

# TRANZIȚIA ȘI ANALIZA RANDAMENTELOR ENERGETICE

**Autori: Mihai Seremet <sup>1</sup>**

mihail.seremett@gmail.com

**Coordonator: Șef lucr.univ.dr.ing.ec. NICOLA Aurelian <sup>3</sup>**

<sup>1</sup> *Universitatea din Petroșani, Facultatea de Inginerie Mecanică și Electrică, specializarea: Sisteme de Transport pentru Industrie, Turism și Servicii, anul 2*

<sup>3</sup> *Universitatea din Petroșani, Facultatea de Inginerie Mecanică și Electrică, Departamentul: Inginerie Mecanică, Industrială și Transporturi*

## Rezumat

Țările în curs de dezvoltare se confruntă cu cea mai mare rată de creștere a consumului de energie pentru transporturi. Deoarece vehiculele joacă un rol substanțial în societatea umană, este esențial să se investigheze eficiența energetică a vehiculelor pentru a face față problemelor de gestionare a energiei. Pentru a înțelege eficiența energetică a vehiculului și a compara eficiența diferitelor modele de vehicule, ar trebui recunoscută eficiența WTW.

Examinarea WTW a fost aplicată pe scară largă pentru a evalua consumul de energie al vehiculului. WTW se referă la eficiența lanțului energetic al vehiculelor „de la leagăn la mormânt” sau “de la sursă(de energie) la finalitate”. Scopul acestei analize este de a compara eficiența WTW a vehiculelor convenționale cu combustie internă (benzină, motorină și gaz natural) cu vehiculele electrice. Eficiența WTW a mașinii electrice indică faptul că utilizarea optimă a centralelor electrice combinate cu gaz natural va îmbunătăți eficiența generală a mașinilor electrice.

## Cuvinte cheie

*Eficiența electrică, eficiența cinetică, performanța energetică*

### 1. Introducere

Transportul este unul dintre sectoarele mari consumatoare de energie din lume și contribuie cu până la 27% din cererea globală de energie primară. Astfel, sectorul transporturilor contribuie în mod semnificativ la emisiile de GES ale Pământului, care este principalul motor al schimbărilor climatice. În plus, creșterea dramatică a sectoarelor de transport are ca rezultat creșterea poluării aerului și are efecte negative asupra sănătății umane și a economiei. Îmbunătățirea eficienței energetice în diferitele sectoare agregate consumatoare de energie joacă un rol vital în controlul cererii de energie, precum și restricționarea impactului negativ asupra mediului.

### 2. Eficiența energetică

În acest domeniu al transporturilor folosim metode de evaluare a eficienței energetice și printre cele mai cunoscute sunt: metoda WTW și metoda TTW.

**Metoda WTW**- (well to wheel) reprezintă eficiența conversiei de la sursa primară până la roată. Această metodă oferă cel mai complet și mai precis mod de a măsura consumul de energie și emisiile de gaze cu efect de seră. Aceasta ia în considerare consumul total de energie și emisiile de gaze cu efect de seră de-a lungul întregului ciclu de viață al unei surse de energie.

**Metoda TTW** - (tank to wheel) eficiența conversiei combustibilului în energie cinetică, Emisiile "de la puț la roată" evaluează emisiile de gaze cu efect de seră generate de-a lungul întregului ciclu de viață al unui combustibil. Termenul "de la rezervor la roată" este un subansamblu al termenului "de la sondă la roată", care se concentrează exclusiv pe emisiile unei surse de energie în timpul funcționării. Acestea sunt emisiile de la țeava de eșapament, care au fost cândva piatra de temelie a reglementărilor și evaluărilor, dar care nu mai pot spune întreaga poveste a emisiilor.

Rezultatele indică faptul că randamentul acționarii electrice (47,06%) este de trei ori mai mare decât la motoarele cu combustibil lichid (15,32%). Această cercetare a motivat o evaluare cuprinzătoare a lanțului energetic general pentru a obține o estimare exactă a performanței energetice. Examinarea eficienței energetice a vehiculelor electrice, a emisiilor de CO<sub>2</sub> și a costurilor, luând în considerare impactul EV asupra necesității de energie electrică și stabilitatea rețelei electrice a arătat semnificația includerii tuturor proceselor lanțului energetic (WTW) în evaluarea performanțelor vehiculelor electrice.

Modelul de simulare a folosit o cale protoplasmatică pentru a analiza performanța energetică a vehiculelor diesel și electrice. Rezultatele arată că vehiculele electrice au mai mult potențial atunci când vine vorba de economisirea energiei. În această analiză, se compară eficiența energetică generală a mașinilor care folosesc MCI și un vehicul electric alimentat de tipuri variate de centrale electrice, inclusiv gaz, cărbune și motorină. Evaluarea se efectuează conform metodologiei de eficiență WTW.

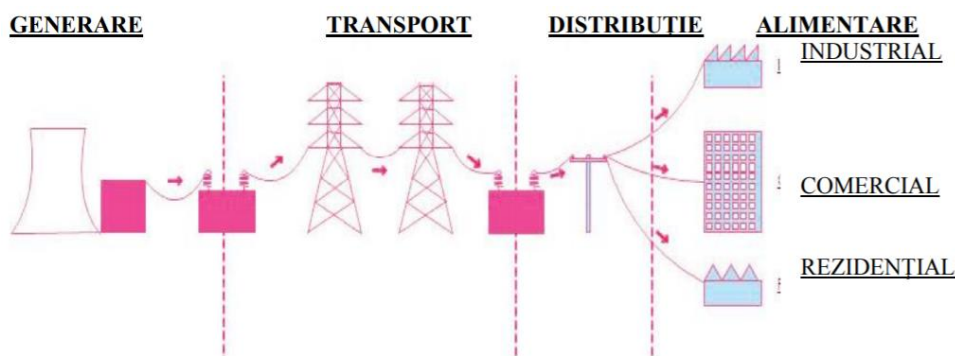


Fig. 18. Lanțul de transmisie a energiei electrice de la producător la consumator

Figura 1 ilustrează circuitul de energie electrică de la centralele de producție (termice, nucleare, hidro sau eoliene, etc.) prin intermediul lanțului de transmisie până la stațiile locale și în cele din urmă în cablurile care conectează casele noastre, fabricile, locurile de muncă și VE.

### 3. Metodologie

Pentru a putea calcula eficiența energetică globală, eficiența fiecărei conversii sau transmisii de energie a fost determinată în primul pas, apoi toate eficiențele obținute din etapa anterioară au fost multiplicare pentru a găsi eficiența energetică globală. O componentă individuală cu un rating de eficiență scăzut are un efect multiplicativ asupra restului sistemului și a eficienței generale. Metoda noastră de abordare a analizei eficienței globale (WTW) este descompunerea acesteia în eficiența puterii la eficiența rezervorului și a eficienței rezervorului la roată. Eficiența tuturor componentelor individuale este multiplicată împreună pentru a găsi eficiența generală.

Eficiența rezervorului la roată  $\eta_{TTW}$  este definită ca urmărirea etapei următoare pentru combustibili lichizi, compresoare de gaze naturale și electricitate:

$$\eta_{\text{Combustibil lichid}} = \eta_{\text{Extracție țiței}} \cdot \eta_{\text{Conversia combustibilului}} \cdot \eta_{\text{Distribuție}} \quad (1)$$

$$\eta_{\text{Compresor gaz natural}} = \eta_{\text{Extracție gaz}} \cdot \eta_{\text{Conversia combustibilului}} \cdot \eta_{\text{Compresor}} \quad (2)$$

$$\eta_{\text{Electricitate}} = \eta_{\text{Extracție resurse}} \cdot \eta_{\text{Uzina}} \cdot \eta_{\text{T\&D}} \cdot \eta_{\text{Încărcare}} \quad (3)$$

Unde:

$\eta_{\text{Extracție țiței}}$  - Extracția țițeiului – randamentul procesului extractiv

$\eta_{\text{Extracție gaz}}$  - Extracția gazelor naturale – randamentul procesului extractiv

$\eta_{\text{Conversia combustibilului}}$  - Eficiența conversiei combustibilului rafinării de țiței;

$\eta_{\text{Distribuție}}$  - Transportul combustibilului la stația de petrol;

$\eta_{\text{Compresor}}$  - Eficiența compresorului/compresoarelor de gaze naturale la stația de alimentare;

$\eta_{\text{Electricitate}}$  - Eficiența centralelor electrice de generare a energiei electrice;

$\eta_{\text{T\&D}}$  - Eficiența transportului și distribuției rețelei electrice;

$\eta_{\text{Încărcare}}$  - Eficiența de încărcare a transferului de energie electrică la EV în stație.

Eficiența rezervorului la roată  $\eta_{TTW}$  a vehiculelor cu ardere internă, a vehiculelor cu compresor de gaze naturale și a vehiculelor electrice sunt definite pe baza literaturii și a datelor producătorului. În plus, eficiența generală a fost estimată folosind surse de energie regenerabile pentru a încărca EV. Pentru principalele surse de energie regenerabilă (eoliană și solară), calculele globale ale eficienței vor presupune următoarele; pentru energie solară, numai pierderile de la inverter și încărcător dacă PV este instalat lângă clădire (sisteme PV de acoperiș). În cazul parcului fotovoltaic sau eolian, acesta va presupune că pierderile din liniile de transport pentru energie electrică provin de la ferme care sunt situate departe de stația de încărcare.

### 4. Eficiența extracției, prelucrării și distribuției

Lanțul energetic începe prin extragerea țițeiului, transformându-l într-o fabrică -rafinărie, și apoi distribuindu-l către serviciul dorit, cum ar fi o centrală electrică sau o stație de benzină. Eficiența fiecărei etape a acestui proces este detaliată în tabelul 1. Media eficienței fiecărei etape a fost luată pentru a determina eficiența TTW (tank to wheel).

Combustibil	Extracție	Procesare	Distribuție
Gaz natural	96-99%	96-99%	96-98%
Carbune	97%	97%	98%
Benzina	95%	88%	99%
Diesel	93%	95%	99%

Tabelul 1. Extracția energetică primară, prelucrarea și distribuția

## 5. Eficiența centralei electrice

Majoritatea centralelor electrice depind de cărbune și gaze naturale ca stoc de combustibil pentru a genera electricitate. Centrala electrică pe bază de cărbune și pe bază de gaz natural reprezintă aproape 40% și, respectiv, 20% din producția mondială de energie electrică. Gazul natural este considerat un combustibil fosil eficient pentru a genera electricitate, cu o eficiență de aproximativ 34% în turbina cu ciclu simplu, și până la 50,1% în instalația de ciclu combinat. Comparativ, centralele electrice pe bază de cărbune oferă o eficiență globală cuprinsă între 32 și 42%. Centralele electrice diesel, motoare industriale cu capacitate ridicată, au o eficiență de la 35% la 42%, după cum se arată în tabelul 2.

Centrala are o importanță semnificativă în determinarea eficienței vehiculelor electrice; electricitatea fiind principala sursă de energie a unui vehicul electric. Pentru aceasta, performanța centralei electrice pe combustibili fosili a fost revizuită intens și este rezumată în Tabelul 2. În această cercetare, au fost utilizate intervalele de eficiență prezentate în tabelul 2, luând în considerare faptul că o parte din energia utilizată provine din interiorul centralei electrice .

Tipul de combustibil	Tehnologie	Randamente în literatură de specialitate	Marja de randament
Gaz natural	Turbine in ciclu simplu Ciclu combinat	34%	34-50%
		50%	
		34%	
		47%	
Carbune		34%	32-42%
		32%	
		42%	
Generatoare diesel		40%	32-40%
		32%	

Tabelul 2. Eficiența centralei electrice

Gazul natural este alimentat direct într-o stație de alimentare în faza de comprimare. Eficiența compresorului se bazează pe presupunerea că o stație de alimentare are între 91% și 97% . În această analiză, eficiența compresorului a fost presupusă a fi de 94%. Generarea de energie electrică din surse regenerabile de energie are avantajul că este lipsită de pierderi de energie până când ajunge la inverter datorită faptului că este extrasă din surse total gratuite. Eficiența invertoarelor fotovoltaice și eoliene variază de la 90% la 95% .

### *Eficiența rețelelor electrice și a stațiilor de încărcare*

Electricitatea generată la centrala electrică se transferă și se distribuie prin rețeaua electrică pentru a ajunge la stația de încărcare. Încărcătorul unei stații de încărcare este utilizat pentru a furniza energie electrică la EV. S-a constatat că eficiența rețelei electrice a fost de 92% iar eficiența de încărcare de 95%.

## 6. Eficiența “rezervorului vehiculului la roată” (TTW)

Pentru a determina eficiența TTW a vehiculelor electrice, fiecare componentă EV ar trebui analizată.

### ***Metode de alimentare cu energie electrică a vehiculelor electrice***

Standardizarea joacă un rol cheie în dezvoltarea și implementarea tehnologiei în societate, oferind o bază indispensabilă pentru penetrarea pe piață la scară largă și acceptarea/ conștientizarea din partea utilizatorilor.

Tabelul 3 arată eficiența componentelor VE. Eficiența TTW a VE este luată într-un interval care variază de la 50% la 80% pe baza valorilor componentelor VE găsite în literatura revizuită.

<b>Componenta VE</b>	<b>Randamente în literatură de specialitate</b>	<b>Marja de randament</b>
Convertor AC/DC	96% 90%	90-96 %
Incarcare baterie	96% 95% 99% 90%	90-99 %
Consum baterie	95% 96% 93% 98%	93-98 %
Convertor DC/AC	96% 97% 98%	96-98 %
Motorul electric	90% 92% 95% 81% 89%	81-95 %
Generatorul electric	85% 92% 95% 82%	82-95%
Transmisia mecanica	98% 97% 89%	89-98%

Tabelul 3. Randamentul componentelor electrice a VE

Eficiența TTW a VMCI depinde de diverși factori precum viteza, condițiile de încărcare, greutatea vehiculului, comportamentul șoferului și condițiile de drum. Eficiența TTW a VMCI e constatată la un interval de 14-33% pentru VMCI pe benzină, 28-42% pentru VMCI diesel și 14 - 26% pentru NGCV [39]. Un consum mai mare de energie are ca rezultat emisii mai mari, mai ales dacă energia irosită este mare, acestea va avea ca rezultat impact mai mare asupra mediului, din cauza cantității mai mari de emisii. În conformitate cu standardele, sunt definite patru moduri de încărcare a VE:

modul 1, încărcarea la o priză obișnuită fără a se utiliza vreun dispozitiv de protecție sau control (nu este recomandată utilizarea acestui mod de încărcare);

modul 2, încărcarea la o priză obișnuită dar utilizând un cablu echipat cu dispozitiv de protecție și control;

modul 3, încărcarea la un echipament dedicat încărcării VE (stație de încărcare) prevăzut cu funcții de protecție și control, de asemenea, puterea de încărcare (la tensiune alternativă) este determinată de comunicarea dintre stația de încărcare și vehicul;

modul 4, permite încărcare accelerată cu tehnologie specială de încărcare, precum încărcarea la tensiune continuă. Toate funcțiile necesare de control și protecție sunt incluse în infrastructura instalată. Conversia de la tensiune alternativă la tensiune continuă are loc în stația de încărcare.

Măsurătorile efectelor gazelor de seră ale diferitelor activități umane sunt semnificative în stabilirea unor strategii eficiente de atenuare a schimbărilor climatice. Efectele de seră ale combustibililor fosili arși implică emisiile de ardere și toate emisiile provenite din lanțul de producție a combustibilului până la ardere. Este vital să poată fi evaluată întreaga influență a acestor emisii diferite și să se prezinte rezultatele într-un mod incluziv chiar și pentru biocombustibili.

Promovarea unui consum mai mic de energie și utilizarea unui tip de mașină mai eficiente pot fi puse în aplicare de mai multe agenții, corporații, organizații non-profit sau alte grupuri și instituții care vizează îmbunătățirea calității mediului.

Forțele publice relevante care cauzează schimbări de mediu: în primul rând; știință și tehnologie, în al doilea rând; guvernarea, apoi piețe și economie și, în cele din urmă, comportamentul public, care este util analitic pentru a începe dezvoltarea viitoarelor strategii.

## 7. Concluzii preliminare

Având în vedere defalcarea eficienței WTW, eficiența rezervorului la roată a VMCI lichid (benzină și motorină) și VGNC determină următoarea ecuație. (1) și respectiv (2). Valorile medii ale eficienței combustibilului de extracție, rafinare și distribuție au fost luate așa cum se arată în tabelul 1. Pentru cazurile de benzină și motorină, așa cum se arată în fig. 4 și respectiv în fig. 5, combustibilul lichid derivat din stația de petrol este apoi pompat la vehiculul.

Prin urmare, eficiența totală WTW a VMCI pe benzină variază între 11-27% și VMCI diesel variază între 25% și 37%. În cazul CNGV, gazul natural este comprimat printr-un compresor și apoi alimentat la vehicul. Procesul general este prezentat în Fig. 5. Eficiența VGNC WTW se găsește între 12% și 22%. Pentru vehiculele electrice, combustibilul este extras și procesat și apoi furnizat centralei electrice. Eficiența generării de energie electrică a centralei depinde de tipurile de combustibil alimentat și de tehnologie.

Electricitatea a ajuns la VE după ce a fost transferată de rețeaua de distribuție și stația de încărcare.

Eficiența WTW a VE descrisă și explicată în Fig. 7.

Eficiența centralei electrice are o consecință semnificativă asupra eficienței WTW. VE alimentat de o centrală electrică pe gaz natural prezintă cea mai mare eficiență WTW, care variază de la 13% la 31%, în timp ce VE furnizat de centralele termice pe cărbune și diesel au aproximativ aceeași eficiență WTW, între 13% și 27% și respectiv 12% până la 25%.

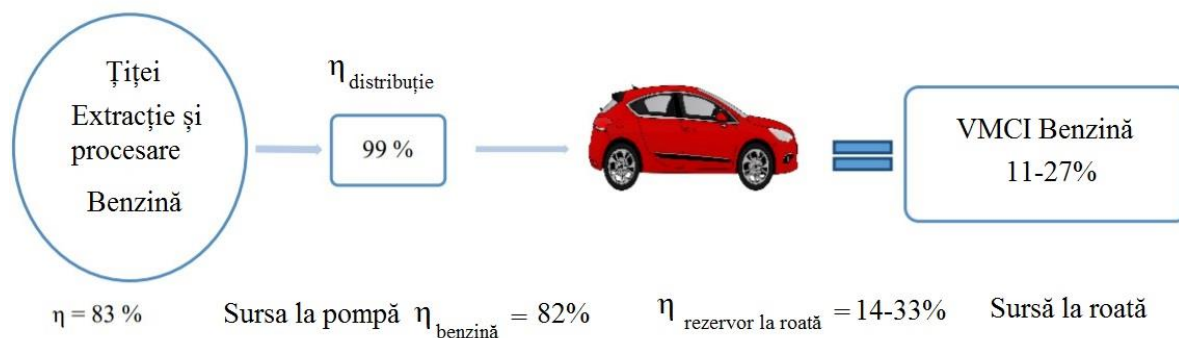


Fig.4. Eficienta WTW a VMCI benzină

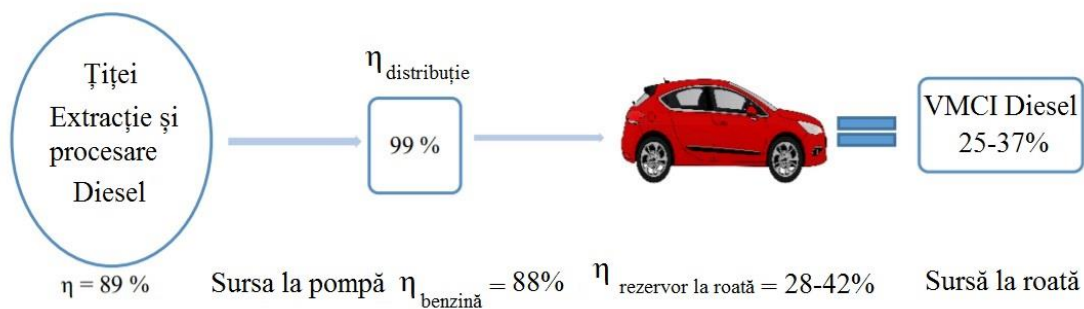


Fig.5. Eficiență WTW VMCI diesel

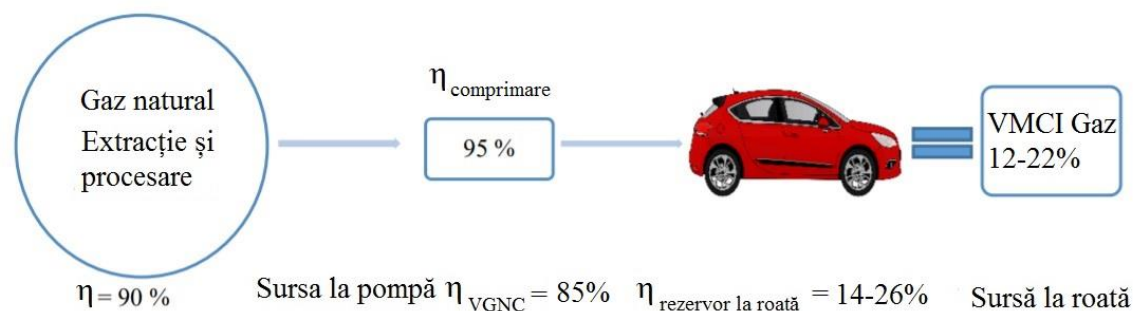


Fig.6. Eficiență WTW VMCI gaz natural comprimat

O îmbunătățire semnificativă a eficienței WTW a VE este obținută prin utilizarea energiei electrice generate de sistemele solare sau eoliene. Eficiența generală a VE încărcat de la parcurile fotovoltaice sau eoliene a variat între 39% și 67%, în timp ce utilizarea sistemului PV de acoperiș a crescut eficiența totală datorită pierderilor reduse de transmisie, astfel, eficiența WTW a VE încărcate de la sistemele PV de acoperiș poate ajunge la o gamă de la 42% la 72% așa cum se arată în Fig. 8.

Figura 9 prezintă randamentele generale pentru diferite mașini. În general, sursele de energie regenerabilă au cele mai mari eficiențe globale, urmate de motoarele diesel, apoi mașinile electrice și mașinile pe benzină și cea mai mică eficiență generală este a mașinilor cu gaz.

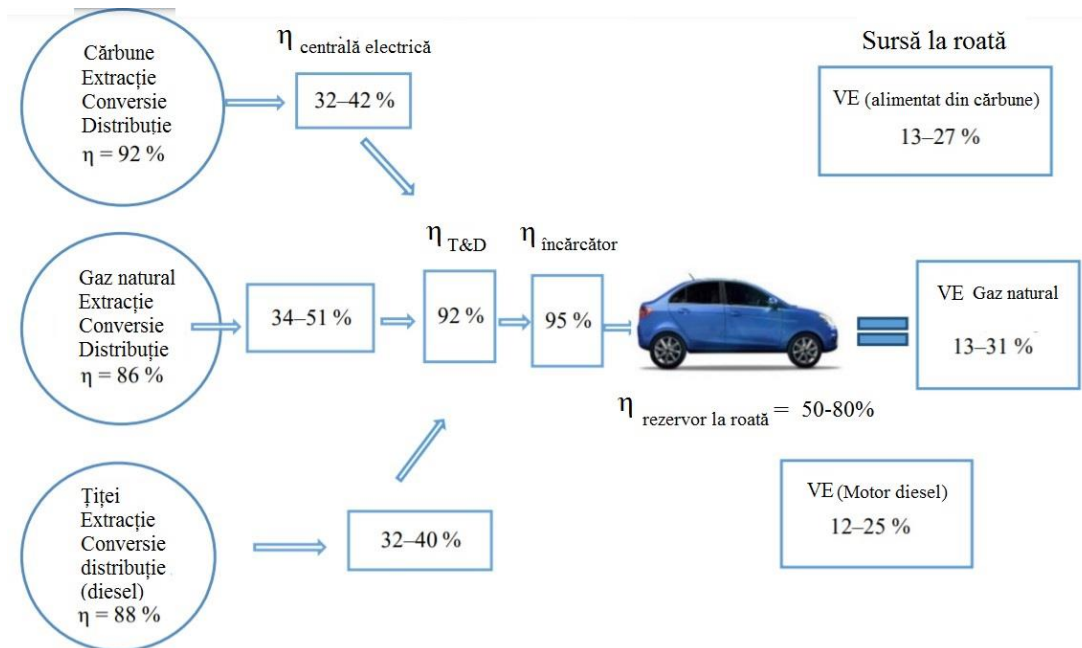


Fig. 7. Eficiență WTW a vehiculelor electrice alimentate de la centralele electrice cu combustibili fosili.

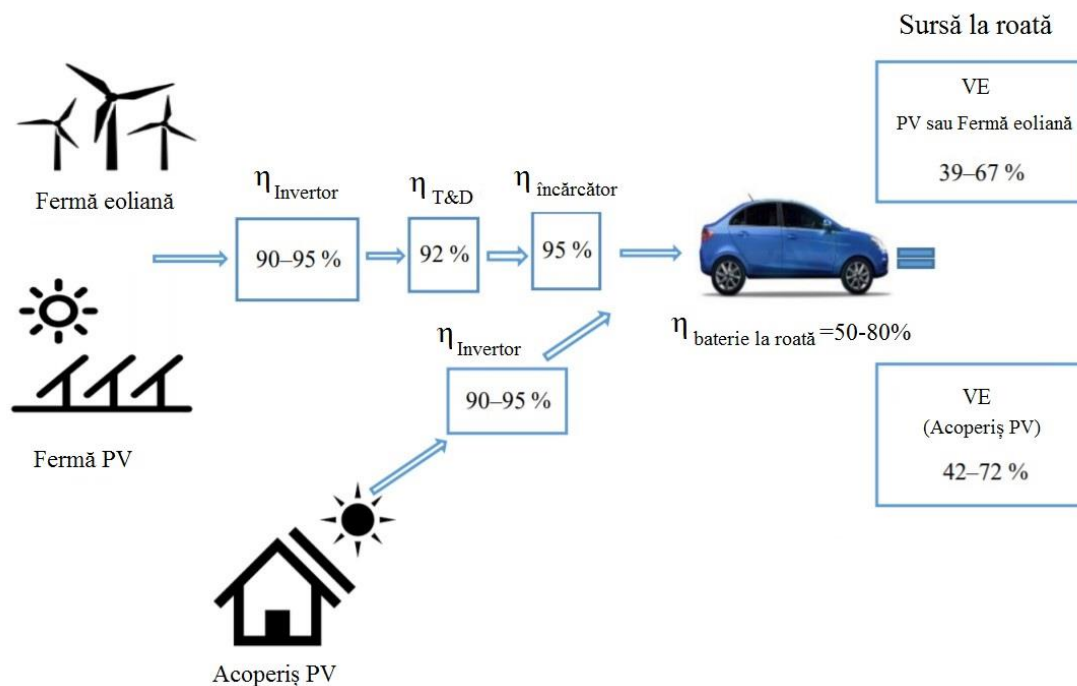


Fig. 8. Eficiența WTW a EV-urilor din surse regenerabile de energie.

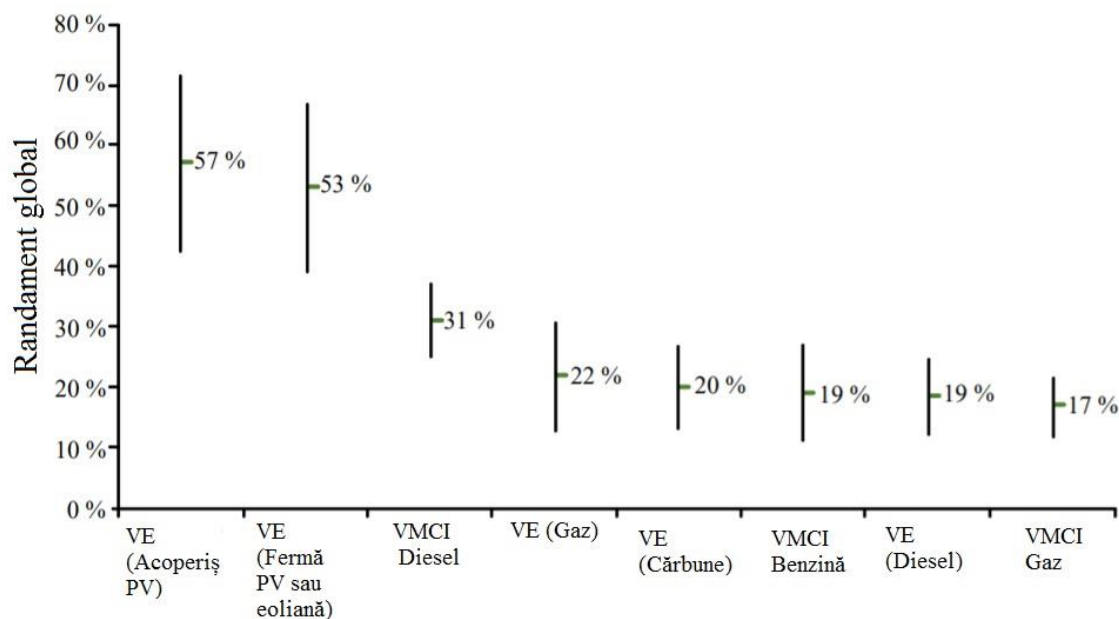


Fig. 9. Randament global pentru fiecare pereche tip de energie primară – consumator

### Bibliografie

- [1] Boldea I. „Transformatoare și mașini electrice”, Ed. Politehnica, Timișoara, 2002.
- [2] Cojan Margareta „Tehnologia construcției și fabricației mașinilor electrice”, Iași 2003, Editura Panfilius.
- [3] Fransua Al. și col., „Mașini și sisteme de acționări electrice. Probleme fundamentale”, Ed. Tehnică, București, 1978;

- [4] Ing.Vasile Lazarescu, "Sisteme Electronice Programabile-Curs", Universitatea Politehnica din București, Catedra Electronică.
- [5] Ioan D., Muntean I., "Metode numerice în ingineria electrică", Editura Matrix Rom, București, 2004.
- [6] Badea, A., "Dezvoltarea energetică durabilă", Editura AGIR, București, 2007
- [7] International Energy Agency. Global energy & CO2 status report. OECD/IEA, 2017.  
European Union. Paris agreement, 2018. URL [https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris_en).
- [8] International Energy Agency. Global EV outlook: Towards cross-modal electrification. OECD/IEA, 2018.
- [9] World Economic Forum. The future of electricity: New technologies transforming the grid edge. Technical Report REF 030317, 2017.
- [10] Andea, P., "Automatizarea și protecția instalațiilor și sistemelor electroenergetice", Editura Orizonturi Universitare, Timișoara, 2002