



GLOBAL ENVIRONMENT FACILITY
INVESTING IN OUR PLANET



Proiectul UNEP/GEF „Republica Moldova: activități privind pregătirea celui de al treilea raport biennial actualizat către Convenția-cadru a Organizației Națiunilor Unite cu privire la schimbarea climei”

SEMINAR DE FINALIZARE

Promovarea eficienței energetice în transportul feroviar.
Prezentarea conceptului de proiect de tip NAMA.

*Sergiu Codreanu,
Expert național*

Chisinau, 28 decembrie 2021

Cuprinsul

- Informații generale
- Tehnologii în domeniu
- Descriere NAMA
- Investiții NAMA
- Emisii NAMA

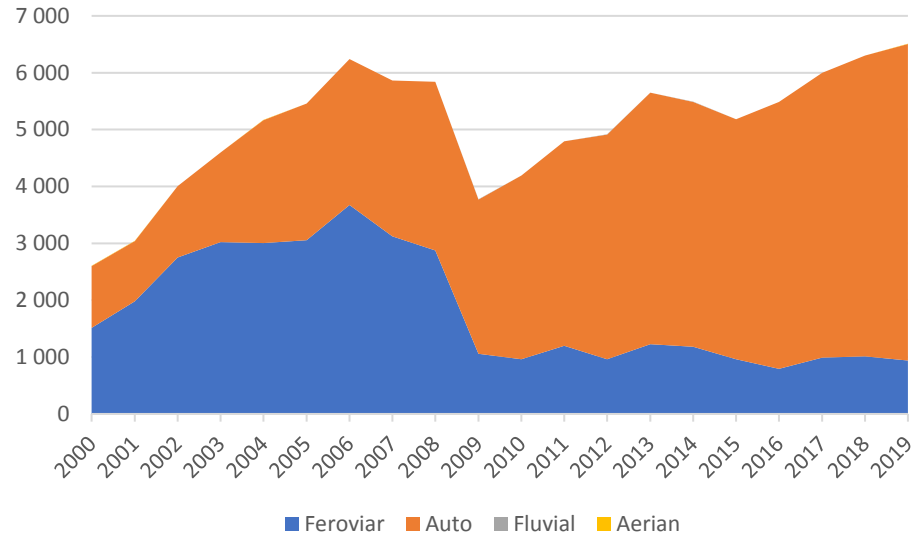
Informații generale

- Eficiența energetică la transportul feroviar este mai mare decât la transportul rutier.
- Transportul feroviar de pasageri este rentabil doar în unele țări, fiind vizate trenurile de mare viteză. Transportul local de pasageri este subvenționat din alte activități profitabile precum transportul de mărfuri și transportul internațional de pasageri.
- Locomotivele cu motoare diesel este o tehnologie bine cunoscută, dar această alternativă are o incertitudine considerabilă în viitor, deoarece tracțiunea electrică are o superioritate considerabilă.
- Din lipsa unei electrificări totale, tracțiunea diesel rămâne încă o tehnologie necesară

Informații generale

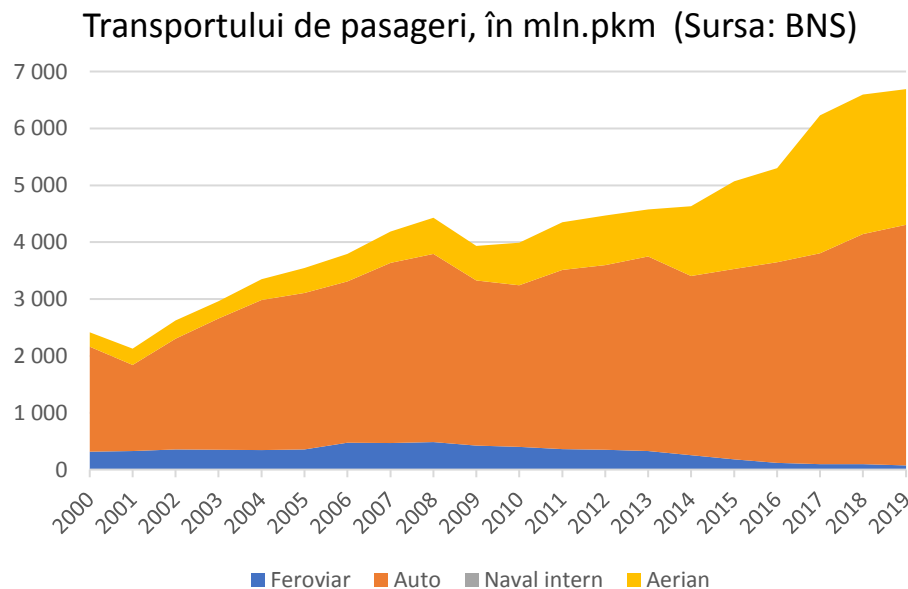
- În comparație cu alte sectoare ale transporturilor, transportul feroviar din republică a cunoscut o evoluție mai puțin plauzibilă din cauza unor factori obiectivi și subiectivi.
- Transportul feroviar a fost caracterizat de o lungime a căilor ferate de 1,15 mii km, locomotive diesel (peste 350 CP) – 134 un., vagoane feroviare – 4,8 mii un.(2019).
- Liniile căilor ferate din republică nu sunt electrificate, pe când cele ale statelor vecine beneficiază de linii electrificate.
- Deși în ansamblu sectorul transporturilor a înregistrat un progres constant, atunci transportul feroviar a înregistrat în 20 de ani (2000-2019) un regres dramatic. Transportul de mărfuri în sectorul rutier arată o majorare de peste 5 ori, transportul feroviar demonstrează o constrângere până la 62%, cedând pozițiile sale în favoarea transportului rutier.

Transportului de mărfuri, în mln. tkm (Sursa: BNS)



Informații generale

- Transportul feroviar a înregistrat în anul 2002 o pondere maximă de cca.2/3 din totalul transportului de mărfuri în sectorul transporturilor, în anul 2019 această pondere s-a micșorat până la 1/7.
- În anul 2001 transportul feroviar asigura un nivel maxim de 1/7 din transportul de pasageri în sectorul transporturilor, în anul 2019 acest nivel s-a redus până la 1%.
- Involuții din transportul feroviar au fost cauzate de starea materialului rulant, precum și conflictului militar din estul Ucrainei, fiind necesară parcurgerea unor distanțe mai lungi pentru a ocoli zona de conflict.
- În Strategia de transport și logistică pe anii 2013-2022 , HG nr.827 din 28.10.2013, este menționată starea critică a sistemelor de control și de comunicare utilizate fără renovare și modernizare încă din anii 1970, rețea feroviară slab dezvoltată, inclusiv lipsa liniilor duble ce limitează capacitatea,



Informații generale

- De asemenea, este menționată lipsa liniilor electrificate, starea nesatisfăcătoare a infrastructurii feroviare, ecartament diferit față de țările din vest cu implicații asupra tranzitului, amplasarea unei părți din infrastructură în regiunea transnistreană etc.
- Strategia în cauză menționează printre obiective specifice - renovarea parcului de material rulant pentru transportul de pasageri și mărfuri, renovarea parcului de locomotive, procurarea mecanismelor pentru efectuarea lucrărilor de întreținere și reparație a liniilor feroviare etc. Pentru implementarea Strategiei respective doar în sectorul feroviar a fost estimat un cost de 500 milioane euro.
- Probleme similare și necesitatea atragerii investițiilor în transportul feroviar sunt descrise și în Programul de dezvoltare pentru perioada 2018-2031, elaborat de Î.S. "Căile Ferate ale Moldovei". Conform Programului, pentru reînnoirea și modernizarea sectorului feroviar sunt necesare investiții de cca.646 milioane euro, inclusiv 305,9 milioane euro pentru infrastructura feroviară, locomotive – 66,5 milioane euro, vagoane de marfă – 202,9 milioane euro și vagoane de pasageri – 71,0 milioane euro.

Informații generale

- Conform Raportului național de inventariere a emisiilor GES, în perioada 2000-2019 emisiile generate de sectorul feroviar au înregistrat o evoluție ascendentă până în anul 2007, apoi diminuându-se semnificativ în anul 2019.
- Ponderea cea mai ridicată a emisiilor GES provenite din transportul feroviar de cca.6,0% față de emisiile GES totale înregistrate în sectorul transporturilor a fost înregistrată în anii 2006-2007, iar cea mai mic nivel al ponderii în cauză de cca.1,0% se observă în anii 2018-2019, ceea ce în mare parte corespunde evoluției transportului de mărfuri și pasageri cu transportul feroviar.

Evoluția emisiilor GES din transportul feroviar, în kt CO₂ echivalent



Tehnologii în domeniu

- Alegerea măsurilor de eficiență energetică sunt influențate de posibilitățile financiare ale transportului feroviar, care se confruntă cu o competiție atât din partea altor modalități de transport din țară, cât și a altor căi de transport feroviar disponibile în țările din regiune.
- În transportul feroviar sunt utilizate o combinație de măsuri tehnice și non-tehnice pentru a îmbunătăți eficiența energetică. Printre măsurile tehnice se regăsesc utilizarea materialelor rulante moderne cu un consum mai mic de energie sau tehnologii inovative precum frânarea regenerativă. Măsurile non-tehnice includ tehnici de conducere energetic eficiente.
- Măsuri legate de dimensionarea infrastructurii, locomotivelor și instalațiilor, inclusiv:
 - a) Dimensionarea infrastructurii și locomotivelor cu luarea în considerație a noilor tehnologii care permit reducerea rezistenței la tracțiune;
 - b) Aplicarea de materiale noi ce permit reducerea greutateii materialului rulant, ceea ce la rândul său contribuie la reducerea consumului de energie;
 - c) Implementarea surselor regenerabile pentru alimentarea cu energie a consumului aferent atelierelor, stațiilor etc.

Tehnologii în domeniu

- Măsuri corespunzătoare tracțiunii locomotivelor, inclusiv:
 - a) Electrificarea liniilor de cale ferată;
 - b) Reducerea pierderilor pe lanțul de tracțiune datorită implementării noilor tehnologii;
 - c) Implementarea stațiilor reversibile în sistemul de alimentare cu energie electrică, contribuind în acest mod la o utilizare mai mare a energiei injectate în rețeaua publică de către locomotive;
 - d) Adăugarea în flota feroviară a materialului rulant nou care utilizează combustibili alternativi (gaze lichefiate sau pile de combustie).
- Măsuri aferente sistemelor auxiliare, se referă la incorporarea noilor tehnologii de răcire/ventilare/încălzire atât pentru materialul rulant, cât și pentru sistemul serviciilor auxiliare utilizat la deservirea infrastructurii feroviare.
- Măsuri legate de managementul energetic, inclusiv:
 - a) Măsuri legate de modul de conducere a locomotivelor - aplicarea sistemelor Eco-Driving, instruirea conductorilor în privința strategiilor de conducere a locomotivelor, în funcție de existența sau lipsa sistemelor de frânare regenerativă;
 - b) Implementarea rețeaua electrică a sistemelor de stocare a energiei și dotarea acestora cu tehnologii inteligente pentru managementul utilizării energiei;
 - c) Introducerea tehnologiilor de tip Smart Grids.

Descriere NAMA

- În urma analizei tehnologiilor destinate îmbunătățirii eficienței energetice în transportul feroviar, a fost selectată pentru promovare **tehnologia tracțiunii pe bază de pile de combustie cu hidrogen (2d)**. Printre alte opțiuni examinate se regăsesc și utilizarea surselor regenerabile (fotovoltaice) pe acoperișul atelierelor (1c) și stațiilor cu scopul compensării energiei electrice consumate din rețeaua publică, precum și electrificarea căilor ferate (2a).
- Opțiunea (1c) a fost exclusă din analiza ulterioară din cauză impactului limitat, iar opțiunea (2a) – din cauza efortului investițional major.
- Pentru a menține tendința de decarbonizare a transportului, inclusiv prin intermediul promovării transportului feroviar de pasageri, precum și prin antrenarea tehnologiilor mai prietenoase mediului ambiant, în locul tracțiunii diesel utilizată pentru transportul local de pasageri se propune utilizarea locomotivelor cu propulsie pe baza pilelor de combustie cu hidrogen.
- Transportul feroviar local de pasageri a fost selectat din motivul că Programul de dezvoltare a căilor ferate din republică nu acoperă această activitate.

Descriere NAMA

- Tehnologiile cu pile de combustie cu hidrogen sunt implementate sau sunt pe cale de implementare în sectorul feroviar într-un șir de țări europene (Germania, Marea Britanie, Olanda, Franța, Italia, Polonia, Suedia).
- Trenurile cu pile de combustie pe bază de hidrogen reprezintă o alternativă adevărată la emisiile înregistrate de tracțiunea diesel și la infrastructura foarte costisitoare a tracțiunii electrice.
- Pilele de combustie utilizează hidrogen și oxigen din aer pentru a produce energie electrică printr-un proces chimic.
- Tehnologia pilelor de combustie necesită spațiu limitat pentru instalare, în particular în transportul feroviar.
- Trenurile cu pile de combustie pe bază de hidrogen pot fi alimentate cu hidrogen la stații staționare sau mobile, o singură alimentare fiind suficientă pentru a asigura o autonomie de până la 1000 km.
- Segmentul transportului de pasageri se dovedește a fie cea mai matură aplicație, în timp ce există mai puțină experiență și disponibilitate pentru locomotivele de manevră și cele magistrale.

Descriere NAMA

- Avantajele tehnologiei pilelor de combustie cu hidrogen pentru transportul feroviar sunt multiple, inclusiv:
 - 1) Nivele flexibile de hibridizare.
 - 2) Alimentare rapidă - mai puțin de 20 minute, pot funcționa mai mult de 18 ore cu o singură alimentare.
 - 3) Pot circula pe rute feroviare existente. O singură stație de alimentare cu hidrogen (staționară sau mobilă) poate deservi mai multe trenuri de pe diferite rute.
 - 4) Fără constrângeri de funcționare cauzate de utilizarea bateriilor.
 - 5) Costuri mai mici de funcționare - sunt evitate costurile aferente infrastructurii necesare pentru tracțiunea feroviară pur electrică (1-2 mln.USD/km), dar și costurile respective de întreținere și exploatare a infrastructurii în cauză.
 - 6) Pilele de combustie cu hidrogen oferă beneficii pentru mediul ambiant corespunzătoare tracțiunii pur electrice, cu costuri mai mici pentru infrastructură și flexibilitate în alimentare. Trenurile cu hidrogen înregistrează un cost total de funcționare promițător de scăzut.



Tren de pasageri cu pile de combustie

Descriere NAMA

- Avantajele tehnologiei pilelor de combustie cu hidrogen pentru transportul feroviar sunt multiple, inclusiv:
 - 1) Trenurile cu hidrogen sunt performante - la fel de flexibile ca trenurile cu tracțiune diesel și înregistrează o autonomie similară. Pot face față cerințelor transportului feroviar la fel de bine ca trenurile diesel și pot fi parte din tehnologia de înlocuire atunci când este eliminată tracțiunea diesel.
 - 2) Trenurile cu pile de combustie duc la diminuarea emisiilor GES, contaminanților atmosferici și a poluării sonore.
- Din perspectiva mediului ambiant, trenurile cu pile de combustie cu hidrogen oferă reduceri ale emisiilor, dar impactul emisiilor depinde de sursa hidrogenului utilizat pentru funcționare. Hidrogenul produs prin electroliză din apă poate fi cea mai curată opțiune, dacă energia electrică este generată din surse regenerabile. Economii de emisii depind de intensitatea carbonului din mixul electric al țării. Alternativ, hidrogenul produs pe bază de gaze naturale poate reduce emisiile cu până la 40-50% comparativ cu tehnologia diesel.

Investiții NAMA

- Investiția totală necesară pentru implementarea tracțiunii pe bază de pile de combustie cu hidrogen este estimată la nivel de 27.05 mil. USD, inclusiv:
 - i. Achiziția a 3 trenuri pentru transportul local de pasageri - 25,23 mil. USD.
Costul de achiziție a unui tren este estimat la nivel de 8,41 mil.USD.
 - ii. Construcția unei stații de alimentare cu hidrogen – 1,32 mil. USD.
 - iii. Modificarea unui atelier existent de întreținere – 0,30 mil. USD.
 - iv. Instruirea personalului și consolidarea capacităților – 0,20 mil. USD.
- Cerințele de exploatare și întreținere ale unui tren cu pile de combustie pe bază de hidrogen vor fi similare cu cele implicate la întreținerea trenurilor electrice sau diesel, cu excepția componentelor legate de tracțiune și a rezervoarelor de stocare a hidrogenului. Suplimentar la materialul rulant, ar trebui să fie luate în considerație cerințele specifice de întreținere a infrastructurii corespunzătoare tehnologiei în cauză, inclusiv electrolizoarele, stații de alimentare cu hidrogen, precum și necesitatea de modificare a atelierelor existente de întreținere a trenurilor.
- Însă, în ciuda investițiilor inițiale necesare, trenurile cu pile de combustie vor înregistra pe termen lung costuri mai mici de întreținere comparativ cu tehnologia diesel.

Emisii NAMA

- Conform datelor statistice, în anii 2017-2018 transportul local feroviar de pasageri înregistrează un parcurs de cca. 50 milioane pkm pe an. Însuși transportul feroviar de pasageri, local și internațional, înregistrează un declin continuu din 2008, în anii 2017-2018 fiind înregistrată o diminuare de cca. 80%.
- Conform studiilor, eficiența energetică înregistrată în transportul feroviar suburban în țările din Europa de Est constituie 0,18 MJ/pkm, ceea ce la un parcurs menționat de 50 milioane pasageri-km duce la un consum anual de motorină de 9 TJ și corespunzător la emisii GES de 0,9 kt CO₂ eq./an.
- În ipoteză că deservirea celor 3 direcții (Chișinău-Nord, Chișinău-Sud, Est-Vest) ar tripla parcursul de la 50 la 150 milioane pasageri-km/an, consumul total de energie în acest scop s-ar majora de la 9 la 27 TJ/an de motorină, și corespunzător emisiile ar crește de la 0,9 până la 2,6 kt CO₂ eq./an.
- Implementarea trenurilor cu pile de combustie cu hidrogen cu reducerea emisiilor de până la 100% ar contribui la reducerea emisiilor cu 2,6 kt CO₂ eq./an, reducerea la zero a emisiilor este posibilă dacă hidrogenul s-ar produce prin utilizarea surselor regenerabile de energie.

Vă mulțumesc!