CZU: 338.488.1:656.2:551.583 **https://doi.org/10.59295/std2024.14**

TURISMUL FEROVIAR: O ABORDARE SUSTENABILĂ ȘI ECOLOGICĂ ÎN ERA SCHIMBĂRILOR CLIMATICE

Alexandru-Vasile BURLUI
Doctorand internațional, România
Școala doctorală de Științe Juridice și Economice
alexandruvasileburlui@gmail.com
ORCID iD: 0009-0009-5309-3451

Abstract

RAILWAY TOURISM: A SUSTAINABLE AND ECO-FRIENDLY APPROACH IN THE ERA OF CLIMATE CHANGE

Rail tourism stands out as a sustainable and eco-friendly alternative to road and air travel in the face of global climate change. This article explores the benefits of rail tourism, emphasizing its role in reducing greenhouse gas emissions and promoting sustainable economic development. With rail transport generating significantly fewer emissions than other motorized travel modes, this study highlights the potential of electrified and hydrogen-powered trains to transform the tourism landscape. It examines case studies like Glacier Express and Flåm Railway, illustrating how rail tourism integrates ecological responsibility with economic growth. Despite its advantages, the industry faces challenges such as infrastructure modernization, high investment costs, and competition with other transportation modes. The article proposes strategies for overcoming these challenges, advocating for public-private partnerships, policy support, and increased electrification to establish rail tourism as a cornerstone of global sustainability efforts.

Keywords. *Rail tourism, sustainable travel, climate change, greenhouse gas emissions, hydrogen trains, electrification, sustainable economic development, infrastructure modernization.*

Introducere

Schimbările climatice sunt **inevitabile** și reprezintă o provocare globală cu efecte pe termen lung asupra tuturor sectoarelor, inclusiv turismul. Raportul AR5 al **Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)** confirmă că **activitățile umane**, în special emisiile de dioxid de carbon, sunt principalul factor al încălzirii globale, ceea ce duce la creșterea temperaturilor, topirea ghețarilor, creșterea nivelului mărilor și schimbări în tiparele meteorologice. Aceste schimbări afectează destinațiile turistice de coastă, activitățile turistice din zonele montane și biodiversitatea.

Turismul este vulnerabil atât la efectele **directe**, precum creșterea nivelului mării, cât și la efectele **indirecte**, cum ar fi schimbările în disponibilitatea apei. Sectorul turistic contribuie semnificativ la emisiile globale de gaze cu efect de seră, cu un impact estimat de 3,9%-6% din totalul emisiilor antropogene [9]. Acest lucru subliniază nevoia de a implementa soluții durabile pentru a reduce emisiile și a proteja ecosistemele afectate.

Aceste schimbări afectează turismul nu doar prin degradarea infrastructurii și atracțiilor naturale (de exemplu, recifurile de corali), ci și prin modificarea preferințelor turiștilor, ceea ce poate duce la scăderea atractivității anumitor destinații și apariția de noi oportunități în zonele mai reci, pe măsură ce temperaturile cresc. Totuși, opțiunile de adaptare sunt limitate și, în multe cazuri, nu vor oferi soluții pe termen lung.

Acest context evidențiază importanța găsirii unor soluții **sustenabile** în turism, inclusiv trecerea la forme de transport ecologice (cum ar fi transportul feroviar), adaptarea infrastructurii și dezvoltarea unor strategii de reducere a emisiilor [9].

Schimbările climatice, cauzate de creșterea emisiilor de gaze cu efect de seră, au efecte semnificative asupra turismului la nivel global, inclusiv pe insule și regiuni costiere. Modificările temperaturilor, eroziunea costieră, creșterea nivelului mării și evenimentele meteorologice extreme afectează atât mediul natural, cât și infrastructura turistică. În plus, modificările climatice influențează tiparele de turism, determinând schimbări în preferințele turiștilor și impactând activitățile turistice sezoniere. Pe termen lung, impactul schimbărilor climatice poate reduce atractivitatea anumitor destinații și poate duce la pierderi economice substanțiale.

Adaptarea la schimbările climatice este esențială pentru asigurarea durabilității sectorului turistic, iar măsurile care includ protecția ecosistemelor și infrastructurii sunt critice pentru a menține activitatea turistică. Documentul menționează că turismul trebuie să dezvolte capacități de reziliență și să implementeze soluții inovatoare pentru a combate aceste efecte. Soluțiile sustenabile, cum ar fi promovarea transportului ecologic, utilizarea energiei regenerabile și gestionarea eficientă a resurselor, sunt imperative pentru a minimiza impactul schimbărilor climatice asupra turismului [5].

Aceste informații subliniază necesitatea imperioasă de a dezvolta și implementa politici durabile pentru turism, pentru a putea face față provocărilor generate de schimbările climatice.

Turismul feroviar este considerat o soluție ecologică esențială în contextul schimbărilor climatice, datorită capacității sale de a oferi o alternativă durabilă față de alte moduri de transport mai poluante, precum aviația sau transportul rutier. **Uniunea Internațională a Căilor Ferate (UIC)** subliniază rolul feroviarului în mobilitatea sustenabilă, demonstrând că transportul feroviar reprezintă doar 1-2% din emisiile globale din sectorul transporturilor, deși acoperă 7-8% din transportul global de mărfuri și pasageri [12]. Aceasta face din turismul feroviar un pilon important în reducerea amprentei de carbon a turismului.

Beneficiile turismului feroviar includ nu doar reducerea impactului ecologic, ci și promovarea dezvoltării economice regionale și a schimburilor culturale, oferind o modalitate de călătorie sustenabilă care poate conecta diverse comunități. Inițiative precum **TopRail** promovează turismul feroviar prin integrarea experiențelor de călătorie care îmbină natura, cultura și patrimoniul, oferind alternative turistice ecologice.

Obiectivul articolului va fi explorarea acestor **beneficii ale turismului feroviar** în contextul schimbărilor climatice, evidențiind cum acest mod de transport poate contribui la atingerea obiectivelor de sustenabilitate globală, reducerea emisiilor de carbon și promovarea unui turism incluziv și prietenos cu mediul.

Beneficiile turismului feroviar în reducerea impactului asupra mediului. Transportul feroviar rămâne cea mai ecologică formă de transport motorizat de pasageri în Europa, depășind semnificativ transportul rutier și aerian în ceea ce privește emisiile de gaze cu efect de seră. Studiile realizate de European Environment Agency (EEA) arată că trenurile contribuie doar cu 0,4% la emisiile de gaze cu efect de seră în Uniunea Europeană, un procent nesemnificativ în comparație cu transportul rutier, care generează 72% din emisiile din sectorul transporturilor, și transportul aerian, responsabil pentru 13% [8].

Deși aviația este adesea criticată pentru impactul său ecologic, raportul EEA subliniază că, pe distanțe lungi, emisiile adiționale generate de decolare și aterizare nu cresc în aceeași măsură, ceea ce face ca zborurile directe pe distanțe mari să fie mai eficiente energetic. În schimb, transportul rutier rămâne una dintre cele mai dăunătoare forme de transport din perspectiva mediului, în special în cazul mașinilor pe benzină sau motorină, mai ales atunci când acestea sunt utilizate de un singur pasager.

Pe de altă parte, trenurile și transportul pe apă sunt considerate cele mai eficiente modalități de transport din punct de vedere al emisiilor de carbon per kilometru și unitate transportată. În plus, trecerea la transportul feroviar și pe apă reprezintă o prioritate în cadrul eforturilor europene de reducere a emisiilor, conform obiectivelor Pactului Verde European, care urmărește reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră din transport cu 90% până în 2050. Astfel, transportul feroviar, nu doar că se aliniază cu aceste ținte ambițioase, dar devine și o alternativă vitală pentru un viitor sustenabil în turism și mobilitate.

Astfel, impactul ecologic al transportului feroviar, în comparație cu cel aerian și rutier, îl plasează pe primul loc în cursa pentru un transport mai verde și mai sustenabil. Trenurile, prin eficiența lor energetică și emisiile reduse, oferă nu doar o soluție prietenoasă cu mediul, dar și una care poate schimba fața mobilității în viitorul apropiat.

Transportul feroviar și cel maritim sunt recunoscute ca fiind cele mai eficiente moduri de transport din punct de vedere al emisiilor de gaze cu efect de seră (GHG) per kilometru și unitate transportată, atât pentru pasageri, cât și pentru mărfuri. **Transportul feroviar** emite mult mai puține GHG în comparație cu transportul rutier și aerian. Studiul comisionat de Agenția Europeană de Mediu (EEA) subliniază faptul că, deși transportul feroviar și aerian au înregistrat îmbunătățiri semnificative în ceea ce privește eficiența GHG în perioada 2014-2018, aviația continuă să fie una dintre cele mai puțin eficiente forme de transport motorizat în termeni de emisii pe kilometru-pasager.

În această perioadă, transportul feroviar a devenit mai ecologic datorită **electrificării rețelelor feroviare** și scăderii intensității de carbon a mixului energetic din UE, în timp ce transportul aerian a înregistrat progrese prin utilizarea aeronavelor mai eficiente energetic. Cu toate acestea, transportul rutier a stagnat în ceea ce privește îmbunătățirea eficienței emisiilor de GHG, iar utilizarea autoturismelor rămâne printre cele mai dăunătoare din punct de vedere ecologic, în special în cazul mașinilor cu un singur pasager [1].

Transportul feroviar este recunoscut drept una dintre cele mai ecologice forme de transport motorizat în Europa, contribuind cu doar **0,4%** la emisiile totale de gaze cu efect de seră (GHG) în Uniunea Europeană. În contrast, transportul aerian este mult mai poluant, fiind responsabil pentru **13,2%** din emisiile de GHG în sectorul transporturilor. Această diferență este semnificativă și evidențiază impactul redus pe care trenurile electrice, în special, îl au asupra mediului în comparație cu aviația.

De-a lungul anilor, transportul feroviar a devenit din ce în ce mai eficient energetic datorită electrificării rețelelor feroviare și a scăderii intensității de carbon asociate cu producția de energie electrică în Uniunea Europeană. Între 2000 și 2018, emisiile generate de trenurile diesel au scăzut considerabil, în timp ce transportul aerian a înregistrat o creștere semnificativă a emisiilor, cu **141%** pentru aviația internațională. Această creștere se datorează cererii tot mai mari pentru zboruri, care a continuat să crească până la impactul pandemiei de COVID-19.

Din perspectiva consumului de energie, trenurile electrice sunt mult mai eficiente decât avioanele, care necesită cantități semnificative de combustibil pentru a funcționa. În plus, electrificarea transportului feroviar și trecerea către surse de energie mai curate au redus amprenta de carbon a căilor ferate. În schimb, aviația continuă să utilizeze combustibili fosili, generând emisii mari de CO2 și contribuind la încălzirea globală. Pe lângă CO2, avioanele emit și alte poluanți atmosferici, cum ar fi oxizii de azot (NOx) și sulful (SO2), care amplifică efectele schimbărilor climatice.

În concluzie, compararea impactului ecologic al transportului feroviar cu cel aerian și rutier evidențiază avantajele considerabile ale trenurilor electrice din perspectiva emisiilor de gaze cu efect de seră și a eficienței energetice. În contextul schimbărilor climatice, promovarea și extinderea transportului feroviar reprezintă o soluție esențială pentru reducerea amprentei ecologice a sectorului de transport [2].

Transportul este unul dintre principalii contribuitori la emisiile globale de gaze cu efect de seră, reprezentând aproximativ un sfert din emisiile totale de dioxid de carbon (CO2) la nivel mondial. În

contextul eforturilor internaționale de combatere a schimbărilor climatice, alegerea modului de transport are un impact semnificativ asupra amprentei de carbon. În special, transportul aerian și rutier contribuie în mod disproporționat la emisiile de carbon, în timp ce transportul feroviar este recunoscut drept una dintre cele mai sustenabile soluții. O comparație a emisiilor de CO2 pe kilometru și per pasager între diferitele moduri de transport subliniază avantajele clare ale călătoriilor cu trenul în fața avioanelor și autoturismelor.

Tabel 1. Amprenta de carbon pe kilometru/pasager (în grame de CO2 echivalent)

Mod de transport	**Emisii (g CO2/km/pasager)**
Zbor intern (domestic flight)	246 g
Mașină diesel	171 g
Mașină pe benzină	170 g
Zbor pe distanță scurtă	151 g
Zbor pe distanță lungă	148 g
Motocicletă	114 g
Autobuz (medie)	97 g
Tramvai	29 g
Tren național	35 g
Eurostar (Paris)	4 g

Sursa: Hannah Ritchie (2023) - "Which form of transport has the smallest carbon footprint?" Published online at OurWorldinData.org https://ourworldindata.org/travel-carbon-footprint]

Din datele prezentate, este evident că **transportul aerian** are cel mai mare impact asupra mediului în termeni de emisii de CO2 per kilometru per pasager, cu **246 g de CO2** pentru zborurile domestice. Aceste emisii sunt de aproape **șapte ori mai mari** decât cele generate de transportul feroviar. Zborurile pe distanțe scurte și lungi prezintă emisii similare, în jur de **150 g de CO2**, în timp ce autoturismele cu motoare pe benzină sau motorină emit aproximativ **170 g de CO2** per kilometru.

În schimb, **transportul feroviar** reprezintă o soluție mult mai ecologică. Trenurile naționale emit în medie **35 g de CO2** per kilometru per pasager, ceea ce reprezintă doar **14% din emisiile** generate de un zbor intern. Acest lucru evidențiază importanța promovării transportului feroviar pe distanțe medii și lungi, în locul transportului aerian, pentru a reduce semnificativ amprenta de carbon.

Un exemplu notabil este **Eurostar**, care emite doar **4 g de CO2** per kilometru per pasager, fiind unul dintre cele mai sustenabile moduri de transport disponibile în Europa. În comparație cu un zbor pe distanță scurtă, Eurostar are o amprentă de carbon de aproximativ **2,6%**, subliniind cât de eficiente pot fi trenurile de mare viteză în reducerea emisiilor.

Pe baza datelor, este clar că transportul feroviar este mult mai sustenabil din punct de vedere al emisiilor de carbon comparativ cu aviația și transportul rutier. Înlocuirea zborurilor și a călătoriilor cu autoturisme pe distanțe scurte și medii cu trenurile ar putea reduce emisiile de CO2 cu până la **97%**. Promovarea utilizării trenurilor, în special a trenurilor de mare viteză, este esențială pentru a sprijini eforturile globale de combatere a schimbărilor climatice și de a atinge obiectivele de sustenabilitate.

În contextul impactului ecologic al transportului, transportul feroviar se remarcă ca fiind semnificativ mai sustenabil comparativ cu transportul aerian și rutier. În 2018, transportul feroviar a contribuit cu doar **0,4%** din emisiile totale de gaze cu efect de seră (GHG) din Uniunea Europeană (UE-27), în timp ce aviația a generat **13,2%** din aceste emisii. Diferența majoră între cele două forme de transport se datorează în principal electrificării rețelelor feroviare și utilizării trenurilor electrice, care emit mult mai puține gaze cu efect de seră comparativ cu trenurile diesel și avioanele. De asemenea, transportul feroviar a beneficiat de o reducere semnificativă a emisiilor datorită îmbunătățirii eficienței energetice și a tranziției către surse de energie regenerabilă.

Pe de altă parte, transportul aerian a cunoscut o creștere semnificativă a emisiilor de gaze cu efect de seră între 1990 și 2018, cu un salt de **141%** pentru zborurile internaționale. Această creștere este asociată cu cererea în continuă expansiune pentru zboruri, dar și cu dependența continuă de combustibili fosili. În timp ce aviația contribuie în mod semnificativ la emisiile globale de carbon, trenurile electrice, în special, au devenit din ce în ce mai eficiente și au redus amprenta de carbon, fiind alimentate de surse de energie mai curate [3].

Din punct de vedere energetic, trenurile electrice sunt mult mai eficiente decât avioanele. În plus, în timp ce emisiile generate de aviație sunt ridicate în toate fazele zborului (decolare, croazieră și aterizare), trenurile electrice funcționează într-un mod mult mai puțin poluant, consumând energie produsă din surse regenerabile și generând o amprentă de carbon semnificativ mai mică. Această diferență evidențiază faptul că, pe distanțe medii și lungi, transportul feroviar este o alternativă viabilă și sustenabilă la aviație, contribuind la reducerea emisiilor și la combaterea schimbărilor climatice.

Transportul feroviar este recunoscut pentru emisiile sale reduse de gaze cu efect de seră și pentru consumul său eficient de energie în comparație cu alte moduri de transport. Spre deosebire de transportul rutier și aerian, care contribuie semnificativ la poluarea atmosferică și emisiile de dioxid de carbon, transportul feroviar electrificat oferă o soluție mult mai sustenabilă și prietenoasă cu mediul.

În ceea ce privește emisiile directe, acestea sunt produse în principal de trenurile diesel, care emit dioxid de carbon, oxizi de azot și hidrocarburi. Totuși, trenurile electrice au emisii mult mai reduse, având un impact considerabil mai mic asupra mediului. Pe de altă parte, emisiile indirecte din transportul feroviar sunt generate prin producerea energiei electrice necesare pentru alimentarea trenurilor electrice, precum și prin întreținerea infrastructurii feroviare.

Tabel 2. Emisii tipice legate de tracțiune pentru transportul de pasageri interurban (în grame de CO2 echivalent per kilometru per pasager)

Mod de transport	Emisii (g CO2/km/pasager)
Transport aerian	244 g
Transport rutier (autoturisme)	171 g
Transport feroviar (electrificat)	14-35 g

Sursa: Milewicz, J., Mokrzan, D., & Szymański, G. M. (2023). Environmental impact evaluation as a key element in ensuring sustainable development of rail transport. Sustainability, 15(13754). https://doi.org/10.3390/su151813754

Conform datelor prezentate, transportul feroviar electrificat are o amprentă de carbon mult mai redusă decât transportul rutier și aerian. Trenurile electrice generează între 14 și 35 de grame de CO2 pe kilometru per pasager, comparativ cu 244 de grame pentru transportul aerian și 171 de grame pentru autoturisme. Aceasta demonstrează superioritatea transportului feroviar în reducerea emisiilor și a consumului energetic, făcându-l o opțiune mult mai sustenabilă pentru călătoriile pe distanțe medii și lungi.

Pentru a reduce și mai mult emisiile de carbon asociate transportului feroviar, electrificarea rețelelor feroviare reprezintă unul dintre cele mai eficiente mijloace. Prin eliminarea trenurilor diesel și înlocuirea lor cu trenuri electrice pe liniile electrificate, emisiile directe de CO2 pot fi reduse semnificativ. În plus, adoptarea sistemelor de frânare regenerativă și îmbunătățirile aerodinamice ale trenurilor contribuie la o creștere a eficienței energetice, reducând consumul total de energie. Utilizarea energiei regenerabile pentru alimentarea rețelelor electrice feroviare reprezintă, de asemenea, un pas important pentru scăderea emisiilor globale de carbon și pentru atingerea obiectivelor de sustenabilitate.

În concluzie, transportul feroviar, în special cel electrificat, reprezintă o soluție mult mai ecologică în comparație cu transportul rutier și aerian. Trecerea la un sistem feroviar modernizat și extins, cu un accent pe electrificare și pe utilizarea energiei regenerabile, poate contribui semnificativ la reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră și la atenuarea impactului schimbărilor climatice.

Importanța utilizării trenurilor electrice sau pe hidrogen pentru reducerea amprentei de carbon. Trenurile electrice și cele pe hidrogen joacă un rol esențial în eforturile de reducere a amprentei de carbon în industria transportului feroviar. Trenurile alimentate cu hidrogen, în special, sunt văzute ca o soluție inovatoare și promițătoare pentru **decarbonizarea transportului**, având un potențial enorm de a înlocui trenurile diesel care contribuie semnificativ la emisiile de gaze cu efect de seră. Trenurile sunt ideale pentru a fi alimentate cu hidrogen datorită spațiului pe care îl oferă pentru echipamentele necesare funcționării celulelor de combustie cu hidrogen.

Celulele de combustie pe bază de hidrogen produc electricitate prin combinarea hidrogenului cu oxigenul din aer, un proces care nu emite dioxid de carbon și alte gaze poluante, oferind o soluție de transport **cu zero emisii** directe. În comparație cu avioanele și camioanele, trenurile sunt deja o formă de transport cu emisii reduse de carbon, iar alimentarea lor cu hidrogen are potențialul de a le **decarboniza complet**, atât pentru transportul de pasageri, cât și pentru transportul de marfă pe distanțe lungi [10].

Un exemplu concret de implementare a acestei tehnologii este trenul **Coradia iLint** dezvoltat de Alstom, primul tren de pasageri alimentat cu hidrogen, care funcționează în Germania din 2018. Acest tren a redus emisiile de carbon cu **4400 de tone pe an** în regiunea Saxonia Inferioară. Proiectele de trenuri pe hidrogen sunt în desfășurare în mai multe țări europene, precum Italia, Austria, Olanda și Suedia, demonstrând succesul acestei soluții în decarbonizarea transportului [10].

Totuși, utilizarea **hidrogenului verde** este esențială pentru a maximiza beneficiile ecologice. Hidrogenul verde, produs prin utilizarea surselor de energie regenerabilă, are un preț mai mare decât hidrogenul gri, produs din combustibili fosili. Cu toate acestea, se așteaptă ca prețul hidrogenului verde să scadă pe măsură ce tehnologiile devin mai avansate și costurile de producție a energiei regenerabile continuă să scadă [10].

În concluzie, tranziția către trenuri electrice și pe hidrogen reprezintă un pas crucial pentru reducerea amprentei de carbon a transportului feroviar. Aceste tehnologii oferă soluții sustenabile și eficiente pentru atingerea obiectivelor de decarbonizare, fiind sprijinite de inovații tehnologice și de politici publice orientate către un viitor mai verde [10].

După ce am analizat importanța utilizării trenurilor electrice și pe hidrogen pentru reducerea amprentei de carbon în sectorul transporturilor, devine evident că aceste tehnologii joacă un rol central în decarbonizarea transportului feroviar. Tranziția către soluții mai verzi nu este doar o teorie, ci o realitate care începe să prindă contur la nivel global. Pentru a ilustra succesul acestor inițiative, putem analiza câteva exemple internaționale de proiecte de trenuri sustenabile care au demonstrat impactul pozitiv asupra mediului și infrastructurii de transport. Aceste studii de caz ne oferă o perspectivă clară asupra modului în care tehnologiile avansate pot transforma transportul feroviar într-un mod eficient și ecologic.

În continuare, vom explora câteva exemple internaționale de succes. Un exemplu internațional de succes în transportul feroviar sustenabil este **Rocky Mountaineer**, o companie care oferă călătorii de lux cu trenul prin vestul Canadei și sud-vestul Statelor Unite. Această experiență turistică este recunoscută pentru serviciile de înaltă clasă și pentru peisajele spectaculoase prin care trenul călătorește, cum ar fi Munții Stâncoși canadieni și formațiunile de rocă roșie din Utah și Colorado. Trenul operează doar pe timp de zi, oferind pasagerilor o experiență captivantă, cu priveliști uimitoare și oportunitatea de a explora peisaje unice, precum Parcul Național Banff și Glenwood Springs.

Traseul "First Passage to the West", de exemplu, traversează regiuni de o frumusețe naturală nealterată, permițând pasagerilor să experimenteze zone deosebite, cum ar fi "Hell's Gate", "Spiral Tunnels" și lacul turcoaz Lake Louise, toate din confortul vagoanelor cu geamuri panoramice. O altă rută de succes, "Rockies to the Red Rocks", oferă peisaje impresionante de-a lungul canioanelor din

Colorado, cum ar fi Gore Canyon și Ruby Canyon, și atrage turiști din întreaga lume care doresc să descopere frumusețea naturală a Americii de Nord [6].

Aceste călătorii reprezintă un exemplu perfect de integrare a turismului sustenabil cu luxul, oferind atât confort, cât și o conexiune profundă cu natura, fără a avea un impact ecologic major.

După exemplul **Rocky Mountaineer**, un alt model de succes în turismul feroviar sustenabil este **Glacier Express** din Elveția, , cunoscut ca „cel mai lent tren expres din lume". Acesta operează între stațiunile montane Zermatt și St. Moritz din Elveția, traversând Alpii elvețieni și oferind o experiență unică datorită priveliștilor spectaculoase și serviciilor de lux. Traseul trenului trece peste **291 de poduri** și prin **91 de tuneluri**, inclusiv locuri emblematice precum **viaductul Landwasser** și **cheile Rinului**, adesea denumite „Grand Canyon-ul Elveției" [6].

Acest tren, care funcționează tot timpul anului, a devenit un simbol al turismului premium datorită investițiilor în infrastructura modernă și a vagoanelor panoramice dotate cu tehnologie avansată, oferind călătorilor o experiență de neuitat. Pe lângă confortul oferit, Glacier Express este și un exemplu de turism sustenabil, fiind premiat în 2022 cu certificatul **Swisstainable Level 1**, parte a campaniei naționale de sustenabilitate a organizației elvețiene de turism [6].

Acesta combină tradiția cu modernitatea, continuând să atragă turiști din întreaga lume prin pachetele sale turistice unice, care includ excursii speciale și servicii gastronomice de lux la bord.

După exemplul Glacier Express, un alt succes remarcabil în turismul feroviar este **Flåm Railway** din Norvegia, considerată una dintre cele mai frumoase călătorii cu trenul din lume. Flåm Railway este o atracție majoră turistică, cunoscută pentru peisajele spectaculoase de-a lungul văii Flåm. Această călătorie de 60 de minute oferă priveliști uimitoare ale munților acoperiți de zăpadă, râurilor care străbat văi adânci, și cascade impresionante care se prăvălesc pe versanții abrupți ai munților. În 2014, **Lonely Planet** a numit această rută drept cea mai frumoasă călătorie cu trenul din lume, atrăgând anual vizitatori din toate colțurile lumii.

Flåm Railway are o lungime de 20 km și a fost construită între 1923 și 1940, fiind una dintre cele mai abrupte linii feroviare din lume pe șine normale, cu o diferență de altitudine de **864 metri** și o pantă medie de 1 la 18. Această realizare tehnologică este o dovadă a măiestriei inginerești norvegiene, având tuneluri construite manual și chiar un tunel în formă de potcoavă, care se răsucește în și din munte. Linia a fost electrificată în 1944, făcându-o una dintre primele linii feroviare din Norvegia care au adoptat tehnologia electrică [1].

Călătoria pe această rută nu este doar o experiență feroviară, ci poate fi combinată cu activități suplimentare, precum ciclismul, drumețiile sau chiar **zipline-ul** – cel mai lung din Scandinavia. Astfel, Flåm Railway oferă o experiență turistică completă, conectând pasagerii nu doar cu natura spectaculoasă a Norvegiei, ci și cu istoria și cultura locală.

Un exemplu important de proiecte feroviare ecologice care sprijină turismul sustenabil este **Green Rail**, o inițiativă globală dedicată îmbunătățirii impactului de mediu al transportului feroviar. Trenurile, deși mai prietenoase cu mediul în comparație cu alte forme de transport, cum ar fi mașinile, au încă un impact ecologic semnificativ. În acest context, Green Rail implementează proiecte inovatoare pentru a reduce acest impact și pentru a face transportul feroviar mai eficient din punct de vedere energetic.

Un exemplu notabil este **proiectul India Green Mission**, care face parte din Planul Național de Acțiune privind Schimbările Climatice din India. Acesta a fost lansat în 2015, ca parte a unui plan de 10 ani dedicat protejării și restaurării acoperirii forestiere din India și reducerii schimbărilor climatice. În acest proiect, Ministerul Feroviar din India a colaborat cu diverse companii pentru a planta copaci de-a lungul liniilor feroviare, contribuind la reîmpădurirea teritoriului și crearea de „turnuri verzi", formate din 5 straturi de plante care vor crește în mod sustenabil. Această inițiativă nu doar sprijină aforestarea, ci și previne ocuparea ilegală a terenurilor feroviare [2].

Un alt proiect remarcabil este **linia feroviară alimentată de energie solară din Marea Britanie**, lansată în 2019. Această inițiativă a fost creată pentru a demonstra viabilitatea utilizării energiei solare pentru alimentarea infrastructurii feroviare, cum ar fi semnalizarea și chiar șinele în sine. Acest proiect pilot a fost realizat de Network Rail în colaborare cu organizația caritabilă pentru schimbările climatice 10:10, și este un exemplu de inovație în domeniul energiei regenerabile aplicate transportului feroviar. Planurile de viitor includ extinderea utilizării energiei solare pentru a alimenta liniile de cale ferată din întreaga țară [2].

Aceste proiecte sunt dovezi clare ale modului în care tehnologiile verzi pot transforma transportul feroviar într-un mod eficient, sustenabil și benefic pentru mediu, sprijinind în același timp turismul și contribuind la reducerea emisiilor de carbon la nivel global.

Infrastructura feroviară are potențialul de a genera o gamă largă de **beneficii economice și ecologice** pentru destinațiile turistice care promovează utilizarea trenurilor ca principal mijloc de transport. În primul rând, **beneficiile economice** sunt evidente prin creșterea accesibilității în regiunile izolate sau greu accesibile, ceea ce atrage mai mulți turiști în aceste zone. Trenurile facilitează accesul către destinații montane, parcuri naturale sau situri turistice izolate, contribuind la dezvoltarea economiei locale prin creșterea numărului de vizitatori și a cheltuielilor acestora pentru cazare, restaurante, și alte activități turistice.

Un alt avantaj economic al investițiilor în infrastructura feroviară este **efectul de multiplicare** pe care îl are asupra economiilor locale. Investițiile publice în căile ferate stimulează investițiile private, atrag noi afaceri în domeniul turismului și generează **locuri de muncă** atât în construcția și întreținerea infrastructurii feroviare, cât și în sectoarele asociate, cum ar fi hotelurile, restaurantele și alte servicii turistice. De exemplu, în multe regiuni turistice, construcția unor linii feroviare moderne a contribuit la o **creștere a PIB-ului local**, creând un mediu mai favorabil pentru dezvoltarea economică pe termen lung [15].

Pe lângă impactul economic, **beneficiile ecologice** ale transportului feroviar sunt semnificative. Trenurile electrice sau cele pe hidrogen au o **amprentă de carbon mult mai redusă** în comparație cu transportul rutier sau aerian. Întrucât trenurile pot transporta un număr mare de pasageri sau de mărfuri pe distanțe mari cu un consum redus de energie, ele ajută la **reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră** și la minimizarea poluării aerului în destinațiile turistice. În multe cazuri, trenurile sunt alimentate cu energie electrică din surse regenerabile, cum ar fi energia solară sau eoliană, ceea ce contribuie la reducerea dependenței de combustibilii fosili și la combaterea schimbărilor climatice [15].

De asemenea, dezvoltarea rețelelor feroviare moderne ajută la **reducerea congestiei rutiere** în destinațiile turistice populare, reducând nevoia de autoturisme personale și, implicit, numărul de vehicule pe drumuri. Acest lucru nu doar că îmbunătățește **calitatea aerului** și reduce poluarea fonică în zonele turistice, dar contribuie și la **conservarea peisajelor naturale** și la protejarea biodiversității, aspecte esențiale în regiunile sensibile din punct de vedere ecologic. Astfel, turismul susținut de căile ferate ajută la păstrarea integrității ecologice a acestor destinații, oferindu-le turiștilor acces la frumusețea naturii fără a o deteriora.

Un alt beneficiu ecologic important este faptul că utilizarea transportului feroviar permite destinațiilor turistice să promoveze un **model de turism sustenabil**, care echilibrează cerințele economice cu protecția mediului. Acest tip de turism devine din ce în ce mai căutat de către călătorii conștienți de impactul lor asupra planetei, astfel că destinațiile care încurajează utilizarea trenurilor devin mai atractive pe termen lung pentru acești turiști. Prin promovarea transportului ecologic, destinațiile pot atrage un **segment de turiști preocupați de mediu**, care caută să contribuie la reducerea impactului negativ asupra naturii [15].

În concluzie, dezvoltarea și susținerea transportului feroviar în regiunile turistice oferă un dublu beneficiu: pe de o parte, stimulează creșterea economică locală și creează oportunități de afaceri și locuri

de muncă, iar pe de altă parte, sprijină protecția mediului prin reducerea emisiilor de carbon și a impactului negativ asupra ecosistemelor locale. Astfel, destinațiile turistice care investesc în infrastructura feroviară nu doar că devin mai accesibile și atractive pentru turiști, dar și contribuie activ la conservarea resurselor naturale și la un model de turism durabil.

Provocări în dezvoltarea turismului feroviar. În ceea ce privește **provocările principale** întâmpinate în dezvoltarea infrastructurii feroviare pentru a susține turismul și mobilitatea sustenabilă, documentul evidențiază câteva aspecte esențiale.

Una dintre provocările majore este legată de **investițiile necesare în infrastructură**, mai ales în contextul obiectivelor ambițioase ale Europei de a dubla numărul călătoriilor internaționale cu trenul de mare viteză până în 2030 și de a-l tripla până în 2050. Cu toate acestea, numai aproximativ 75% din cererea de trafic necesară pentru a atinge obiectivele din 2030 poate fi satisfăcută de infrastructura existentă sau planificată. Această situație subliniază nevoia urgentă de investiții strategice și de **îmbunătățiri operaționale** pentru a închide acest **decalaj de infrastructură** și a crește competitivitatea transportului feroviar [13].

O altă provocare importantă este **modernizarea rețelelor feroviare**, care include întreținerea și actualizarea infrastructurii vechi. Infrastructura feroviară îmbătrânită și costurile mari de întreținere reprezintă o piedică majoră în dezvoltarea acestui sector. Timpul pierdut din cauza lucrărilor de întreținere afectează **fiabilitatea serviciilor** și performanța financiară a rețelelor feroviare. Prin urmare, este necesară o **planificare pe termen lung** și investiții strategice pentru modernizarea și întreținerea infrastructurii, astfel încât să se poată asigura fiabilitatea și atractivitatea călătoriilor cu trenul [13].

Pe lângă infrastructură, un alt obstacol este **lipsa de politici publice clare și de coordonare între operatorii feroviari la nivel național și internațional**. Gestionarea operațiunilor complexe transfrontaliere și integrarea rețelelor de transport necesită o coordonare eficientă și un cadru legislativ clar pentru a facilita dezvoltarea infrastructurii. Acest lucru implică o abordare strategică, unde politicile publice să susțină tranziția către un transport feroviar mai ecologic și să promoveze investițiile necesare în modernizare [13].

Aceste provocări indică nevoia de **parteneriate între sectorul public și privat**, dar și de crearea unor strategii integrate care să includă investiții susținute și politici coerente pentru a sprijini dezvoltarea unui sistem feroviar durabil și eficient.

După ce am analizat provocările legate de investițiile necesare în infrastructură și modernizarea rețelelor feroviare, un alt obstacol semnificativ în promovarea transportului feroviar este **rezistența din partea altor moduri de transport**, cum ar fi cel rutier și aerian, care rămân populare datorită flexibilității și accesibilității lor. În acest context, pentru a încuraja o tranziție eficientă către moduri de transport mai sustenabile, devine esențială **colaborarea strânsă între guverne și sectorul privat**. Această cooperare este necesară pentru a implementa politici clare care să sprijine investițiile în transportul feroviar și pentru a integra mai eficient diversele moduri de transport, asigurând astfel o rețea de mobilitate durabilă și eficientă.

Prima provocare majoră este **rezistența din partea altor moduri de transport**, în special a transportului rutier, care continuă să domine piața datorită flexibilității și accesibilității sale ridicate, precum și a costurilor relativ scăzute. Transportul rutier este preferat de multe companii și furnizori de servicii logistice datorită rețelelor dense de drumuri și infrastructurii bine dezvoltate, care oferă rapiditate și comoditate pentru distanțele scurte. În contrast, infrastructura feroviară este adesea mai puțin dezvoltată în multe regiuni, ceea ce face ca trenurile să fie percepute ca o opțiune mai puțin atractivă. În plus, reglementările complexe și lipsa integrării eficiente între diferitele moduri de transport reduc atractivitatea alternativelor intermodale sau multimodale, precum transportul feroviar și cel pe apă.

Pentru a depăși aceste obstacole, este esențială o **colaborare strânsă între guverne și sectorul privat**. Guvernele pot juca un rol crucial prin investiții strategice în modernizarea rețelelor feroviare și

prin adoptarea unor politici publice care să sprijine utilizarea transportului feroviar. Aceste politici pot include stimulente financiare pentru companiile care aleg transportul feroviar, subvenții pentru modernizarea infrastructurii și măsuri de reducere a costurilor operaționale pentru operatorii de transport sustenabil. În același timp, companiile private trebuie să fie implicate activ în această tranziție, adoptând soluții intermodale în lanțurile lor de aprovizionare și colaborând îndeaproape cu operatorii feroviari și furnizorii de servicii logistice pentru a facilita integrarea modurilor de transport sustenabile.

În concluzie, succesul tranziției către transporturi mai sustenabile, cum ar fi cel feroviar, depinde de o coordonare eficientă între toți actorii implicați și de crearea unui cadru legislativ și investițional adecvat, care să încurajeze adoptarea acestor soluții.

Concluzii și recomandări. Turismul feroviar oferă o serie de **beneficii economice și ecologice** semnificative, fiind o alternativă sustenabilă la transportul rutier și aerian. În primul rând, trenurile electrice și pe hidrogen contribuie la **reducerea emisiilor de carbon** și la protecția mediului înconjurător. De asemenea, turismul feroviar sprijină dezvoltarea economiilor locale, aducând mai mulți turiști în zone izolate sau greu accesibile, creând astfel **locuri de muncă** și generând **creștere economică**.

Pe de altă parte, însă, turismul feroviar se confruntă cu **provocări majore**. Printre acestea se numără **necesitatea unor investiții masive în infrastructură** și modernizarea rețelelor feroviare, pentru a asigura accesibilitatea și confortul călătorilor. De asemenea, există **rezistență din partea altor moduri de transport**, cum ar fi transportul rutier și aerian, care rămân populare datorită flexibilității lor. Lipsa unor **politici publice clare** și a unei coordonări eficiente între guverne și sectorul privat reprezintă, de asemenea, un obstacol în calea extinderii turismului feroviar la scară largă.

Pentru ca turismul feroviar să devină o soluție viabilă în combaterea schimbărilor climatice, este necesară o **abordare strategică** din partea guvernelor și a sectorului privat. Printre recomandările principale se numără:

- **Investiții în modernizarea și electrificarea rețelelor feroviare**, pentru a crește eficiența și a reduce emisiile de carbon. Trenurile electrice și pe hidrogen ar trebui să fie promovate ca soluții pe termen lung pentru reducerea dependenței de combustibilii fosili.
- **Adoptarea de politici publice clare și stimulente financiare**, care să încurajeze utilizarea trenurilor de către turiști și să sprijine dezvoltarea infrastructurii feroviare. Subvențiile pentru trenuri ecologice și stimulentele pentru operatorii feroviari care investesc în soluții durabile sunt esențiale.
- **Crearea unor parteneriate între guverne și sectorul privat**, pentru a asigura o implementare eficientă a proiectelor feroviare și pentru a facilita tranziția către transportul feroviar ca mod principal de mobilitate turistică.
- **Promovarea turismului feroviar la nivel internațional**, prin campanii de conștientizare asupra beneficiilor ecologice și economice ale acestui mod de transport. Trenurile panoramice și turistice, cum ar fi Glacier Express și Flåm Railway, pot servi drept modele pentru a atrage turiști care doresc să își reducă amprenta de carbon.

Prin aplicarea acestor măsuri, turismul feroviar poate deveni un pilon esențial în **strategiile globale de combatere a schimbărilor climatice** și un mod sustenabil de a explora destinații turistice.

Bibliografie

1. About The Flam Railway. https://www.norwaysbest.com/the-flam-railway/about-the-flam-railway/#mainContainerHeading

2. Doyle, W. (2019). Green rail: 3 projects to improve environmental impact. *The Civil Engineer*. Retrieved from https://thecivilengineer.com

3. European Environment Agency. (2021). *Rail and waterborne: Best for low-carbon motorised transport*. Publications Office of the European Union. https://doi.org/10.2800/85117

4. European Environment Agency. (2021). *Train or plane? Transport and environment report 2020*. EEA Report No. 19/2020. Publications Office of the European Union. https://doi.org/10.2800/43379

5. European Environment Agency. (2021). *Train or plane? Transport and environment report 2020*. EEA Report No. 19/2020. Publications Office of the European Union. https://doi.org/10.2800/43379

6. Glacier Express AG. (2023). *Window to the Swiss Alps*. Retrieved from https://www.glacierexpress.ch

7. Haldane, E., MacDonald, L., Kressin, N., Furlotte, Z., Kınay, P., Guild, R., & Wang, X. (2023). Sustainable tourism in the face of climate change: An overview of Prince Edward Island. *Sustainability, 15*(4463). https://doi.org/10.3390/su15054463

8. Hannah Ritchie (2023) - "Which form of transport has the smallest carbon footprint?" Published online at OurWorldinData.org https://ourworldindata.org/travel-carbon-footprint

9. Milewicz, J., Mokrzan, D., & Szymański, G. M. (2023). Environmental impact evaluation as a key element in ensuring sustainable development of rail transport. *Sustainability, 15*(13754). https://doi.org/10.3390/su151813754

10. Motorised transport: train, plane, road or boat — which is greenest? https://www.eea.europa.eu/highlights/motorised-transport-train-plane-road

11. Nicholls, M. (2014). *Climate change: Implications for tourism. Key findings from the Intergovernmental Panel on Climate Change Fifth Assessment Report*. European Climate Foundation & University of Cambridge Institute for Sustainability Leadership. Retrieved from https://www.cisl.cam.ac.uk/ipcc

12. PwC. (2023). Can hydrogen turn the rail industry green? *Financial Times*. Retrieved from https://pwc.ft.com

13. Roland Berger. (n.d.). The changing landscape of rail travel. Retrieved from https://www.rolandberger.com

14. UIC highlights rail's role in sustainable tourism and modal shift on World Tourism Day 2024 https://uic.org/com/enews/article/uic-highlights-rail-s-role-in-sustainable-tourism-and-modal-shift-on-world

15. Wu, C., Zhang, N., & Xu, L. (2021). Travelers on the railway: An economic growth model of the effects of railway transportation infrastructure on consumption and sustainable economic growth. *Sustainability, 13*(6863). https://doi.org/10.3390/su13126863