

PROIECTAREA UNUI SISTEM DE ANTRENARE ELECTRIC ÎN ANSAMBLUL FUZETĂ-BUTUC A AUTOVEHICULULUI

CONSTANTIN Mihaela¹, DOBROTĂ Cristina-Mihaela², LUNCAN Ionut-Flavius³ și
NEGOIȚĂ Razvan-Alexandru⁴

Conducător științific: Conf. Dr. Ing. **Bogdan-Felician ABAZA**
Prof. univ. Dr. Ing. **Marian GHEORGHE**
Conf. Dr. Ing. **Camelia STANCIU**

REZUMAT: Lucrarea aduce în atenție o problemă de actualitate și anume aceea a autovehiculelor, a indispensabilității și totodată a problemelor ce le ridică utilizarea intensă a acestuia, îndeosebi în mediul urban: poluarea și consumul ridicat de combustibil. În vederea dezvoltării unei soluții, se analizează stadiul actual al motoarelor electrice folosite în modul de transmitere al puterii autoturismului. De asemenea, se prospectează piața actuală și se analizează nevoia, studiu ce are la bază un chestionar adresat potențialilor clienți. Autorii urmăresc să dezvolte un sistem de antrenare electric în ansamblul fuzetă-butuc a autovehiculului. Scopul implementării unui astfel de sistem îl reprezintă reducerea emisiilor de noxe, dar mai ales reducerea cheltuielilor în vederea exploatarei automobilului.

1 INTRODUCERE

Un raport al Uniunii Europene [6] din 2012 cu privire la emisiile de gaze cu efect de seră în sectorul transportului, indică că un procent de 71,9% din emisii provine din sectorul rutier, restul provenind din celelalte tipuri de transport (maritim, aerian, etc.). La nivel macro, în privința sectoarelor, din transport provin 24,3% din emisiile de gaze cu efect de seră totale, aflat pe locul doi, după industria energetică (29,2%).

În actualul context, se urmărește remedierea acestor probleme prin definitivarea unor strategii și dezvoltarea unui transport durabil. În realitate, în București situația pare să se accentueze pe zi ce trece.

Autorii au plecat de la problema poluării, dar și a consumului mare de combustibil în mediul urban. Astfel, aceștia au analizat stadiul actual și au conceput o soluție tehnică ce implică poziționarea unui motor electric în ansamblul fuzetă-butuc.

2 STADIUL ACTUAL

Compania americană Protean a finalizat proiectul Protean Drive: motoare electrice plasate în roți, perfect funcționale și gata de producția în serie mare. Începând cu 2014, compania americano-chineză a demarat în China producția de serie a noilor motoare electrice plasate în roți.

Mai mult, în funcție de interesul marilor constructori auto, oficialii Protean Electric declară că sistemul poate fi ușor adaptat și pe mașinile actuale, cu limitările de rigoare impuse de dimensiunile motoarelor, care necesită jante între 18 și 24 inch.

Michelin anuța în urma cu cativa ani ca va pune motoare în fiecare roată, pentru un condus ecologic. Ca și în cazul Protean Drive, Michelin Active Wheels nu a fost un proiect bazat pe o idee nouă. Roțile dotate cu motoare electrice sunt de ceva timp în atenția producătorilor de mașini ecologice.

Pentru testare, Michelin a apelat la un mic Opel Agila, pe care l-a dotat pe față cu roțile sale și l-a rebotezat Heuliez Will.

3 ANALIZA NEVOII

Nevoia clientului de a reduce consumul de combustibil pe un autovehicul marca Dacia Logan motorizare 1.6 16V 105 CP, combustibil benzina. Consum actual, exprimat în l/100Km:

- Urban 11 %
- Extrarurban 7 %
- Mediu 9 %

1 Specializarea: Ingineria și Managementul Proiectelor Complexe, Facultatea IMST.

E-mail: constantinmihaela16@gmail.com

2 Specializarea: Ingineria și Managementul Proiectelor Complexe, Facultatea IMST.

E-mail: mcdobrota@gmail.com

3 Specializarea: Ingineria și Managementul Proiectelor Complexe, Facultatea IMST.

E-mail: luncan.flavius@yahoo.ro

4 Specializarea: Ingineria și Managementul Proiectelor Complexe, Facultatea IMST.

E-mail: alexnegoita@rocketmail.com

PROIECTAREA UNUI SISTEM DE ANTRENARE ELECTRIC ÎN ANSAMBLUL FUZETĂ-BUTUC A AUTOVEHICULULUI

Emisii noxe actuale in regim de functionare urban:

- Emisii CO2 170 g/Km.

Criteriu	Valoare
Consum combustibil [l/100Km]	50.00% mai mic fata de consumul urban actual; 5.5 l/100Km
Emisii CO2 [g/Km]	50.00% mai mic fata de emisiile actuale in regim urban; 85 g/Km

Tabelul 1. Nevoia exprimată

Nevoia clientului de a reduce cheltuieli in privinta mentenantei autovehiculului, in cazul nostru autoturism marca Dacia Logan cu o motorizare de 1.6 16V 105 CP, combustibil benzina.

In situatia actuala revizia autovehiculului se efectueaza la un nr de 20000 de Km sau un an de zile.

Vehiculul nu este echipat cu un sistem start and stop.

4 ANALIZA PIETEI

4.1. Descriere generală de încadrare a produsului

Echipamentul oferit are ca scop reducerea emisiilor de noxe, dar mai ales reducerea cheltuielilor in vederea exploatarii automobilului (autovehicule cu masa intre 1-2 tone).

4.2. Descriere generala a pietei tinta

Tinand cont de beneficiile oferite de acest sistem auxiliar de angrenare, acesta se adreseaza atat potentialilor beneficiar care utilizeaza automobilul in interes de serviciu (companii de curierat, taximeter, s.a.) cat si celor care petrec suficient de mult timp in automobilul personal incat sa simta nevoia de a reduce cheltuielile de alimentare cu combustibil.

Produsul a fost realizat in urma rezultatului la chestionarul:

- De ce? , Cine ? si Ce ?
- Datorita expansiunii urbane, nevoi de a detine un automobil personal sau nevoia de a extinde parcul auto al companiilor de prestari servicii (curierat, taximeter, service, depanare, s.a.) si de reducere a bugetului alocat in vederea utilizarii acestui bun.
- Cum ?
- Produsul nu necesita o instruire a beneficiarului pentru utilizarea acestuia.
- Dezavantaje

- Restrangerea spatiului datorat pachetului de acumulatori;
- Nevoia de a efectua intretinere si/sau reparatii la sediul unde s-a montat angrenajul;
- Scepticismul.

4.3. Concurenta actuala

Compania americană Protean a finalizat proiectul Protean Drive: motoare electrice plasate în roți, perfect funcționale și gata de producția în serie mare. Incepand cu 2014, compania americano-chineză a demarat în China producția de serie a noilor motoare electrice plasate în roți.



Figura 1 Motor Electric in roată Protean Electric [3]

Prin sistemul Protean Drive, americanii anunță performanțe de-a dreptul uimitoare: fiecare motor electric este capabil să dezvolte o putere maximă de 75 kW (100 CP).

În plus, designul optimizat al componentelor înseamnă o masă de numai 31 de kilograme pentru fiecare motor, iar recuperarea energiei la frânare poate ajunge chiar și la 85%, prin minimizarea pierderilor. Cei de la Protean Electric au realizat diverse vehicule demonstrative echipate cu Protean Drive, printre care un pick-up Ford F150 sau chiar un Brabus E-Class.

Michelin anuța in urma cu cativa ani ca va pune motoare în fiecare roată, pentru un condus ecologic. Ca si in cazul Protean Drive, Michelin Active Wheels nu a fost un proiect bazat pe o idee nouă. Roțile dotate cu motoare electrice sunt de ceva timp în atenția producătorilor de mașini ecologice. Michelin a reușit să iasă la înaintare cu un prim produs finit și a încercat să-l popularizeze cu ajutorul celor de la Opel. Cu motorul cântărind 7 kg, fiecare roată ajunge la o greutate de 43 kg.



Figura 2. Michelin Active Wheel [4]

Pentru testare, Michelin a apelat la un mic Opel Agila, pe care l-a dotat pe față cu roțile sale și l-a rebotezat Heuliez Will.



Figura 3. Heuliez Will - un Opel Agila cu doua roti electrice [5]

Inițial, Michelin a lansat împreună cu Opel modelul Heuliez Will în 2010 pentru uz oficial, urmând ca el să fie disponibil publicului larg contra unei sume de 20-25.000 €. Deși nu era chiar ieftină, mașina electrică de la Michelin avea un preț relativ accesibil, ținând cont că sunt eliminate din start costurile pentru combustibil.

4.4. Chestionar de marketing

În vederea studierii tipului de autoturism pe care potentialii clienți îl detin și determinarea măsurii în care aceștia ar fi dispusi să achiziționeze un sistem auxiliar ce permite reducerea consumului de combustibil și a poluării, s-a luat în considerare interogarea unui număr de 100 de respondenți. Orientativ, s-a dorit cunoașterea bugetului pe care persoanele respective ar fi dispuse să îl aloce pentru cumpărarea unui astfel de sistem.

Ca instrument, autorii au folosit chestionarul. Acesta a fost lansat în Google Drive și a avut un număr de 100 de respondenți. Esanționul ales a inclus doar persoane ce conduc în mediul urban un autoturism propriu sau al companiei pentru care lucrează, parcurgând în medie mai mult de 700 km/săptămână. Autorii consideră că esanționul ales este unul reprezentativ.

În privința obținerii unei soluții tehnice care să satisfacă cât mai bine nevoile potențialilor conducători auto, s-a dorit obținerea unor informații referitoare la autoturism: combustibilul utilizat, capacitatea cilindrică ș.a. Referitor la transmisia puterii, răspunsurile au indicat că 79% din respondenți au tracțiunea pe puntea din față. În ceea ce privește consumul de combustibil al respondenților în mediul urban s-a ales o întrebare de tip deschis. În urma calculelor, autorii au ajuns la concluzia că consumul mediu urban este de 10,57%. Întrebarea referitoare la atitudinea față de mediul înconjurător și poluare ne-a arătat că oamenii constientizează situația actuală. Astfel, 93% din respondenți au afirmat că le pasă de mediul înconjurător și doar 7% și-au exprimat dezinteresul față de acești factori.

(100 responses)

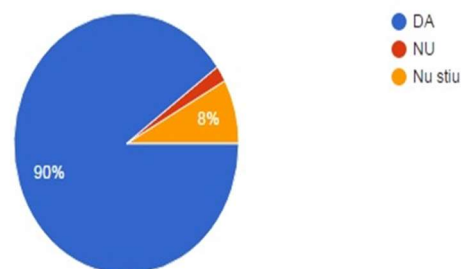


Figura 4. Reprezentarea grafică a interesului acordat de client achiziționarii unui sistem

În ceea ce privește disponibilitatea respondenților pentru a achiziționa un sistem ce are în vedere reducerea consumului de combustibil și a emisiilor, datele au indicat faptul că respondenții ar dori să aibă un astfel de sistem în proporție de 90%. Referitor la bugetul pe care aceștia ar fi dispusi să îl aloce în vederea achiziționării unui sistem auxiliar, s-a constatat că bugetul mediu alocat de respondenți este 688.4 Euro.

5 SEGMENTAREA PIETEI ȘI ALEGEREA SEGMENTULUI TINTA

Inițial, Michelin a lansat împreună cu Opel modelul Heuliez Will în 2010 pentru uz oficial, urmând ca el să fie disponibil publicului larg contra unei sume de 20-25.000 €. Deși nu era chiar ieftină, mașina electrică de la Michelin avea un preț relativ accesibil, ținând cont că sunt eliminate din start costurile pentru combustibil.

PROIECTAREA UNUI SISTEM DE ANTRENARE ELECTRIC ÎN ANSAMBLUL FUZETĂ-BUTUC A AUTOVEHICULULUI

5.1. Segmentarea pietei

Segmente posibile:

- Soferi de taxi;
- Transport in comun;
- Autoturismele proprii;
- Firme de curierat.

5.2. Criterii de comparare a segmentelor:

- Geografice;
Cu precadere in metropolele cu trafic greu.
- Demografice;
Catre persoanele cu un venit anual mai mic, care isi doresc sa reduca consumul masinii in regim de oras.
- Comportamentale.
In orasele mari ar fi foarte utilizat produsul nostru de catre persoanele care vor sa nu mai consume atat de mult in trafic si vor sa reduca noxele.

5.3. Alegerea segmentului tinta

In urma analizei multicriteriale, am ajuns la concluzia ca segmentul nostru tinta este a celor cu autoturisme proprii.

6 ANALIZA MULTICRITERIALĂ

Solutii posibile:	Autoturisme proprii
	Soferi de taxi
	Transport in comun
	Firme de curierat

Tabel 2. Clienti tinta

Criterii de evaluare	Geografice
	Demografice
	Buget

Tabel 3. Criterii de evaluare

6.1. PONDEREA FIECARUI CRITERIU

Importanta	Geografice	Demografice	Buget	Public tinta (segmente)	Pondere
Geografice	0.5	0.5	0	0	0.875
Demografice	0.5	0.5	0.5	0.5	1.286
Buget	1	1	0.5	0	1.800
Public tinta (segmente)	1	0.5	1	0.5	2.750

Tabel 4. Ponderea fiecarui criteriu

Nota fiecarei solutii, conform fiecarui criteriu (nota de importanta). $N = 1 - 10$ (10 = cel mai important, cel mai bine pentru noi)

Nota x Pondere	Autoturisme proprii	Soferi de taxi	Transport in comun	Firme de curierat
Geografice	1.75	5.25	7.00	6.13
Demografice	12.86	6.43	10.29	5.14
Buget	18.00	10.80	16.20	16.20
Public tinta (segmente)	24.75	19.25	22.00	22.00
SUMA	57.36	41.73	55.49	49.47

Tabel 5. Nota de importanta

7 CLIENT TINTA. AVANTAJ CONCURENTIAL

7.1. Medii de marketing

Mediul extern

Administratia publica

Furnizorii

Clientii (cu precadere cei cu autoturisme proprii)

Concurentii (PROTEAN)

Mediul intern

Resursele umane

Resursele financiare

7.2. Client tinta: profil + valoare perceputa+avantaj concurential (ce aduce nou produsul vostru fata de ce ofera concurenta).

Clientii nostrii tinta sunt cei cu autoturisme proprii. Avantajul cel mai mare fata de concurenta il reprezinta costurile mici de aplicare a sistemului si posibilitatea punerii a acestuia pe autoturismul propriu fara a se crea o noua linie de productie, ceea ce ar aduce costuri si mai mari.

7.3. ANALIZA SWOT

Puncte Tari	Puncte Slabe
<ul style="list-style-type: none"> • Costuri mici de productie • Reducerea consumului • Reducerea noxelor • Oferim mentenanta 	<ul style="list-style-type: none"> • Resurse mici financiare
Oportunitati	Amenintari
<ul style="list-style-type: none"> • Dezvoltare profesionala • Tendinta oamenilor spre protejarea mediului si scaderea noxelor 	<ul style="list-style-type: none"> • Concurenta • Scepticismul oamenilor

Tabel 6. Analiza SWOT

8 SOLUTIA TEHNICA

8.1. Introducere

Conform anilizei de piata in segmental transporturilor si a solicitarilor din partea respondentilor cu privire la descoperirea unei alternative pentru reducerea consumului de combustibil, propunerea ar fi de concepere si dezvoltare a unui motor electric.

In principal, abordarea acestei solutii constructive are la baza capacitatea motorului electric de a oferi un randament mai bun fata de cel termic, indiferent cat de evoluat si avansat din punct de vedere tehnologic ar fi acesta.

Pentru a avea posibilitatea si de a profita cat mai mult de acest randament oferit de sistemul de antrenare electric, Solutia cea mai eficienta este de a monta dispune ansamblu motric cat mai aproape de calea de reluare pentru a reduce posibilele pierderi de energie printr-un lant cinematic. Astfel, propunerea este de a monta un motor electric fix in roata autovehiculului, mai exact, in tamburul acestuia.

8.2 Componente afectate

Avand in vedere autovehiculul pe care s-a efectuat studiul pentru acest sistem, mai jos avem enumerate in tabelul principalele si sisteme si componente afectate.

componenta afectata	zona afectata				
	sistemul de franaare	sistemul de rulare	sistemul de angrenare a componentelor anexe a motorului	instalata electrica hublucide motor	punte spate
tambur de franaare	rulment	suport alternator	cablu alternator	suport prindere saboti	
discuri protectoare	fuzeta	curia accesorii	cablu panta a acumulatori		
saboti de franaare			cablu panta a acumulatori		
meccanismi actiunare frana de parcare			cablu panta frana		
cilindru necesari					
conducta alimentare lichid frana					
componenta necesar	tambur de franaare	rulment	suport pentru acomodarea noului alternator	cablu alternator si catre pachetul de acumulatori	adaugare suport prindere saboti
saboti de franaare	fuzeta	curia accesorii	cablu alimentare motor electric de la acumulatori		
conducta alimentare lichid frana	magneti permanenti	rola ghida	cablu input/output unitate de comanda		
cablu frana de parcare	tele (stator)				

Tabelul 8. Lista componentelor necesare

Dupa recunesterea acestor componente se poate demara mai departe la efectuarea unui bilant informativ a acestor materiale cu scopul de a observa fezabilitatea economica a acestei solutii. Mai jos se poate observa bilantul componentelor mecanica ce impacteaza zona de rulare a autovehiculului, mai exact motorul electric si componentele din jurul acestuia.

Nr. Crt.	Componenta	Clasa	Pret estimativ in lei
1	Tambur	Carry Over	130
2	Taler	Carry Over	40
3	Fuzeta	Carry Over	80
4	Rulment	Carry Over	60
5	Saboti	New Part	180
6	Suport Saboti	New Part	250
7	Suport Stator	New Part	200
8	Stator	New Part	400
9	Rotor	New Part	600
Total			1940

Tabelul 9. Bilantul componentelor necesare

Campul "Clasa" din tabelul de mai sus, evidentiaza carcterul cu privire la transversabilitatea componentei in cauza, daca se poate refolosi sau este necesara inlocuirea acesteia

8.3 Zone principal impactate

Sistemul propus ca alternativa la reducerea consumului de carburant impacteaza trei zone principale in autovehiculul pe care urmeaza a fi asamblat. Aceasta sunt:

- Spatiul de depozitare din portabagajul autovehiculului (fig. 5, fig. 6).



Figura 5. Spatiul de stocare roata de rezerva

Avand in vedere modul de propulsive, acesta fiind electric, este necesar de a dezvolta in parallel cu acesta un sistem de

PROIECTAREA UNUI SISTEM DE ANTRENARE ELECTRIC ÎN ANSAMBLUL FUZETĂ-BUTUC A AUTOVEHICULULUI

inmagazinare/distribuire a energiei electrice, necesar pentru punerea in functiune a motorului electric.



Figura 6. Portbagaj Dacia Logan

O solutie de pozitionare a acestui pachet de acumulatori ar fi in suportul dedicat pentru roata de rezerva, acesta oferind un volum de aproximativ 80 de litri. In cazul in care autovehiculul destinat se prezinta cu sistem de alimentare GPL, portbagajul este suficient de generos pentru a putea permite repositionarea bateriilor, oferind un volum total de 510 litri.



Figura 7. Compartimentul motor Dacia Logan

Pachetul de acumulatori, la randul lor, au nevoie de o sursa de energie electrica pentru a o distribui mai departe catre motorul electric si de a retine aceasta energie. Sistemul de energie recuperative dezvoltat de catre ansamblul electric din roata nu este suficient, astfel, pentru a suplinii aceasta sursa de energie se va monta in compartimentul motor un generator de current electric antrenat mecanic de catre motorul termic al autovehiculului.



Figura 8. Ansamblu roata dreapta spate Dacia Logan

Aceasta zona a autovehiculului va gazdui pe langa motorul electric aflat in ansamblul rotii si cablajele pentru alimentarea acestuia dar si legatura de comunicare intre motor si unitatea de comanda a sistemului de antrenare electrica.

8.4 Modelarea si dimensionarea grafica a motorului electric

Urmatoarea etapa in dezvoltarea acestui sistem este de a stabili, din punct de vedere spatial/geometric, compatibilitatea si tot odata incadrarea motorului electric in zona dorita. In figura de mai jos se poate observa ansamblul explodat al principalelor component (piesele reprezentate in culoarea rosie sunt componentele afectate si necesita inlocuire sau, dupa caz, mici modificari), cat si conceptual de baza.

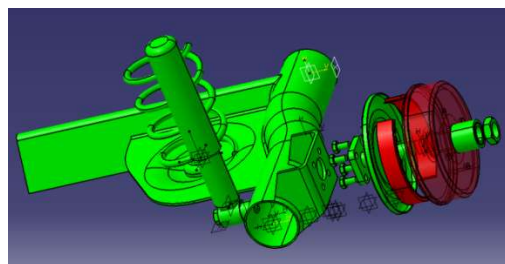


Figura 9. Desen ansamblu explodat existent pe autovehicul

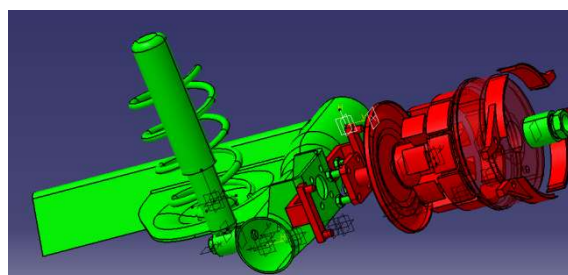


Figura 10. Desen ansamblu explodat dupa modificare pe autovehicul

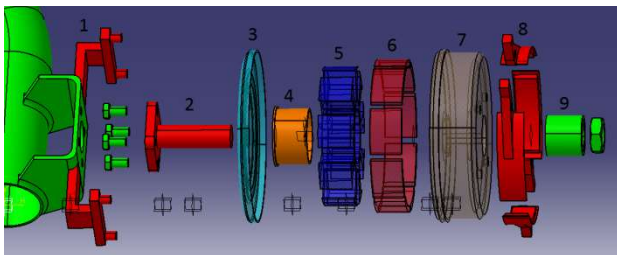


Figura 11. Componente existente dupa modificare

Enumerarea componentelor, fig. 11:

1. Suport saboti frana
2. Fuzeta
3. Taler
4. Suport stator
5. Stator
6. Rotor/magneti
7. Tambur frana
8. Saboti frana
9. Rulment

In functie de dimensiunile geometrice oferite de ansamblu rotii existent pe autovehicul, a rezultat gabaritul de incadrare a motorului electric.

Dupa realizarea tabelului in care avem descris gabaritul geometric al acestui motor, cautam variante constructive existente compatibil dimensional cu cerea rezultat, in acest caz criteriile principale fiind diametru si grosimea ansamblului.

	Diametru	Grosime	Nr. Poli
Stator	150	35	9
Rotor	165	40	9

Figura 12. Dimensiunile motorului electric

9 CONCLUZII

Aceasta lucrare are informativ urmand a dezvolta principiu de functionare a solutii tehnice constructive pentru stadiu de prototipare.

In prezenta in aceasta lucrare s-au abordat urmatoarele:

- Cercetarea de piata pentru depistarea unei nevoi;
- Cererea adresata de catre piata in privinta reducerii costurilor exploatarei autoturismelor in regim urban
- Dezvoltarea ideilor cu privire la aceasta cerere
- Alegerea unei idei realizabile
- Analiza concurentei existente pe piata
- Analiza SWOT al sistemului de antrenare auxiliara
- Chestionarea unor respondent cu privire la achizitionarea unui astfel de sistem
- Stabilirea unei pietete tinta

-Dezvoltarea principiului tehnic de baza a sistemului

-Indicarea zonelor impactate si a componentelor afectate

-Dimensionarea din punct de vedere geometric al motorului electric din roata

Urmand a fi dezbatute urmatoarele etape:

-Dimensionarea motorului electric

-Performantele necesare motorului electric

-Dimensionarea pachetului de acumulatori

-Stabilirea tipului de acumulatori

-Dimensionarea generatorului de current electric auxiliary

-Stabilirea amplasamentului generatorului auxiliary in compartimentul motorului

-Dimensionarea cablajului de alimentare si comunicare a sistemului de angrenare electric

-Amplasarea unitatii de comanda si a invertorului

-Dimensionarea invertorului de current electric

-Dezvoltarea software a invertorului si a unitatii de comanda

-Calibrare Software

-Validare Software

10 BIBLIOGRAFIE

[1] *Motoare electrice pas cu pas*, Kelemen Arpad, Crivii Mircea, Editura Tehnică.

[2] *Wheel Hub Motor Paperback*, disponibil online în link-ul: <http://www.amazon.in/Wheel-Hub-Motor-Russell-Jesse/dp/5514428184>.

[3] *Motorul roată de la Protean Electric*, disponibil la: <http://ecology.md/md/page/motorul-roata-de-la-protean-electric-motoarele-pe-benzina-nu-mai-sunt-necesare-video>.

[4] *Michelin active wheel*, disponibil online in link-ul: http://www.greencarreports.com/news/1022134_michelins-active-wheel-electric-motor-system-begins-trials-inhttp://www.greencarreports.com/news/1022134_michelins-active-wheel-electric-motor-system-begins-trials-in-reault-kangoos-reault-kangoos

[5] *Heuliez will*, disponibil online in link-ul: <http://www.auto-motor-und-sport.de/news/heuliez-will-elektroauto-mit-radnaben-motor-von-michelin-989931.html>

[6] European Commision, *Reducing emissions from transport* http://ec.europa.eu/clima/policies/transport/index_en.htm

[7] *Fabricarea Produselor*, notițe de curs, Prof. univ. Dr. Ing. Marian GHEORGHE;

[8] *Managementul Proiectelor*, notițe de curs, Conf. Dr. Ing. Bogdan-Felician ABAZA;

[9] Dezvoltarea de produse și servicii inovative, Șef. lucr. dr. ing. Camelia STANCIU.