

Cauzele supraconsumului de motorină și soluțiile de reducere ce pot fi aplicate la locomotivele diesel Studiu de caz: motorul diesel 12LDA28 de pe LDE de 2100CP

Materialul conține patru părți:

- partea a I-a: Regimul termic de funcționare al motorului diesel
- partea a II-a: Mersul în gol al motorului diesel, efecte, soluții și rezultate
- partea a III-a: Serviciile auxiliare ale locomotivei: efecte, soluții, rezultate
- partea a IV-a: Recapitulare și concluzii

- Partea a I-a -

Regimul termic de funcționare al motorului diesel

În **fig.1** este redată diagrama consumului specific de motorină al motorului diesel de tracțiune (MDT) la temperatura de funcționare optimă a acestuia, în funcție de puterea motorului și de poziția controlerului de comandă al locomotivei.

**Consumul specific de combustibil și randamentul în funcție de puterea efectivă și turație,
pentru motorul 12 LDA 28**

Poziție controler	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
n (rot/min)	350	380	415	450	490	525	570	612	654	707	750
Pe (C.P)	270	455	662	821	980	1100	1282	1470	1655	1900	2100
c (g/CPh)	180.00	169.70	166.60	166.60	166.05	165.90	165.80	165.95	166.20	166.75	167.25
Randament	0.346	0.367	0.371	0.373	0.375	0.375	0.375	0.375	0.374	0.373	0.3725

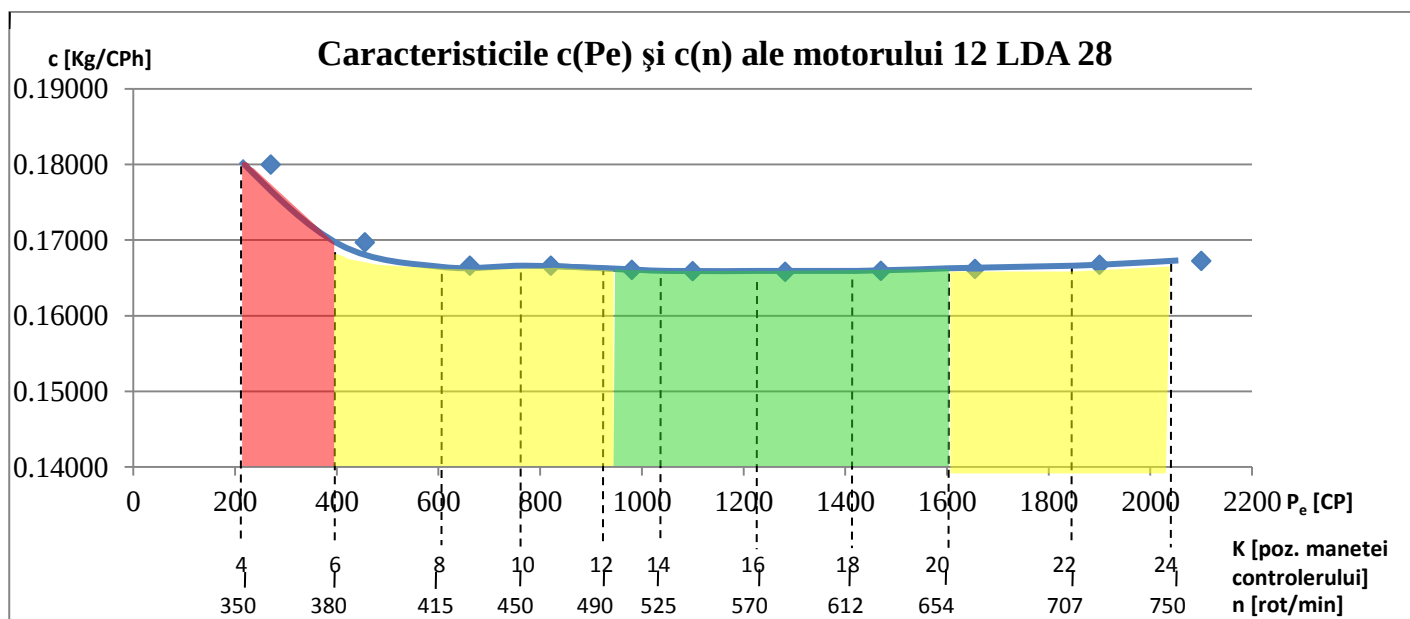


Fig.1.

Din această caracteristică, pentru activitatea de exploatare feroviară, reies următoarele concluzii:

- mersul în gol al motorului diesel se realizează cu un consum specific de motorină de 180gr/CPh (sau 244,8gr/kWh). Mersul în gol produce: supraconsum de combustibil, ardere incompletă a combustibilului care conduce la poluare excesivă a mediului și generează calamina care se depune pe segmentii și cămășuielile cilindrilor crescând viteza de uzură a acestora și degradarea uleiului de ungere;
- mersul în sarcină al motorului diesel la diverse turații și poziții ale controlerului de comandă se realizează cu consum specific de combustibil cuprins între 166-170gr/CPh (sau 225,76-231,2gr/kWh);
- regimul termic optim al motorului diesel se realizează la temperaturi mai mari de 60°C. Dacă temperatura motorului diesel este mai mică, efectul este creșterea consumului specific de combustibil;
- manipularea controlerului de comandă, de către mecanic, în funcție de profilul în lung al liniei și de tonajul trenului, trebuie făcută astfel ca solicitarea motorului diesel să se realizeze pe pozițiile controlerului cu consumul minim de motorină.

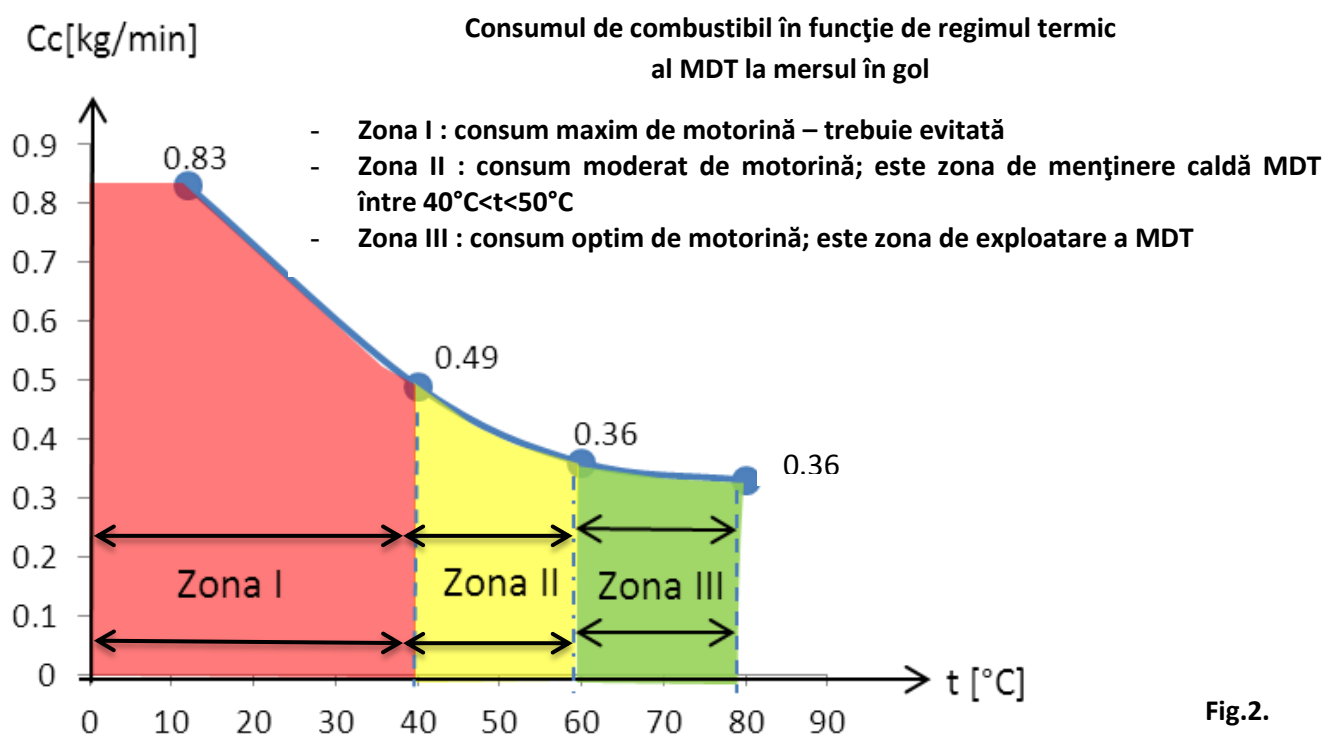


Fig.2.

În **fig.2** s-a redat consumul de motorină, la mersul în gol, pentru temperaturi ale motorului diesel cuprinse între 10°C și 80°C exprimat în kg/minut folosind ca aparat de măsură debitmetrul ICL montat pe locomotivă. Diagrama diferă de la locomotivă la locomotivă dar alura curbei este aceeași.

Din **fig.2** rezultă:

- regimul termic optim de exploatare a MDT este la $t > 60^\circ\text{C}$;
- trebuie evitată funcționarea motorului diesel de tracțiune (MDT) la $t < 40^\circ\text{C}$;
- menținerea caldă a MDT trebuie realizată între $50^\circ\text{C} > t > 40^\circ\text{C}$.

Am făcut această introducere pentru a pune în evidență cât de important este regimul termic optim de funcționare a motorului diesel asupra consumului specific de motorină.

Realizarea regimului termic optim al MDT depinde de starea instalației de răcire și de instalația hidrostatică de ventilație a radiatoarelor de răcire a motorului diesel.

Elementul esențial al instalației de răcire este grupul de radiatoare de răcire, iar al instalației hidrostatice, este regulatorul hidrostatic. Dacă cele două elemente au o stare tehnică bună se obține atât regimul termic optim cât și un consum de combustibil minim pentru funcționarea instalației hidrostatice și a MDT.

Consumul mediu orar optim de energie al instalației hidrostatice, când cele două elemente au o stare tehnică bună este de $12\text{kW/h}_{\text{MDT}}$. Se știe că instalația hidrostatică are puterea nominală de 28kW (motorul hidrostatic). Consumul de motorină pentru obținerea valorii de $12\text{ kW/h}_{\text{MDT}}$ este:

$$12\text{ kW} \times 0,2312\text{ kg/kWh} = 2,774\text{ kg/h}$$

În condițiile funcționării MDT la $t > 60^{\circ}\text{C}$ și radiatoarele sunt în stare bună de funcționare iar regulatorul hidrostatic este reglat corect.

Orice abatere de la aceste condiții produce un supraconsum de motorină pentru funcționarea instalației hidrostatice.

Analizând situația reală în exploatare apar următoarele nereguli:

- regulatorul hidrostatic nu este reglat pe stand pentru stabilirea funcționării corecte, iar termoelementul de comandă al regulatorului hidrostatic este de calitate necorespunzătoare și în cele mai multe cazuri este defect, astfel că mecanicul sau personalul de atelier, printr-un simplu imbus, aplică reglajul manual al regulatorului care nu mai ține seama de solicitarea MDT și de temperatura mediului exterior;
- radiatoarele au capacitatea de răcire redusă cu 20-50% datorită depunerilor de calcar în interior și a depunerilor de praf, frunze și pleavă pe partea exterioară care în contact cu pierderile de ulei de la pistoanele de acționare a jaluzelelor obturează complet pătrunderea aerului de răcire;
- nu există o metodă de testare a capacității de răcire a radiatoarelor cu ocazia reparațiilor tip RR sau RG;
- procesul de suflare a radiatoarelor cu aer comprimat, cu ocazia reviziilor planificate, este greșit, se aplică suflarea din exterior spre interior, în loc de suflarea în sensul invers al aspirației, producând astfel obturarea orificiilor de trecere a aerului;
- amortizoarele de sub grupul de răcire sunt deteriorate, prin urmare vibrațiile de la MDT și de la cale se transmit la radiatoare producând spargerea acestora;
- un mare număr de elemente ai radiatoarelor sunt blindate (se acceptă blindarea a 3-4 țevi pe element);
- în instalația de răcire a MDT nu mai există cele patru diafragme prin care instalația este echilibrată hidraulic în funcție de necesitățile impuse de realizarea condițiilor, de răcirea uleiului de ungere al motorului, de sistemul de aerisire a instalației și de răcirea turbosuflantei etc.

În concluzie, întregul sistem de gestionare a regimului termic al motorului, pentru realizarea consumului minim de combustibil, stabilit de proiectantul și producătorul MDT începând cu menținerea caldă, mersul în gol și funcționarea în sarcină este lăsat la nivelul subiectivismului uman.

Măsurile ce trebuie aplicate în procesul de exploatare

1. În instalația de apă de răcire a MDT trebuie reintroduse cele patru diafragme:

- diafragma de $\varnothing 55\text{mm}$ se introduce înaintea grupului de radiatoare II. Prin ea se micșorează debitul de apă pentru a realiza o răcire mai intensă necesară schimbătorului de căldură al uleiului de ungere;
- diafragma de 60 mm montată pe conducta de retur după motorul diesel;
- diafragma de 30 mm după turbosuflantă;
- diafragma de 5 mm pe conducta de aerisire către rezervorul de compensare. Atenție la instalația de aerisire, ea poate fi pietrificată datorită netratării apei de răcire. În acest caz poate produce defecte grave la turbosuflantă.

2. Verificarea și înlocuirea amortizoarelor defecte dintre cuva radiatoarelor și șasiul locomotivei.

3. Aplicarea corectă a procesului tehnologic de suflare a radiatoarelor cu ocazia reviziilor planificate. Suflarea se face în sens invers aspirației.

4. Curățirea interioară și exterioară a elementelor de radiatoare și proba de debit a acestora pe un stand.

NOUL SISTEM DE VENTILAȚIE A RADIATOARELOR

1. Situația actuală – ventilația hidrostatică – (fig.3):

Regimul termic al motorului diesel în exploatare este determinat de:

- gradul de solicitare a motorului;
- temperatura mediului ambiant;
- modul de reglare realizat de regulatorul hidrostatic funcție de temperatura apei de răcire.

Locomotiva este dotată, pentru realizarea regimului optim cu:

- instalație hidrostatică prevăzută cu: pompă, motor, regulator și cilindri hidrostatici;
- cuva de răcire care se compune din: cuvă, două grupe de radiatoare, jaluzelele exterioare și ventilator.

2. Dezavantajele sistemului:

- pompa hidrostatică funcționează permanent cât funcționează motorul diesel;
- regulatorul hidrostatic funcționează cu abateri mari față de valorile minime și maxime optime ale temperaturii apei de răcire;
- datorită efectului de "horn" al cuvei de răcire, radiatoarele evacuează o mare parte a căldurii când temperatura apei de răcire este sub valoarea minimă optimă de 60°C;
- costuri mari de întreținere a instalației hidrostatice;
- consum suplimentar de combustibil când motorul diesel funcționează sub temperatura minimă optimă;
- pierderi mari de căldură prin radiatoare când se menține cald motorul diesel.

3. Soluția propusă – ventilația electrică cu jaluzele interioare de izolare – (fig.4):

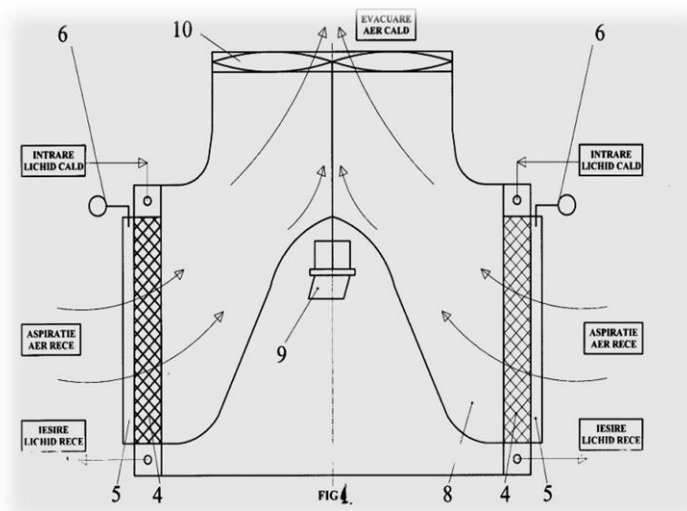
Componenta sistemului:

- câte două motoventilatoare electrice montate pe fiecare ramură de radiatoare în cuva de răcire;
- sistem electric de acționare a jaluzelelor exterioare;
- câte o jaluzele pe partea de aspirație a fiecărui motoventilator cu sistem electric de acționare;
- un senzor de temperatură pentru apa de răcire și un sistem de automate care comandă turația motoventilatoarelor și închiderea-deschiderea jaluzelelor interioare și exterioare în funcție de temperatura apei de răcire;
- cuva radiatoarelor este împărțită în trei camere separate între ele de către jaluzelele interioare (I; II – camera de aspirație și III – camera de evacuare).

4. Obiectivele realizate de instalația electrică de ventilație:

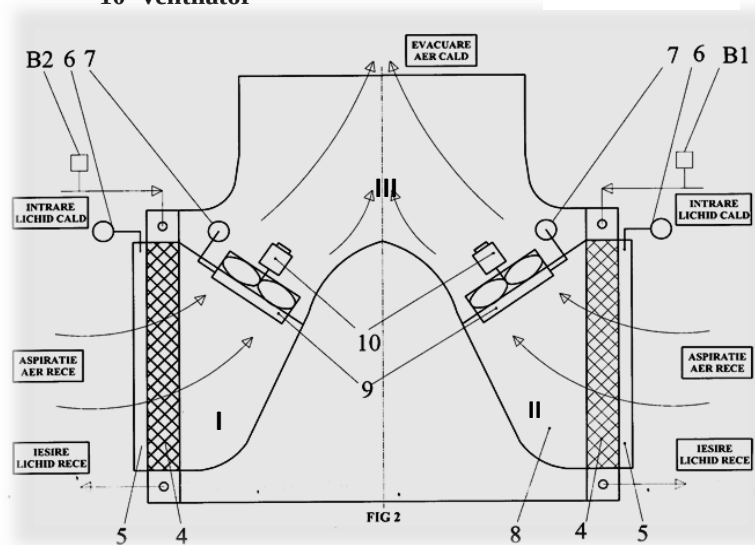
- 4.1. motorul diesel funcționează în toate situațiile la regimul optim de temperatură cuprinsă între valoarea minimă și maximă cu consum specific minim de combustibil;
- 4.2. reduce consumul de energie pentru menținerea caldă a motorului diesel, când locomotiva este remizată, prin izolarea radiatoarelor (4) cu jaluzelele (5) și (9) cu camerele I și II;
- 4.3. înlătură consumul suplimentar de energie impus de pompă hidrostatică când regimul termic al motorului diesel este sub valoarea minimă optimă.

5. Avantajele noului sistem:



4- radiatoarele de răcire; 5- jaluzelele exterioare
6- cilindrii hidrostatici; 8- cuva radiatoarelor de răcire
9- motor hidrostatic
10- ventilator

Fig.3



4- radiatoare de răcire; 5-jaluzelele exterioare
6- servomotor electric- jaluzelele exterioare
7- servomotor electric- jaluzelele interioare
8- cuva de răcire; 9- jaluzelele interioare
10- ventilatoare
B1; B2- termostate
I; II – camerele de aspirație;
III – camera de refulare

Fig.4.

- înlătură pierderile de căldură din radiatoare când temperatura este sub valoarea minimă optimă de 60°C (camerele I și II sunt închise de sistemul de jaluzele);
- asigură funcționarea motorului diesel la temperatura optimă;
- înlătură consumul suplimentar de energie pentru antrenarea pompei hidrostatice când temperatura este sub valoarea optimă minimă;
- reduce efectul poluant al gazelor arse ale motorului diesel și al uleiului hidrostatic;
- energia consumată de ventilație este proporțională cu temperatura lichidului de răcire (cu gradul de solicitare al motorului diesel);
- înlătură pierderile de căldură din radiatoare la menținerea caldă a motorului diesel (camerele I și II sunt închise);
- înlătură subiectivismul uman în reglajele efectuate asupra instalației de comandă;
- reduce puterea nominală a instalației de ventilație de cca trei ori datorită separării cuvei radiatoarelor în trei camere și apropierea la maxim posibil a ventilatoarelor de grupul de radiatoare;
- reduce consumul mediu de energie de cca șase ori pentru ventilație de la 12 kWh la cca 2 kWh raportat la ora de funcționare a motorului diesel de tracțiune și puterea nominală a instalației de peste trei ori (de la 28 kW la 9 kW)

6. Concluzii:

Cu acest sistem economic de ventilație se realizează consumul minim de combustibil numai dacă radiatoarele de răcire funcționează la capacitatea normală (starea de curățenie interioară și exterioară este menținută în condiții normale).

Sunt locomotive cu ventilație electrică, având radiatoare în bună stare, la care consumul orar mediu anual de energie a ventilației este de 1,02 kWh, adică ventilația s-a realizat cu un consum de motorină (dacă considerăm că MDT funcționează cca 3500 ore/an) de:

$3500 \text{ ore} \times 1,02 \text{ kW} \times 0,2312 \text{ kg/kWh} = 825,384 \text{ kg motorină/an.}$

Instalația hidrostatică la valoarea medie de 12 kWh, consumă:

$3500 \text{ ore} \times 12 \text{ kW} \times 0,2312 \text{ kg/kWh} = 9710,4 \text{ kg motorină/an.}$

Costurile de întreținere impuse de ventilația electrică sunt minime.

Pe lângă economia de motorină, rezultată din funcționarea ventilației, trebuie avut în vedere economia de motorină pentru menținerea caldă dar și creșterea regimului termic al MDT cu efect direct asupra reducerii uzurii motorului și a degradării uleiului de ungere cu calamină.

Toate avantajele menționate sunt puse în evidență prin datele tehnice înregistrate pe un card de memorie.

La locomotivele diesel dotate cu a treia sursă de energie (grupul auxiliar MDA) și cu sistemul de ventilație electrică cu jaluzele interioare (prin care se înlătură pierderile de căldură din radiatoare, când temperatura este mai mică de 60°C), pe lângă reducerea consumului de energie pentru menținere caldă, asigură și condițiile optime ca motorul diesel de tracțiune să funcționeze totdeauna la temperaturi cuprinse între 40°C și 50°C la menținerea caldă și peste 60°C când funcționează în sarcină.

Prin acest sistem supraconsumul datorat regimului termic al MDT este înlăturat pentru oricare din condițiile de funcționare și folosire a locomotivei.

-Partea a II-a –

Mersul în gol al motorului diesel, efecte, soluții și rezultate

În a doua parte tratăm o cauză mai complexă din punct de vedere tehnic – mersul în gol al MDT, efecte, soluții, rezultate.

Efectele mersului în gol asupra motorului diesel:

- supraconsum de motorină – la mersul în gol consumul specific este de 180 gr/CPh (244,8 gr/kWh) față de 170 gr/CPh (231,2 gr/kWh) în sarcină;

- la mersul în gol efectul maselor neechilibrate ale mecanismului bielă-manivelă este maxim (asupra întregului sistem de cuzineți, de piese în mișcare și asupra pieselor fixe la care apar fisuri și crăpături etc);
- arderea combustibilului este incompletă datorită întârzierii la închiderea și deschiderea supapelor și a pierderii de presiune din camera de ardere pe la fantele segmentilor, din care cauză se produce cea mai mare cantitate de calamină;
- calamina duce la creșterea vitezei de uzură a pieselor în mișcare dar și la alterarea uleiului de ungere, cu efect direct asupra tuturor pieselor în mișcare și consum mare de filtre fine;
- poluarea puternică a atmosferei datorită arderii incomplete a motorinei .

Mersul în gol este luat în considerare pentru perioade de funcționare a MDT mai mari de 5 minute.

S-a văzut că la mersul în gol, la regimuri termice cuprinse între 10°C și 60°C, consumul orar de motorină este cuprins între 50 kg/h și cca 20 kg/h.

Timpul de mers în gol, din timpul total de funcționare a motorului diesel de tracțiune, este cuprins între 40% și 60% în funcție de serviciul prestat de locomotivă (minim la călători și maxim la marfă).

Principala cauză, a ponderii mari a mersului în gol, se datorează faptului că locomotiva diesel a fost construită numai cu două surse de energie care, din punct de vedere economic, nu este adecvat procesului tehnologic impus de transportul feroviar, adică:

- sursa primară de energie, formată din bateria de acumulatori, are capacitate limitată și este epuizabilă, ea având principalul rol de punere în funcțiune a sursei principale de energie;
- sursa principală de energie, motorul diesel de tracțiune, asigură atât regimul de tracțiune cât și alimentarea tuturor serviciilor auxiliare ale locomotivei și trenului. Din această cauză motorul diesel de tracțiune, ca sursă inepuizabilă de energie, trebuie să funcționeze la toate treptele de turație și putere pentru a asigura alimentarea, de la câteva becuri de iluminat până la remorcarea trenurilor de mii de tone.

Lipsa unei surse auxiliare de energie, ca o a treia sursă independentă fără epuizare, duce la exploatarea motorului diesel de tracțiune perioade foarte lungi de timp la puterea minimă neeconomică.

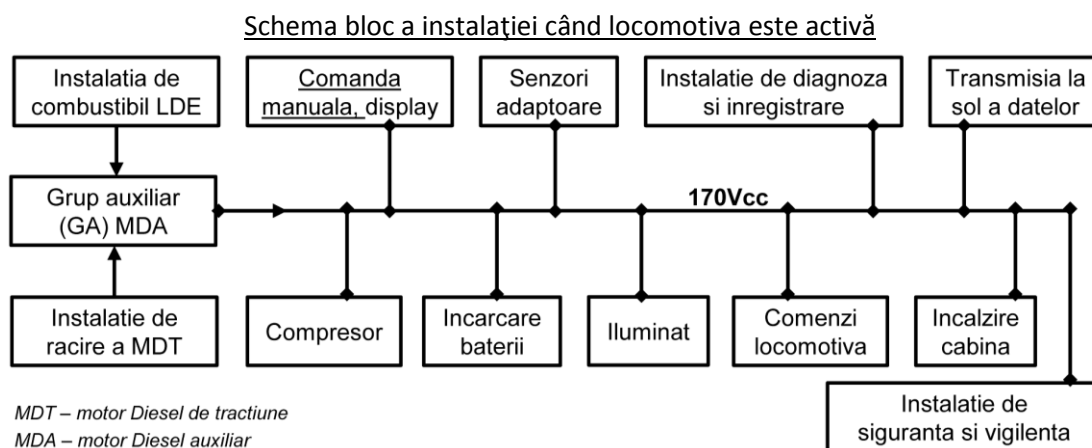
A treia sursă auxiliară de energie trebuie să preia alimentarea tuturor serviciilor auxiliare ale locomotivei și trenului când locomotiva nu necesită dezvoltarea regimului de tracțiune fără a limita capacitatea de utilizare a acesteia, atât în staționare cât și în mișcare.

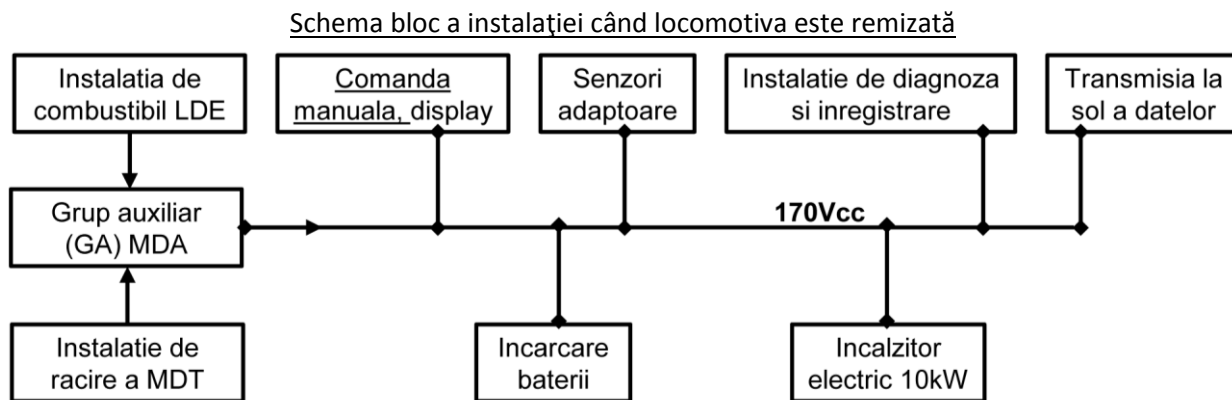
Pentru dimensionarea sursei auxiliare de energie trebuie să se țină seama de necesitatea alimentării serviciilor auxiliare când locomotiva este activă sau când este remizată, fără abateri de la instrucțiunile de exploatare și de siguranța circulației și fără a limita capacitatea de exploatare a acesteia.

Sursa auxiliară ca a treia sursă folosită pe LDE de 2100CP

În cazul LDE de 2100CP s-a dimensionat o sursă auxiliară cu puterea activă de 40 kW formată dintr-un grup auxiliar motor diesel-generator sincron trifazat (GA) de construcție specială cu tensiunea de 3x126Vca, care prin redresare, asigură tensiunea de 170 Vcc necesară alimentării serviciilor auxiliare.

Redăm schema bloc a instalației pentru regim activ și regim remizat al locomotivei.





MDT – motor Diesel de tracțiune

MDA – motor Diesel auxiliar

Fig.6

Instalația auxiliară (MDA) formată din motor diesel auxiliar-generator sincron are două regimuri de funcționare:

1. Când locomotiva este activă, grupul auxiliar (**fig.5**) este comandat manual din postul de conducere de către mecanicul locomotivei ori de câte ori știe că timpul de mers în gol al motorului diesel de tracțiune MDT depășește 30 minute. În acest caz oprește MDT și pornește grupul auxiliar (MDA).

Grupul auxiliar alimentează toate serviciile auxiliare și instalațiile locomotivei necesare în timpul cât nu dezvoltă regimul de tracțiune, fără a limita capacitatea de exploatare a acestora.

2. Când locomotiva este remizată, grupul auxiliar (MDA) din **fig.6** este comandat automat de doi parametri, când temperatura apei scade la 40°C sau când tensiunea bateriei locomotivei are valoarea de 140Vcc.

Schema bloc a instalației de menținere caldă a motorului diesel de tracțiune (fig.7)

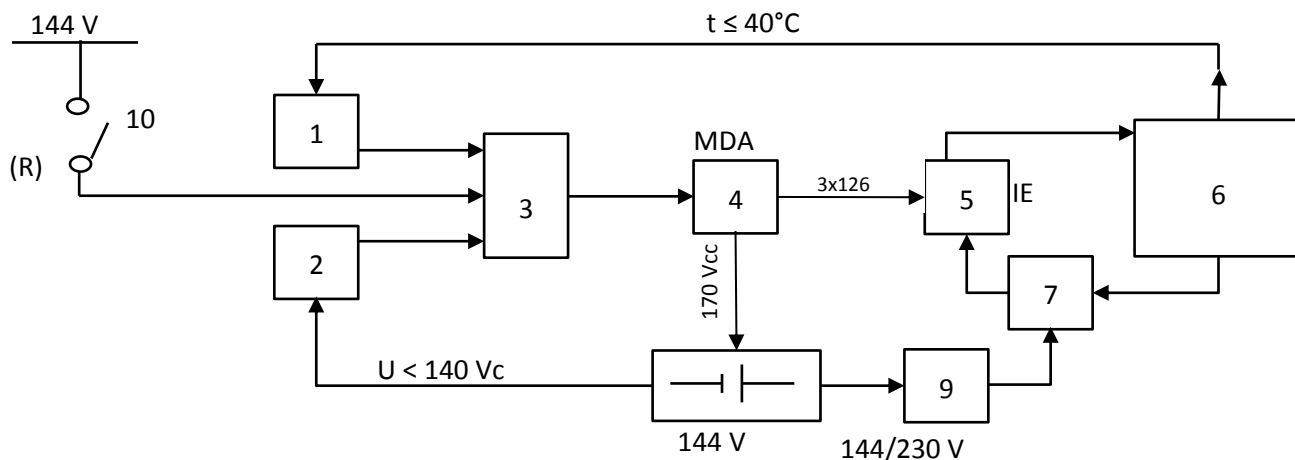


Fig.7

Instalația de menținere caldă se compune din:

1. senzor temperatură apă MDT ($t \leq 40^\circ\text{C}$)
2. senzor de tensiune a bateriei de acumuloare ($U \leq 140 \text{ Vcc}$)
3. automat de comandă
4. grup MDA-GS
5. încălzitor electric $P = 10 \text{ kW}$ ($3 \times 126 \text{ Vca}$)
6. MDT – motorul diesel de tracțiune
7. pompa de apă auxiliară $P = 60 \text{ W}$ ($U = 230\text{V}$)
8. bateria de acumuloare a LDE
9. convertor 144/230 Vca

10. comutator comandă pe poziția remizat (R)

Din schema bloc a instalației de menținere caldă reiese modul cum aceasta funcționează.

La manipularea comutatorului 10 pe poziția R (remizat) instalația de menținere caldă este pusă în funcțiune iar pompa de apă 7 asigură uniformizarea temperaturii apei din întreaga instalație de răcire a MDT pe întreaga perioadă de menținere caldă.

Când temperatura apei scade la 40°C senzorul 1 comandă, prin automatul 3, pornirea grupului auxiliar (MDA) care alimentează încălzitorul electric 5 asigurând încălzirea apei de răcire până la 50°C, când senzorul 1 comandă, prin automatul 3, oprirea acestuia.

Simultan cu încălzirea apei se realizează și încărcarea bateriei 8.

În cazul în care tensiunea bateriei 8 scade la 140V, chiar dacă temperatura apei este mai mare de 40°C, senzorul 2 comandă, prin automatul 3 pornirea MDA care funcționează până la încărcarea completă a bateriei.

Rezultă că noțiunea de “menținere caldă” se extinde de la MDT și la bateria de acumulatori, lucru deosebit de important mai ales când locomotiva este remizată perioade lungi, iarna.

În perioada de remizare toate jaluzelele interioare și exterioare din cuva radiatoarelor sunt închise pentru a înlătura pierderile directe de căldură din radiatoare.

Alegerea regimului de funcționare a grupului auxiliar (MDA) se face printr-un comutator (10) **fig.7**, care are trei poziții (zero, activ, remizat).

În ambele regimuri de funcționare a sursei auxiliare, pe un card de memorie sunt înregistrați parametrii de funcționare (timpul de funcționare, temperatura, tensiuni, consum combustibil, puterea dezvoltată etc).

Parametrii de funcționare sunt afișați pe un display în postul de conducere și diagnoza sistemului.

Datele înregistrate pot fi transmise la sol zilnic și lunar.

Cu această instalație a fost dotată prima locomotivă în februarie 2012 și până în prezent s-au echipat 18 locomotive. Locomotivele au fost dotate și cu ventilația electrică a radiatoarelor și s-a aplicat și un sistem de diagnoză atât la locomotivă cât și la instalațiile menționate.

Pe lângă sistemul de diagnoză se înregistrează și următorii parametrii economici de funcționare:

- ore funcționare MDT din care în gol pentru $t > 5$ minute și pentru $t > 30$ minute;
- ore funcționare MDA (grupul auxiliar GA);
- consumul orar de motorină al MDA;
- puterea medie dezvoltată de MDT pentru regimul de tracțiune și separat pentru funcționarea serviciilor auxiliare;
- regimul termic de exploatare a MDT pentru $t > 60^{\circ}\text{C}$; $t < 40^{\circ}\text{C}$ și $40^{\circ}\text{C} < t < 60^{\circ}\text{C}$;
- timpul de funcționare a ventilației electrice a radiatoarelor pe fiecare treaptă de putere de 1,5kW; 4,5kW și 9kW și puterea medie orară realizată.

Din acești parametrii înregistrați se determină economiile realizate de MDA și de ventilația electrică.

Redăm mai jos graficul de reducere a timpului de funcționare în gol pentru durată mai mare de 30 minute pentru 10 LDE, în anul 2014, comparativ cu timpul total de funcționare în gol pentru $t > 5$ min și gradul efectiv de reducere a timpului de funcționare a MDT prin preluarea de către MDA a mersului în gol pentru $t > 30$ minute.

Din graficul de mai jos reiese că:

- MDT a funcționat : 25151 ore
- MDA a funcționat: 8325 ore
- MDT a funcționat în gol pentru $5' < t < 30'$: 6469 ore din cele 25151 ore
- Total ore în gol pentru MDT dacă nu era MDA: $8325 + 6469 = 14794$ ore

Rezultă că:

- gradul de reducere a timpului de mers în gol al MDT este: 8325/14794, adică 57,27%
 - gradul de reducere a timpului de funcționare a MDT este: 8325/25151 reprezentând 33,5%.
- Aceasta înseamnă că la MDT, generatoare și servicii auxiliare s-a redus uzura cu 33,5% (fig.8)

1 kWh → 0,238 kg motorina

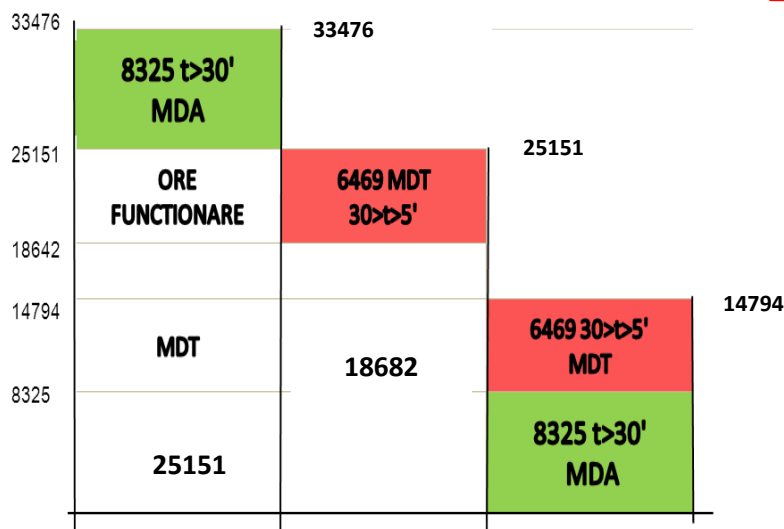


Fig.8

GRAD EFECTIV DE REDUCERE A TIMPULUI DE FUNCȚIONARE MDT: 33,10%

GRADUL DE REDUCERE A MERSULUI ÎN GOL A MDT: 56,27%

Ore funcționare MDT	Total ore funcționare MDT în gol t > 5 min= 14794 din care		Grad de reducere a mersului în gol 56,27%	Grad efectiv de reducere a funcționării MDT 33,1%
	Ore funcționare MDA t > 30 min	Ore funcționare MDT în gol 30 > t > 5'		
			$\frac{\text{ore MDA}}{\text{total ore în gol}}$	$\frac{\text{ore MDA}}{\text{ore MDT}}$
25151	8325	6469	$\frac{8325}{14794}$	$\frac{8325}{25151}$

Alte rezultate obținute:

- consumul mediu orar de motorină al MDA a fost de 3,94 Kg/h;
- reducerea consumului mediu orar de motorină a motorului diesel de tracțiune (MDT) a fost de 10,03 Kg/h;
- economia totală de motorină inclusiv pentru ventilația electrică a fost: 252 t/an;
- economia de ulei pentru MDT a fost de 3154 Kg
- s-a redus poluarea cu echivalentul economiei de motorină și de ulei;
- ventilația electrică a radiatoarelor a funcționat numai 49,9% din timpul de funcționare al MDT, cu un consum mediu de energie de 1,55 kWh.

Toate datele prezentate au la bază înregistrările pe cardul de memorie al fiecărei din cele 10 locomotive analizate, aparținând unui singur operator.

Menționăm că cele două instalații, adică sistemul de ventilație electrică și sursa auxiliară de energie sunt protejate de legea 64/1991.

Din experiența acumulată până în prezent se poate reduce timpul minim de la care poate fi folosită sursa auxiliară (MDA) de la 30 minute la 20 minute sau, în funcție de alte tipuri de locomotive moderne acest timp poate fi redus mai mult.

Ideal pentru reducerea consumului de motorină, datorită mersului în gol al motorului diesel de tracțiune este combinarea soluției de dotare a locomotivei cu a treia sursă de energie (MDA) cu soluția aplicată în prezent la motoarele diesel de tracțiune noi, la care se suspendă injecția de motorină la un număr de cilindri în perioada de mers în gol.

Combinarea celor două soluții asigură nivelul economic optim, adică anularea mersului în gol, când timpii de funcționare depășesc 25 minute și reducerea consumului de motorină prin suspendarea injecției când timpii de mers în gol sunt mai mici de 20-25 minute.

Sistemul de suspendare a injecției are dezavantajul că nu înlătură uzura motorului diesel de tracțiune și a serviciilor auxiliare iar la remizarea locomotivei, aceasta are nevoie de o sursă externă de energie pentru menținerea caldă, reducând autonomia locomotivei și necesitând locuri special amenajate.

Sistemul cu a treia sursă de energie are dezavantajul că nu poate prelua toți timpii de mers în gol sub o valoare minimă, dar are avantajul că asigură independență energetică și autonomie totală pentru locomotivă, inclusiv pentru menținerea caldă, reducând uzura MDT și a serviciilor auxiliare, respectiv consumul de motorină și ulei.

În **fig.9** sunt prezentate principalele elemente ce intră în componența instalației electrice de ventilație a radiatoarelor și a instalației pentru a treia sursă de energie (MDA).

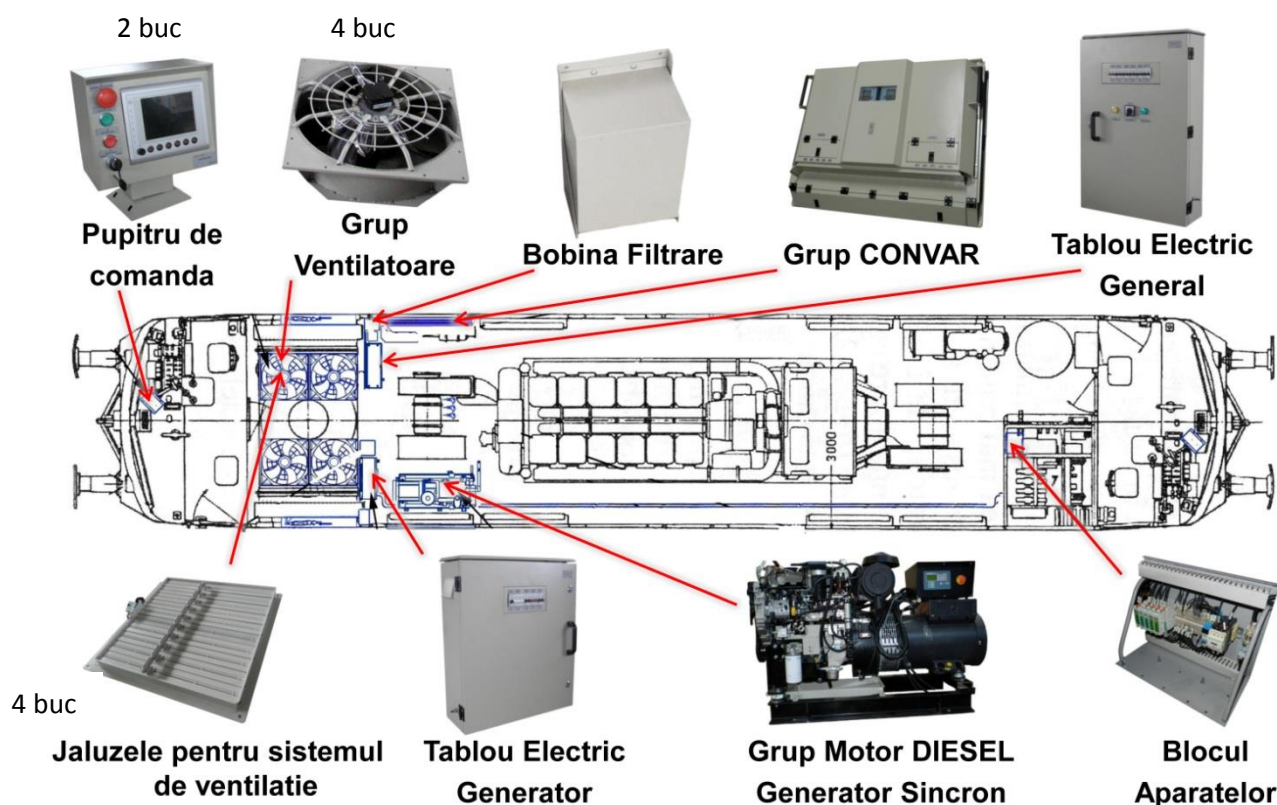


Fig.9

-Partea a III-a –

Serviciile auxiliare ale locomotivei: efecte, soluții, rezultate

În partea a treia tratăm problema serviciilor auxiliare ale locomotivei din punct de vedere economic atât consumul de energie cât și cheltuielile cu mentenanța.

Această problemă a serviciilor auxiliare, pentru operatorul feroviar trece neobservată din punctul de vedere al consumului de combustibil, datorită faptului că, așa cum spunea un coleg feroviar “motorul diesel tot funcționează, ce contează că antrenează și serviciile auxiliare”.

Serviciile auxiliare sunt un consumator “parșiv” care se ascunde în consumul general al motorului diesel de tracțiune. Nu ai nici un sistem de monitorizare a consumului și cât reprezintă în bilanțul energetic al locomotivei.

În anul 2014, la 5 locomotive din cele 18 echipate cu “Instalația economică de exploatare a LDE” am montat și sistemul de înregistrare a energiei consumate de serviciile auxiliare, ținând seama de faptul că la toate locomotivele înregistrăm consumul de energie în regim de tracțiune și consumul ventilației electrice a radiatoarelor. În baza acestor înregistrări prezentăm rezultatele obținute și ponderea consumului de energie al serviciilor auxiliare comparativ cu cel al consumului pentru realizarea regimului de tracțiune al locomotivei.

Serviciile auxiliare ale locomotivei se impart în mai multe categorii:

- serviciile auxiliare ale motorului diesel de tracțiune: pompa de apă, pompa de combustibil, pompa principală și cea auxiliară de ungere a motorului diesel, ventilația de răcire a lichidului din instalația de răcire, încărcarea bateriei de acumulare;
- serviciile auxiliare ale transmisiei locomotivei: ventilația electrică a motoarelor electrice de tracțiune și ventilația mecanică a generatorului;
- serviciile auxiliare ale trenului: compresorul de aer, instalația electrică de încălzire a trenului;
- serviciile auxiliare pentru personalul de locomotivă: instalația de climatizare, frigider, reșou etc.
- serviciile auxiliare anexe: iluminatul și adaptoarele de tensiune pentru comenzi speciale.

Pe locomotiva 060DA2100 puterea nominală a serviciilor auxiliare, antrenate electric este de 72,6 kW, iar ventilația hidrostatică are puterea nominală de 28 kW. Rezultă că puterea nominală a tuturor serviciilor auxiliare este de 101,6 kW reprezentând cca 6,6% din puterea nominală a motorului diesel de tracțiune (2100 CP = 1544 kW).

Dezavantajele actualului sistem de servicii auxiliare

1. Consumul de energie al serviciilor auxiliare, în cea mai mare parte, este aproape constant raportat la gradul de solicitare în regim de tracțiune al locomotivei. Sunt numai trei servicii auxiliare la care consumul de energie ține seama parțial de regimul de solicitare:

- compresorul de aer cu $P = 19,5 \text{ kW}$ este singurul la care consumul de energie ține seama de gradul de solicitare a locomotivei, adică de cantitatea de aer necesară trenului și locomotivei;
- instalația hidrostatică cu $P = 28 \text{ kW}$ deși prin pompa hidrostatică funcționează continuu, dar solicitarea este proporțională cu temperatura apei de răcire, dacă regulatorul hidrostatic funcționează corect;
- ventilația motoarelor de tracțiune cu $P = 32 \text{ kW}$ are numai două trepte de reglare- vară, iarnă – funcție de temperatura mediului, dar nu ține seama de gradul de solicitare al locomotivei (fie că merge izolată sau transportă 200t sau 2000t, consumul de energie al ventilației este același).

Toate celelalte au gradul de solicitare constant, indiferent de nivelul de solicitare a motorului diesel.

Pompa de transfer motorină are debitul constant de 16 l/min , adică 960 l/h cu toate că MDT funcționează cca 60% din timp la mers în gol când consumă 20-50 l/h.

- pompa de apă are debitul constant indiferent că MDT funcționează la 10°C sau 80°C sau dacă merge în gol sau în sarcină;
- 2. Motoarele electrice pentru antrenarea serviciilor auxiliare sunt de curent continuu, necesitând un volum mare de manoperă și materiale pentru întreținerea lor;
- 3. Știm că peste 50% din timpul de funcționare motorul diesel de tracțiune merge în gol împreună cu serviciile auxiliare care funcționează la putere nominală, dar mai grav este că acestea consumă energia obținută cu cel mai dezavantajos consum specific de motorină de 180 gr/CPh (245 gr/kWh).

Gradul de solicitare a motorului diesel de tracțiune (MDA)

În fig.10 s-a redat grafic puterea medie orară în regim de tracțiune, P_t și puterea medie orară a serviciilor auxiliare, P_s în situația când locomotiva este dotată cu a treia sursă și ventilație electrică a radiatoarelor, comparativ cu situația în care locomotiva nu are aceste dotări.

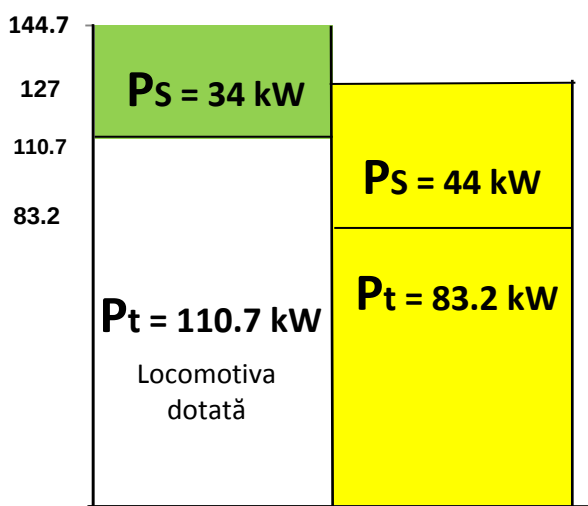


Fig.10

Cu ventilație electrică și MDA						Cu ventilație hidrostatică și fără MDA					
P_t [kW] Puterea medie de tracț.	P_s [kW] Puterea medie serv.aux.	$P_e = P_t + P_s$ [kW] Puterea medie efectivă MDT	P_s/P_t [%] Grad ineficiență serv.aux	P_e/P_n [%] Grad solicitare MDT	P_s/P_e [%] Grad efectiv ineficiență MDT	P_t [kW] Puterea medie de tracț.	P_s [kW] Puterea medie serv.aux.	$P_e = P_t + P_s$ [kW] Puterea medie efectivă MDT	P_s/P_t [%] Grad ineficiență serv.aux	P_e/P_n [%] Grad solicitare MDT	P_s/P_e [%] Grad efectiv ineficiență MDT
110,7	34	144,7	30,7	9,4	23,5	83,2	44	127,2	52,8	8,23	34,6

În 2014 s-au înregistrat următoarele valori în cazul locomotivelor echipate cu motor diesel auxiliar (MDA) ca a treia sursă de energie a locomotivei și cu ventilația electrică a radiatoarelor

P_t	-Puterea medie orară de tracțiune	= 110,7 kW
P_s	-Puterea medie orară a serviciilor auxiliare	: 34 kW
P_e	-Puterea medie orară efectivă a MDT	: $P_t + P_s = 110,7 + 34 = 144,7$ kW
P_n	-Puterea nominală a MDT	: 1545 kW
P_s/P_t	-Gradul de ineficiență al serviciilor auxiliare	: $34/110,7 \rightarrow 30,7\%$
P_e/P_n	-Gradul de solicitare al MDT	: $144,7/1545 \rightarrow 9,4\%$
P_s/P_e	-Gradul efectiv de ineficiență al MDT	: $34/144,7 \rightarrow 23,5\%$

Din cele 18 locomotive nici una nu a înregistrat o valoare medie a puterii de tracțiune mai mare de 180 kW în 2014.

Dacă aceleași locomotive nu ar fi fost dotate cu motorul diesel auxiliar (MDA), ca a treia sursă de energie și ventilația radiatoarelor ar fi fost realizată cu instalație hidrostatică, rezultatele parametrilor de mai sus ar fi avut următoarele valori:

P_t	-Puterea medie orară de tracțiune	= 83,2 kW
P_s	-Puterea medie orară a serviciilor auxiliare	: 44 kW
P_e	-Puterea medie orară efectivă a MDT	: 44 + 83,2 = 127,2 kW
P_n	-Puterea nominală a MDT	: 1545 kW
P_s/P_t	-Gradul de ineficiență al exploatarei MDT	: 44/83,2 $\longrightarrow$ 52,8 %
P_e/P_n	-Gradul de solicitare al MDT	: 127,2/1545 $\longrightarrow$ 8,23 %
P_s/P_e	-Gradul efectiv de ineficiență al MDT	: 44/127,2 $\longrightarrow$ 34,6 %

Diferența între cele două cazuri constă în faptul că mersul în gol a fost redus cu 56,27%, adică timpul de mers al motorului diesel de tracțiune s-a redus cu 33,1% ca urmare a dotării cu a treia sursă de energie – grupul auxiliar (MDA), iar puterea medie orară a serviciilor auxiliare s-a redus cu 10,45 kW ca urmare a înlocuirii ventilației hidrostatice (12 kW) cu ventilația electrică a radiatoarelor care a funcționat cca 50% din timpul de funcționare al MDT cu putere medie orară de 1,55 kW.

Am menționat mai sus că raportul dintre puterea nominală a serviciilor auxiliare și puterea nominală a MDT este 6,6%. În exploatarea reală raportul se modifică, în primul caz la 23,5% iar în al doilea caz la 34,6%.

Dacă raportăm puterea efectivă a serviciilor auxiliare la puterea efectivă de tracțiune a MDT rezultă procente deosebit de mari, adică 30,7% în primul caz și 52,8% în al doilea caz.

Din aceste date reiese mărimea gradului de ineficiență a MDT, în exploatarea reală, din punct de vedere al consumului serviciilor auxiliare comparativ cu puterea medie orară de tracțiune, adică pentru 83,2 kWh energie de tracțiune se consumă suplimentar o energie de 44 kWh pentru serviciile auxiliare, reprezentând 52,8% din puterea de tracțiune, în cazul în care locomotiva nu este dotată cu “Instalația de exploatare economică a LDE”.

Măsuri de îmbunătățire

Orice măsură ce se aplică la eficientizarea serviciilor auxiliare trebuie să țină seama de trei factori:

- nivelul de fiabilitate pe care îl aduce soluția aplicată;
- nivelul consumului energetic al serviciilor auxiliare raportat la gradul de solicitare al locomotivei;
- gradul de reducere a cheltuielilor cu mentenanța serviciilor auxiliare.

Soluțiile aplicate sau în curs de aplicare de către SC “TEHMIN-BRAȘOV” SRL în domeniul serviciilor auxiliare sunt:

1) Înlocuirea ventilației hidrostatice cu ventilație electrică a radiatoarelor. Sistemul are două avantaje esențiale:

- a redus consumul mediu de energie de la 12 kWh la 1,55 kWh funcționând cca 50% din timpul de funcționare a MDT;
- a redus la cca 30% consumul de energie necesar menținerii calde a MDT prin sistemul de jaluzele interioare care înlătură pierderile de căldură din radiator;

2) Înlocuirea motoarelor de curent continuu a ventilației forțate a motoarelor electrice de tracțiune, cu motoare de curent alternativ trifazat, montate individual pe actualii melci din sistemul de ventilație. Nivelul de consum al ventilației va fi realizat după un algoritm care ține seama de temperatura mediului ambiant și de curentul de sarcină pe motoarele de tracțiune iar puterea nominală se reduce de la 32 kW la cca 15 kW. (fig.11).

3) Pompa de apă – antrenarea cu motor de curent alternativ trifazat, dar energia consumată trebuie reglată în funcție de gradul de solicitare a MDT, adică în funcție de temperatură și turație (la MDT de 1250CP de pe LDH de 1250 pompa de apă este antrenată direct de motorul diesel).

Din experiența acumulată începând cu anul 2012, când s-a echipat prima locomotivă cu “Instalația de exploatare economică a LDE” până în prezent, pe baza datelor înregistrate la cele 18 locomotive și a studiilor realizate, având la dispoziție toți parametrii de funcționare ai locomotivei (MDT, transmisia și

serviciile auxiliare), rezultă că actualul consum mediu al serviciilor auxiliare al locomotivei poate fi redus sub 50%.

Exemplu: o locomotivă care funcționează 3000 ore/an la care serviciile auxiliare au o putere medie orară de 44 kW și un consum de 0,24 kg/1kWh rezultă că acestea consumă într-un an:
 $3000 \times 44 \times 0,24 = 31680 \text{ kg motorină/an.}$

În felul acesta gradul actual de ineficiență al serviciilor auxiliare ar scădea de la 52,8%, adică $(\frac{P_s}{P_t} = \frac{44}{83,2})$ la 25,24%, adică $(\frac{P_s}{P_t} = \frac{21}{83,2})$, conform tabelului de mai sus.

Dacă locomotiva este echipată și cu a treia sursă de energie (MDA) gradul de ineficiență scade la 19%, adică $(\frac{P_s}{P_t} = \frac{21}{110,7})$.

Concluzie: înlocuirea motoarelor de curent continuu pentru antrenarea serviciilor auxiliare cu motoare de curent alternativ trifazate rezolvă numai problema mentenanței, dar pentru a rezolva și problema esențială adică eficiența energetică trebuie să se aplice un sistem de reglare a consumului funcție de solicitarea efectivă a locomotivei. Tehnologiile de care dispunem azi ne permit să realizăm acest deziderat.

Redăm mai jos soluția pentru ventilația motoarelor electrice de tracțiune.

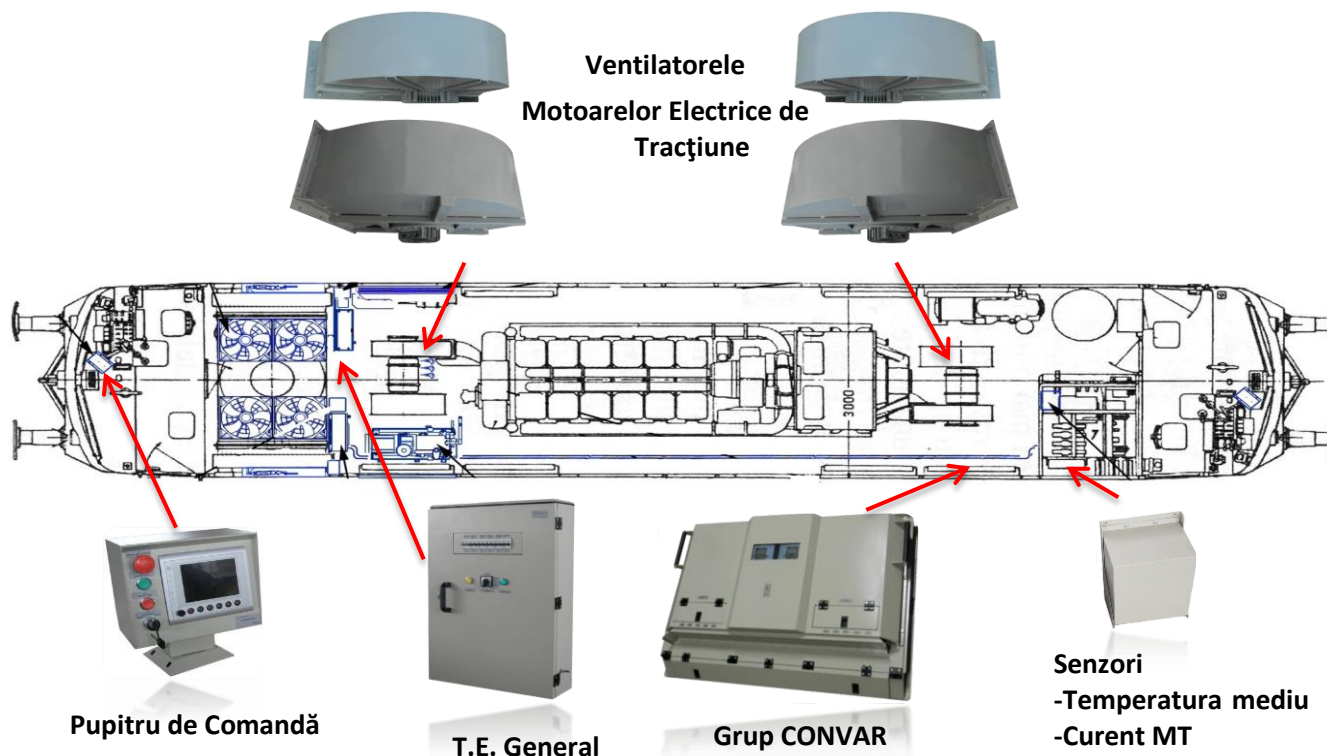


Fig.11

-Partea a IV-a –

Recapitulare și concluzii

În februarie 2012 am echipat prima locomotivă (LDE 1533) cu “Instalația de exploatare economică a LDE” formată din trei instalații:

- Instalația pentru exploatare economică a motorului diesel de tracțiune (MDT) sau denumită și a treia sursă de energie a LDE formată dintr-un grup motor diesel – generator sincron (MDA);
- Instalație pentru creșterea randamentului MDT sau denumită ventilația electrică a radiatoarelor de răcire;
- Instalația de diagnoză a locomotivei și de înregistrare a parametrilor de funcționare ai acesteia.

Până în prezent au fost echipate 18 locomotive. Din februarie 2012 până în prezent am acumulat un mare volum de date foarte importante care a permis o analiză profundă a proceselor tehnice ce au loc pe locomotivă dar mai important am obținut date certe cu privire la pierderile mari ce se produc în exploatarea locomotivei, impus de condițiile în care se desfășoară procesul de transport.

Fără datele înregistrate în procesul de transport, costurile mari cu partea de tracțiune, suportate de operatorul feroviar, nu pot fi evaluate cu precizie, respectiv cauzele care stau la baza lor și ponderea fiecăruia din ele.

Înainte de dotarea locomotivelor cu această instalație aproximam ponderea fiecărei cauze dar nu dețineam date precise, care să pună în evidență efectele fiecăreia din ele. Volumul mare de date acumulate dealungul timpului ne permite să dăm valori precise pentru fiecare din cele trei mari cauze care generează pierderile în domeniul tracțiunii trenurilor.

“Instalația de exploatare economică a LDE” formată din a treia sursă de energie a locomotivei (MDA) și ventilația electrică a radiatoarelor constituie soluția pentru înlăturarea cauzelor care produc supraconsumul de motorină. Să reluăm pe scurt ce reprezintă fiecare și concluziile ce se desprind:

Din **fig.2.** rezultă că temperatura optimă de funcționare a MDT este de 60°C la care consumul specific de combustibil este redus.

Perioada când temperatura scade sub 60°C apare atunci când locomotiva este remizată și trebuie menținută caldă cu o instalație specială de menținere caldă, adică MDT nu funcționează.

În prezent, menținerea caldă, impune amenajarea unor locuri de remizare cu acces la sursa electrică externă, dar în plus presupune și deplasarea locomotivei de la punctul de lucru la locul de remizare sau menținerea caldă prin funcționarea motorului la turația de mers în gol, soluție complet neeconomică.

Indiferent de soluția de menținere caldă folosită, instalația de răcire a MDT consumă foarte multă energie datorită pierderilor mari de căldură de la radiatoarele de răcire ca urmare a efectului de “horn” al cuvei radiatoarelor.

Soluția aplicată de SC“TEHMIN-BRAȘOV”SRL pentru rezolvarea problemei este:

Pe locomotivă s-a montat a treia sursă de energie formată din motor diesel-generator sincron (MDA) care asigură independența energetică totală a locomotivei, aceasta poate fi remizată oriunde fără a fi necesar accesul la sursele externe. Grupul auxiliar (MDA) este comandat automat când temperatura scade la 40°C sau când tensiunea la bornele bateriei scade la 140 Vcc și se oprește automat când $t=50^{\circ}\text{C}$ și $U=144\text{ Vcc}$. Nu are nevoie de supraveghere.

Pierderile din radiatoare ca urmare a efectului de “horn” sunt înlăturate printr-un sistem de jaluzele interioare, conf.**fig.4**, care închid grupul de radiatoare etanș în camerele I și II ale cuvei când temperatura este mai mică de 60°C.

Prin cele două elemente MDT va funcționa totdeauna la temperaturi mai mari de 50°C, iar consumul de motorină pentru menținerea caldă și pentru creșterea temperaturii de la 50°C la 60°C se reduce cu peste 50%.

Mersul în gol al MDT

Datele înregistrate au confirmat faptul că ponderea mersului în gol al MDT este de cca 60% din timpul total de funcționare al acestuia.

Mersul în gol al MDT constituie cauza cu cea mai mare pondere atât asupra consumului specific de motorină, fiind de 180gr/CPh față de 170gr/CPh în sarcină, dar și asupra stării tehnice a MDT, fiind cel mai distructiv din punct de vedere a uzurilor dar și a infestării uleiului cu calamină.

Soluția aleasă pentru diminuarea efectului mersului în gol al MDT a fost dotarea locomotivei cu a treia sursă de energie (MDA) care asigură alimentarea tuturor serviciilor auxiliare ale locomotivei și trenului când locomotiva nu necesită dezvoltarea regimului de tracțiune fără a limita capacitatea acestuia de utilizare atât în staționare cât și în mișcare.

Din datele înregistrate rezultă că a treia sursă independentă de energie a locomotivei a preluat peste 50% din timpul de mers în gol al MDT (pentru $t > 30\text{min}$) și a redus timpul de funcționare a MDT între 27-55%.

Serviciile auxiliare

Motivul aplicării soluției de înlocuire a ventilației hidrostatice cu ventilație electrică a radiatoarelor a fost acela de a rezolva problema îmbunătățirii regimului termic al MDT și pentru a reduce consumul de energie pentru menținerea caldă.

Cu ocazia proiectării am ajuns la concluzia că putem reduce puterea nominală a ventilației de la 28kW la 9kW, dar după punerea în exploatare am fost surprinși de performanțele acesteia, adică a funcționat numai 50% din timpul de funcționare a MDT și a realizat un consum mediu orar de energie între 1,05kWh și 1,89kWh.

În 2014 am început înregistrarea consumului de energie al serviciilor auxiliare pe care l-am comparat cu două elemente esențiale:

- cât este consumul serviciilor auxiliare comparativ cu consumul de energie pentru realizarea regimului de tracțiune pentru remorcarea trenurilor;
- MDT mergând cca 60% în gol înseamnă că serviciile auxiliare sunt un consumator important de motorină deoarece consumul specific al MDT este maxim (180gr/CPh).

Comparând consumul serviciilor auxiliare cu cel pentru realizarea regimului de tracțiune, am ajuns la concluzia că acesta este un consumator "parșiv" adică se ascunde în consumul de energie pentru tracțiune și nimeni nu-i acordă atenție.

Cu excepția compresorului de aer, restul serviciilor auxiliare au un consum aproape constant indiferent de gradul de solicitare a locomotivei și au o pondere foarte mare în bilanțul energetic al acesteia.

Puterea medie orară de tracțiune, în 2014, la locomotivele echipate a fost de 110,7kW iar a serviciilor auxiliare de 34kW, adică 30,7% din regimul de tracțiune.

Dacă locomotivele nu ar fi fost echipate cu cele două instalații (MDA și ventilația electrică) rezultatele sunt și mai nesatisfăcătoare, adică puterea medie de tracțiune este de 83,2kW iar a serviciilor auxiliare 44kW, adică serviciile auxiliare reprezintă 52,8% din regimul de tracțiune.

Soluția pe care o propunem are ca scop punerea de acord a consumului serviciilor auxiliare cu gradul de solicitare a locomotivei obținând o reducere a consumului de motorină pentru acestea cu peste 50%.

Concluzii

1. Aplicarea soluțiilor propuse pentru cele trei cauze care generează mari pierderi în activitatea de transport feroviar au prezentat în primele părți efecte deosebite în ce privește:

- consumul de combustibil și ulei;
- reducerea cheltuielilor cu mentenanța;
- reduce poluarea mediului;
- creșterea siguranței în exploatarea locomotivelor.

2. Datele înregistrate pun în evidență faptul că, pentru a realiza un proces tehnologic de transport optimizat se impune ca locomotiva să fie prevăzută cu trei elemente esențiale:

- locomotiva să fie dotată cu a treia sursă inepuizabilă de energie care să asigure alimentarea tuturor serviciilor auxiliare necesare când aceasta nu dezvoltă regimul de tracțiune în staționare sau mișcare fără a limita capacitatea de lucru a acesteia.

- serviciile auxiliare ale locomotivei să consume energia proporțional cu gradul de solicitare al locomotivei în regim de tracțiune;

- locomotiva să fie independentă energetic față de sursele externe de energie pentru menținerea caldă, consumul de energie să fie minim, iar motorului diesel să i se asigure condiții termice de funcționare permanent la temperatura optimă prescrisă de fabricant;

De aceste elemente nici o locomotivă diesel nu dispune, indiferent de producător sau de vechimea locomotivei. Numai cu cele trei elemente locomotiva poate desfășura un proces tehnologic de transport cu minimum de cheltuieli proporționale cu gradul de solicitare al acesteia.

3. Sistemele descrise și aplicate pe locomotiva 060DA2100CP se pot aplica la orice locomotivă diesel, cu adaptările specifice;

Indiferent cu ce tip de motor diesel performant vor fi dotate locomotivele diesel, fără cele trei elemente nu pot desfășura un proces tehnologic de transport cu cheltuieli minime;

Soluțiile propuse au, în plus, avantajul că scot de sub influența subiectivismului uman desfășurarea proceselor care au loc pe locomotivă iar o mare parte a parametrilor tehnici de funcționare și economici sunt înregistrați pe un card de memorie punând la dispoziția personalului tehnic și economic un material foarte bogat de analiză atât tehnică cât și economică;

4. Orice soluție de creștere a eficienței economice a locomotivei diesel trebuie să pornească de la faptul că

energia consumată de 1 kWh reprezintă un consum de 240 gr de motorină care pe parcursul unui an înseamnă sute de kilograme de motorină, deci orice reducere de consum energetic în procesul de transport se transformă în tone de motorină economisite.

Exemple:

Exemplul 1.- reducerea energiei consumate de ventilația radiatoarelor de peste 10kWh reprezentând pe an 7-8 t de motorină economisită. La fel ventilația motoarelor de tracțiune sau pompa de apă etc.

Exemplul 2. – reducerea cu o oră a funcționării în gol a MDT înseamnă cca 20kg de motorină economisită dar și reducerea uzurii MDT – generatoare și servicii auxiliare. Pentru cca 1000 ore anual se obțin cca 20 t motorină economisită, dar și reducerea uzurii corespunzătoare celor 1000 ore.

Exemplul 3.- înlăturarea mersului MDT la temperaturi mai mici de 40°C înseamnă evitarea supraconsumurilor cuprinse între 830 gr/minut (49,8 kg/h) la 10°C și 490 gr/min (28,5 kg/h) prin asigurarea menținerii calde a MDT cu MDA cu consumuri minime de combustibil de cca 4 kg/h. Motorul diesel trebuie să funcționeze cât mai mult la temperaturi mai mari de 60°C. Acesta este scopul sistemului de jaluzele interioare.

Ponderea supraconsumului de combustibil, ulei și uzură, a celor trei mari cauze în funcționarea MDT, înainte de echipare cu cele două instalații, este redată în fig. 12, iar în fig.13 s-a redat situația după echiparea locomotivei cu instalațiile menționate.

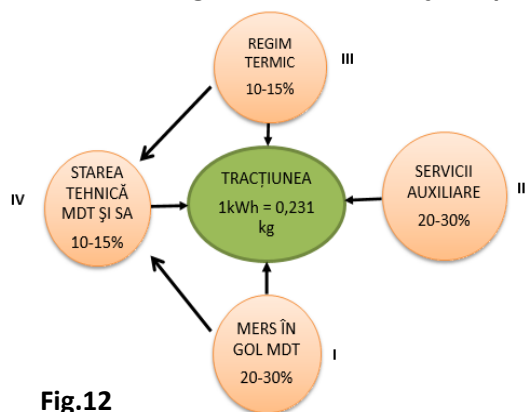


Fig.12

1kWh=0,244kg la 60°C

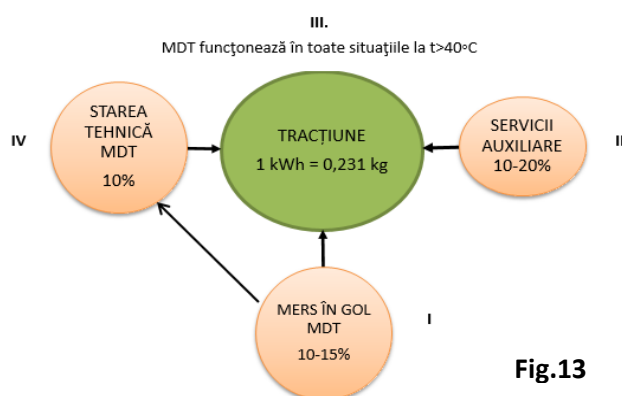


Fig.13

Cele trei mari cauze se suprapun afectând și mai mult consumul de motorină, de ulei și uzură MDT, adică:

- mersul în gol al MDT la regim termic sub 40°C la care consumul crește la 0,83 kg/minut adică cca 50 kg/h (cauzele I și II);
- serviciile auxiliare ale MDT și climatizarea cabinei de conducere funcționează perioada cea mai mare când motorul funcționează în gol cu consum de 0,244 kg/kWh și în cazul suprapunerii cu regim termic mai mic de 40°C supraconsumul se accentuează (cauzele I, II, III);

- la cele trei mari cauze se adaugă și a patra cauză majoră – starea tehnică necorespunzătoare a motorului diesel de tracțiune și a serviciilor auxiliare care au o contribuție mare la supraconsum. Cea mai mare contribuție o are aparatura de injecție, uzura ansamblului pistoane, cămășuieli, supape și starea radiatoarelor de răcire și reglajul termic al instalației de ventilație de răcire etc
- efectul suprapunerii celor patru cauze este accentuarea supraconsumului și a uzurilor;
- reducerea efectului primelor trei cauze prin măsurile propuse înlătură o mare parte din posibilitățile apariției celei de a patra cauze (înrăutățirea stării tehnice a MDT și serviciilor auxiliare), adică cele trei cauze produc și accentuează apariția celei de a patra cauze.

dr.ing. Mihai MARCU