

PNCDI III - Programul 2: Creșterea competitivității economiei românești prin cercetare, dezvoltare și inovare.
Transfer la operatorul economic

Proiect: Locomotiva hibrid de manevră – premieră mondială. Transformarea locomotivei diesel
hidraulică LDH 1250 CP în Locomotiva hibrid LHy-M

Cod proiect: PN-III-P2-2.1-PTE-2016-0070

Contract nr: 36PTE din 06/10/2016

Durata: 06.10.2016 – 01.11.2017

Etapa: 1 - Cercetare de soluții tehnice și constructive

Termen: 23/12/2016

Coordonator: ROMÂNIA - EUROEST SA Constanța

Data: 05.12.2016

RST – RAPORT ȘTIINȚIFIC ȘI TEHNIC ÎN EXTENSO

Etapa 1 – Cercetare de soluții tehnice și constructive

CUPRINS

1. Obiective generale.....	2
2. Obiectivele fazei de execuție.....	2
3. Rezumatul fazei.....	2
4. Descrierea științifică și tehnică, cu punerea în evidență a rezultatelor fazei și gradul de realizare a obiectivelor.....	4
5. Anexe.....	6
6. Concluzii.....	6
7. Bibliografie.....	7

1. Obiectivele generale

- Dezvoltarea unei locomotive hibrid de manevră, prin transformarea unei locomotive diesel hidraulice tip LDH 1250 CP, rezultând un produs nou, cu avantaje competitive și comparative pe piața internă și internațională.

Noul produs LHy-M care va fi realizat este extrem de necesar în condițiile de manevră grea din porturi, triaje, platforme industriale, asigurând reducerea semnificativă a nivelului de noxe 40-70%, în funcționare hibridă și 100%, în funcționare electrică (mai ales în hale închise), prin reducerea consumului specific de combustibil 40-60%, în aceleași cicluri de exploatare, reducerea cheltuielilor pe ciclul de viață și creșterea siguranței în exploatare, prin utilizarea telecomenzii.

- Întărirea capacității de inovare a întreprinderii și contribuția importantă a acesteia la crearea unui produs nou și a unui proces inovativ de proiectare/dezvoltare personalizată /construcție, cu avantaje importante din punct de vedere al mediului, al siguranței în exploatare și al costurilor pe durata de viață, produs adecvat condițiilor de manevră în condițiile foarte grele asociate unei platforme industriale.

Pornind de la aceste obiective, în Etapa 1 a proiectului, ne-am propus ca prin realizarea acestuia, să aducem o contribuție relevantă în îmbunătățirea competitivității tehnice și economice în domeniul materialului rulant feroviar, să contribuim la inițierea unor acțiuni concrete de modernizare a locomotivelor vechi, prin implementarea tehnologiei hibride

Prin proiect se va realiza un produs nou – Locomotiva hibridă de manevră, cu avantaje importante din punct de vedere al mediului, al siguranței în exploatare și al costurilor pe durata de viață - produs adecvat condițiilor de manevră foarte grele din porturi, platforme siderurgice, chimice, silozuri, terminale petroliere etc.

2. Obiectivele fazei de execuție

Etapa 1 - Cercetare de soluții tehnice și constructive include activități de cercetare industrială și are următoarele obiective:

- 2.1. Realizare Studiu 1 și analiză de soluții tehnice de modernizare și de integrare a acestora pe locomotivă
- 2.2. Elaborare specificație tehnică de realizare a locomotivei hibride de manevră

3. Rezumatul fazei (maxim 2 pagini)

Demararea activităților s-a realizat prin planificarea activităților, programarea resurselor umane și materiale necesare, repartizarea sarcinilor și a responsabilităților, discutarea metodologiei de lucru, cu membri echipei proiectului. În cadrul prezentei etape de cercetare partenerii în proiect au efectuat o vastă, diversă și multivalentă activitate de cercetare.

Transformare a locomotivei diesel hidraulice LDH 1250 CP, clasică, în locomotivă hibrid reprezintă o premieră, prin conceptul tehnic, avantajele competitive / comparative și potențialul de exploatare: reducerea poluării cu 70%, a consumurilor specifice cu 30-60%, a mentenanței cu cca. 15%.

Locomotivele diesel-hidraulice de 1250 CP sunt o imagine familiară pe toate liniile de cale ferată. Sunt tipurile constructive cele mai utilizate pentru servicii de manevră și au fost fabricate în cel mai mare număr de bucăți începând cu anii 1960. Costurile de exploatare a locomotivelor în activitatea

de manevră feroviară sunt ridicate în raport cu eficiența activității și chiar enorme în cazul locomotivelor din vechea generație, iar emisia de noxe este foarte mare, fiind profund dăunătoare, mai ales în cazul manevrei într-o hală. Ca alternativă la vehiculele echipate cu motoare cu ardere internă se utilizează, din ce în ce mai mult vehicule cu sisteme de propulsie hibrid. În special, pentru locomotivele utilizate în serviciul de manevră sistemul de propulsie hibridă reprezintă o provocare. Utilizarea acestor locomotive astfel nu înseamnă numai operațiuni de manevră "mai curată", dar și realizarea unor economii importante în exploatare.

Prin proiect se continuă activitățile de cercetare industrială, desfășurate de către parteneri pentru transformarea / modernizarea locomotivelor diesel hidraulice, tip LDH 1250 CP, începând cu 2013.

Propunerea de proiect se inspiră din realizările și tendințele pe plan internațional în implementarea sistemelor hibrid în domeniul transportului feroviar și din realizările pe plan național ale partenerilor în proiect, ROMÂNIA- EUROEST și Integral Consulting R&D.

În cadrul Etapei 1 s-a realizat un Studiu / analiză de soluții tehnice de modernizare și de integrare a acestora pe locomotivă și Specificația tehnică de realizare pentru locomotiva hibrid de manevră.

Principalele activități desfășurate:

În Etapa 1 pentru realizare activităților A1.1 și A1.2 s-au desfășurat următoarele subactivități:

- Documentarea, culegerea, agregarea și validarea datelor privind locomotiva diesel hidraulică tip LDH 1250 CP, clasică (nemodernizată), în vederea înregistrării în baza de date/ informații a proiectului, ca date de referință nivel 0 – versiunea de bază.
- Documentarea, culegerea, agregarea și validarea datelor privind Robot de manevră, RM – utilaj realizat prin transformarea unei locomotive de manevră, tip LDH 1250 CP și utilizat pentru efectuarea operațiunilor de poziționare a oalelor de transport fontă lichidă în incinta platformei siderurgice ArcelorMITTAL Galați.
- Documentarea, culegerea, agregarea și validarea datelor privind Locomotivă electrică cu acumulatori, LEA – utilaj realizat prin transformarea unei locomotive de manevră, tip LDH 1250 CP și utilizat pentru efectuarea operațiunilor de poziționare a vagoanelor la fronturile de încărcare - descărcare în incinta platformei siderurgice ArcelorMITTAL Galați.
- În paralel au fost studiate surse variate de informații privind situația pe plan național și internațional, stadiul tehnologic actual privind integrarea tehnologiei hibride pe locomotive, tendințele, avantajele tehnice și economice din exploatare, impactul ș.a.

Pe parcursul documentării au fost analizate soluții constructive și tehnologice multiple, integrate de producători diverși la nivel mondial. Soluțiile constructive pentru diverse tipuri de utilaje au fost selectate, cu precădere, plecând de la considerentul ca reprezintă unele dintre cele mai relevante și actuale soluții.

Au fost studiate un număr semnificativ de cărți de specialitate, articole științifice privind tehnologia hibridă, prospecte de locomotive hibrid, standarde de referință, fișe tehnice, norme/reglementări/prescripții feroviare, specificații tehnice de produs, documentații tehnice/ documente conexe pentru echipamente, instalații etc.

În evaluarea alternativelor optime pentru echipamente s-a abordat o concepție prudentă a fiecărui subsansamblu component, astfel încât să satisfacă așteptările țintă.

Documentarea s-a realizat de către parteneri, atât pe documente sursă colectate / selectate în cadrul cercetării sau pe documente / documentații existente în bazele proprii de date, cât și online. Partenerii în proiect au participat la documentarea, culegerea, agregarea și validarea datelor de bază, furnizarea informațiilor și documentațiilor legate de tehnologii, echipamente și soluții tehnice

ce se vor integra pe locomotiva hibrid, variante și posibilități de realizare practică pe locomotivă din punct de vedere al considerentelor din exploatare și al realizărilor similare pe plan mondial.

Ca urmare a prelucrării, interpretării datelor și sistematizării informațiilor s-a creat baza de date necesare pentru convertirea într-o lucrare de sinteză, respectiv „Studiu și analiză de soluții tehnice de modernizare și de integrare a acestora pe locomotivă” Cod: SAM.LHy-M. Studiul include module de text, ilustrări grafice (figuri, grafice), tabele, fotografiile, care au relevanță pentru conținutul lucrării.

În paralel s-a elaborat un breviar de calcul, inclus în Studiu, care cuprinde: calculul raportului de transmisie al reductorului, pentru dimensionarea acestuia, calculul forței de tracțiune la obadă a locomotivei, calculul vitezei nominale și forței de aderență a locomotivei ș.a., care demonstrează viabilitatea soluției tehnice propuse.

Cercetările pentru a elabora „Specificație tehnică de realizare”, conform A1.2 s-au concentrat pe selectarea echipamentelor cele mai competitive și adecvate, pentru integrarea pe locomotiva hibrid. Au fost selectate acele versiuni ale echipamentelor cu fiabilitate și calitate demonstrată de documente ale furnizorilor ce atestă aceste performanțe, dar și adecvate aplicațiilor care necesită protecție împotriva factorilor de risc, conform cu normelor UIC, EN și reglementările Autorității Feroviare Române (AFER).

Studiul și Specificație tehnică de realizare au fost redactate de către Integral Consulting R&D, prin contribuția ambilor parteneri în proiect.

Comunicarea între partenerii s-a realizat online prin intermediul platformei de management proiect și comunicare între parteneri, Teamwork pusă a dispoziție, special pentru acest proiect, de către coordonator. În platformă au fost stocate toate materialele de lucru și s-a asigurat comunicarea rapidă și sigură, permanent pe parcursul derulării etapei. În paralel au avut loc întâlniri ale partenerilor, atât la sediul coordonatorului, cât și al P1.

4. Descrierea științifică și tehnică, cu punerea în evidență a rezultatelor fazei și gradul de realizare a obiectivelor (se vor indica rezultatele)

Locomotiva hibrid este destinată operării pe linii industriale, triaje, depouri și gări cu activitate de manevră susținută (intensă) cu - , sau fără posibilitatea de încărcare a acumulatorilor de la surse exterioare.

Locomotiva hibrid de manevră LHy-M, conform figurii 1 este un produs nou la nivel mondial ce însumează o serie de atribute și caracteristici funcționale complet noi, ca rezultat al cercetării și documentării originale a partenerilor în proiect.

Proiectul are la bază o tehnologie, aplicată de către parteneri la transformarea locomotivei LDH 1250 CP pentru realizarea locomotivei electrice pe acumulatori (LEA), și validată începând cu 2015 în mediul industrial al platformei siderurgice ArcelorMITTAL Galați.

Soluțiile și ideile originale dezvoltate pentru acest proiect de modernizare fac obiectul unei aplicații pentru Model de utilitate - „Adaptare LDH 1250 CP pentru acționare electrică pe baterii și hibridă” de la OSIM în anul 2016 de coordonator, ROMÂNIA EUROEST S.A. Constanța..

Armonizarea soluțiilor tehnice originale, ce înglobează tehnologia hibridă și integrarea pe un produs complex, cum este locomotiva LDH 1250CP, reprezintă una din cele mai curajoase acțiuni de remodelare/transformare a unui produs vechi într-un produs competitiv la nivel mondial.

Pentru realizarea locomotivei hibrid se vor folosi 2 motoare de tracțiune, suplimentarea puterii instalate fiind necesară având în vedere nevoia de a spori viteza de circulație la 25-45 km/h. Locomotiva hibrid va fi concepută pentru a funcționa în următoarele regimuri:

1. tracțiune numai din baterii

2. tracțiune grea din baterii + grupul electrogen
3. încărcarea bateriilor în staționare de la grupul electrogen
4. încărcarea bateriilor de la o sursă exterioară.

Regimurile de funcționare urmăresc utilizarea eficientă a puterii grupului electrogen montat pe locomotivă, care va funcționa în regim optim (consum de combustibil și emisii de noxe minime). În acest mod se urmărește ca prin cercetarea industrială performanța globală să depășească celelalte realizări de pe piață.

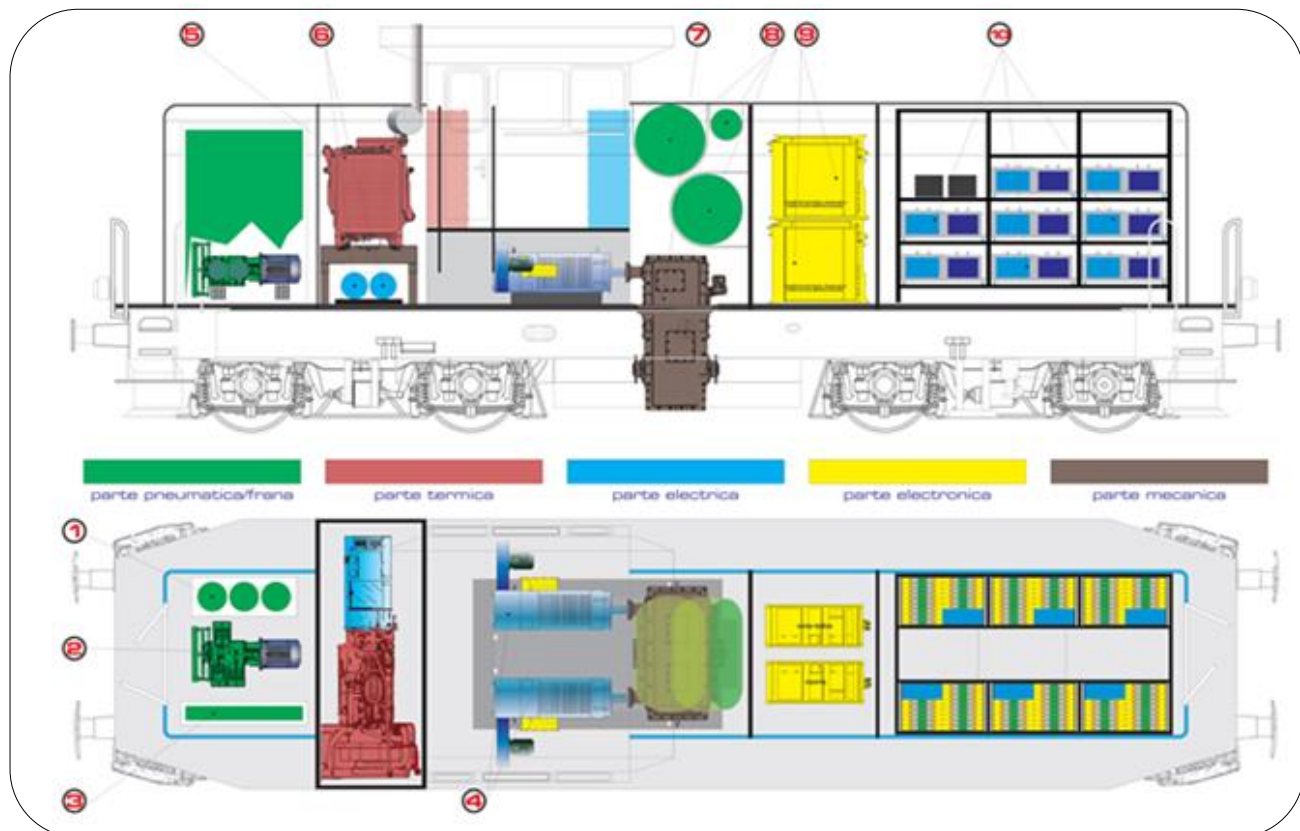


Fig.1 Integrarea componentelor noi pe Locomotiva hibrid de manevră, LHy-M

Experiența și determinările efectuate în cazul locomotivelor hibrid pe plan internațional arată o reducere a emisiilor de noxe de cca. 60% comparativ cu locomotivele clasice în condițiile în care comparația se face cu motoare diesel mult mai performante decât cel existent pe locomotiva diesel hidraulică românească. În aceste condiții calculele și estimările actuale conduc în cazul proiectului nostru la o reducere a emisiilor de noxe de cca. 75%.

Locomotiva hibrid va putea efectua operațiuni de manevră pe liniile industriale, triaje, porturi, depouri cu activitate de manevră susținută (intensă) sau fără posibilitatea încărcării acumulatorilor de la o sursă exterioară. Timpul de operare este practic limitat numai pentru alimentare cu combustibil pentru alimentarea motorului din componența grupului electrogen, care din calculele preliminare este de cca. 20 zile.

Regimurile de funcționare ale locomotivei hibrid fac ca procesele de încărcare a bateriilor să fie fluctuante. Din acest considerent și datorită nevoii de disponibilitate a apărut necesitatea conceperii și implementării unui sistem de egalizare automată a stării de încărcare a bateriilor care să elimine obligativitatea imobilizării locomotivei pentru egalizare.

Pentru locomotiva hibrid se vor utiliza configurații hardware mai complexe, mai performante decât la locomotiva electrică cu acumulatori, LEA și omologate la cele mai ridicate standarde tehnice și de siguranță pentru utilizări feroviare. Telecomanda radio va funcționa pe o rază de peste 500 m și va avea protecții speciale pentru a nu exista interferențe și pentru siguranța transmisiei (două

computere funcționând în paralel cu monitorizare continuă).

Avantajele obținute prin transformarea locomotivei tip LDH 1250 CP în locomotivă hibrid:

- reducerea costurilor de exploatare și mentenanță, consum optim de energie, deci eficiență îmbunătățită (consumul de motorină și carburanți se reduce cu 50%);
- fiabilitate net superioară și flexibilitate operațională și disponibilitate, conform SREN 50126-1/2003;
- reducere costuri de operare și reducerea erorilor umane prin includerea opțiunii de telecomandare;
- consecințe benefice asupra mediului și asigurarea la nivel superior a protecției acestuia conform HG 1022 / 2002 – emisii de gaze și fum reduse cu 70%.
- prelungirea duratei de viață a locomotivei;
- stabilitatea rulării la viteze de manevră reglementate și asigurarea parametrilor contactului roata-șină
- asigurarea la nivel superior a cerințelor privind sănătate și securitatea personalului conform SREN 18001 / 2008 imprimând calitate net superioară procesului tehnologic;
- integrarea fiabilă în baza compatibilității tehnice cu alte vehicule feroviare, în cadrul convoaielor de manevră și a altor instalații fixe din componența infrastructurii feroviare.

Implementarea proiectului privind realizarea locomotivei hibrid de manevră, Lhy-M reprezintă un pas important în inițierea acțiunilor modernizare a vechilor locomotive.

În cadrul Etapei 1 s-au desfășurate activități de cercetare industrială care au avut ca efect îndeplinirea obiectivelor etapei și obținerea următoarelor rezultate:

- Primul obiectiv al etapei 1, respectiv: Realizare „Studiu 1 și analiză de soluții tehnice de modernizare și de integrare a acestora pe locomotivă”.

Studiul include detalii privind stadiul tehnic în domeniu, prezentarea de soluții relevante existente, prezentarea și justificarea soluției preconizate în cadrul cercetării, ipotezele de lucru, calcule analitice, prezentarea elementelor componente, prezentarea soluțiilor tehnice și constructive, concluzii ș.a.

- Al doilea obiectiv al Etapei 1, respectiv: „Elaborare specificație tehnică de realizare a locomotivei hibrid de manevră”.

Specificație tehnică de realizare include descrieri, caracteristici, condiții de exploatare și calitate, lista de probe și verificări ș.a. privind subansamblurile și echipamentele nou introduse pentru transformarea locomotivei LDH 1250CP în locomotivă hibrid de manevră.

5. Anexe (documentația de execuție, caiet de sarcini, teme de proiectare, buletine de încercări, atestări, certificări etc. – după caz)

- Studiu 1 și analiză de soluții tehnice de modernizare și de integrare a acestora pe locomotivă, Cod: SAM. LHy-M.

Anexele la Studiu se completează cu 2 Mape de Prezentare Parteneri

- Elaborare specificație tehnică de realizare a locomotivei hibride de manevră, Cod: STR.LHy-M.

6. Concluzii (se prezintă punctual)

În Etapa 1 a proiectului având titlul: „Locomotiva hibrid de manevră – premieră mondială. transformarea locomotivei diesel hidraulică LDH1250 CP în locomotivă hibrid”, LHy-M, Cod proiect: PN-III-P2-2.1-PTE-2016-0070 s-au desfășurat activitățile A1.1 și A1.2, conform Plan de realizare al proiectului Anexa II / la contractul de finanțare nr. 36PTE/2016.

Conform prezentării de mai sus și anexelor de la cap.5, au fost prestate toate activitățile necesare, fiind realizate toate rezultatele și obiectivele propuse prin Planul de realizare al proiectului.

Concluziile de mai sus au fost relevate prin analize colective, după cum rezultă și din următoarele documente anexate:

- Raport de cercetare privind activitatea Integral Consulting R&D (P1) în Etapa 1, Nr. 1/ 5.12.2016
- Proces Verbal de Avizare Internă a lucrărilor - PVAI Nr. 6153/30.11.2016
- Proces Verbal de Recepție a lucrărilor de la partenerul S.C. Integral Consulting R&D s.r.l București -

7. Bibliografie

7.1 Standarde, reglementări, norme

a) Națională:

- SR EN ISO 9001:2001 – Sisteme de management al calității. Cerințe.
- SR EN ISO 9004:2001 – Sisteme de management al calității. Linii directoare pentru îmbunătățirea performanțelor.
- OMT nr.490 / 2000: Instrucțiuni pentru tratarea defectărilor unor produse feroviare critice in termen de garanție
- OMT nr. 290 / 25.09.2000 privind admiterea tehnica a produselor și / sau serviciilor destinate utilizării în activitățile de construire, modernizare, întreținere și de reparare a infrastructurii feroviare și a materialului rulant, pentru transportul feroviar și cu metroul.
- OMT nr. 410 / 1999:Autorizarea laboratoarelor de încercări și atestarea standurilor și a dispozitivelor special, destinate verificării și încercării produselor feroviare utilizate in activitatea de construire, modernizare, exploatare, întreținere și reparare a infrastructurii feroviare și a materialului rulant, specific transportului feroviar și cu metroul.
- SR EN ISO 3095: 2006- Aplicații feroviare. Acustică. Măsurarea zgomotului emis de vehicule care circulă pe șine
- SR 12300:1998 – Vehicule de cale ferata cu ecartament normal – Capacitate de frânare.
- SR EN 50121:2003 - Aplicații feroviare. Compatibilitate electromagnetică.
- SR EN 50121-1:2003 - Aplicații feroviare. Compatibilitate electromagnetică. Partea 1: Generalități
- SR EN 50121-2:2003 - Aplicații feroviare. Compatibilitate electromagnetică. Partea 2: Emisii ale sistemului feroviar în ansamblul sau către lumea exterioară
- SR EN 50121-3-1:2003 - Aplicații feroviare. Compatibilitate electromagnetică. Partea 3-1: Material rulant. Trenuri și vehicule complete
- SR EN 50121-3-2:2003 - Aplicații feroviare. Compatibilitate electromagnetică. Partea 3-2: Material rulant. Aparatură
- SR EN 50121-4:2003 - Aplicații feroviare. Compatibilitate electromagnetică. Partea 4: Emisiile și imunitatea aparaturii de semnalizare și de telecomunicații
- SR EN 50121-5:2003 - Aplicații feroviare. Compatibilitate electromagnetică. Partea 5: Emisiile și imunitatea instalațiilor fixe de alimentare cu energie electrică și ale aparaturii asociate
- SR EN 50126:2003 - Aplicații feroviare - Specificarea și demonstrarea siguranței în exploatare, fiabilității, disponibilității, mentenanței și securității (FDMS).
- SR EN 50128:2003 - Aplicații feroviare - Sisteme de semnalizare, telecomunicații și de prelucrare de date. Software pentru sisteme de comandă și de protecție feroviare.
- SR EN 50129:2004 - Aplicații feroviare - Sisteme de semnalizare, telecomunicații și prelucrare date. Sisteme electronice de siguranță pentru semnalizare.

- SR EN 50155:2002 - Aplicații feroviare - Echipamente electronice utilizate pe material rulant.
- SR EN 50159:2003 - Aplicații feroviare. Sisteme de semnalizare, telecomunicații și prelucrare date.
- SR EN 50239:2003 - Aplicații feroviare - Sistem de comandă la distanță prin radio a vehiculelor de tracțiune pentru traficul de marfa.
- SR EN 61131:2003 - Automate programabile.
- SR EN 61508:2003 - Securitatea funcțională a sistemelor electrice / electronice programabile referitoare la securitate.
- SR HD 478.2.1s1: Clasificarea condițiilor de mediu. Partea 2: Condiții de mediu prezente în natura. Temperatura și umiditate.
- SR EN 50125-1:2015 - Aplicații feroviare - Condiții de mediu pentru echipamente. Partea 1: Echipament la bordul materialului rulant.
- SR EN 60529:1995/A2:2015- Grade de protecție asigurate prin carcasa.
- SR EN 60721-3-2:2004 - Clasificarea condițiilor de mediu. Partea 3: Clasificarea grupelor de agenți de mediu și a gradelor de severitate ale acestora. Transport.
- SR EN 60077-1:2003 - Aplicații feroviare – Echipament electric pentru material rulant.
- Partea 1: Condiții generale de funcționare și reguli generale.
- Partea 2: Componente electrotehnice. Reguli generale.
- SR EN 50153:2015 - Aplicații feroviare. Material rulant. Măsurile de protecție referitoare la riscurile electrice
- Specificație tehnică, ST-EELEA-01/2016-INDA Echipament electronic destinat echipării locomotive Electrice cu acumulatori provenite din LDH1250CP, INDA București, 2016
- Specificație tehnică, ST A Li-Ion-2016 – Euroest Acumulatori Li-Ion destinate locomotivelor electrice cu acumulatori, Romania - Euroest, Constanța, 2016
- Specificație tehnică, ST 307/2016-Tehnoind Motoare asincrone de curent alternativ cu rotorul în scurtcircuit pentru locomotive electrice tip MAST-02, Tehnoind Electric, Craiova, 2016.

b) Europeană

- Directiva 2010/26/UE a Comisiei din 31 martie 2010 de modificare a Directivei 97/68/CE a Parlamentului European și a Consiliului privind apropierea legislațiilor statelor membre referitoare la măsurile împotriva emisiei de poluanți gazoși și de particule poluante provenind de la motoarele cu ardere internă care urmează să fie instalate pe echipamentele mobile nerutiere.
- Directiva nr. 26/2004 de modificare a Directivei 97/68/CE de apropiere a legislațiilor statelor membre cu privire la măsurile împotriva emisiei de poluanți gazoși și de pulberi provenind de la motoarele cu combustie internă care urmează să fie instalate pe mașinile fără destinație rutieră
- CEI 60050 (811):2000- Vocabular electrotehnic internațional. Capitolul 811: Tracțiunea electrică.
- Fișa UIC nr. 330 Indicatori specifici de performanță pentru mediu pentru calea ferată
- Fișa UIC nr. 345 Specificații de mediu pentru material rulant feroviar nou
- Fișa UIC nr. 540 Frâne - frâne cu aer comprimat pentru trenurile de marfă și trenurile de călători
- Fișa UIC nr. 541-05 Frâne - Specificații pentru construcții de diverse piese de frână
- Fișa UIC nr. 544-1 - Frâne - puterea de frânare
- Fișa UIC nr. 547- Frâne – Frâne cu aer - program standard de teste

7.2 Literatură, reviste de specialitate, pagini web

- A. Cotic, Analysis of a Novel Transverse Flux Machine with a tubular Cross-section for Free Piston Energy Converter Application, Doctoral Thesis ed., Stockholm, 2010.
- Chesa A, Locomotiva Diesel Hidraulica de 1250 CP – Intretinere si exploatare, ISBN: 973-8524-4-1, Ed. Asab, 2001;
- Koznarewski M., Niezgoda T., Stankiewicz M., Szurgott P., Hybrid locomotives. Overview of construction solutions, Journal of KONES Powertrain and Transport, Vol. 20, No.1, 2013; ***
<http://www.kones.eu/ep/2013/vol20/no1/JO%20KONES%202013%20NO%201%20VOL%2020%20KONARZEWSKI.pdf>
- Tadashi Soeda, Min Lin (Toshiba Co. Tokyo Japan), Toshio Hasebe (Toshiba Co. Tokyo Japan), Akihiko Ujiie (Toshiba Co. Tokyo Japan), Electrical Equipments Used in Diesel Hibrid Shunting Locomotive HD300, 9th Congress of Railway Research, Lille, May 22-26.2011- *** http://www.railway-research.org/IMG/pdf/a1_lin_min-2.pdf
- *** Evaluation of the hibrid locomotive „PLAT HEE”- A Platform for Energy Efficiency and Environmentally Friendly Hibrid Trains, SNCF, Innovation and Research Department, Paris-France;
- Kaluza A., Analysis of load cycles of shunting locomotive used in one of polish colliers for future hibrid locomotive’s dimmensioning („PLCOLLIERY15KUB”), Institute of Informatics, Silesian University of Technology, Gliwice, 2014; ***
http://www.komel.katowice.pl/ZRODLA/FULL/101/ref_29.pdf
- Hoimoja H., Roasto I., Design concepts for a hibrid diesel electric shunting locomotive powertrain, 12th Biennial Baltic Electronics Conference (BEC2010), 2010;
- Pacha M., Stepankek, Energy savings and performance optimizations of shuting hibrid locomotives;
- Falendish A., Volodarests N., Bragin N., Diesel-locomotive switcher’s modernisation by hibrid transmission of power, TEKA Commission of Motorization and Energetics in Agriculture, Vol.12, No.4, 58-63, 2012; *** agro.icm.edu.pl/agro/element/.../58-63.pdf
- *** SUSTRAIL Project Hybrid Locomotive, Deliverable 3.2, FP7 Programme, 2011-2012; *** http://www.sustrail.eu/IMG/pdf/d3.2-v1-hybrid_locomotive-final_version.pdf
- Akli, Cossi Rockys, Conception systémique d’une locomotive hybride autonome, Institut National Polytechnique Toulouse, 2008; *** <http://ethesis.inp-toulouse.fr/archive/00000649/>
- Girard H., Oostra J., Neubauer J., Hybrid shunter locomotive, Alstom Transport, Paris; Ridderkerk, Netherlands; Alstom Transport, Stendal, Germany, 2012; *** <http://www.railway-research.org/IMG/pdf/r.2.2.3.1.pdf>
- Brslica V., Plug-in Hibrid Vehicles, Vehicle Power and Propulsion Conference, 2009. VPPC '09. IEEE Czech Republic, 2009;
- How to prolong lithium-based batteries, Battery University
*** http://batteryuniversity.com/learn/article/discharge_methods;
- Iraknlis A., Investigation into fully electric and hibrid electric powertrains for rolling stock, PhD. Thesis, Aristotle University of Thessaloniki, Greece, 2015; ***
http://vivliothmy2.ee.auth.gr/wp-content/uploads/participants-database/athanasios_iraklis_thesis.pdf
- *** Documentatie tehnica adaptarea Locomotivei Diesel Hidraulice de 1250 CP pentru actionarea electrica cu ocazia efectuarii RR/RG, Romania Euroest, 2015;
- *** Eco-Locomotive, Romania Euroest & ArcelorMITTAL brochure
- *** <http://www.railway-research.org/IMG/pdf/r.2.2.3.1.pdf>
- *** <http://www.railjournal.com/index.php/locomotives/db-and-toshiba-to-develop-hibrid-locomotives.html>
- *** <http://www.railjournal.com/index.php/locomotives/obb-evaluates-hybrid-shunting-locomotives.html>
- *** https://en.wikipedia.org/wiki/Hibrid_train
- *** http://www.toshiba.co.jp/sis/railwaysystem/jp/products/locomotive/pdf/type_hd300_diesel_hybrid_shunting_locomotive2015.pdf
- *** <http://www.toshiba.co.jp/sis/railwaysystem/en/products/locomotive/hybrid.htm>