

A photograph of a street scene. In the foreground, a tall, dark street lamp stands on a sidewalk. To its left, a red car is parked on a paved area. In the background, there is a multi-story brick building with many windows. The sky is clear and blue. The text "MONITORIZAREA CONSUMULUI DE ENERGIE ELECTRICĂ ÎN ILUMINATUL PUBLIC" is overlaid in the center of the image.

**MONITORIZAREA CONSUMULUI DE
ENERGIE ELECTRICĂ ÎN ILUMINATUL
PUBLIC**

Introducere – probleme întâlnite în iluminatul public

Calitatea puterii constituie o preocupare permanentă atât pentru furnizorul de energie cât și pentru consumator, îndeosebi prin prisma beneficiilor aduse de menținerea parametrilor în limitele specificate de standardele în vigoare. În cazul sistemelor de iluminat stradal, o putere „curată” se traduce prin economii importante la facturile către furnizorul de energie, precum și reducerea costurilor cu întreținerea echipamentelor de iluminat. Implementarea unui sistem modular performant, precum și modernizarea surselor luminoase în cunoștință de cauză are o importanță majoră pentru scăderea consumului și reducerea pierderilor de energie electrică într-o rețea de iluminat.

Consumul de energie electrică al sistemului de iluminat public al unui oras din Romania este în medie de 20% din consumul total de energie al aceluși oras. La nivel european se pune din ce în ce mai mult problema reducerii poluării. La momentul actual, iluminatul public din Romania este în primul rând o sursă de poluare cu emisii de CO₂, dar și de poluare luminoasă, mai puțin luată în calcul, dar de importanță majoră pentru anumite sectoare, precum observatoarele astronomice. Prin urmare, se impune integrarea de soluții de eficientizare a iluminatului cu investiții pe termen lung. Un proiect de asemenea anvergură poate fi inițiat însă numai în urma unor măsurători adaptate la specificul situației. În plus, este necesară o verificare ulterioară a rezultatelor obținute în urma modernizărilor. În aceste condiții și cu sprijinul oferit de uniunea europeană prin obiectivul asumat referitor la creșterea eficienței energetice cu 20% până în anul 2020, s-au demarat acțiunile pentru implementarea unui sistem de monitorizare a calității parametrilor în rețeaua de alimentare a iluminatului public.

Gama de soluții de eficientizare este destul de variată, mai multe echipe de cercetători ocupându-se cu această problemă. În alegerea soluției trebuie avut în vedere că o soluție considerată cea mai eficientă pentru un caz nu este neapărat cea mai eficientă soluție pentru toate cazurile. Spre exemplu, telemanagementul implementat într-o localitate mică își amortizează costurile într-o perioadă foarte lungă, iar tehnologia avansează suficient de repede încât să putem prognoza că până la sfârșitul perioadei de amortizare, soluții noi, cel puțin la fel de performante vor avea un cost mult redus.

Prezentarea sistemului de monitorizare propus

În conformitate cu practica mondială în domeniu, **Sistemul de monitorizare și control al iluminatului public pentru eficientizarea consumurilor, reducerea costurilor de mentenanță și îmbunătățirea parametrilor de calitate a energiei** are următoarea structură de ansamblu:

- *Sistemul de Achiziție și Monitorizare* locală a datelor din proces cuprinde un analizor de calitate a puterii cu transformatoare de măsură pentru curent, un sistem neîntreruptibil de putere și cabluri de conexiune;
- *Sistemul de Comunicație* cu procesul se realizează cu modemuri GSM (câte unul pentru fiecare echipament ce urmează a fi conectat în sistem) echipate cu cartele SIM de abonament tip Fax&Data;
- *Sistemul de Procesare și Stocare* are ca suport un sistem de calcul tip laptop sau desktop pentru software-ul de transfer, analiză și prelucrare date de analiză a calitatii energiei;
- *Interfața cu Utilizatorul* permite vizualizarea și prelucrarea datelor și imprimarea de rapoarte personalizate.

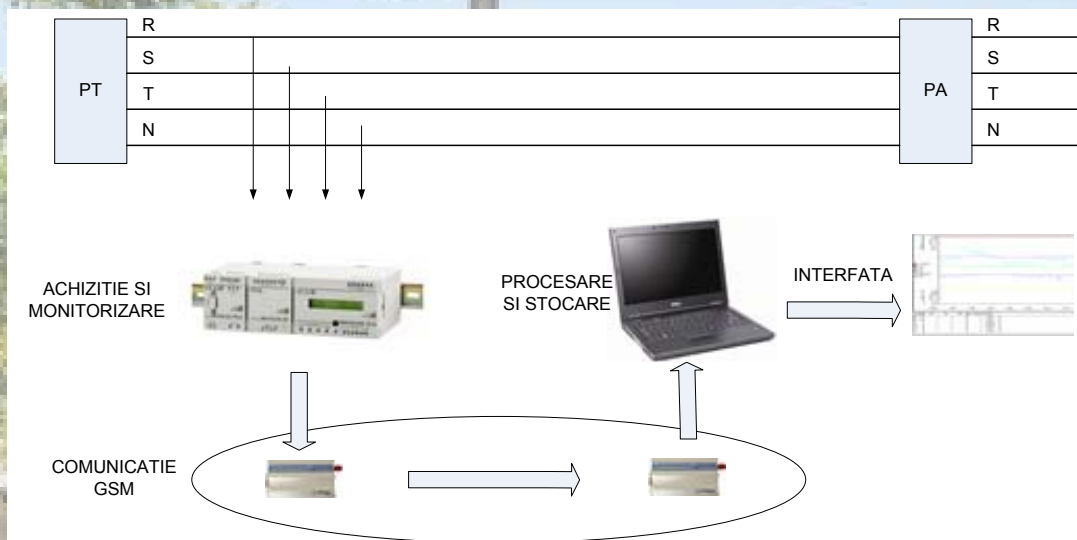


Fig. 1 Structura sistemului de monitorizare cu punct de măsură la ieșirea din postul de transformare pentru iluminatul stradal

Utilizarea sistemului de monitorizare va permite înregistrarea evenimentelor din rețeaua publică de iluminat, în vederea unor analize care vizează calitatea energiei electrice și luarea de decizii privind eficientizarea energetică. De asemenea, permite analiza unor evenimente nedorite post avarie pentru identificarea cauzelor anumitor evenimente sau anomalii în rețelele electrice,

precum și localizarea acestora. Sistemul va măsura parametri de calitate a puterii în conformitate cu standardul EN 50160.

În fiecare post de transformare se poate instala un sistem de monitorizare având în componența câte un analizor de rețea, un modul de transmisie de date, o sursă neîntreruptibilă pentru alimentare și protecție, alte sisteme de siguranță și protecție. Datele înregistrate în fiecare punct de măsură vor fi transmise către un centralizator pentru prelucrare, vizualizare și raportare.

Se propune monitorizarea continuă a rețelei de iluminat cu un analizor de rețea tip MAVOLOG 10, cu posibilități de transmisie la distanță prin conexiune GSM (este necesară o bună acoperire a zonei în ceea ce privește semnalul GSM), și transfer local de date prin cablu RS 232 sau RS 485.

Pentru instalarea și funcționarea corespunzătoare a soft-ului este necesară o memorie RAM minimă de 32 MB și un procesor de 200 MHz Pentium sau superior. Instalarea aplicației necesită 20 MB spațiu pe hard disk. Monitorul utilizat pentru vizualizare trebuie să fie de tip SVGA sau mai bun, cu o rezoluție minimă de 800x600. Calculatorul folosit trebuie să aibă cel puțin un port serial RS 232 disponibil.

Soft-ul de prelucrare și vizualizare, METRAWin10 funcționează pe platforme Microsoft Windows 95, 98, ME, 2000, XP, Vista. Pentru vizualizarea și afișarea documentelor integrate necesită existența Adobe Acrobat Reader pe calculator. Modemul GSM necesită comenzi AT pentru inițializare și setare. Prin urmare, este necesar un soft din familia HyperTerminal.

Rapoartele de transformare de tensiune și respectiv curent trebuie definite în softul de prelucrare și vizualizare a datelor. S-au ales transformatoare pentru măsura curentului, cu raportul de transformare de 100/5. Pentru tensiune sunt necesare transformatoare doar pentru măsură în rețele de medie și înalta tensiune.

Partea de măsură și calcul a parametrilor de calitate a puterii este asigurată în totalitate de analizorul de rețea, MAVOLOG10. Dispozitivul poate achiziționa și procesa datele online, permițând utilizatorului să vizualizeze înregistrările ca valori metrice (în format analogic, digital sau combinat) a maxim 4 canale pe display, evoluție grafică în timp pentru valorile a cel mult 6 canale sau în format tabelar cu până la 10 canale de măsură selectate de utilizator. Durata intervalului de monitorizare poate varia între câteva minute și câteva săptămâni, sau chiar mai mult, în funcție de configurarea memoriei pentru înregistrare.

Odată realizate configurațiile de comunicație și măsură se poate trece la procesul de măsură propriu-zisă. Analizorul de rețea, MAVOLOG 10, permite atât monitorizare online cât și offline

continuă sau cu declanșarea înregistrării în momentul în care anumite condiții de declanșare impuse de utilizator sunt permise.

Monitorizarea online

În bara de instrumente, în secțiunea a doua sunt grupate butoanele inteligente necesare procesului de înregistrare. Pentru înregistrarea online, odata realizate toate configurările anterioare, se face click pe butonul Start Online Recording. În fereastra de lucru vor apărea valorile înregistrate ale canalelor selectate pentru vizualizare în format contor, așa cum este prezentat în figura următoare.

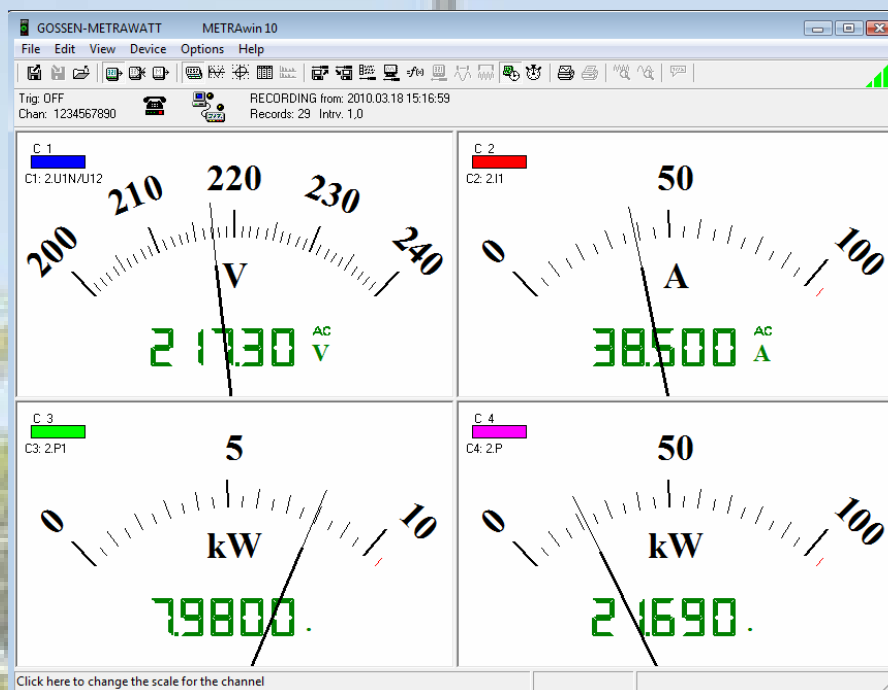


Fig. 2 În vizualizarea on-line este posibilă afișarea valorilor a 4 canale de măsură sub formă de multimetru (analog, digital sau combinat) cu posibilitate de modificare a limitelor de afișare și a unității de măsură

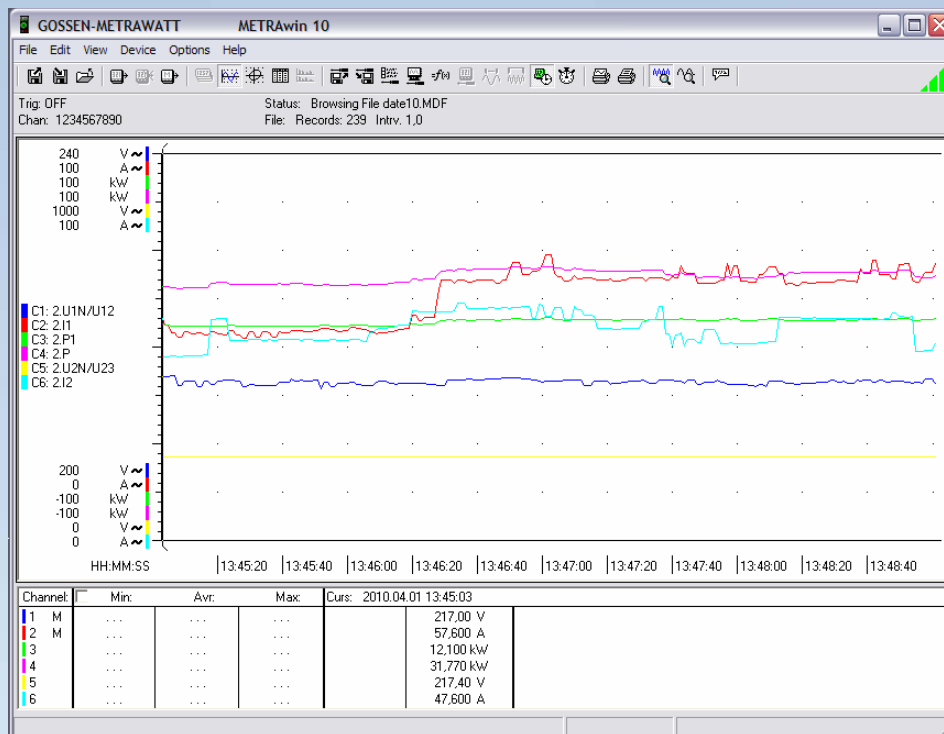


Fig. 3 Reprezentarea grafică a evoluției în timp a până la 6 mărimi electrice cu posibilitate de editare, precum și copiere parțială sau integrală a reprezentării pentru importare în diverse tipuri de documente



Fig. 4 Reprezentarea tabelară a evoluției în timp a mărimilor electrice cu posibilitate de editare a reprezentării, precum și copiere parțială sau integrală pentru importare în diverse tipuri de documente

Monitorizarea offline

Datele achiziționate online și salvate pot fi vizualizate și offline în forma tabelară sau ca evoluție grafică în timp. Datele pot fi ulterior procesate cu funcția FFT (transformata Fourier rapidă) pentru vizualizarea ca bar-graph a armonicilor de curent și tensiune pentru fiecare fază. Armonicile înregistrate de analizorul echipat cu metoda de analiză FFT sunt reprezentate ca un spectru de frecvență cu bare verticale. În jumătatea superioară (reprezentate cu albastru pe figură) sunt armonicile de curent iar în jumătatea inferioară (cu roșu) sunt cele de tensiune. Comutarea între valorile pe cele 3 faze se realizează din butonul din dreapta – jos.

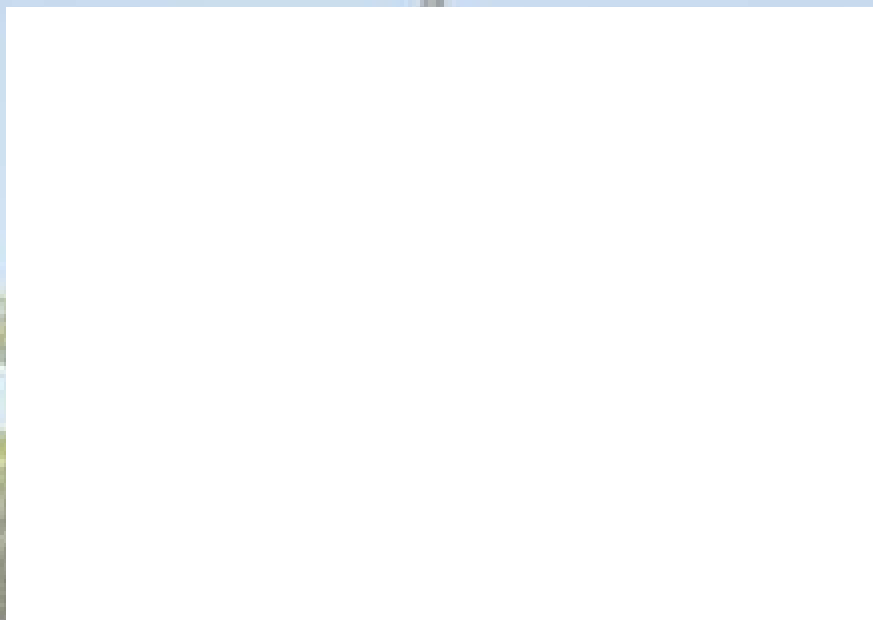


Fig. 5 Reprezentarea grafică a armonicilor de curent și tensiune pentru fiecare fază calculate cu Transformata Fourier rapidă (FFT) și analizată în conformitate cu standardul de calitate EN 50160

Odată terminată comunicația cu dispozitivul (prin click pe icon-ul comunicației de pe bara de stare și confirmarea acțiunii) analizorul continuă să monitorizeze rețeaua în care este instalat iar la o nouă conectare se pot vizualiza statistici de evenimente, un centralizator cu maximele și minimele zilnice, contorii de energie și reprezentarea grafică a armonicilor.

Pentru citirea datelor din memoria analizorului, se realizează conectarea la dispozitiv și se citește memoria analizorului.

Pentru a preveni pierderea datelor din cauza suprascrierii sau umplerii memoriei interne se poate folosi calea de comunicație permanentă pentru descărcarea continuă a datelor spre un echipament de calcul aflat la nivelul central.

Sistemul de monitorizare propus poate fi utilizat pentru diverse tipuri de consumatori, nefiind specific iluminatului public:

- permite analiza conform cu EN 50160 a evenimentelor înregistrate cu afișare de rapoarte și statistici;
- contorizează consumul de energie pe o anumită perioadă definită de utilizator;
- permite vizualizarea online a până la 10 parametri electrici simultan în diferite moduri de vizualizare;
- realizează măsura de tensiune și curent direct sau prin transformatoare de măsură, în funcție de rețea;
- permite transferul local (prin RS 232) sau la distanță (GSM) pentru datele înregistrate;
- informația înregistrată poate fi copiată și stocată pe o unitate de calcul într-un format consacrat utilizatorilor de calculatoare pentru analiză și comparație ulterioară proceselor de modernizare, a auditurilor energetice, etc.

Avantajele sistemului de monitorizare obținute prin aplicarea măsurilor rezultate din analiza calității energiei au în vedere:

- reducerea costului facturilor la energie electrică;
- reducerea emisiilor poluante de CO₂;
- reducerea costurilor cu întreținerea;
- creșterea duratei de funcționare a instalației;
- creșterea confortului vizual.

Monitorizarea continuă a consumurilor rețelei de iluminat public permite:

- luarea celor mai bune măsuri de eficientizare și îmbunătățire a calității puterii;
- dezvoltarea și controlul studiilor și proiectelor de modernizare;
- dezvoltarea managementului predictiv bazat pe statistici de evoluție continuă;
- îmbunătățirea condițiilor contractuale;
- îmbunătățirea relației dintre furnizor și consumatori.

Costuri și cheltuieli

În urma măsurătorilor efectuate, s-a concluzionat că lampile cu vapori de mercur sunt mari consumatoare de energie și slabe surse de lumină – factorul de putere este mic (0,5). În plus, prezența condensatorului accentuează distorsiunile armonice în timp ce lipsa acestuia determină creșterea consumului de energie reactivă (apar pierderi de 5W/lampa).

Pentru cazul studiat s-au propus măsuri de eficientizare vizând înlocuirea lămpilor cu vapori de mercur cu cele cu vapori de sodiu și a balasturilor electromagnetice cu unele electronice și controller pentru diminuarea fluxului luminos.

Aplicând măsuri de eficientizare a consumurilor prin înlocuirea echipamentelor de iluminat neeficiente cu unele superioare și alese în conformitate cu SR 13433 – „Standard roman pentru iluminatul cailor de circulație” și SR EN 13201:2004 – „Iluminat public” se poate obține o economie de energie de aproximativ 25%.

Costurile implementării unui sistem de monitorizare cu un analizor de clasa inferioară sunt:

- pentru un punct de aprindere: **19842 RON;**
- pentru un oraș cu 10 puncte de aprindere: **127620 RON.**

În cazul unui sistem de monitorizare cu un analizor de clasa A, costurile sunt mai mari:

- pentru un punct de aprindere: **45013 RON;**
- pentru un oraș cu 10 puncte de aprindere: **381550 RON.**

Alegerea tipului de analizor rămâne de stabilit în funcție de cerințele utilizatorului și condițiile impuse de rețea.

Concluzii

De curând, România a adoptat standardul SR EN 16001:2009, care specifică cerințele pentru stabilirea, implementarea, menținerea și îmbunătățirea unui sistem de management al energiei pentru îmbunătățire continuă în sensul de utilizare a energiei în mod durabil și mult mai eficient. Elaborarea și adoptarea standardului EN 16001:2009 contribuie la stimularea procesului de îmbunătățire continuă ce conduce la utilizarea mai eficientă a energiei. Aceasta încurajează organizațiile să implementeze un plan de monitorizare și analiză a energiei.

În conformitate cu specificațiile standardului EN 16001:2009, un sistem de management eficient al consumului de energie are ca urmare în practică:

- posibilitatea luării unor decizii de îmbunătățire a eficienței energetice;
- îmbunătățirea continuă anuală precum și îmbunătățirea performanțelor consumului de energie;
- o analiză mai profundă a zonelor cu potențial pentru economisirea de energie.

Dezvoltarea managementului predictiv prin gestionarea de date și statistici privind evoluția pe un termen îndelungat este asigurată cu sisteme de monitorizare online și transmisia datelor către postul dispecer pentru centralizarea și stocarea acestora într-o bază de date. Datele pot fi utilizate

pentru realizarea studiilor și proiectelor de modernizare și eficientizare, a auditurilor energetice, pentru compararea cu datele înregistrate ulterior proceselor de modernizare.

Un argument pro – management la nivel de iluminat public îl reprezintă gradul de confort și siguranță în trafic pe care le oferă un sistem bine controlat și monitorizat.

Este esențial ca un studiu pentru implementarea unui sistem de monitorizare a iluminatului public într-un oraș să fie făcut în cadrul unei organizații competente și neutre, pentru a se înlătura tentațiile comercianților de a vinde echipamente sub orice formă.

Informațiile obținute prin monitorizare sunt esențiale pentru luarea de măsuri optime de îmbunătățire a calității puterii și eficientizare energetică. În urma măsurătorilor efectuate în rețeaua studiată s-au obținut valori în afara celor prevăzute în standardele de calitate. Din analiza acestora se obțin direcțiile pentru reducerea costurilor cu păstrarea sau chiar îmbunătățirea calității iluminării. Pentru creșterea factorului de putere, de exemplu, este necesară înlocuirea balasturilor electromagnetice cu unele electronice echipate cu controlere pentru diminuarea fluxului luminos. Rezultatul în urma înlocuirii acestora, din punctul de vedere menționat, implică o creștere a factorului de putere peste unitate, devenind chiar capacitiv: -0,99.

O componentă importantă în monitorizarea eficienței activității de iluminat public o reprezintă transmisia de date; aceasta permite optimizarea funcționării sistemelor în limitele stabilite. Monitorizarea online pentru o zi întreagă (24 de ore, adică 1440 de minute) ar costa în acest caz aproximativ 100 EUR, foarte costisitor ținând cont de beneficiile monitorizării în timp real pentru aplicația propusă. Pentru monitorizarea offline, însă, prin transmisia zilnică a datelor înregistrate, costurile sunt semnificativ reduse. Conform încercărilor din laborator, transmisia datelor înregistrate în tipul unei zile nu durează mai mult de 5 minute (în care sunt incluși și timpii de setare a înregistrării, a canalelor de măsură, a modului de vizualizare și a interpretării cu Transformata Fourier Rapida - FFT). 5 minute de conexiune costă 0,35 EUR, acceptabil comparativ cu beneficiile aduse.

Soluția cea mai bună de transmisie a informațiilor pentru monitorizarea rețelei de iluminat stradal într-un oraș este, prin urmare, comunicația GSM cu monitorizare offline, având costuri mici, ocupând un spațiu fizic redus, cu o implementare ușor realizabilă și posibilități de extindere fără modificări ale structurii actuale a sistemului.

Economiile mari de energie realizate prin implementarea sistemului cresc gradul de eficiență energetică a instalației optimizate, cu influențe pozitive asupra emisiilor de CO₂ în atmosferă.