

INDICATORI DE MĂSURARE ȘI MONITORIZARE A PERFORMANȚEI ENERGETICE ÎN SISTEMUL DE TRANSPORT PUBLIC DIN MUNICIPIUL CHIȘINĂU

Lect. ing. Ion MUNTEAN, Andrei CHICIUC

Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, R. Moldova

REZUMAT. În această lucrare a fost analizate datele privind consumul de energie în sistemul public de transport electric al municipiului Chișinău. În analiză au fost experimentați diverși indicatori care ar permite măsurarea și monitorizarea performanței energetice în sistemul de transport public, în special autobuze și troleibuze. S-a demonstrat că pentru a constata anumite realități privind evoluția performanței energetice nu este suficient utilizarea unui singur indicator dar a unui set de indicatori pentru aceleași date. La fel s-a constatat că pentru a spori calitatea rezultatelor este necesar automatizarea procesului de colectare și prelucrare primară a datelor.

Cuvinte cheie: eficiență energetică, consum de energie, indicatori ai performanței energetice, transport electric, troleibuz, transport public.

ABSTRACT. In this paper were analyzed the data on energy consumption in the electric public transport system of Chisinau municipality. In the analysis was experienced various indicators that would allow the energy performance measurement and monitoring in the public transport system, especially buses and trolleybuses. It was shown that in order to have a clear and realistic view on energy performance is not enough to use only one indicator but a set of indicators for the same data. Same it was determined that to increase the quality of results is necessary to automate the process for data collecting and processing.

Keywords: energy efficiency, energy consumption, energy performance indicators, electric transport, trolley, public transport.

1. INTRODUCERE

Eficiențizarea consumului de energie (inclusiv carburanți) în sistemul de transport devine o problemă din ce în ce mai actuală odată ce prețurile la resursele energetice sunt în continuă creștere. În cazul autorităților publice locale bugetele austere se consumă în mare parte pentru acoperirea necesarului de resurse energetice. Aspectul economic al măsurilor de eficiențizare a consumului de energie în transportul public este foarte important și în același timp foarte sensibil în cazul unei capitale unde sunt concentrate principalele activități economice și majoritatea populației. Aspectul de mediu este la fel de important cunoscând efectul nociv al emisiilor de gaze cu efect de seră emansate de unitățile transport mai cu seamă în regiunile cu cea mai mare intensitate a populației. Prin urmare, pentru planificarea unor măsuri strategice de redresare a situației sunt necesare analize permanente și exhaustive ale consumului de energie. Utilizarea unui sistem de indicatori

pentru măsurarea și monitorizarea performanței energetice ar permite ținerea sub control a situației dar și îmbunătățirea indicatorilor economici și celor ecologici caracteristici sistemului de transport public.

Obiectivul lucrării este de a propune o serie de indicatori care ar permite măsurarea și monitorizarea performanței energetice în sistemul de transport public din mun. Chișinău. În situația în care eforturile de optimizare a eficienței activității sistemului de transport public nu sunt fondate pe analize calitative ce au la bază date și informații istorice veridice nu pot fi obținute rezultate pozitive durabile. Luând în considerare complexitatea sistemului de transport public dar și gradul de flexibilitate necesar al acestuia, care trebuie să corespundă necesităților locuitorilor, se propun a fi analizați și utilizați ca referință mai mulți indicatori. Acest lucru ar spori calitatea și gradul de obiectivitate al concluziilor și eventualelor măsuri planificate în baza informației furnizate de sistemul de indicatori pentru măsurarea și monitorizarea performanței energetice.

2. ANALIZA CONSUMULUI DE ENEGIE ELECTRICĂ ÎN PARCUL DE TROLEIBUZE AL REGIEI TRANSPORT ELECTRIC DIN MUNICIPIUL CHIȘINĂU

Principalul avantaj al troleibuzelor îl constituie faptul că acestea nu poluează orașul cu emisiile de gaze nocive, mai cu seamă în cazul în care energia electrică este importată din altă țară, dar și nivelul de poluare fonică este redus comparativ cu autobuzul. Parcul de troleibuze din mun. Chișinău dispune de două tipuri de troleibuze în funcție de sistemul de tracțiune, rezistivă și chopper. Cele cu tracțiune pe bază de chopper sunt modele noi de troleibuze și au un consum mai mic de energie, astfel încărcat la capacitatea de 30% un troleibuz consumă aproximativ 0.85 kWh la 1 km, la capacitatea de 100% consumul crește la 1.35 kWh la 1 km iar pe timp de iarnă acesta ajunge până la 1.55 kWh. Cele cu tracțiune rezistivă sunt modele mai vechi de troleibuze și au un consum mai mare de energie electrică [1].

Pe parcursul anilor 2005-2012 numărul troleibuzelor cu tracțiune pe bază de chopper a crescut în mun. Chișinău, înlocuind la nivel de aproximativ 60 % pe cele cu tracțiune rezistivă. Înlocuirea celor mai multe troleibuze vechi cu altele noi cu tracțiune pe bază de chopper s-a produs în a doua jumătate a anului 2011. Ținând cont de faptul că troleibuzele noi sunt mai eficiente din punct de vedere al consumului de energie electrică este interesant de urmărit evoluția acestuia în perioada respectivă (fig. 1). Din graficul de mai sus nu putem spune că consumul de energie a devenit mai eficient după achiziționarea celor 101 de troleibuze noi în al doilea semestru al anului 2011. Prin urmare vor fi calculați alți indicatori pentru a verifica acest lucru. Un indicator relevant acestei situații este consumul de energie ce revine unei unități de transport (fig. 2).

În graficul din figura 2 observăm că consumul lunar de energie electrică ce revine unei unități de transport la traseu are o tendință de descreștere în perioada analizată, aceasta fiind mai evidentă pe parcursul ultimului an de zile.

Un alt indicator important este consumul de energie raportat la un pasager transportat (fig. 3).

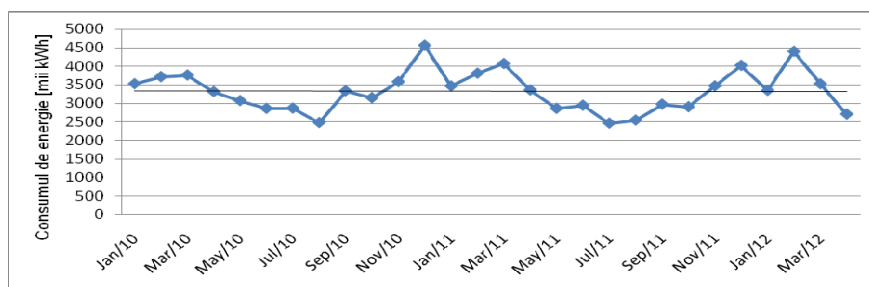


Fig. 1. Evoluția consumului total lunar de energie în perioada ianuarie 2010 - aprilie 2012, mii kWh.

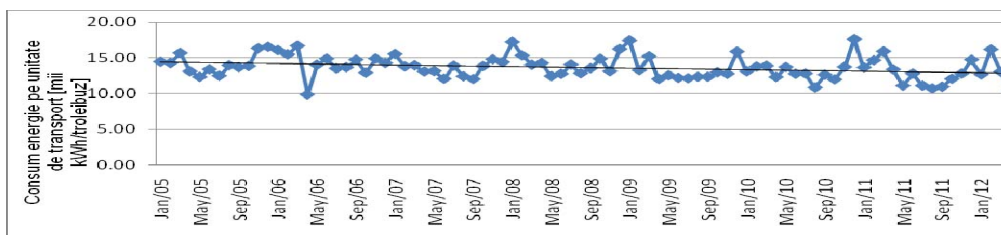


Fig. 2. Evoluția consumului de energie pe unitate de transport în perioada ianuarie 2010-aprilie 2012.

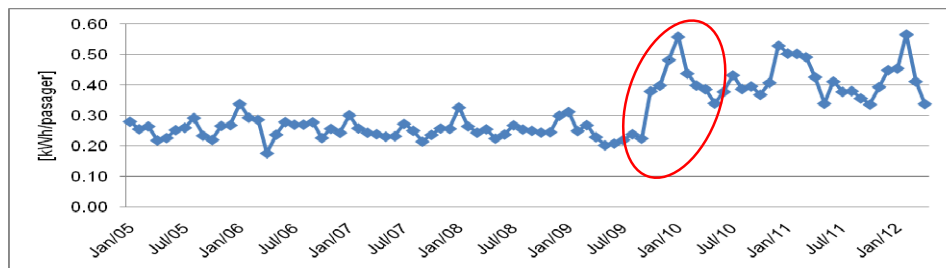


Fig. 3. Evoluția consumului de energie pe unitate de pasager transportat în perioada ianuarie 2005-aprilie 2012.

INDICATORI DE MĂSURARE ȘI MONITORIZARE A PERFORMANȚEI ENERGETICE

Din graficul de mai sus se pot distinge ușor două perioade în care acest indicator a evoluat diferit. Aceste perioade sunt separate de un prag de creștere în intervalul de timp septembrie – decembrie 2009 când consumul specific lunar de energie pe unitate de pasager transportat a crescut de la 0,25 kWh la 0,42 kWh. Cauza principală a creșterii consumului de energie electrică pe pasager, practic dublării acestuia, o constituie de fapt reducerea semnificativă a numărului de pasageri cu aproximativ 46% în toamna anului 2009 provocată de dublarea taxei de călătorie cu troleibuzul. Aici apare interesul de a urmări un alt indicator, anume corelația dintre numărul de mașini-ore în circulație (factor care în cea mai mare măsură influențează consumul de energie) și numărul de pasageri transportați lunar (fig. 4).

În graficul de mai sus se disting iarăși două perioade analog situație descrise mai sus dar aici poate fi observată o corelație mai strânsă dintre numărul lunar de pasageri transportați și numărul lunar de mașini-ore în circulație în perioada septembrie 2009-aprilie 2012. Prin urmare putem spune că în a doua perioadă a sporit eficiența consumului de energie

ținând cont că acesta este proporțional cu numărul de mașini-ore în circulație.

Un alt indicator care prezintă interes în cadrul acestei analize este corelația dintre consumul anual de energie de către unitățile de transport ale Î.M. Regia Transport Electric și parcursul pasagerilor (fig. 5).

Din diagrama de mai sus se observă un lucru care ridică semne de întrebare. Comparând consumul de energie și parcursul pasagerilor în anul 2007 cu aceleași date pentru anul 2008 observăm că practic pentru același parcurs al pasagerilor, chiar în descreștere (de la 580 la 547 mln. pasageri-km) consumul de energie a crescut de la 46078.8 mii kWh în anul 2007, la 47495.6 mii kWh în anul 2008. Prin urmare aceste situații depistate cu asemenea indicatori permit localizarea consumurilor (perioadelor de consum) neeficiente de energie, ca ulterior să fie aplicate măsurile preventive corespunzătoare. O analiză similară a fost efectuată și cu datele privind consumul de carburanți în cadrul Parcului Urban de Autobuze. Rezultatele au confirmat utilitatea și adecvarea acestor indicatori și pentru această categorie de transport public.

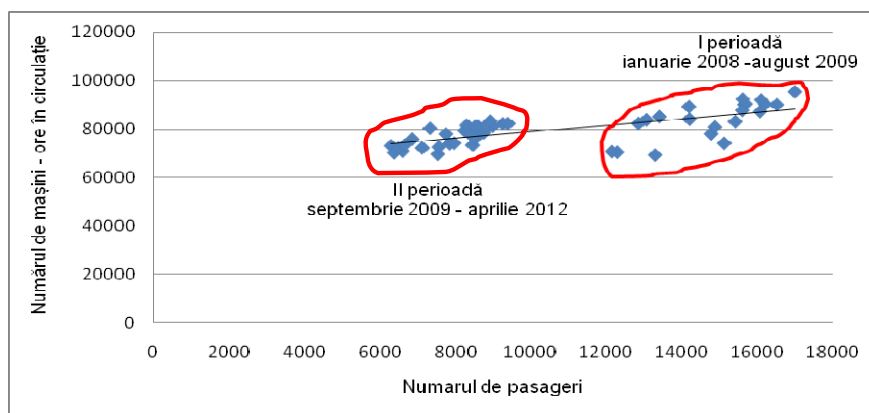


Fig. 4. Corelarea numărului de mașini - ore în circulație cu numărul de pasageri transportați lunar în perioada ianuarie 2008 - aprilie 2012.

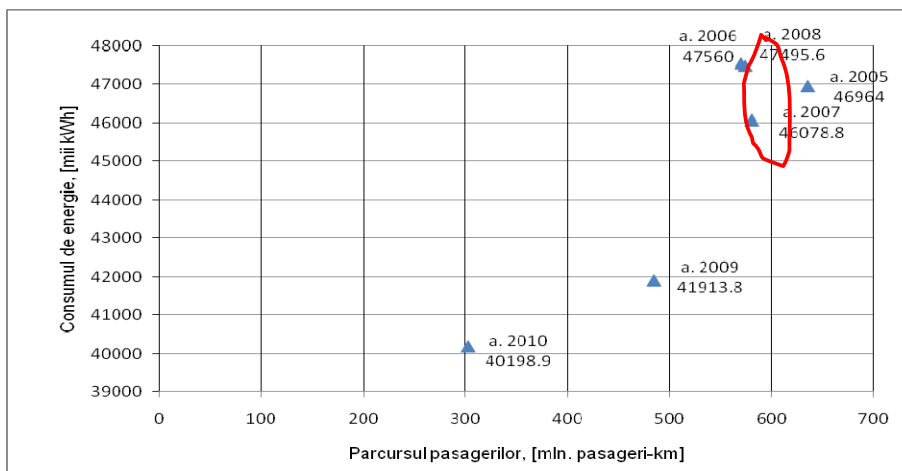


Fig. 5. Corelația dintre consumul anual de energie al troleibuzelor și parcursul pasagerilor în perioada 2005-2010.

3. INDICATORI DE MĂSURARE ȘI MONITORIZARE A PERFORMANȚEI ENERGETICE ÎN SISTEMUL DE TRANSPORT PUBLIC

Indicatorii de măsurare și monitorizarea a performanței energetice în sistemul de transport public diferă prin complexitate și factorii care condiționează consumul de energie (carburanți) față de celelalte

domenii. Unii din acești factori sunt greu de cuantificat din punct de vedere al impactului asupra consumului de energie, cum ar fi ambuteiajele. În tabelul 1 sunt prezentați indicatorii stabiliți în baza analizei prezentate în capitolul precedent dar și în baza altor cercetări anterioare. La nivelul actual de dezvoltare a sistemului de transport public se recomandă a fi măsurați și monitorizați indicatorii propuși pentru a spori eficiența consumului de energie în sistemului de transport public.

Tabelul 1. Indicatorii de măsurare și monitorizare a performanței energetice în sistemul de transport public din mun. Chișinău

Nr.	Indicator	Periodicitatea recomandată a analizei	Mărimi monitorizate	Descriere
1	Consumul de energie la km parcurs	Zilnic	Consumul de energie (kWh, litri carburant); Distanța parcursă (km);	Consumul de energie la km parcurs este un indicator oferit și de către producătorul unităților de transport. Având acești indicatori de referință este ușor de monitorizat evoluția consumului real pentru a putea depista devierile în consumul de energie și cauzele acestora.
2	Consumul de energie pe tip de unitate de transport	Lunar	Consumul de energie (kWh, litri carburant); Distanța parcursă (km);	Acest indicator este ușor aplicabil și util în cazul mijloacelor de transport asemănătoare sau identice pentru a depista eventuale devieri în consumul de energie.
3	Consumul de energie pe pasager transportat	Lunar	Consumul de energie (kWh, litri carburant); Distanța parcursă (km); Numărul de pasageri;	Acesta este un indicator care prezintă interes mai mult din punct de vedere economic și oferă o informație foarte utilă la calcularea prețului călătoriilor cu transportul public.
4	Corelația dintre consumul de energie și parcursul pasagerilor	Lunar	Consumul de energie (kWh, litri carburant); Distanța parcursă (km); Numărul de pasageri; Parcursul pasagerilor (pasageri-km);	Există o legătură directă între consumul de energie și parcursul pasagerilor. Odată cu creșterea parcursului pasagerilor crește și consumul de energie. De obicei se vizualizează grafic și permite identificarea situațiilor atipice.
5	Corelația dintre consumul de energie și numărul de mașini-ore în circulație pe unitate de transport tip	Zilnic	Consumul de energie (kWh, litri carburant); Distanța parcursă (km); Numărul de mașini ore în circulație (mașini-ore);	Este un indicator ce poate fi calculat ușor în cazul transportului electric. De obicei se vizualizează grafic și permite identificarea situațiilor atipice.
6	Corelația dintre numărul de mașini-ore în circulație de un anumit tip și numărul de pasageri	Zilnic	Numărul de mașini ore în circulație (mașini-ore); Numărul de pasageri;	Analiza acestei corelații permite ajustarea numărului de unități necesare la traseu cu numărul de pasageri. De obicei se vizualizează grafic și permite identificarea situațiilor atipice.
7	Corelația dintre consumul de energie și numărul pasagerilor transportați	Lunar	Consumul de energie (kWh, litri combustibili); Distanța parcursă (km); Numărul de pasageri;	Urmărirea acestui indicator oferă posibilitatea ajustării graficului de circulație a unităților de transport. De obicei se vizualizează grafic și permite identificarea situațiilor atipice.
8	Evoluția consumului de energie pe parcursul lunilor anului.	Anual	Consumul de energie (kWh, litri carburant);	Acest indicator este în strânsă legătură cu gradul de mobilitate al pasagerilor. Pe parcursul lunilor de vară, concediilor, zilelor de odihnă numărul călătorilor crește, prin urmare poate fi micșorat numărul unităților de transport la traseu. Tot aici poate fi menționat că pe parcursul iernii consumul de energie al unităților de transport crește din cauza consumului de energie pentru încălzirea acestora, la fel și datorită circulației mai dificile cauzată de prezența zăpezii și ghețușului.
9	Emisiile de gaze cu efect de seră pe unitate de transport tip (parc)	Anual	Consumul de energie (litri carburant); Numărul unităților de transport la traseu;	Urmărirea nivelului emisiilor de gaze cu efect de seră în oraș este foarte importantă pentru a menține un nivel acceptabil al calității aerului și a putea întreprinde măsurile necesare la timpul potrivit.

Notă. În prezentul tabel prin energie se subînțelege și combustibil (motorina) utilizată pentru funcționarea autobuzelor.

4. CONCLUZII

În baza analizei efectuate poate fi dedus că indicatorii de măsurare și monitorizare a performanței energetice constituie baza unui sistem care permite ușor identificarea situațiilor de consum inefficient al energiei și prezintă un instrument util în identificarea acțiunilor preventive ce pot fi aplicate pentru eficientizarea acestuia la momentul oportun.

Un factor important în practicarea indicatorilor propuși în prezenta lucrare îl constituie calitatea și disponibilitatea datelor. Prin urmare este necesar implementarea sistemelor de colectare, transmitere și prelucrare primară a datelor în mod automatizat.

Deoarece sistemul de transport public este unul foarte complex iar gradul necesar de flexibilitate al

acestuia trebuie să corespundă necesităților locuitorilor se propun a fi analizați și utilizați ca referință mai mulți indicatori la prelucrarea aceluiași date, fapt ce ar spori calitatea și gradul de obiectivitate al rezultatelor.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Date și informații oferite de Întreprinderea Municipală Regia Transport Electric din mun. Chișinău;
- [2] Energy Efficiency Indicators Methodology Booklet , Environmental Energy Technologies Division, May 2010;
- [3] Energy Efficiency Trends and Policies in the Transport Sector in the EU, September 2009;
- [4] <http://www.eepotential.eu/indicators.php> ;
- [5] Definition of Energy Efficiency Indicators in ODYSSEE data base, January 2008.

Despre autor

Lect. ing. **Ion MUNTEAN**

Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, R. Moldova

Absolvent al Universității Tehnice a Moldovei (2008), licență la specialitatea „Metrologie“ și masterat la programul „Inginerie și Managementul Calității”. Autor a diverse publicații științifice și coautor a 2 studii internaționale.

Lector la catedra Electroenergetică. Doctorand, domeniul de cercetare Eficiența energetică. Membru al grupului de lucru pe eficiență energetică al Rețelei Autorităților Locale din Europa de Sud-Est (NALAS).