

AUDIT ENERGETIC SISTEM ILUMINAT PUBLIC

BENEFICIAR : COMUNA TELCIU

Exemplar 1

1. DATE GENERALE

Beneficiar: Comuna Telciu, jud. Bistrița-Năsăud

Executant: ing. Turla Mihai Mircea.

Perioada desfășurării auditului: 28.10 – 30.10.2024

2. LEGISLAȚIA ÎN VIGOARE

Auditul energetic a fost întocmit pe baza următoarelor prevederi legale aflate în vigoare:

- Legea nr 121 din 18 iulie 2014, privind eficiența energetică cu modificările și completările ulterioare conform Legii nr. 160 din 19.07.2016
- HG nr. 1069/2007 pentru aprobarea Strategiei Energetice a României 2007 – 2020, actualizată pentru perioada 2011- 2020;
- HG nr. 163/2004 - Strategia națională în domeniul eficienței energetice
- SR EN 13201:2015 Iluminat public – standard român privitor la Iluminat Public ce stabilește modalitățile de încadrare a sistemelor de iluminat aferente cailor de circulație în clase de iluminat, parametrii lumino tehnici aferenți claselor de iluminat, regulile generale de realizare a sistemelor de iluminat, modul de efectuare a măsurărilor lumino tehnice
- SR EN 13201-5:2016 Iluminat public. Partea 5: Indicatori de performanță energetică
- Decizia 2794/2014 privind aprobarea Regulamentului pentru atestarea managerilor energetici și agreerea societăților prestatoare de servicii energetice și a Regulamentului pentru autorizarea auditorilor energetici din industrie - Monitorul Oficial, Partea I, nr. 25
- Ghidul de elaborare a auditurilor energetice aprobat prin Decizia președintelui ANRE nr.2123/2014.

3. PRINCIPII GENERALE

Auditul energetic reprezintă metoda sistematică care permite analiza utilizării energiei într-o activitate oarecare.

Auditul energetic are la bază legea conservării energiei, scopul său fiind identificarea și evaluarea tuturor cantităților sau fluxurilor de energie care intră și care ies din perimetrul analizat într-o anumită perioadă de timp.

Întocmirea corectă a oricărui bilanț energetic presupune în primul rând stabilirea precisă a limitelor conturului în interiorul căruia se desfășoară activitatea analizată și a perioadei de timp considerate.

Studiind cu atenție fenomenele fizice și chimice implicate în activitatea desfășurată în interiorul conturului dat, se definesc categoriile de fluxuri energetice care sunt urmărite la întocmirea bilanțului.

Din această categorie pot face parte căldura, efectul termic al reacțiilor chimice, lucrul mecanic, energia potențială, energia electrică, etc.

4. DEFINIREA CONTURULUI DE BILANȚ ENERGETIC

Conturul de bilanț este suprafața imaginară închisă în jurul unei instalații, clădiri, secții, uzine, în funcție de care se definesc fluxurile de energie care intră și cele care ies.

Conturul de bilanț poate cuprinde o întreagă întreprindere, o secție de producție, un lanț tehnologic, o clădire, un agregat tehnologic, un aparat, etc.

Conturul considerat poate cuprinde elemente care nu sunt neapărat situate pe același amplasament, dar între care există legături materiale (cabluri de forță, conducte, instalații sau sisteme de transport, etc).

Întocmirea unui bilanț energetic la nivelul unui contur dat permite obținerea unei reprezentări accesibile a modului în care fluxurile de purtători de energie intrate se distribuie, se transformă, sunt consumate și ies din conturul analizat.

Reprezentarea grafică a rezultatelor obținute prin întocmirea bilanțului se face de obicei cu ajutorul diagramelor Sankey.

În interiorul conturului analizat s-a întocmit un inventar al transformatorilor interni de energie. Transformatorii interni de energie alimentează de obicei mai mulți astfel de consumatori finali. Pentru fiecare transformator intern de energie sunt specificate următoarele aspecte:

- natura, sursa și caracteristicile fluxurilor de energie care intră;
- tipul transformării suferite, randamentul realizat, alte caracteristici tehnice;
- natura și parametrii fluxului de energie care ies;
- capacitatea instalată a transformatorului energetic;
- consumatorii sau centrele de consum alimentate;
- modalitatea de alimentare a consumatorilor și consecințele ei (direct, prin intermediul unei rețele de distribuție etc.);
- natura, potențialul energetic și impactul asupra mediului pentru fiecare dintre fluxurile de energie evacuate în atmosferă;
- starea tehnică a instalațiilor și a sistemului de distribuție la momentul efectuării bilanțului.

Conturul pentru care se întocmește prezentul Audit cuprinde *Rețeaua de iluminat stradal din Comuna Telciu*, satele Fiad, Telcișor și Telciu, jud. Bistrița-Năsăud.

5. PREZENTAREA SITUAȚIEI EXISTENTE

Sistemul de iluminat public din Comuna Telciu cuprins în conturul energetic supus auditării, este compus dintr-o rețea aeriană formată dintr-un total de 307 de stalpi echipați cu corpuri de iluminat stradal cu lămpi fluorescente având puterea de 36W.

Lungimea totală a rețelei electrice de iluminat stradal este de circa 25 km.

Alimentarea cu energie electrică se face prin PT 20/0,4kV și există 3 puncte de consum.

Rețeaua electrică aeriană este formată din stâlpi de beton de tipul SE 4 și SE 10 pe armăturile cărora sunt montate conductoarele aeriene torsadate din Al.

Reteaua are trei faze L1, L2, L3 și nul pentru alimentarea consumatorilor casnici și economici dar și un conductor pentru alimentarea iluminatului stradal. Corpurile de iluminat sunt montate cu ajutorul unor console metalice, pe stâlpii de beton, la o înălțime medie de 8m.

Comanda iluminatului se face de la punctele de consum prin releu cu ceas programator.

Corpurile de iluminat sunt de tipul corpuri de iluminat stradal având lămpi fluorescente de 36W.

Sistemul de iluminat public din obiectivul de investiții este compus din:

- puncte de aprindere și cutii de distribuție - din care se comandă și se alimentează cu energie electrică sistemul de iluminat public;
- rețeaua de alimentare cu energie electrică (aeriană LEA sau subterană LES) – care asigură transportul energiei electrice de la punctele de aprindere și de la cutiile de distribuție la aparatele de iluminat;
- stâlpii de iluminat public;
- console metalice – care asigură prinderea pe stalp și orientarea aparatelor de iluminat față de carosabil;
- aparate de iluminat.

Aceste componente ale sistemului de iluminat existent (aparate de iluminat, sisteme de prindere, etc.) se caracterizează, în general, printr-o stare de uzură avansată, nefăcând față cerințelor actuale privind iluminatul public precizate în SR EN 13201-2015.

Această situație influențează negativ costurile de funcționare (consum mărit de energie electrică pentru realizarea microclimatului luminos corespunzător) și asupra costurilor de întreținere și exploatare.

6. APARATE DE MĂSURĂ FOLOSITE

Pentru determinarea precisă a fluxurilor energetice intrate și ieșite din conturul stabilit sunt utilizate cele mai noi echipamente portabile de măsură și achiziții de date, prezentate mai jos.

Aceste echipamente de înaltă performanță oferă posibilitatea realizării unei analize calitative și cantitative ale alimentării cu energie a activităților desfășurate într-un contur și oferă informații eficiente cu rol de identificare, localizare și prevenire a problemelor din instalațiile energetice.

Nr. crt.	Denumire aparat	Tip	Producator
1	Multimetru industrial TRMS	AM500-EUR	AMPROBE
2	Clește Volt Ampermetric	F205	Chauvin Arnoux
3	Analizor de energie	CA 8336	Chauvin Arnoux
4	Luxmetru	UT383S	UniT
5	Megohmetru 1000kV	1507	Fluke
6	Camera termografie	DS-2TP31B-3AUF	Hikvision

7. REZULTATELE MĂSURĂTORILOR

Data efectuare măsurători: 30.10.2024
 Temperatură: 7°C;
 Condiții meteo: Nori/senin;

7.1 MĂSURĂTORI MĂRIMI ELECTRICE

În urma măsurătorilor efectuate la postul trafo 20/0,4kV, au fost obținute următoarele valori medii:

U_{RMS} : L1 = 415,1V; L2 = 415,3V; L3 = 415,7V
 V_{RMS} : L1 = 234V; L2 = 234,5V; L3 = 237V
 U_{thdmed} = 0,7%;
 A_{thdmed} = 4,00%;
 I_{med} = 34,8 [A].

Constatări:

Tensiunile de linie și tensiunile de fază se înscriu în limitele de +10%, valori recomandate de CE 60038.

Coeficientul de distorsiune datorate armonicilor A_{thdmed} este aproape de 5%.
 Valorile tensiunilor de linie și de fază se înscriu în limitele recomandate.

7.2 MĂSURĂTORI DE LUMINANȚĂ

Măsurătorile s-au făcut pe străzile din satele aparținătoare comunei Telciu și au urmărit determinarea nivelului de iluminare în cazul iluminatului public stradal.

Pentru iluminatul exterior, au fost efectuate măsurători pe direcție radială sau liniară, față de sursa luminoasă, pe direcția căilor de acces sau a suprafețelor utile luminate.

Rezultatele obținute în urma măsurătorilor cu privire la gradul de iluminare al suprafețelor asigurate de instalațiile de iluminat sunt prezentate în tabelul de mai jos.

Valori medii ale iluminării				
Nr. crt.	Locație	Luminanța medie L_{med} [cd/m ²] min	Nivel de iluminare medie măsurat [lx]	Tip corp de iluminat
1	Strada categoria M5	0,53	12 ... 17	stradal 36W

8. ECUAȚIA DE BILANT

Bilanțul energetic este o formă practică de exprimare a principiului conservării energiei și pune în evidență egalitatea între energiile intrate și cele ieșite din conturul analizat pentru o anumită perioadă de timp.

Energiile ieșite din conturul bilanțului se compun din energiile de toate tipurile folosite în mod util și pierderile de energie.

În mod convențional este considerată energie utilă: pentru elementele de rețea electrică (transformatoare, linii, etc.): energia la bornele aval ale elementului considerat.

Pierderile de energie aferente unui proces tehnologic pot fi considerate următoarele:

- pierderi în liniile electrice și înfășurările transformatoarelor datorită trecerii curentului electric, prin efectul Joule
- pierderi în liniile electrice foarte înaltă tensiune datorită prezenței câmpului electric, prin efect Corona
- pierderi în miezul magnetic al transformatoarelor și autotransformatoarelor datorită prezenței câmpului magnetic, prin curenți turbionari și prin fenomenul de histerezis
- pierderi în dielectricul izolației unor cabluri electrice de medie tensiune, ca urmare a variației câmpului electric.
- pierderi mecanice (unde este cazul).

Pentru cazul de față luăm în considerare următoarele pierderi:

- pierderi în liniile electrice prin efectul Joule
- pierderi în balasturile electromagnetice

Ecuatia de bilant pentru pierderile avute în vedere este:

$$W_i = W_e = W_u + \sum W_P = W_u + W_{PL} + W_{PCI} + W_{PB} \quad [\text{kWh}]$$

unde:

- W_i energia intrată în contur
- W_e *energia ieșită din contur*
- W_u energia utilă la ieșirea din contur
- $\sum W_P$ suma pierderilor din sistemul electroenergetic de alimentare
- W_{PL} pierderile în liniile de alimentare
- W_{PCI} pierderile datorate randamentului corpurilor de iluminat
- W_{PB} pierderile electromagnetice în balasturile corpurilor de iluminat

9. MĂSURI PENTRU CREȘTEREA EFICIENȚEI ENERGETICE

Având în vedere timpul de funcționare al instalației de iluminat, care este de 4150 pe an, se pot realiza economii substanțiale de energie la nivelul conturului energetic studiat, prin înlocuirea corpurilor existente, cu corpuri de iluminat cu LED care au o eficiență energetică superioară.

Aparatele de iluminat cu surse de lumină cu LED, comparativ cu aparatele de iluminat cu surse cu descărcare la înaltă presiune, sau fluorescente, au următoarele avantaje:

- eficiența energetică ridicată (minim 140 lm/W);
- au un indice de redare a culorilor superior $Ra > 70$;
- au o durată de viață mai mare, de minim 80.000 ore;
- pot fi realizate în funcție de necesități la temperaturi de culoare de la 3.000 la 5.700K, în timp ce sursele cu descărcare la înaltă presiune în vapori de sodiu, au o temperatură de culoare fixă (2.000 – 2.100 K).

Deprecierea în timp a parametrilor optici al aparatelor de iluminat cu LED este mult mai scăzută decât al aparatelor de iluminat având surse cu sodiu.

Astfel, degradarea fluxului luminos al aparatelor de iluminat cu LED este de 90% după 35.000 ore de funcționare sau 80% după 60.000 ore de funcționare.

Pentru a asigura aceeași parametri luminotehnici, un aparat de iluminat cu LED are un consum de energie electrică mai redus decât al aparatelor având surse cu sodiu, iar parametrii optici se mențin un timp mai îndelungat.

Un alt avantaj major al aparatelor de iluminat cu LED, față de sursele de lumină cu descărcare la înaltă presiune este că au posibilitatea controlării ușoare a intensității fluxului luminos, prin reglarea parametrilor sursei de alimentare (dimare) și respectiv posibilitatea aprinderii, reducerii fluxului sau stingerii selective, individual sau pe grupuri predefinite, a aparatelor de iluminat prin sistemul de telegestiune, în funcție de locul de utilizare sau de necesități.

Astfel se poate comanda reducerea fluxului luminos între anumite ore cu trafic redus pe unele porțiuni de stradă în timp ce în intersecții, la trecerile de pietoni sau în zonele cu risc, iluminatul funcționează la intensitate maximă, sau se poate comanda stingerea completă a iluminatului în zone în care pe timpul nopții nu există activitate (de ex. parcuri zone comerciale).

Acest lucru se realizează prin modificarea tensiunii de alimentare, rezultând o reducere a puterii consumate și implicit o reducere suplimentară a consumului de energie electric pentru sistemul de iluminat.

Având în vedere aceste avantaje, măsura tehnică principală pentru creșterea eficienței energetice pe care o recomandăm este înlocuirea aparatelor de iluminat existente cu aparate de iluminat cu LED.

O altă măsură organizatorică recomandată este curățarea periodică a dispersoarelor de lumină ale aparatelor de iluminat stradal, reducându-se astfel pierderile de eficacitate luminoasă datorate murdăririi acestora.

10. CONCLUZIILE AUDITULUI ENERGETIC

pentru zona pe care se intervine cu ocazia implementării proiectului, conform cerințelor din Ghidul de finanțare al Programului privind creșterea eficienței energetice a infrastructurii de iluminat public aprobat prin Ordinul nr. 2490/2024

În urma efectuării auditului energetic și luminotehnic în satele aparținătoare Comunei Telciu au rezultat următoarele concluzii:

10.1 Stâlpi existenți

Reprezintă numărul total al stâlpilor care intră în componența sistemului de iluminat pe care se intervine cu ocazia implementării proiectului.

Nr. crt.	Denumire	Stalpi		
		SE 4	SE10	Total
	Punct de consum	[buc]	[buc]	[buc]
1	Fiad	22	4	26
2	Telcisor	123	22	145
3	Telciu	115	21	136
4				
5				
6				
7				
	Total:	260	47	307

10.2 Corpuri de iluminat existente

Reprezintă numărul total de corpuri de iluminat existente cuprinse în proiect.

Nr. crt.	Denumire	Corp de iluminat		Putere
		Putere	Nr	totala
	Punct de consum	[W]	[buc]	[W]
1	Fiad	41,25	26	1.072,50
2	Telcisor	41,25	145	5.981,25
3	Telciu	41,25	136	5.610,00
4				
5				
6				
7				
	Total 36W:		307	12.663,75

10.3 Putere totală instalată corpuri de iluminat existente

calculată conform art. 4 alin. (1) lit. w) cu formula:

$P_{ie} [kW] = (P_{ne} + P_{be}) \times \text{nr. corpuri de iluminat existente cuprinse în proiect.}$

$$P_{ie} = (36W + 5,25W) \times 307 = 12.663,75 W = 12,66375 kW$$

10.4 Consum inițial anual iluminat public

calculat conform art. 4 alin. (1) lit. g) cu formula:

$$C_i \text{ [kWh/an]} = P_{ie} \times 4.150 \text{ ore}$$

unde 4150 = numărul mediu de ore de funcționare al corpurilor de iluminat.

$$C_i = 12,66375 \times 4.150 \text{ ore} = 52.554,56 \text{ kWh}$$

10.5 Stâlpi noi propuși

Prin proiect nu se propune montajul de stâlpi noi

10.6 Corpuri de iluminat propuse

Reprezintă numărul de corpuri de iluminat propuse a fi înlocuite/completate pe stâlpi existenți sau montate pe stâlpi noi prin proiect.

Nr. crt.	Denumire Punct de consum	Corp de iluminat		Putere
		Putere [W]	Nr [buc]	
1	Fiad	30,9	26	803,40
2	Telcisor	30,9	145	4.480,50
3	Telciu	30,9	136	4.202,40
4				
5				
6				
7				
Total 30W:			307	9.486,30

10.7 Putere totala instalată corpuri de iluminat propuse

calculată conform art. 4 alin. (1) lit. x) cu formula:

$$P_{in} \text{ [kW]} = (P_{nn} + P_{bn}) \times \text{nr. total de corpuri de iluminat propuse.}$$

$$P_{in} = (30W + 0,9W) \times 307 = 9.486,30 \text{ W} = 9,4863 \text{ kW}$$

10.8 Consum final anual iluminat public

calculat conform art. 4 alin. (1) lit. h), cu formula:

$$C_f \text{ [kWh/an]} = P_{in} \times 4150 \text{ ore} \times \text{nr. total de corpuri de iluminat propuse,}$$

unde 4150 = numărul mediu de ore de funcționare al corpurilor de iluminat.

$$C_f = 9,4863 \text{ kW} \times 4.150 \text{ ore} = 39.368,15 \text{ kWh}$$

10.9 Economia de energie – varianta fără telegestiune

calculată conform art. 4 alin. (1) lit. o) cu formula:

$$E_{en} \text{ [%]} = (C_i - C_f) / C_i \times 100;$$

$$E_{en} = (52.554,56 - 39.368,15) / 52.554,56 \times 100 = 25,09\%$$

10.10 Cantitatea de emisii CO₂ redusă – varianta fără telegestiune

calculată cu formula

$$Q \text{ [tone CO}_2\text{]} = (C_i - C_f) \times f_{CO_2} \text{ [kg/an],}$$

unde $f_{CO_2} = 0,265 \text{ kg CO}_2/\text{kWh}$ – factor de conversie.

$$Q = (52.554,56 - 39.368,15) \times 0,265 \text{ kg} = 3.494,40 \text{ kg CO}_2 = 3,49 \text{ tone CO}_2$$

10.11 Economia de energie – varianta cu telegestiune

calculată conform art. 4 alin. (1) lit. o) cu formula:

$$E_{en} [\%] = (C_i - C_f) / C_i \times 100;$$

Dimare 0% - 1.960,0 ore

Dimare 70% - 2.190,0 ore

$$E_{en} = (52.554,56 - 33.135,65) / 52.554,56 \times 100 = \mathbf{36,95\%}$$

10.12 Cantitatea de emisii CO₂ redusă – varianta cu telegestiune

calculată cu formula

$$Q [\text{tone CO}_2] = (C_i - C_f) \times f_{\text{CO}_2} [\text{kg/an}],$$

unde $f_{\text{CO}_2} = 0,265 \text{ kg CO}_2/\text{kWh}$ – factor de conversie

$$Q = (52.554,56 - 33.135,65) \times 0,265 \text{ kg} = 5.146,01 \text{ kg CO}_2 = \mathbf{5,15 \text{ tone CO}_2}$$

Întocmit,

ing. Turla Mihai Mircea

Auditor energetic autorizat clasa I

Electroenergetic

Legitimăție nr. 0238/12.06.2024