

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII
UNIVERSITATEA DIN PETROȘANI
ȘCOALA DOCTORALĂ
DOMENIUL DE DOCTORAT: MINE, PETROL ȘI GAZE

REZUMAT

TEZĂ de DOCTORAT

***CRITICITATEA RESURSELOR MINERALE
IMPLICATE ÎN TRANZIȚIA CĂTRE
ELECTROMOBILITATE***

Doctorand

Yannick Yvon Raymond HARREL

Conducător de doctorat

Prof univ.dr.ing Sorin Mihai RADU

PETROȘANI 2024

CONȚINUT

Mulțumiri

INTRODUCERE

I) O nouă eră pentru vehiculul electric

A) Geneza electromobilității

B) Apariția litiului în electromobilitate

C) Provocarea mineralogică europeană a litiului

II) Dubla tranziție a UE în industria autovehiculelor

A) Evoluția către automobile 3.0

B) Electromobilitatea într-un ecosistem cibernetic

C) Creșterea complexității aprovizionării industrial

III) Tranziția către electromobilitate prin intermediul a trei modele

A) China, avansarea în lanțul valoric industrial

B) Statele Unite ale Americii, abordarea nodală

C) Uniunea Europeană, hibridizarea înainte de trecerea la electromobilitate

IV) Modelarea matematică a impactului vehiculelor electrice asupra consumului de resurse minerale

A) Modelarea interacțiunii interdependenței dintre masă (greutate), capacitatea bateriei și autonomia vehiculelor electrice

B) Modelarea impactului creșterii numărului de vehicule electrice asupra resurselor metalice. (cupru, aluminiu)

C) Modelarea influenței factorului de hibridizare asupra masei și volumului sistemului de propulsie

CONCLUZII

Glosar de termeni

Portofoliul autorului

BIBLIOGRAFIE

Acest studiu se bazează pe texte oficiale, calcule de la diverse organizații recunoscute la nivel național și internațional, discuții cu alți cercetători și observații extrase din experiența mea profesională și din cercetările anterioare.

Scopul său este de a asigura eficacitatea rezilienței sectorului european al autovehiculelor în această tranziție către electromobilitate printr-o abordare sistemică. Scopul principal al tezei este de a **demonstra rolul critic al mineralelor în dubla tranziție – cea ecologică – legată preponderent de electrificarea transporturilor și cea de-a doua, legată de cea digitală – ambele susceptibile de a produce o criză substanțială în aprovizionarea cu minerale.**

Într-o primă parte, am studiat de ce electromobilitatea se află într-o fază de întinerire (I).

Într-o a doua parte, am demonstrat cum această dublă tranziție impune apariția automobilelor 3.0 (II).

În cea de-a treia parte, vom observa cum reacționează cele trei mari puteri industriale ale lumii auto la această nouă situație (III).

În partea a patra (IV) unele dintre afirmații și observații vor fi demonstrate prin modele matematice.

Electromobilitatea este o tranziție industrială inițiată în diferite moduri de mai mulți lideri politici și industriali. Această tranziție, care este de fapt dublă în Europa, deoarece intenționează să combine o schimbare către tranziția ecologică și tranziția digitală, necesită o sumă foarte mare de resurse financiare, tehnice și **mineralogice** și luarea în considerare a elementelor psihologice care pot accelera sau întârzia aplicarea programului.

Electromobilul se află la convergența celor două tranziții și servește admirabil drept martor pentru politica așteptată în următorii ani. În această cursă pentru electrificarea flotelor de vehicule, multe guverne și-au impus să respecte un calendar bazat pe considerente de mediu. De altfel, aceasta este o schimbare a puterii industriale auto de la Atlantic la Pacific.

Această tranziție a fost pregătită de mai mult timp în Asia, și mai ales în China și într-o măsură mai mică în Statele Unite, condusă de Tesla.

Deși hibridizarea este metoda preferată în Europa, producătorii industriali europeni sunt obligați pentru a supraviețui să se alieze, să fuzioneze, să se transforme sau să dispară.

Situația de policriză cu care se confruntă Uniunea Europeană de mai mulți ani a evidențiat fragilitatea rețelelor sale de aprovizionare, precum și slăbiciunea sa industrială, inclusiv sectorul minier pe care încearcă să îl modernizeze. O întrebare rămâne de pus, în ciuda tuturor lucrurilor: este înțelept să combinăm două tranziții simultane într-un moment în care febra diferitelor state membre este evidentă?

Industria autovehiculelor (înțeleasă în sens larg, și anume producători, producători de echipamente, subcontractanți, ateliere, societăți de servicii asociate și conexe etc.) este un demonstrator destul de convingător pentru a verifica dacă electromobilitatea la intersecția celor două tranziții prezintă provocări serioase.

Aceste provocări nu sunt insurmontabile, dar necesită un tribut mineralogic pentru obiectivul stabilit. Și, până când vor putea fi găsiți înlocuitori valoroși, multe elemente mineralogice vor continua să fie râvnite strategic. Electromobilul modern are nevoie acum de doi combustibili: electricitate și date. Și pentru a-i permite să funcționeze respectând în același timp aceste două cerințe, industria auto este forțată să efectueze o bulimie a resurselor mineralogice. Cu toate acestea, cu cât un produs fabricat este mai complex, cu atât este mai probabil ca acesta să fie afectat de vulnerabilități, materiale și imateriale.

Țările membre ale Uniunii Europene au o adevărată provocare de a păstra și îmbunătăți industria auto. Soluțiile menționate în dezvoltarea care au fost prezentate sunt pe termen mediu și lung, dar nu pun sub semnul întrebării politica generală: aceste soluții sunt o serie de adaptări luate a posteriori.

Cu toate acestea, ar exista tot interesul să se acorde prioritate celor două axe: prima fiind neutralitatea tehnologică; al doilea fiind sobrietatea tehnologică. Discursul oficial al autorităților europene este, mai presus de toate, provocator de anxietate și pornește de la un principiu negativ, și anume că vehiculul terestru este fundamental predispus la accidente și poluant prin natura sa. *"Deși mobilitatea aduce multe beneficii utilizatorilor săi, aceasta nu este lipsită de costuri pentru societatea noastră. Printre acestea se numără emisiile de gaze cu efect de seră, poluarea*

aerului, poluarea fonică și a apei, dar și accidentele rutiere, congestionarea traficului și pierderea biodiversității – toate acestea afectându-ne sănătatea și bunăstarea”.

Ei omit să precizeze că ingineria a făcut posibilă reducerea substanțială a costurilor, a pericolului și a poluării de la primele inițiative din anii 1950. Și mai jenant, nu există niciun audit cu privire la aceste nereguli prin combinarea tranziției energetice și a tranziției digitale în domeniul transporturilor. Beneficiile electromobilității sunt reale, dar au și o parte întunecată care nu trebuie ascunsă. Onestitatea științifică trebuie să demonstreze cu precizie că electromobilitatea generează beneficii și prejudicii. Această soluție este posibilă din punct de vedere tehnic, dar nu poate înlocui alte cercetări.

Aici este în joc neutralitatea tehnologică. Dacă Parlamentul European a forțat modelele complet electrice, în special cele alimentate cu baterii, a lăsat doar o mică fereastră pentru soluții alternative. Biocombustibilii și e-combustibilii se află într-o perioadă de probă până în 2026, ceea ce înseamnă că ar putea integra descărcarea UE pentru vehiculele autorizate pentru vânzare. Cu toate acestea, principiul este discutabil, deoarece se bazează pe un negativ a priori.

Adăugarea unei multitudini de dispozitive electronice și digitale dăunează, de asemenea, acestei tranziții, deoarece această tendință forțează vehiculul electric să utilizeze mai multe metale, îl îngreunează, îl complică și, în cele din urmă, îl expune la mai multe vulnerabilități.

Pentru că dacă în trecut exista o tendință reală din lumea competițiilor sportive și apoi a vehiculelor premium de a beneficia din ce în ce mai mult de ajutoare electronice și control digital, astăzi obligațiile legale au accentuat fenomenul pe termen lung.

În schimb, vehiculul necesită **și mai multe metale și aliaje pentru** a reduce această greutate excesivă. Decarbonizarea transporturilor va duce inexorabil la **metalizarea acestora, atât direct (electrificarea transporturilor), cât și indirect (producția și livrarea de energie).**

Sobrietatea tehnologică nu ar trebui impusă, dar nici nu ar trebui să fie restricționată. Pentru moment, inflația este cea care pune stăpânire pe cabinele noastre, iar succesul SUV-urilor este o consecință a acestei tendințe impuse.

Cursa tehnologică duce vehiculele noi într-o complexitate tehnologică admirabilă, dar în același timp supusă unui potențial crescut de risc la nivel mecanic, electronic și digital, precum și în furnizarea de **materiale considerate acum critice**.

Aceste artificii electronice și digitale sunt din ce în ce mai mult o chestiune de război tehnologic la distanță decât de satisfacere a nevoilor reale.

Iar electromobilitatea devine din ce în ce mai dependentă de acest fenomen în cadrul unei puternice presiuni tehnologice.

În plus, împodobirea electromobilului cu toate virtuțile l-ar putea expune în mod paradoxal la un efect invers, așa cum s-a întâmplat cu dieselul, favorizat anterior de autoritățile europene și de țările sale membre până în 2015. Dacă un electrogate pe modelul Dieselgate poate fi evitat, va fi prin înțelegerea și furnizarea de informații cu privire la avantajele și dezavantajele acestui mod de motorizare .

Din numeroasele texte europene studiate reiese că subiectul este mai mult de ordinul declamativ decât al unei abordări organizaționale raționale. *"Ecologizarea mobilității trebuie să fie noua licență pentru ca sectorul transporturilor să crească [...] printr-o infrastructură abundentă de reîncărcare și realimentare pentru vehiculele cu emisii zero și prin furnizarea de combustibili din surse regenerabile și cu emisii scăzute de dioxid de carbon. Digitalizarea va deveni un factor indispensabil pentru modernizarea întregului sistem, făcându-l mai fluid și mai eficient [...] menținând astfel poziția de lider a UE în producția și serviciile de echipamente de transport și îmbunătățind competitivitatea noastră globală prin lanțuri logistice eficiente și reziliente."*

Planurile strategice care au reușit în ultimii ani sunt motive de îngrijorare, deoarece au fost elaborate după ce s-a decis cu privire la dubla tranziție. Electromobilitatea este o consecință a acestei abordări a situației a posteriori. Electromobilitatea este o soluție care a fost, de la început, exclusivă față de oricare alta.

Este o tranziție care nu a fost proiectată cu sprijinul unui ecosistem, ci prin crearea unui ecosistem de la zero. Granturile și planurile de acțiune nu pot rezolva totul. În această tranziție către electromobilitate, actorii chinezi și americani se confruntă, de asemenea, cu dificultăți, dar au o piață internă dinamică, în care tranziția poate avea loc în etape, în timp ce în Europa este o tranziție monolitică, fără a ține seama de disparitățile naționale și regionale.

Chiar mai rău, concurenții americani și chinezi au un ecosistem solid și pletoric pentru partea digitală, în timp ce cel european este mai mic și se luptă să evite prădarea.

În China, guvernul joacă rolul dirijorului orchestrei; în Statele Unite, Tesla joacă rolul de locomotivă; În Europa, Comisia joacă rolul biciului.

Comisia Europeană a prezentat un proiect de text, *Legea privind materiile prime critice, la 16 martie 2023, apoi înregistrat în Jurnalul Oficial al Uniunii Europene la 3 mai 2024. [208]*

Acest text oficial reamintește importanța sectorului minier și propune consolidarea diferitelor etape ale lanțului valoric european al materiilor prime critice. Cu toate acestea, organismul european își reafirmă dorința de a lega cele două tranziții: *"Fără o aprovizionare sigură cu materii prime critice, Uniunea nu va fi în măsură să își îndeplinească obiectivul pentru un viitor verde și digital... Măsurile privind proiectele strategice se axează pe materiile prime strategice (MUR) pentru a se asigura că regulamentul include în domeniul său de aplicare materialele care sunt cele mai necesare pentru atingerea obiectivelor UE privind tranziția verde și cea digitală, precum și pentru creșterea rezilienței și a securității."*

Din păcate, nu se face nicio evaluare pe baza măsurărilor deja efectuate sau a potențialului de discrepanță. Această lipsă a unui bilanț este dăunătoare.

Datorită specificului industrial istoric al țărilor membre ale Uniunii Europene, tranziția către electromobilitate trebuie să fie o alegere bazată pe eficiență, durabilitate, viabilitate și acceptabilitate. Dar trebuie să rămână o alegere și nu o politică bazată pe constrângeri și rigiditate decizională. În caz contrar, nu va mai fi o soluție, ci o grabă cu capul înainte.