64	1 1.599486
32	28	30.7	-0.154	554.6	0.021		64	1 1.429236
33	32	30.3	-0.103	513.73	0.021		64	1 1.612045
34	11	30	-0.062	482.88	0.021		64	1 0.548428
35	10	30	0	300	0.000001	0.000001	0	0 1.4
36	10	30	0	300	28.33891	920118.9	0	0 3.2

FILTER_PIPE 1
 CATALYST_PIPE 1

Fig. 2.249 SUMMARY – Pipes

MEASURINGPOINTS

Measuring Points se utilizează pentru a obține informații detaliate în anumite locații ale unei conducte și nu doar valori medii pe întreaga conductă (Fig. 2.249). În acest caz s-a optat pentru un singur punct virtual de măsurare, care să permită compararea datelor obținute din simulare cu datele obținute experimental în aceeași poziție.

MOTOR POLICILINDRIC BENZINĂ – 2.0l NA PFI

MEASURINGPOINTS: Average Values

Mp. nr.	Pipe nr.	Location [mm]	Diameter [mm]	Pressure [bar]	Temp. [K]	Ms.Temp. [K]	Velo. [m/s]	Massflow [g/s]
1	3	170	71.8182	0.9945	304.3	303.7	3.2	14.6419
2	4	35	66.8182	0.9944	304.4	303.7	3.7	14.6363
3	4	200	60	0.9944	304.4	303.7	4.6	14.6358
4	8	60	69.2857	0.9942	304.5	303.7	3.5	14.6074
5	9	40	60	0.994	304.6	303.7	2.3	7.3493
6	13	25	44.1786	0.9939	305	303.6	2.1	3.6356
7	12	40	43.6857	0.9936	305.2	303.7	2.2	3.6798
8	12	275	33.4	0.9912	306.4	306.8	6.5	3.6821
9	13	268	33.4	0.9922	304.9	306.7	6.3	3.6378
10	23	50	32	1.026	831.2	1049.4	12.7	3.9254
11	25	50	32	1.0295	840.2	1052.6	13.1	3.9883
12	23	180	32	1.0243	854.4	1028.8	12.5	3.9272
13	29	200	37	1.0259	928.7	978.3	18.4	7.9223
14	28	260	37	1.0256	922.4	956.1	17.6	7.8531
15	31	50	46	1.0306	924.5	948.3	22.7	15.7748
16	31	900	46	1.0231	799.5	807.9	19.9	15.7661
17	32	50	46	1.0137	788.9	804.6	20.5	15.7089
18	33	305	46	1.0002	724.4	726.7	19.6	15.7139

Mp. nr.	Pipe nr.	Massflow [g/cycle]	To.Ent.f. [kJ/s]	To.Ent.f. [kJ/cyc.]	Mach. [-]	Wtemp. [K]	Converg. [-]
1	3	1.757	0.083	0.01	0.01	304	2.68E-05
2	4	1.7564	0.083	0.0099	0.01	304	3.12E-05
3	4	1.7563	0.083	0.0099	0.01	304	2.08E-05
4	8	1.7529	0.082	0.0099	0.01	304	2.13E-04
5	9	0.8819	0.041	0.0049	0.01	293	3.12E-05
6	13	0.4363	0.021	0.0025	0.01	310	1.60E-04
7	12	0.4416	0.021	0.0025	0.01	310	3.09E-04
8	12	0.4418	0.026	0.0032	0.02	310	1.26E-05
9	13	0.4365	0.027	0.0032	0.02	310	2.38E-04
10	23	0.4711	4.857	0.5828	0.02	663.4	2.01E-05
11	25	0.4786	4.768	0.5722	0.02	663.4	4.34E-04
12	23	0.4713	4.752	0.5703	0.02	663.4	2.09E-05
13	29	0.9507	8.772	1.0527	0.03	633.1	6.35E-04
14	28	0.9424	8.777	1.0533	0.03	633.1	7.63E-04
15	31	1.893	17.024	2.0429	0.04	633.1	4.95E-04
16	31	1.8919	14.286	1.7143	0.04	633.1	9.54E-05
17	32	1.8851	14.071	1.6885	0.04	554.9	1.30E-05
18	33	1.8857	12.593	1.5111	0.04	513.8	7.05E-06

Fig. 2.250 SUMMARY – Measuring Points

MONITORS

MONITORS pune în evidență valorile medii ale mărimilor monitorizate (Fig. 2.251).

MONITORS: Average Values

Monitor No. 1 (MONITOR)

Result Label	Value
IMEP	9.18E+05
Power	1.44E+04

Fig. 2.251 SUMMARY – Monitors

SYSTEM BOUNDARIES

SYSTEM BOUNDARIES reprezintă limitele sistemului termodinamic analizat. Pentru acestea sunt specificate informații privind conducta la care sunt conectate (**Pipe Nr.**) și debitul masic (**Mass flow**) (Fig. 2.251).

SYSTEMBOUNDARIES			
Attachments			

Type	Nr.	Pipe Nr.	Mass flow [g/cycle]
SYSTEMBOUNDARY	1	1	1.7564
SYSTEMBOUNDARY	2	34	1.8884

Fig. 2.252 SUMMARY – System Boundaries

PLENUMS

PLENUMS furnizează informații privind valorile medii ale presiunii, temperaturii, masei și debitului masic prin conductele care sunt conectate (**PLENUMS Attachments**) la volume (**PLENUMS**) (Fig. 2.252).

PLENUMS: Average Values

	Pl. nr.	Pressure [bar]	Temp. [K]	Mass [g]	Wallheat [kJ]		
PLENUM	1	0.99	303.77	2.962	0		
				Attached pipe 2		-0.0008	g/cycle
PLENUM	2	0.99	304.51	4.55	0		
				Attached pipe 6		1.7563	g/cycle
				Attached pipe 7		1.7541	g/cycle
PLENUM	3	1.01	738.88	2.816	0		
				Attached pipe 32		1.885	g/cycle
				Attached pipe 33		1.8849	g/cycle
PLENUM	4	1.00	692.03	2.987	0		
				Attached pipe 33		1.8855	g/cycle
				Attached pipe 34		1.8892	g/cycle
AIRCLEANER	1	0.99	304.4	3.415	0		
				Attached pipe 3		1.7571	g/cycle
				Attached pipe 35		1.7555	g/cycle
AIRCLEANER	1	0.99	304.47	4.893	0		
				Attached pipe 4		1.7564	g/cycle
				Attached pipe 35		1.7552	g/cycle
CATALYST	1	1.02	787.52	0.067	0		
				Attached pipe 31		1.8895	g/cycle
				Attached pipe 36		1.8897	g/cycle
CATALYST	1	1.02	794.49	0.066	0		
				Attached pipe 32		1.8843	g/cycle
				Attached pipe 36		1.8842	g/cycle

Fig. 2.253 SUMMARY – Plenums: Average values

PLENUMS
Attachments

Type	Nr.	Pipe Nr.	Mass flow [g/cycle]
PLENUM	1	2	-0.0008
PLENUM	2	6	1.7563
PLENUM	2	7	1.7541
PLENUM	3	32	1.885
PLENUM	3	33	1.8849
PLENUM	4	33	1.8855
PLENUM	4	34	1.8892
AIRCLEANER	1	3	1.7571
AIRCLEANER	1	35	1.7555
AIRCLEANER	1	4	1.7564
AIRCLEANER	1	35	1.7552
CATALYST	1	31	1.8895
CATALYST	1	36	1.8897
CATALYST	1	32	1.8843
CATALYST	1	36	1.8842

Fig. 2.254 SUMMARY – Plenums: Average values

CYLINDERS

În categoria **CYLINDERS** sunt incluse toate informațiile care vizează procesele care au loc în cilindrul motorului (Fig. 2.253). În cazul în care motorul este policilindric (cazul de față) sunt prezentate informații despre fiecare cilindru în parte (coloanele de rezultate 2-5: **Cyl.1 – Cyl.4**), respectiv valorile totale pe motor (coloana 1 de rezultate: **Total Engine**). În continuare este prezentată succint fiecare subcategorie (figurile 2.253 – 2.265).

CYLINDERS: Average Values

	Total Engine	Cyl. 1	Cyl. 2	Cyl. 3	Cyl. 4
Firing TDC [deg]		0	540	180	360
Bore [mm]		86	86	86	86
Stroke [mm]		86	86	86	86
Conrod. [mm]		143.5	143.5	143.5	143.5
Piston pin offset [mm]		0	0	0	0
Swept Vol. [l]	1.9982	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996
Rel. To MP 2 [-]		10.5	10.5	10.5	10.5
Dyn. Comp. ratio [-]		8	8.01	8	8.01

Fig. 2.255 SUMMARY – Cylinders: Average Values

Combustion Data

Această subgrupă conține informații privind procesul de ardere:

- ▶ momentul (în °RAC) de început al procesului de ardere (**Comb. start**);
- ▶ presiunea maximă din cilindru și unghiul la care apare (**Peak Fir. Pres. at Crankangle**);
- ▶ viteza maximă de creștere a presiunii și unghiul la care apare (**Peak Pres. Rise at Crankangle**);
- ▶ temperatura maximă din cilindru și unghiul la care apare (**Peak Fir. Temp. at Crankangle**);
- ▶ etc.

Combustion Data:

Combustion Char.		Vibe	Vibe	Vibe	Vibe
Comb.start [deg]		5	5	5	5
	Rel. To MP 2 [-]	40	40	40	40
Vibe Parameter a [-]		6.9	6.9	6.9	6.9
Vibe Param. m 1 [-]		2.4	2.4	2.4	2.4
Peak Fir.Pres. [bar]	34.36	34.23	34.4	34.54	34.27
at Crankangle [deg]	31.42	31.41	31.36	31.37	31.52
Peak Pres.Rise[bar/deg]	1.35	1.34	1.35	1.36	1.34
at Crankangle [deg]	22.24	22.36	22.2	22.25	22.16
Peak Fir. Temp. [K]	2461.27	2457.22	2461.77	2467.07	2459
at Crankangle [deg]	37.63	37.54	37.73	37.62	37.63
Res. Gascompr. [bar]	1.36	1.38	1.37	1.37	1.33
at Crankangle [deg]	349.47	350.53	348.94	347.62	350.78

Fig. 2.256 SUMMARY – Cylinders – Combustion Data

Performance

În subcategoria **Performance** sunt incluse informații privind parametri indicați și efectivi precum:

- ▶ presiunea medie indicată/efectivă (**IMEP, BMEP**);
- ▶ consumul specific indicat/efectiv (**ISFC, BSFC**);
- ▶ randamentul indicat (**Indicated Eff.**);
- ▶ randamentul procesului cu ardere la volum constant echivalent (**Iso vol. comb. Eff**);
- ▶ exponentul politropic (**Polytropic Coeff.**).

Performance:

	Rel. To MP 2 [-]	9.2268	9.1809	9.2396	9.2929	9.1939
Rel. to Ave. [-]			0.995	1.0014	1.0072	0.9964
IMEP Exh. [bar]		-1.0171	-1.0183	-1.0165	-1.0161	-1.0177
IMEP Int. [bar]		0.984	0.9845	0.9834	0.9835	0.9845
IMEP Gasex. [bar]		-0.0331	-0.0338	-0.033	-0.0326	-0.0332
IMEP HP [bar]		9.2599	9.2146	9.2726	9.3255	9.227
	Rel. To MP 2 [-]	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
BMEP [bar]		8.6268	8.5809	8.6396	8.6929	8.5939
AMEP;SMEP [bar]		0	0	0	0	0
ISFC [g/kWh]		258.0545	259.3343	257.7893	256.3634	258.7524
Rel. to Ave. [-]			1.005	0.999	0.9934	1.0027
ISFC (tr.f.) [g/kWh]		258.0456	259.3343	257.7709	256.3634	258.735
BSFC [g/kWh]		276.0024	277.4677	275.6921	274.0582	276.8178
Indicated Eff. [-]		0.3207	0.3191	0.3211	0.3228	0.3199
Iso vol. comb. Eff [-]		0.8405	0.8406	0.8404	0.8403	0.8406
Polytropic Coeff. [-]			1.307	1.3075	1.308	1.3071

Fig. 2.257 SUMMARY – Cylinders – Performance

Fuel Mass Balance

Fuel Mass Balance furnizează informații privind cantitatea de combustibil introdusă și reținută în fiecare cilindru.

Fuel Mass Balance:

Inj. Fuelmass [g]	0	0	0	0	0
Asp.Trap. Fuelmass [g]	0.132157	0.033039	0.03305	0.033059	0.033009
Fuelmassfl.(A+I) [g/s]	1.101347	0.275325	0.275436	0.275491	0.275095
Fuelmass tot.trap. [g]	0.132157	0.033039	0.03305	0.033059	0.033009
Trapped Fuelm.fl.[g/s]	1.101309	0.275325	0.275416	0.275491	0.275077
Trapp. Eff. Fuel [-]	1	1	0.9999	1	0.9999

Fig. 2.258 SUMMARY – Cylinders – Fuel Mass Balance

Energy Balance Cylinder

Subcategoria **Energy Balance Cylinder** conține informații privind bilanțul energetic al cilindrilor, respectiv:

- ▶ cantitatea de energie conținută în masa de combustibil injectată (**Fuel Energy**);
- ▶ cantitatea de energie rezultată în urma arderii (**Released Energy**);
- ▶ procentul de energie utilă (**Brake Power**);
- ▶ pierderile de energie (**Loss**);
- ▶ bilanțul energetic (**Energy Balance**);
- ▶ etc.

Energy Balance Cylinder:

Fuel Energy [kJ]	5.74977	1.43744	1.4379	1.4383	1.43613
Released Energy [kJ]	5.71206	1.43037	1.4279	1.42569	1.4281
-> Brake Power [%]	30.179	29.969	30.226	30.459	30.062
-> Loss: Friction [%]	2.099	2.095	2.099	2.102	2.099
-> Loss: Piston [%]	5.588	5.549	5.598	5.637	5.569
-> Loss: Head [%]	6.993	6.943	7.005	7.055	6.969
-> Loss: Liner [%]	7.218	7.167	7.23	7.281	7.195
-> Loss: Int. Port [%]	0	0	0	0	0
-> Loss: Exh. Port [%]	7.017	7.011	6.926	7.137	6.995
-> Loss: Exh. Gas [%]	40.832	41.194	40.8	40.225	41.109
Eff. Rel. Energy [kJ]	5.10651	1.26867	1.2793	1.28774	1.2708
Gross Rel. Energy [kJ]	5.71206	1.43037	1.4279	1.42569	1.4281
Eff.Gross Rel.Ener.[kJ]	5.10651	1.26867	1.2793	1.28774	1.2708
Energy Balance [-]	0.9989	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989
Eff. Energy Balance [-]	0.893	0.8859	0.895	0.9022	0.8888

Fig. 2.259 SUMMARY – Cylinders – Energy Balance Cylinder

Blowby

Blowby reprezintă scăpările de gaze din cilindru înspre carter. Compararea acestor date cu cele experimentale permite estimarea masei din cilindru în fiecare moment și astfel a celorlalte mărimi care depind de masa de agent de lucru (spre exemplu, temperatura). Deoarece **Blowby Gap** a fost definit ca fiind 0 mm, scăpările de gaze din cilindru vor fi și ele 0.

Blowby:

Blowby mass [g]	0	0	0	0	0
Blowby mass fl. [g/s]	0	0	0	0	0
Blowby Heat Flow [kJ]	0	0	0	0	0

Fig. 2.260 SUMMARY – Cylinders – Blowby

Reference Values at Start of High Pressure

Subgrupa **Reference Values at Start of High Pressure** conține informații privind condițiile din fiecare cilindru la închiderea supapelor de admisie (= începutul ciclului de înaltă presiune). Aceste informații sunt necesare ulterior pentru validarea modelului de simulare cu datele experimentale.

Reference Values at Start of High Pressure:

Pressure at SHP[bar]	1.2887	1.2878	1.2896	1.2898	1.2876
Temperature [K]	382.9	383.82	382.72	381.81	383.26
Air Massfl. [g/s]	14.656268	3.636781	3.673229	3.696834	3.649423
Fuel Massfl. [g/s]	1.101347	0.275325	0.275436	0.275491	0.275095
Trapp. Eff. Air [-]	0.9999	0.9999	0.9999	1	0.9999
Trapp. Eff. Fuel [-]	1	1	0.9999	1	0.9999
A/F-Ratio (Cmb.) [-]	13.31	13.23	13.34	13.42	13.27
Excess Air Ratio [-]	0.9181	0.9125	0.9197	0.9255	0.9149

Fig. 2.261 SUMMARY – Cylinders – Reference Values at Start of High Pressure

Reference Values at Start of Combustion

Reference Values at Start of Combustion conține valorile de presiune și temperatură din fiecare cilindru de la începutul procesului de ardere.

Reference Values at Start Of Combustion:

Pressure [bar]	18.9967	18.9866	19.0306	19.0221	18.9474
Temperature [K]	719.03	720	719.1	717.76	719.26

Fig. 2.262 SUMMARY – Cylinders – Reference Values at Start of Combustion

Residual Gas

În subgrupa **Residual Gas** sunt înregistrate informații privind conținutul de gaze arse reziduale al fiecărui cilindru (**Res. gas content**, **Res. gas mass at SHP**, **Res. gas aspirated IN** etc.) și proveniența acestora (**External EGR**, **Internal EGR** etc.)

Residual Gas:

Res. gas content [-]	0.0878	0.0912	0.0869	0.0834	0.0896
External EGR [-]	-0.0001	-0.0001	0	0	-0.0001
Internal EGR [-]	0.0878	0.0912	0.0869	0.0834	0.0897
Com. Prod. Mass. at EO [g]	2.071314	0.516545	0.518411	0.519577	0.516782
Res. gas mass at SHP [g]	0.181872	0.047072	0.045066	0.043368	0.046366
Res. gas aspirated IN [g]	-0.000115	-4.4E-05	-2.4E-05	0.000004	-5.2E-05
Res. gas from intake [g]	0.09417	0.024901	0.023332	0.021555	0.024382
Rel. to Total [-]	0.5178	0.529	0.5177	0.497	0.5259
Res. gas flow EX [g]	1.887103	0.469439	0.472796	0.474486	0.470382
Res. gas from exhaust [g]	0.055712	0.014956	0.013748	0.012278	0.014729
Rel. to Total [-]	0.3063	0.3177	0.3051	0.2831	0.3177

Fig. 2.263 SUMMARY – Cylinders – Residual Gas

Gas Exchange

Gas Exchange conține informații privind schimbul de gaze din fiecare cilindru:

Gas Exchange:

Volumetric Eff. [-]	0.753	0.7473	0.7548	0.7598	0.7499
Rel. to Ave. [-]		0.9925	1.0025	1.009	0.996
Rel. To MP 2 [-]	0.7736	0.7678	0.7755	0.7805	0.7704
Total Mass at SHP[g]	2.0726	0.5164	0.5189	0.52	0.5173
Mass Delivered [g]	1.88911	0.46936	0.47382	0.47504	0.47089
Mass Delivered [g/s]	15.74256	3.91135	3.94846	3.95866	3.92409
Delivery Ratio [-]	0.8088	0.8038	0.8115	0.8136	0.8065
Rel. to Ave. [-]		0.9938	1.0033	1.0058	0.9971
Rel. To MP 2 [-]	0.831	0.8258	0.8337	0.8358	0.8285
Av.Airmass at SHP[g]	1.7586	0.4364	0.4407	0.4436	0.4379
Air Delivered [g]	1.75875	0.43641	0.44079	0.44362	0.43793
Air Delivered [g/s]	14.65627	3.63678	3.67323	3.69683	3.64942
Airdeliveryratio [-]	0.753	0.7474	0.7549	0.7598	0.75
Rel. to Ave. [-]		0.9926	1.0025	1.0089	0.996
Rel. To MP 2 [-]	0.7736	0.7679	0.7756	0.7805	0.7705
Airmass Trapped [g]	1.7586	0.43636	0.44073	0.44362	0.43788
Airmass Trapped [g/s]	14.65497	3.63635	3.67279	3.69683	3.649
Trapp. Eff. Air [-]	0.9999	0.9999	0.9999	1	0.9999
Rel. to Ave. [-]		1	1	1.0001	1
Airpurity [-]	0.8485	0.845	0.8494	0.853	0.8465
Dyn. Swirl [-]	0	0	0	0	0
Dyn. Tumble [-]	0	0	0	0	0

Fig. 2.264 SUMMARY – Cylinders – Gas Exchange

Wall Heat losses

Datele privind transferul termic prin pereți și temperaturile pieselor (**Piston, Cylinderhead, Cylinderliner, Sum of Wallheat** etc.) sunt prezentate în subgrupa **Wall Heatlosses**.

Wall Heatlosses:

Piston [kJ]	-0.3192	-0.0794	-0.0799	-0.0804	-0.0795
Piston Temperature [K]		450.15	450.15	450.15	450.15
Cylinderhead [kJ]	-0.39944	-0.09931	-0.10003	-0.10058	-0.09952
Head Temperature [K]		480.15	480.15	480.15	480.15
Cylinderliner [kJ]	-0.4123	-0.10251	-0.10324	-0.1038	-0.10275
LinerTDC Temperature [K]		390.15	390.15	390.15	390.15
LinerBDC Temperature [K]		360.15	360.15	360.15	360.15
Sum of Wallheat [kJ]	-1.13094	-0.28119	-0.2832	-0.28474	-0.2818
Wall Heatlosses in High Pressure Phase:					
Piston HP [kJ]	-0.28288	-0.07031	-0.07083	-0.07129	-0.07045
Cylinderhead HP [kJ]	-0.35789	-0.08895	-0.08961	-0.0902	-0.08913
Cylinderliner HP [kJ]	-0.28411	-0.07058	-0.07117	-0.07163	-0.07073
Sum of Wallheat HP	-0.92488	-0.22984	-0.23162	-0.23312	-0.23031
Wall Heatlosses Related to Heatinput:					
Piston [-]	-0.0555	-0.0552	-0.0556	-0.0559	-0.0554
Cylinderhead [-]	-0.0695	-0.0691	-0.0696	-0.0699	-0.0693
Cylinderliner [-]	-0.0717	-0.0713	-0.0718	-0.0722	-0.0716
Sum of Wallheat [-]	-0.1967	-0.1957	-0.197	-0.198	-0.1963
M. Eff. HTC [W/m2/K]	141.88	141.6	141.92	142.32	141.68
M. Eff. Temp. [K]	1255.64	1252.9	1256.72	1258.81	1254.13

Fig. 2.265 SUMMARY – Cylinders – Wall Heat losses

Reference Values at EO

În subgrupa **Reference Values at EO** sunt înregistrate datele privind valorile de referință în momentul deschiderii supapelor de evacuare, respectiv presiunea, temperatura, raportul aer-combustibil (**A/F-Ratio**), fracțiunea de produși de ardere (**Com. Prod. Conc.**) și concentrația de combustibil (**Fuel Concentr.**).

Reference Values at EO:

Pressure [bar]	4.87	4.85	4.88	4.91	4.86
Temperature [K]	1575.1	1569.9	1575.9	1582.6	1572
A/F-Ratio [-]	13.31	13.23	13.34	13.42	13.26
Com.Prod.Conc. [-]	0.99912	0.9991	0.99918	0.99911	0.99911
Fuel Concentr. [-]	0.000061	0.000063	0.000057	0.000062	0.000063

Fig. 2.266 SUMMARY – Cylinders – Reference Values at EO

Average Values of Pipe attachments

Average Values of Pipe attachments conține informații privind interacțiunea (debit masic, transfer termic, cifra swirl) dintre cilindrii și conductele conectate la aceștia (admisie, evacuare). Suplimentar, sunt incluse și informații privind fazele distribuției.

Average Values of Pipe attachments:

Attached Pipe	14	15	16	17
Vlv/Prt.Op.Clr.0mm[deg]	340	340	340	340
Vlv/Prt.Op.Eff.0mm[deg]	340	340	340	340
Vlv/Prt.Op.Eff.1mm[deg]	362.5	362.5	362.5	362.5
Vlv/Prt.Op.Udef.mm[deg]	340	340	340	340
Vlv/Prt.Cl.Clr.0mm[deg]	610	610	610	610
Vlv/Prt.Cl.Eff.0mm[deg]	610	610	610	610
Vlv/Prt.Cl.Eff.1mm[deg]	577.52	577.52	577.52	577.52
Vlv/Prt.Cl.Udef.mm[deg]	610	610	610	610
Cam Phasing [deg]	0	0	0	0
Massflow [g/cycle]	0.469361	0.473816	0.475039	0.470891
Wallheat [kJ/cycle]	0	0	0	0
rel.to Heatinp.[-]	0	0	0	0
Attached Pipe	18	19	20	21
Vlv/Prt.Op.Clr.0mm[deg]	130	130	130	130
Vlv/Prt.Op.Eff.0mm[deg]	130	130	130	130
Vlv/Prt.Op.Eff.1mm[deg]	150.84	150.84	150.84	150.84
Vlv/Prt.Op.Udef.mm[deg]	130	130	130	130
Vlv/Prt.Cl.Clr.0mm[deg]	390	390	390	390
Vlv/Prt.Cl.Eff.0mm[deg]	390	390	390	390
Vlv/Prt.Cl.Eff.1mm[deg]	356	356	356	356
Vlv/Prt.Cl.Udef.mm[deg]	390	390	390	390
Cam Phasing [deg]	0	0	0	0
Massflow [g/cycle]	0.469958	0.473274	0.475	0.470898
Wallheat [kJ/cycle]	-0.10028	-0.0989	-0.10175	-0.0999
rel.to Heatinp.[-]	-0.0698	-0.0688	-0.0708	-0.0696

Fig. 2.267 SUMMARY – Cylinders – Average Values of Pipe attachments

FLOW RESTRICTIONS

În subgrupa **Flow restrictions** sunt prezentate informații privind debitele masice prin conductele conectate la componente de tip restricție (Fig. 2.266).

FLOWRESTRICTIONS: Average Values

Flr. nr.	Att.Pi. number	Massflow [g/cycle]	Att.Pi. number	Massflow [g/cycle]
1	4	1.7564	5	1.7559
2	5	1.7559	6	1.7565
3	7	1.754	8	1.7536
4	18	0.47	22	0.4702
5	19	0.4726	24	0.4728
6	20	0.4781	25	0.4783
7	21	0.4709	23	0.4711
8	26	0.9418	28	0.942
9	27	0.9492	29	0.9494
10	30	1.8914	31	1.8915

Fig. 2.268 SUMMARY – Flow Restrictions

FUEL INJECTORS

În subgrupa **Fuel Injectors** sunt prezentate informații privind debitele masice prin conductele la care sunt conectate injectoare și cantitatea de combustibil injectată de acestea din urmă (Fig. 2.267).

FUELINJECTORS: Average Values

Inj. nr.	Att.Pi. number	Massflow [g/cycle]	Att.Pi. number	Massflow [g/cycle]	Added Fuel [g/cycle]
1	10	0.4363	14	0.469	0.0329
2	11	0.4409	15	0.4744	0.0329
3	12	0.4419	16	0.4752	0.0329
4	13	0.4372	17	0.4704	0.0329

Fig. 2.269 SUMMARY – Fuel Injectors

ASSEMBLED

În subgrupa **Assembled** sunt prezentate informații privind valorile medii ale debitelor masice, dar și ale presiunilor și temperaturilor la intrarea, respectiv la ieșirea din componentele „asamblate” (filtru de aer, catalizator) (Fig. 2.268).

ASSEMBLED: Average Values

Type	Nr.	-----Inlet-----			-----Outlet-----		
		Pressure [bar]	Temperat. [K]	Mass [g]	Pressure [bar]	Temperat. [K]	Mass [g]
AIRCLEANER	1	0.9948	304.4	3.415	0.9947	304.47	4.893
CATALYST	1	1.0242	787.52	0.067	1.0182	794.49	0.066

-----Core-----			
Rej.Heat [kJ]	Rej.Heat [kW]	Fric. coeff. [-]	Heat Factor [-]
0	0	0.000001	0
0	0	28.33891	0

Fig. 2.270 SUMMARY – Assembled: Average values

ASSEMBLED
Attachments

Type	Nr.	Pipe Nr.	Mass flow [g/cycle]
AIRCLEANER	1	3	1.7571
AIRCLEANER	1	4	1.7564
CATALYST	1	31	1.8895
CATALYST	1	32	1.8843

Fig. 2.271 SUMMARY – Assembled

JUNCTIONS

În subgrupa **Junctions** sunt prezentate informații privind debitele masice prin conductele conectate la joncțiuni.

JUNCTIONS: Average Values

Junction	Attached pipe	Mass flow [g/cycle]
1	Attached pipe 1:	-1.7564
	Attached pipe 2:	0.0008
	Attached pipe 3:	-1.7574
2	Attached pipe 8:	-1.7536
	Attached pipe 9:	-0.8819
	Attached pipe 10:	-0.4352
	Attached pipe 13:	-0.4364
	Attached pipe 9:	-0.8822
3	Attached pipe 11:	-0.4408
	Attached pipe 12:	-0.4415
	Attached pipe 22:	-0.4705
4	Attached pipe 23:	-0.4714
	Attached pipe 26:	-0.9417
	Attached pipe 24:	-0.4725
5	Attached pipe 25:	-0.477
	Attached pipe 27:	-0.9493
6	Attached pipe 28:	-0.941
	Attached pipe 29:	-0.9506
	Attached pipe 30:	-1.8912

Fig. 2.272 SUMMARY – Junctions

OVERALL ENGINE PERFORMANCE

Grupa **Overall Engine Performance** conține informațiile necesare despre performanțele motorului (Fig. 2.270), respectiv:

- ▶ momentul indicat/efectiv (**Indicated/Effective Torque**);
- ▶ puterea indicată/efectivă (**Indicated/Effective Power**);
- ▶ momentul specific indicat/efectiv (**Indicated/Effective Specific Torque**);
- ▶ puterea specifică indicată/efectivă (**Indicated/Effective Specific Power**);
- ▶ momentul pierdut prin frecare (**Friction Torque**);
- ▶ puterea pierdută prin frecare (**Friction Power**).

OVERALL ENGINE PERFORMANCE:

=====

Indicated Torque :	146.72	Nm			Indicated Specific Torque :	73.42	Nm/l		
Indicated Power :	15.36	kW,	20.89	PS	Indicated Specific Power :	7.69	kW/l,	10.45	PS/l
Friction Torque :	9.54	Nm			Friction Power :	1	kW		
Effective Torque :	137.18	Nm			Effective Specific Torque :	68.65	Nm/l		
Effective Power :	14.37	kW,	19.53	PS	Effective Specific Power :	7.19	kW/l,	9.77	PS/l

Fig. 2.273 SUMMARY – Overall Engine Performance

IMPRESS Chart



Impress Chart este un utilitar destinat postprocesării datelor. Mai precis **Impress Chart** se utilizează pentru afișarea rezultatelor simulării prin intermediul:

- ▶ **Traces** – analiza în funcție de unghiul de rotație al arborelui cotit,
- ▶ **Transients** – analiza în funcție de ciclul de calcul (se utilizează pentru a verifica atingerea regimului staționar),
- ▶ **Acoustic** – analiză acustică,
- ▶ **Series Results** – analiza rezultatelor unui calcul tip **Case-series** (combinarea rezultatelor obținute pentru mai multe cazuri cu scopul de a permite observarea, spre exemplu, a caracteristicii de turație).

Pentru a accesa **Impress Chart** din AVL Boost™ click pe **Show Results** ()

În figura 2.271 sunt prezentate rezultatele simulării **Series Calculation**. În figură se pot observa evoluțiile în funcție de turație (la sarcină plină) a următoarelor variabile: putere, moment, coeficient de umplere global, respectiv individual pe cilindri, eficiența și consumul indicat și efectiv. Acestea sunt prezentate cu rol de exemplu. Pentru o analiză detaliată și/sau identificarea direcțiilor de optimizare posibile se pot extrage evoluțiile și ale altor variabile. Spre exemplu, o analiză mai atentă a figurii pune în evidență faptul că există diferențe între coeficienții de umplere ai cilindrilor, ceea ce poate avea ca efect o funcționare neuniformă a motorului. Prin urmare, o direcție posibilă de optimizare este uniformizarea umplerii cilindrilor.

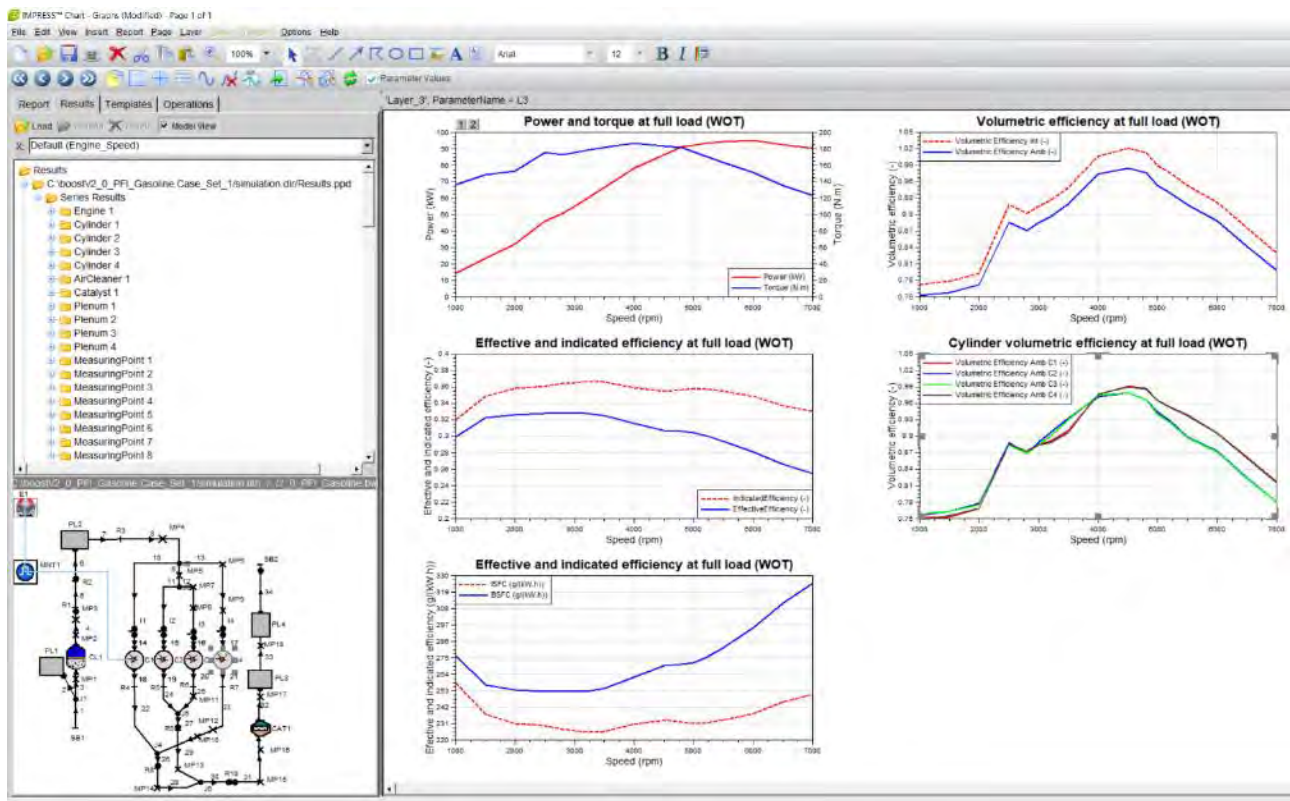


Fig. 2.274 Impress Chart – Power, Torque, Indicated and Effective Efficiency, Volumetric Efficiency

2.3. Studii de caz

În continuare se propun o serie de studii de caz spre analiză. În acest scop este menționat obiectivul principal al studiului, iar apoi sunt oferite direcții posibile de atingere a obiectivului propus. Trebuie avut în vedere faptul că pentru a putea extrage concluzii pertinente este necesară analiza a minim trei variante în fiecare punct de funcționare (definit de sarcină și turație) al motorului.

Este deosebit de important ca, înainte de începerea oricărei analize, să se realizeze o documentare din literatura de specialitate (articole științifice, cărți etc.) pentru a identifica soluții, intervale posibile de variație, limitări etc.

Obiectiv: Creșterea coeficientului de umplere pe întreaga plajă de turații (sarcină plină)

Distribuție variabilă – VVT

Pentru optimizarea coeficientului de umplere prin intermediul distribuției variabile este necesară modificarea fazelor distribuției în funcție de turație, atât pentru admisie, cât și pentru evacuare. Pornind de la cazurile inițiale de simulare, care sunt considerate cazuri de referință, se va crește, respectiv reduce avansul/întârzierea la deschiderea/închiderea supapelor de admisie.

Exemplu

Supapa de evacuare nu suferă modificări.

Deschiderea supapei de admisie variază conform tabelului și graficului (Fig. 2.272). În condițiile în care profilul camei rămâne același, modificarea avansului la deschiderea supapei de admisie are ca efect și o modificare a momentului închiderii supapei.

Referință		Creșterea avansului		Micșorarea avansului	
Valve Opening	340 deg	Valve Opening	330 deg	Valve Opening	350 deg
Cam Length	270 deg	Cam Length	270 deg	Cam Length	270 deg

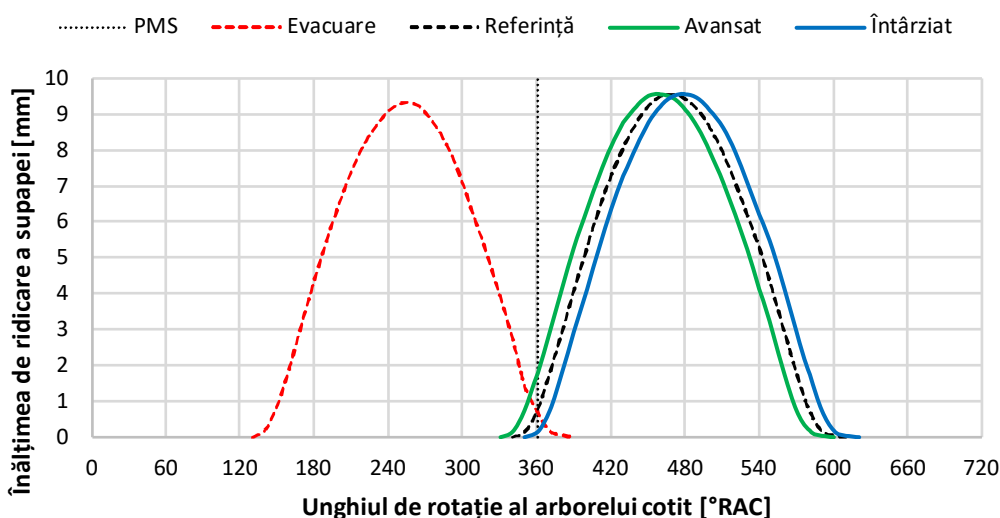


Fig. 2.275 Exemplu de variație a fazelor distribuției

Optimizarea traseelor de admisie și/sau evacuare

Similar, creșterea coeficientului de umplere se poate realiza prin utilizarea fenomenelor gazodinamice din conductele de admisie și evacuare. În acest scop, pentru a îmbunătăți umplerea, se poate varia lungimea traseelor de admisie și/sau evacuare. Pornind de la cazurile inițiale de simulare, care sunt considerate cazuri de referință, se va crește, respectiv reduce lungimea totală/lungimea unor elemente individuale a traseului de admisie și/sau evacuare.

Exemplu

Conductele de evacuare nu suferă modificări.

Referință		Creșterea lungimii		Micșorarea lungimii	
Pipe Length	1000 mm	Pipe Length	1100 mm	Pipe Length	900 mm

Obiectiv: Uniformizarea funcționării cilindrilor pe întreaga plajă de turații (sarcină plină)**Optimizarea traseelor de admisie și/sau evacuare**

Funcționarea neuniformă a cilindrilor poate fi cauzată, spre exemplu de:

- interferențele dintre cilindri (atât pe partea de admisie, cât și pe cea de evacuare), ceea ce poate avea ca efect o cantitate diferită de fluid motor proaspăt care ajunge în cilindri;
- geometria traseelor de admisie și/sau evacuare, care poate avea ca efect o divizare neuniformă a fluxului de fluid motor proaspăt.

În acest scop, se pot modifica parametrii geometrici ai conductelor individuale ale cilindrilor (lungimi, unghiul dintre conducte – în cazul bifurcațiilor – etc.).

Obiectiv: Creșterea eficienței pe întreaga plajă de turații (sarcini parțiale)**Distribuție variabilă – VVT și VVL**

În acest caz se procedează similar cu ceea ce s-a prezentat la obiectivul **Creșterea coeficientului de umplere pe întreaga plajă de turații (sarcină plină)** prin intermediul distribuției variabile. De această dată, se va lua în calcul și înălțimea de ridicare a supapelor (Fig. 2.273) pentru a îmbunătăți eficiența motorului. Nu este obligatoriu ca înălțimea maximă de ridicare să rămână cea stabilită inițial în acest exemplu, însă, orice creștere trebuie justificată (inclusiv din punct de vedere al implicațiilor asupra solicitărilor mecanice).

Exemplu

Supapele de evacuare nu suferă modificări.

Referință		Înălțime medie		Înălțime mică	
Înălțimea maximă de ridicare	9.58 mm	Înălțimea maximă de ridicare	5.75 mm	Înălțimea maximă de ridicare	1.44 mm

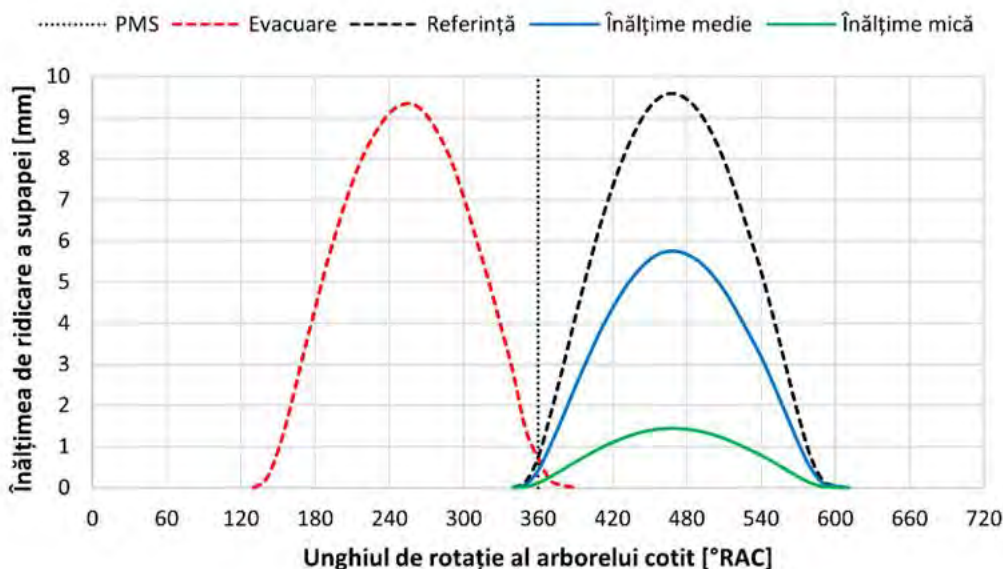


Fig. 2.276 Exemplu de variație a înălțimii de ridicare a supapei

Compresie variabilă

O altă soluție de creștere a eficienței motoarelor cu aprindere prin scânteie la sarcini parțiale este creșterea raportului de comprimare (la motoarele având compresie fixă raportul de comprimare este determinat de limita de detonație la sarcini și turații mari). Exemple de variație a raportului de comprimare în funcție de sarcină (exprimată prin moment, respectiv prin presiunea medie efectivă) și turație este prezenta în figurile 2.274 și 2.275.

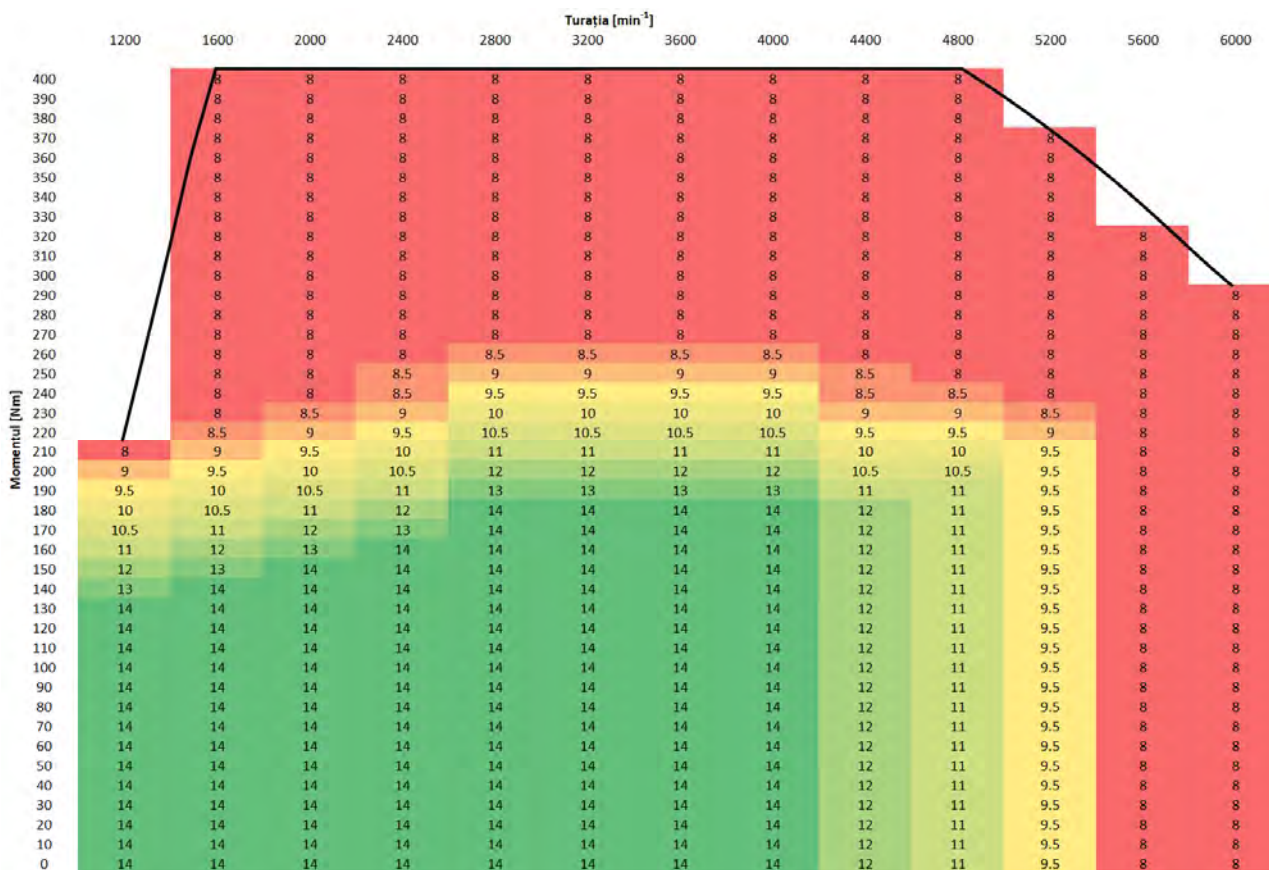


Fig. 2.277 Exemplu de variație a raportului de comprimare în funcție de sarcină (moment) și turație

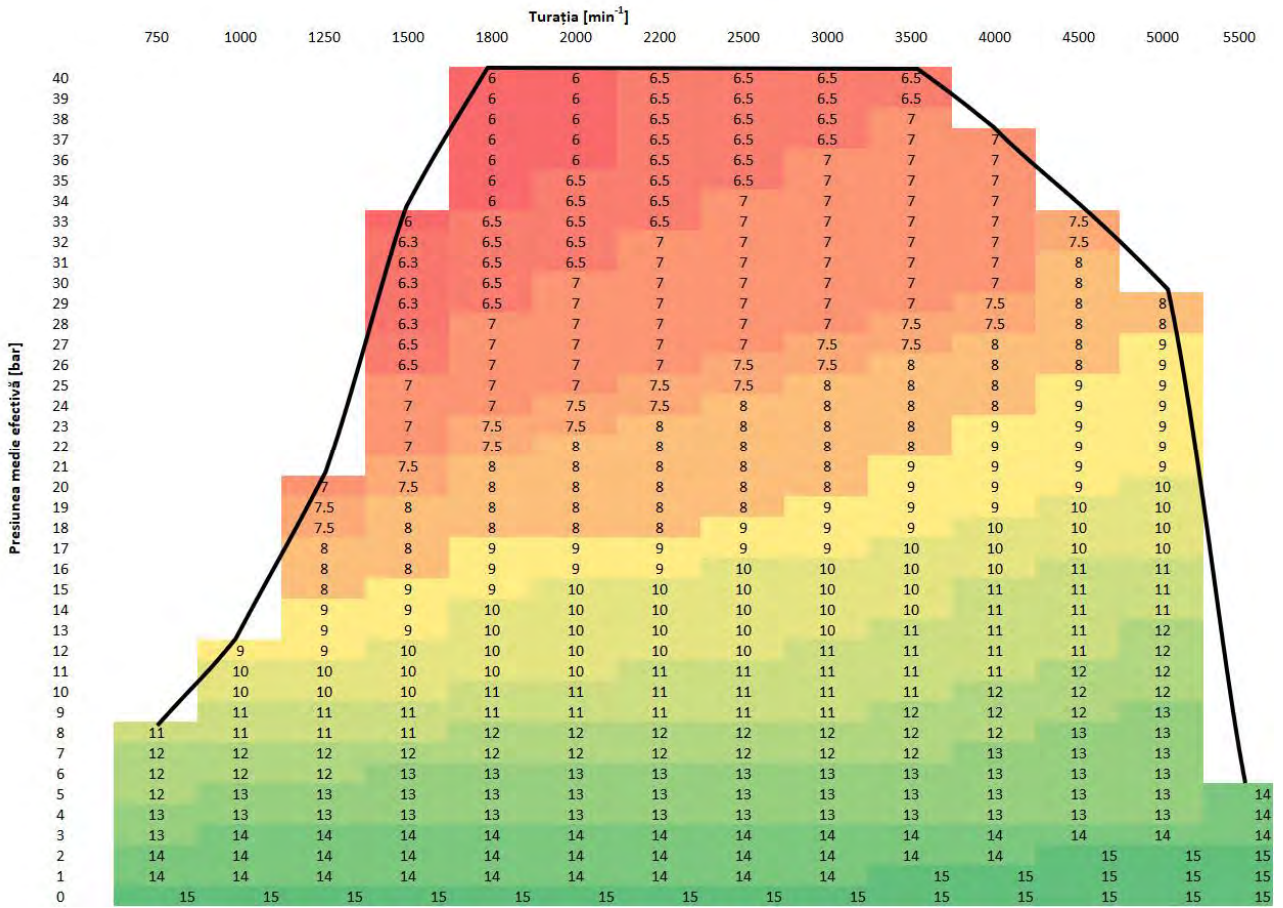


Fig. 2.278 Exemplu de variație a raportului de comprimare în funcție de sarcină (presiunea medie efectivă) și turație

3. MOTOR POLICILINDRIC DIESEL – 1.5l TC EGR WG

Scop

- ▶ Crearea, parametrizarea și simularea unui model de motor policilindric cu aprindere prin comprimare cu umplere normală.

Obiective educaționale și de formare a competențelor specifice

- ▶ Formarea abilităților de utilizare a unor metode moderne de investigare a proceselor funcționale ale motoarelor cu ardere internă.
- ▶ Însușirea de competențe avansate în procesele de modelare și simulare computerizată.

Prezentarea lucrării

Lucrarea urmărește extinderea cunoștințelor de modelare și simulare în AVL BOOST™ prin dezvoltarea și parametrizarea unui model virtual al unui motor policilindric pe motorină cu supraalimentare, recirculare a gazelor arse și supapă de bypass a turbinei (waste gate). Pentru alimentarea cu combustibil motorul este echipat cu un sistem de injecție directă.

Desfășurarea lucrării

După ce au fost adăugate toate elementele necesare modelului (Fig. 3.1), următorul pas este introducerea datelor de intrare necesare pentru fiecare componentă, respectiv pentru modul de desfășurare a procesului de simulare. Modelul final este prezentat schematic în figura 3.2.

3.1. Modelare și simulare

În figurile 3.1 – 3.3 sunt prezentate elementele modelului, respectiv motorul real și modelul virtual al acestuia. Modelul din acest capitol are la bază motorul Diesel K9K fabricat de Renault, motor care echipează o gamă largă de autovehicule. Acest motor are o capacitate cilindrică de 1.5 litri și este echipat cu sistem de injecție directă, filtru de particule, catalizator de oxidare, turbocompresor cu răcire intermediară și sistem de recirculare a gazelor arse.

În comparație cu modelul 0.5l NA SCRED și chiar cu 2.0l NA PFI se poate constata o creștere semnificativă a complexității modelului virtual 1.5l TC EGR WG prin prisma numărului de elemente noi precum turbocompresorul, intercooler-ul, răcitorul EGR, filtrul de particule, elementele de control (PID) și utilitarului de formule. Suplimentar, pe partea de simulare sunt introduse elemente de noutate prin parametrii, respectiv formule care permit definirea de interdependențe, calculul unui număr de cazuri predefinite etc. Spre exemplu, pentru acest model se creează premisele optimizării injecției de combustibil, a funcționării turbocompresorului, respectiv sistemului de recirculare a gazelor.

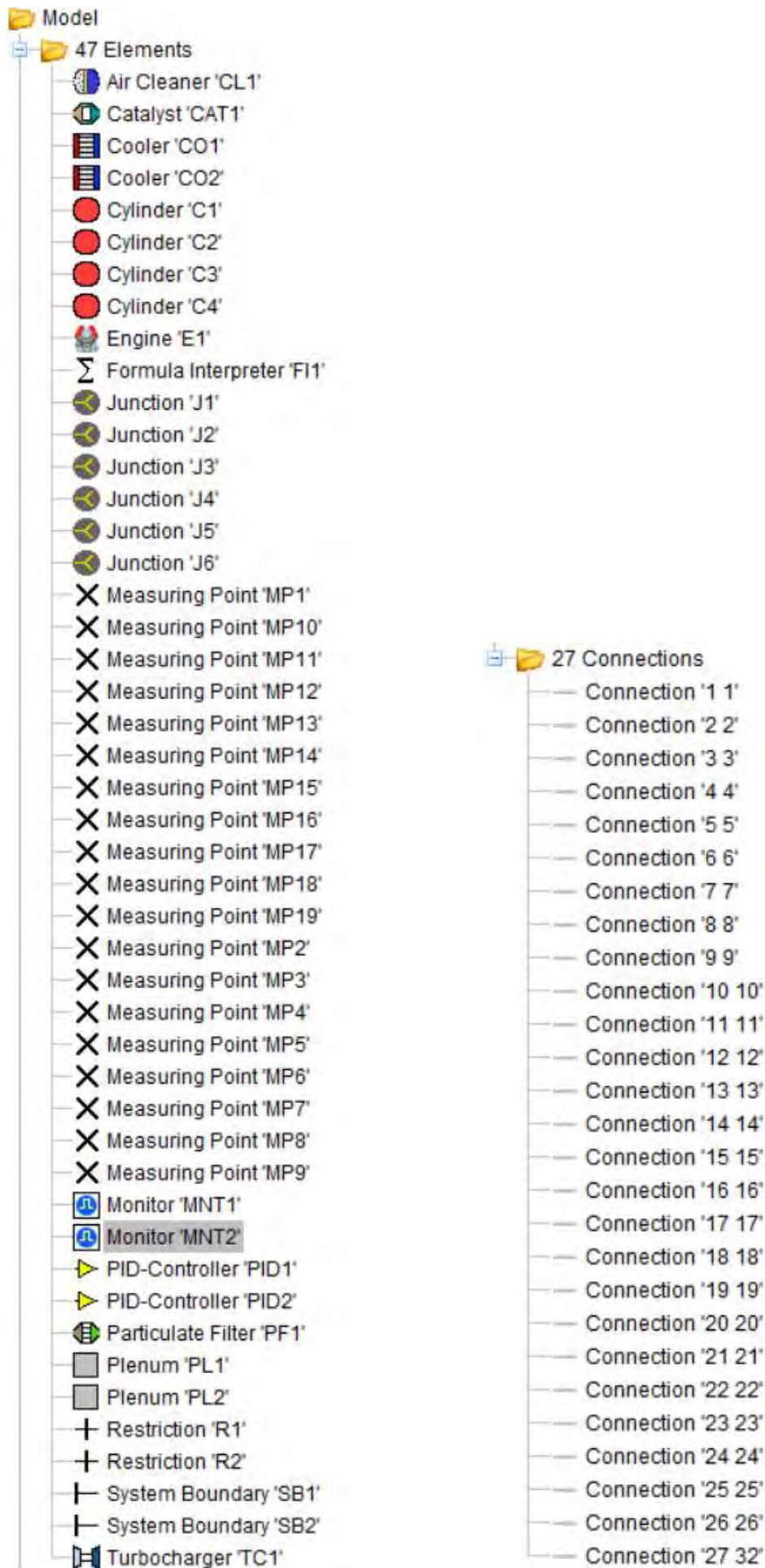


Fig. 3.1 Lista cu elementele modelului

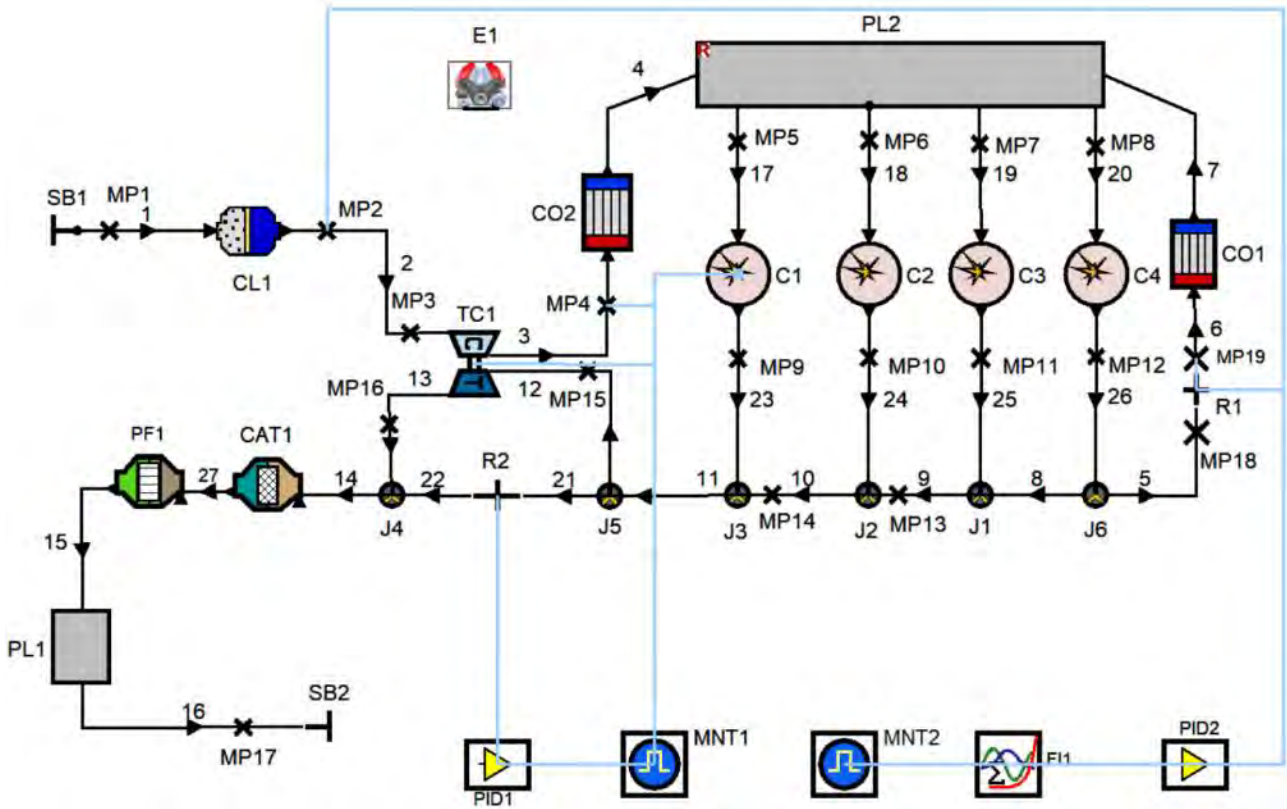


Fig. 3.2 Motorul real (sus) și modelul virtual (jos)

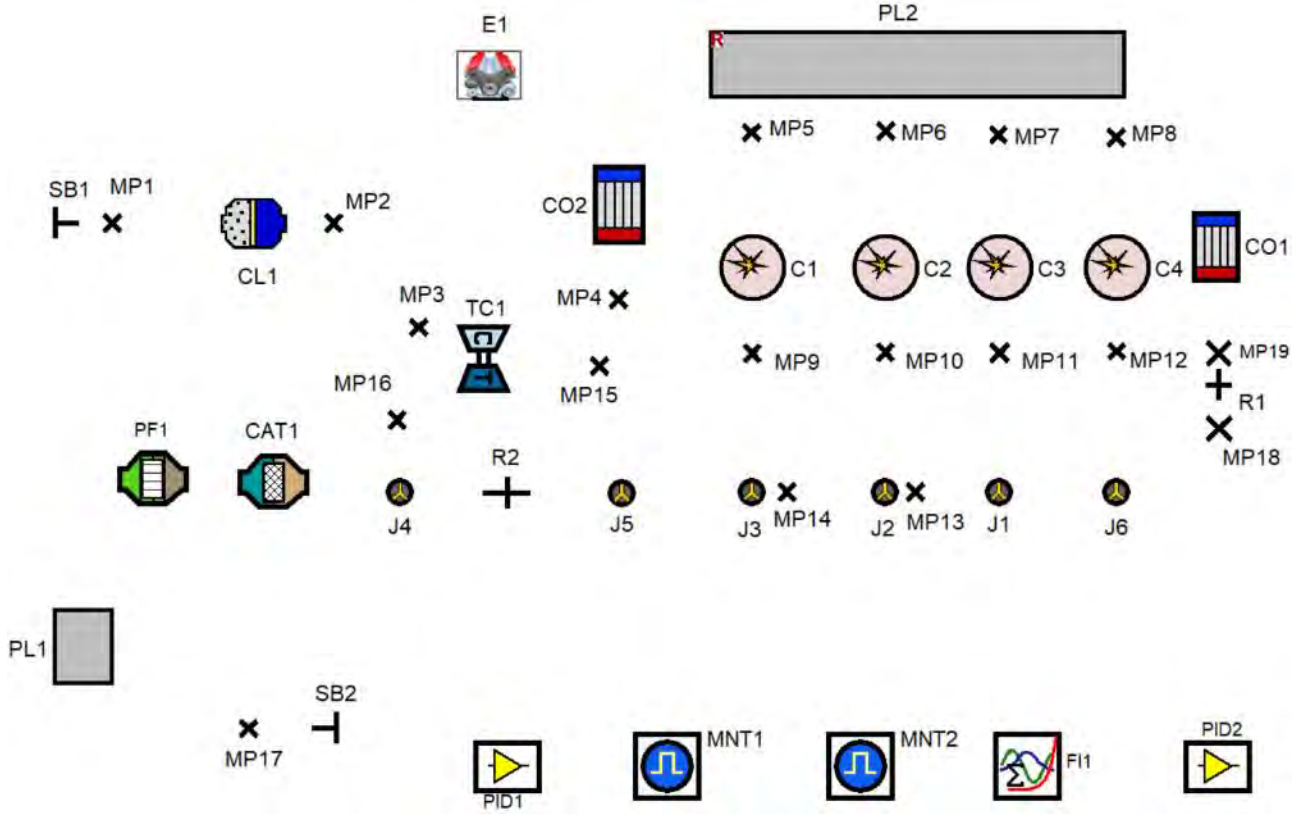


Fig. 3.3 Modelul virtual fără conexiuni

Notă: MP se adaugă doar după conectarea elementelor

SIMULATION CONTROL



Într-o primă etapă sunt prezentați pașii necesari pentru definirea aspectelor legate de simulare, precum tipul de simulare, tipul de combustibil, numărul de cicluri simulate, precizia etc. De asemenea, în această etapă se mai pot defini și seturi de condiții de temperatură, presiune, raport aer-combustibil etc., care, ulterior, pot fi utilizate pentru inițializarea mai simplă a componentelor modelului. În acest scop accesați **Simulation Control** și urmați pașii prezentați în continuare.

Pas 1 – Simulation Tasks

În cazul de față scopul este simularea ciclului motor. Prin urmare, în secțiunea **Simulation Tasks** se alege opțiunea **Cycle Simulation** (Fig. 3.3).

Simulation Tasks

Model Creation Tasks

Se bifează opțiunea: Cycle Simulation

Simulation Tasks

Date:

Project-ID:

Run-ID:

Model Creation Tasks

Cycle Simulation

Aftertreatment Analysis

Linear Acoustics

Only tasks which are selected will be available in Simulation Run as kernel simulation tasks.

Fig. 3.4 SIMULATION CONTROL – Simulation Tasks

Pas 2 – Cycle Simulation

Calculul ciclului motor necesită informații privind agentul de lucru, timpul de calcul dorit și discretizarea (Fig. 2.5). Timpul de calcul dorit (definit prin numărul de cicluri succesive pentru care se efectuează calculul) se alege în funcție de acuratețea datelor de intrare introduse. Spre exemplu, în cazul în care informațiile introduse nu sunt foarte precise se recomandă un număr mare de cicluri (≥ 100) pentru a permite sistemului să se „stabilizeze”. În cazul unei precizii suficient de mari a datelor se poate alege un număr mai redus de cicluri de simulare. Este necesar să se aibă în vedere faptul că numărul de cicluri va influența timpul de calcul. Similar, o importanță deosebită o are discretizarea. O discretizare mai fină necesită un timp de calcul mai mare, însă poate oferi o precizie sporită. Pentru definirea acestor elemente, click pe **Cycle Simulation** și introduceți următoarele date (Fig. 3.4):

Cycle Simulation

Species Transport		
Se alege opțiunea:	Classic	
Simulation Interval		
End of Simulation	100	cycle(s)
Se alege opțiunea:	Convergence Control	
Spatial Pipe Discretization		
Average Cell Size	30	mm

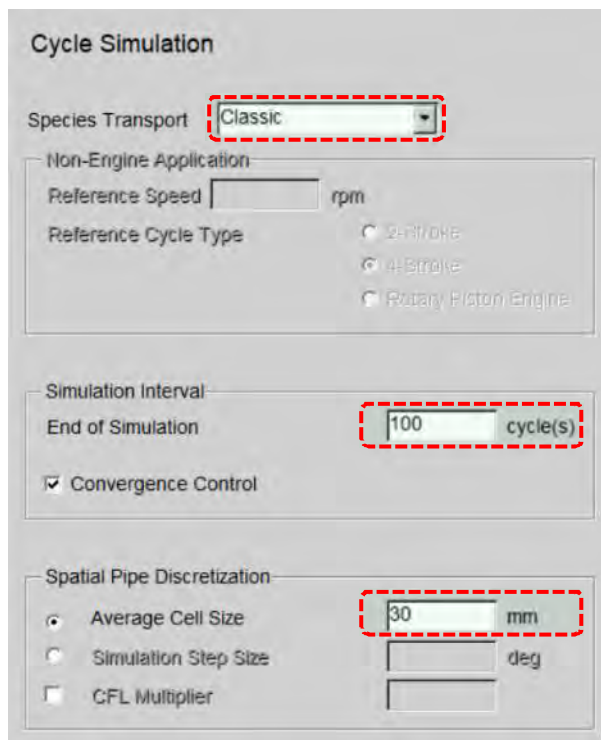


Fig. 3.5 SIMULATION CONTROL – Cycle Simulation

Pas 3 – Cycle Simulation – Classic Species Setup

Caracteristicile combustibilului se definesc în **Classic Species Setup** astfel (Fig. 3.5):

Classic Species Setup

Fuel Properties		
Se alege opțiunea:	Standard Fuel	
Standard Fuel		
Se alege opțiunea:	Diesel	
Se bifează opțiunea:	Non-default Fuel Combustion Properties	
Fuel Combustion Properties		
Lower Heating Value	42890	kJ/kg
Stoichiometric A/F Ratio	14.57	-
Gas Properties		
Reference Pressure	1	bar
Reference Temperature	24.85	°C

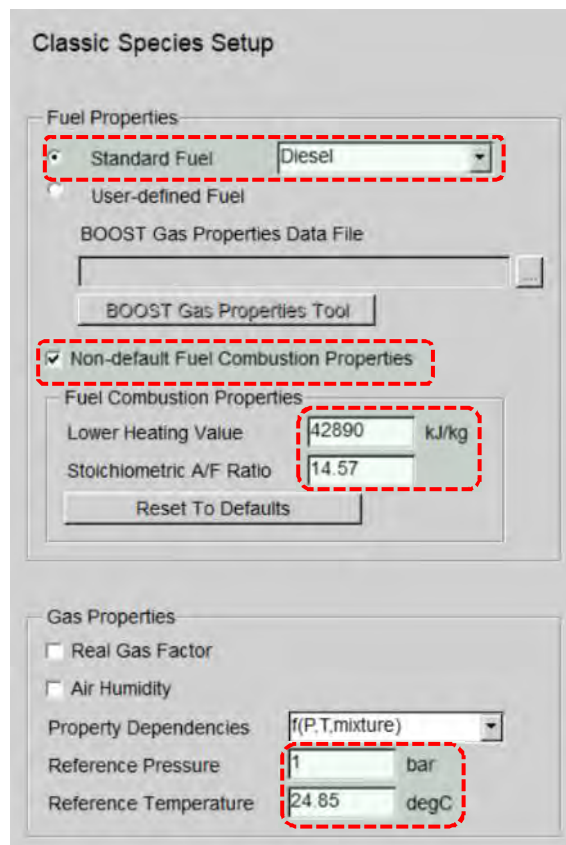


Fig. 3.6 SIMULATION CONTROL – Classic Species Setup

Pas 4 – Cycle Simulation – Classic Species Setup – Initialization

În secțiunea **Initialization** (tabelul 3.1 și figura 3.6) se pot defini caracteristici ale fluidului de lucru (aer, amestec aer-combustibil sau gaze arse) precum presiunea, temperatura, fracția de vapori de combustibil, produșii de ardere și coeficientul de exces de aer. Rolul acestei secțiuni este de a permite inițializarea rapidă a elementelor și, totodată modificarea datelor de intrare pentru toate elementele care utilizează același set din **Global Initialization**. Acest lucru este deosebit de util atunci când modelul este compus dintr-un număr mare de elemente. În cazul în care nu sunt create astfel de seturi, este necesară definirea/modificarea datelor de intrare pentru fiecare element în parte, ceea ce poate duce la un risc de eroare sporit, dar și la creșterea timpului de lucru.

Initialization

Ratio

Se alege opțiunea: A/F-Ratio

Tabelul 3.1 Valorile pentru Cycle Simulation – Classic Species Setup – Initialization

Set	Press. [bar]	Temp. [°C]	Fuel Vapour [-]	Comb. Products [-]	A/F-Ratio [-]
1	1	26.85	0	0	14.57
2	2	176.85	0	0	14.57
3	1.9	106.85	0	0	14.57
4	2	526.85	0	1	14.57
5	1.3	326.85	0	1	14.57
6	1.1	176.85	0	1	14.57

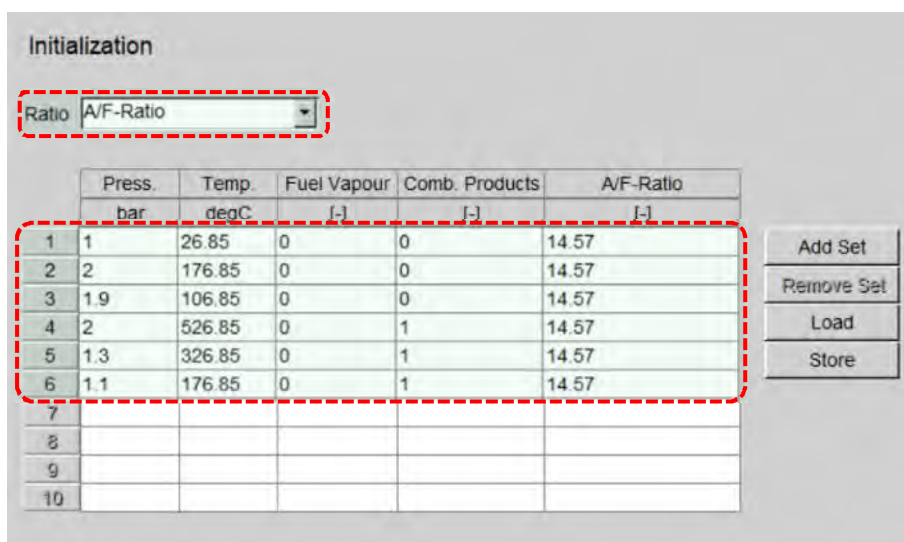


Fig. 3.7 SIMULATION CONTROL – Initialization

Pas 5 – Cycle Simulation – Convergence Control

Secțiunea **Convergence Control** permite definirea criteriilor de convergență a simulării atunci când se realizează mai multe cicluri (**cycles**) de calcul. În acest scop, utilizatorul definește toleranța (**tolerance**) pentru fiecare mărime aleasă ca și criteriu de convergență. După fiecare ciclu de calcul, pentru mărimile alese de utilizator se calculează abaterea față de ciclul precedent. În cazul în care abaterea scade sub valoarea toleranței impuse de utilizator pentru toate mărimile alese ca și criterii de convergență, simularea se oprește. În caz contrar, aceasta continuă până la atingerea numărului de cicluri definit la pasul 2 (Fig. 3.4). Pentru definirea criteriilor de convergență, în secțiunea **Convergence Control** se introduc datele din tabelul 3.2, conform figurilor 3.7 – 3.11.

Convergence Control

Convergence Control	
Se alege opțiunea:	Finish
Convergence Cycles	3

Tabelul 3.2 Datele pentru Cycle Simulation – Convergence Control

Element	Sensor Channel	Tolerance
Cylinder 1	IMEP	500
Cylinder 2	IMEP	500
Cylinder 3	IMEP	500
Cylinder 4	IMEP	500
Turbocharger 1	Mean Rotational Speed	8

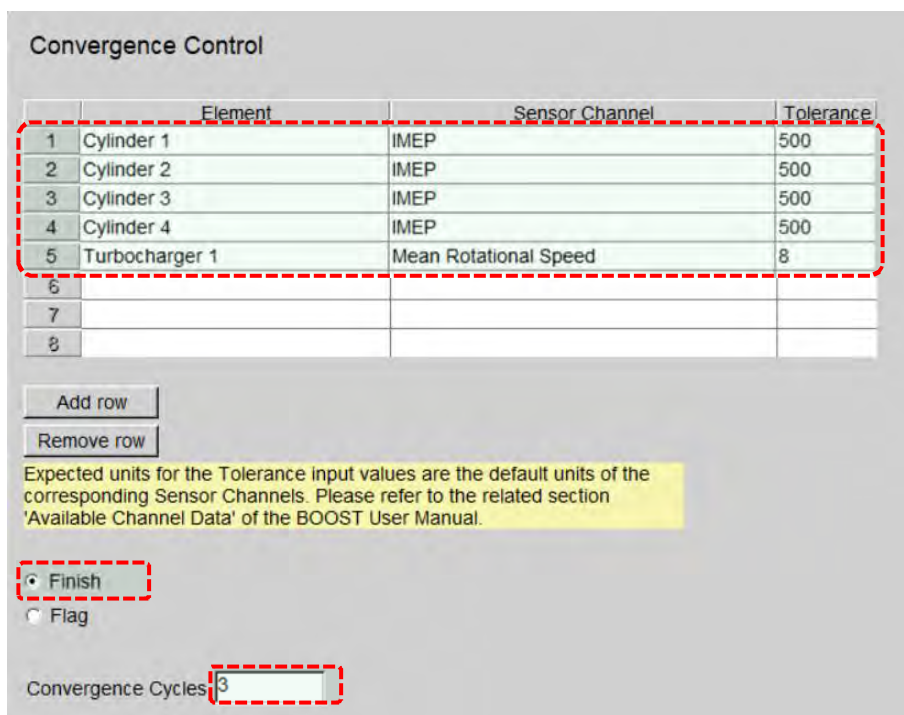


Fig. 3.8 SIMULATION CONTROL – Convergence Control

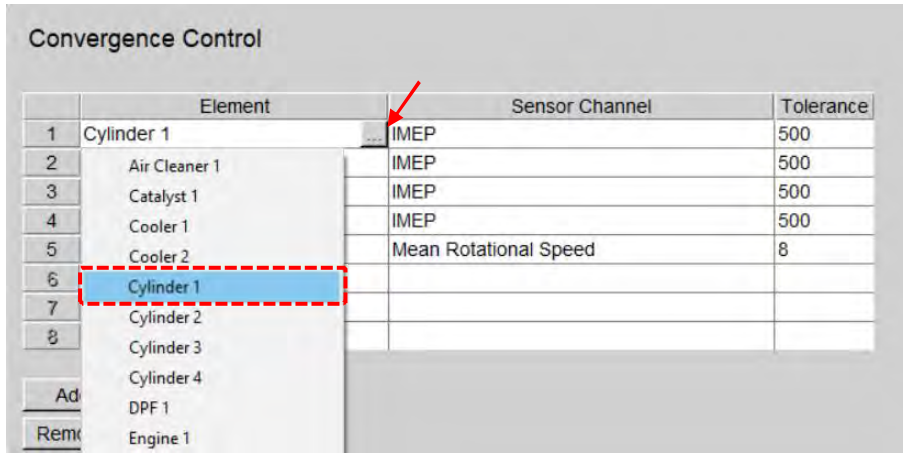


Fig. 3.9 SIMULATION CONTROL – Convergence Control – Selectarea unui element de tip Cylinder

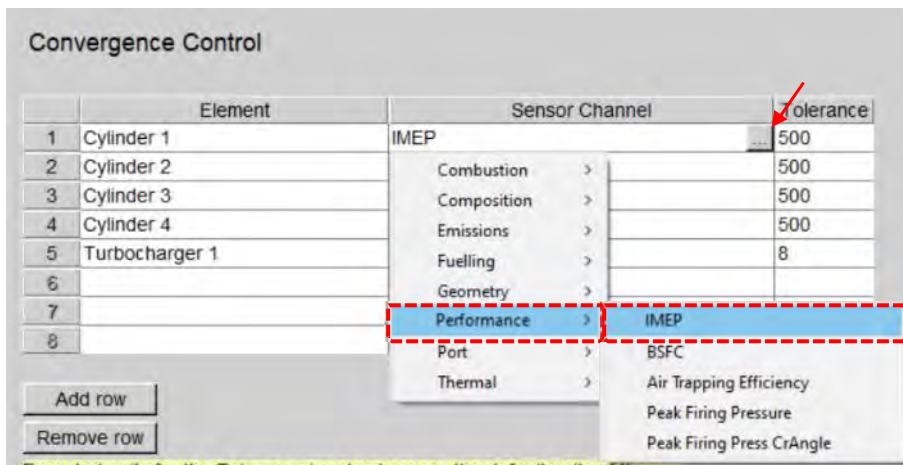


Fig. 3.10 SIMULATION CONTROL – Convergence Control – Selectarea mărimii de control pentru Cylinder

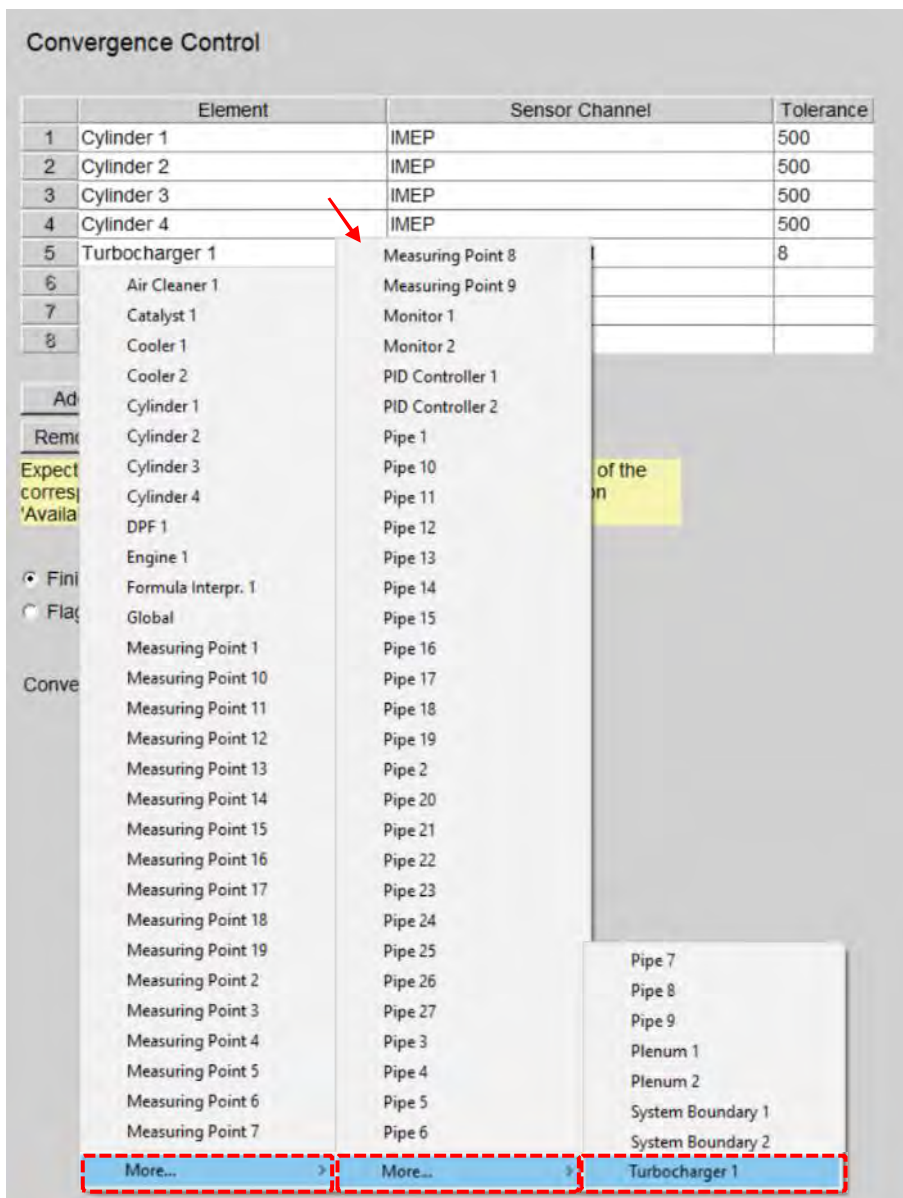


Fig. 3.11 SIMULATION CONTROL – Convergence Control – Selectarea unui element de tip Turbocharger

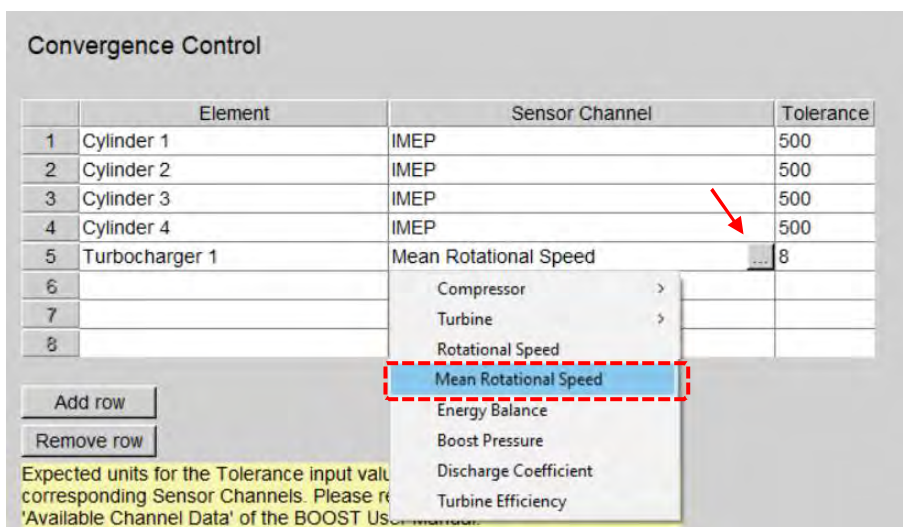


Fig. 3.12 SIMULATION CONTROL – Convergence Control – Selectarea mărimii de control pentru Turbocharger

Pas 6 – Output Control

Pentru a salva datele rezultate în urma calculului în subgrupa **Output Control** (Fig. 3.12) trebuie specificate informații cu privire la intervalul de înregistrare a datelor, modul de prezentare a rezultatelor pentru verificarea convergenței, respectiv condițiile ambientale de referință (presiune și temperatură).

Output Control

Traces		
Saving Interval	1	deg
Transients		
Se alege opțiunea:	Cycle	
Reference Ambient Conditions		
Pressure	1	bar
Temperature	24.85	°C

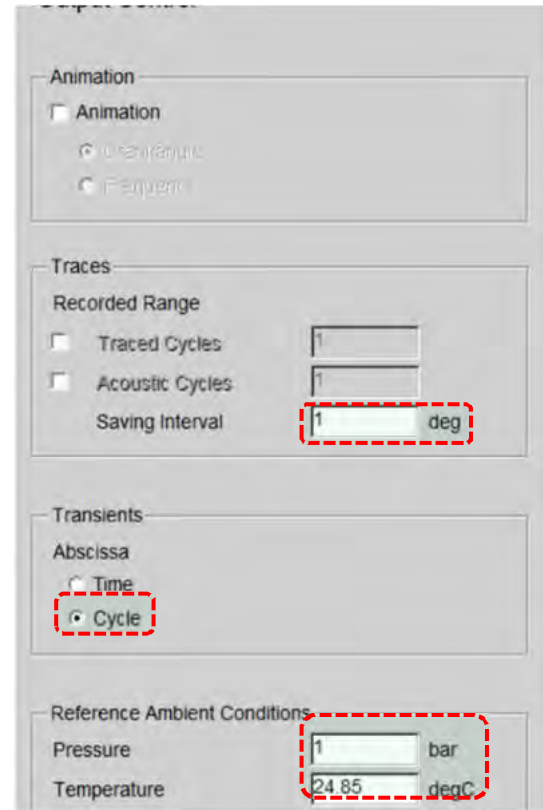


Fig. 3.13 SIMULATION CONTROL – Output Control

Pas 7 – Restart Control

Restart Control permite definirea condițiilor de backup, respectiv de reluare a simulării (Fig. 3.13).

Restart Control

Restart		
Restart Simulation		
Se alege opțiunea:	No	
Se alege opțiunea:	Use Most Recent Restart File	
Restart File		
Restart File Saving Interval	Specific Interval	
Saving Interval	720	deg

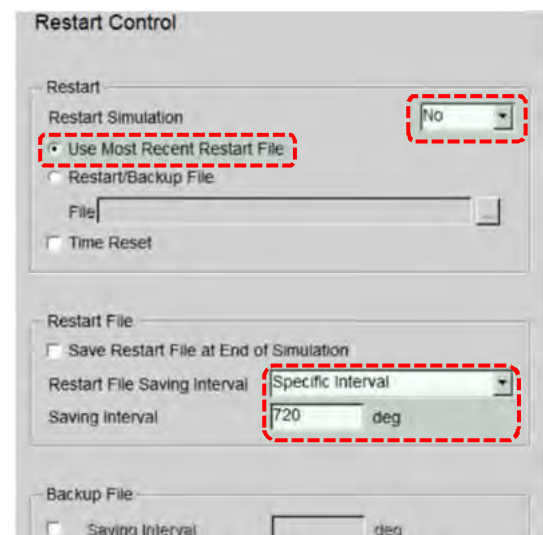
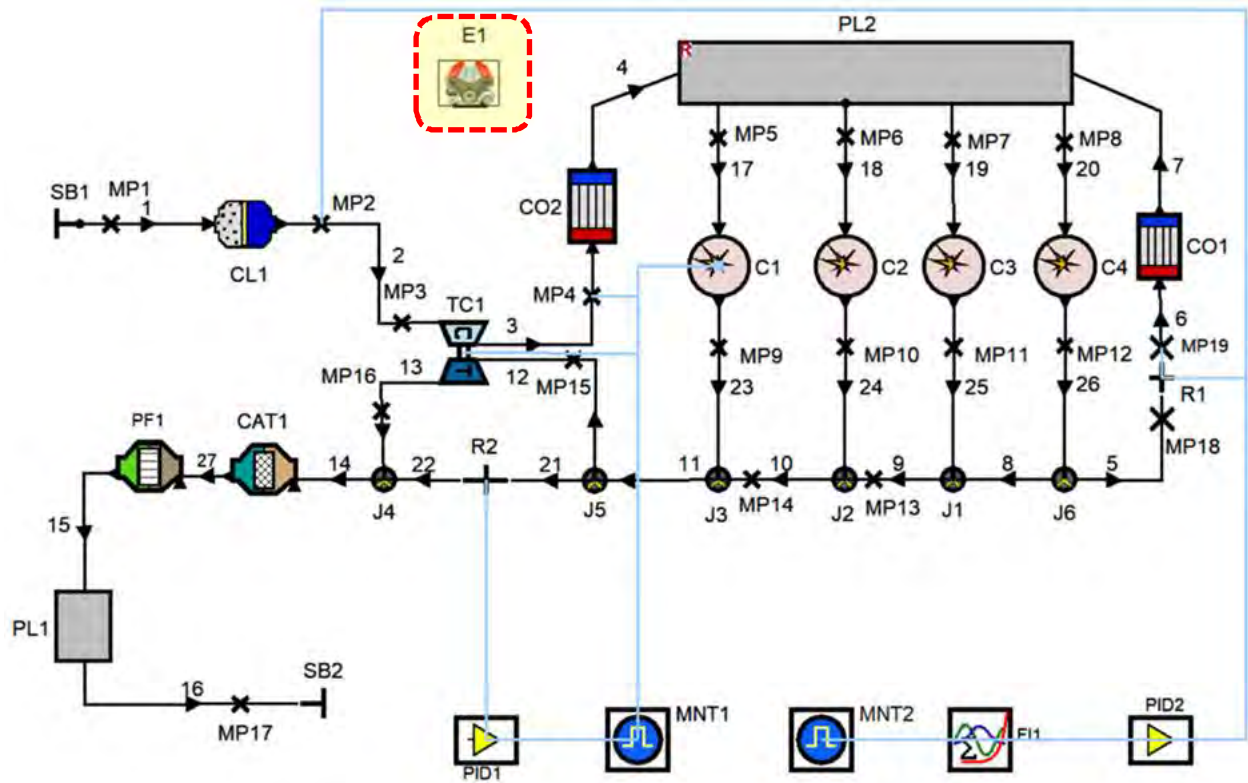


Fig. 3.14 SIMULATION CONTROL – Restart Control

ENGINE



Pas 1 – General

Elementul **Engine** este utilizat pentru definirea unor aspecte generale privind funcționarea motorului (ex. turația, ordinea de aprindere, pierderile prin frecare) și tipul de ciclu motor.

Pentru definire, click pe elementul **Engine** și introduceți următoarele date (Fig. 3.14):

General

Engine speed	5000	rpm
Cycle Type	Se alege opțiunea:	
	4-Stroke	

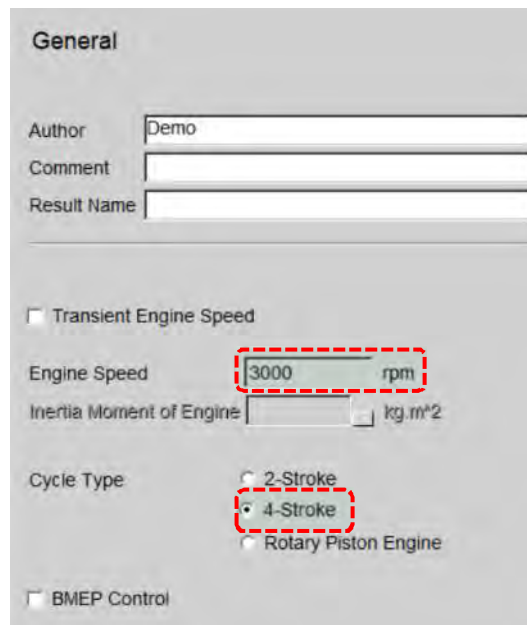


Fig. 3.15 Engine – GENERAL

Pas 2 – Cylinder / RPE-Rotor Setup

Deoarece motorul analizat este policilindric cu cilindrii identici este necesară definirea ordinii de aprindere (în acest caz, 1-3-4-2). Astfel, în subgrupa **Cylinder / RPE-Rotor Setup** selectați opțiunea **Identical Cylinders** și introduceți următoarele date privind ordinea de aprindere (Fig. 3.15):

Cylinder / RPE-Rotor Setup

Firing order	Firing Angle (deg)
1	0
2	540
3	180
4	360

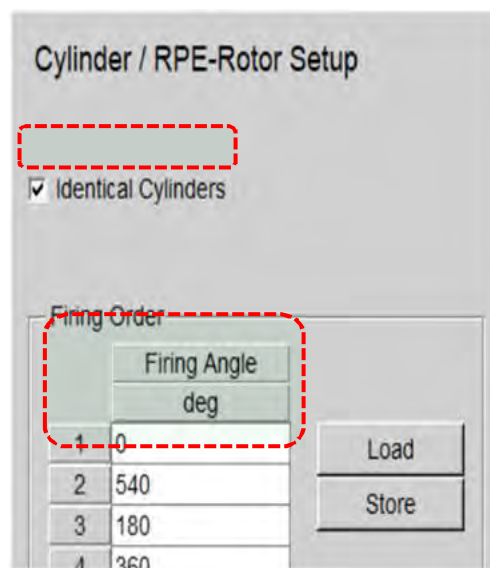


Fig. 3.16 Engine – CYLINDER / RPE-ROTOR SETUP

Pas 3 - Engine Friction

Pentru calculul pierderilor prin frecare, în subgrupa **Engine Friction**, selectați opțiunea **Table** (Fig. 3.16), iar apoi introduceți datele din figura 3.17 în secțiunea **Engine Friction[1]: friction_list**:

Engine Friction

Engine Friction	
Se alege opțiunea:	Table
Friction Multiplier	1

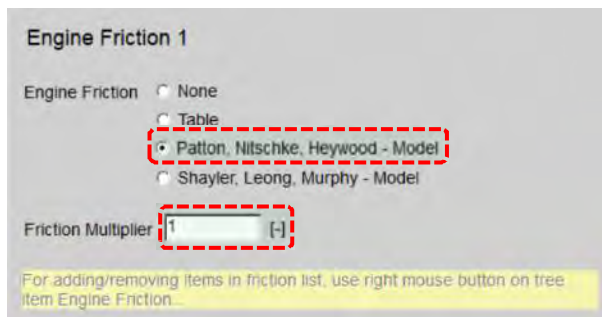


Fig. 3.17 Engine – ENGINE FRICTION

Friction Model

Cylinder	
Cylinder Arrangement	
Se alege opțiunea:	Inline
Valve Train	
Type of Valve Train	
Se alege opțiunea:	SOHC-Rocker Arm
Number of Camshaft Bearings	5
Maximum Valve Lift	8.6 mm
Type of Cam Follower	
Se alege opțiunea:	Flat Follower
Oil Type	
Se alege opțiunea:	SAE 10/W40
Oil Temperature	80 degC

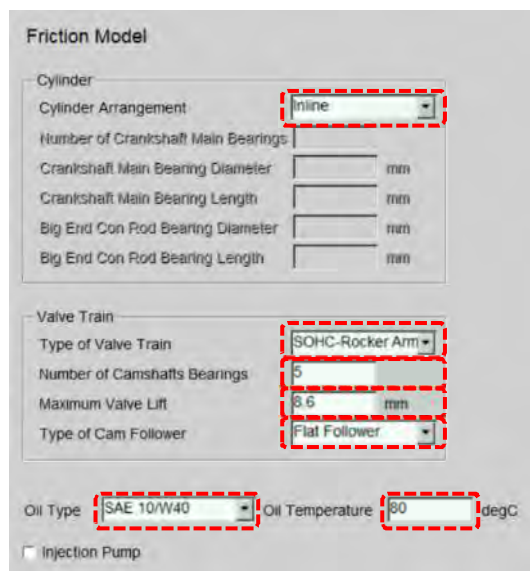
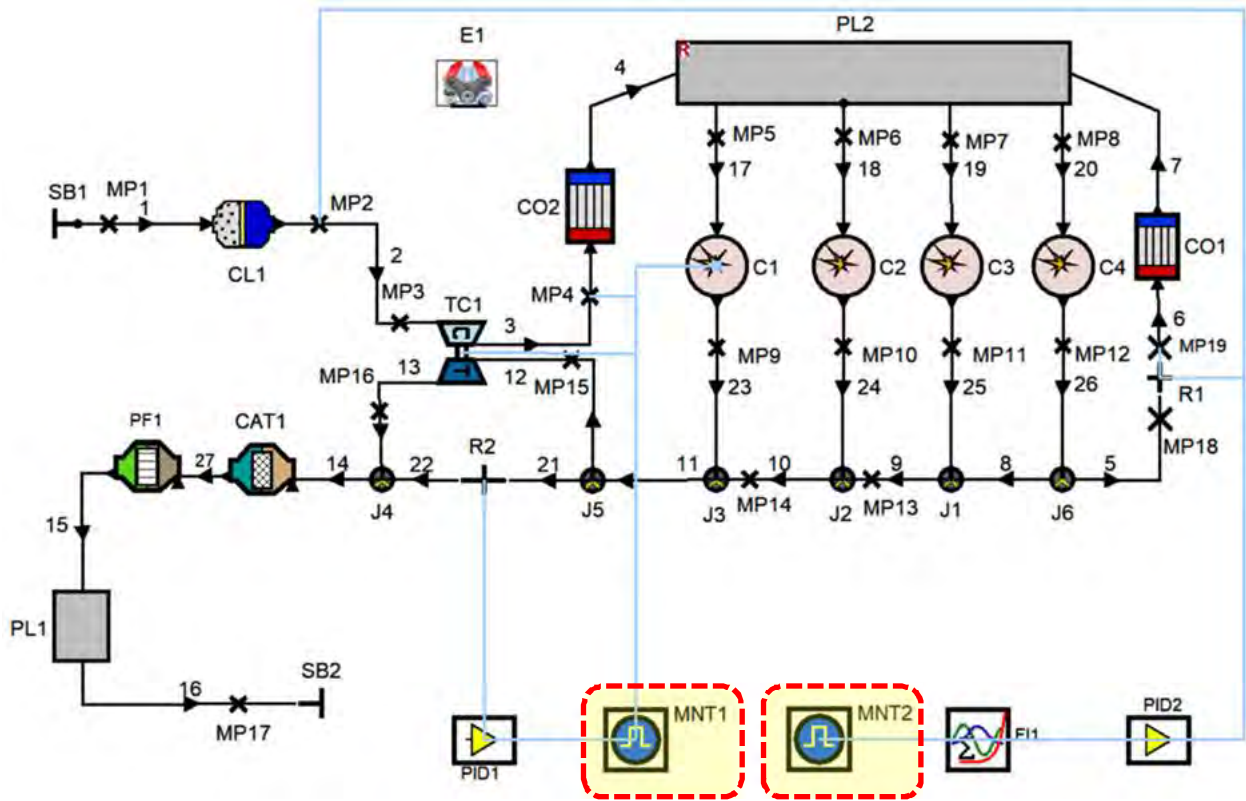


Fig. 3.18 Engine – ENGINE FRICTION – Friction Set

MONITOR



MNT1

Elementul **Monitor** este utilizat pentru a crea rezultate pentru regimul tranzitoriu în folder-ul de rezultate și în monitorul online (**Online Monitor**) pentru actuatorii (**Actuator**) și senzorii (**Sensor Channels**) specificați de utilizator. Trebuie avut în vedere faptul că, pentru un **Monitor** valorile sunt reprezentate pe aceeași axă, motiv pentru care este de preferat ca valorile să aibă același ordin de mărime. Uzual, **Monitor** este utilizat pentru:

- ▶ verificarea valorii unui canal al unui model care conține un număr mare de elemente de control;
- ▶ vizualizarea de rezultate suplimentare calculate utilizând **Formula Interpreter**;
- ▶ verificarea performanței unui controler PID prin monitorizarea valorilor (target, ouput și actual).

Pentru definire alegeți elementul **Monitor** și introduceți următoarele date (figurile 3.18 și 3.19):

General

General

Author: Demo

Comment:

Result Name: Date:

Calculation Task

Cycle Simulation

Aftertreatment

Prepare Online Monitor configuration

Fig. 3.19 MNT1 – GENERAL

Sensor Channels

Sensor Channels

Share One Online Monitor Pane for Sensor Channels

	Variable	Element	Sensor Channel	Show	Description
1	Cyl_A2Frat	Cylinder 1	A/F-Ratio	yes	
2	TCspeed	Turbocharger 1	Mean Rotational Speed	yes	
3	P02	Measuring Point 4	Mean Pressure	yes	
4	Wgv_Cd	PID Controller 1	Output	yes	
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Insert Row

Remove Row

Note: Channel Values are interpreted according the Units specified in Chapter 8.2. Available Channel Data.

Fig. 3.20 MNT1 – SENSOR CHANNELS

MNT2

Pentru definirea elementului **MNT2** sunt necesare următoarele date (figurile 3.20 și 3.21):

General

General

Author

Comment

Result Name Date

Calculation Task

Cycle Simulation

Aftertreatment

Prepare Online Monitor configuration

Fig. 3.21 MNT2 – GENERAL

Sensor Channels

Sensor Channels

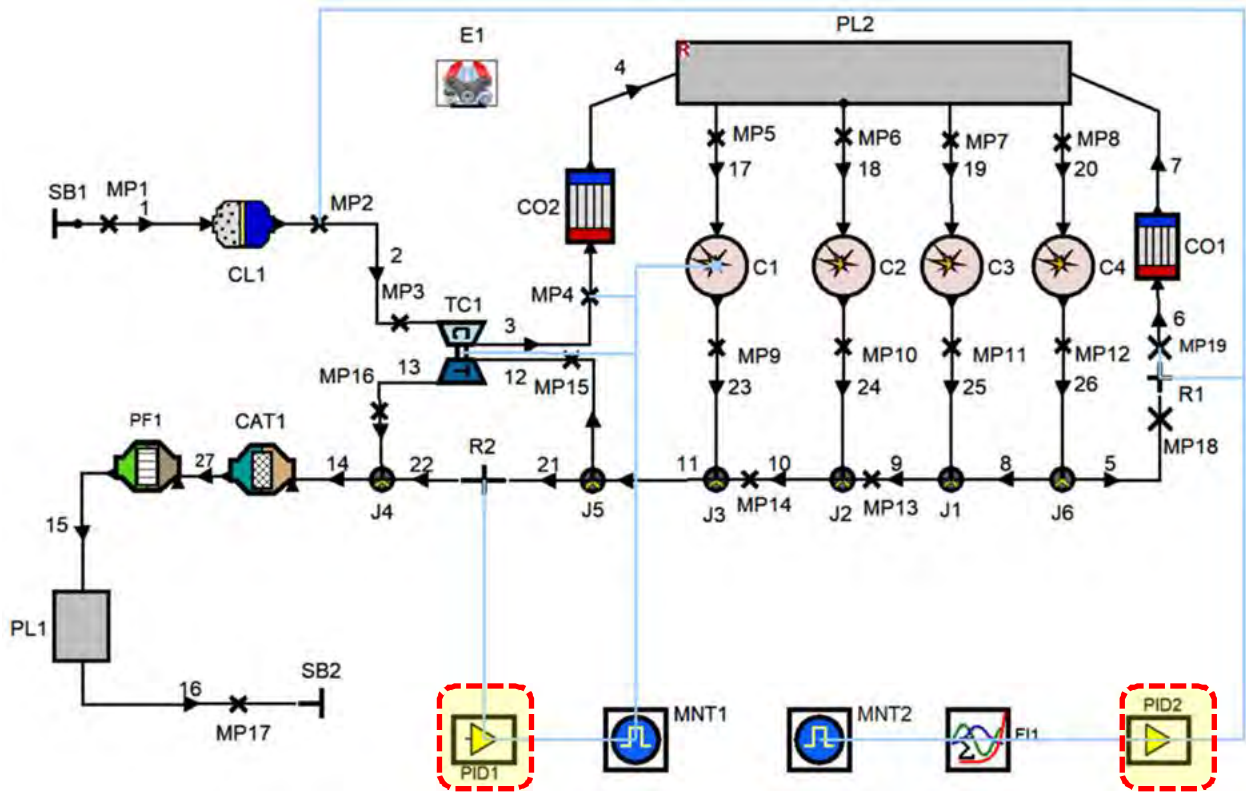
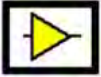
Share One Online Monitor Pane for Sensor Channels

	Variable	Element	Sensor Channel	Show	Description
1	PID1	PID Controller 2	Output	yes	
2	FI1	Formula Interpr. 1	Output No. 1	yes	
3	MP19	Measuring Point 19	Mean Mass Flow	yes	
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Note: Channel Values are interpreted according the Units specified in Chapter 8.2. Available Channel Data.

Fig. 3.22 MNT2 – SENSOR CHANNELS

PID CONTROLLER



PID1

Elementul **PID Controller (Proportional-Integral-Derivative Controller)** este utilizat pentru controlul în buclă închisă. Acest tip de control are ca și ieșire o variabilă de control a actuatorului (**AV – Actuator control Variable**) și se bazează pe eroarea (**e - Error**) dintre valoarea ghid (de referință) (**GV – Guiding Value**) și o valoare dată de senzor (**SV – Sensor Value**). Fiecare element din **PID Controller** se referă a o acțiune aplicată erorii:

- ▶ Dacă o modificare pozitivă a actuatorului (**AV**) cauzează o modificare pozitivă lui **SV**, semnele din controller (sumator) vor fi pozitive.
- ▶ Dacă o modificare pozitivă a actuatorului (**AV**) cauzează o modificare negativă lui **SV**, semnele din controller (sumator) vor fi negative.
 - **Proportional:** eroarea este înmulțită cu o constantă **K_p**.
Este un amplificator ajustabil. În cadrul unui sistem, **K_p** este responsabil de stabilitatea sistemului: prea mic și **SV** are abateri, prea mare și **SV** va oscila.
 - **Integrator:** integrala erorii este înmulțită cu **K_i**.
K_i este responsabil de eroare staționară nulă, dar dacă **K_i** este prea mare, poate provoca oscilații, instabilitate sau chiar saturarea actuatorului.
 - **Derivativ:** viteza de variație a erorii este înmulțită cu **K_d**.
În multe sisteme **K_d** este responsabil de răspunsul sistemului: dacă e prea mare **SV** va oscila, prea mic și **SV** va răspunde greu. De menționat că partea derivativă amplifică de asemenea zgomotul din semnalul de eroare.

Partea de ajustare a unui **PID Controller** implică ajustarea **K_p**, **K_i** și **K_d** pentru a ajunge la un răspuns al sistemului optim din punctul de vedere al utilizatorului.

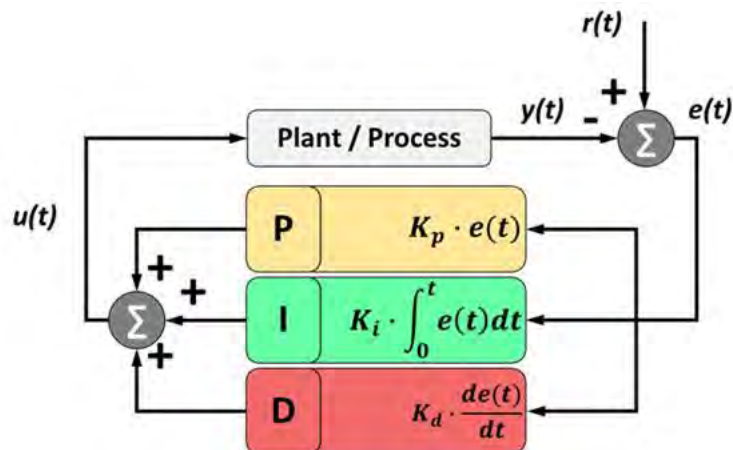


Fig. 3.23 Schema de funcționare a unui PID Controller

Controllerul PID este implementat astfel:

$$P_i = K_p \cdot e_i \quad (3.1)$$

$$I_i = K_i \cdot \int_0^t e_k dt \quad (3.2)$$

$$D_i = \frac{K_d}{\Delta t} \cdot (e_i - e_{i-1}) \quad (3.3)$$

$$AV_i = P_i + I_i + D_i \tag{3.4}$$

unde $e_i = GV_i - SV_i$ cu interval de eșantionare dt , iar $AV_{Max} > AV_i > AV_{Min}$.

Pentru definire alegeți elementul **PID 1** și introduceți următoarele date (figurile 3.22 și 3.24):

General

Calculation Task		
Se alege opțiunea:	Cycle Simulation	
Gains		
Se alege opțiunea:	Specified	
Proportional	-1.3e-05	1/Pa
Integral	-3.6e-05	1/Pa·s
Differential	0	s/Pa
Offset	0	bar
Interaction Step		
Se alege opțiunea:	Cyclic	

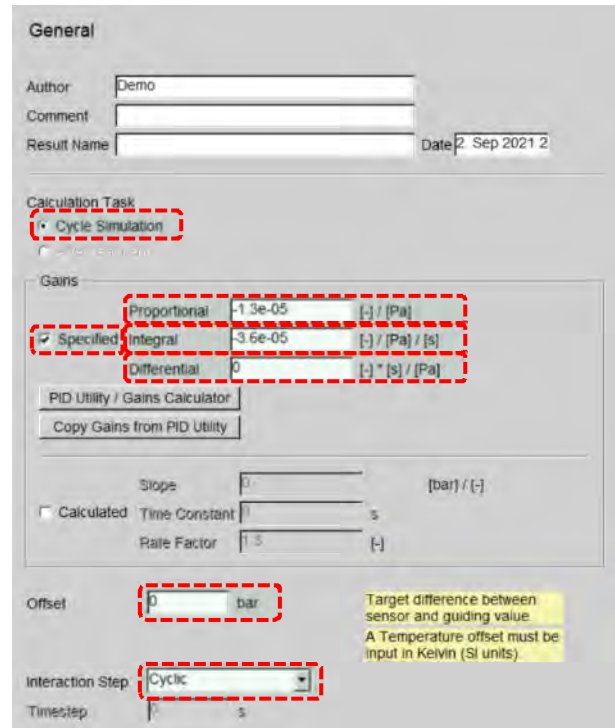


Fig. 3.24 PID1 – GENERAL

Sensor Channel Connection of PID Controller

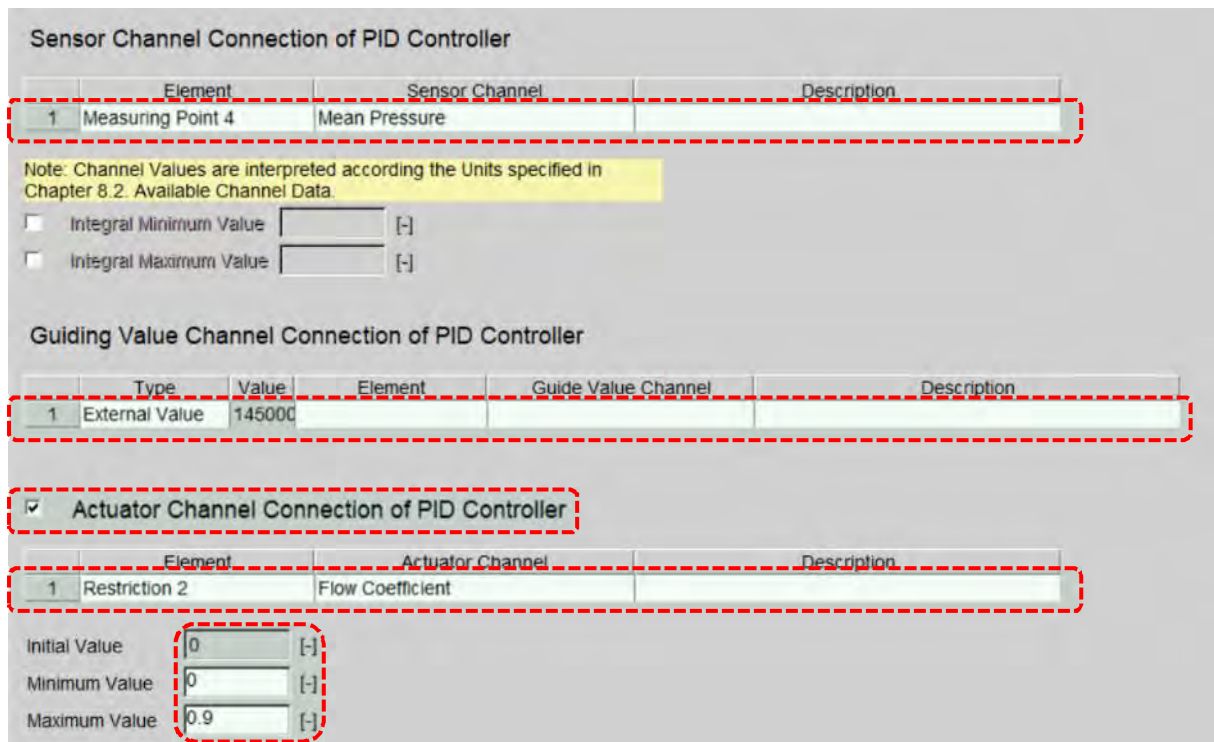


Fig. 3.25 PID1 – SENSOR CHANNELS

La nevoie, pentru definirea unui **PID Controller** se poate accesa utilitarul **PID Utility / Gains Calculator** (Fig. 3.25).

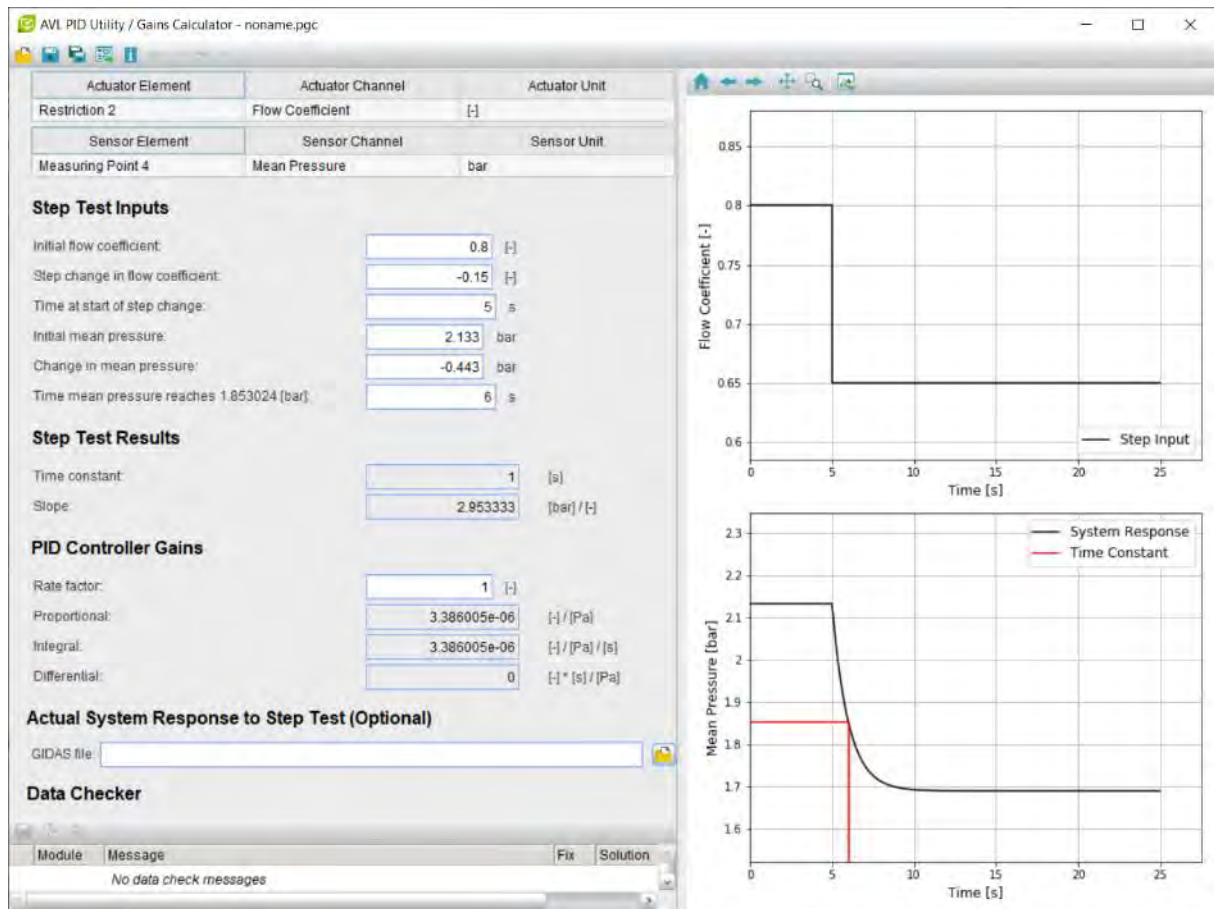


Fig. 3.26 PID1 – SENSOR CHANNELS

PID2

Pentru definirea elementului **PID 2** introduceți următoarele date (figurile 3.22 și 3.24):

General

Calculation Task	Se alege opțiunea: Cycle Simulation	
Gains	Se alege opțiunea: Specified	
Proportional	0.9	1/Pa
Integral	7.7	1/Pa·s
Differential	0	s/Pa
Offset	0	bar
Interaction Step	Se alege opțiunea: Cyclic	

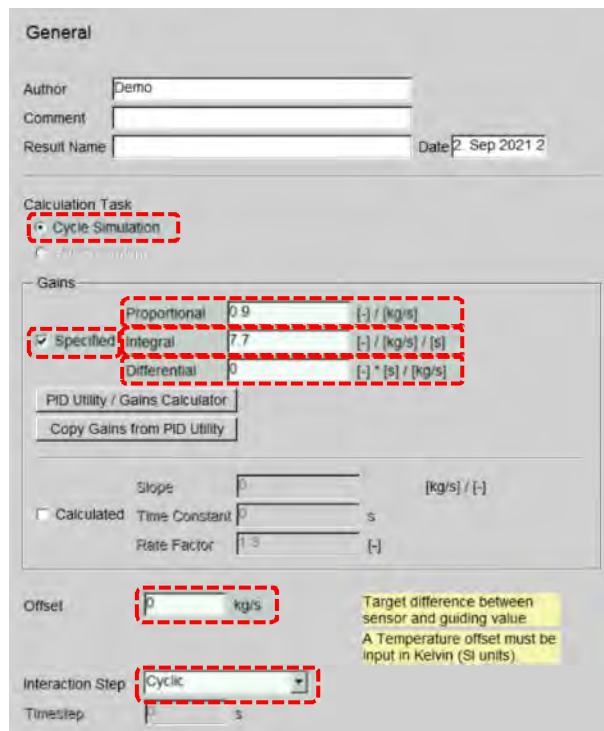


Fig. 3.27 PID2 – GENERAL

Sensor Channel Connection of PID Controller

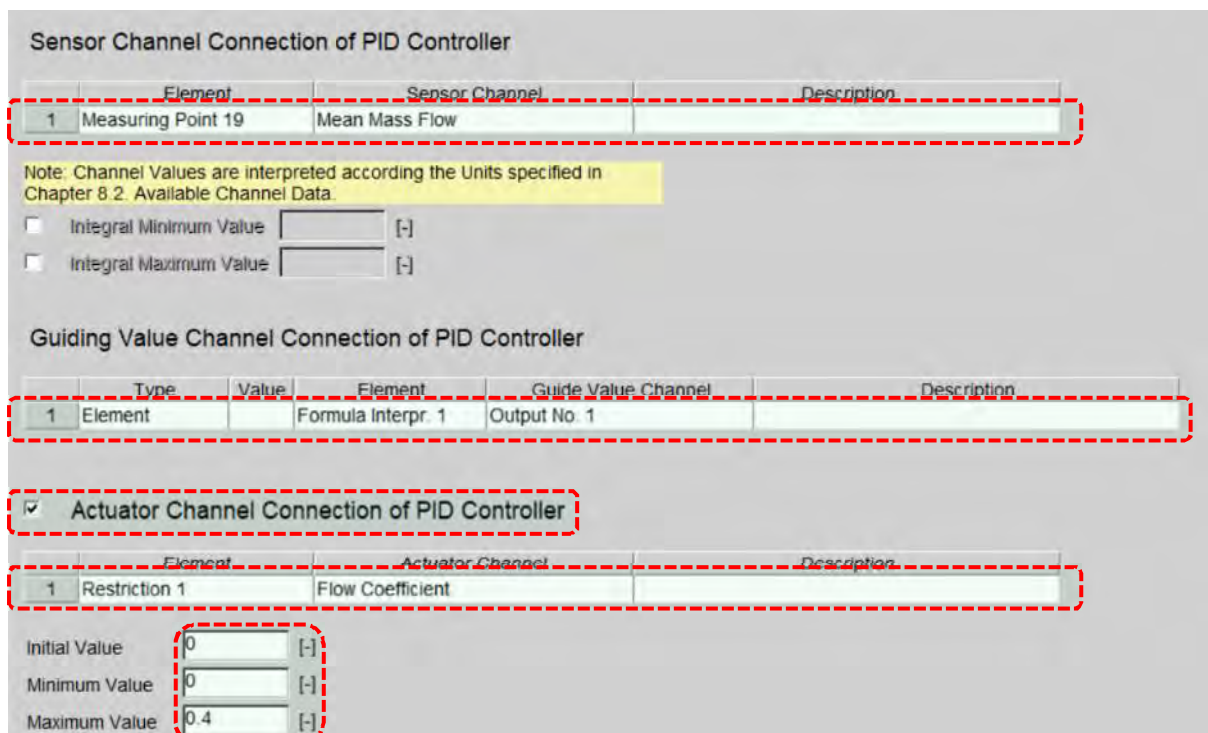
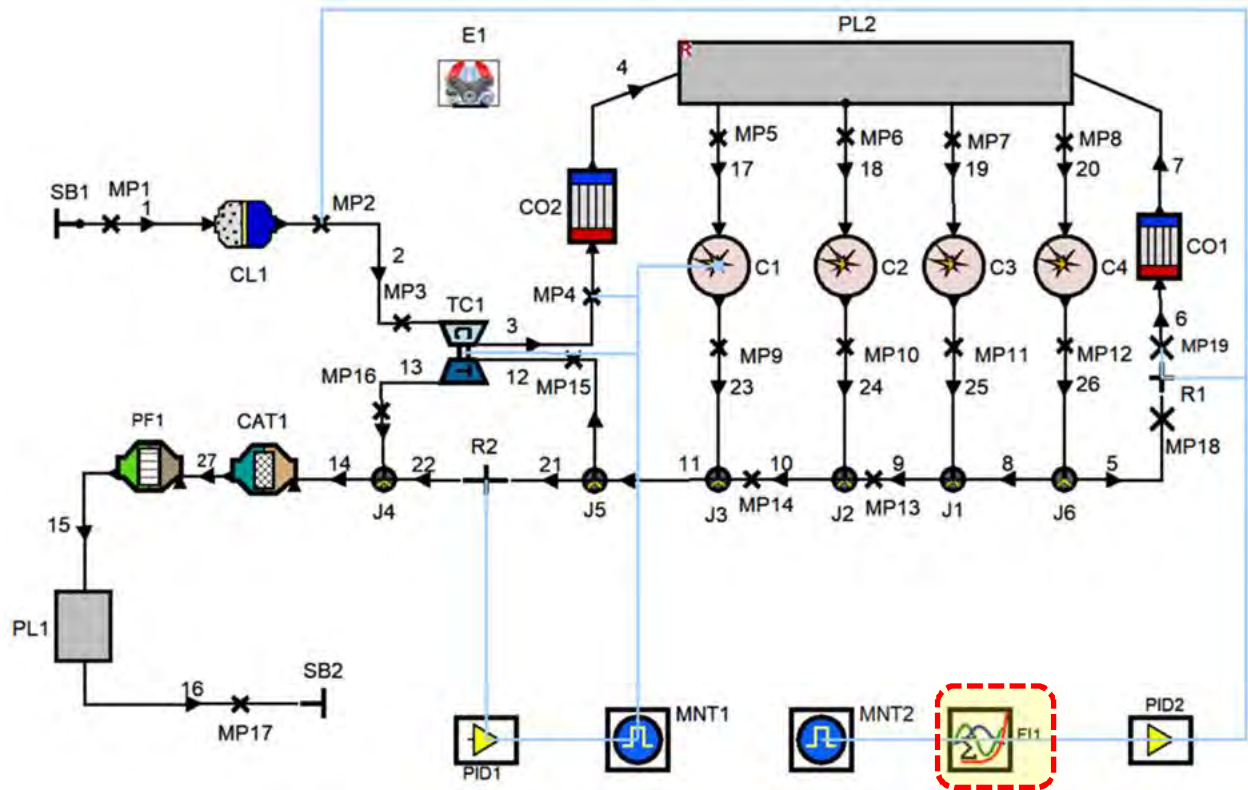


Fig. 3.28 PID2 – SENSOR CHANNELS

FORMULA INTERPRETER



Pas 1 - General

Elementul **Formula Interpreter** permite definirea unor funcții care să returneze o valoare dorită (ieșire) în funcție de o alte variabile (intrare). În programul software AVL Boost™:

- ▶ intrările (**INPUT**) – pot fi valori constante sau canale de senzori (**Sensor Channels**);
- ▶ ieșirile (**OUTPUT**) – canalele de actuatori (**Actuator Channels**);
- ▶ funcția poate conține bucle, variabile locale sau operatori decizionali;
- ▶ sintaxa limbajului de programare este similară cu cea a limbajului C;
- ▶ evaluarea funcției se face la fiecare pas.

Pentru definire alegeți elementul **Formula Interpreter** și introduceți următoarele date (Fig. 2.13):

General

Calculation Task

Se alege opțiunea: Cycle Simulation

Global Variables

Variable	Value
EGR	0.2

Fig. 3.29 Formula Interpreter – GENERAL

Pas 2 – Sensor Channels

În secțiunea **Sensor Channels** la numele variabilei (**Variable**) scrieți denumirea **MFair**, la element (**Element**) alegeți **Measuring Point 2**, iar ca și mărime furnizată de senzor (**Sensor Channel**) alegeți **Mean Mass Flow** (figurile 3.29 – 3.31).

Sensor Channels

#	Variable	Element	Sensor Channel	Description
1	MFair	Measuring Point 2	Mean Mass Flow	
2				
3				
4				
5				

Fig. 3.30 Formula Interpreter – SENSOR CHANNELS

	Variable	Element	Sensor Channel	Description
1	MFair	Measuring Point 2	Mean Mass Flow	
2		Global		
3		Measuring Point 19		
4		Measuring Point 2		
5		Monitor 2		
6		PID Controller 2		
7		Pipe 1		
8		Pipe 10		
9		...		

Fig. 3.31 Formula Interpreter – SENSOR CHANNELS – Alegerea elementului

	Variable	Element	Sensor Channel	Description
1	MFair	Measuring Point 2	Mean Mass Flow	
2			Pressure >	
3			Temperature >	
4			Flow >	
5			Acoustics >	
6			Properties >	
7			Convergence >	
8			Mass Flow	
9			Mean Mass Flow	
10			Mean Mach Number	

Fig. 3.32 Formula Interpreter – SENSOR CHANNELS – Alegerea mărimii furnizate de senzor

Pas 3 – Actuator Channels

În secțiunea **Actuator Channels** la numele variabilei (**Variable**) scrieți denumirea **MFegr**. La element (**Element**) și mărime furnizată de senzor (**Sensor Channel**) rămâne **None** (Fig. 3.32).

Actuator Channels

	Variable	Element	Actuator Channel	Description
1	MFegr	None	None	
2				
3				

Fig. 3.33 Formula Interpreter – SENSOR CHANNELS

Pas 4 – Formula

Formula de calcul (ec. 3.5) se va scrie în secțiunea **Operations** (Fig. 3.33). Pentru a verifica variabilele introduse se poate accesa **Show Variables** (Fig. 3.34).

$$MFegr = -(EGR * MFair / (EGR - 1)); \tag{3.5}$$

Actuator Channels

Operations
MFegr=-(EGR*MFair/(EGR-1)).

Fig. 3.34 Formula Interpreter – SENSOR CHANNELS

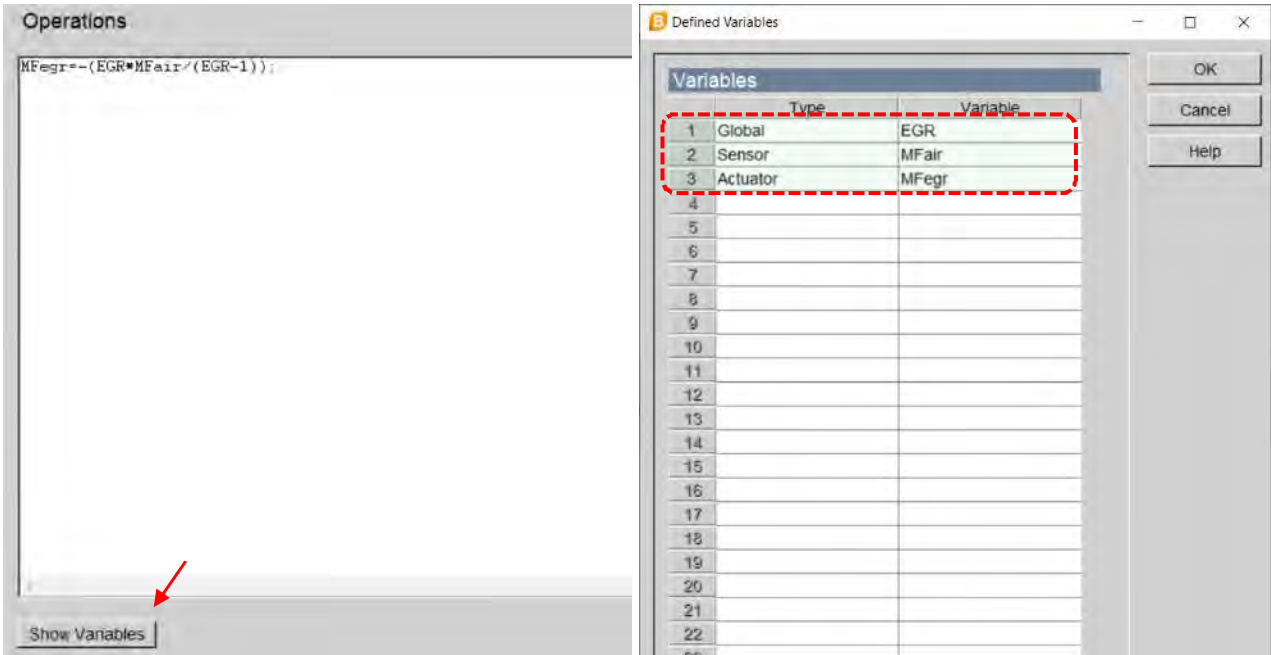
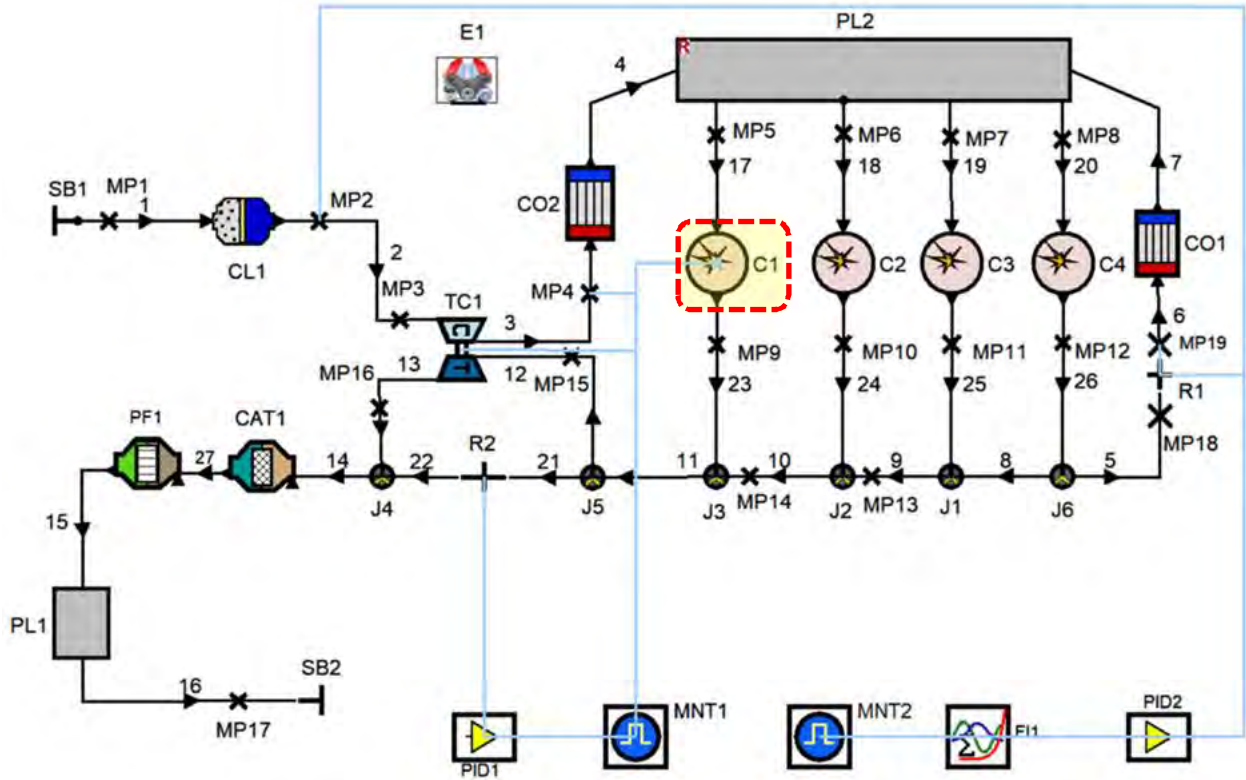


Fig. 3.35 Formula Interpreter – SENSOR CHANNELS

CYLINDER



Pas 1 – General

Pentru componenta **Cylinder**, la opțiunea **General** introduceți principalele date geometrice ale mecanismului motor (Fig. 3.35). Deoarece la pasul 2 din secțiunea **Engine** s-a ales opțiunea **Identical Cylinders** este suficient să se introducă datele necesare pe un singur cilindru. În cazul de față, exemplificarea se va face pentru elementul **C1** (Fig. 3.36).

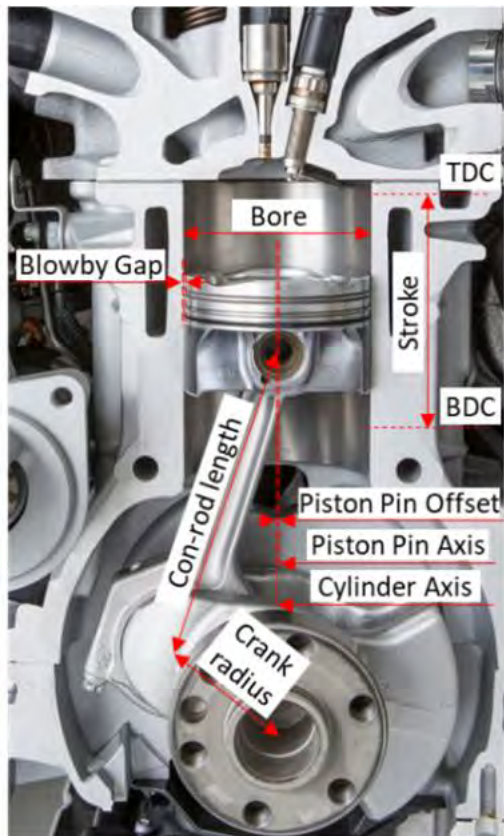


Fig. 3.36 Principalele date geometrice ale mecanismului motor (adaptare după [1])

General

Bore	76	mm
Stroke	80.5	mm
Compression Ratio	17.9	-
Con-Rod Length	133.75	mm
Piston Pin Offset	0.3	mm
Effective Blow by Gap	0.005	mm
Mean Crankcase Press	1	bar
Scavenge Model	Se alege opțiunea: Perfect Mixing	

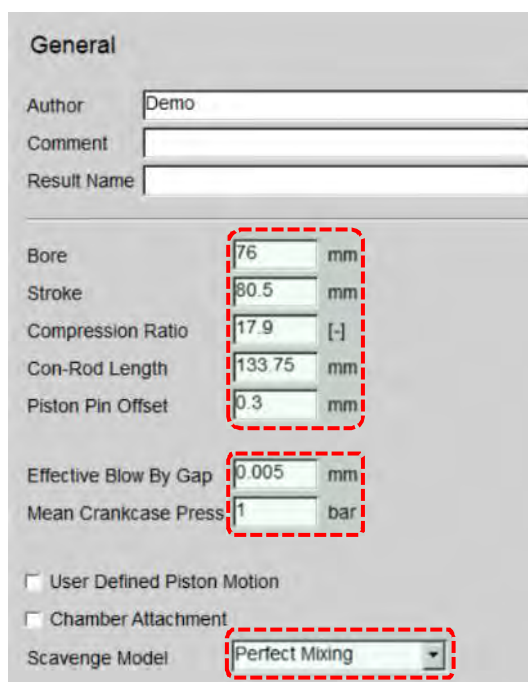


Fig. 3.37 Cylinder – GENERAL

Pas 2 – Initialization

În figura 2.17 este prezentată curba de presiune din cilindru pe un ciclu, respectiv modul de realizare a unui calcul iterativ. Simularea ciclului curent începe de la momentul deschiderii supapelor de evacuare a ciclului anterior (inițial, aceste date sunt furnizate de utilizator – pot fi estimate pe baza măsurătorilor experimentale sau din literatura de specialitate). Datele obținute în urma calculului ciclului curent sunt apoi utilizate ca date de intrare pentru ciclul următor. Acest lucru se repetă până se atinge numărul de cicluri specificat la **Simulation Control**.

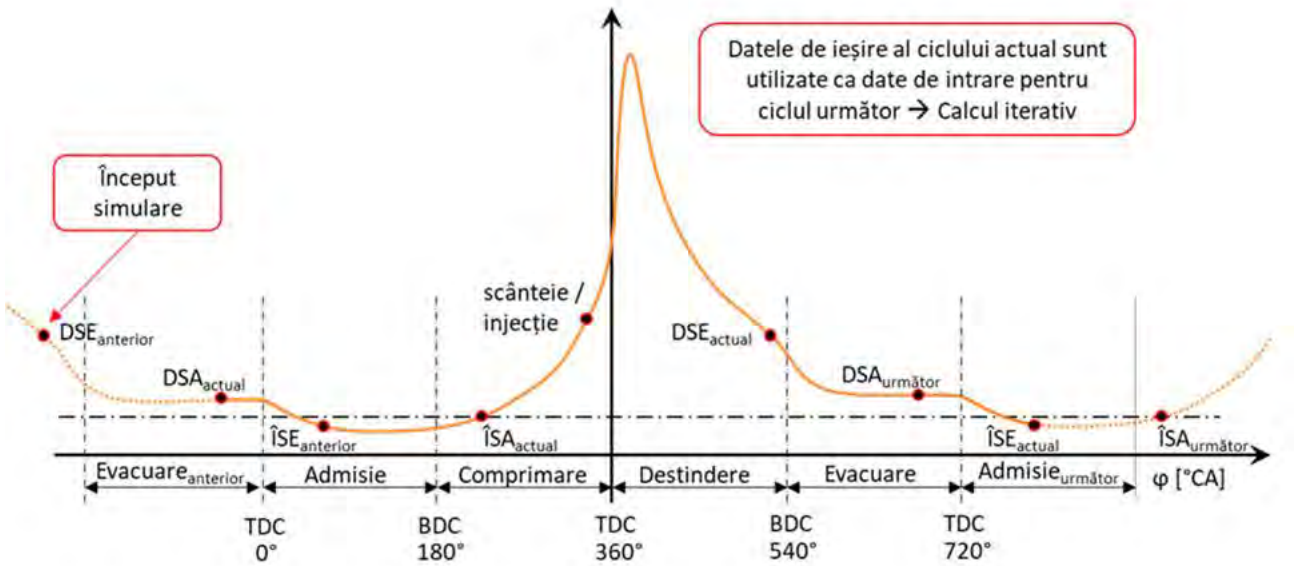


Fig. 3.38 Modul de efectuare a calculului și datele de intrare necesare

Următorul pas este introducerea datelor corespunzătoare condițiilor din cilindru la deschiderea supapelor de evacuare (aceste date se obțin prin măsurători experimentale). Pentru aceasta, alegeți opțiunea **INITIALIZATION** și introduceți următoarele date (Fig. 2.18):

Initialization

Initial conditions at EO		
Pressure	7	bar
Temperature	726.85	degC
Initial Gas Composition		
Ratio Type	Se alege opțiunea:	
Ratio Value	A/F Ratio	
Fuel Vapour	14.57	-
Combustion Products	0	-
	0.8	-

The screenshot shows the "Initialization" dialog box. The "Initial Conditions at EO" section has "Pressure" set to 7 bar and "Temperature" set to 726.85 degC. The "Initial Gas Composition" section has "Ratio Type" set to "A/F - Ratio", "Ratio Value" set to 14.57, "Fuel Vapour" set to 0, and "Combustion Products" set to 0.8. A checkbox for "SHP Condition Setting" is present at the bottom and is unchecked. Red dashed boxes highlight the input fields for Pressure, Temperature, Ratio Type, Ratio Value, Fuel Vapour, and Combustion Products.

Fig. 3.39 Cylinder – INITIALIZATION

Pas 3 – Combustion

În continuare se definesc modelul de calcul a arderii și caracteristicile sistemului de alimentare cu combustibil (formare externă a amestecului). Se alege opțiunea **Combustion** și se introduc următoarele date (Fig. 2.19):

Combustion

Heat Release		
Se alege opțiunea:	AVL MCC Model	
Fuelling		
Se alege opțiunea:	Fuel Mass / Cycle	
Fuel Mass / Cycle	25	mg
Mixture Preparation		
Se alege opțiunea:	Internal	
Fuel Temperature	60	°C

Fig. 3.40 Cylinder – COMBUSTION

Pas 4 – Combustion – AVL MCC Model

Modelul de ardere ales va fi **AVL MCC Model**, care estimează cantitatea de căldură eliberată (**ROHR**) și emisiile poluante (**Pollutants**) pe baza cantității de combustibil din cilindru și pe baza energiei cinetice turbulente care însoțește injecția de combustibil. Deoarece motorul considerat este echipat cu sistem de injecție directă, pentru a activa modelul de ardere **AVL MCC Model** este necesară selectarea opțiunii de preparare internă a amestecului: **Mixture Preparation: Internal** (fără această opțiune activată **AVL MCC Model** nu va fi disponibil în lista **Heat Release**).

După alegerea modelului de ardere **AVL MCC Model** se definesc caracteristicile fizice ale injectorului (în figura 1.17 este indicat diametrul necesar) și proprietățile pulverizatorului (**Physical Properties**), respectiv parametri inițiali ai modelului de ardere (**Model Parameters**). Pentru aceasta, click pe **AVL MCC Model** și introduceți datele următoarele date (Fig. 3.41):

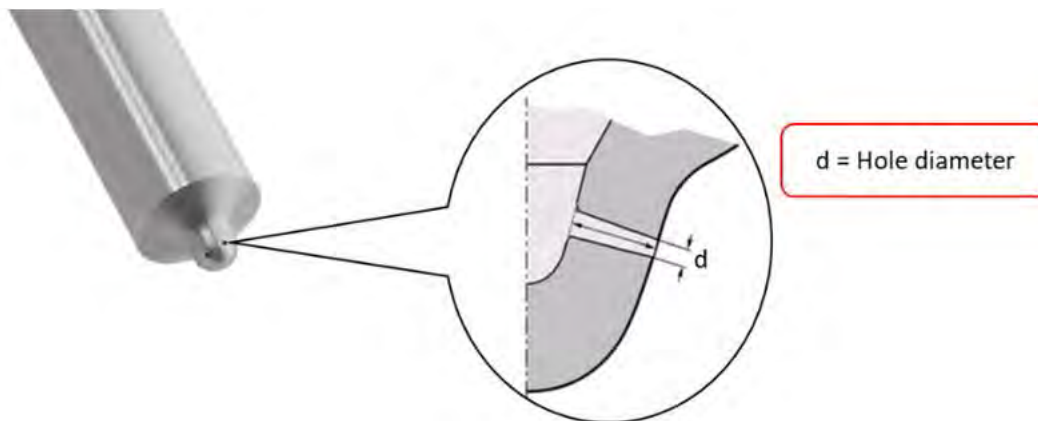


Fig. 3.41 Pulverizator cu multiple orificii de injecție

Physical Properties		
Number of Injector Holes	7	-
Hole Diameter	0.12	mm
Rail Pressure	800	bar
Normalised Model Parameters		
Ignition Delay Calibration Factor	0.7	-
Combustion Parameter	1.155	-
Turbulence Parameter	1.408	-
Dissipation Parameter	0.675	-
EGR Influence Parameter	0.72	-
Premixed Combustion Parameter	0.7	-
Rate of Injection	Se alege opțiunea: calculated	

AVL MCC Model

Physical Properties

Number of Injector Holes: 7

Hole Diameter: 0.12 mm

Discharge Coefficient: [-]

Rail Pressure: 800 bar

Normalised Model Parameters

Ignition Delay Calibration Factor: 0.7 [-]

Combustion Parameter: 1.155 [-]

Turbulence Parameter: 1.408 [-]

Dissipation Parameter: 0.675 [-]

EGR Influence Parameter: 0.72 [-]

Premixed Combustion Parameter: 0.7 [-]

Rate of Injection: calculated

Experienced Users Input

Fig. 3.42 Cylinder – AVL MCC Model

Pas 5 – Combustion – AVL MCC Model – Normalized IRATE

Definirea procesului de injecție se face accesând secțiunea **IRATE**. Legea de injecție **IRATE** definește cantitatea de combustibil livrată de către injectoare, pe baza secvențelor multiple de injecție și anume maxim cinci secvențe de injecție: maxim două secvențe de pre-injecție (**Pilot**), o injecție principală (**Main**), respectiv maxim două secvențe post-injecție (**Post**) și se selectează din opțiunea **AVL MCC Model** alegând opțiunea **Rate of Injection Calculated** (figura).

Pentru definirea **IRATE** se introduc următoarele date:

IRATE

Fuel

Fuel Density	830	kg/m ³
Ignition Timing		
Maximum Needle Lift	0.2	mm
Delay – Start ts	120	micros
Delay – End te	250	micros
Delay – Up tu	240	micros
Delay – Down td	170	micros
Signal On (deg)	Signal Off (deg)	
-18.5	-16.5	
-8.5	0.5	

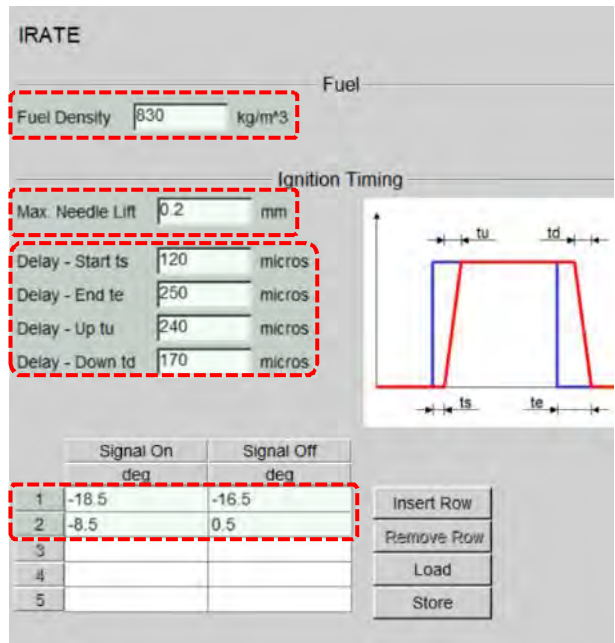


Fig. 3.43 Cylinder – AVL MCC Model – IRATE

Timpii de operare ai injectorului sunt controlați de momentele de început (**Signal On**), respectiv de sfârșit (**Signal Off**) ale celor două secvențe de injecție considerate (**Pilot, Main**), raportate la valorile unghiului de rotație al arborelui cotit, respectiv de debitul de combustibil injectat. Însă, ridicarea acului injectorului de pe sediu până la înălțimea maximă de deschidere la începutul injecției de combustibil, respectiv coborârea acului injectorului de la înălțimea maximă de deschidere până la așezarea acestuia pe sediu la finalul injecției de combustibil, se realizează într-un interval de timp. Acest interval de timp trebuie considerat ca fiind o întârziere (**Delay**) materializată într-o cantitate mai mică de combustibil livrată de injector pe durata acestei perioade.

Practic ridicarea, respectiv coborârea acului injectorului este controlată de către unitatea electronică de control **ECU (Electronic Control Unit)** prin semnalul electric generat și transmis solenoidului injectorului care creează câmpul magnetic ce acționează mișcarea acului injectorului. Pentru calculul momentelor efective de început și de sfârșit a injecției de combustibil se definesc următorii parametrii ce contorizează aceste întârzieri (figura 3.14):

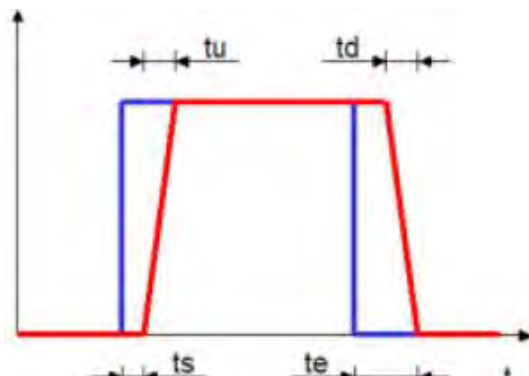


Fig. 3.44 Timpii de operare ai injectorului

1. **Delay ts (Time Start)** reprezintă durata întârzierii în microsecunde (**ts**), din momentul în care **ECU** transmite semnalul de comandă către injector și până la momentul în care acul acestuia începe să se ridice de pe sediu.

2. **Delay tu (Time Up)** reprezintă durata întârzierii în microsecunde (**tu**) din momentul în care acul injectorului începe să se ridice de pe sediu și până când acesta atinge înălțimea maximă (valoarea înălțimii maxime de deschidere comandată de către ECU).

3. **Delay td (Time Down)** reprezintă durata întârzierii în microsecunde (**td**) din momentul în care ECU întrerupe semnalul electric ce alimentează solenoidul injectorului iar acul acestuia începe să coboare în lipsa câmpului electromagnetic care îl ținea ridicat la înălțimea maximă de deschidere.

4. **Delay te (Time End)** reprezintă durata întârzierii în microsecunde (**td**), din momentul în care acul injectorului începe să coboare până când acesta este așezat pe sediu și închide etanș orificiul de curgere.

Debitul de combustibil injectat este calculat ținând cont de faptul că acesta crește exponențial odată cu deschiderea orificiului de injecție la ridicarea acului injectorului până la valoarea maximă de deschidere (**Max Needle Lift**). Debitul de combustibil (**Volume Flow**) injectat prin duzele injectorului (**Nozzle Flow**) se calculează în funcție de deschiderea acului (**Needle Lift**), iar valoarea maximă injectată corespunde cursei maxime a injectorului (**Max Needle Lift**). La opțiunea **Nozzle Flow Data** se definește variația debitului de combustibil injectat în funcție de deschiderea acului injectorului (figura 3.15).

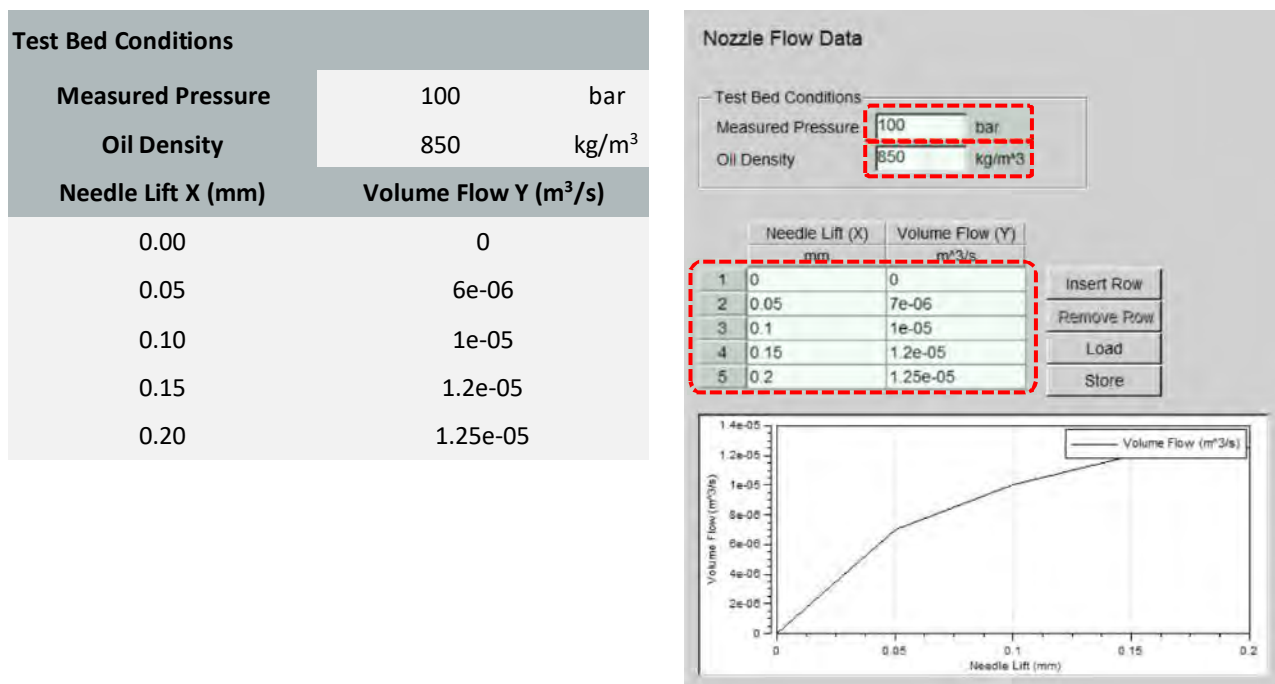


Fig. 3.45 Cylinder (Nozzle Flow Data)

Pentru evaluarea legii de injecție **ROI (Rate Of Injection)** se introduc datele pentru presiunea în cilindru în grupa **Pressure Data** (figura 3.16) care se vor încărca dintr-un fișier extern (pressure\1000.txt) prin comanda **Load** urmând pașii din figura 3.17.

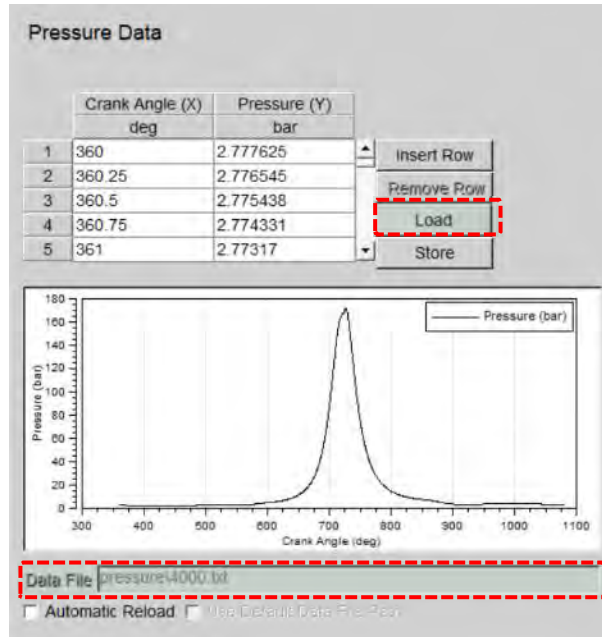


Fig. 3.46 Cylinder (Pressure Data)

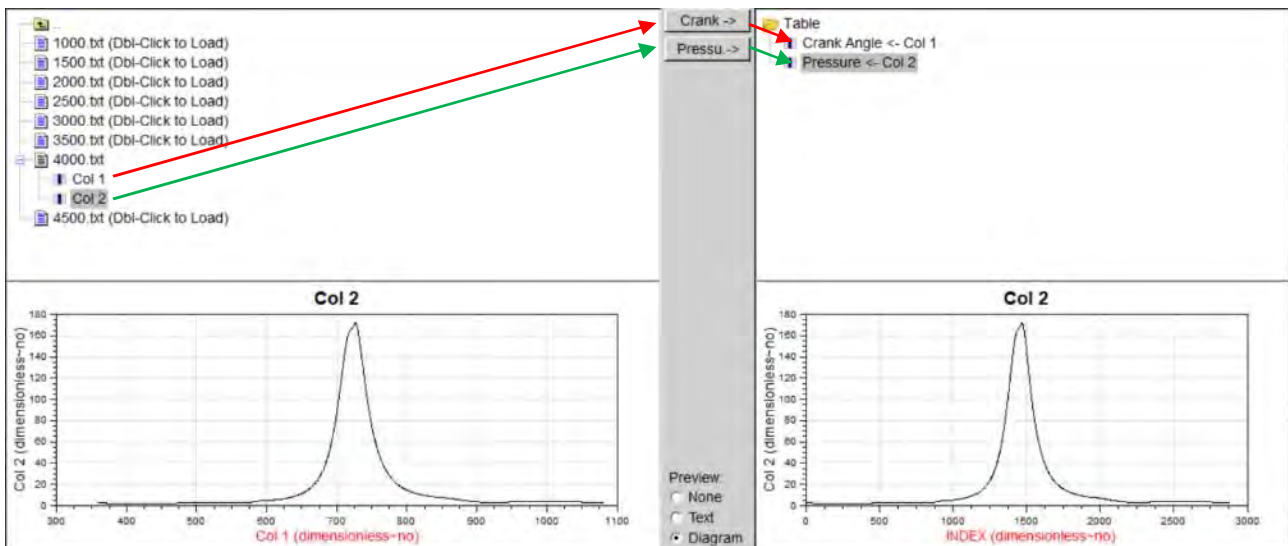


Fig. 3.47 Cylinder (Load Data)

Legea de injecție iRate va calcula și genera automat variația injecției de combustibil în opțiunea **Calculated Normalized ROI** (figura 3.18).

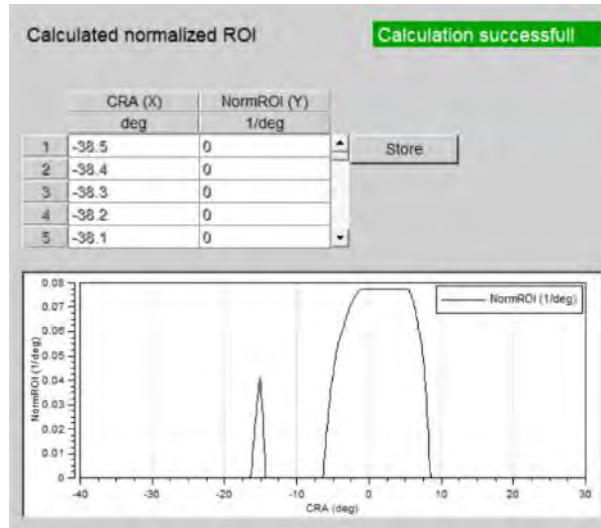


Fig. 3.48 Cylinder (Calculated Normalized ROI)

Pas 6 – Combustion – AVL MCC Model – Pollutants

Pentru o validare completă și corectă a modelului de simulare este necesar ca și emisiile poluante calculate să corespundă cu cele măsurate. În acest sens, la opțiunea **Pollutants** se definesc coeficienți de corecție ai modelelor de calcul al emisiilor de NO_x, CO și funingine (**Soot**). Într-o primă etapă, valorile coeficienților vor rămâne la valorile implicite (Fig. 3.48).

NO_x Production Model		
NO _x Kinetic Multiplier	1	-
NO _x Postprocessing Multiplier	0.64	-
CO Production Model		
CO Kinetic Multiplier	1	-
Soot Production Model Hiroyasu		
Soot Production Constant	1000	-
Soot Consumption Constant	775	-

Pollutants

Burned Zone Stratification Model
 No. of zones: 10

NO_x Production Model
 NO_x Kinetic Multiplier: 1 [-]
 NO_x Postprocessing Multiplier: 0.64 [-]

CO Production Model
 CO Kinetic Multiplier: 1 [-]

Soot Production Model
 Soot Production Constant: 1000 [-]
 Soot Consumption Constant: 775 [-]

HC Production Model
 Crevice height: 5 mm
 Crevice gap: 0.1 mm
 Oilfilm thickness: 0.005 mm
 HC postoxidation multiplier: 1 [-]
 HC postoxidation E: 18516.85 degC
 HC postoxidation T: 0.3 [-]
 HC partial burn P: 1 [-]

Fig. 3.49 Cylinder – AVL MCC Model – POLLUTANTS

Pas 7 – Heat Transfer

După definirea completă a modelului de ardere se specifică datele necesare calculului transferului termic prin pereții componentelor care delimitează camera de ardere (**Piston, Cylinder Head, Liner**). În figura 2.22 se poate observa o secțiune printr-un cilindru în care sunt marcați pereții componentelor care delimitează camera de ardere. Pentru definire se alege opțiunea **Heat Transfer** și se introduc următoarele date (Fig. 2.23):

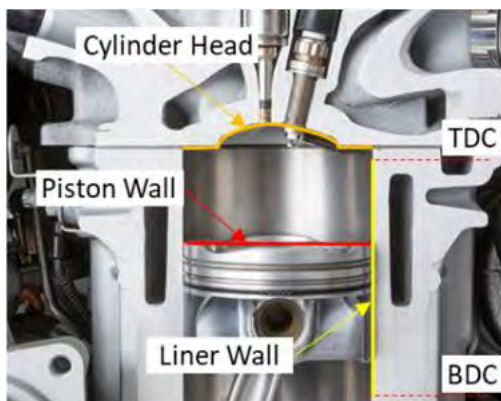


Fig. 3.50 Suprafețele utilizate pentru calculul transferului termic – cilindru

Heat Transfer

Cylinder			
	Se alege opțiunea:	AVL 2000	
Ports			
	Se alege opțiunea:	Zapf	
Piston			
	Surface Area	6190	mm ²
	Wall Temperature	291.85	°C
	Piston Calibration Factor	1	-
Cylinder Head			
	Surface Area	4420	mm ²
	Wall Temperature	291.85	°C
	Head Calibration Factor	1	-
Liner			
	Surface Area (Piston at TDC)	440	mm ²
	Wall Temperature (Piston at TDC)	176.85	°C
	Wall Temperature (Piston at BDC)	146.85	°C
	Piston Calibration Factor	1	-
Combustion system			
	Se alege opțiunea:	DI	
Incylinder Swirl Ratio nD/nM		2.1	-

Heat Transfer

Cylinder: AVL 2000

Ports: Zapf

Piston

Surface Area: 6190 mm²

Wall Temperature: 291.85 degC

Piston Calibration Factor: 1 [-]

Cylinder Head

Surface Area: 4420 mm²

Wall Temp: 291.85 degC

Head Calibration Factor: 1 [-]

Liner

Layer Discretization

Surface Area (Piston at TDC): 440 mm²

Wall Temp. (Piston at TDC): 176.85 degC

Wall Temp. (Piston at BDC): 146.85 degC

Liner Calibration Factor: 1 [-]

Combustion System: DI

Incylinder Swirl Ratio nD/nM: 2.1 [-]

Variable Wall Temperature

Fig. 3.51 Cylinder – HEAT TRANSFER

Pas 9 – Valve Port Specifications (VPS)

Opțiunea **Valve Port Specifications** permite definirea tipului de control al distribuției, dar și al transferului termic între aer/gaze și pereții canalelor (Fig. 2.25) de admisie/evacuare. În acest scop se introduc următoarele date (Fig. 2.25):



Fig. 3.52 Suprafețele utilizate pentru calculul transferului termic – Port

Valve Port Specifications

Controlled By		Port	
Pipe	Control	Surf. Area [mm ²]	W. Temp [°C]
17	Valve	14000	86.65
23	Valve	4400	306.85

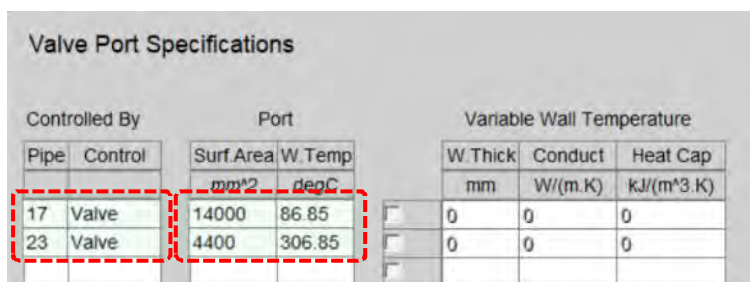


Fig. 3.53 Cylinder – VALVE PORT SPECIFICATIONS

Pas 10 – Valve Port Specifications (VPS) – Pipe 14 – Intake – Valve Controlled

Așa cum este prezentat în capitolul 1, secțiunea **ENGINE**, pasul 9, în cazul motoarelor cu mai mult de două supape pe cilindru există două posibilități de modelare: conectarea unei conducte separate pentru fiecare supapă în parte, respectiv conectarea unei singure conducte care să înlocuiască toate supapele de același tip (admisie/evacuare). În cazul de față motorul real prezintă câte două supape de admisie, respectiv evacuare și se modelează conform cazului 2) din capitolul 1, secțiunea **ENGINE**, pasul 9 (ecuația 1.2), motiv pentru care factorul de scalare f_{sc} va fi:

$$f_{sc} = 2 \frac{31^2}{33.5^2} = 1.7115$$

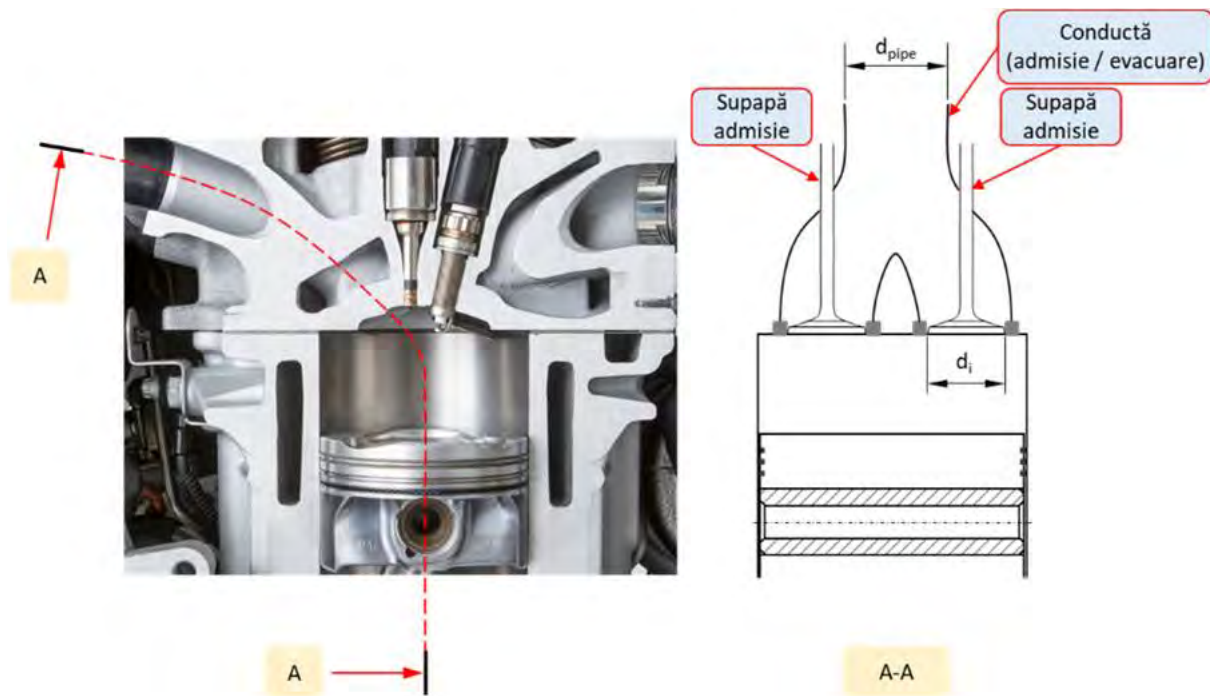


Fig. 3.54 Exemplu de motor cu 2 supape de admisie (similar și pentru evacuare)

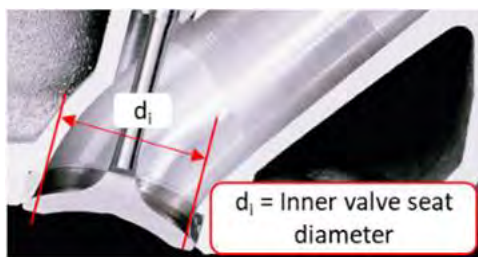


Fig. 3.55 Diametrul de referință pentru calculul curgerii prin orificiul oferit de supapă

Selectarea opțiunii **Valve** la tipul de control implică faptul că mecanismul de distribuție este unul cu supape. Pentru calculul curgerii sunt necesare informații privind diametrul interior al scaunului de supapă (Fig. 2.27), jocul supapei etc.:

Valve Port Specification

Inner Valve Seat (=Reference) Diameter	33.5	mm
Valve Clearance	0.18	mm
Scaling Factor for Eff. Flow Area	1	-
Reference Lift for Valve Timing	0	mm
Reference Lift Base	Se alege opțiunea: Effective	

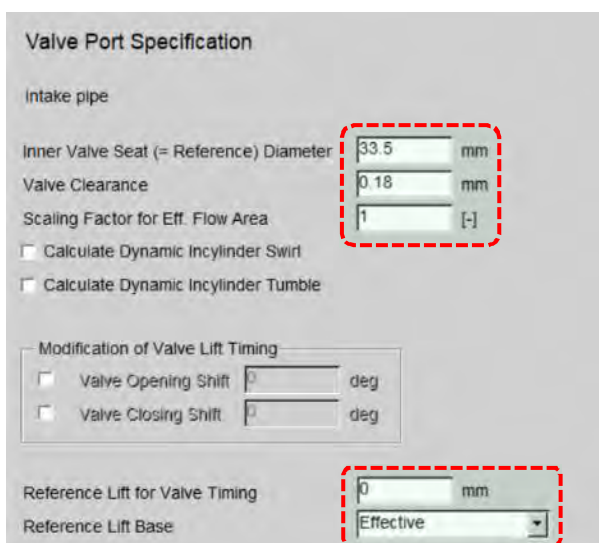


Fig. 3.56 Cylinder – VALVE PORT SPECIFICATIONS – Intake

Pas 11 – Valve Port Specifications (VPS) – Pipe 14 – Intake – Valve Controlled – Lift Curve

Următorul pas este specificarea curbei de ridicare a supapei (Fig. 2.29). Acest lucru se face tabelar, fie prin introducere directă a valorilor, fie prin importarea lor dintr-un fișier. Click pe **Valve Controlled – Lift Curve** (Fig. 2.30) și introduceți datele din tabelul 2.2:

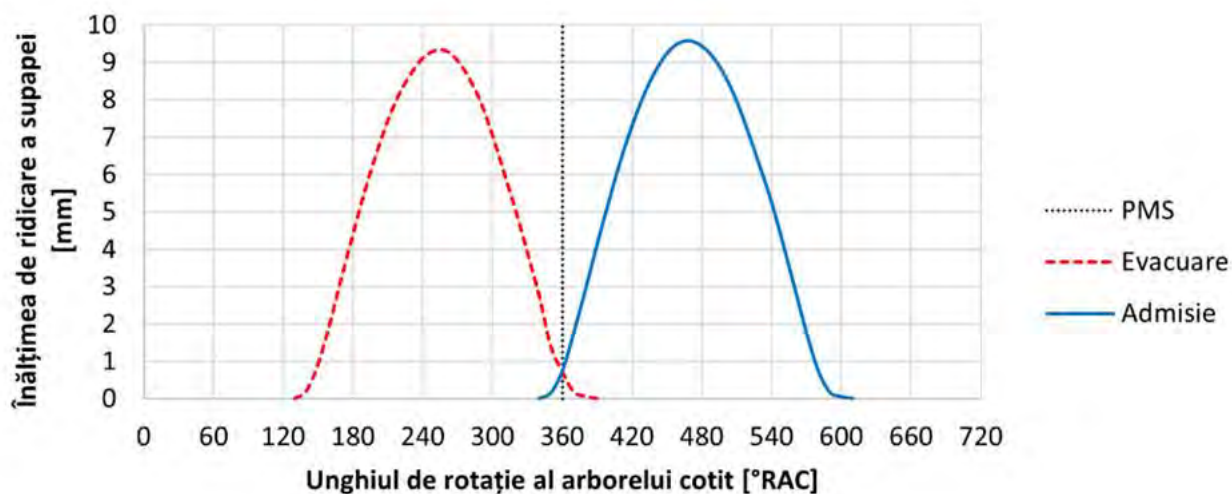


Fig. 3.57 Exemplu de curbe de ridicare a supapelor de admisie și de evacuare

Lift Curve

Specification		
Valve Opening	345	deg
Cam Length	166	deg
Se alege opțiunea:	Increment	
Increment	1.1527	deg
Manipulation		
Valve Opening	345	deg
Cam Length	166	deg

	Crank Angle (X) deg	ValveLift (Y) mm
1	345	0
2	346	2.2e-05
3	347	0.000639
4	348	0.003795
5	350	0.010796
6	351	0.021796

Fig. 3.58 Cylinder – LIFT CURVE – Intake

Tabelul 3.3 Valorile Intake Lift Curve

Crank Angle (X) [deg]	Valve Lift (Y) [mm]	Crank Angle (X) [deg]	Valve Lift (Y) [mm]	Crank Angle (X) [deg]	Valve Lift (Y) [mm]	Crank Angle (X) [deg]	Valve Lift (Y) [mm]
345	0	388	3.82564	430	8.00128	473	2.85547
346	2.20E-05	389	4.05445	431	7.98381	474	2.5997
347	0.000639	390	4.27756	433	7.95937	475	2.33887
348	0.003795	391	4.49488	434	7.92793	476	2.07307
350	0.010796	392	4.70633	435	7.88951	478	1.80244
351	0.021796	393	4.91181	436	7.84411	479	1.52825
352	0.036796	395	5.11125	437	7.79172	480	1.26251
353	0.055773	396	5.30456	438	7.73235	481	1.02612
354	0.078156	397	5.49167	440	7.66599	482	0.826366
355	0.102	398	5.6725	441	7.59267	483	0.663616
357	0.125998	399	5.84699	442	7.51238	485	0.537866
358	0.149998	400	6.01506	443	7.42514	486	0.449106
359	0.173998	402	6.17665	444	7.33097	487	0.39592
360	0.197998	403	6.33171	445	7.2299	488	0.366205
361	0.221997	404	6.48018	446	7.12195	489	0.341996
362	0.2412	405	6.62201	448	7.00715	490	0.317997
363	0.269997	406	6.75714	449	6.88553	491	0.293997
365	0.293997	407	6.88553	450	6.75714	493	0.269997
366	0.317997	408	7.00715	451	6.62201	494	0.245997
367	0.341996	410	7.12195	452	6.48018	495	0.221997
368	0.366205	411	7.2299	453	6.33171	496	0.197998
369	0.39592	412	7.33097	455	6.17665	497	0.173998
370	0.449106	413	7.42514	456	6.01506	498	0.149998
372	0.537866	414	7.51238	457	5.84699	500	0.125998
373	0.663616	415	7.59267	458	5.6725	501	0.102
374	0.826366	416	7.66599	459	5.49167	502	0.078156
375	1.02612	418	7.73235	460	5.30456	503	0.055773
376	1.26251	419	7.79172	461	5.11125	504	0.036796
377	1.52825	420	7.84411	463	4.91181	505	0.021796
378	1.80244	421	7.88951	464	4.70633	506	0.010796
380	2.07307	422	7.92793	465	4.49488	508	0.03795
381	2.33887	423	7.95937	466	4.27756	509	0.000639
382	2.5997	425	7.98381	467	4.05445	510	2.20E-05
383	2.85547	426	8.00128	468	3.82564	511	0
384	3.10605	427	8.01175	470	3.59124		
385	3.35134	428	8.01525	471	3.35134		
387	3.59124	429	8.01175	472	3.10605		

Pas 12 – Valve Port Specifications (VPS) – Pipe 14 – Intake – Valve Controlled – Flow Coefficients

Pentru un calcul corect al curgerii prin orificiul oferit de supapă sunt necesare și informații cu privire la coeficientul de curgere. Valorile corespunzătoare se introduc în secțiunea **Valve Controlled – Flow Coefficients** (Fig. 2.31):

Flow Coefficients

Pressure Ratio	0.9	-
Se alege opțiunea:	Normalized Valve Lift	
Valve Lift (X) [-]	FlowCoeff (Y) [-]	
0	0	
0.039	0.112	
0.078	0.244	
0.118	0.348	
0.157	0.451	
0.196	0.523	
0.235	0.577	
0.275	0.585	
0.314	0.586	
0.353	0.573	
0.392	0.572	
0.431	0.57	

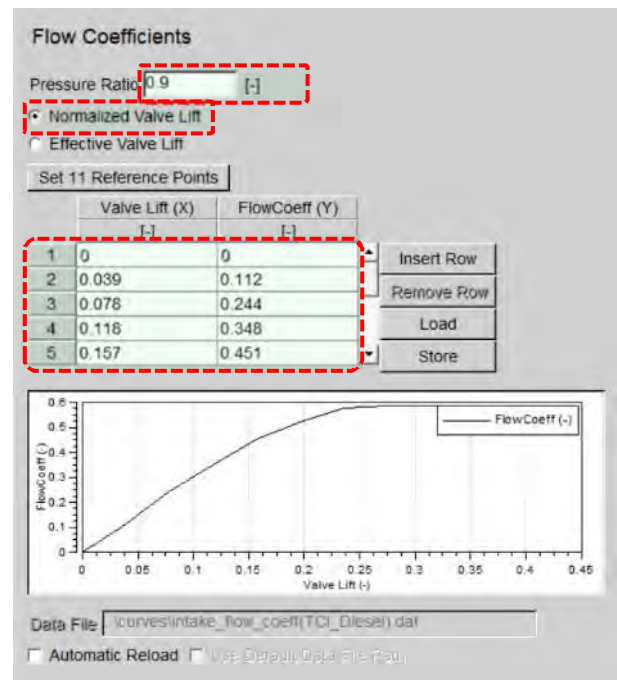


Fig. 3.59 Cylinder – FLOW COEFFICIENTS – Intake

Pas 13 – Valve Port Specifications (VPS) – Pipe 18 – Exhaust – Valve Controlled

În cazul de față motorul este echipat cu două supape de evacuare, ceea ce duce la un factor de scalare $f_{sc} = 1.242$. Pentru definire, click pe **Valve Controlled** și introduceți următoarele date (Fig. 2.32):

Valve Port Specification

Inner Valve Seat (=Reference) Diameter	29	mm
Valve Clearance	0.18	mm
Scaling Factor for Eff. Flow Area	1	-
Reference Lift for Valve Timing	0	mm
Reference Lift Base	Se alege opțiunea: Effective	

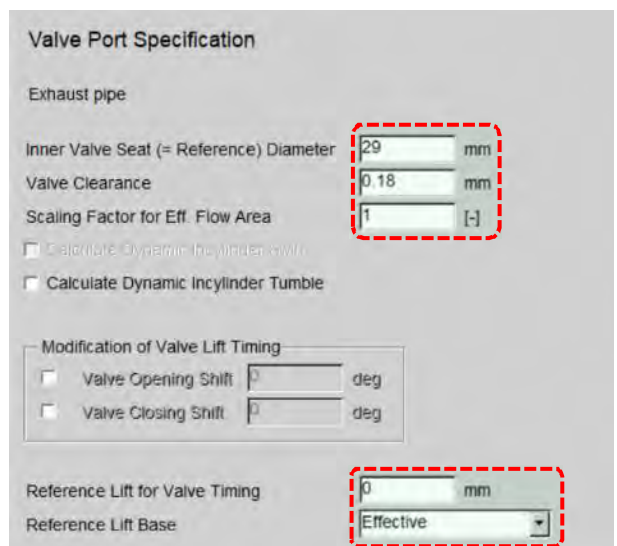


Fig. 3.60 Cylinder – VALVE PORT SPECIFICATIONS – Exhaust

Pas 14 – Valve Port Specifications (VPS) – Pipe 18 – Exhaust – Valve Controlled – Lift Curve

Pentru definire curbei de ridicare a supapei de evacuare click pe **Lift Curve** (Fig. 2.33) și introduceți datele:

Lift Curve

Specification		
Valve Opening	196	deg
Cam Length	180	deg
Se alege opțiunea:	Increment	
Increment	1.1538	deg
Manipulation		
Valve Opening	196	deg
Cam Length	180	deg

Lift Curve

Specification

Valve Opening 196 deg

Cam Length 180 deg

Increment 1.1538 deg

Humb. of Points 157

Specify

Manipulation

Valve Opening 196 deg

Cam Length 180 deg

Modify Undo

	Crank Angle (X) deg	ValveLift (Y) mm	
1	196	0	Insert Row Remove Row Load Store ExciteTD Import
2	197	8e-06	
3	199	0.000385	
4	200	0.002875	
5	201	0.009077	
6	202	0.019277	

Data File: exhaust_valve_lift.dat

Fig. 3.61 Cylinder – VALVE PORT SPECIFICATIONS – Exhaust

Tabelul 3.4 Valorile Exhaust Lift Curve

Crank Angle (X) [deg]	Valve Lift (Y) [mm]	Crank Angle (X) [deg]	Valve Lift (Y) [mm]	Crank Angle (X) [deg]	Valve Lift (Y) [mm]	Crank Angle (X) [deg]	Valve Lift (Y) [mm]
196	0	242	3.62719	289	8.58105	335	2.59394
197	8.00E-06	244	3.87338	290	8.56332	336	2.32423
199	0.000385	245	4.11446	291	8.53849	337	2.05027
200	0.002875	246	4.35027	292	8.50658	338	1.77243
201	0.009077	247	4.58071	293	8.46757	339	1.49672
202	0.019277	248	4.80563	294	8.42147	340	1.24306
203	0.033477	249	5.02494	295	8.36828	342	1.02482
204	0.051668	250	5.2385	297	8.308	343	0.843571
205	0.073492	252	5.4462	298	8.24063	344	0.69932
207	0.097205	253	5.64795	299	8.16616	345	0.59207
208	0.1212	254	5.84363	300	8.08462	346	0.521624
209	0.1452	255	6.03315	301	7.99601	347	0.482666
210	0.1692	256	6.21642	302	7.90035	348	0.457212
211	0.1932	257	6.39335	304	7.79767	350	0.4332
212	0.2172	259	6.56385	305	7.68799	351	0.4092
214	0.2412	260	6.72784	306	7.57134	352	0.3852
215	0.2652	261	6.88525	307	7.44778	353	0.3612
216	0.2892	262	7.03601	308	7.31733	354	0.3372
217	0.3132	263	7.18006	309	7.18006	355	0.3132
218	0.3372	264	7.31733	310	7.03601	357	0.2892
219	0.3612	265	7.44778	312	6.88525	358	0.2652
220	0.3852	267	7.57134	313	6.72784	359	0.2412
222	0.4092	268	7.68799	314	6.56385	360	0.2172
223	0.4332	269	7.79767	315	6.39335	361	0.1932
224	0.457212	270	7.90035	316	6.21642	362	0.1692
225	0.482666	271	7.99601	317	6.03315	363	0.1452
226	0.521624	272	8.08462	318	5.84363	365	0.1212
227	0.59207	274	8.16616	320	5.64795	366	0.097205
229	0.69962	275	8.24063	321	5.4462	367	0.073492
230	0.843571	276	8.308	322	5.2385	368	0.051668
231	1.02482	277	8.36828	323	5.02494	369	0.033477
232	1.24306	278	8.42147	324	4.80564	370	0.019277
233	1.49672	279	8.46757	325	4.58071	372	0.009077
234	1.77243	280	8.50658	327	4.35027	373	0.002872
235	2.05027	282	8.53849	328	4.11446	374	0.000385
237	2.32423	283	8.56332	329	3.87338	375	8.00E-06
238	2.59394	284	8.58105	330	3.62719	376	0
239	2.85923	285	8.59169	331	3.37601		
240	3.11997	286	8.59523	332	3.11997		
241	3.37601	287	8.59169	333	2.85923		

Pas 15 – Valve Port Specifications (VPS) – Pipe 18 – Exhaust – Valve Controlled – Flow Coefficients

Pasul următor este definirea coeficientului de curgere prin orificiul oferit de supapa de evacuare. Pentru aceasta, click pe **Flow Coefficients** (Fig. 2.34) și introduceți următoarele date:

Flow Coefficients

Pressure Ratio	1.1	-
Se alege opțiunea:	Normalized Valve Lift	
Valve Lift (X) [-]	FlowCoeff (Y) [-]	
0	0	
0.045	0.137	
0.091	0.271	
0.136	0.383	
0.182	0.463	
0.227	0.5	
0.273	0.531	
0.318	0.554	
0.364	0.569	
0.409	0.565	
0.455	0.563	
0.5	0.562	

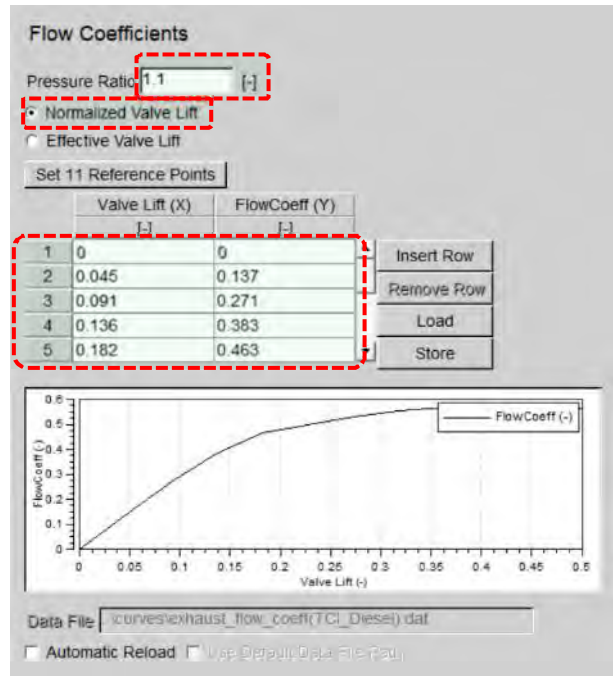
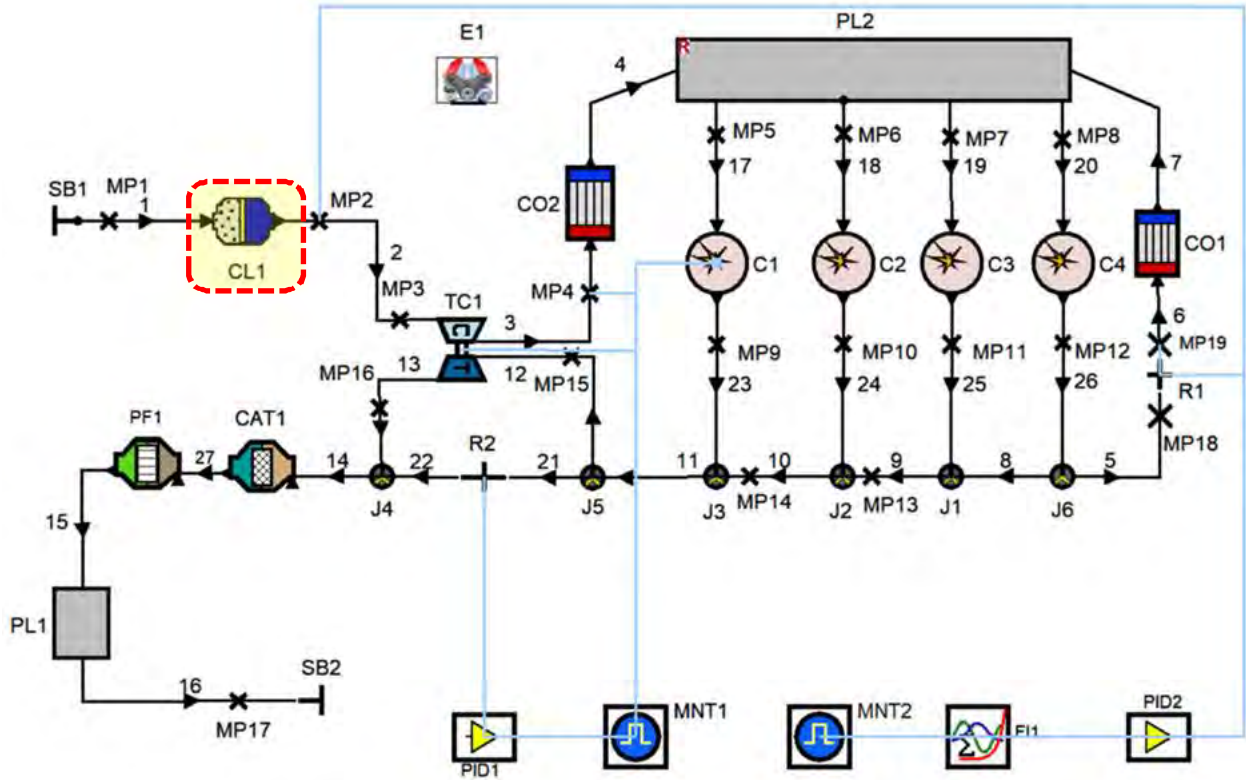


Fig. 3.62 Cylinder – VALVE PORT SPECIFICATIONS – Exhaust

AIR CLEANER



Pas 1 – General

Performanțele filtrului de aer sunt calculate ținând cont de un debit masic de referință, căderea de presiune specificată (definită ca diferența dintre presiunea statică la intrarea în filtru și cea de la ieșirea din filtru) în condițiile de referință (debit masic, temperatură și presiune). În funcție de informațiile furnizate programul ajustează pierderile prin frecare ale modelului (figurile 2.35 și 2.36).

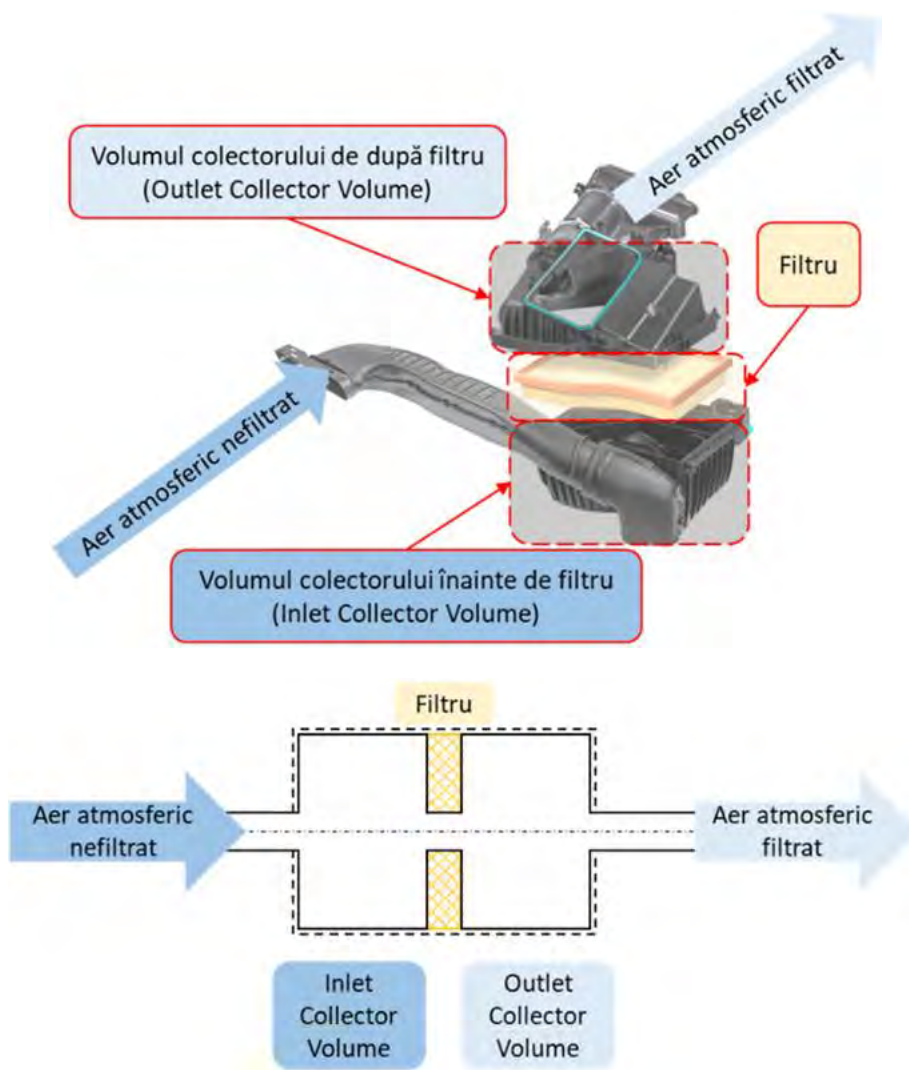


Fig. 3.63 Simplificarea componentei reale pentru realizarea calculului

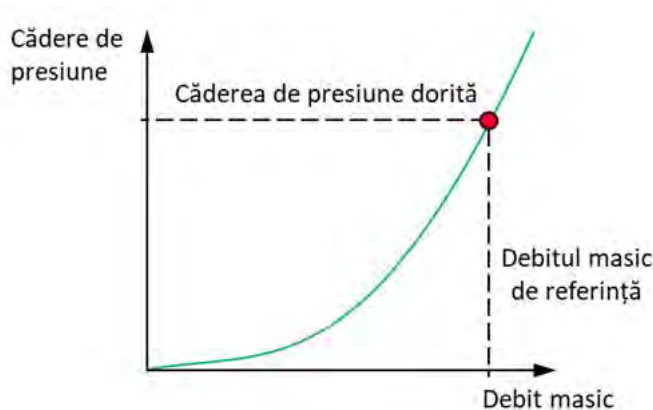


Fig. 3.64 Căderea de presiunea în funcție de debitul masic

Pentru definirea filtrului de aer click pe **Air Cleaner** pentru deschiderea ferestrei de lucru (Fig. 2.37) și introduceți următoarele date în subgrupa **General**:

General

Geometrical Properties		
Total Air Cleaner Volume	2.8	l
Inlet Collector Volume	1.25	l
Outlet Collector Volume	1.25	l
Length of Filter Element	280	mm

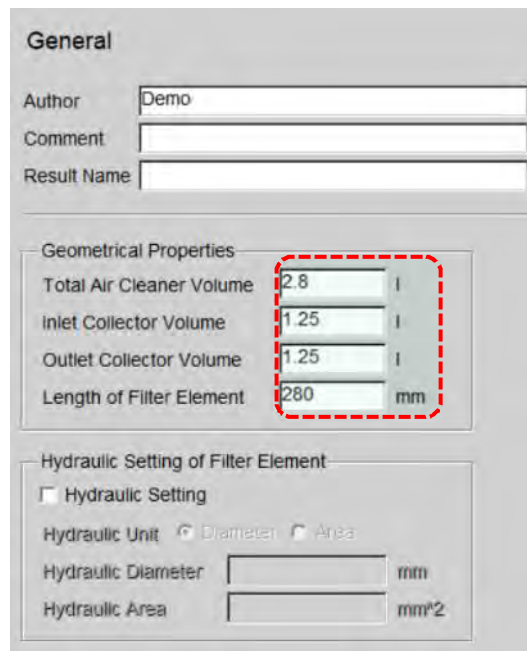


Fig. 3.65 Air Cleaner – GENERAL

Pas 2 – Friction

În subgrupa **Friction** (Fig. 2.38), la **Friction specification**, selectați opțiunea **Target pressure drop** și introduceți următoarele date privind debitul masic, căderea de presiune dorită, presiunea de intrare și temperatura aerului:

Friction

Friction Specification		
Se alege opțiunea:	Target Pressure Drop	
Target Pressure Drop		
Mass Flow	0.07	kg/s
Target Pressure Drop	0.04	bar
Inlet Pressure	1	bar
Inlet Air temperature	24.85	°C

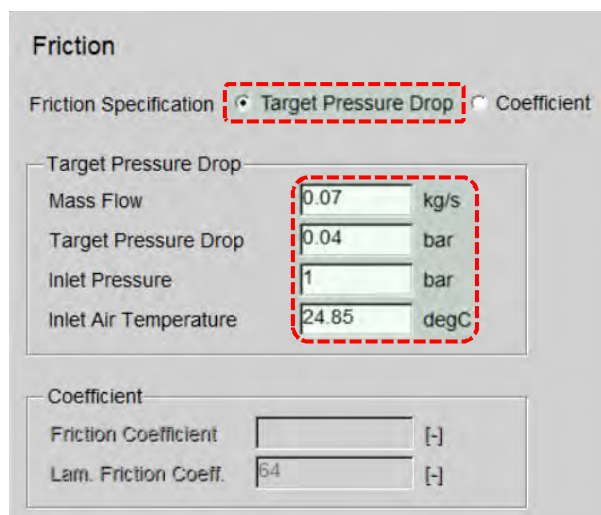


Fig. 3.66 Air Cleaner – FRICTION

Pas 3 – Flow Coefficients

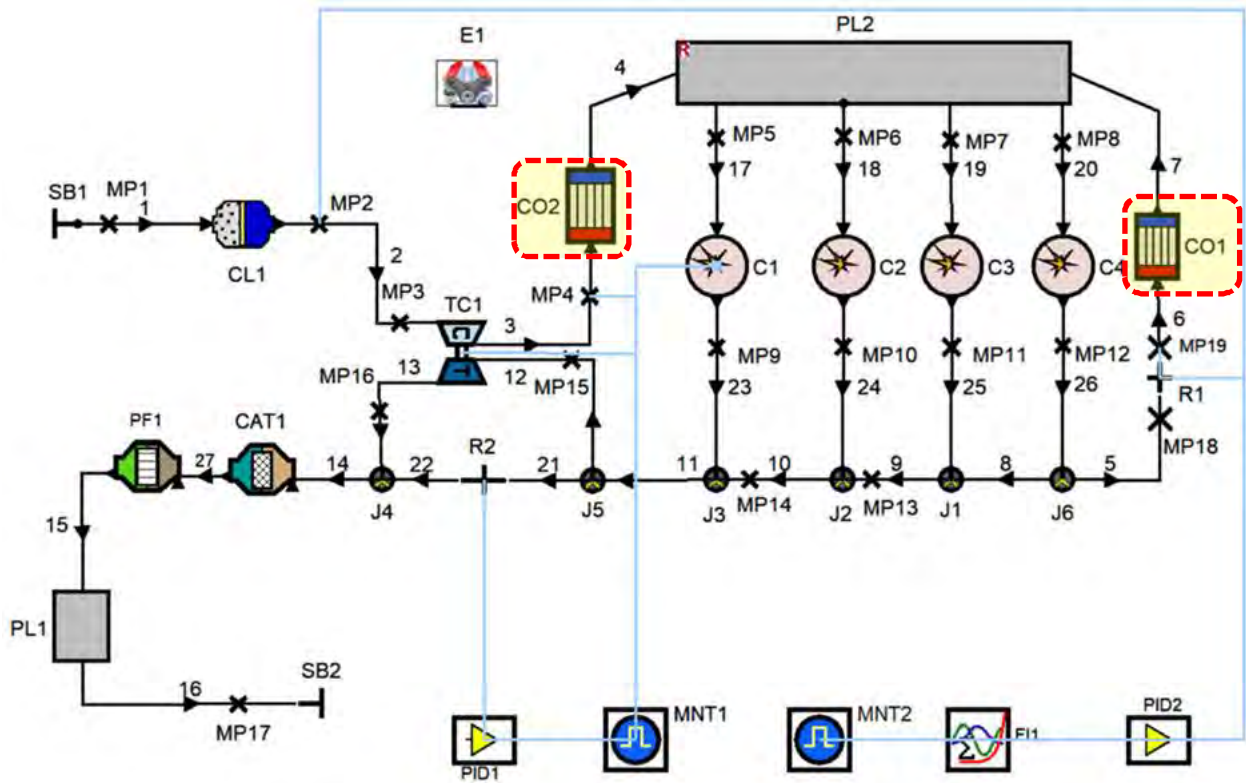
Suplimentar, este necesară definirea pierderilor (prin intermediul coeficienților de curgere) în zona conexiunii cu toate componentele adiacente. În acest scop, în subgrupa **Flow Coefficients** (Fig. 2.39), introduceți următoarele valori pentru coeficienții de curgere:

Flow Coefficients

Flow into the Air Cleaner			Flow Coefficients			
Pipe 3 Inflow	0.9	-	Pipe 1 Inflow	0.9	Pipe 1 Outflow	0.9
Pipe 4 Inflow	0.9	-	Flow into the Air Cleaner		Flow out the Air Cleaner	
Flow out the Air Cleaner			Pipe 2 Inflow	0.9	Pipe 2 Outflow	0.9
Pipe 3 Outflow	0.9	-	Flow into the Air Cleaner		Flow out the Air Cleaner	
Pipe 4 Outflow	0.9	-				

Fig. 3.67 Air Cleaner – FLOW COEFFICIENTS

COOLER



CO1 – EGR Cooler

Elementele de tip răcitor (**cooler**) sunt modelate similar cu filtrul de aer (din punct de vedere al curgerii gazelor, respectiv al căderii de presiune) cu excepția aspectelor legate de răcire unde apar o serie de diferențe. Performanțele de răcire sunt calculate ținând cont de opțiunea utilizatorului, respectiv:

► eficiență țintă:

- performanțele de răcire sunt date de temperatura fluidului de răcire și a eficienței impuse de utilizator;
- eficiența este definită ca raportul dintre diferența efectivă de temperatură și diferența de temperatură maximă posibilă:

$$\eta_c = \frac{T_{in} - T_{out}}{T_{in} - T_{coolant}} \quad (3.6)$$

unde η_c – eficiența răcitorului; T_{in} – temperatura la intrare; T_{out} – temperatura la ieșire; $T_{coolant}$ – temperatura fluidului de răcire;

► temperatură de ieșire țintă:

- eficiența de răcire este calculată utilizând temperatura lichidului de răcire și temperatura de ieșire impusă;

► coeficient de corecție a transferului termic:

- în acest caz utilizatorul poate interveni asupra coeficientului de transfer termic prin intermediul unui coeficient de corecție al acestuia.

În cazul motorului analizat sunt utilizate două componente de tip răcitor (Fig. 3.67), respectiv un răcitor intermediar (**intercooler**) – utilizat pentru răcirea aerului de supraalimentare după comprimarea în turbocompresor – și un răcitor de gaze arse recirculate (**EGR cooler**) – utilizat pentru a reduce temperatura gazelor arse recirculate înainte de amestecarea cu aerul proaspăt în scopul creșterii performanțelor acestui sistem: creșterea masei de gaze care poate fi recirculată, reducerea temperaturii la începutul procesului de comprimare, reducerea suplimentară a emisiilor de NO_x etc.

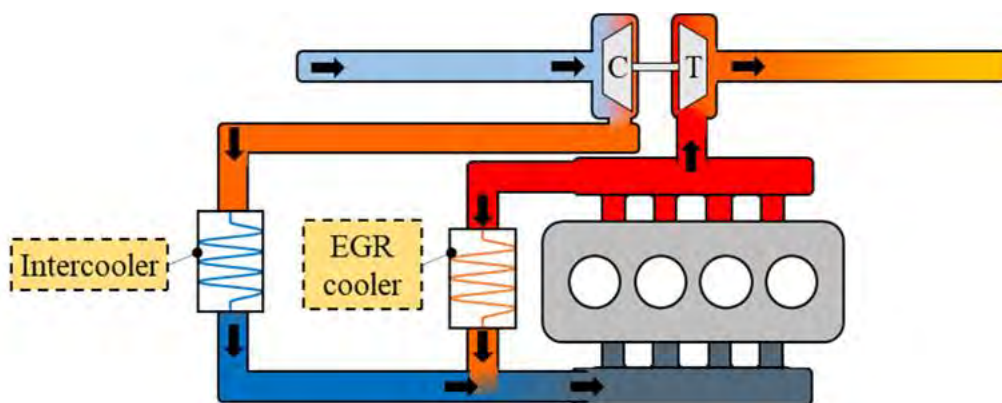


Fig. 3.68 Simplificarea componentei reale pentru realizarea calculului (adaptare după [1])

Datele necesare pentru definirea elementelor de tip răcitor sunt prezentate în figurile 3.68 și 3.70.

General

Geometrical Properties		
Total Air Cleaner Volume	0.4	l
Inlet Collector Volume	0.1	l
Outlet Collector Volume	0.1	l
Length of Cooling Core	150	mm

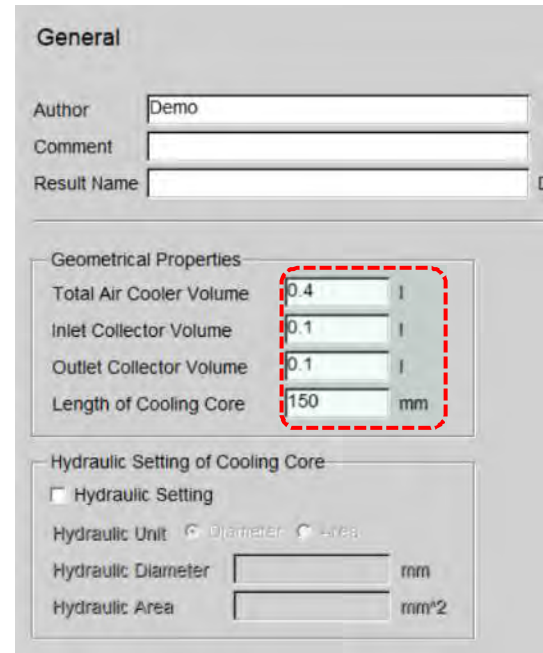


Fig. 3.69 Air Cleaner – GENERAL

În subgrupa **Reference Operating Conditions** (Fig. 3.69), la **Friction Specification**, selectați opțiunea **Target pressure drop**, la **Heat Transfer Specification**, selectați opțiunea **Target Outlet Temperature** și introduceți următoarele date privind debitul masic, căderea de presiune dorită, presiunea de intrare și temperatura aerului, respectiv lichidului de răcire:

Reference Operating Conditions

Friction Specification		
Se alege opțiunea:	Target Pressure Drop	
Heat Transfer Specification		
Se alege opțiunea:	Target Outlet Temperature	
Reference Operating Conditions		
Mass Flow	0.04	kg/s
Inlet Air Temperature	600	K
Inlet Pressure	2.8	bar
Friction		
Inlet Air Temperature	5	kPa
Heat Transfer		
Coolant Temperature	360	K
Target Outlet Temperature	440	K

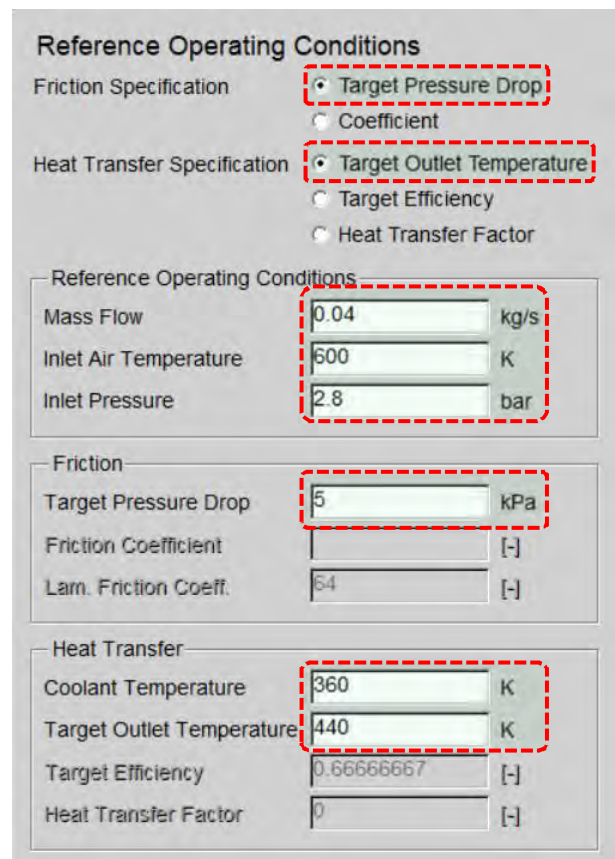


Fig. 3.70 Air Cleaner – FRICTION

Suplimentar, este necesară definirea pierderilor (prin intermediul coeficienților de curgere) în zona conexiunii cu toate componentele adiacente. În acest scop, în subgrupa **Flow Coefficients** (Fig. 3.70), introduceți următoarele valori pentru coeficienții de curgere:

Flow Coefficients

Flow into the Air Cleaner		
Pipe 6 Inflow	1	-
Pipe 7 Inflow	1	-
Flow out the Air Cleaner		
Pipe 6 Outflow	1	-
Pipe 7 Outflow	1	-

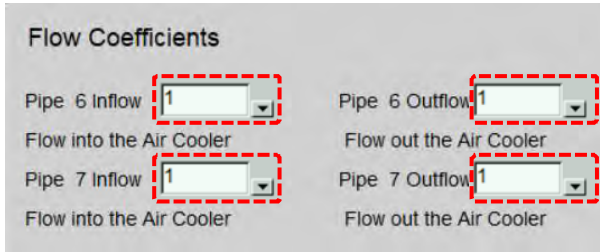


Fig. 3.71 Air Cleaner – FLOW COEFFICIENTS

CO2 – Intercooler

Cel de-al doilea element de tip răcitor (**cooler**) – utilizat pentru răcirea aerului de supraalimentare (**intercooler**) – se definește similar cu elementul CO1. Datele necesare pentru definire sunt prezentate în figurile 3.37 – 3.40.

General

Geometrical Properties		
Total Air Cleaner Volume	2	l
Inlet Collector Volume	0.75	l
Outlet Collector Volume	0.75	l
Length of Cooling Core	400	mm

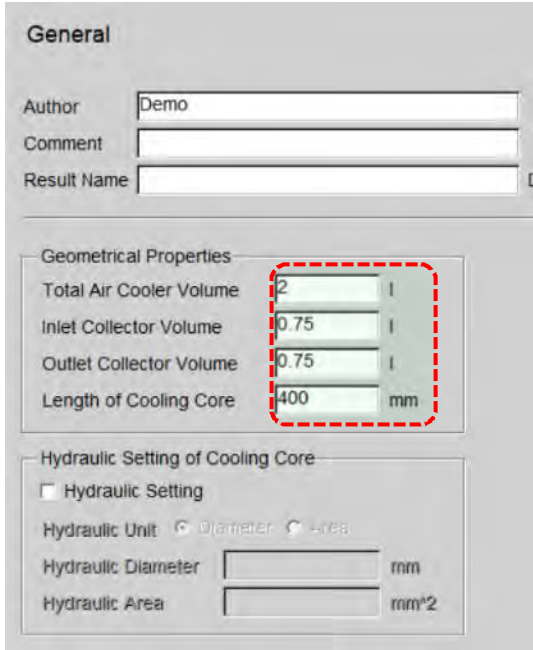


Fig. 3.72 Air Cleaner – GENERAL

Reference Operating Conditions

Friction Specification		
Se alege opțiunea:	Target Pressure Drop	
Heat Transfer Specification		
Se alege opțiunea:	Target Outlet Temperature	
Reference Operating Conditions		
Mass Flow	0.061	kg/s
Inlet Air Temperature	114.85	degC
Inlet Pressure	1.86	bar
Friction		
Inlet Air Temperature	0.06	bar
Heat Transfer		
Coolant Temperature	59.9	degC
Target Outlet Temperature	60	degC

Reference Operating Conditions

Friction Specification: Target Pressure Drop, Coefficient

Heat Transfer Specification: Target Outlet Temperature, Target Efficiency, Heat Transfer Factor

Reference Operating Conditions:

Mass Flow: 0.061 kg/s

Inlet Air Temperature: 114.85 degC

Inlet Pressure: 1.86 bar

Friction:

Target Pressure Drop: 0.06 bar

Friction Coefficient: [-]

Lam. Friction Coeff.: 64 [-]

Heat Transfer:

Coolant Temperature: 59.9 degC

Target Outlet Temperature: 60 degC

Target Efficiency: 0.99818016 [-]

Heat Transfer Factor: 0 [-]

Fig. 3.73 Air Cleaner – FRICTION

Flow Coefficients

Flow into the Air Cleaner		
Pipe 3 Inflow	1	-
Pipe 4 Inflow	1	-
Flow out the Air Cleaner		
Pipe 3 Outflow	1	-
Pipe 4 Outflow	1	-

Flow Coefficients

Pipe 3 Inflow: 1

Pipe 3 Outflow: 1

Flow into the Air Cooler

Flow out the Air Cooler

Pipe 4 Inflow: 1

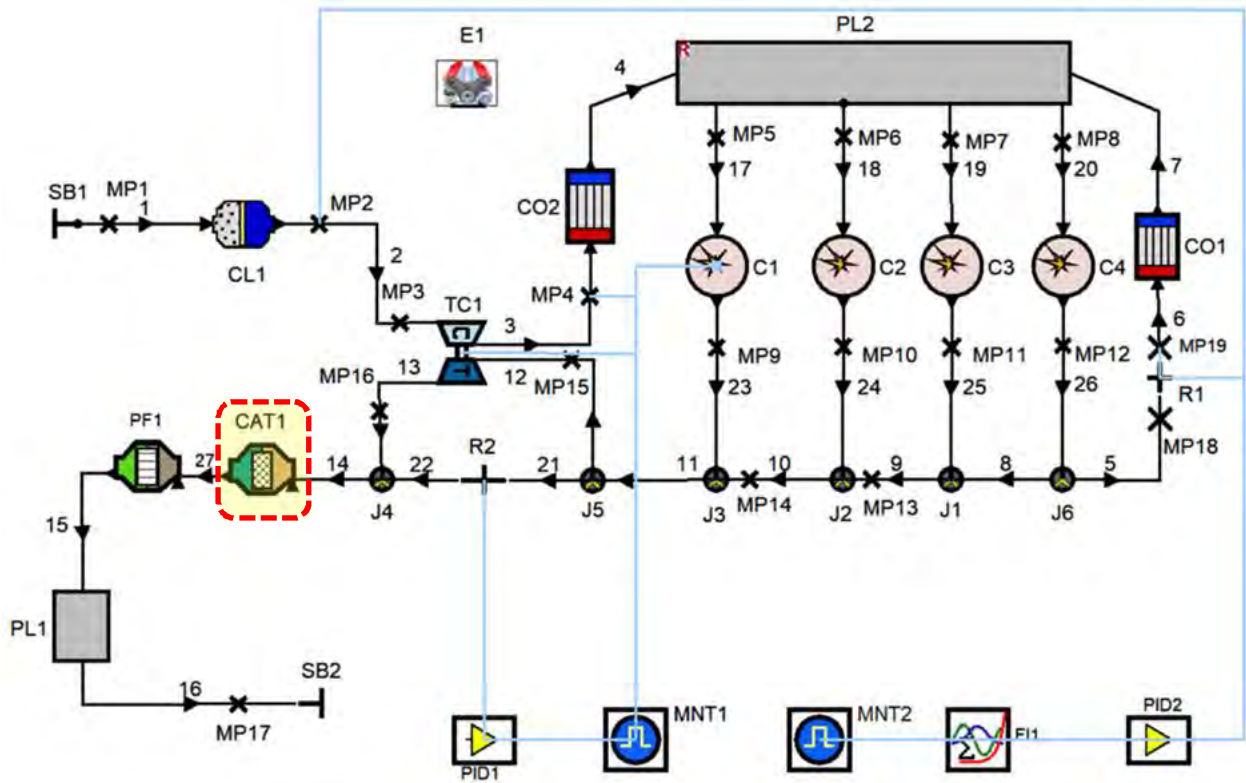
Pipe 4 Outflow: 1

Flow into the Air Cooler

Flow out the Air Cooler

Fig. 3.74 Air Cleaner – FLOW COEFFICIENTS

CATALYST



Pas 1 – General

Deoarece motorul analizat este unul cu aprindere prin comprimare, pentru reducerea emisiilor poluante se utilizează un catalizator de oxidare diesel (**Diesel Oxidation Catalyst**). În figura 2.40 se pot observa principalele elemente care trebuie definite. Se menționează faptul că monolitul necesită informații suplimentare precum tipul de model de catalizator, modelul de calcul al pierderilor prin frecare etc.

Pentru definirea catalizatorului click pe **Catalyst** pentru deschiderea ferestrei de lucru (Fig. 2.41) și introduceți următoarele date în secțiunea **General**:

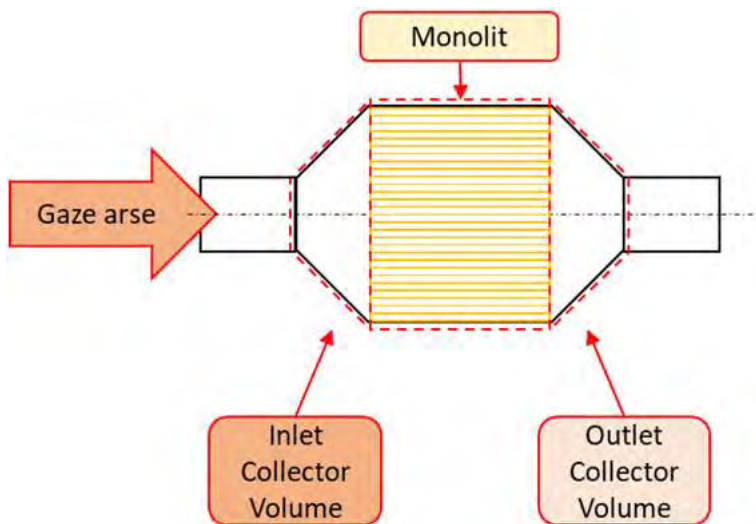


Fig. 3.75 Elementele catalizatorului

General

Monolith Volume	2.8	l
Length of Monolith	250	mm
Inlet Collector Volume	0.15	l
Outlet Collector Volume	0.15	l

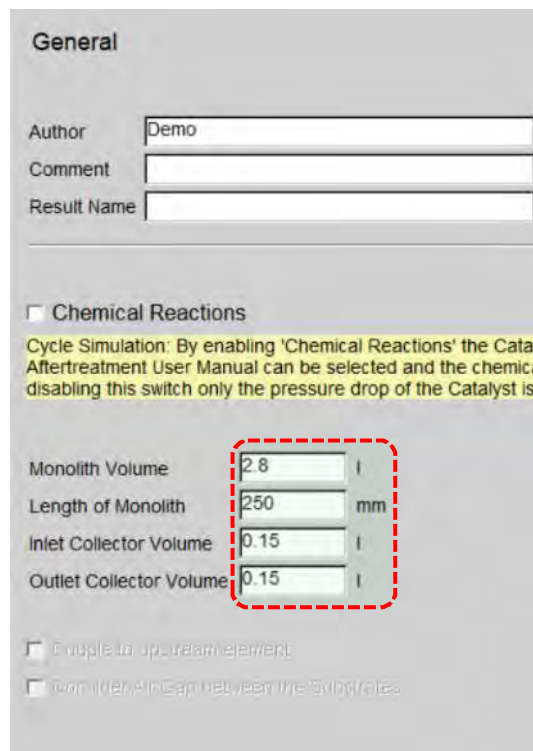


Fig. 3.76 Catalyst – GENERAL

Pas 2 – Type specification

Pentru definirea tipului de monolit, în subgrupa **Type Specification** (Fig. 2.42) introduceți următoarele date:

Type Specification

Catalyst Type Specification		
Se selectează opțiunea:	General Catalyst	
General Catalyst		
Open Frontal Area (OFA)	1	-
Hydraulic Unit		
Se selectează opțiunea:	Diameter	
Hydraulic Diameter	112.8	mm

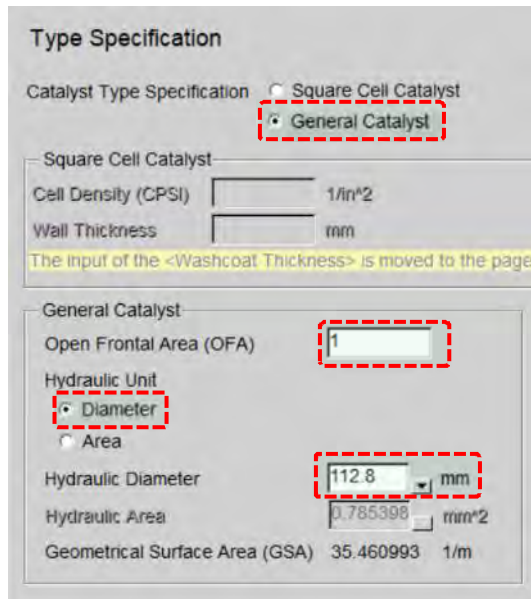


Fig. 3.77 Catalyst – TYPE SPECIFICATION

Pas 3 – Friction

Pentru calculul căderii de presiune prin catalizator, în subgrupa **Friction** (Fig. 2.43) introduceți următoarele date:

Friction

Friction Specification		
Se selectează opțiunea:	Target Pressure Drop	
Target Pressure Drop		
Inlet Massflow	0.13	kg/s
Inlet Temperature	826.85	°C
Inlet Pressure	1.4	bar
Target Pressure Drop	0.22	bar

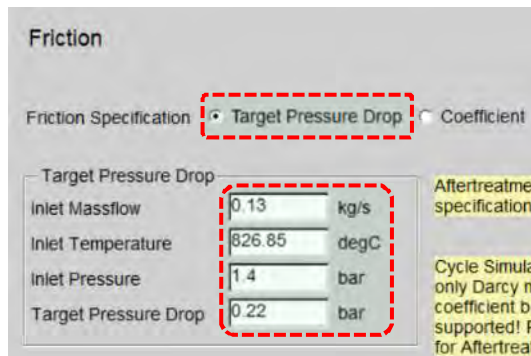


Fig. 3.78 Catalyst – FRICTION

Pas 4 – Results Specification

Pentru a defini punctele pentru care se vor înregistra rezultatele calculului, click pe subgrupa **Result Specification** (Fig. 2.44) și introduceți următoarele date:

Results Specification

Spatial Positions	
Se selectează opțiunea:	Use 5 Points
Type of Results	
Se selectează opțiunea:	Standard

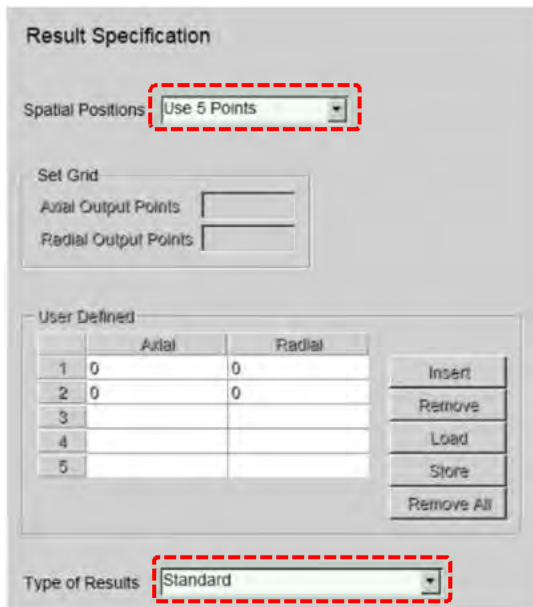


Fig. 3.79 Catalyst – RESULT SPECIFICATION

Pas 5 – Flow Coefficients

Definirea curgerii la intrarea, respectiv ieșirea din catalizator se face în subgrupa **Flow Coefficients** (Fig. 2.45), unde trebuie introduse următoarele valori pentru coeficienții de curgere:

Flow Coefficients

Flow into the Air Cleaner		
Pipe 3 Inflow	1	-
Pipe 4 Inflow	1	-
Flow out the Air Cleaner		
Pipe 3 Outflow	1	-
Pipe 4 Outflow	1	-

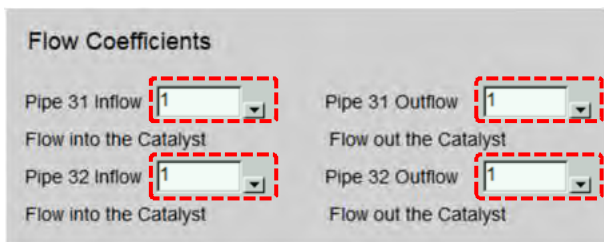
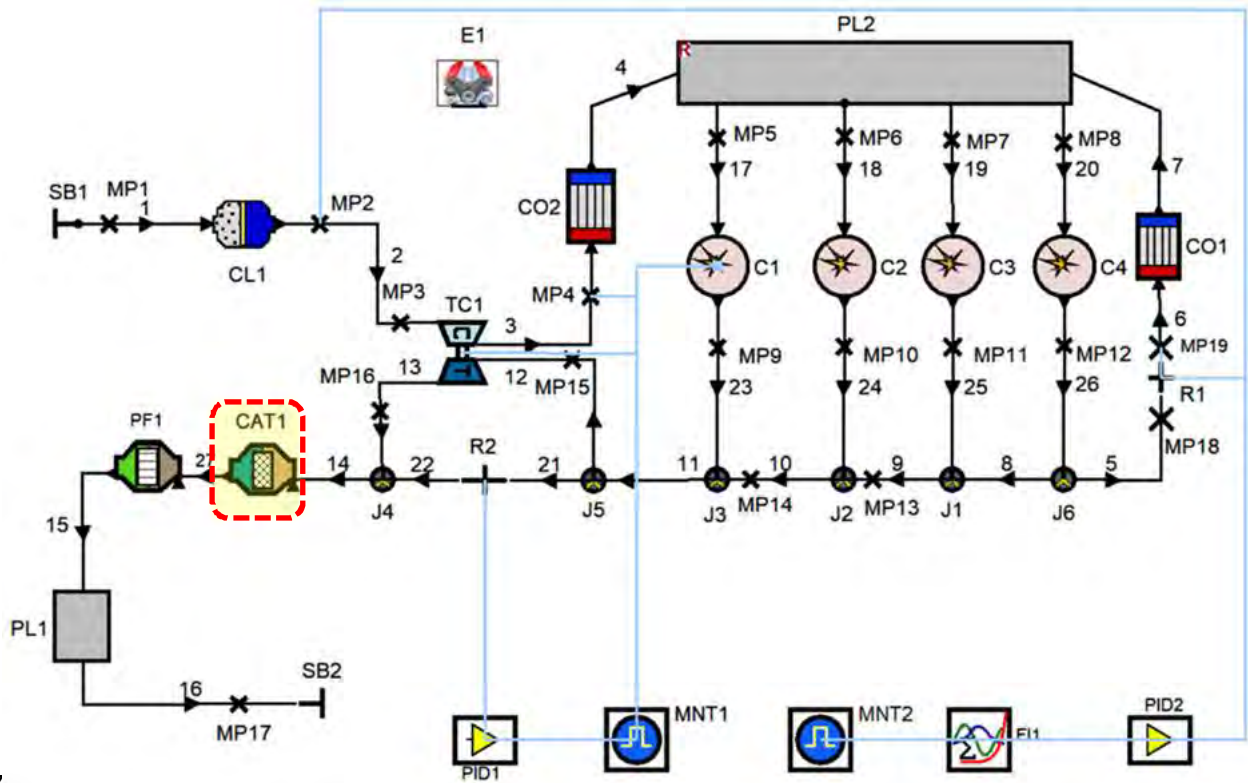


Fig. 3.80 Catalyst – FLOW COEFFICIENTS

PARTICULATE FILTER



2.

Pas 1 – General

Deoarece motorul analizat este unul cu aprindere prin comprimare, pentru reducerea emisiilor poluante, alături de catalizatorul de oxidare, se utilizează și un filtru de particule (**Diesel Particulate Filter – DPF**). Principalele elemente care trebuie definite pentru acest element (Fig. 3.80) sunt similare cu cele care au fost definite pentru catalizator. Se menționează faptul că monolitul necesită informații suplimentare precum tipul de filtru, structura canalelor de filtrare, densitatea de canale de filtrare, modelul de calcul al pierderilor prin frecare etc.

Pentru definirea filtrului de particule click pe **Particulate Filter** pentru deschiderea ferestrei de lucru (Fig. 3.81) și introduceți următoarele date în secțiunea **General**:

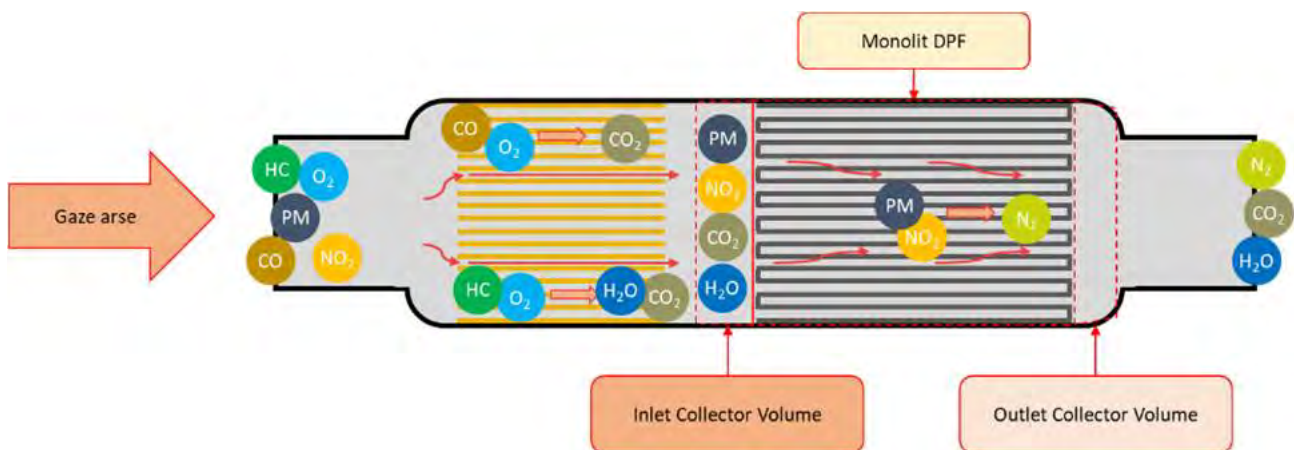


Fig. 3.81 Elementele filtrului de particule

General

Monolith Volume	2.8	l
Length of Monolith	300	mm
Inlet Collector Volume	0.15	l
Outlet Collector Volume	0.15	l

General

Author:

Comment:

Result Name:

Filter Reaction Model

Steady

Transient

Chemical Reactions

Chemical Reactions with Archive

No Chemical Reactions

Monolith Volume: l

Length of Monolith: mm

Inlet Collector Volume: l

Outlet Collector Volume: l

Fig. 3.82 Particulate Filter – GENERAL

Pas 2 – Type specification

Pentru definirea monolitului, în subgrupa **Type Specification** introduceți următoarele date din figura 2.42. În continuare se definesc aspectele care vizează canalele filtrului de particule (Fig. 2.42): densitatea de canale (**Cell Density (CPSI)**) și grosimea peretelui (**Wall Thickness**).

Type Specification

Channel Structure	
Se selectează opțiunea:	Square + Asymmetric Cell DPF
Filter Type	
Se selectează opțiunea:	Wall Flow Filter



Fig. 3.83 Particulate Filter – TYPE SPECIFICATION

Square + Asymmetric Cell DPF

Cell Density (CPSI)	200	1/in ²
Wall Thickness	0.5	mm

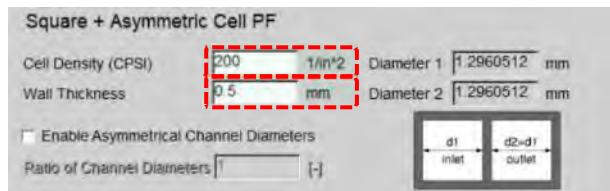


Fig. 3.84 Particulate Filter – SQUARE + ASYMMETRIC CELL DPF

Pas 3 – Friction

Pentru calculul căderii de presiune prin filtru, în subgrupa **Friction** (Fig. 2.43) introduceți următoarele date:

Friction

Friction Specification	
Se selectează opțiunea:	Coefficient
Coefficient	
Friction Coefficient	0.13 -
Channel Shape	
Se alege opțiunea:	square

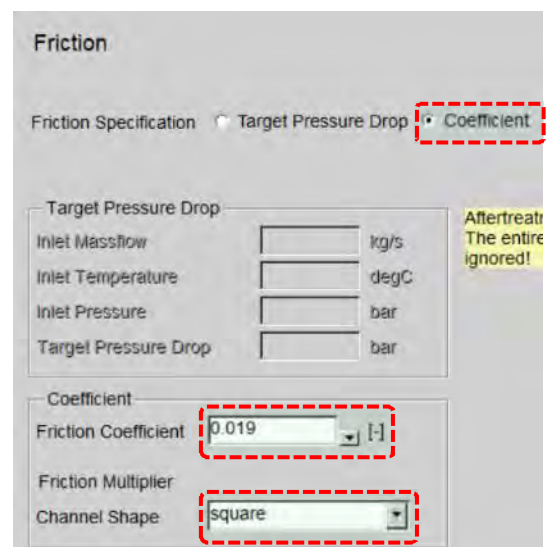


Fig. 3.85 Particulate Filter – FRICTION

Pas 4 – Results Specification

Pentru a defini punctele pentru care se vor înregistra rezultatele calculului, click pe subgrupa **Result Specification** (Fig. 2.44) și introduceți următoarele date:

Results Specification

Spatial Positions	
Se selectează opțiunea:	Use 5 Points
Type of Results	
Se selectează opțiunea:	Standard

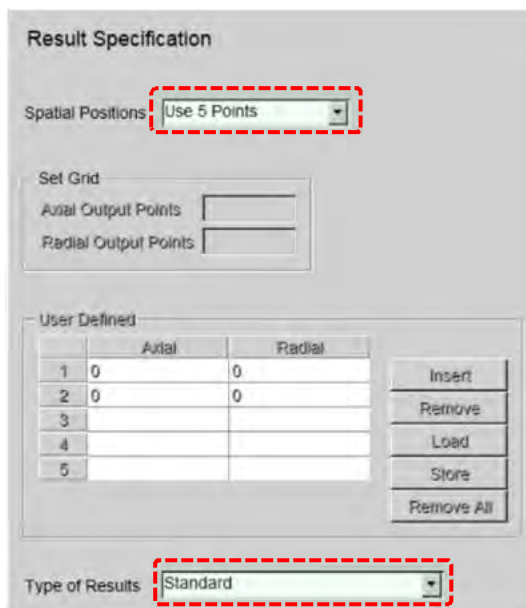


Fig. 3.86 Particulate Filter – RESULT SPECIFICATION

Pas 5 – Flow Coefficients

Definirea curgerii la intrarea, respectiv ieșirea din filtru de particule se face în subgrupa **Flow Coefficients** (Fig. 2.45), unde trebuie introduse următoarele valori pentru coeficienții de curgere:

Flow Coefficients

Flow into the Air Cleaner		
Pipe 3 Inflow	0.95	-
Pipe 4 Inflow	0.95	-
Flow out the Air Cleaner		
Pipe 3 Outflow	0.95	-
Pipe 4 Outflow	0.95	-

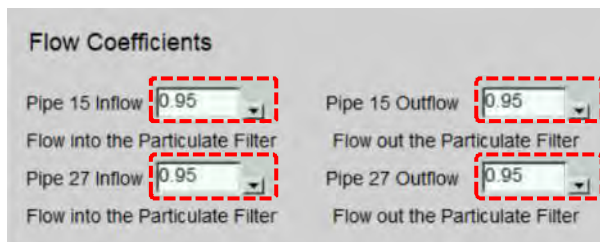
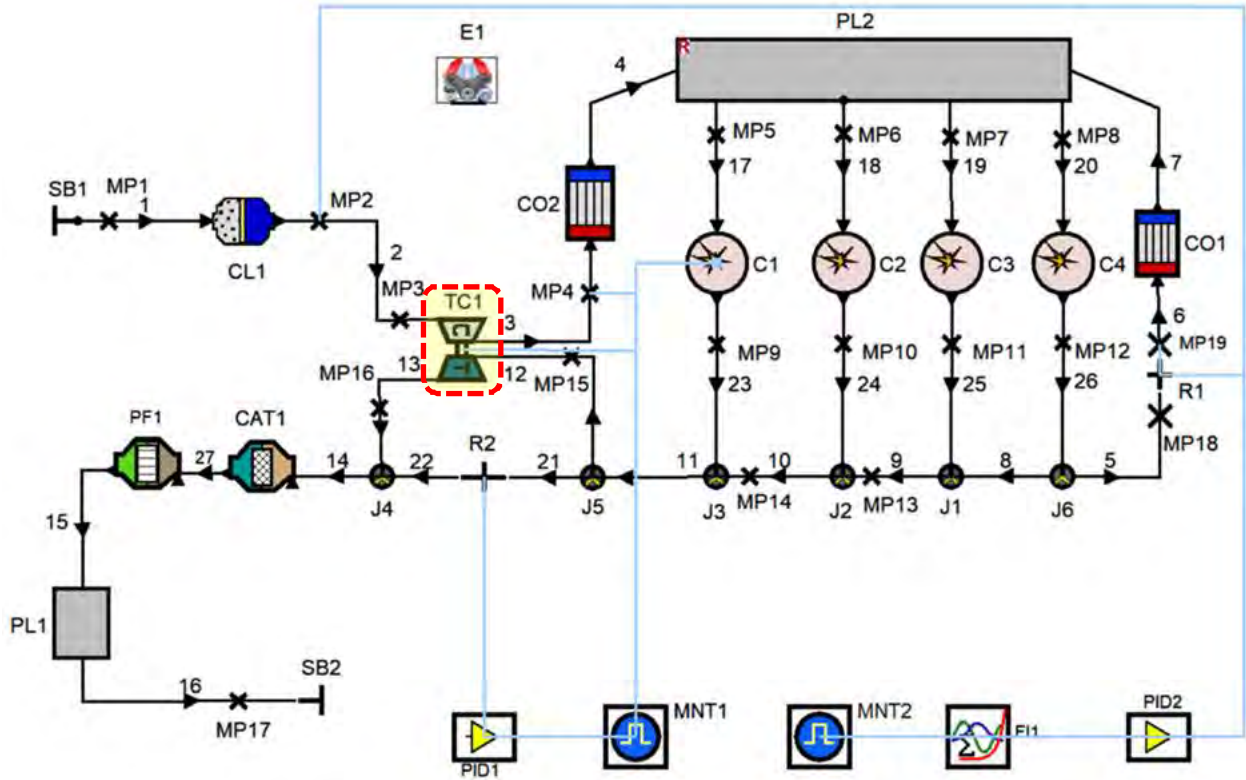


Fig. 3.87 Particulate Filter – FLOW COEFFICIENTS

TURBOCHARGER



Pas 1 – General

Motorul ales pentru analiză dispune și de supraalimentare. În acest scop se utilizează un turbocompresor. Acest tip de elemente se pot defini atât ca modele simplificate, cât și ca modele complete, bazate pe caracteristici experimentale. În cazul de față s-a optat pentru utilizarea unui model complet (**Full Model**).

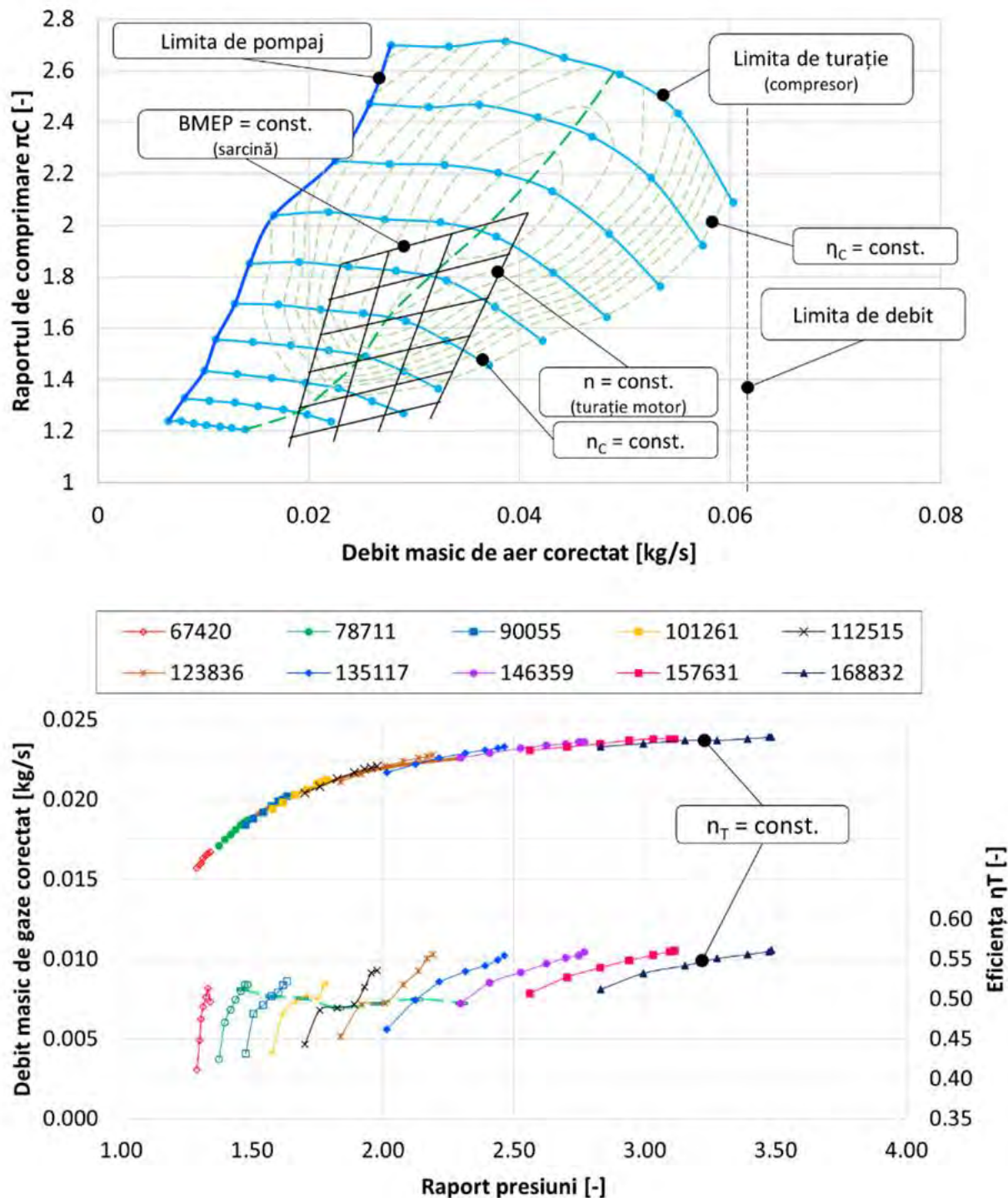


Fig. 3.88 Exemple de caracteristici de compresor (sus) și turbină (jos) (adaptare după [1])

General

Calculation Type	
Se alege opțiunea:	Full Model

General

Author: Demo

Comment:

Result Name:

Calculation Type

Simplified Model

Full Model

Turbine Wall Heat Transfer

Fig. 3.89 Turbocharger – GENERAL

Pas 2 – Full Model

Suplimentar față de caracteristicile compresorului – definită în secțiunea **Compressor Map** (Fig. 2.47) – și turbinei – definită în secțiunea **Turbine Map** (Fig. 2.47) –, mai este necesară definirea eficienței mecanice (**Mechanical Efficiency**), respectiv a momentului de inerție (**Moment of Inertia**) și turației inițiale (**Initial Speed**) – în secțiunea **Full Model** (Fig. 2.47).

Full Model

Mecahnical Efficiency	1	-
Moment of Inertia	5e-06	kg·m ²
Se alege opțiunea:	Set Initial Speed	
Initial Speed	120000	rpm

Full Model

Mechanical Efficiency: 1 [-]

Moment of Inertia: 5e-06 kg·m²

Set Initial Speed

Initial Speed: 120000 rpm

Fig. 3.90 Turbocharger – FULL MODEL

Compressor Map

Kind of efficiency scaling		
Se alege opțiunea:		Offset
Position	Mass Flow Scal.	Efficiency Offset
[-]	Fact. [-]	[-]
0	1	-0.07

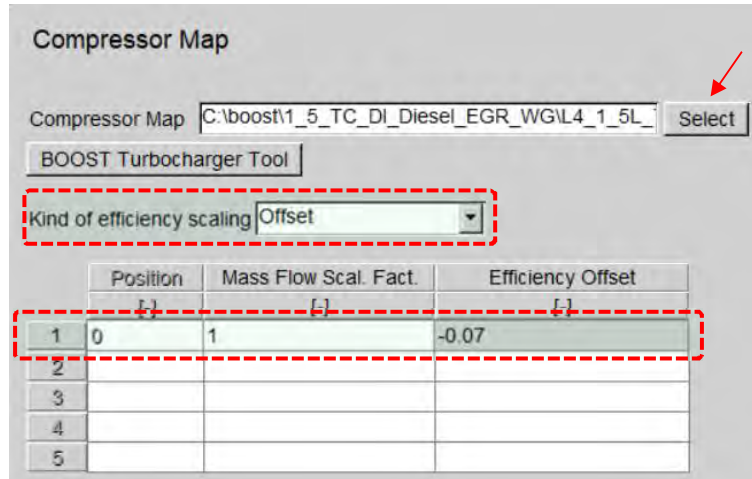


Fig. 3.91 Turbocharger – COMPRESSOR MAP – Alegerea caracteristici compresorului

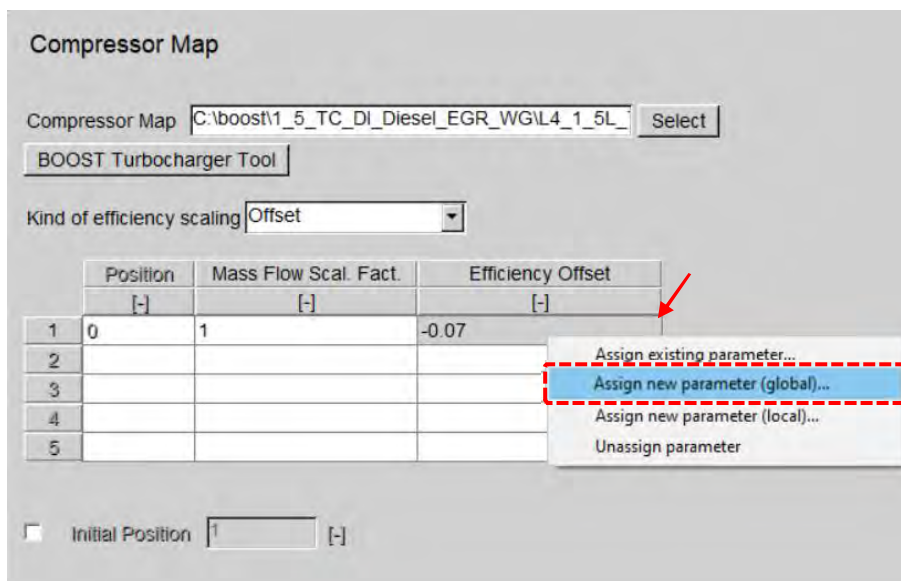


Fig. 3.92 Turbocharger – COMPRESSOR MAP – Assign new parameter (global)

Turbine Map

Kind of efficiency scaling		
Se alege opțiunea:		Offset
Position [-]	Mass Flow Scal. Fact. [-]	Efficiency Offset [-]
0	1	-0.07
Initial Turbine to Total Mass Flow		1

Turbine Map

Turbine Map

Kind of efficiency scaling

	Position	Mass Flow Scal. Fact	Efficiency Offset
	[-]	[-]	[-]
1	1	1	-0.07
2			
3			
4			
5			

Initial Position [-]

Interference Coefficient [-]

Initial Turbine to Total Mass Flow [-]

Internal Boost Pressure Controller

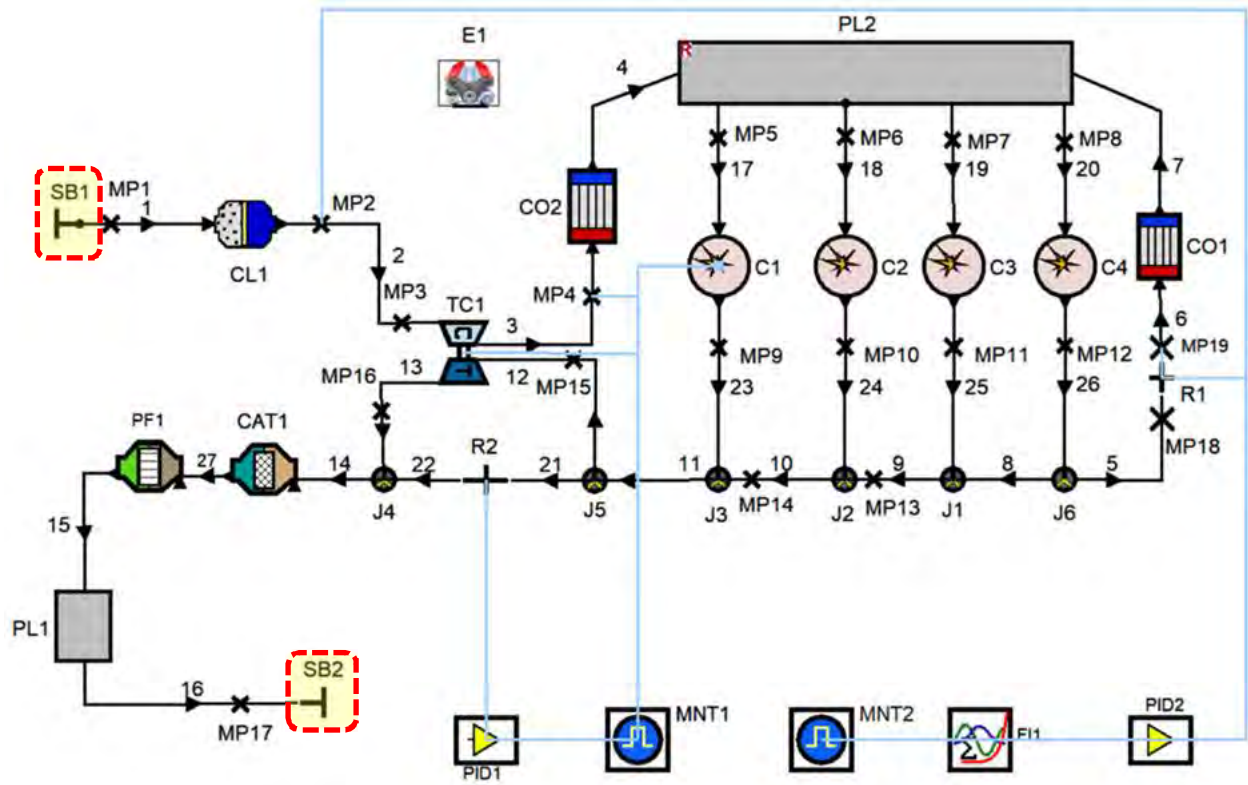
Target Compressor Pressure Ratio [-]

Waste Gate Control

VTS Control

Fig. 3.93 Turbocharger – TURBINE MAP – Alegrea caracteristii turbinei

SYSTEM BOUNDARY



SB1

SB1 reprezintă limita sistemului pe partea de admisie. Această limită reprezintă conexiunea modelului cu mediul ambiant (definit în acest caz de utilizator). Pentru definire trebuie introduse următoarele date în secțiunile **General** (Fig. 2.52), **Boundary Conditions** (Fig. 2.53) și **Flow Coefficients** (Fig. 2.54).

General

Boundary Type	
Se alege opțiunea:	Standard
Se alege opțiunea:	End Correction

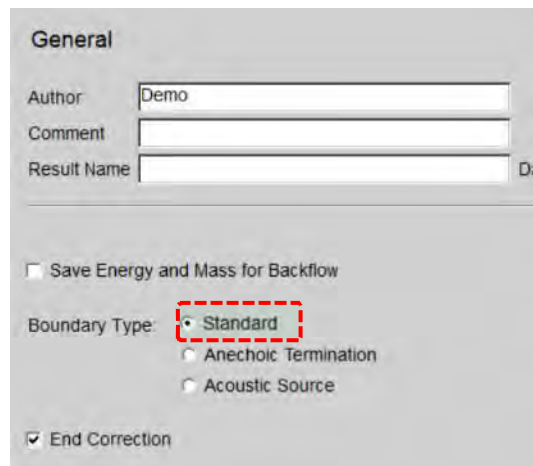


Fig. 3.94 SB1 – GENERAL

Boundary Conditions

Se alege opțiunea:	Local Boundary Conditions
Local Boundary Conditions	
Preference	
Se alege opțiunea:	Set 1
Pressure	1 bar
Gas Temperature	26.85 °C
Fuel Vapor	0 -
Combustion Products	0 -
Ratio Type	
Se alege opțiunea:	A/F - Ratio
Ratio Value	14.57 -

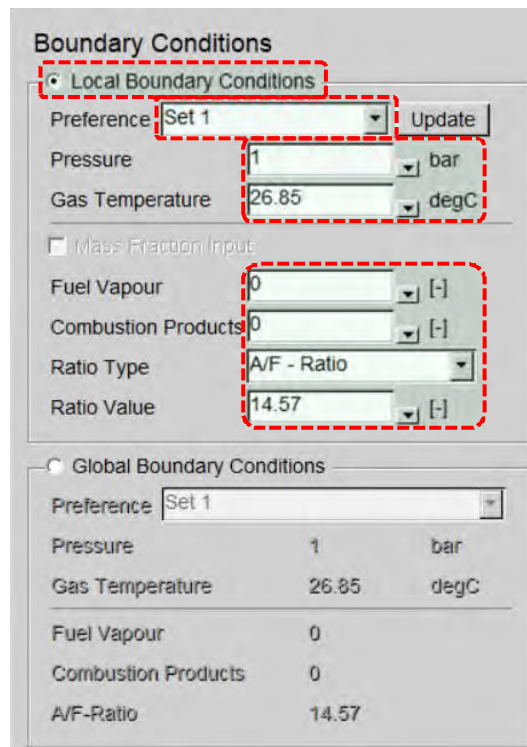


Fig. 3.95 SB1 – BOUNDARY CONDITIONS

Flow Coefficients

Pipe 1 Inflow	1
Pipe 1 Outflow	1

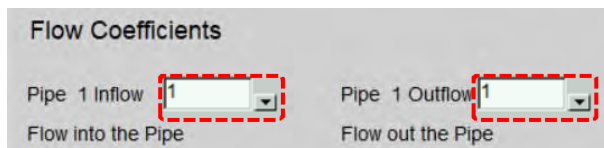


Fig. 3.96 SB1 – FLOW COEFFICIENTS

SB2

SB2 este limita sistemului pe partea de evacuare. La fel ca în cazul **SB1** și **SB2** este aleasă convenabil. Pentru definirea **SB2** se introduc următoarele date (figurile 2.55 – 2.57):

General

Boundary Type	
Se alege opțiunea:	Standard
Se alege opțiunea:	End Correction

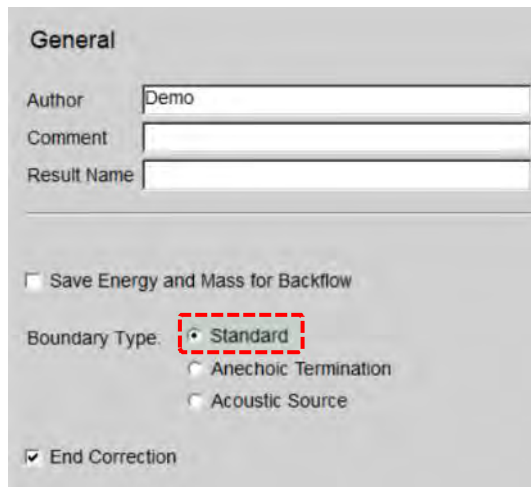


Fig. 3.97 SB2 – GENERAL

Boundary Conditions

Se alege opțiunea:	Local Boundary Conditions
Local Boundary Conditions	
Preference	
Se alege opțiunea:	Set 1
Pressure	1 bar
Gas Temperature	26.85 °C
Fuel Vapor	0 -
Combustion Products	0 -
Ratio Type	
Se alege opțiunea:	A/F - Ratio
Ratio Value	14.57 -

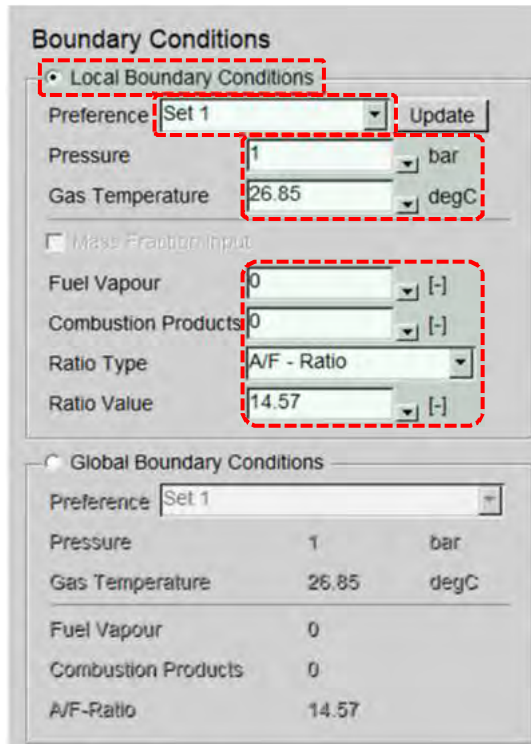


Fig. 3.98 SB2 – BOUNDARY CONDITIONS

Flow Coefficients

Pipe 1 Inflow	1
Pipe 1 Outflow	1

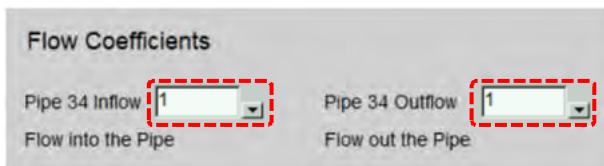
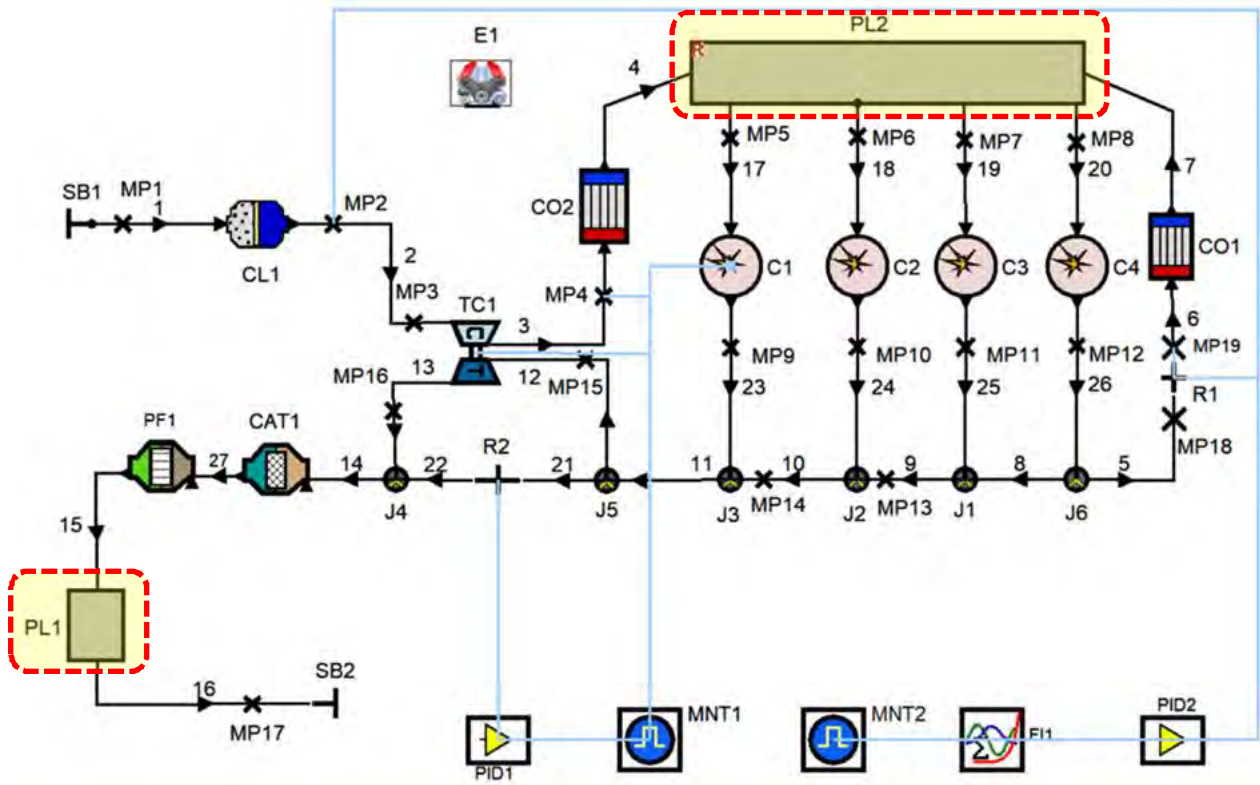


Fig. 3.99 SB2 – FLOW COEFFICIENTS

PLENUM



Elementele de tip plenum sunt elemente de volum în care presiunea și temperatura sunt uniform distribuite în spațiu astfel că, pentru curgerea prin aceste elemente, nu se calculează și impulsul. În cazul motorului analizat galeria de admisie, amortizorul de zgomot, dar și alte elemente sunt reprezentate prin **Plenum**. În continuare sunt prezentate datele de intrare pentru aceste elemente (figurile 2.58 – 2.69):

PL 1

General

Geometry Definition	
Se alege opțiunea:	Volume
Volume	
Volume	15 l

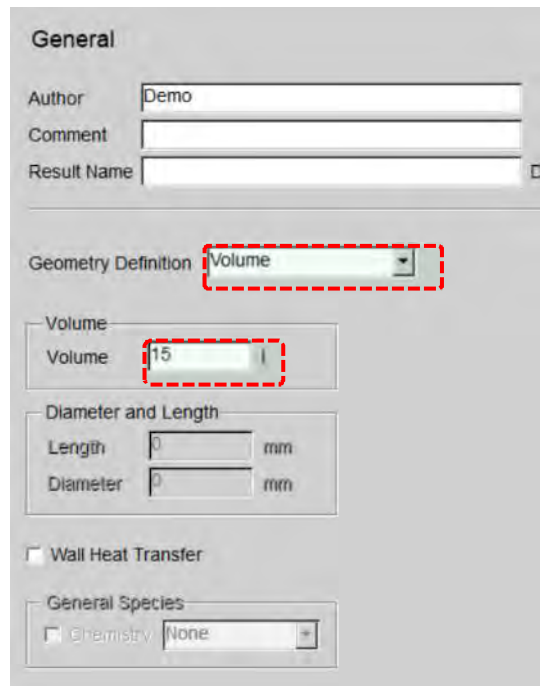


Fig. 3.100 PL1 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Preference	
Se alege opțiunea:	Set 6

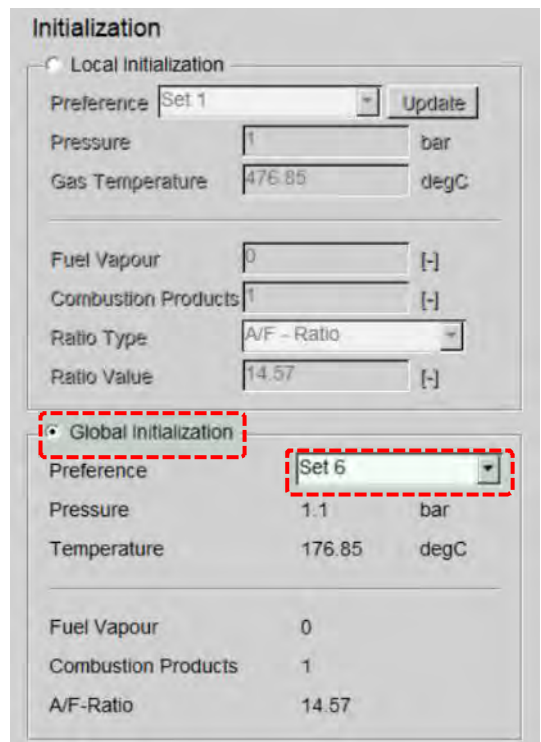


Fig. 3.101 PL1 – INITIALIZATION

Flow Coefficients

Flow into the Plenum		
Pipe 15 Inflow	1	-
Pipe 16 Inflow	1	-
Flow out the Plenum		
Pipe 15 Outflow	1	-
Pipe 16 Outflow	1	-

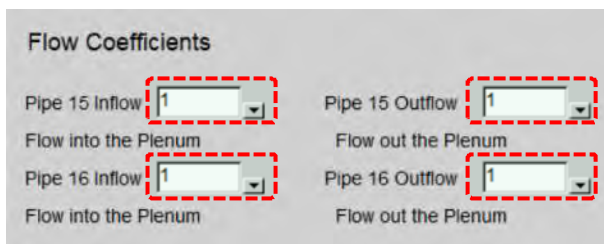


Fig. 3.102 PL1 – FLOW COEFFICIENTS

PL 2

General

Geometry Definition		
Se alege opțiunea:	Volume	
Volume		
Volume	0.5	l

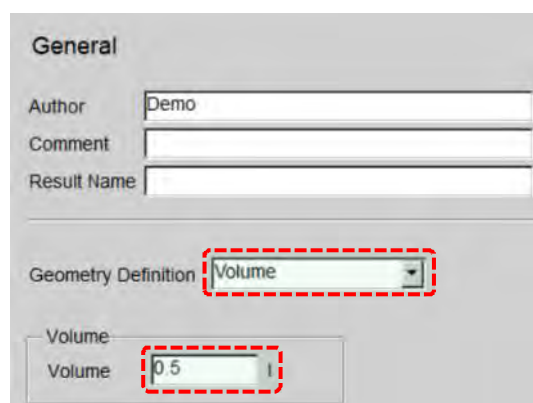


Fig. 3.103 PL2 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Preference	
Se alege opțiunea:	Set 3

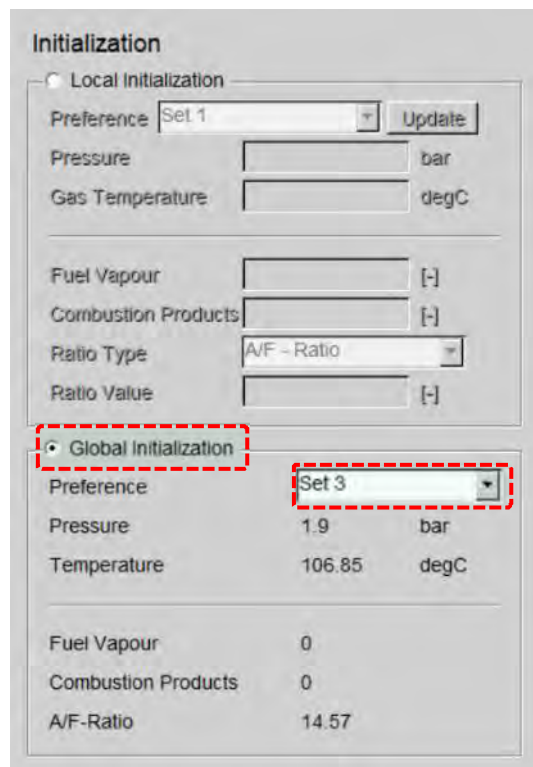


Fig. 3.104 PL2 – INITIALIZATION

Flow Coefficients

Flow into the Plenum		
Pipe 4 Inflow	0.9	-
Pipe 7 Inflow	0.9	-
Pipe 17 Inflow	0.9	-
Pipe 18 Inflow	0.9	-
Pipe 19 Inflow	0.9	-
Pipe 20 Inflow	0.9	-
Flow out the Plenum		
Pipe 4 Outflow	0.8	-
Pipe 7 Outflow	0.8	-
Pipe 17 Outflow	0.8	-
Pipe 18 Outflow	0.8	-
Pipe 19 Outflow	0.8	-
Pipe 20 Outflow	0.8	-

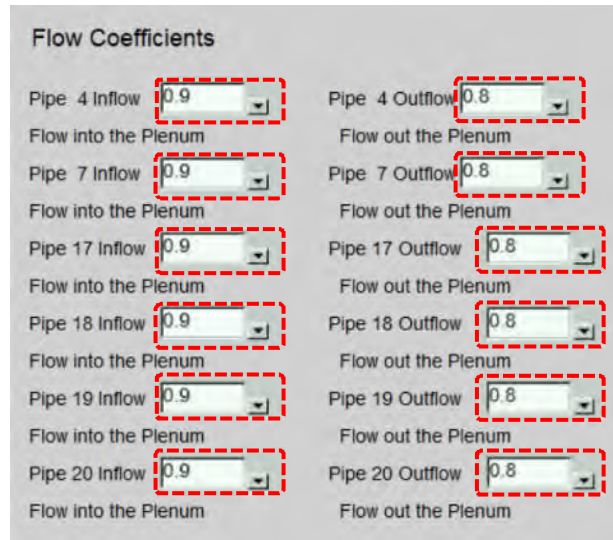
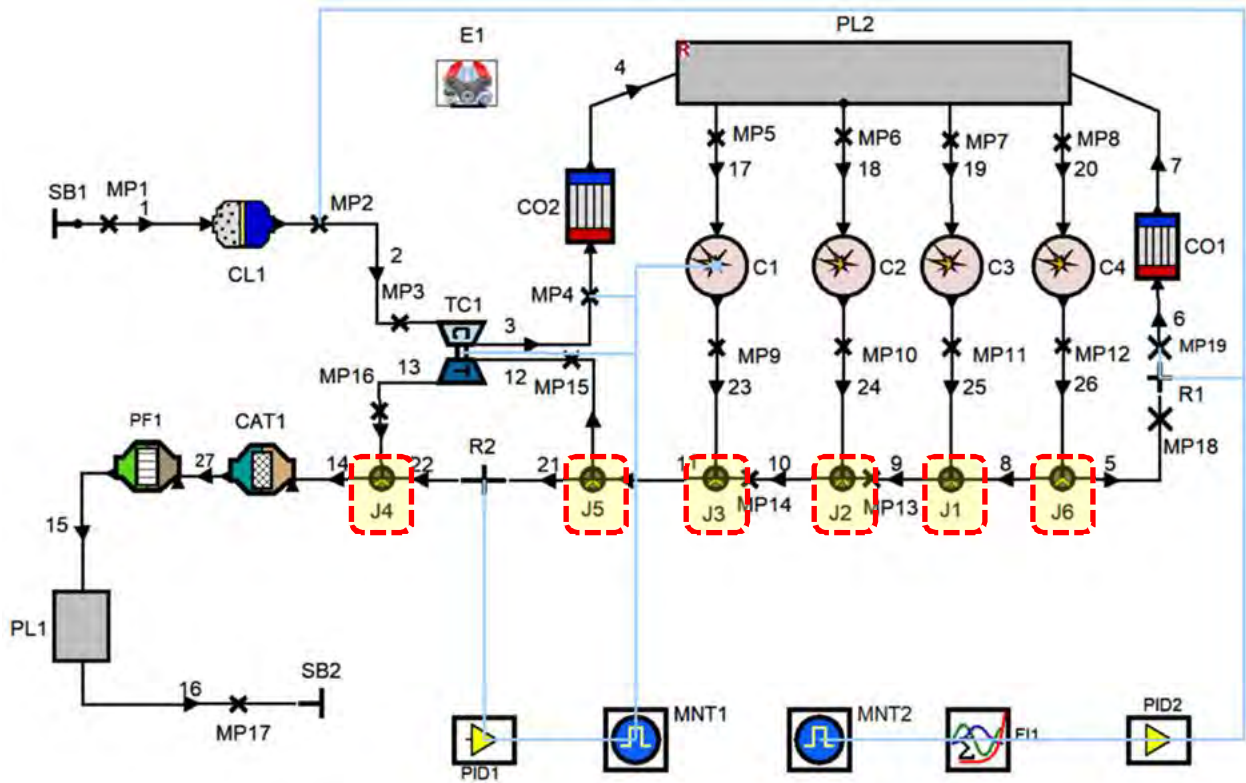


Fig. 3.105 PL2 – FLOW COEFFICIENTS

JUNCTION



Joncțiunile sunt elemente unde se intersectează două sau mai multe conducte. Programul de simulare AVL Boost™ permite definirea a trei tipuri de modele de joncțiuni: presiune constantă (**Constant Pressure**), presiune de stagnare constantă (**Constant Static Pressure**), respectiv model detaliat (**Refined Model**). Aceste modele de joncțiuni au fost prezentate în detaliu capitolul 1, secțiunea JUNCTION, motiv pentru care, în continuare, sunt prezentate doar datele de intrare pentru toate joncțiunile modelului (figurile 2.70 – 2.81).

J1

General

Junction Type
Se alege opțiunea: Refined Model

General

Author: Demo

Comment:

Result Name:

Junction Type : Constant Pressure
 Constant Static Pressure
 Refined Model

Fig. 3.106 J1 – GENERAL

Refined Model

Angle Between Pipes 8 and 9	180	deg
Angle Between Pipes 9 and 25	90	deg
Angle Between Pipes 25 and 8	90	deg

Refined Model

Angle Between Pipes 8 and 9 is: 180 deg

Angle Between Pipes 9 and 25 is: 90 deg

Angle Between Pipes 25 and 8 is: 90 deg

Fig. 3.107 J1 – REFINED MODEL

J2

General

Junction Type
Se alege opțiunea: Refined Model

General

Author: Demo

Comment:

Result Name:

Junction Type : Constant Pressure
 Constant Static Pressure
 Refined Model

Fig. 3.108 J2 – GENERAL

Refined Model

Angle Between Pipes 9 and 10	180	deg
Angle Between Pipes 10 and 24	90	deg
Angle Between Pipes 24 and 10	90	deg

Refined Model

Angle Between Pipes 9 and 10 is deg

Angle Between Pipes 10 and 24 is deg

Angle Between Pipes 24 and 9 is deg

Fig. 3.109 J1 – REFINED MODEL

J3

General

Junction Type

Se alege opțiunea: Refined Model

General

Author

Comment

Result Name

Junction Type : Constant Pressure
 Constant Static Pressure
 Refined Model

Fig. 3.110 J3 – GENERAL

Refined Model

Angle Between Pipes 10 and 11	180	deg
Angle Between Pipes 11 and 23	90	deg
Angle Between Pipes 23 and 10	90	deg

Refined Model

Angle Between Pipes 10 and 11 is deg

Angle Between Pipes 11 and 23 is deg

Angle Between Pipes 23 and 10 is deg

Fig. 3.111 J3 – REFINED MODEL

J4

General

Junction Type

Se alege opțiunea: Refined Model

General

Author

Comment

Result Name

Junction Type : Constant Pressure
 Constant Static Pressure
 Refined Model

Fig. 3.112 J4 – GENERAL

Refined Model

Angle Between Pipes 13 and 14	180	deg
Angle Between Pipes 14 and 22	90	deg
Angle Between Pipes 22 and 13	90	deg

Refined Model

Angle Between Pipes 13 and 14 is deg

Angle Between Pipes 14 and 22 is deg

Angle Between Pipes 22 and 13 is deg

Fig. 3.113 J4 – REFINED MODEL

J5

General

Junction Type

Se alege opțiunea:

General

Author

Comment

Result Name

Junction Type : Constant Pressure
 Constant Static Pressure
 Refined Model

Fig. 3.114 J5 – GENERAL

Refined Model

Angle Between Pipes 11 and 12	180	deg
Angle Between Pipes 12 and 21	90	deg
Angle Between Pipes 21 and 11	90	deg

Refined Model

Angle Between Pipes 11 and 12 is deg

Angle Between Pipes 12 and 21 is deg

Angle Between Pipes 21 and 11 is deg

Fig. 3.115 J5 – REFINED MODEL

J6

General

Junction Type

Se alege opțiunea:

General

Author

Comment

Result Name

Junction Type : Constant Pressure
 Constant Static Pressure
 Refined Model

Fig. 3.116 J5 – GENERAL

Refined Model

Angle Between Pipes 5 and 8	180	deg
Angle Between Pipes 8 and 26	90	deg
Angle Between Pipes 26 and 5	90	deg

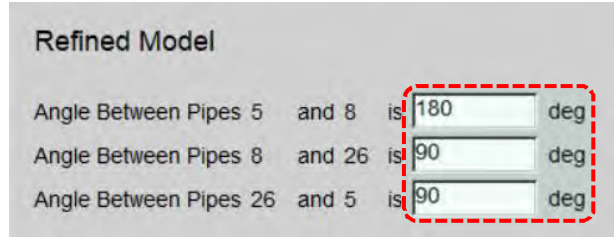
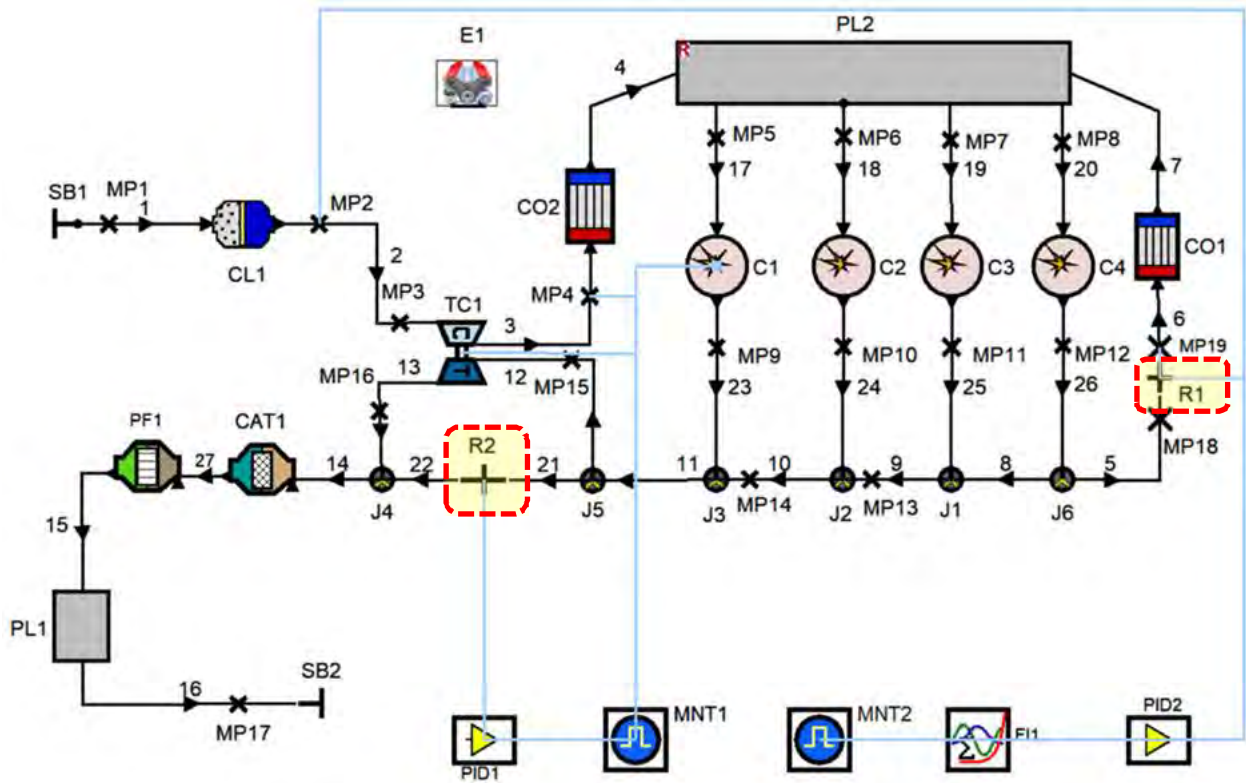


Fig. 3.117 J5 – REFINED MODEL

RESTRICTION



Elementele de tip restricție (**Restriction**) se utilizează pentru considerarea pierderilor de presiune în anumite locații pe traseul de curgere. Aceste pierderi de presiune se pot datora unei restricții geometrice a secțiunii de curgere (ex. supapă, placă perforată, îmbinare a două conducte etc.) sau o separare a jetului datorită unei variații bruște de diametru a conductei sau a unui cot. Pentru aceste restricții este necesară definirea coeficienților de curgere în ambele direcții. Acești coeficienți depind de detaliile constructive, valori standard putând fi estimate doar pentru variațiile de secțiune de curgere.

Datele de intrare pentru componentele de tip restricție sunt prezentate în secțiunile R1-R10 (figurile 2.82 – 2.101). Pentru definirea restricțiilor click pe elementul **Restriction** și introduceți datele în subgrupa corespunzătoare. De observat faptul că, în cazul unora dintre restricții (R1, R3, R4, R5, R6, R7) nu apar modificări de secțiune, motiv pentru care, în subgrupa **General**, în dreptul ariei „Area” apare mesajul „No Change”.

R1

General

Nu sunt necesare modificări în grupa **General**.

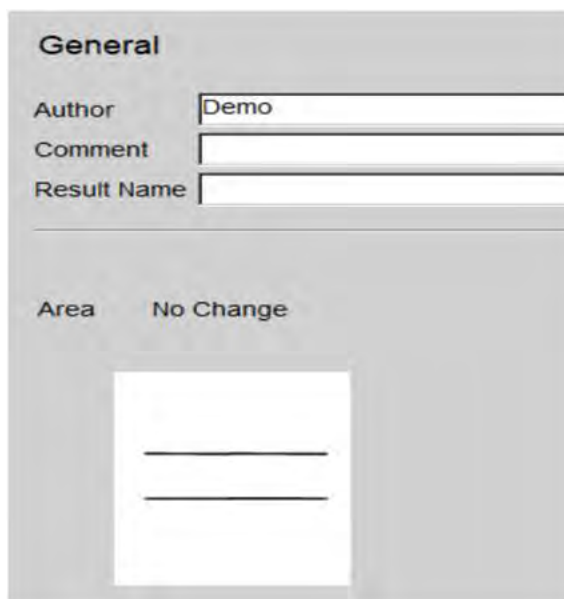


Fig. 3.118 R1 – GENERAL

Flow Coefficients

Flow Coefficients for Flow		
from Pipe 5 to Pipe 6	0	-
from Pipe 6 to Pipe 5	0	-

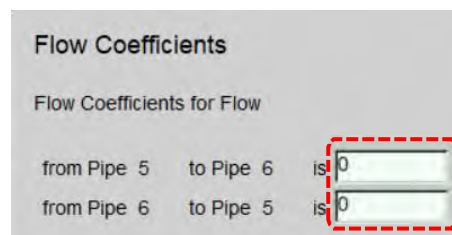


Fig. 3.119 R1 – FLOW COEFFICIENTS

R2

General

General

Author

Comment

Result Name

Area

(Diagram of a cylinder with two horizontal lines)

Fig. 3.120 R2 – GENERAL

Flow Coefficients

Flow Coefficients for Flow		
from Pipe 21 to Pipe 22	0	-
from Pipe 22 to Pipe 21	0	-

Flow Coefficients

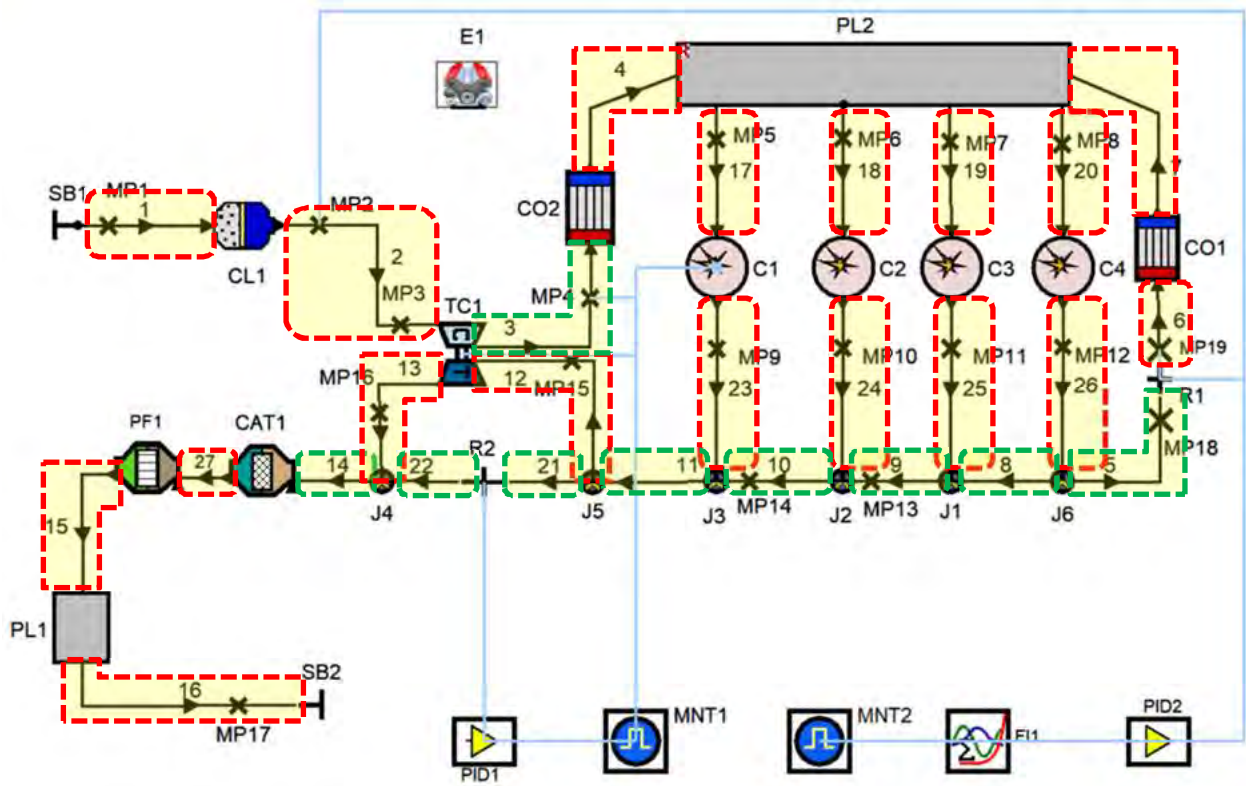
Flow Coefficients for Flow

from Pipe 21 to Pipe 22 is

from Pipe 22 to Pipe 21 is

Fig. 3.121 R2 – FLOW COEFFICIENTS

PIPE



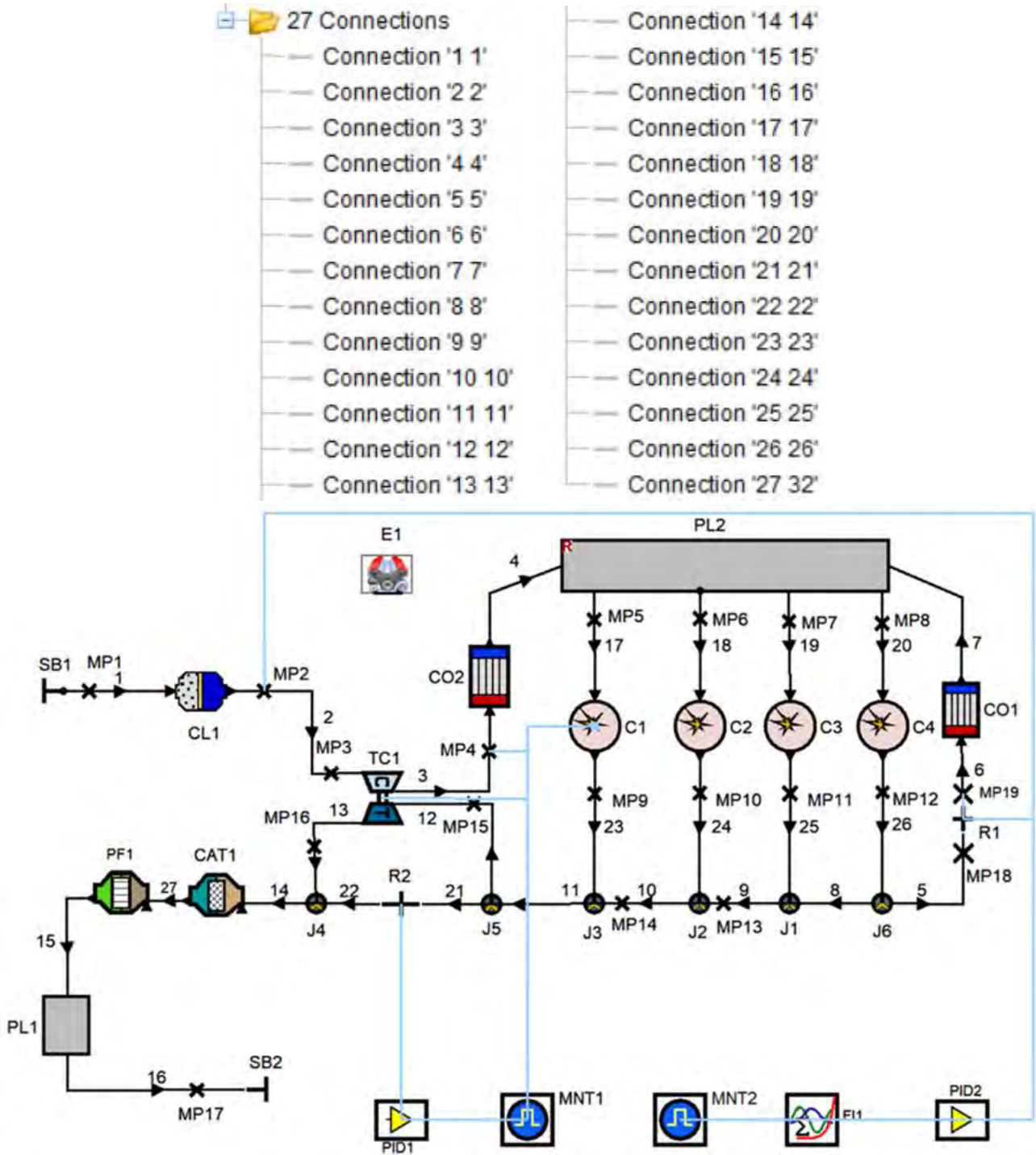


Fig. 3.122 Pipe – Lista de conexiuni tip pipe și dispunerea lor în model

Definirea corectă a elementelor de tip conductă are o importanță deosebită pentru estimarea corectă a condițiilor din cilindru la închiderea supapelor (capitolul 1). În continuare sunt prezentate datele de intrare pentru elementele de tip conductă (**Pipe 1 – Pipe 27**) (figurile 2.103 – 2.190).

Pipe 1

General

Pipe Length	110	mm
Diameter	60	mm
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.02	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	26.85	°C

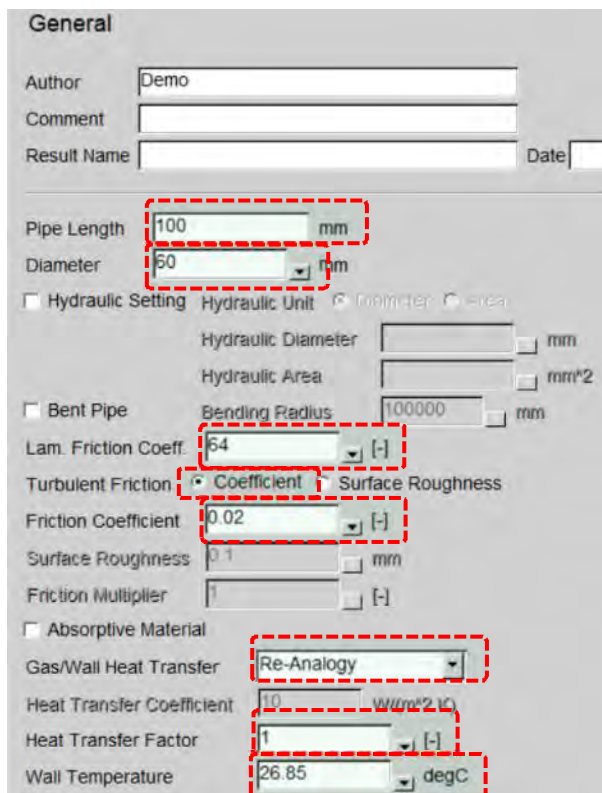


Fig. 3.123 Pipe 1 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 1

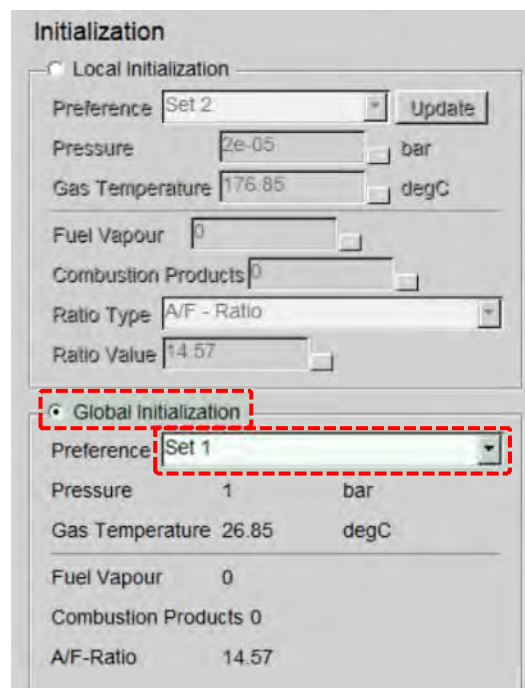


Fig. 3.124 Pipe 1 – INITIALIZATION

Pipe 2

General

Pipe Length	300	mm
Diameter	48	mm
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.02	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	26.85	°C

General

Author: Demo
 Comment:
 Result Name: Date:

Pipe Length: 300 mm
 Diameter: 48 mm

Hydraulic Setting Hydraulic Unit: Diameter Area
 Hydraulic Diameter: mm
 Hydraulic Area: mm²

Bent Pipe Bending Radius: 100000 mm

Lam. Friction Coeff.: 64 [-]
 Turbulent Friction: Coefficient Surface Roughness
 Friction Coefficient: 0.02 [-]
 Surface Roughness: 0.1 mm
 Friction Multiplier: 1 [-]

Absorptive Material

Gas/Wall Heat Transfer: Re-Analogy
 Heat Transfer Coefficient: 10 W/(m² K)
 Heat Transfer Factor: 1 [-]
 Wall Temperature: 26.85 degC

Variable Wall Temperature
 Chemistry: None

Fig. 3.125 Pipe 2 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 1

Initialization

Local Initialization
 Preference: Set 1 [Update]
 Pressure: 1 bar
 Gas Temperature: 24.85 degC
 Fuel Vapour: 0
 Combustion Products: 0
 Ratio Type: A/F - Ratio
 Ratio Value: 14.57

Global Initialization
 Preference: Set 1
 Pressure: 1 bar
 Gas Temperature: 26.85 degC
 Fuel Vapour: 0
 Combustion Products: 0
 A/F-Ratio: 14.57

Fig. 3.126 Pipe 2 – INITIALIZATION

Pipe 3

General

Pipe Length	75	mm
Diameter	35	mm
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.02	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	26.85	°C

Fig. 3.127 Pipe 3 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 2

Fig. 3.128 Pipe 3 – INITIALIZATION

Pipe 4

General

Pipe Length	75	mm
Diameter	40	mm
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.02	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	26.85	°C

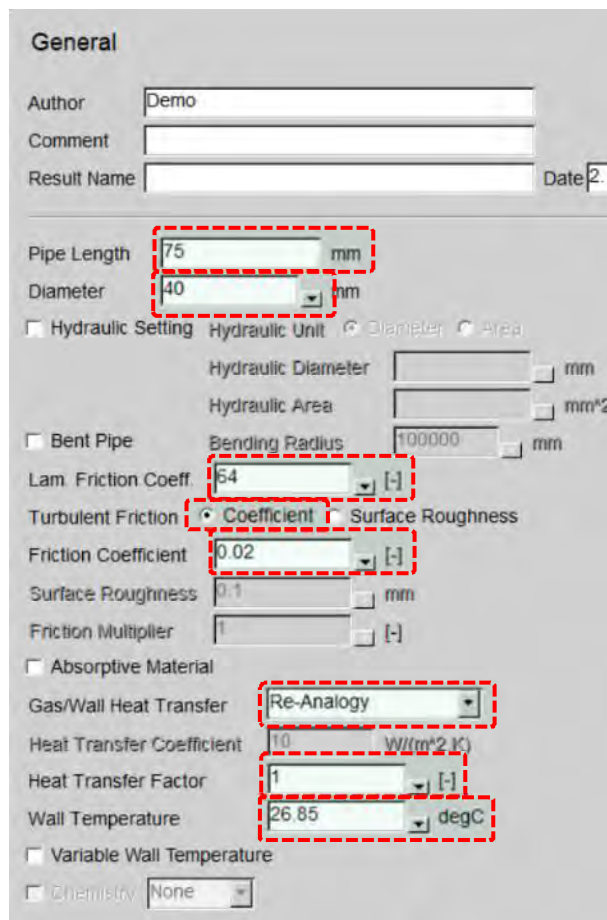


Fig. 3.129 Pipe 4 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 3

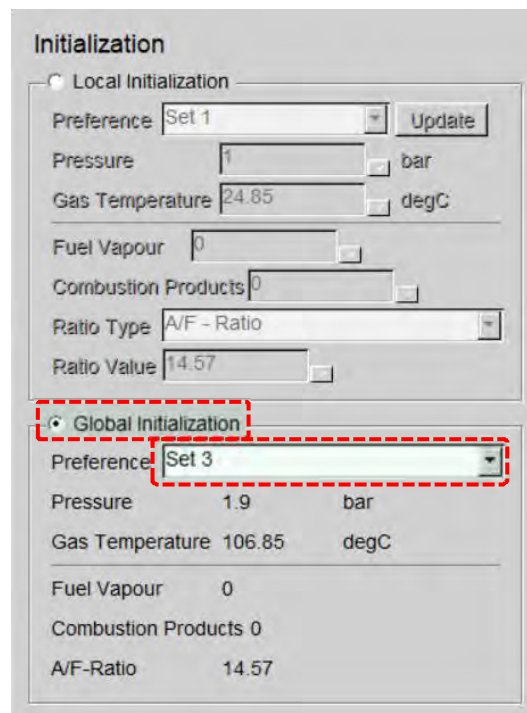


Fig. 3.130 Pipe 4 – INITIALIZATION

Pipe 5

General

Pipe Length	150	mm
Diameter	20	mm
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.035	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	276.85	°C

Fig. 3.131 Pipe 5 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 4

Fig. 3.132 Pipe 5 – INITIALIZATION

Pipe 6

General

Pipe Length	100	mm
Diameter	20	mm
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.035	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	276.85	°C

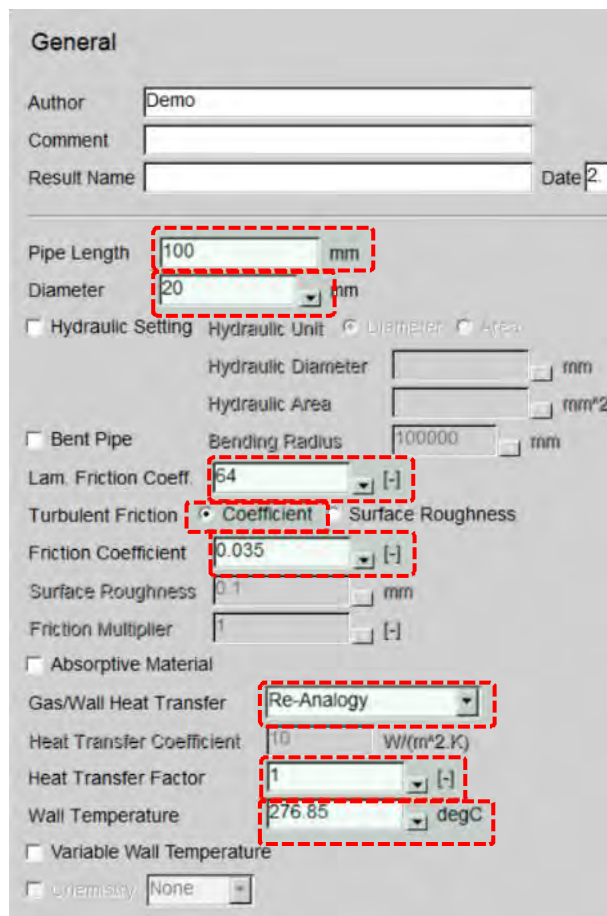


Fig. 3.133 Pipe 6 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 4

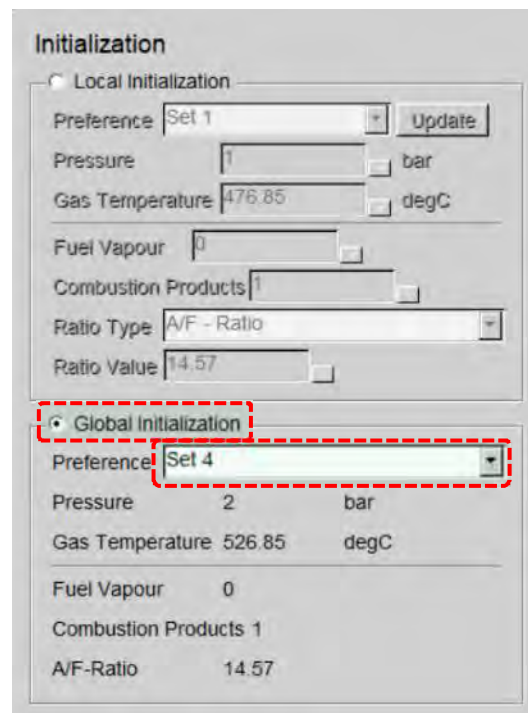


Fig. 3.134 Pipe 6 – INITIALIZATION

Pipe 7

General

Pipe Length	150	mm
Diameter	22	mm
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.035	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	176.85	°C

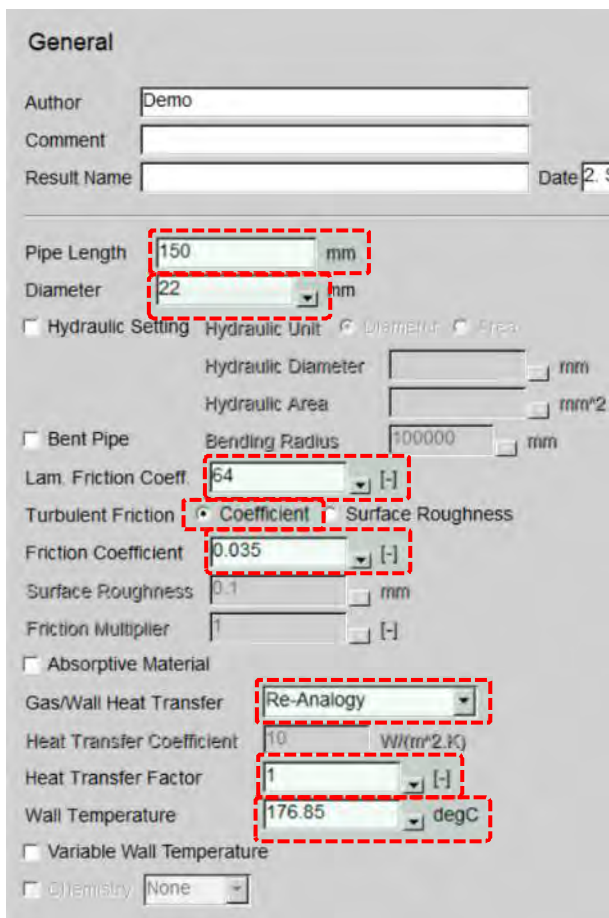


Fig. 3.135 Pipe 7 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 3

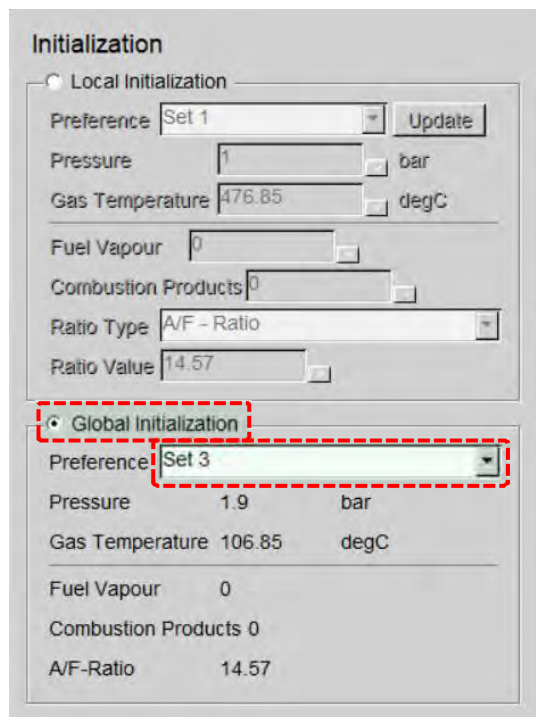


Fig. 3.136 Pipe 7 – INITIALIZATION

Pipe 8

General

Pipe Length	85	mm
Diameter	30	mm
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.035	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	276.85	°C

Fig. 3.137 Pipe 8 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 1

Fig. 3.138 Pipe 8 – INITIALIZATION

Pipe 9

General

Pipe Length	85	mm
Diameter	30	mm
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.035	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	276.85	°C

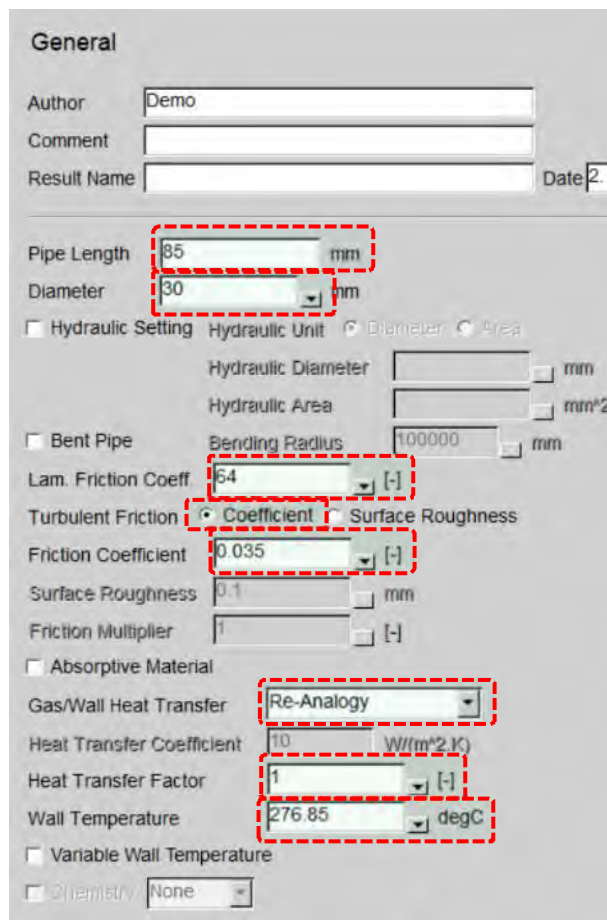


Fig. 3.139 Pipe 9 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 4

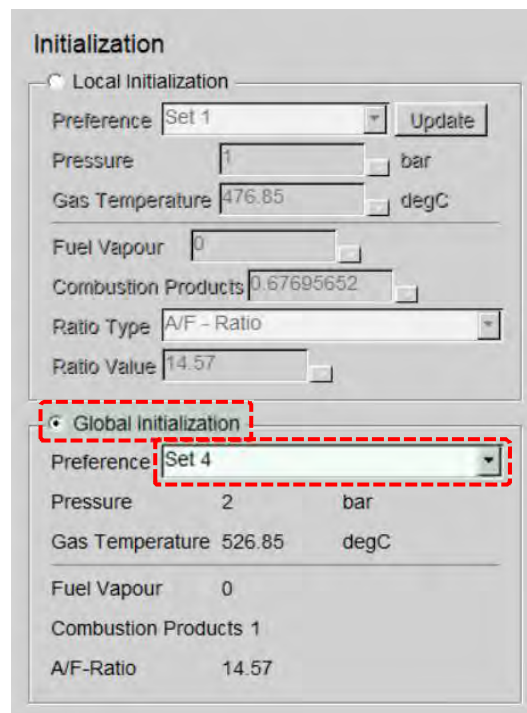


Fig. 3.140 Pipe 9 – INITIALIZATION

Pipe 10

General

Pipe Length	85	mm
Diameter	30	mm
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.035	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	276.85	°C

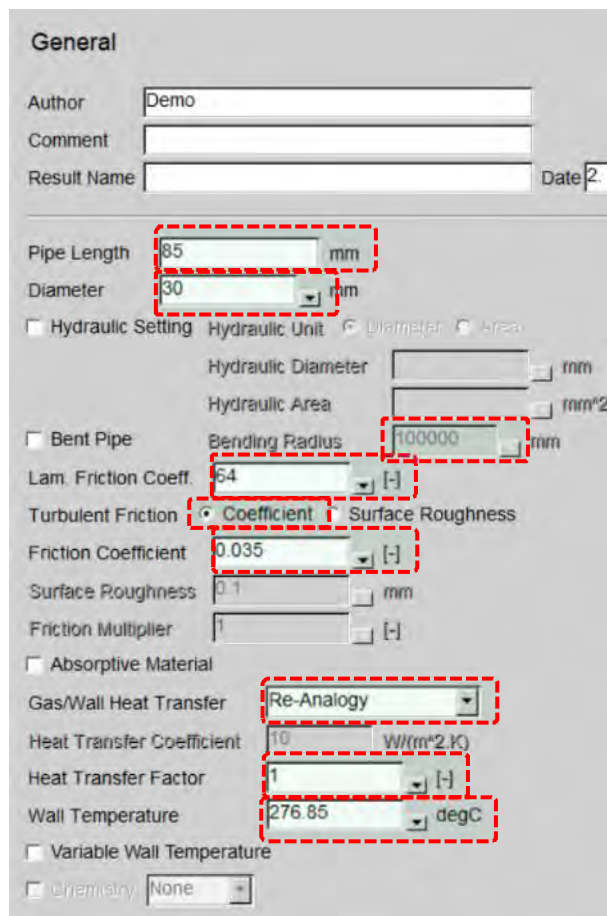


Fig. 3.141 Pipe 10 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 4

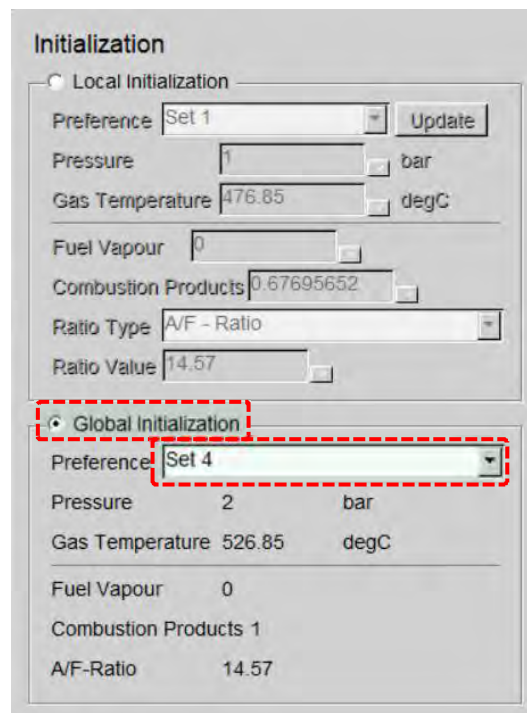


Fig. 3.142 Pipe 10 – INITIALIZATION

Pipe 11

General

Pipe Length	100	mm
Diameter	25	mm
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.035	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	276.85	°C

Fig. 3.143 Pipe 11 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 4

Fig. 3.144 Pipe 11 – INITIALIZATION

Pipe 12

General

Pipe Length	100	mm
Diameter	25	mm
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.035	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	276.85	°C

Fig. 3.145 Pipe 12 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 4

Fig. 3.146 Pipe 12 – INITIALIZATION

Pipe 13

General

Pipe Length	150	mm
Diameter	48	mm
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.035	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	176.85	°C

Fig. 3.147 Pipe 13 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 5

Fig. 3.148 Pipe 13 – INITIALIZATION

Pipe 14

General

Pipe Length	150	mm
Diameter	48	mm
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.035	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	176.85	°C

Fig. 3.149 Pipe 14 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 5

Fig. 3.150 Pipe 14 – INITIALIZATION

Pipe 15

General

Pipe Length	300	mm
Diameter	48	mm
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.035	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	126.85	°C

Fig. 3.151 Pipe 15 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 6

Fig. 3.152 Pipe 15 – INITIALIZATION

Pipe 16

General

Pipe Length	100	mm
Diameter	50	mm
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.035	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	126.85	°C

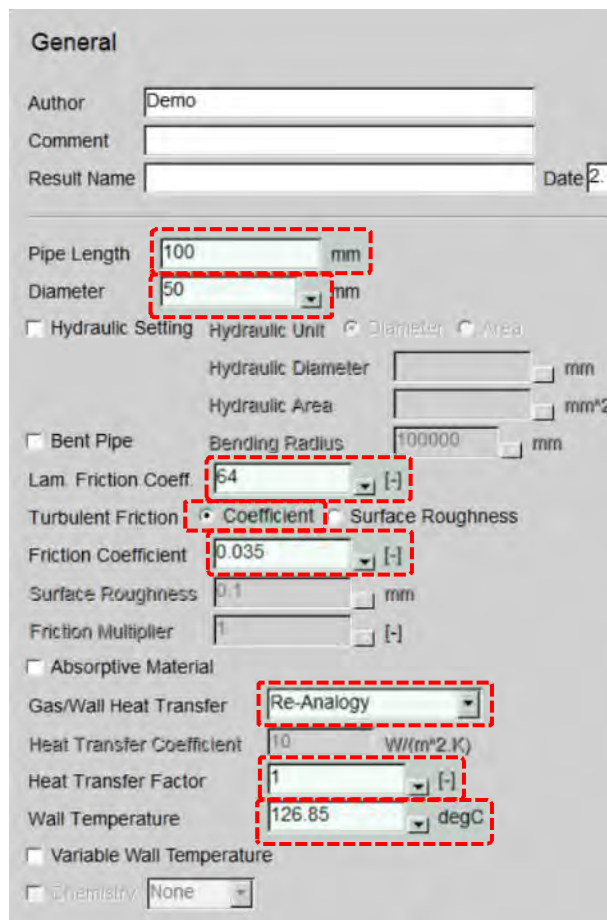


Fig. 3.153 Pipe 16 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 6

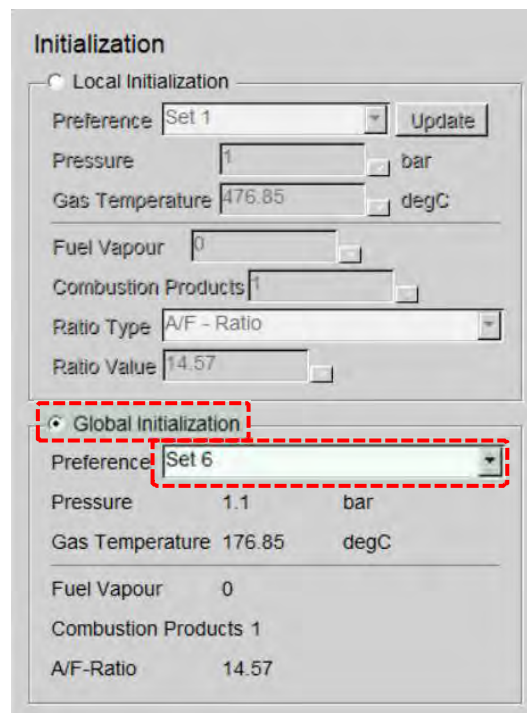


Fig. 3.154 Pipe 16 – INITIALIZATION

Pipe 17

General

Pipe Length	70	mm
Diameter	30	mm
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.02	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	26.85	°C

Fig. 3.155 Pipe 17 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 3

Fig. 3.156 Pipe 17 – INITIALIZATION

Pipe 18

General

Pipe Length	70	mm
Diameter	30	mm
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.02	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	26.85	°C

Fig. 3.157 Pipe 18 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 3

Fig. 3.158 Pipe 18 – INITIALIZATION

Pipe 19

General

Pipe Length	70	mm
Diameter	30	mm
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.02	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	26.85	°C

Fig. 3.159 Pipe 19 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 3

Fig. 3.160 Pipe 19 – INITIALIZATION

Pipe 20

General

Pipe Length	70	mm
Diameter	30	mm
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.02	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	26.85	°C

General

Author: Demo
 Comment:
 Result Name:
 Date: 2.9

Pipe Length: 70 mm
 Diameter: 30 mm

Hydraulic Setting Hydraulic Unit: Diameter Area
 Hydraulic Diameter:
 Hydraulic Area:
 Bent Pipe Bending Radius: 100000 mm

Lam. Friction Coeff.: 64 [-]
 Turbulent Friction: Coefficient Surface Roughness
 Friction Coefficient: 0.02 [-]
 Surface Roughness: 0.1 mm
 Friction Multiplier: 1 [-]

Absorptive Material

Gas/Wall Heat Transfer: Re-Analogy
 Heat Transfer Coefficient: 10 W/(m².K)
 Heat Transfer Factor: 1 [-]
 Wall Temperature: 26.85 degC
 Variable Wall Temperature
 Chemistry: None

Fig. 3.161 Pipe 20 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 3

Initialization

Local Initialization
 Preference: Set 1 Update
 Pressure: 1 bar
 Gas Temperature: 24.85 degC
 Fuel Vapour: 0
 Combustion Products: 0
 Ratio Type: A/F - Ratio
 Ratio Value: 14.57

Global Initialization
 Preference: Set 3
 Pressure: 1.9 bar
 Gas Temperature: 106.85 degC
 Fuel Vapour: 0
 Combustion Products: 0
 A/F-Ratio: 14.57

Fig. 3.162 Pipe 20 – INITIALIZATION

Pipe 21

General

Pipe Length	30	mm
Diameter	15	mm
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.035	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	276.85	°C

Fig. 3.163 Pipe 21 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 4

Fig. 3.164 Pipe 21 – INITIALIZATION

Pipe 22

General

Pipe Length	30	mm
Diameter	15	mm
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.035	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	176.85	°C

Fig. 3.165 Pipe 22 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 5

Fig. 3.166 Pipe 22 – INITIALIZATION

Pipe 23

General

Pipe Length	160	mm
Diameter		
Se alege opțiunea:	Table	
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.035	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	226.85	°C

General

Author: Demo
 Comment:
 Result Name: Date: 2.9

Pipe Length: 160 mm
 Diameter: Table

Hydraulic Setting Hydraulic Unit: Diameter Area
 Hydraulic Diameter: mm
 Hydraulic Area: mm²

Bent Pipe Bending Radius: 100000 mm

Lam. Friction Coeff: 64 [-]
 Turbulent Friction: Coefficient Surface Roughness
 Friction Coefficient: 0.035 [-]
 Surface Roughness: 0.1 mm
 Friction Multiplier: 1 [-]

Absorptive Material

Gas/Wall Heat Transfer: Re-Analogy
 Heat Transfer Coefficient: 10 W/(m²K)
 Heat Transfer Factor: 1 [-]
 Wall Temperature: 226.85 degC

Variable Wall Temperature
 Chemistry: None

Fig. 3.167 Pipe 23 – GENERAL

Diameter – Table

Location (X) [mm]	Diameter (Y) [mm]
0	25
90	25
160	30

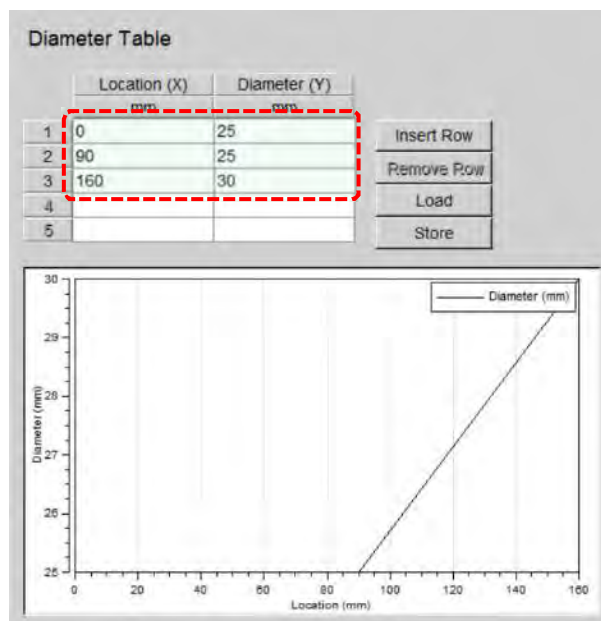
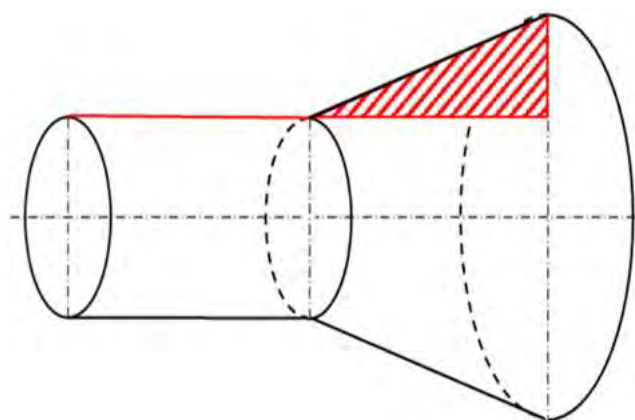


Fig. 3.168 Pipe 23 – DIAMETER TABLE

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 4

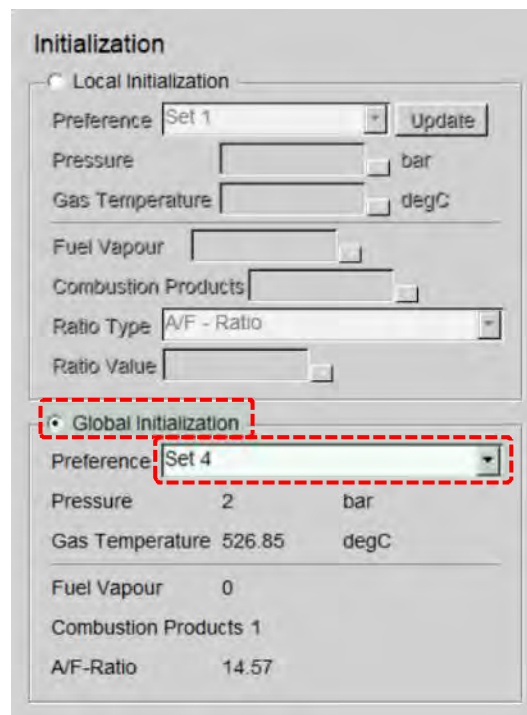


Fig. 3.169 Pipe 23 – INITIALIZATION

Pipe 24

General

Pipe Length	160	mm
Diameter		
Se alege opțiunea:	Table	
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.035	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	226.85	°C

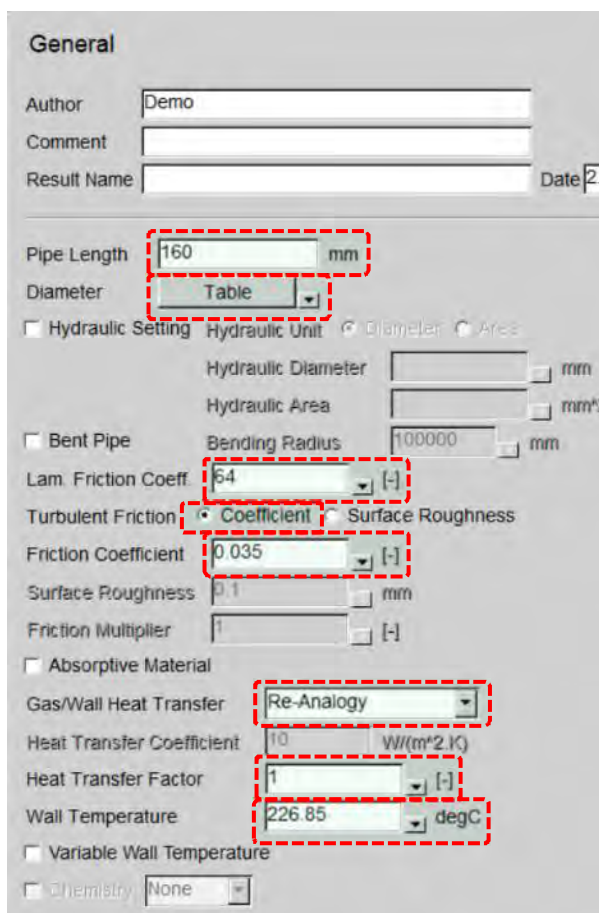


Fig. 3.170 Pipe 24 – GENERAL

Diameter – Table

Location (X) [mm]	Diameter (Y) [mm]
0	25
90	25
160	30

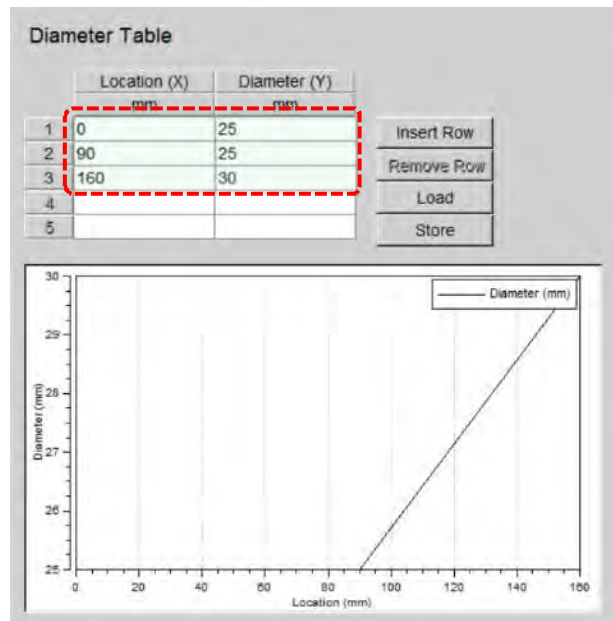


Fig. 3.171 Pipe 24 – DIAMETER TABLE

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 4

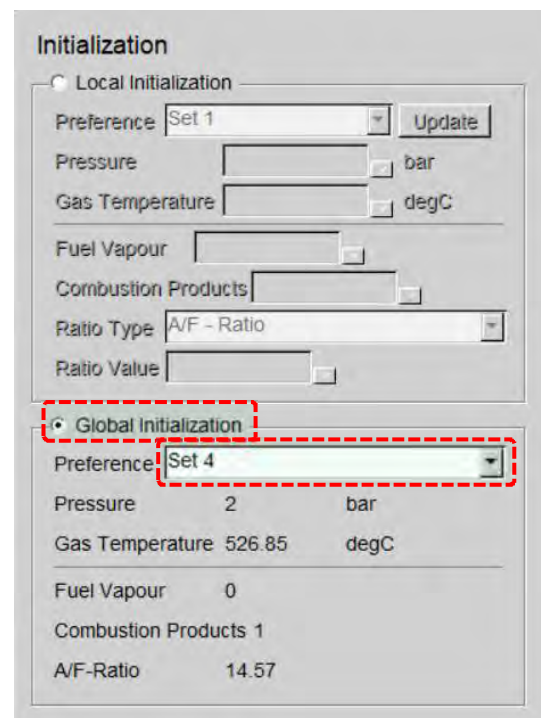


Fig. 3.172 Pipe 24 – INITIALIZATION

Pipe 25

General

Pipe Length	160	mm
Diameter		
Se alege opțiunea:	Table	
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.035	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analogy	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	226.85	°C

Fig. 3.173 Pipe 25 – GENERAL

Diameter – Table

Location (X) [mm]	Diameter (Y) [mm]
0	25
90	25
160	30

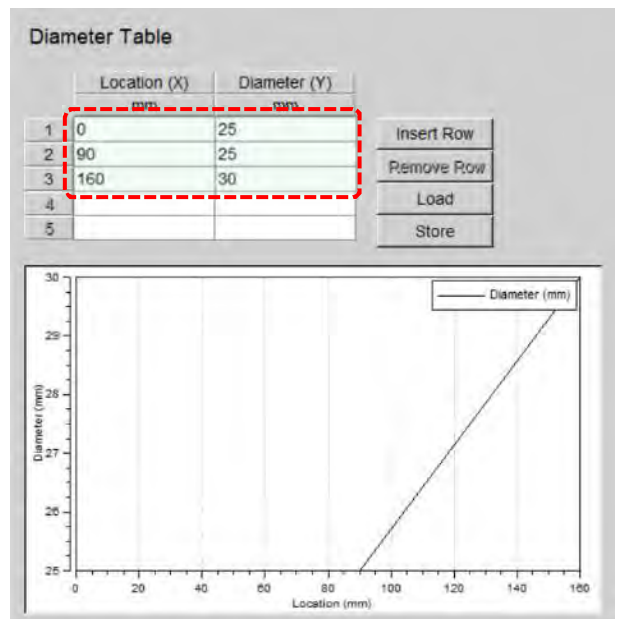


Fig. 3.174 Pipe 25 – DIAMETER TABLE

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 4

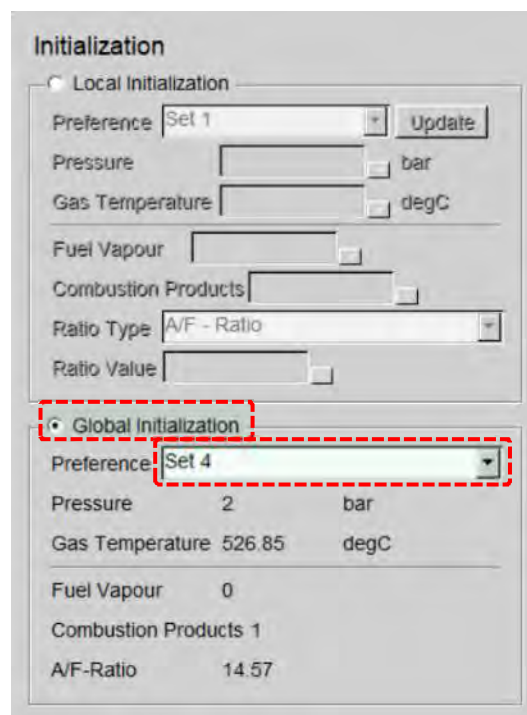


Fig. 3.175 Pipe 25 – INITIALIZATION

Pipe 26

General

Pipe Length	160	mm
Diameter		
Se alege opțiunea:	Table	
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.035	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Re-Analysis	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	226.85	°C

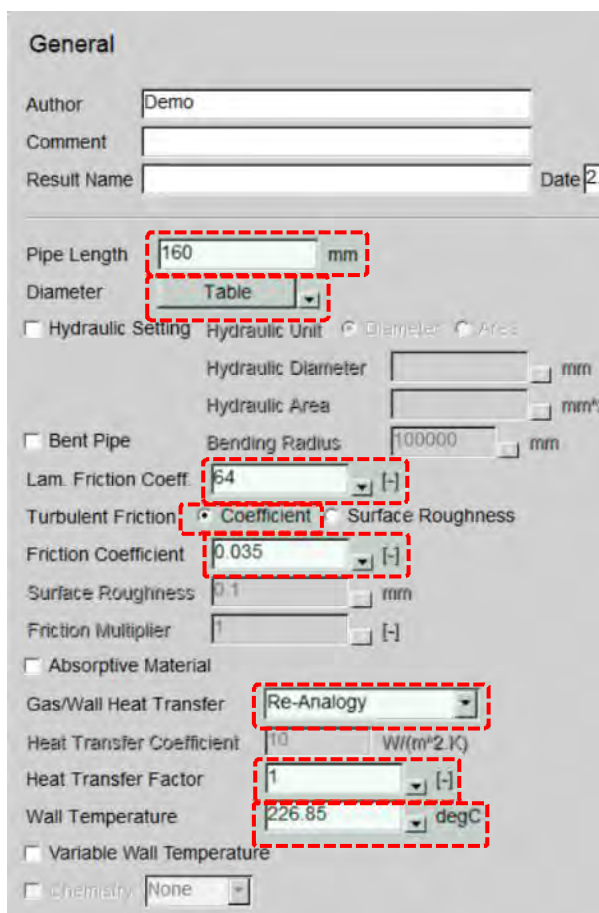


Fig. 3.176 Pipe 26 – GENERAL

Diameter – Table

Location (X) [mm]	Diameter (Y) [mm]
0	25
90	25
160	30

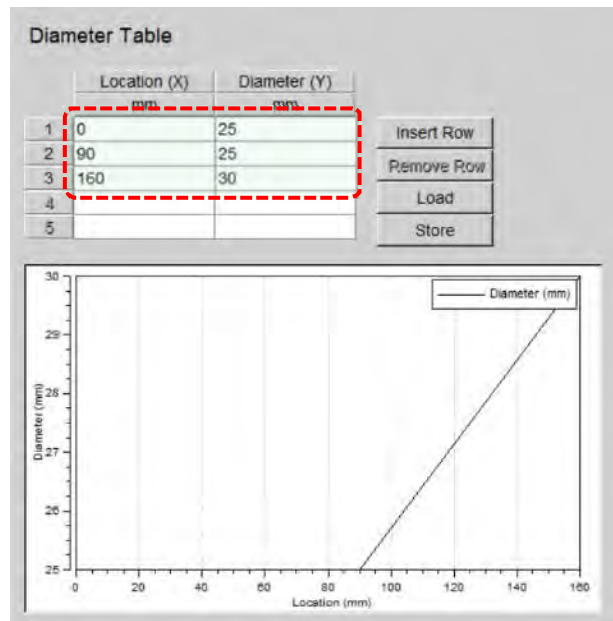


Fig. 3.177 Pipe 26 – DIAMETER TABLE

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 4

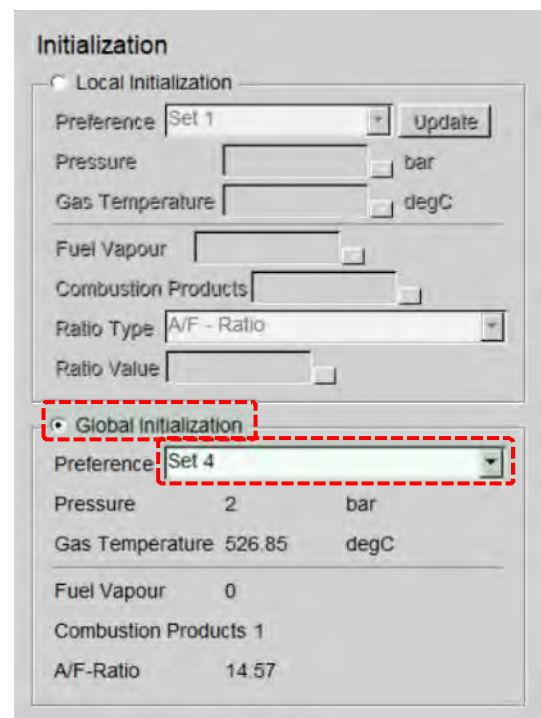


Fig. 3.178 Pipe 26 – INITIALIZATION

Pipe 27

General

Pipe Length	50	mm
Diameter	50	mm
Lam. Friction Coeff.	64	-
Turbulent Friction		
Se alege opțiunea:	Coefficient	
Friction Coefficient	0.019	-
Gas/Wall Heat Transfer		
Se alege opțiunea:	Colburn	
Heat Transfer Factor	1	-
Wall Temperature	126.85	°C

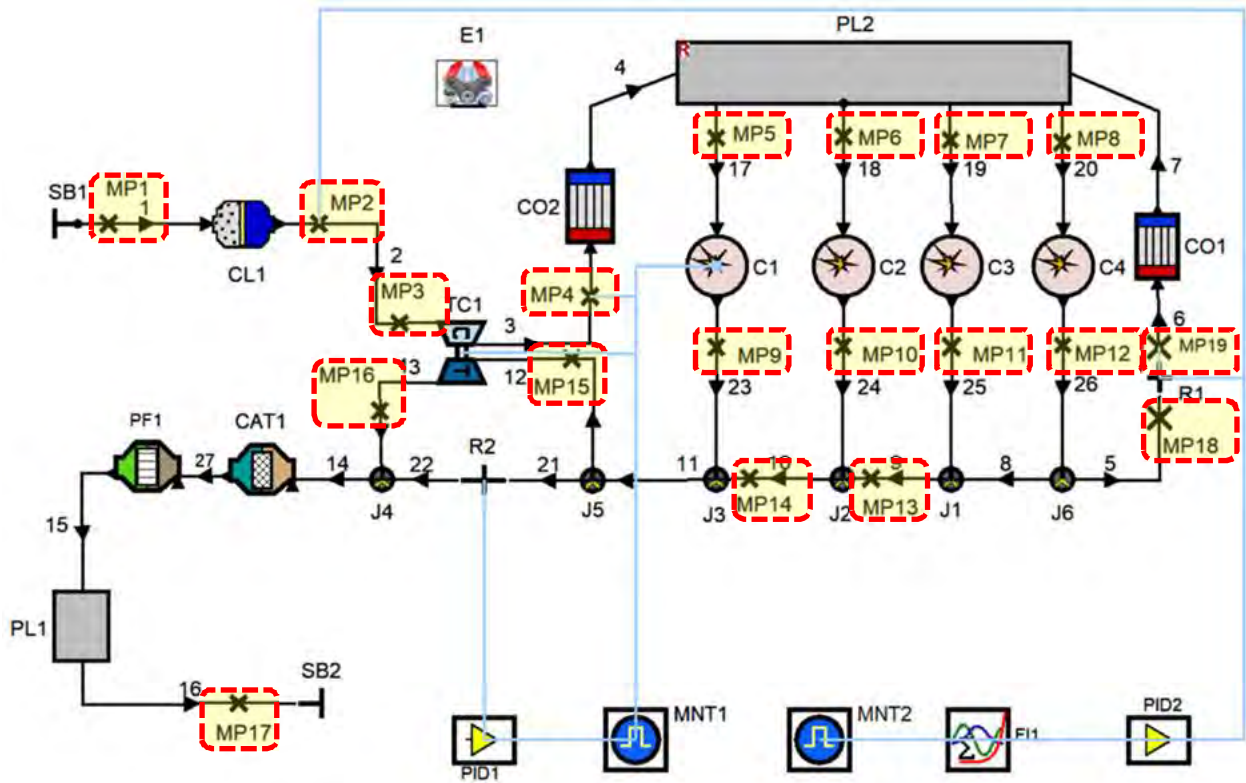
Fig. 3.179 Pipe 27 – GENERAL

Initialization

Se alege opțiunea:	Global Initialization
Global Initialization	
Se alege opțiunea:	Set 6

Fig. 3.180 Pipe 27 – INITIALIZATION

MEASURING POINT



Punctele de măsurare se utilizează pentru monitorizarea valorilor în anumite locații, în care, pentru motorul real sunt instalați senzori de măsurare a unor mărimi precum presiunea, temperatura, concentrația de gaze etc. Valorile obținute prin intermediul acestor elemente pot fi utilizate pentru validarea modelului. Locațiile punctelor de măsurare sunt definite conform figurii 2.191.

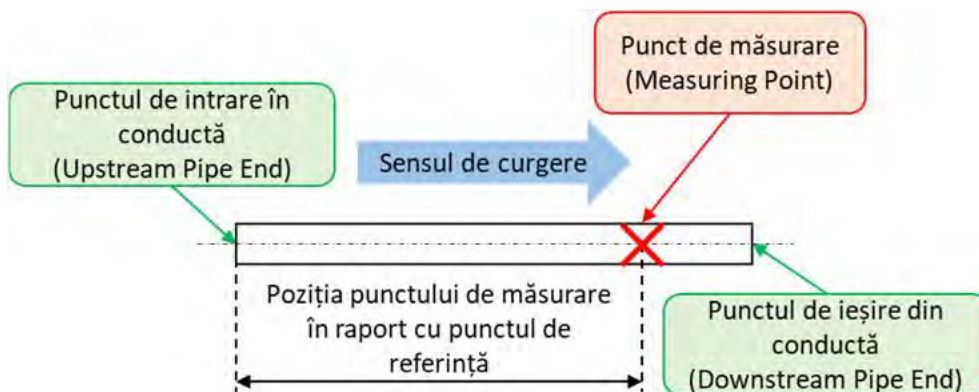


Fig. 3.181 Definirea poziției punctului de măsurare (Measuring Point)

MP1

General

Punctul de măsurare MP1 (Fig. 2.192) este localizat în conducta 1 (lungime 0.1 m).

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End	100	mm
Output Extent	Se alege opțiunea: Standard	

General

Author: Demo

Comment:

Result Name: Date: 2. Sep 2021 2

Located in Pipe 1 (length 0.1 m)

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End: 100 mm

Output Extent:

- Standard
- Extended

Fig. 3.182 MP1 – GENERAL

MP2

General

Punctul de măsurare MP2 (Fig. 2.193) este localizat în conducta 2 (lungime 0.3 m).

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End	0	mm
Output Extent	Se alege opțiunea: Standard	

Fig. 3.183 MP2 – GENERAL

MP3

General

Punctul de măsurare MP3 (Fig. 2.194) este localizat în conducta 2 (lungime 0.3 m).

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End	295	mm
Output Extent	Se alege opțiunea: Standard	

Fig. 3.184 MP3 – GENERAL

MP4

General

Punctul de măsurare MP4 (Fig. 2.195) este localizat în conducta 3 (lungime 0.075 m).

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End	5	mm
Output Extent	Se alege opțiunea: Standard	

General

Author: Demo

Comment:

Result Name: Date: 2. Sep 2021 2

Located in Pipe 3 (length 0.075 m)

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End: 5 mm

Output Extent:

- Standard
- Extended

Fig. 3.185 MP4 – GENERAL

MP5

General

Punctul de măsurare MP5 (Fig. 2.196) este localizat în conducta 17 (lungime 0.07 m).

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End	70	mm
Output Extent	Se alege opțiunea: Standard	

General

Author: Demo

Comment:

Result Name: Date: 2. Sep 2021 2

Located in Pipe 17 (length 0.07 m)

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End: 70 mm

Output Extent:

- Standard
- Extended

Fig. 3.186 MP5 – GENERAL

MP6

General

Punctul de măsurare MP6 (Fig. 2.197) este localizat în conducta 18 (lungime 0.07 m).

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End	70	mm
Output Extent	Se alege opțiunea: Standard	

Fig. 3.187 MP6 – GENERAL

MP7

General

Punctul de măsurare MP7 (Fig. 2.198) este localizat în conducta 19 (lungime 0.07 m).

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End	70	mm
Output Extent	Se alege opțiunea: Standard	

Fig. 3.188 MP7 – GENERAL

MP8

General

Punctul de măsurare MP8 (Fig. 2.199) este localizat în conducta 20 (lungime 0.07 m).

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End	70	mm
Output Extent	Se alege opțiunea: Standard	

Fig. 3.189 MP8 – GENERAL

MP9

General

Punctul de măsurare MP9 (Fig. 2.200) este localizat în conducta 23 (lungime 0.16 m).

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End	0	mm
Output Extent	Se alege opțiunea: Standard	

Fig. 3.190 MP9 – GENERAL

MP10

General

Punctul de măsurare MP10 (Fig. 2.201) este localizat în conducta 24 (lungime 0.16 m).

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End	0	mm
Output Extent	Se alege opțiunea: Standard	

General

Author: Demo

Comment:

Result Name: Date: 2. Sep 2021 2

Located in Pipe 24 (length 0.16 m)

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End: 0 mm

Output Extent:

- Standard
- Extended

Fig. 3.191 MP10 – GENERAL

MP11

General

Punctul de măsurare MP11 (Fig. 2.202) este localizat în conducta 25 (lungime 0.16 m).

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End	0	mm
Output Extent	Se alege opțiunea: Standard	

General

Author: Demo

Comment:

Result Name: Date: 2. Sep 2021 2

Located in Pipe 25 (length 0.16 m)

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End: 0 mm

Output Extent:

- Standard
- Extended

Fig. 3.192 MP11 – GENERAL

MP12

General

Punctul de măsurare MP12 (Fig. 2.203) este localizat în conducta 26 (lungime 0.16 m).

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End	0	mm
Output Extent	Se alege opțiunea: Standard	

General

Author: Demo

Comment:

Result Name: Date: 2. Sep 2021 2

Located in Pipe 26 (length 0.16 m)

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End: 0 mm

Output Extent:

- Standard
- Extended

Fig. 3.193 MP12 – GENERAL

MP13

General

Punctul de măsurare MP13 (Fig. 2.204) este localizat în conducta 9 (lungime 0.085 m).

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End	40	mm
Output Extent	Se alege opțiunea: Standard	

General

Author: Demo

Comment:

Result Name: Date: 2. Sep 2021 2

Located in Pipe 9 (length 0.085 m)

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End: 40 mm

Output Extent:

- Standard
- Extended

Fig. 3.194 MP13 – GENERAL

MP14

General

Punctul de măsurare MP14 (Fig. 2.205) este localizat în conducta 10 (lungime 0.085 m).

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End	40	mm
Output Extent	Se alege opțiunea: Standard	

General

Author: Demo

Comment:

Result Name: Date: 2. Sep 2021 2

Located in Pipe 10 (length 0.085 m)

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End: 40 mm

Output Extent:

- Standard
- Extended

Fig. 3.195 MP14 – GENERAL

MP15

General

Punctul de măsurare MP15 (Fig. 2.206) este localizat în conducta 12 (lungime 0.1 m).

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End	95	mm
Output Extent	Se alege opțiunea: Standard	

General

Author: Demo

Comment:

Result Name: Date: 2. Sep 2021 2

Located in Pipe 12 (length 0.1 m)

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End: 95 mm

Output Extent:

- Standard
- Extended

Fig. 3.196 MP15 – GENERAL

MP16

General

Punctul de măsurare MP16 (Fig. 2.207) este localizat în conducta 13 (lungime 0.15 m).

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End	5	mm
Output Extent	Se alege opțiunea: Standard	

Fig. 3.197 MP16 – GENERAL

MP17

General

Punctul de măsurare MP17 (Fig. 2.208) este localizat în conducta 16 (lungime 0.1 m).

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End	50	mm
Output Extent	Se alege opțiunea: Standard	

Fig. 3.198 MP17 – GENERAL

MP18

General

Punctul de măsurare MP18 (Fig. 2.209) este localizat în conducta 5 (lungime 0.15 m).

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End	150	mm
Output Extent	Se alege opțiunea: Extended	

General

Author: Demo

Comment:

Result Name: Date: 2. Sep 2021 2

Located in Pipe 5 (length 0.15 m)

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End: 150 mm

Output Extent :

Standard

Extended

Fig. 3.199 MP18 – GENERAL

MP19

General

Punctul de măsurare MP19 (Fig. 2.209) este localizat în conducta 6 (lungime 0.1 m).

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End	50	mm
Output Extent	Se alege opțiunea: Standard	

General

Author: Demo

Comment:

Result Name: Date: 2. Sep 2021 2

Located in Pipe 6 (length 0.1 m)

Location of Measuring Point from Upstream Pipe End: 50 mm

Output Extent :

Standard

Extended

Fig. 3.200 MP19 – GENERAL

REFERENCE POINT FOR VOLUMETRIC EFFICIENCY

Pentru calculul coeficientului de umplere, AVL Boost™ permite definirea unui plenum sau a unui punct de măsurare ca punct de referință pentru calculul coeficientului de umplere. În acest scop, click pe **Simulation**, iar apoi pe **Volumetric Efficiency** (Fig. 2.210). Pentru modificarea elementului de referință se face click în model pe elementul dorit (Fig. 2.211).

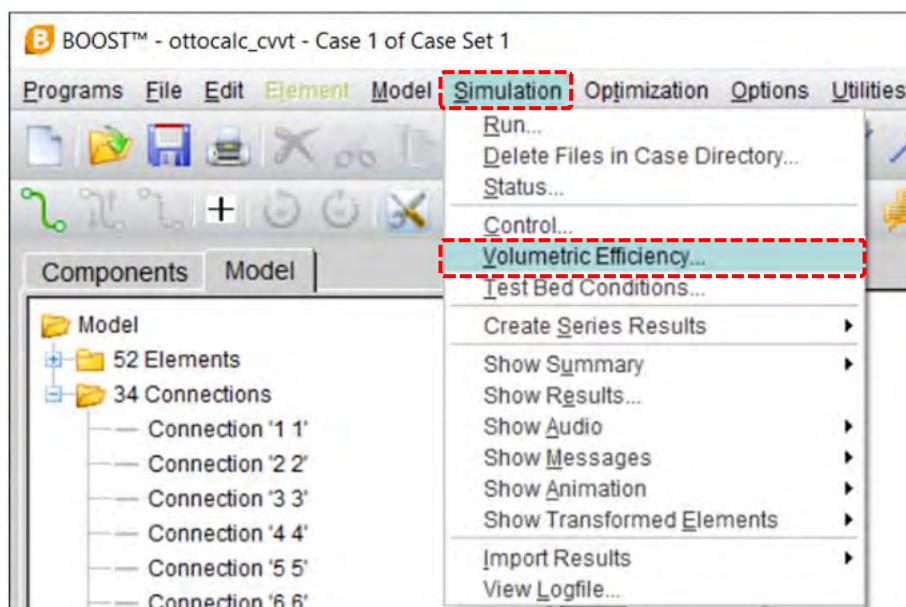


Fig. 3.201 Definirea elementului de referință pentru calculul coeficientului de umplere

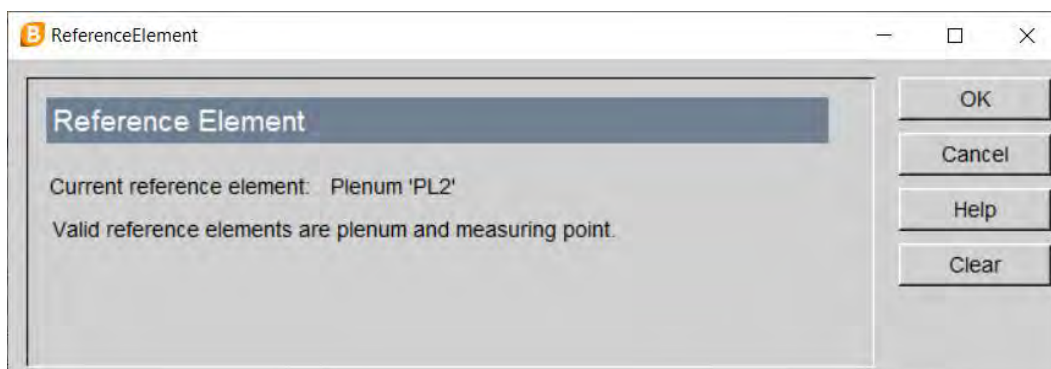


Fig. 3.202 Elementul de referință pentru calculul coeficientului de umplere

SERIES CALCULATION



Pentru a realiza un set de simulări (**Series Calculation**) este necesară definirea parametrilor care pot varia de la un caz la altul. În această situație, fiecare caz este calculat individual. Lista de parametri care urmează a fi definiți este prezentată în tabelul 2.4. În continuare se prezintă modul de definire a parametrilor care vor varia pentru fiecare element al modelului în parte. Se pune în evidență faptul că, pentru a defini acești parametri, în fiecare caz se face click dreapta în locația indicată, iar apoi se alege opțiunea marcată.

Tabelul 3.5 Lista parametrilor pentru Series Calculation

Element model	Subgrupă	Parametru
Engine	General	Engine_Speed
PID Controller	Channels	TarBoost WGv_Cd
Turbocharger	Compressor Map	Comp_eff_off

Pas 1 – Engine

Pentru elementul **Engine** se definește parametrul **Engine_Speed** care dă posibilitate de definire a turației motorului pentru fiecare caz în parte. Definirea se face prin click dreapta pe **Engine Speed**, urmată de alegerea opțiunii **Assign new parameter (global)** (Fig. 2.212).

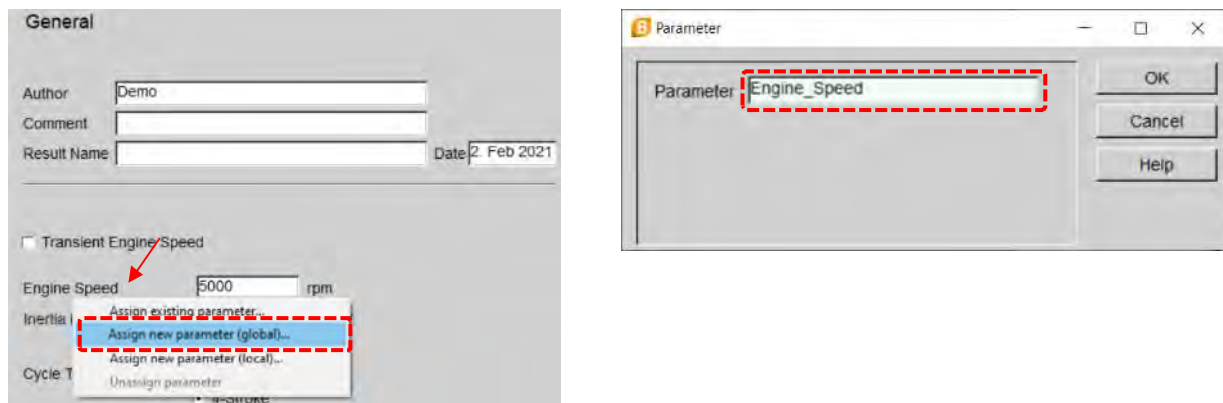


Fig. 3.203 Engine – Assign new parameter (global)

Pas 2 – PID Controller (PID1)

În cazul elementului **PID Controller** se definesc parametrii pentru:

- valoarea externă (**External Value**)
 - în subcategoria **Guiding Value Channel Connection of PID Controller**,
- valoarea inițială (**Initial Value**)
 - în subcategoria **Actuator Channel Connection of PID Controller**,

Definirea se face prin click dreapta pe elementul dorit și alegerea opțiunii **Assign new parameter (global)** (figurile 2.213 – 2.217).

External Value

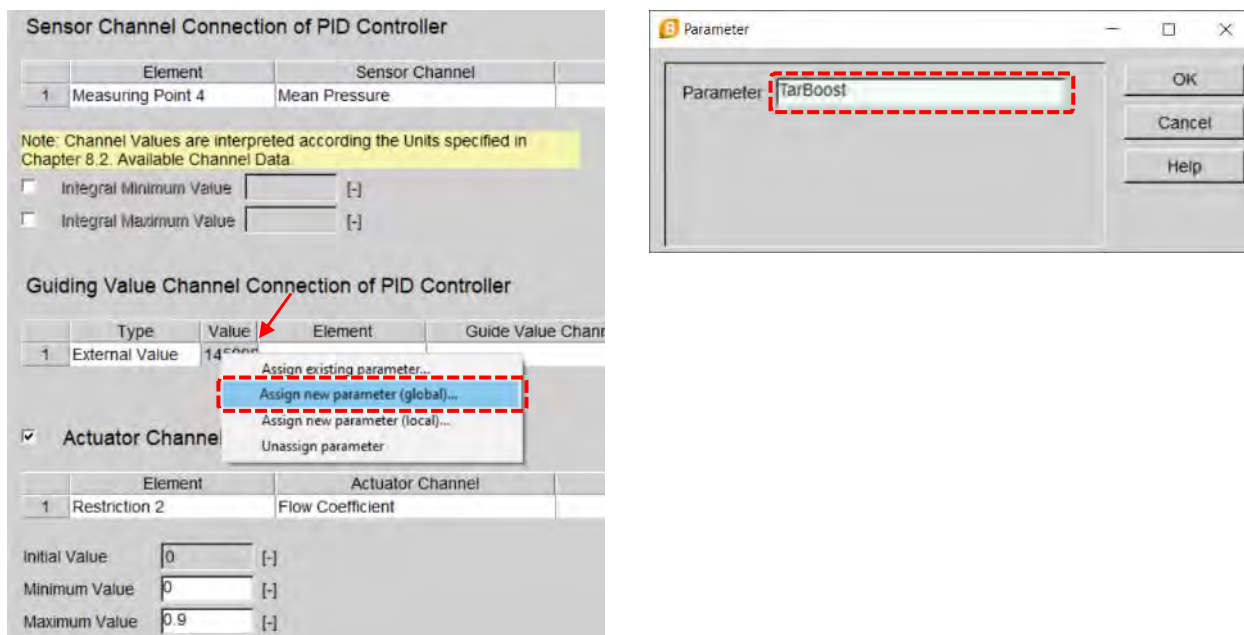


Fig. 3.204 PID 1 – Sensor Channel – External Value – Assign new parameter (global)

Initial Value

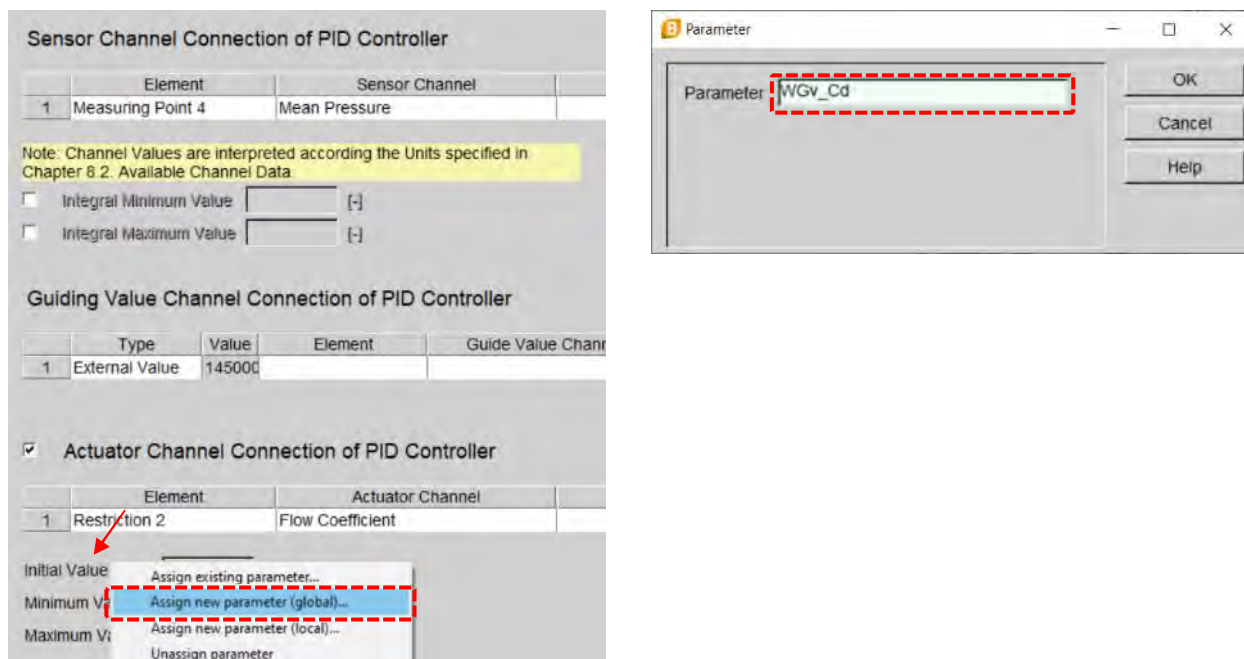


Fig. 3.205 PID 1 – Sensor Channel – Internal Value – Assign new parameter (global)

Pas 3 – Turbocharger

Pentru elementul **Turbocharger** se va defini parametrul **Comp_eff_off**. Definirea acestuia utilizând **Assign new parameter (global)** se va face conform figurii 3.205.

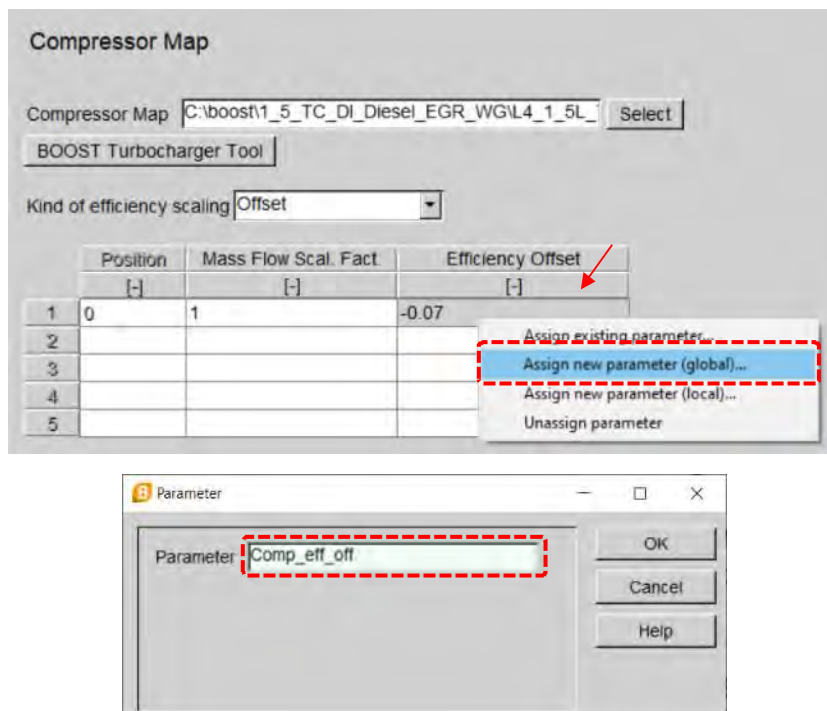


Fig. 3.206 Turbocharger – Compressor Map – Assign new parameter (global)

Pas 4 – Model – Case explorer – Parametri

Pentru a putea modifica parametrii definiți pentru fiecare caz în parte, este necesară adăugarea acestora în grupul de parametri în uz (**Used Parameters**). În acest scop, accesați **Case Explorer** (Fig. 2.237), iar apoi **Edit Parameter Group** (Fig. 2.238). Din lista **Unused Parameters** se selectează toți parametrii de care este nevoie, iar apoi se face click pe săgeata marcată pentru a-i trece în lista **Used Parameters** (Fig. 2.239). Listele finale sunt prezentate în figura 2.240.



Fig. 3.207 Case Explorer – Accesare cazuri de simulare

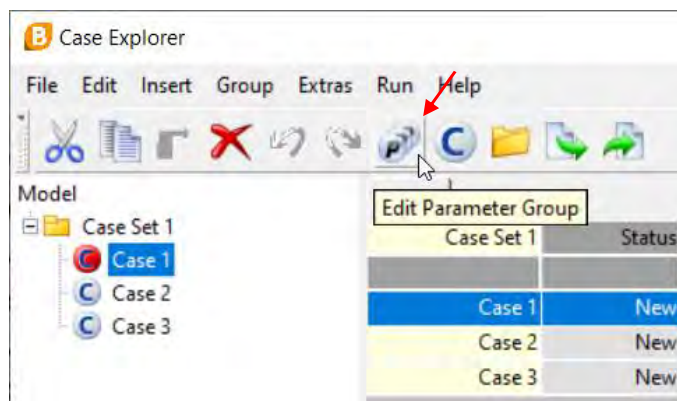


Fig. 3.208 Case Explorer – Accesare grupuri de parametri

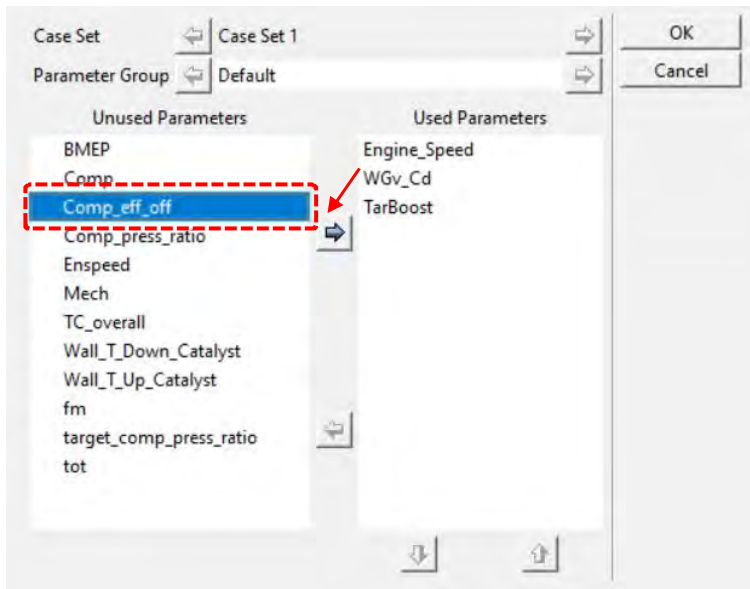


Fig. 3.209 Case Explorer – Grupuri de parametri – Selectarea parametrilor de lucru

Engine_Speed
 WGv_Cd
 TarBoost
 Comp_eff_off

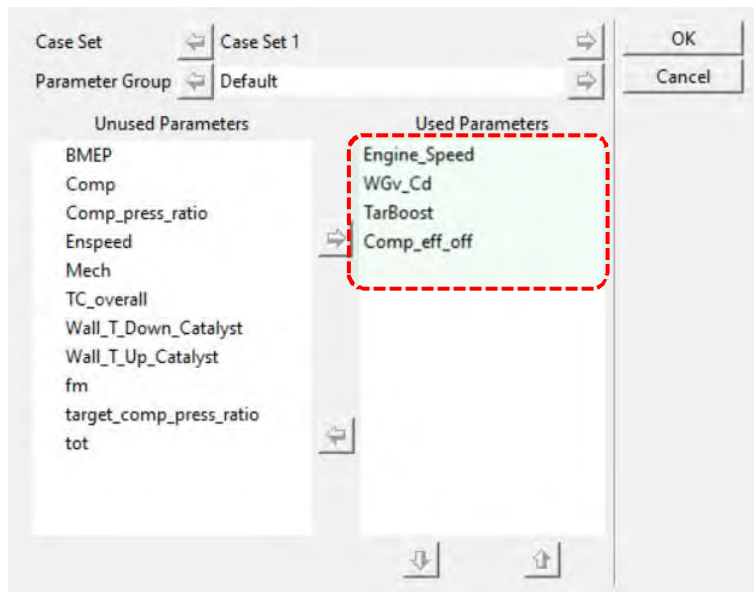


Fig. 3.210 Case Explorer – Grupuri de parametri – Lista finală a parametrilor de lucru

Pas 5 – Model – Case explorer – Cazuri

Pentru simulare se vor crea un număr de 4 cazuri (C), pentru care se vor introduce valorile din figura 2.241 (sau tabelele 2.5 – 2.6).

Case Set 1	Engine_Speed	WGv_Cd	TarBoost	Comp_eff_off	Status
	rpm	[-]		[-]	
1000	1000	0	103000	-0.07	New
2000	2000	0	110000	-0.07	New
3000	3000	0	145000	-0.07	New
4000	4000	0	180000	-0.07	New

Fig. 3.211 Case Explorer – Tabel cu datele de intrare

Tabelul 3.6 Datele de intrare pentru Case explorer

Caz	Engine speed	WGv_Cd	TarBoost	Comp_eff_off
Case 1	1000	0	103000	-0.07
Case 2	2000	0	110000	-0.07
Case 3	3000	0	145000	-0.07
Case 4	4000	0	180000	-0.07

Pas 6 – Rulare simulare

Pentru rularea simulării este necesară selectarea cazurilor dorite și a sarcinilor (Tasks) care trebuie efectuate de către programul de simulare (Fig. 2.242). În cazul de față se selectează toate cazurile (Case 1 – Case 17) și se bifează toate sarcinile (Tasks: Model Creation, Cycle Simulation, Creation of Series Results). În figurile 2.243 și 2.244 sunt prezentate imagini din timpul simulării, respectiv la finalizarea tuturor sarcinilor de lucru.

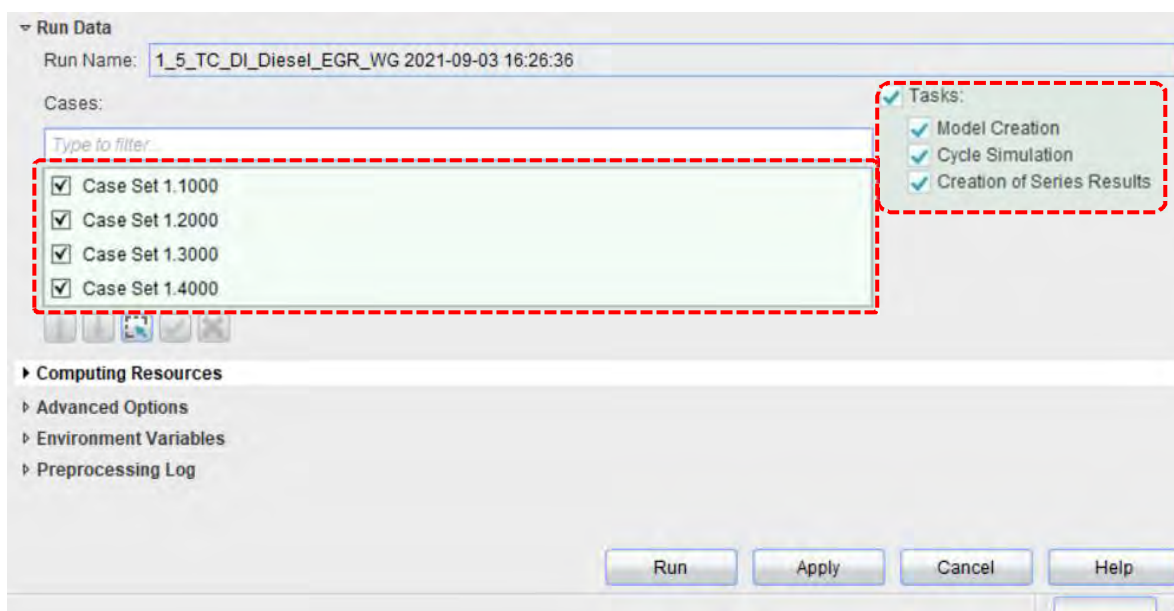


Fig. 3.212 Run Simulation – Selectarea cazurilor de simulare și a sarcinilor de lucru (Tasks)

Run	Project	Model	Case Set	Case	Task	Status	Progress
1	boost	1_5_TC...GR_WG	Case Set 1		Creation...s Results	submitted	0 %
2	boost	1_5_TC...GR_WG	Case Set 1	1000	Cycle Simulation	running	53 %
3	boost	1_5_TC...GR_WG	Case Set 1	2000	Cycle Simulation	waiting ...license	0 %
4	boost	1_5_TC...GR_WG	Case Set 1	3000	Cycle Simulation	waiting ...license	0 %
5	boost	1_5_TC...GR_WG	Case Set 1	4000	Cycle Simulation	waiting ...license	0 %

Fig. 3.213 Run Simulation – Simulare în desfășurare

Run	Project	Model	Case Set	Case	Task	Status	Progress
1	boost	1_5_TC...GR_WG	Case Set 1		Creation...s Results	completed	100 %
2	boost	1_5_TC...GR_WG	Case Set 1	1000	Cycle Simulation	completed	100 %
3	boost	1_5_TC...GR_WG	Case Set 1	2000	Cycle Simulation	completed	100 %
4	boost	1_5_TC...GR_WG	Case Set 1	3000	Cycle Simulation	completed	100 %
5	boost	1_5_TC...GR_WG	Case Set 1	4000	Cycle Simulation	completed	100 %

Fig. 3.214 Run Simulation – Simulare finalizată

3.2. Vizualizarea și prelucrarea datelor rezultate din simulare

Ținând cont de complexitatea fenomenelor care apar la simularea motoarelor cu ardere internă, software-ul AVL Boost™ oferă diferite posibilități de postprocesare a datelor. În continuare sunt prezentate succint **Summary** și **Impress chart** (Fig. 3.124).

Înainte de a începe o analiză detaliată a rezultatelor se recomandă să se verifice dacă există erori de convergență a calculului (în **Messages**), respectiv dacă s-a atins regimul staționar (în **Transients**).

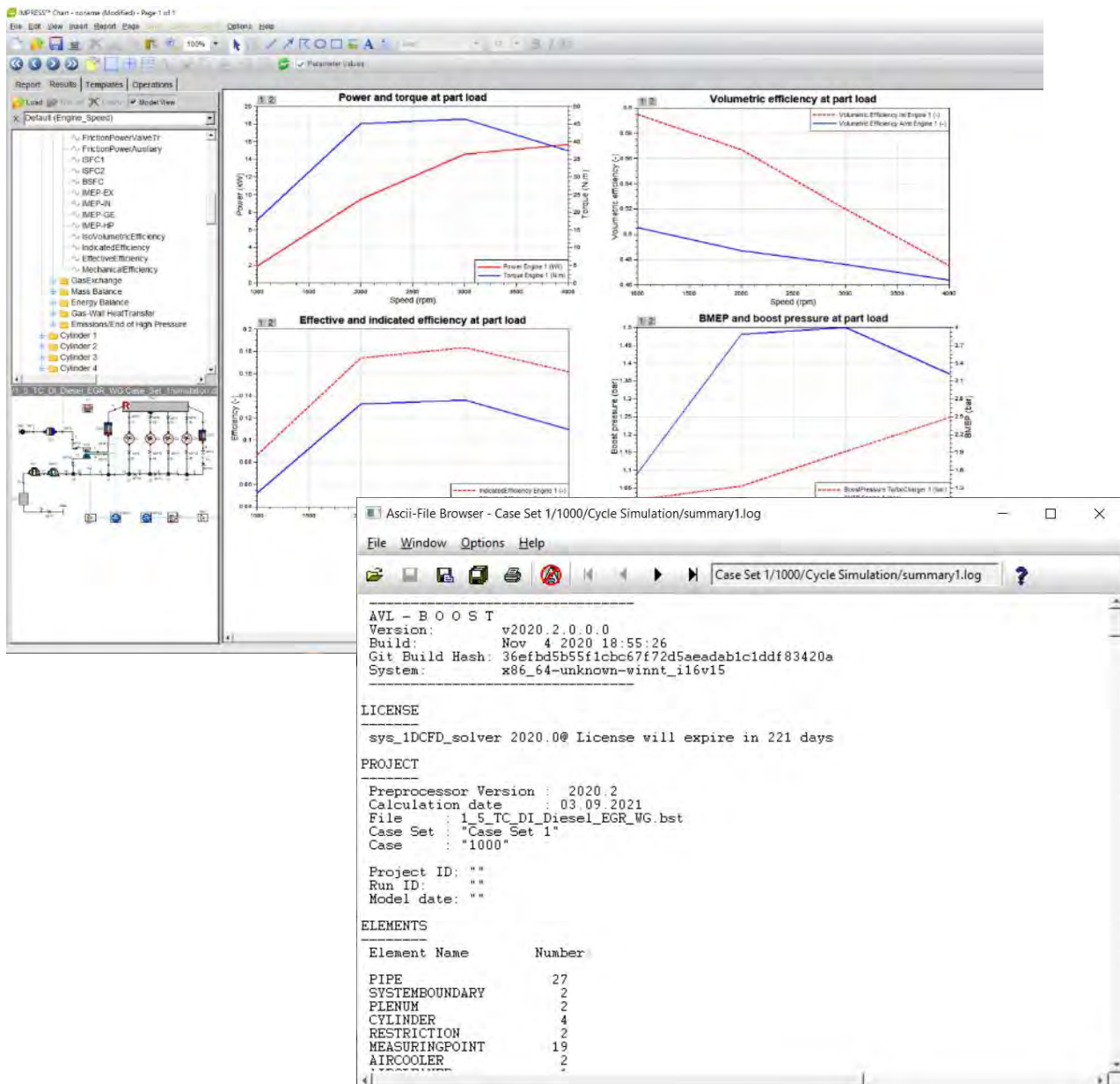


Fig. 3.215 Exemple de vizualizare a rezultatelor simulării

SUMMARY



Summary permite o analiză a datelor globale de performanță a motorului. Mai precis, pentru **Summary** se înregistrează un sumar al rezultatelor calculelor alături de informații despre modelul de calcul și de condițiile la limită utilizate. Volumul de informații prezentat depinde de complexitatea modelului și a simulării. În continuare este prezentat conținutul **Summary** pentru motorul policilindric pe benzină analizat.

ELEMENTS

În categoria **ELEMENTS** (Fig. 2.246) sunt indicate toate elementele care apar în model, respectiv numărul fiecăruia. Spre exemplu, pentru modelul analizat există patru cilindri (**CYLINDER**), 27 conducte (**PIPE**), două limite (**SYSTEMBOUNDARY**), un turbocompresor (**TURBOCHARGER**), un filtru de particule (**DPF**) etc.

ELEMENTS	

Element Name	Number
PIPE	27
SYSTEMBOUNDARY	2
PLENUM	2
CYLINDER	4
RESTRICTION	2
MEASURINGPOINT	19
AIRCOOLER	2
AIRCLEANER	1
CATALYST	1
TURBOCHARGER	1
JUNCTION	6
ENGINE	1
DPF	1
PIPE_END	64
PID	2
FORMULA_INTERPRETE	1
MONITOR	2
ASSEMBLED	5
ALL_PIPES	32
ALL_PLENUMS	12
ALL_BOUNDARIES	2
ALL_CHARGERS	1
RESTRICTIONS	2
ALL_PIDS	3
PIPE_VAR_WALL_TEMP	32

Fig. 3.216 SUMMARY – Elements

GLOBAL DATA

GLOBAL DATA include informații privind turația motorului (**Engine Speed**), durata simulării (exprimată prin numărul de cicluri – **Cycles calculated** și numărul de °RAC – **Max. calc. period**), presiunea și temperatura de referință (**Ref. pressure** și **Ref. temperature**), caracteristicile combustibilului etc. (Fig. 2.247).

GLOBAL DATA

```

-----
Engine Speed:          1000 rpm
Calculation mode:     BOOST Single
Cycle Duration:       720 degrees
Max. calc. period:    36000 degrees
Cycles calculated:    50 cycles
Calc. time steps:     0.40567 degrees (max)
                     0.24771 degrees
                     0.04129 ms
                     0.24771 degrees (short pipe)
                     0.04129 ms (short pipe)

Traces results step: 5 degrees
User concentrations:  0
Ref. pressure:        100000 Pa
Ref. temperature:     298 K
Gas properties:       Variable
Gas properties File:  GASOLINE.BGP
bgp_build_version:    v2013.0.0.0.0
bgp_build_host:       boosthost
bgp_build_user:       boost
bgp_build_date:       23.03.2012
bgp_build_time:       08:00:00
Lower calorific:      4.35E+07 J/kg
Stoic. A/F-ratio:    14.5
Warnings:             1
Convergence errors:   1029
    
```

Fig. 3.217 SUMMARY – Global Data

PIPES

Categoria **PIPES** pune în evidență date privind conductele introduse în model precum discretizarea (exprimată prin **Cells** și **Cell size**), transferul termic, curgerea și volumul (Fig. 2.248).

PIPES

Total number of pipe cells: 101

Pipe nr.	Cells	Cell size [mm]	W.Heat [kJ]	Wall T [K]	Fric. coeff. [-]	Lam. Fric. Coeff. [-]	Heat Factor [-]	Volume [dm ³]
1	4	29.5	0	300	0.02	64	1	0.333637
2	10	30	0	300	0.02	64	1	0.542867
3	2	37.5	0	300	0.02	64	1	0.072158
4	2	37.5	-0.001	300	0.02	64	1	0.094248
5	5	30	-0.005	550	0.035	64	1	0.047124
6	3	33.3	-0.003	550	0.035	64	1	0.031416
7	5	30	-0.001	450	0.035	64	1	0.05702
8	3	28.3	-0.005	550	0.035	64	1	0.060083
9	3	28.3	-0.008	550	0.035	64	1	0.060083
10	3	28.3	-0.01	550	0.035	64	1	0.060083
11	3	33.3	-0.015	550	0.035	64	1	0.049087
12	3	33.3	-0.014	550	0.035	64	1	0.049087
13	5	30	-0.013	450	0.035	64	1	0.271434
14	5	30	-0.013	450	0.035	64	1	0.271434
15	10	30	-0.026	400	0.035	64	1	0.542867

Fig. 3.218 SUMMARY – Pipes

Pipe nr.	Cells	Cell size [mm]	W.Heat [kJ]	Wall T [K]	Fric. coeff. [-]	Lam. Fric. Coeff. [-]	Heat Factor [-]	Volume [dm ³]
16	4	28.8	-0.009	400	0.035	64	1	0.225802
17	2	35	0	300	0.02	64	1	0.04948
18	2	35	0	300	0.02	64	1	0.04948
19	2	35	0	300	0.02	64	1	0.04948
20	2	35	0	300	0.02	64	1	0.04948
21	1	30	0	550	0.035	64	1	0.005301
22	1	30	-0.002	450	0.035	64	1	0.005301
23	5	32	-0.009	500	0.035	64	1	0.086135
24	5	32	-0.01	500	0.035	64	1	0.086135
25	5	32	-0.01	500	0.035	64	1	0.086135
26	5	32	-0.009	500	0.035	64	1	0.086135
27	1	50	-0.008	400	0.019	64	1	0.098175
28	5	30	-0.069	360	2.654334	109273.3	31.76538	0.2
29	13	30.8	0.004	333.05	0.707395	61881.24	66.23501	0.5
30	9	31.1	0	300	0.090758	11979.91	0	0.3
31	8	31.2	0	300	42.50404	1272159	0	2.8
32	10	30	0	300	0.01691	56.96	0	0.29467

COOLER_PIPE	1
COOLER_PIPE	2
FILTER_PIPE	1
CATALYST_PIPE	1
DPF_PIPE	1

Fig. 3.219 SUMMARY – Pipes (continuare)

MEASURINGPOINTS

Measuring Points se utilizează pentru a obține informații detaliate în anumite locații ale unei conducte și nu doar valori medii pe întreaga conductă (Fig. 2.249). În acest caz s-a optat pentru un singur punct virtual de măsurare, care să permită compararea datelor obținute din simulare cu datele obținute experimental în aceeași poziție.

MEASURINGPOINTS: Average Values

Mp. nr.	Pipe nr.	Location [mm]	Diameter [mm]	Pressure [bar]	Temp. [K]	Ms.Temp. [K]	Velo. [m/s]	Massflow [g/s]
1	1	100	60	0.9997	300	300	6.2	20.2614
2	2	0	48	0.9958	300.1	299.9	9.7	20.2793
3	2	295	48	0.9955	300.1	299.9	9.7	20.282
4	3	5	35	1.1506	335	328.2	17.4	20.2819
5	17	70	30	1.1296	372.9	364.6	8.4	6.1074
6	18	70	30	1.1296	372.8	364.5	8.4	6.106
7	19	70	30	1.1296	373.3	364.7	8.4	6.1032
8	20	70	30	1.1296	373	364.6	8.4	6.1075
9	23	0	25	1.4632	881.2	1000.4	22.8	5.8298
10	24	0	25	1.4657	882.8	1001.2	22.6	5.8253
11	25	0	25	1.4677	883.2	1002	22.3	5.8241
12	26	0	25	1.4709	883.7	1002.5	22.1	5.8256
13	9	40	30	1.467	949.3	986.8	19.1	7.5207
14	10	40	30	1.464	957	971.3	33.8	13.3481
15	12	95	25	1.4418	926.3	937.3	69.4	19.1831
16	13	5	48	1.2436	912.3	915.2	22.4	19.1835
17	16	50	50	1	847.9	847.9	23.8	19.1531
18	5	150	20	1.4735	897.5	903.2	22.6	4.1396
19	6	50	20	1.1401	893.9	894.4	30	4.1397

Fig. 3.220 SUMMARY – Measuring Points

Massflow [g/cycle]	To.Ent.f. [kJ/s]	To.Ent.f. [kJ/cyc.]	Mach. [-]	Wtemp. [K]	Converg. [-]
0.8105	0.038	0.0015	0.02	300	1.28E-06
0.8112	0.038	0.0015	0.03	300	1.75E-06
0.8113	0.038	0.0015	0.03	300	1.89E-06
0.8113	0.621	0.0248	0.05	300	1.69E-06
0.2443	0.461	0.0184	0.02	300	4.78E-07
0.2442	0.46	0.0184	0.02	300	4.70E-07
0.2441	0.461	0.0185	0.02	300	5.08E-07
0.2443	0.461	0.0184	0.02	300	5.90E-07
0.2332	5.048	0.2019	0.04	500	9.96E-07
0.233	5.053	0.2021	0.04	500	1.54E-06
0.233	5.05	0.202	0.04	500	7.37E-06
0.233	5.051	0.202	0.04	500	1.52E-06
0.3008	6.283	0.2513	0.03	550	2.13E-05
0.5339	10.888	0.4355	0.06	550	3.66E-06
0.7673	14.867	0.5947	0.12	550	5.61E-05
0.7673	14.262	0.5705	0.04	450	4.06E-05
0.7661	12.648	0.5059	0.04	400	2.19E-06
0.1656	3.016	0.1206	0.04	550	1.99E-06
0.1656	2.973	0.1189	0.05	550	1.46E-06

Fig. 3.221 SUMMARY – Measuring Points (continuare)

MONITORS

MONITORS pune în evidență valorile medii ale mărimilor monitorizate (Fig. 2.250).

MONITORS: Average Values

Monitor No. 1 (MONITOR)

Result Label	Value
Cyl-A2Frat	1.47E+01
TCspeed	7.58E+04
P02	1.15E+05
WGv-Cd	0.00E+00

Monitor No. 2 (MONITOR)

Result Label	Value
PID1	8.35E-02
FI1	5.08E-03
MP19	4.14E-03

Fig. 3.222 SUMMARY – Monitors

SYSTEM BOUNDARIES

SYSTEM BOUNDARIES reprezintă limitele sistemului termodinamic analizat. Pentru acestea sunt specificate informații privind conducta la care sunt conectate (**Pipe Nr.**) și debitul masic (**Mass flow**) (Fig. 2.251).

SYSTEMBOUNDARIES

Attachments

Type	Nr.	Pipe Nr.	Mass flow [g/cycle]
SYSTEMBOUNDARY	1	1	0.8109
SYSTEMBOUNDARY	2	16	0.7662

Fig. 3.223 SUMMARY – System Boundaries

PLENUMS

PLENUMS furnizează informații privind valorile medii ale presiunii, temperaturii, masei și debitului masic prin conductele care sunt conectate (**PLENUMS Attachments**) la volume (**PLENUMS**) (Fig. 2.252).

PLENUMS: Average Values

	Pl. nr.	Pressure [bar]	Temp. [K]	Mass [g]	Wallheat [kJ]		
PLENUM	1	1.0013	852.41	6.131	0		
				Attached pipe 15		0.7672	g/cycle
				Attached pipe 16		0.7662	g/cycle
PLENUM	2	1.1339	368.98	0.535	0		
				Attached pipe 4		0.8114	g/cycle
				Attached pipe 7		0.1657	g/cycle
				Attached pipe 17		0.2444	g/cycle
				Attached pipe 18		0.2443	g/cycle
				Attached pipe 19		0.2443	g/cycle
				Attached pipe 20		0.2444	g/cycle
AIRCOOLER	1	1.1399	889.31	0.045	0		
				Attached pipe 6		0.1656	g/cycle
				Attached pipe 28		0.1656	g/cycle
AIRCOOLER	1	1.1364	536.03	0.074	0		
				Attached pipe 7		0.1656	g/cycle
				Attached pipe 28		0.1656	g/cycle
AIRCOOLER	2	1.1505	328.71	0.914	0		
				Attached pipe 3		0.8109	g/cycle
				Attached pipe 29		0.811	g/cycle
AIRCOOLER	2	1.1362	334.74	0.887	0		
				Attached pipe 4		0.8114	g/cycle
				Attached pipe 29		0.8112	g/cycle
AIRCLEANER	1	0.9996	300.02	1.451	0		
				Attached pipe 1		0.8109	g/cycle
				Attached pipe 30		0.8109	g/cycle
AIRCLEANER	1	0.9965	300.13	1.445	0		
				Attached pipe 2		0.8109	g/cycle
				Attached pipe 30		0.8109	g/cycle
CATALYST	1	1.2428	887.05	0.073	0		
				Attached pipe 14		0.7662	g/cycle
				Attached pipe 31		0.7664	g/cycle
CATALYST	1	1.237	887.04	0.073	0		
				Attached pipe 27		0.7671	g/cycle
				Attached pipe 31		0.7673	g/cycle
DPF	1	1.2359	878.91	0.147	0		
				Attached pipe 27		0.767	g/cycle
				Attached pipe 32		0.7671	g/cycle
DPF	1	1.0031	879.09	0.119	0		
				Attached pipe 15		0.7672	g/cycle
				Attached pipe 32		0.7672	g/cycle

Fig. 3.224 SUMMARY – Plenums: Average values

PLENUMS
Attachments

Type	Nr.	Pipe Nr.	Mass flow [g/cycle]
PLENUM	1	15	0.7672
PLENUM	1	16	0.7662
PLENUM	2	4	0.8114
PLENUM	2	7	0.1657
PLENUM	2	17	0.2444
PLENUM	2	18	0.2443
PLENUM	2	19	0.2443
PLENUM	2	20	0.2444
AIRCOOLER	1	6	0.1656
AIRCOOLER	1	28	0.1656
AIRCOOLER	1	7	0.1656
AIRCOOLER	1	28	0.1656
AIRCOOLER	2	3	0.8109
AIRCOOLER	2	29	0.811
AIRCOOLER	2	4	0.8114
AIRCOOLER	2	29	0.8112
AIRCLEANER	1	1	0.8109
AIRCLEANER	1	30	0.8109
AIRCLEANER	1	2	0.8109
AIRCLEANER	1	30	0.8109
CATALYST	1	14	0.7662
CATALYST	1	31	0.7664
CATALYST	1	27	0.7671
CATALYST	1	31	0.7673
DPF	1	27	0.767
DPF	1	32	0.7671
DPF	1	15	0.7672
DPF	1	32	0.7672

Fig. 3.225 SUMMARY – Plenums

TURBOCHARGERS

TURBOCHARGERS include informații cu privire la turbocompresoarele incluse în model, modelul de calcul utilizat (**Calculation mode**), respectiv lucrul mecanic (**Work**), raportul de presiuni (**Press. rat.**) și alte mărimi specifice compresorului (**Compressor**) și turbine (**Turbine**) (Fig. 2.251). Totodată sunt puse în evidență conductele conectate la elementele de tip **Turbocharger** și debitele de gaz prin acestea.

TURBOCHARGERS: Average Values

TurboCharger 1

Charger speed Calculation
[RPM] mode
75800.42 Fullmodell

Compressor

Work [kJ]	Press.rat. [-]	Boostpres. [bar]	Isentr.Eff. [-]	Inlet tot. Pres.[Pa]	Inlet tot. Temp.[K]	Outlet tot. Temp.[K]	Eff.(temp. based) [-]	Mass Flow [kg/s]
0.0233	1.1508	1.1529	0.429	99460.64	300.01	328.55	0.43	0.020263
Corr.Mass Flow [kg.SQRT(K)/(s.bar)]		Corr.Speed [rpm/SQRT(K)]						
0.35287		4376.3						

Fig. 3.226 SUMMARY – Turbochargers

Turbine								
Work [kJ]	Press.rat. [-]	Shaft Power [kW]	Dis.coeff. [-]	Turb./tot. [-]	VTG-pos [-]	Isentr.Eff. [-]	mech.Eff. [-]	
0.023	1.2438	0.5761	0.09	1		1	0.53	1
Mass								
Inlet tot. Pres.[Pa]	Inlet tot. Temp.[K]	Outlet tot. Temp.[K]	Eff.(temp. based) [-]	Flow [kg/s]	Corr.Mass Flow [kg.SQRT(K)/(s.bar)]	Corr.Speed [rpm/SQRT(K)]	Blade Speed R. [-]	
154886	940.2	915.61	0.533	0.019159		0.3793	2472.08	-1
Attached pipe 2		0.8109 g/cycle						
Attached pipe 3		0.8109 g/cycle						
Attached pipe 13		0.7668 g/cycle						
Attached pipe 12		0.7669 g/cycle						

Fig. 3.227 SUMMARY – Turbochargers (continuare)

CYLINDERS

În categoria **CYLINDERS** sunt incluse toate informațiile care vizează procesele care au loc în cilindrul motorului (Fig. 2.253). În cazul în care motorul este policilindric (cazul de față) sunt prezentate informații despre fiecare cilindru în parte (coloanele de rezultate 2-5: **Cyl.1 – Cyl.4**), respectiv valorile totale pe motor (coloana 1 de rezultate: **Total Engine**). În continuare este prezentată succint fiecare subcategorie (figurile 2.253 – 2.265).

CYLINDERS: Average Values

	Total Engine	Cyl. 1	Cyl. 2	Cyl. 3	Cyl. 4
Firing TDC [deg]		0	540	180	360
Bore [mm]		76	76	76	76
Stroke [mm]		80.5	80.5	80.5	80.5
Conrodl. [mm]		133.75	133.75	133.75	133.75
Piston pin offset [mm]		0.3	0.3	0.3	0.3
Swept Vol. [l]	1.4607	0.3652	0.3652	0.3652	0.3652
Rel. To PL 2 [-]		17.9	17.9	17.9	17.9
Dyn. Comp. ratio [-]		16.21	16.24	16.25	16.25

Fig. 3.228 SUMMARY – Cylinders: Average Values

Combustion Data

Această subgrupă conține informații privind procesul de ardere:

- ▶ momentul (în °RAC) de început al procesului de ardere (**Comb. start**);
- ▶ presiunea maximă din cilindru și unghiul la care apare (**Peak Fir. Pres. at Crankangle**);
- ▶ viteza maximă de creștere a presiunii și unghiul la care apare (**Peak Pres. Rise at Crankangle**);
- ▶ temperatura maximă din cilindru și unghiul la care apare (**Peak Fir. Temp. at Crankangle**);
- ▶ etc.

Combustion Data:

Combustion Char.	AVL-MCC	AVL-MCC	AVL-MCC	AVL-MCC
Comb.start [deg]	-7.42	-7.68	-7.7	-7.56
Rel. To PL 2 [-]	66.89	67.34	67.34	67.08
Peak Fir.Pres. [bar]	54.64	54.71	54.63	54.64
at Crankangle [deg]	11.43	11.68	11	11.43

Fig. 3.229 SUMMARY – Cylinders – Combustion Data

Peak Pres.Rise[bar/deg]	1.97	1.98	1.96	1.96	1.97
at Crankangle [deg]	3.08	3.1	3.13	3.06	3.02
Peak Fir. Temp. [K]	2171.28	2172.49	2171.51	2170.32	2170.81
at Crankangle [deg]	20.52	20.34	20.59	20.37	20.78
Peak T_burned [K]	2501.48	2502.49	2501.6	2500.7	2501.13
at Crankangle [deg]	8.89	8.56	8.63	9.26	9.13
Res. Gascompr. [bar]	2.27	2.27	2.27	2.29	2.27
at Crankangle [deg]	356.84	356.72	356.86	356.8	356.98

Fig. 3.230 SUMMARY – Cylinders – Combustion Data (continuare)

Emissions

În subcategoria **Emissions** sunt incluse informații privind emisiile poluante și modelele matematice implementate în program pentru calculul acestora:

- ▶ oxizi de azot (**NO_x**);
- ▶ monoxid de carbon (**CO**);
- ▶ Funingine (**Soot**)

Emissions (Classic Species Transport):

NOx: Calculated based on MTZ 34 1973 (12).

CO: Calculated based on SAE 2002-01-0006.

SOOT: Calculated based on MTZ 37377 (63).

NOX [g/kWh]	2.984599	3.000559	3.008224	2.962104	2.967378
NOX [g/h]	43.594831	11.00123	10.98127	10.79452	10.81782
NOX [ppm]	452.47	456.6	456	448.29	448.99
CO [g/kWh]	25.884342	25.64671	26.17159	25.92891	25.79115
CO [g/h]	378.08214	94.03093	95.5372	94.49027	94.02374
CO [ppm]	4203.67	4180.75	4249.82	4203.71	4180.42
Soot [g/kWh]	35.070502	34.97077	35.24295	35.05139	35.01723

Fig. 3.231 SUMMARY – Cylinders – Emissions

Performance

În subcategoria **Performance** sunt incluse informații privind parametri indicați și efectivi precum:

- ▶ presiunea medie indicată/efectivă (**IMEP, BMEP**);
- ▶ consumul specific indicat/efectiv (**ISFC, BSFC**);
- ▶ randamentul indicat (**Indicated Eff.**);
- ▶ randamentul procesului cu ardere la volum constant echivalent (**Iso vol. comb. Eff**);
- ▶ exponentul politropic (**Polytropic Coeff.**).

Performance:

Rel. To PL 2 [-]	5.382	5.3988	5.3806	5.3735	5.3751
Rel. to Ave. [-]	1.0031	0.9997	0.9984	0.9987	
IMEP Exh. [bar]	-1.9736	-1.9659	-1.9723	-1.9785	-1.9777
IMEP Int. [bar]	0.9786	0.9785	0.9783	0.979	0.9787
IMEP Gasex. [bar]	-0.995	-0.9874	-0.994	-0.9995	-0.999
IMEP HP [bar]	6.377	6.3862	6.3746	6.373	6.3741
Rel. To PL 2 [-]	1.3822	1.3829	1.3822	1.3819	1.3819

Fig. 3.232 SUMMARY – Cylinders – Performance

BMEP [bar]	3.9998	4.0159	3.9984	3.9916	3.9931
AMEP;SMEP [bar]	0	0	0	0	0
ISFC [g/kWh]	457.9564	456.5271	458.0752	458.6815	458.548
Rel. to Ave. [-]	0.9969	1.0003	1.0016	1.0013	
ISFC (tr.f.) [g/kWh]	457.9564	456.5271	458.0752	458.6815	458.548
BSFC [g/kWh]	616.2136	613.7353	616.4203	617.4727	617.2405
Indicated Eff. [-]	0.1833	0.1839	0.1832	0.183	0.183
Iso vol. comb. Eff [-]	0.9267	0.9269	0.9267	0.9266	0.9267
Polytropic Coeff. [-]		1.352	1.3522	1.3521	1.3521

Fig. 3.233 SUMMARY – Cylinders – Performance (continuare)

Fuel Mass Balance

Fuel Mass Balance furnizează informații privind cantitatea de combustibil introdusă și reținută în fiecare cilindru.

Fuel Mass Balance:

Inj. Fuelmass [g]	0.054499	0.013628	0.013626	0.013622	0.013622
Asp.Trap. Fuelmass [g]	0.04551	0.011374	0.011376	0.01138	0.01138
Fuelmassfl.(A+) [g/s]	2.500218	0.625054	0.625053	0.625055	0.625056
Fuelmass tot.trap. [g]	0.100009	0.025002	0.025002	0.025002	0.025002
Trapped Fuelm.fl.[g/s]	2.500218	0.625054	0.625053	0.625055	0.625056
Trapp. Eff. Fuel [-]	1	1	1	1	1

Fig. 3.234 SUMMARY – Cylinders – Fuel Mass Balance

Energy Balance Cylinder

Subcategoria **Energy Balance Cylinder** conține informații privind bilanțul energetic al cilindrilor, respectiv:

- ▶ cantitatea de energie conținută în masa de combustibil injectată (**Fuel Energy**);
- ▶ cantitatea de energie rezultată în urma arderii (**Released Energy**);
- ▶ procentul de energie utilă (**Brake Power**);
- ▶ pierderile de energie (**Loss**);
- ▶ etc.

Energy Balance Cylinder:

Fuel Energy [kJ]	2.31236	0.57868	0.57803	0.57784	0.57781
Released Energy [kJ]	2.31236	0.57868	0.57803	0.57784	0.57781
-> Brake Power [%]	25.267	25.343	25.261	25.226	25.237
-> Loss: Friction [%]	8.732	8.723	8.733	8.735	8.736
-> Loss: Piston [%]	9.997	9.995	9.995	10	9.997
-> Loss: Head [%]	7.138	7.137	7.137	7.141	7.138
-> Loss: Liner [%]	7.929	7.926	7.928	7.932	7.932
-> Loss: Int. Port [%]	0.204	0.202	0.204	0.208	0.203
-> Loss: Exh. Port [%]	2.776	2.767	2.777	2.781	2.78
-> Loss: Exh. Gas [%]	31.743	31.699	31.777	31.732	31.766
Eff. Rel. Energy [kJ]	2.26904	0.56795	0.5671	0.56699	0.56699
Gross Rel. Energy [kJ]	2.31295	0.57868	0.57862	0.57784	0.57781
Eff.Gross Rel.Ener.[kJ]	2.26959	0.56795	0.56765	0.56699	0.56699
Energy Balance [-]	1.0003	1	1.001	1	1
Eff. Energy Balance [-]	0.9815	0.9815	0.9821	0.9812	0.9813

Fig. 3.235 SUMMARY – Cylinders – Energy Balance Cylinder

Blowby

Blowby reprezintă scăpările de gaze din cilindru înspre carter. Compararea acestor date cu cele experimentale permite estimarea masei din cilindru în fiecare moment și astfel a celorlalte mărimi care depind de masa de agent de lucru (spre exemplu, temperatura). Deoarece **Blowby Gap** a fost definit ca fiind 0 mm, scăpările de gaze din cilindru vor fi și ele 0.

Blowby:

Blowbymass [g]	-0.100022	-0.025	-0.02499	-0.02502	-0.02501
Blowbymassfl. [g/s]	-2.500547	-0.62509	-0.62478	-0.62553	-0.62515
Blowby Heat Flow [kJ]	-0.140796	-0.03521	-0.0352	-0.0352	-0.03518

Fig. 3.236 SUMMARY – Cylinders – Blowby

Reference Values at Start of High Pressure

Subgrupa **Reference Values at Start of High Pressure** conține informații privind condițiile din fiecare cilindru la închiderea supapelor de admisie (= începutul ciclului de înaltă presiune). Aceste informații sunt necesare ulterior pentru validarea modelului de simulare cu datele experimentale.

Reference Values at Start of High Pressure:

Pressure at SHP[bar]	0.8324	0.8341	0.8318	0.8319	0.8317
Temperature [K]	386.88	387.03	386.78	386.89	386.82
Air Massfl. [g/s]	20.327895	5.08373	5.081619	5.081138	5.081408
Fuel Massfl. [g/s]	2.500218	0.625054	0.625053	0.625055	0.625056
Trapp. Eff. Air [-]	1	1	1	1	1
Trapp. Eff.Fuel [-]	1	1	1	1	1
A/F-Ratio (Cmb.) [-]	14.71	14.71	14.71	14.71	14.71
Excess Air Ratio [-]	1.0098	1.0098	1.0098	1.0098	1.0098

Fig. 3.237 SUMMARY – Cylinders – Reference Values at Start of High Pressure

Reference Values at Start of Combustion

Reference Values at Start of Combustion conține valorile de presiune și temperatură din fiecare cilindru de la începutul procesului de ardere.

Reference Values at Start Of Combustion:

Pressure [bar]	21.6407	21.8251	21.4031	21.6165	21.7179
Temperature [K]	923.72	925.43	921.41	923.57	924.48

Fig. 3.238 SUMMARY – Cylinders – Reference Values at Start of Combustion

Residual Gas

În subgrupa **Residual Gas** sunt înregistrate informații privind conținutul de gaze arse reziduale al fiecărui cilindru (**Res. gas content**, **Res. gas mass at SHP**, **Res. gas aspirated IN** etc.) și proveniența acestora (**External EGR**, **Internal EGR** etc.)

Residual Gas:

Res.gas content [-]	0.2239	0.2236	0.2236	0.2242	0.224
External EGR [-]	0.1577	0.1575	0.1574	0.1581	0.1579
Internal EGR [-]	0.0662	0.0661	0.0662	0.0662	0.0661
Com.Prod.Mass. at EO [g]	1.011642	0.252984	0.252882	0.252916	0.25286
Res.gas mass at SHP [g]	0.234527	0.058568	0.058538	0.058743	0.058678

Fig. 3.239 SUMMARY – Cylinders – Residual Gas

MOTOR POLICILINDRIC DIESEL – 1.5l TC EGR WG

Res.gas aspirated IN [g]	0.165215	0.041249	0.041202	0.041412	0.041352
Res.gas from intake [g]	0.174336	0.043526	0.043472	0.043722	0.043616
Rel. to Total [-]	0.7434	0.7432	0.7426	0.7443	0.7433
Res.gas flow EX [g]	0.931841	0.233068	0.232947	0.232886	0.232941
Res.gas from exhaust [g]	0	0	0	0	0
Rel. to Total [-]	0	0	0	0	0

Fig. 3.240 SUMMARY – Cylinders – Residual Gas

Gas Exchange

Gas Exchange conține informații privind schimbul de gaze din fiecare cilindru:

- ▶ coeficientul de umplere (**Volumetric Eff.**);
- ▶ masa de totală din cilindru la ÎSA (**Total Mass at SHP**);
- ▶ etc.

Gas Exchange:

Volumetric Eff. [-]	0.4762	0.4764	0.4762	0.4762	0.4762
Rel. to Ave. [-]		1.0003	0.9999	0.9998	0.9999
Rel. To PL 2 [-]	0.52	0.5202	0.52	0.52	0.52
Total Mass at SHP[g]	1.0477	0.2619	0.2618	0.262	0.2619
Mass Delivered [g]	0.97748	0.24444	0.24431	0.24429	0.24445
Mass Delivered [g/s]	24.43701	6.11104	6.10763	6.10717	6.11118
Delivery Ratio [-]	0.5725	0.5727	0.5724	0.5723	0.5727
Rel. to Ave. [-]		1.0003	0.9997	0.9997	1.0003
Rel. To PL 2 [-]	0.6252	0.6253	0.625	0.6249	0.6254
Av.Airmass at SHP[g]	0.8131	0.2033	0.2033	0.2032	0.2033
Air Delivered [g]	0.81312	0.20335	0.20326	0.20325	0.20326
Air Delivered [g/s]	20.32789	5.08373	5.08162	5.08114	5.08141
Airdeliveryratio [-]	0.4762	0.4764	0.4762	0.4762	0.4762
Rel. to Ave. [-]		1.0003	0.9999	0.9998	0.9999
Rel. To PL 2 [-]	0.52	0.5202	0.52	0.52	0.52
Airmass Trapped [g]	0.81312	0.20335	0.20326	0.20325	0.20326
Airmass Trapped [g/s]	20.32789	5.08373	5.08162	5.08114	5.08141
Trapp. Eff. Air [-]	1	1	1	1	1
Rel. to Ave. [-]		1	1	1	1
Airpurity [-]	0.7761	0.7764	0.7764	0.7758	0.776
Dyn. Swirl [-]	0	0	0	0	0
Dyn. Tumble [-]	0	0	0	0	0

Fig. 3.241 SUMMARY – Cylinders – Gas Exchange

Wall Heat losses

Datele privind transferul termic prin pereți și temperaturile pieselor (**Piston, Cylinderhead, Cylinderliner, Sum of Wallheat** etc.) sunt prezentate în subgrupa **Wall Heatlosses**.

Wall Heatlosses:

Piston [kJ]	-0.2312	-0.0578	-0.0578	-0.0578	-0.0578
Piston Temperature [K]		565	565	565	565
Cylinderhead [kJ]	-0.16506	-0.0413	-0.04125	-0.04126	-0.04124
Head Temperature [K]		565	565	565	565
Cylinderliner [kJ]	-0.18336	-0.04587	-0.04583	-0.04583	-0.04583
LinerTDC Temperature [K]		450	450	450	450
LinerBDC Temperature [K]		420	420	420	420
Sum of Wallheat [kJ]	-0.57957	-0.145	-0.14485	-0.14488	-0.14484

Fig. 3.242 SUMMARY – Cylinders – Wall Heat losses

Wall Heatlosses in High Pressure Phase:

Piston HP [kJ]	-0.21213	-0.05309	-0.05301	-0.05302	-0.05301
Cylinderhead HP [kJ]	-0.15147	-0.03791	-0.03786	-0.03786	-0.03785
Cylinderliner HP [kJ]	-0.13358	-0.0334	-0.03337	-0.0334	-0.03341
Sum of Wallheat HP	-0.49718	-0.1244	-0.12424	-0.12427	-0.12426
Wall Heatlosses Related to Heatinput:					
Piston [-]	-0.0539	-0.0539	-0.0539	-0.0539	-0.0539
Cylinderhead [-]	-0.0385	-0.0385	-0.0385	-0.0385	-0.0385
Cylinderliner [-]	-0.0427	-0.0428	-0.0427	-0.0427	-0.0427
Sum of Wallheat [-]	-0.1351	-0.1352	-0.1351	-0.1351	-0.1351
M. Eff. HTC [W/m ² /K]	376.16	376.12	376.01	376.31	376.19
M. Eff. Temp. [K]	1182.33	1182.89	1182.37	1182.06	1181.99

Fig. 3.243 SUMMARY – Cylinders – Wall Heat losses (continuare)

Reference Values at EO

În subgrupa **Reference Values at EO** sunt înregistrate datele privind valorile de referință în momentul deschiderii supapelor de evacuare, respectiv presiunea, temperatura, raportul aer-combustibil (**A/F-Ratio**), fracțiunea de produși de ardere (**Com. Prod. Conc.**) și concentrația de combustibil (**Fuel Concentr.**).

Reference Values at EO:

Pressure [bar]	2.32	2.32	2.32	2.32	2.32
Temperature [K]	1172.38	1172.62	1172.5	1172.11	1172.28
A/F-Ratio [-]	14.44	14.44	14.43	14.44	14.44
Com.Prod.Conc. [-]	0.99951	0.99949	0.99956	0.99951	0.99946
Fuel Concentr. [-]	0.000034	0.000035	0.00003	0.000034	0.000037

Fig. 3.244 SUMMARY – Cylinders – Reference Values at EO

Average Values of Pipe attachments

Average Values of Pipe attachments conține informații privind interacțiunea (debit masic, transfer termic, cifra swirl) dintre cilindrii și conductele conectate la aceștia (admisie, evacuare). Suplimentar, sunt incluse și informații privind fazele distribuției.

Average Values of Pipe attachments:

Attached Pipe	17	18	19	20
Vlv/Prt.Op.Clr.0mm[deg]	345	345	345	345
Vlv/Prt.Op.Eff.0mm[deg]	359.25	359.25	359.25	359.25
Vlv/Prt.Op.Eff.1mm[deg]	375.65	375.65	375.65	375.65
Vlv/Prt.Op.Udef.mm[deg]	359.25	359.25	359.25	359.25
Vlv/Prt.Cl.Clr.0mm[deg]	511	510.99	511	511
Vlv/Prt.Cl.Eff.0mm[deg]	496.75	496.75	496.75	496.75
Vlv/Prt.Cl.Eff.1mm[deg]	480.35	480.35	480.35	480.35
Vlv/Prt.Cl.Udef.mm[deg]	496.75	496.75	496.75	496.75
Cam Phasing [deg]	0	0	0	0
Massflow [g/cycle]	0.244442	0.244305	0.244287	0.244447
Wallheat [kJ/cycle]	-0.00117	-0.00118	-0.0012	-0.00118
rel.to Heatinp.[-]	-0.0011	-0.0011	-0.0011	-0.0011
Attached Pipe	23	24	25	26
Vlv/Prt.Op.Clr.0mm[deg]	196.01	196.01	196.01	196.01
Vlv/Prt.Op.Eff.0mm[deg]	210.45	210.45	210.45	210.45
Vlv/Prt.Op.Eff.1mm[deg]	231.71	231.71	231.71	231.71
Vlv/Prt.Op.Udef.mm[deg]	210.45	210.45	210.45	210.45
Vlv/Prt.Cl.Clr.0mm[deg]	375.99	375.99	375.99	375.99

Fig. 3.245 SUMMARY – Cylinders – Average Values of Pipe attachments

MOTOR POLICILINDRIC DIESEL – 1.5l TC EGR WG

Vlv/Prt.Cl.Eff.0mm[deg]	361.55	361.55	361.55	361.55
Vlv/Prt.Cl.Eff.1mm[deg]	340.58	340.58	340.58	340.58
Vlv/Prt.Cl.Udef.mm[deg]	361.55	361.55	361.55	361.55
Cam Phasing [deg]	0	0	0	0
Massflow [g/cycle]	0.233187	0.233049	0.233	0.233066
Wallheat [kJ/cycle]	-0.01601	-0.01605	-0.01607	-0.01606
rel.to Heatinp.[-]	-0.0149	-0.015	-0.015	-0.015

Fig. 3.246 SUMMARY – Cylinders – Average Values of Pipe attachments

FLOW RESTRICTIONS

În subgrupa **Flow restrictions** sunt prezentate informații privind debitele masice prin conductele conectate la componente de tip restricție (Fig. 2.266).

FLOWRESTRICTIONS: Average Values

Flr. nr.	Att.Pi. number	Massflow [g/cycle]	Att.Pi. number	Massflow [g/cycle]
1	5	0.1656	6	0.1656
2	21	0	22	0

Fig. 3.247 SUMMARY – Flow Restrictions

ASSEMBLED

În subgrupa **Assembled** sunt prezentate informații privind valorile medii ale debitelor masice, dar și ale presiunilor și temperaturilor la intrarea, respectiv la ieșirea din componentele „asamblate” (filtru de aer, catalizator) (Fig. 2.268).

ASSEMBLED: Average Values

Type	Nr.	-----Inlet-----			-----Outlet-----		
		Pressure [bar]	Temperat. [K]	Mass [g]	Pressure [bar]	Temperat. [K]	Mass [g]
AIRCOOLER	1	1.1399	889.31	0.045	1.1364	536.03	0.074
AIRCOOLER	2	1.1505	328.71	0.914	1.1362	334.74	0.887
AIRCLEANER	1	0.9996	300.02	1.451	0.9965	300.13	1.445
CATALYST	1	1.2428	887.05	0.073	1.237	887.04	0.073
DPF	1	1.2359	878.91	0.147	1.0031	879.09	0.119
					-----Core-----		
			Rej.Heat [kJ]	Rej.Heat [kW]	Fric. coeff. [-]	Heat Factor [-]	
			-0.0687	-1.7178	2.654334	31.76538	
			0.0042	0.1059	0.707395	66.23501	
			0	0	0.090758	0	
			0	0	42.50404	0	
			0	0	0.01691	0	

Fig. 3.248 SUMMARY – Assembled: Average values

ASSEMBLED
Attachments

Type Nr.	Nr. [g/cycle]	Pipe	Mass flow
AIRCOOLER	1	6	0.1656
AIRCOOLER	1	7	0.1656
AIRCOOLER	2	3	0.8109
AIRCOOLER	2	4	0.8114
AIRCLEANER	1	1	0.8109
AIRCLEANER	1	2	0.8109
CATALYST	1	14	0.7662
CATALYST	1	27	0.7671
DPF	1	15	0.7672
DPF	1	27	0.767

Fig. 3.249 SUMMARY – Assembled

JUNCTIONS

În subgrupa **Junctions** sunt prezentate informații privind debitele masice prin conductele conectate la joncțiuni.

JUNCTIONS: Average Values

Junction	1	Attached pipe 8:	-0.0675	g/cycle
		Attached pipe 9:	-0.3006	g/cycle
		Attached pipe 25:	-0.2331	g/cycle
Junction	2	Attached pipe 9:	-0.3006	g/cycle
		Attached pipe 10:	-0.5336	g/cycle
		Attached pipe 24:	-0.233	g/cycle
Junction	3	Attached pipe 10:	-0.5336	g/cycle
		Attached pipe 11:	-0.7668	g/cycle
		Attached pipe 23:	-0.2332	g/cycle
Junction	4	Attached pipe 13:	-0.7668	g/cycle
		Attached pipe 14:	-0.7662	g/cycle
		Attached pipe 22:	0.0005	g/cycle
Junction	5	Attached pipe 11:	-0.7668	g/cycle
		Attached pipe 12:	-0.7669	g/cycle
		Attached pipe 21:	0	g/cycle
Junction	6	Attached pipe 5:	-0.1656	g/cycle
		Attached pipe 8:	-0.0675	g/cycle
		Attached pipe 26:	-0.2331	g/cycle

Fig. 3.250 SUMMARY – Junctions

OVERALL ENGINE PERFORMANCE

Grupa **Overall Engine Performance** conține informațiile necesare despre performanțele motorului (Fig. 2.270), respectiv:

- ▶ momentul indicat/efectiv (**Indicated/Effective Torque**);
- ▶ puterea indicată/efectivă (**Indicated/Effective Power**);
- ▶ momentul specific indicat/efectiv (**Indicated/Effective Specific Torque**);
- ▶ puterea specifică indicată/efectivă (**Indicated/Effective Specific Power**);
- ▶ momentul pierdut prin frecare (**Friction Torque**);

► puterea pierdută prin frecare (**Friction Power**).

OVERALL ENGINE PERFORMANCE:

=====

Indicated Torque :	62.56	Nm			Indicated Specific Torque :	42.83	Nm/l		
Indicated Power :	19.65	kW,	26.72	PS/l	Indicated Specific Power :	13.45	kW/l,	18.29	PS/l
Friction Torque :	16.07	Nm			Friction Power :	5.05	kW		
Effective Torque :	46.49	Nm			Effective Specific Torque :	31.83	Nm/l		
Effective Power :	14.61	kW,	19.86	PS/l	Effective Specific Power :	10	kW/l,	13.6	PS/l

Fig. 3.251 SUMMARY – Overall Engine Performance

IMPRESS Chart



Impress Chart este un utilitar destinat postprocesării datelor. Mai precis **Impress Chart** se utilizează pentru afișarea rezultatelor simulării prin intermediul:

- ▶ **Traces** – analiza în funcție de unghiul de rotație al arborelui cotit,
- ▶ **Transients** – analiza în funcție de ciclul de calcul (se utilizează pentru a verifica atingerea regimului staționar),
- ▶ **Acoustic** – analiză acustică,
- ▶ **Series Results** – analiza rezultatelor unui calcul tip **Case-series** (combinarea rezultatelor obținute pentru mai multe cazuri cu scopul de a permite observarea, spre exemplu, a caracteristicii de turație).

Pentru a accesa **Impress Chart** din AVL Boost™ click pe **Show Results** ().

În figura 2.271 sunt prezentate rezultatele simulării **Series Calculation**. În figură se pot observa evoluțiile în funcție de turație (la sarcină plină) a următoarelor variabile: putere, moment, coeficient de umplere global, respectiv individual pe cilindri, eficiența și consumul indicat și efectiv. Acestea sunt prezentate cu rol de exemplu. Pentru o analiză detaliată și/sau identificarea direcțiilor de optimizare posibile se pot extrage evoluțiile și ale altor variabile. Spre exemplu, o analiză mai atentă a figurii pune în evidență faptul că există diferențe între coeficienții de umplere ai cilindrilor, ceea ce poate avea ca efect o funcționare neuniformă a motorului. Prin urmare, o direcție posibilă de optimizare este uniformizarea umplerii cilindrilor.

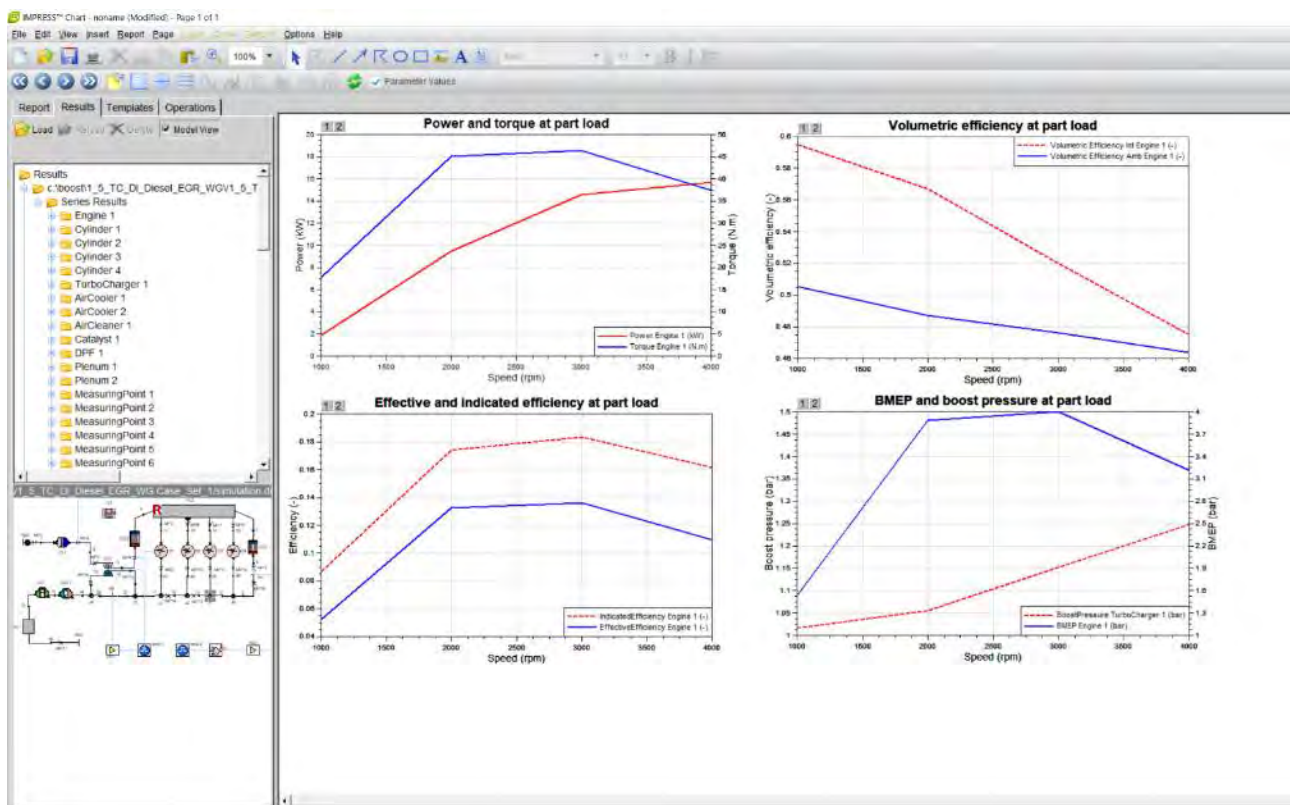


Fig. 3.252 Impress Chart – Power, Torque, Indicated and Effective Efficiency, Volumetric Efficiency

3.3. Studii de caz

În continuare se propun o serie de studii de caz spre analiză. În acest scop este menționat scopul analizei, iar apoi sunt propuse valori pentru mărimile de interes. Trebuie avut în vedere faptul că pentru a putea extrage concluzii pertinente este necesară analiza a minim trei variante în fiecare punct de funcționare (definit de sarcină și turație) al motorului.

Este deosebit de important ca, înainte de începerea oricărei analize, să se realizeze o documentare din literatura de specialitate (articole științifice, cărți etc.) pentru a identifica soluții, intervale posibile de variație, limitări etc.

Analiză: Influența avansului la injecție asupra performanțelor

Optimizarea avansului la injecție reprezintă un aspect important la dezvoltarea unui motor cu ardere internă. Pentru a putea înțelege efectul acestuia asupra performanțelor se propune analiza a minim trei cazuri de variație pentru fiecare turație în parte. În acest scop, pornind de la valorile definite inițial pentru IRATE (Fig. 3.242) se recomandă definirea următorilor parametri globali (tabelul 3.7) pentru cele două secvențe de injecție, respectiv injecția pilot (**pilot injection**) și injecția principală (**main injection**):

Tabelul 3.7 Lista parametrilor pentru analiza influenței avansului la injecție

Element model	Subgrupă			Parametru
Engine	Combustion	AVL MCC	IRATE	Pilot_on Pilot_off Main_on Main_off

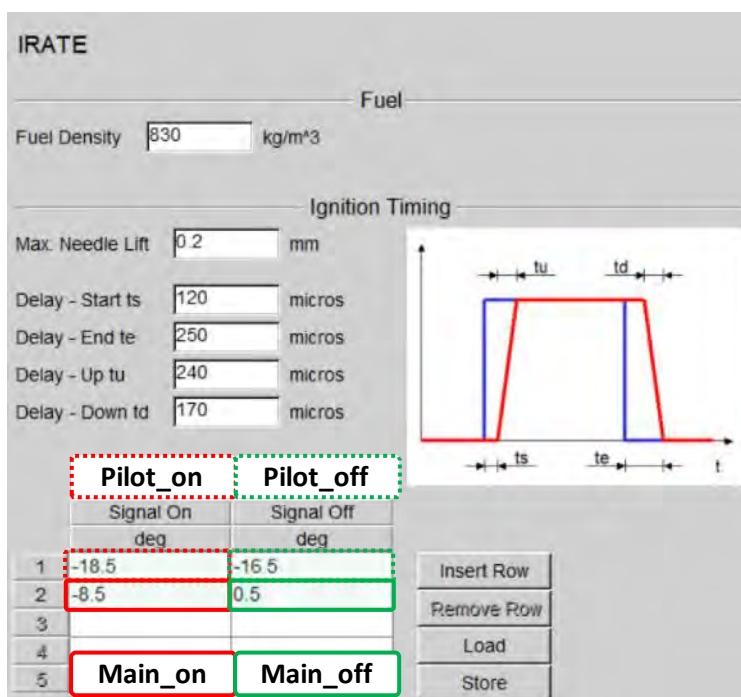


Fig. 3.253 Parametrii pentru analiza influenței avansului la injecție

Pentru a analiza influența avansului la injecție se propun următoarele cazuri:

Variația avansului injecției pilot (avansul injecției principale rămâne constant)

	Referință	Creșterea avansului	Reducerea avansului
Pilot_on	-18.5	-20.5	-16.5
Pilot_off	-16.5	-18.5	-14.5

Variația avansului injecției principale (avansul injecției pilot rămâne constant)

	Referință	Creșterea avansului	Reducerea avansului
Main_on	-8.5	-10.5	-6.5
Main_off	0.5	-1.5	2.5

Analiză: Influența caracteristicilor injectorului asupra legii de injecție și performanțelor

Un alt aspect important la dezvoltarea unui motor cu ardere internă este legea de injecție, care este puternic dependentă de caracteristicile sistemului de injecție (spre exemplu, caracteristicile injectorului). Pentru a putea înțelege efectul acesteia (ținând cont de caracteristicile injectorului) asupra performanțelor, se propune analiza a minim trei cazuri de variație pentru fiecare turație în parte. În acest scop, pornind de la valorile definite inițial pentru întârzierile momentelor de injecție (**Delay – Start, Delay – End, Delay – Up, Delay – Down**) din IRATE (Fig. 3.243) se recomandă definirea următorilor parametrii globali (tabelul 3.8) pentru cele două secvențe de injecție, respectiv injecția pilot (**pilot injection**) și injecția principală (**main injection**):

Tabelul 3.8 Lista parametrilor pentru analiza influenței avansului la injecție

Element model	Subgrupă			Parametru
Engine	Combustion	AVL MCC	IRATE	Delay_start_ts Delay_end_te Delay_up_tu Delay_down_td

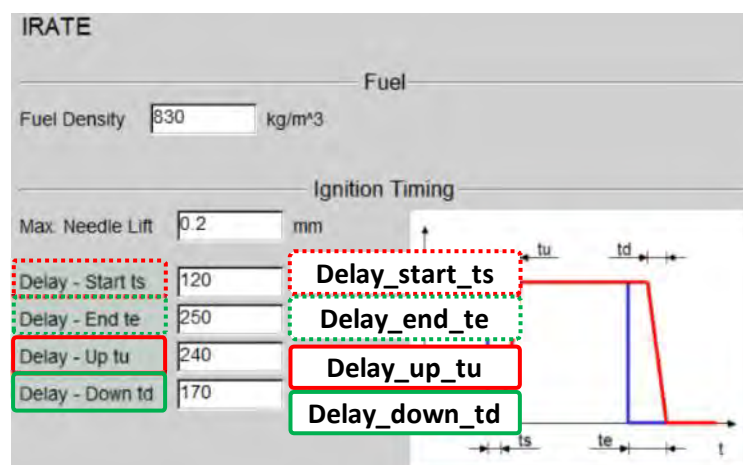


Fig. 3.254 Parametrii pentru analiza influenței avansului la injecție

Pentru a analiza influența caracteristicilor injectorului se propun următoarele cazuri:

	Referință	Injector cu răspuns rapid	Injector cu răspuns lent
Delay_start_ts	120	70	220
Delay_end_te	250	200	350
Delay_up_tu	240	190	340
Delay_down_td	170	120	270

Analiză: Influența poziției supapei de bypass a turbinei (waste gate) asupra performanțelor

Supapele **Waste Gate** se utilizează în cazul motoarelor supraalimentate cu turbocompresor pentru controlul masei de gaze care ajung în turbină, unde se destind cedând astfel energie rotorului turbinei. Prin intermediul axului de legătură, mișcarea de rotație a rotorului turbinei se transmite rotorului compresorului, care la rândul său cedează energie fluidului motor proaspăt în cadrul procesului de comprimare. Prin urmare, aceste supape de bypass au rol deosebit de important în controlul presiunii de supraalimentare și astfel a masei de fluid motor proaspăt admis în cilindru. Totodată, transferul de energie de la gazele arse la fluidul motor proaspăt duce la creșterea eficienței motorului cu ardere internă.

În cazul de față, efectul supapei de bypass este modelat prin intermediul unei restricții (Fig. 3.244). Controla masei de gaze arse care curg pe lângă turbină se realizează prin coeficientul de curgere al restricției, coeficient definit și ca parametru global **WGv_Cd**.

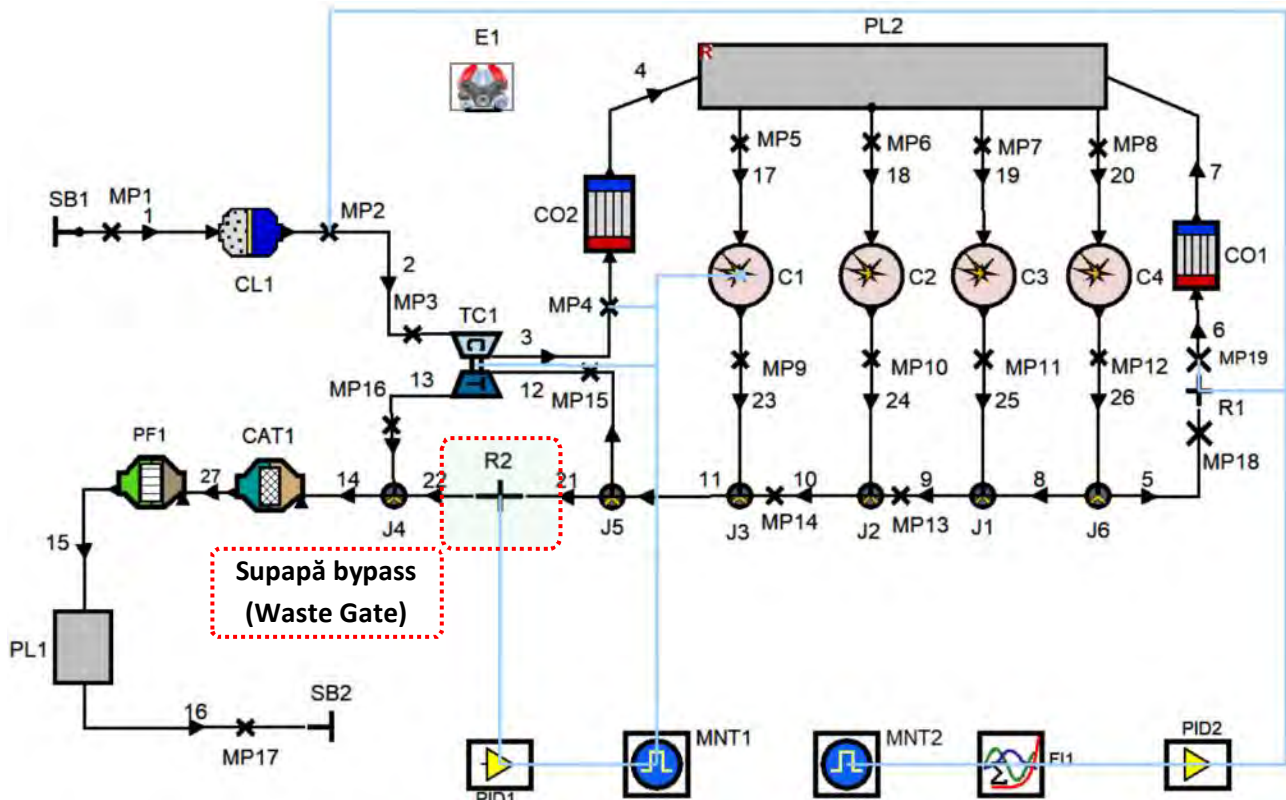


Fig. 3.255 Elementul virtual corespunzător supapei waste gate

În cazul de față, pentru a analiza influența supapei de bypass a turbinei asupra performanțelor se propune variația parametrului global **WGv_Cd** astfel:

	Referință	Deschidere mică	Deschidere medie	Deschidere completă
WGv_Cd	0	0.1	0.5	1

Analiză: Influența proporției de gaze arse recirculate asupra performanțelor

Pentru motoarele actuale recircularea gazelor de evacuare prezintă o importanță deosebită datorită rolului pe care îl are în reducerea emisiilor de oxizi de azot (în principal prin reducerea vârfurilor de temperatură din cilindru și a aportului local de oxigen), în controlul unor procese de ardere avansate precum aprinderea prin comprimare a amestecurilor omogene (**Homogeneous Charge Compression Ignition – HCCI**), dar și în reducerea consumului de combustibil la motoarele cu aprindere prin scânteie (acest efect este pronunțat în cazul motoarelor care nu dispun de distribuție complet variabilă pentru controlul sarcinii). Ca urmare, este deosebit de importantă înțelegerea efectelor acestui sistem asupra funcționării motorului cu ardere internă.

În scopul determinării influenței proporției de gaze arse recirculate asupra performanțelor motorului cu aprindere prin comprimare se propune definirea unui nou parametru global (Fig. 3.245):

Element model	Subgrupă		Parametru
PID2	General	Global Variable	EGR

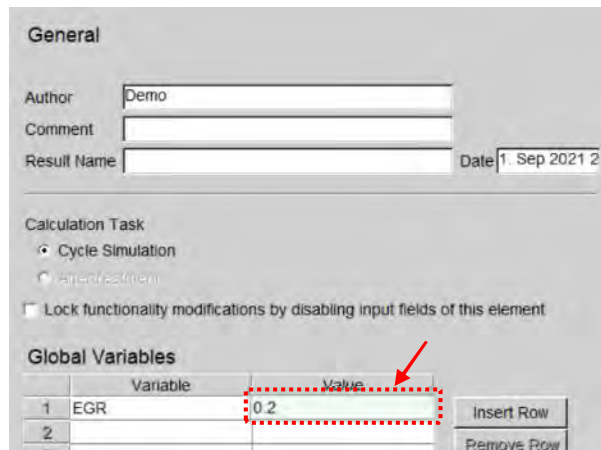


Fig. 3.256 Formula Interpreter – GENERAL

Pentru această analiză se propun următoarele cazuri:

	Referință	Reducere a masei de EGR	Creștere a masei de EGR
WGv_Cd	0.2	0.1	0.3

DICȚIONAR

2-Stroke	2 timpi
4-Stroke	4 timpi
A	
A/F Ratio	Raport aer combustibil (kg Aer / kg Combustibil)
Advanced Options	Opțiuni avansate
Aftertreatment Analysis	Analiza post-tratării gazelor arse
Air Cleaner / Air Filter	Filtru de aer
Air Equivalence Ratio	Raport de echivalență
Air Humidity	Umiditatea aerului
Angle	Unghi
Average Cell Size	Dimensiunea medie a celulelor (de calcul)
B	
Base	Bază
Baseline Map	Hartă de referință
Bearing	Rulment/Fus
Bending Radius	Rază de curbură
Bore	Alezaj
Boundary	Limită (a sistemului)
Burnt Gas Re-entrainment Factor	Factor de corecție a re-antrenare a gazelor arse
Burnt Gases	Gaze arse
C	
Calibration Factor	Factor de calibrare
Cam Angle	Unghiul de rotație al axului cu came
Cam follower	Tachet
Cam Length	Lungimea camei
Catalyst	Catalizator
Cell Density	Densitate de celule/canale
Chamber	Cameră
Channel	Canal
Channel Shape	Forma canalului
Chart	Grafic
Chemical Reactions	Reacții chimice
Combustion	Ardere

Combustion Chamber	Cameră de ardere
Combustion Parameter	Parametru de ardere
Combustion Products	Prođuși de ardere
Combustion System	Sistem de ardere
Compression Ratio	Raport de comprimare
Compressor	Compresor
Compressor Inlet/Outlet	Admisie/refulare compresor
Computing Resources	Resurse de calcul
Condition	Condiție
Conductivity	Conductivitate
Con-Rod Length	Lungimea bielei
Consumption	Consum
Continuous Injection	Injecție continuă
Convergence Control	Control convergență
Coolant	Lichid de răcire
Cooler	Răcitor
Corrected Volume Flow	Debit volumetric corectat
Correction	Corecție
Crank Angle	Unghi de rotație al arborelui cotit
Crankshaft	Ax cu came
Creation of Series Results	Creare de rezultate în serie
Cycle	Ciclu
Cycle Simulation	Simulare ciclu
Cylinder	Cilindru
Cylinder Heat	Chiulasă
D	
Default	Implicit
Delay	Întârziere
Delivery rate	Debit
Density	Densitate
Desired Engine Speed	Turația dorită
Diameter	Diametru
Diesel	Motorină
Discharge Coefficient	Coeficient de debit
Downstream	Aval

Dynamic	Dinamic
E	
Effective Blowby Gap	Fanta efectivă pentru scăpările de gaze din cilindru
Effective Flow Area	Aria efectivă de curgere
Electronic Control Unit	Unitate electronică de control
Energy Balance	Bilanț energetic
Engine	Motor
Engine Speed	Turația motorului
Enthalpy	Entalpie
Entropy	Entropie
Environment Variables	Variabile de mediu
Equivalent	Echivalent
Evaporation	Evaporare
Evaporation Heat	Căldura de vaporizare
Evaporation Heat Transfer	Transfer de căldură pentru evaporare
Excess Air Ratio	Coeficientul de exces de aer
Exhaust	Evacuare
Exhaust Manifold	Galerie de evacuare
Exhaust Pipe	Conductă evacuare
Exhaust Valve	Supapă de evacuare
Extended	Extins
External	Extern
F	
Filter Reaction Model	Modelul de reacții din filtru
Firing Angle	Unghi de aprindere
Firing Order	Ordine de aprindere
Flow Area	Aria de curgere
Flow Coefficient	Coeficient de curgere
Flow Type	Tip de curgere
Frequency Control	Control în frecvență
Friction	Frecare
Friction Coefficient	Coeficient de frecare
Friction Multiplier	Coeficient de corecție al frecării
Fuel	Combustibil
Fuel Film	Film de combustibil

Fuel Mass / Cycle	Masă de combustibil / Ciclu
Fuel Temperature	Temperatura combustibilului
Fuel Vapor	Vapori de combustibil
Fueling	Alimentare cu combustibil
Full Model	Model complet
G	
Gain	Amplificare
Gas	Gaz
Gas Exchange	Schimb de gaze
Gasoline	Benzină
Gross	Brut
H	
Heat	Căldură
Heat Capacity	Capacitate termică
Heat Release	Degajare de căldură
Heat Transfer Coefficient	Coeficient de transfer termic
Hole Diameter	Diametrul orificiului
I	
Identical Cylinders	Cilindrii identici
Ignition Delay Multiplier	Factor de corecție al întârzierii la aprindere
Increment	Increment
In-cylinder Swirl Ratio	Cifra Swirl din cilindru
Initial	Inițial
Initial Conditions At EO	Condițiile inițiale la DSE
Initial Gas Composition	Compoziția inițială a gazului
Injection Angle	Unghiul (în °RAC) la care se realizează injecție
Injection Nozzle	Pulverizator
Injection Pump	Pompă de injecție
Injection Shift	Modificare moment injecție
Inlet/Outlet Collector	Colector intrare/ieșire
Inner Valve Seat Diameter	Diametrul interior al scaunului de supapă
Intake	Admisie
Intake Manifold	Galerie de admisie
Intake Pipe	Conductă admisie
Intake Port	Orificiu de admisie

Intake Valve	Supapă de admisie
Intermittent Injection	Injectie intermitentă
Internal	Intern
K	
Kinetic	Cinetic
L	
Lag Time	Timp de întârziere
Laminar	Laminar
Length	Lungime
Lift	Ridicare, Cursă
Liner	Cilindru (oginda cilindrului)
Load Signal	Semnal de sarcină
Location	Poziție
Loss	Pierdere
Lower Heating Value	Putere calorică inferioară
M	
Mass fraction	Fracțiuni de masă
Mass flow	Debit masic
Maximum Needle Lift	Înălțime maximă de ridicare a acului injectorului
Mean Crankcase Pressure	Presiunea medie din carter
Measured	Măsurat
Measuring Point	Punct de măsurare
Mixture Preparation	Formarea amestecului
Model Creation	Creare mode
Model Parameters	Parametri model
Monolith	Monolit
Motion	Mișcare
Multiplier	Multiplicator
N	
Net	Net
Needle	Ac
Normalized Rate of Injection	Viteza de injecție normalizată
Normalized Rate of Injection	Debitul de injecție normalizat
Normalized Valve Lift	Cursă supapă normalizată
Number Of Injector Holes	Numărul de orificii de injecție al injectorului

O	
Oil	Ulei
Open Frontal Area	Suprafață frontală deschisă
Output	Valoare de ieșire
Overall Air	Aer disponibil
P	
Parameter	Parametru
Particulate Filter	Filtru de particule
Peak	Vârf/maxim
Peak Firing Pressure	Presiunea maximă pe ciclul cu ardere
Peak Firing Temperature	Temperatura maximă pe ciclul cu ardere
Perfect Mixing	Amestecare perfectă
Physical Properties	Proprietăți fizice
Pilot	(Injecție) Pilot (= Pre-injecție)
Piston	Piston
Piston Pin Offset	Excentricitatea bolțului pistonului
Pollutant	Poluant
Port	Port
Preprocessing Log	Jurnal de preprocesare
Pressure	Presiune
Pressure Ratio	Raport presiuni
Production	Producție
Q	
Quantity	Cantitate
R	
Radius	Rază
Rail Pressure	Presiunea din rampă (rampa comună)
Rate Of Injection	Viteza de injecție
Rate Of Injection	Debitul de injecție
Ratio	Raport
Real Gas Factor	Factorul de gaz real
Reference	Referință
Reference Ambient Conditions	Condiții ambientale de referință
Reference Element	Element de referință
Reference Lift	Ridicare de referință

Released Energy	Energie eliberată
Residual Gas	Gaze reziduale
Rotary Piston Engine	Motor cu piston rotativ
Run Data	Date de intrare pentru simulare
S	
Saving Interval	Interval de salvare/scriere a datelor
Scaling Factor	Factor de scalare
Scavenge Model	Modelul de schimbare a gazelor
Setting	Setare
Shift	Deplasare/Modificare
Signal Off	Oprire semnal
Signal On	Pornire semnal
Simplified Model	Model simplificat
Simulation Interval	Interval de simulare
Soot	Funingine
Spatial Pipe Discretization	Discretizare spațială a conductelor (în celule de calcul)
Species Transport	Transportul speciilor chimice gazoase
Spray	Jet
Steady	Staționar
Stroke	Cursă
Surface Area	Aria suprafeței
Swirl Port	Canal de turbionare
T	
Tangential port	Canal tangențial
Target Outlet Temperature	Temperatură impusă de ieșire
Target Pressure Drop	Cădere de presiune impusă
Task	Sarcină
Temperature	Temperatură
Thickness	Grosime
Time Constant	Constantă de timp
Traces	Curbe (în funcție de timp - unghiul de rotația al arborelui cotit)
Transient	Tranzitoriu
Transients	Tranzitorii (valori în funcție de ciclul de simulare/de timp)
Trapping Efficiency	Eficiența de reținere
Turbine	Turbină

Turbine Discharge Coefficient	Coeficient de debit al turbine
Turbine Inlet/Outlet	Admisie/refulare turbină
Turbine Overall Efficiency	Eficiența globală a turbinei (ține cont și de eficiența mecanică a ansamblului tubocompresor)
Turbine Size Multiplier	Factor de corecție a dimensiunii turbinei
Turbine to Total Mass Flow	Raportul dintre debitul de gaze arse care trec prin turbină și debitul total de gaze arse
Turbocharger	Turbocompresor
Turbulent	Turbulent
Type	Tip
U	
Upstream	Amonte
User Defined	Definit de utilizator
V	
Value	Valoare
Valve	Supapă
Valve Clearance	Jocul supapei
Valve Closing	Închiderea supapei
Valve Lift	Cursă supapă
Valve Opening	Deschiderea supapei
Valve Timing	Timpii distribuției
Valve train	Mecanism de distribuție
Variable	Variabil, variabilă
Volumetric efficiency	Coeficient de umplere
W	
Wall	Perete
Wall Temperature	Temperatura peretelui
Work	Lucru mecanic

ABREVIERI

AFR / A/F Ratio	Air-Fuel Ratio	Raport aer-combustibil
BDC	Bottom Dead Center	Punct mort inferior (PMI)
BMEP	Brake Mean Effective Pressure	Presiunea medie efectivă
BSFC	Brake Specific Fuel Consumption	Consumul specific efectiv
CRA / CA	Crank angle (°CA)	Unghiul de rotație al arborelui cotit (°RAC)
CFD	Computational Fluid Dynamics	Procesare computerizată în dinamica fluidelor
CPSI	Channels per Square Inch	Canale pe țol pătrat
DOC	Diesel Oxidation Catalyst	Catalizator de oxidare Diesel
DPF	Diesel Particulate Filter	Filtru de particule Diesel
EGR	Exhaust Gas Recirculation	Recircularea gazelor de evacuare
EO	Exhaust Opening	Deschiderea supapei de evacuare (DSE)
EVC	Exhaust Valve Closing	Închiderea supapei de evacuare (ÎSE)
EVO	Exhaust Valve Opening	Deschiderea supapei de evacuare (DSE)
FMEP	Friction Mean Effective Pressure	Presiunea medie pierdută prin frecare
IMEP	Indicated Mean Effective Pressure	Presiunea medie indicată
IVC	Intake Valve Closing	Închiderea supapei de admisie (ÎSA)
IVO	Intake Valve Opening	Deschiderea supapei de admisie (DSA)
ISFC	Indicated Specific Fuel Consumption	Consumul specific indicat
MCC	Mixing Controlled Combustion	Ardere controlată de amestecare
MFB	Mass Fraction Burned	Fracțiuni de masă arsă
MZCM	Multi-Zone Combustion Model	Model multizonal de ardere
NA	Naturally Aspirated	Normal aspirat
PID	Proportional Integral Differential	Proporțional Integral Diferențial
PF	Particulate Filter	Filtru de particule
PFI	Port Fuel Injection	Injectie în poarta supapei
ROI	Rate of Injection	Viteza de injectie Debit de injectie
SCRED	Single Cylinder Research Engine Diesel	Motor Diesel monocilindric de cercetare
SHP	Start of High Pressure (=IVC)	Începutul ciclului de înaltă presiune (=ÎSA)
TC	Turbocharger	Turbocompresor
TDC	Top Dead Center	Punct mort superior (PMS)
TWC	Three-Way Catalyst	Catalizator cu trei căi

ABREVIERI

VPS	Valve Port Specifications	Caracteristicile canalului de admisie/ evacuare (inclusiv orificiul oferit de supapă)
VVA	Variable Valve Actuation	Distribuție variabilă (acționare variabilă a supapelor)
VVL	Variable Valve Lift	Distribuție variabilă (variația înălțimii de ridicare a supapelor)
VVT	Variable Valve Timing	Distribuție variabilă (variația fazelor distribuției)
WG	Waste Gate	Supapă de bypass

BIBLIOGRAFIE

- [1] Burnete NV, Burnete N. Motoare cu ardere internă și termodinamică. Noțiuni fundamentale. UT Press; 2021.
- [2] Poetsch C, Ofner H, Schutting E. Assessment of a Multi Zone Combustion Model for Analysis and Prediction of CI Engine Combustion and Emissions 2011. doi:10.4271/2011-01-1439.
- [3] Eriksson L, Thomasson A. Cylinder state estimation from measured cylinder pressure traces - A Survey. IFAC-PapersOnLine 2017;50:11029–39. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2017.08.2483>.
- [4] ***AVL List GmbH. AVL Boost User Guide 2020.
- [5] Paulikova A, Cekanova K, Kopas M. QFD – support to higher efficiency of industrial automotive production. Prod Eng Arch 2016;Vol. 10, N:21–4.