



Programul: CERCETARE DE EXCELENȚĂ (CEEX)

Denumirea Proiectului:

**SISTEM INFORMATIC INTEGRAT PENTRU EFICIENȚĂ ENERGETICĂ ȘI ECONOMIE DE ENERGIE  
ELECTRICĂ ÎN SECTORUL REZIDENȚIAL – CREFEN**

Contractor titular: Institutul Național de Cercetare Dezvoltare în Informatică – ICI București

Sucontractor: Universitatea tehnică din Cluj-Napoca – UTC-N

Responsabil științific de proiect: Prof.dr.ing. POP Florin

Contract de finanțare nr. 608/3.10.2005

Subcontract nr. C145-04/19.10.2005

Etapa: I/1 2005

Etapa 1 Elaborare soluție

Activitate 1.1 Metodologii de evaluare

## **Analiza componentei Iluminat Electric în balanța energetică în sectorul rezidențial**

Manual de utilizare

RECTOR,  
Prof. dr. ing. Radu MUNTEANU

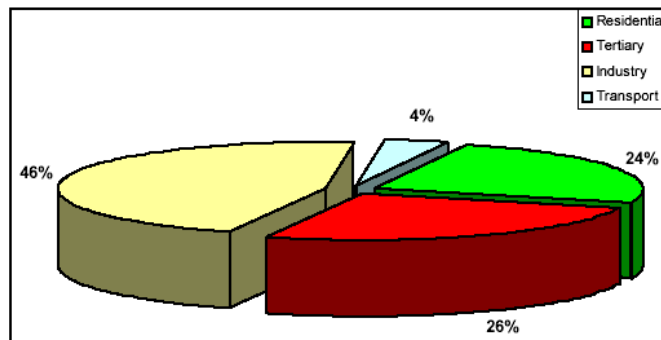
Responsabil științific de proiect  
Prof.dr.ing. POP Florin

## 1. Introducere

Lucrarea are ca scop analiza componentei Iluminat Electric în balanța energetică în sectorul rezidențial: date statistice, analiză facturi Electrica, informații din literatura tehnică pentru situații similare.

Lucrarea pornește de la studierea tendințelor pe plan mondial în ceea ce privește repartitia consumatorilor pe domenii (iluminat, încălzire, aparatură de calcul) și a organizării imobilelor rezidențiale în contextul noilor tehnologii (telefonie mobilă, Internet). Prin corelarea situației din România cu tendințele mondiale se pot realiza prognoze în ceea ce privește potențialul de economisire a energiei electrice, se pot găsi soluții și propune politici de eficientizare în utilizare.

În țările Uniunii Europene, consumul de energie electrică din clădirile administrative reprezintă 26% din consumul total de energie electrică; pentru clădirile de locuit procentul este 24%. Aceasta înseamnă că în clădirile din UE se consumă 50% din energia electrică și, de aici, a rezultat interesul crescut pentru îmbunătățirea eficienței energetice în acest sector - Figura 1. În aceste țări se cunoaște și repartitia consumurilor într-o clădire, iluminatul ocupând primul loc cu 38%, urmat de echipamente electrice 35%, aer condiționat 13%, încălzire 9% și ventilare 5%.

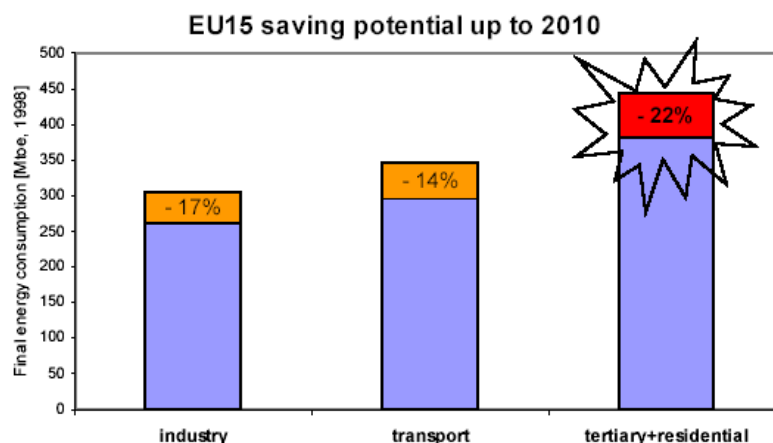


**Figura 1** Consumul energetic UE15 pe categorii de utilizatori - sursă JRC

Utilizarea pe scară largă a tehnologiei informațiilor a condus la noi moduri de organizare a spațiului de lucru. Birourile au devenit locuri unde oamenii lucrează cu intermitențe și la ore neregulate, astfel încât clădirile sunt utilizate pe o perioadă destul de mare de-a lungul zilei. În anumite firme personalul lucrează acasă majoritatea timpului și rezervă un post de lucru, atunci când intenționează să vină la birou. De asemenea, noile clădiri de locuit sunt prevăzute cu un birou, pentru a se putea lucra și de acasă.

O atenție deosebită trebuie acordată consumului de electricitate în sectorul rezidențial și administrativ, datorită potențialului ridicat de reducere a consumului energetic în cazul acestor categorii (22% din valoarea prevăzută prin semnarea protocolului de la Kyoto).

În cazul României nu sunt disponibile date privind repartitia consumului de energie electrică din clădiri, motiv pentru care este greu de stabilit o strategie referitoare la creșterea eficienței energetice. România poate beneficia de experiența dobândită în SUA, UE și în țări ale Europei Centrale în domeniul politicilor de eficiența energetică (ex. programele de etichetare, Energy Star, GreenLight). În acest scop este extrem de important să se cunoască situația reală din clădiri, pentru a se putea promova acele soluții care sunt viabile pentru România și să nu se preia soluții care apoi să se dovedească inoperante pentru țara noastră.



Source: MURE model, EC 2003

Figura 2 Potențialul de reducere a consumului energetic pe categorii de utilizatori

## 2. Repartiția consumului de energie electrică în România

Tabel 1 Vânzări de energie electrică la consumatorii casnici pe intervalul 2000-2004, [MWh]

Zona	2000	2001	2002	2003	2004	2004 vs 2000
Moldova	951.988	955.298	944.801	1.023.824	1.041.280	+89.292
Dobrogea	617.136	616.288	628.768	669.886	604.572	-12.564
Muntenia Nord	940.721	941.305	956.150	1.009.264	1.025.055	+84.334
Oltenia	1.068.647	1.017.923	982.659	1.024.438	1.022.782	-45.865
Banat	882.950	879.276	864.498	923.385	995.694	+112.744
Transilvania Nord	870.886	876.598	906.924	955.481	968.983	+98.097
Transilvania Sud	838.471	865.890	855.393	913.807	904.888	+66.417
Muntenia Sud	1.447.382	1.362.125	1.361.385	1.451.288	1.440.138	-7.244
<b>TOTAL</b>	<b>7.618.181</b>	<b>7.514.703</b>	<b>7.847.144</b>	<b>7.971.373</b>	<b>8.003.392</b>	<b>+385.211</b>

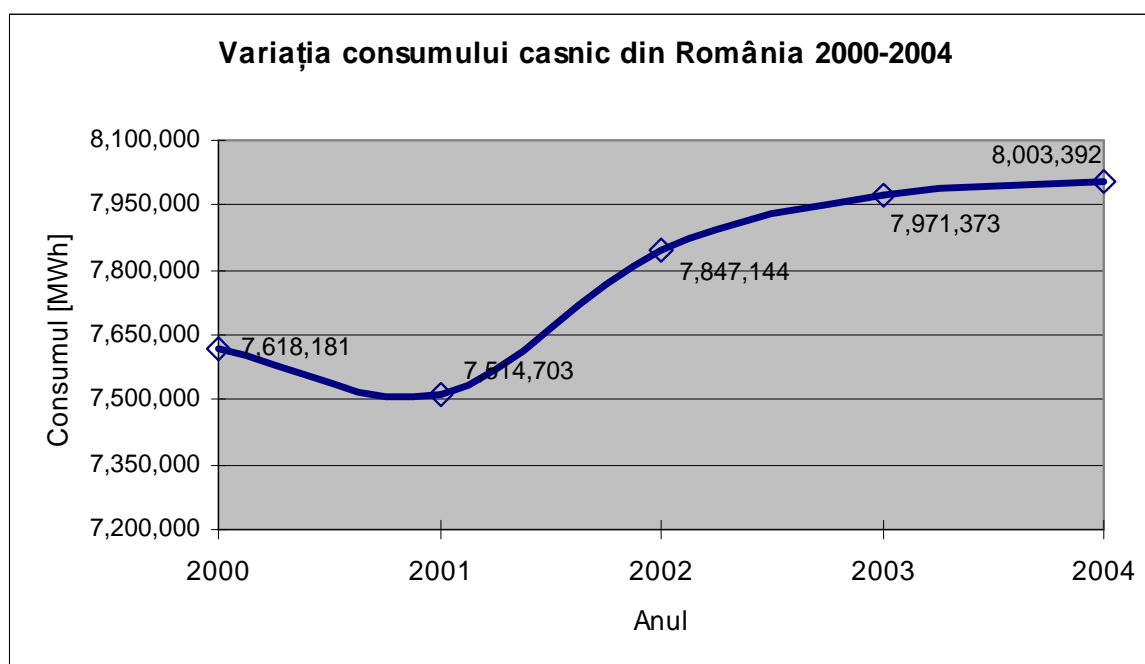
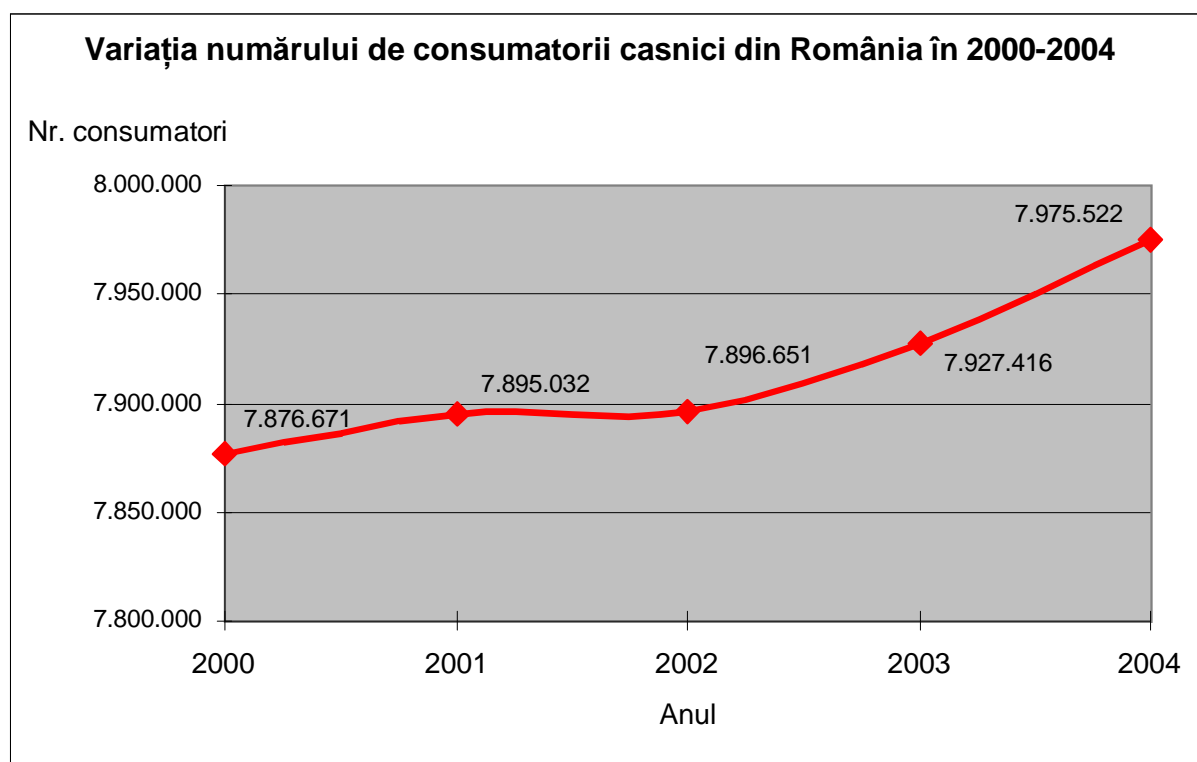


Figura 3 Variația consumului casnic total în România în perioada 2000-2004, [MWh]

**Tabel 2** Număr de consumatori casnici, perioada 2000-2004

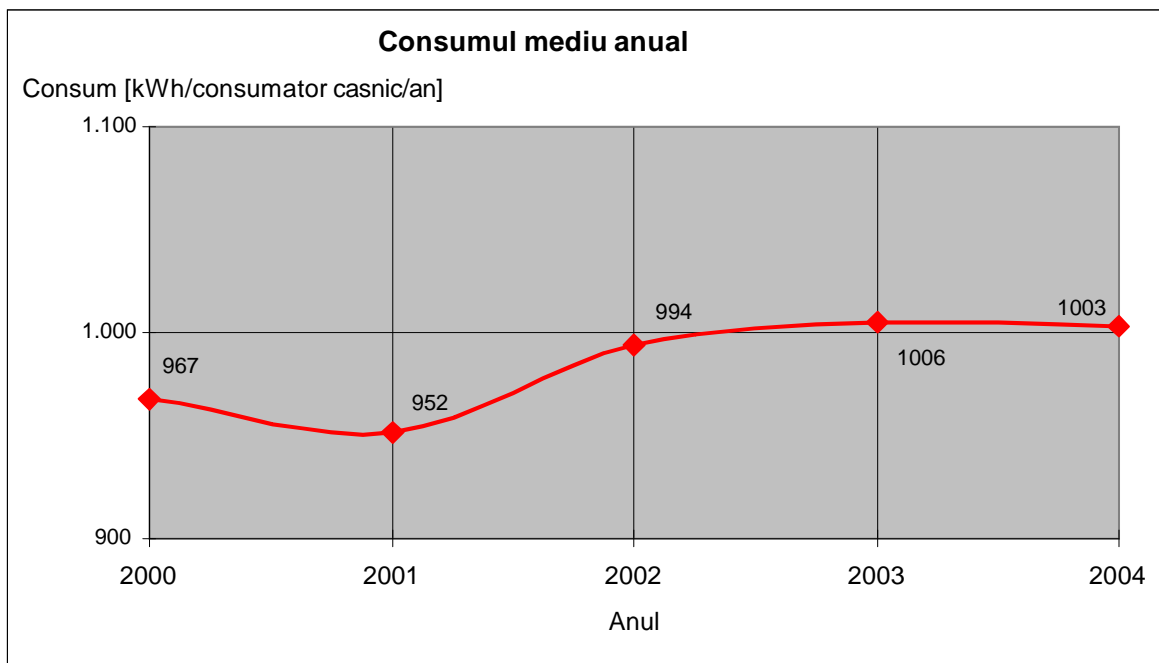
Nr. crt.	Filiala Electrica	2000	2001	2002	2003	2004
1	Moldova	1.206.080	1.214.632	1.213.297	1.216.564	1.232.863
2	Dobrogea	537.609	542.810	538.634	540.863	545.334
3	Muntenia Nord	1.129.855	1.123.706	1.140.904	1.144.038	1.152.203
4	Oltenia	1.261.436	1.269.743	1.263.438	1.268.649	1.275.047
5	Banat	779.931	773.744	774.422	774.793	771.048
6	Transilvania Nord	100.866.000	1.010.312	1.009.391	1.019.047	1.024.340
7	Transilvania Sud	937.655	942.107	939.779	943.494	946.795
8	Muntenia Sud	1.017.239	1.017.978	1.016.786	1.019.968	1.027.892
	<b>TOTAL</b>	<b>7.876.671</b>	<b>7.895.032</b>	<b>7.896.651</b>	<b>7.927.416</b>	<b>7.975.522</b>



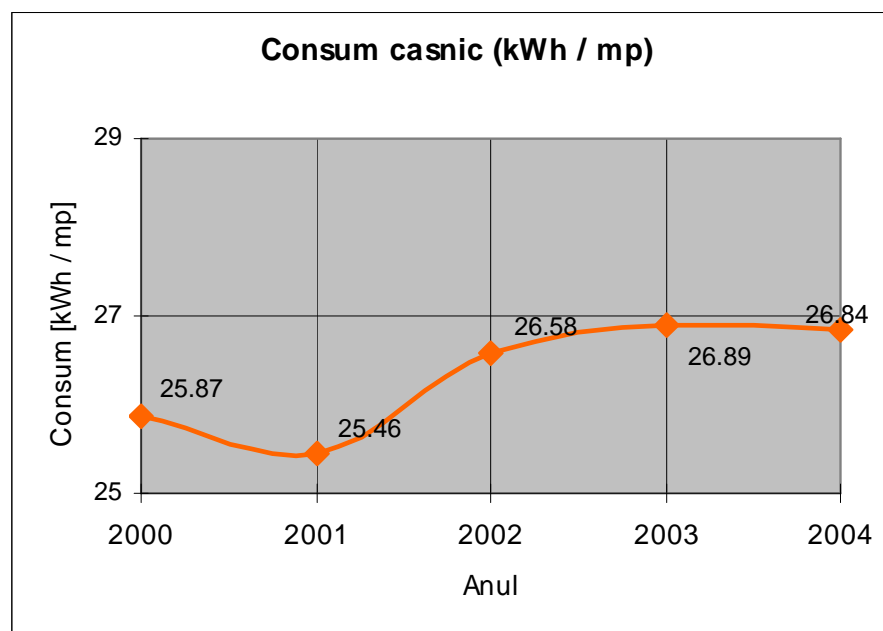
**Figura 4** Variația numărului de consumatori casnici din România în perioada 2000-2004

**Tabel 3** Consum mediu de energie, în 2000-2004, [kWh/consumator casnic/an]

	2000	2001	2002	2003	2004
Consum mediu abonat	967	952	994	1.006	1.003



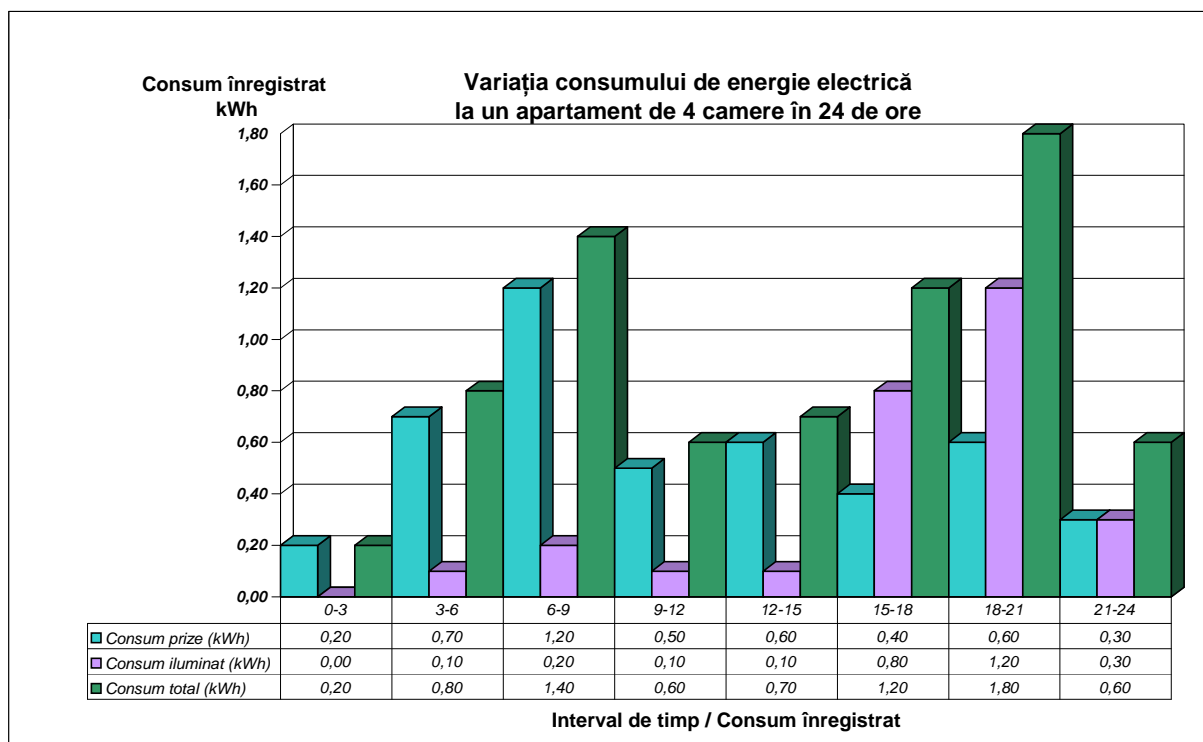
**Figura 5** Consum mediu de energie în 2000-2004, [kWh/consumator casnic/an]



**Figura 6** Consumul casnic per  $m^2$  în România ( $kWh/m^2$ ) - s-a luat în calcul valoarea medie de  $37,39 m^2$  a suprafeței unei locuințe în România.

La ora actuală beneficiem de puține informații referitoare la stabilirea aportului iluminatului electric în consumul total al abonaților casnici, nu există prea multe informații la nivelul României. Estimativ, putem lua în calcul, cu titlu informativ, datele prezentate în lucrarea "Studiu privind eficiența energetică a echipamentului electric din clădiri – SEEC", Universitatea Tehnică Cluj-Napoca, 2000.

S-au efectuat măsurători într-un apartament de bloc cu patru camere, într-un apartament cu trei camere și într-o casă cu trei camere. Apartamentul de patru camere având o amplasare favorabilă, cu majoritatea camerelor spre sud, iar bucătăria și camera de zi spre nord, beneficiază de o iluminare naturală favorabilă. Apartamentul de patru camere este locuit de o familie compusă din patru persoane. Apartamentul de trei camere este locuit de trei persoane, iar casa tot de trei persoane.



**Figura 7** Variația consumului de energie electrică la un apartament de 4 camere în 24 de ore Sursă "Studiu privind eficiența economică a echipamentului electric din clădiri" – SEEC-UTC-N 2000

Valorile prezentate în acest studiu se bazează pe date concrete (vânzările Electrica către consumatorii casnici pe perioada 2000-2004; date preluate de la institutul Național de Statistică) și măsurători experimentale (efectuate în cadrul Studiului SEEC - Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca – Centrul de Ingineria Iluminatului - Grant Gr. 6113/2000).

Datorită utilizării cu precădere a lămpilor cu incandescență, s-au observat proporții ridicate în cazul iluminatului electric la nivelul locuințelor.

**Tabel 4** Repartiția consumului casnic pe circuitele de priză, respective pe cele de iluminat

Apartament/Casă	Consum pe circuitele de PRIZE	Consum pe circuitele de ILUMINAT
	[%]	[%]
<b>4 camere 4 persoane</b>	73	27
<b>3 camere 3 persoane</b>	73,25	26,75
<b>Casă 3 persoane</b>	77,42	22,58
<b>Aport mediu</b>	<b>74,56</b>	<b>25,44</b>

În urma unei analize teoretice asupra datelor anterior prezentate este posibilă o estimare a câtorva caracteristici ale consumului de energie electrică în locuințe - Tabelul 4.

**Tabel 5** Consumul de energie electrică pentru iluminat. Total consum anual casnic iluminat electric la nivel de țară a fost calculat luându-se în considerare vânzările Electrica către sectorul casnic și aportul mediu al consumului pe circuitele de iluminat (25,44%); Consum anual casnic iluminat electric per m<sup>2</sup> a fost calculat ținându-se cont de suprafața medie a unei locuințe în România pe anul 2002 - 37,39 m<sup>2</sup>/locuință.

Anul		2000	2001	2002	2003	2004
Total consum anual casnic iluminat electric la nivel de țară	[MWh]	1.938.065	2.027.917	1.996.313	2.027.917	2.036.063
Consum anual casnic iluminat electric per abonat	[kWh/abonat/an]	246,051	256,860	252,805	255,811	255,289
Consum anual casnic iluminat electric per m <sup>2</sup>	[kWh/m <sup>2</sup> /an]	6,581	6,870	6,761	6,842	6,828
Preț consum anual casnic iluminat electric per abonat	[RON/abonat/an]	135,01	138,49	137,18	138,15	137,98

Se poate observa o creștere medie anuală a consumului casnic pentru iluminat electric per abonat în anul 2004 vs. 2000 de 3,61%. Toate acestea raportate la o creștere continuă a numărului de abonați casnici din țara noastră Figura 4, de 1,24% (anul 2004 vs. 2000), evidențiază necesitatea adoptării unor măsuri de eficiență energetică în iluminatul casnic, la nivelul întregii țări.

### 3. Analiza consumului de energie electrică în iluminat în sectorul rezidențial

**Tabel 6** Iluminatul electric în România (Studiu DELight întocmit de Environmental Change Unit, University of Oxford for the European commission DG-XVII, Raport final Mai 1998); Ultima coloană din tabel cuprinde estimări făcute în acest studiu sau date statistice noi.

ROMÂNIA	Studiu DELight 1998	Studiu UTC-N 2005
<b>Consumul de electricitate</b>		
Consumul total de electricitate (TWh/an)	60,0 (1996)	33,8
Consumul de electricitate în domeniul rezidențial (TWh/an)	7,1	8,001
Consumul de electricitate pentru iluminat în domeniul rezidențial (TWh/an)	n.a. (1996)	~2,036
<b>Iluminatul casnic – Informații</b>		
Consumul casnic de electricitate pentru iluminat (kWh/an)	n.a. (1995)	~255,3
Număr de lămpi pe locuință	9	n.a.
Numărul mediu de CFL pe locuință	0,006 (1995)	n.a.
Procentul de locuințe care utilizează CFL	0,5 (1995)	n.a.
Numărul mediu de lămpi CFL pe locuință care utilizează CFL	1,1 (1995)	n.a.
Numărul de corpuri de iluminat pe locuință	5,5	n.a.
<b>Locuințe – Informații</b>		
Numărul de locuințe	7,78 (1995)	7,97
Numărul de persoane pe locuință	2,91 (1994)	2,63 (2002)
Suprafața medie (m <sup>2</sup> )	n.a.	37,39
<b>Prețuri</b>		
Prețul energiei electrice /kWh	1996 (ecu)	(RON)
0 – 50 kWh	0,008	4,641 abonament lunar
50 – 100 kWh	0,019	0,32235 kWh
>100 kWh	0,041	
Prețul unei lămpi GLS	ecu	RON
	0,3	1,5
Prețul unei lămpi CFL	13,2	15

Valorile din Tabelul 6 cu privire la numărul de locuințe, numărul de persoane pe locuință și suprafața pe locuințe s-au obținut luând în considerare doar numărul locuințelor, respectiv persoanelor din țara noastră racordate la instalațiile de electricitate. Datele statistice arată că în anul 2002 existau în România circa 505.682 persoane care nu erau încă racordate la sistemul de distribuție al energiei electrice.

Comparativ se pot vedea anumite neconcordanțe între Studiul DELight 1998 și estimările făcute în prezenta lucrare.

Studiu DELight 1998	Studiu UTC-N 2005
Nu există informații exacte cu privire la consumul casnic de electricitate pentru iluminat, o estimare fiind făcută în jurul valorii de 900 kWh/an. Nu există, de asemenea, estimări nici cu privire la proporția pe care o are iluminatul în cadrul consumului casnic total de electricitate.	Nu există informații exacte cu privire la consumul casnic de electricitate pentru iluminat, o estimare fiind făcută în jurul valorii de <b>255,289 kWh/an</b> . Estimările făcute arată o proporție de <b>25,44%</b> pe care o are iluminatul în cadrul consumului casnic total de electricitate.
Numărul mediu de lămpi într-o locuință este de 9 buc., cele mai comune fiind lămpile clasice cu incandescență. În anumite cazuri, se folosesc în bucătării și băi tuburi fluorescente. Proiectanții folosesc în calculul fotometric, pentru clădiri, valori ale puterii instalate pe metru pătrat de 10-20W/m <sup>2</sup> .	Proiectanții folosesc valori ale puterii instalate pe metru pătrat de aproximativ <b>10 W/m<sup>2</sup></b> în calculul iluminatului electric pentru clădirile de locuit.

Totodată consumul total de electricitate a scăzut de la 60 TWh/an în anul 1996 (DELight 1998) la 33,8 TWh/an în prezent, potrivit datelor primite de la Electrica. Pentru aceleași perioade însă consumul rezidențial a crescut totuși simțitor, fapt datorat poate și reducerii masive a consumului industrial în România după anul 1998, dar și a creșterii continue a numărului de abonați casnici.

Un alt studiu, "Iluminatul casnic în România, Analiză și soluții de eficientizare" - ELECTRICA S.A. București, 2003, estimează un consum de 43,67 kWh/locuință/lună, ceea ce corespunde unei valori de aproximativ 524 kWh/locuință/an. În acest caz, cercetarea a fost realizată pe baza unei cercetări personale bazate pe chestionar. S-a ținut cont totodată și de structura activă/inactivă a populației din România:

Numărul mediu de persoane dintr-o locuință: 2,672

- doar 1,146 sunt persoane active (42,9%)
- 1,526 sunt persoane inactive (57,1%),

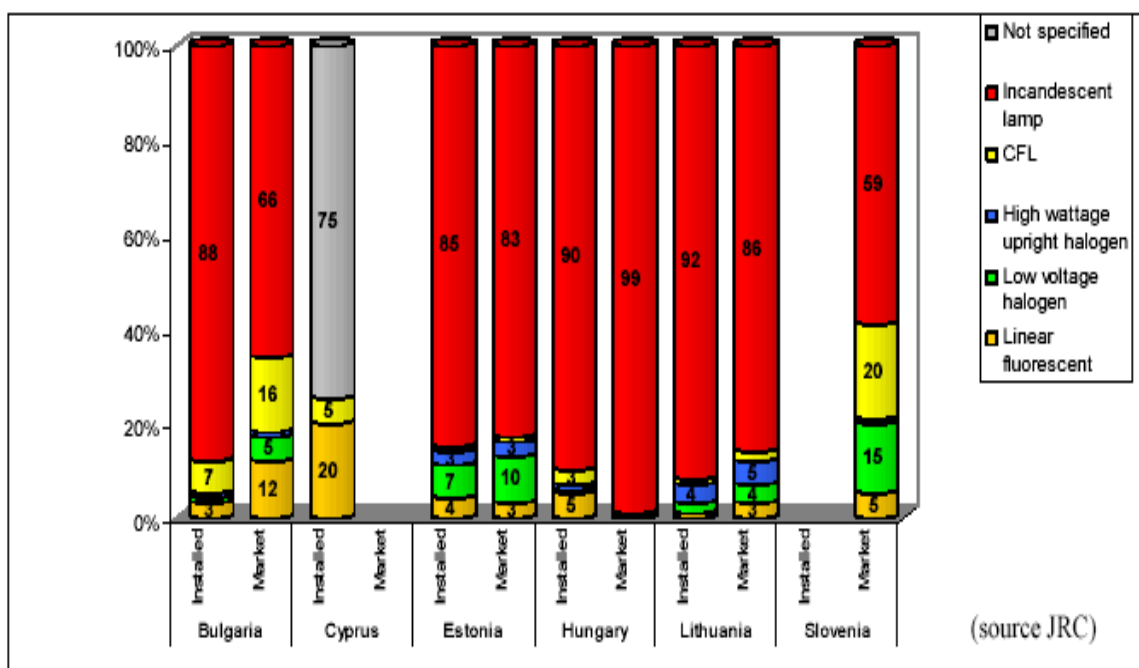
din care:

- 0,784 sunt pensionari (29,3%)
- 0,454 sunt studenți și elevi (17%)
- 0,114 sunt casnice (4,3%)
- 0,174 sunt alte persoane (6,5%)

În iluminatul casnic se utilizează patru tipuri de lămpi:

- lămpi convenționale cu filament incandescent, care au un preț redus, eficiență scăzută și durată de utilizare de aproximativ un an;
- lămpi fluorescente compacte, care produc lumina într-un mod mult mai eficient, convertind până la 80% din electricitate în lumină și a căror durată de viață este de până la 8-10 ani; lămpi denumite popular "lămpi economice";
- lămpi fluorescente tubulare cu diferite eficiențe luminoase;
- lămpi cu incandescență cu halogen.





**Figura 8** Iluminatul electric rezidențial în diferite țări din SE Europei – răspândirea diferitelor tipuri de lămpi, Sursă JRC

Durata de funcționare mai mare înseamnă necesitatea de a cumpăra mai puține lămpi și conduce la reducerea poluării mediului înconjurător.

Calitatea luminii lămpilor compact fluorescente a fost îmbunătățită considerabil, astfel încât culoarea luminii generate se apropie de lumina zilei; anumite lămpi sunt disponibile cu culori diferite (de la lumină rece la lumină caldă).

Costul lămpilor cu consum redus de energie depinde în primul rând de durata lor de viață, cele mai ieftine fiind cele care durează 3 ani, costul tipic fiind între 10 - 15 RON, iar cele mai scumpe au o durată de funcționare de 8-10 ani și costă între 30 – 40 RON.

Deoarece consumul acestor lămpi are un cost mult mai scăzut (doar 20% din costul lămpilor cu incandescență convenționale) se poate acoperi costul investiției inițiale în 3 – 12 luni, depinzând de durata de viață a lămpilor și apoi se pot economisi până la 30 RON pe lampă pe an.

Rata de utilizare a lămpilor fluorescente compacte este de la 0,8 unități pe locuință în Marea Britanie până la peste 3 unități pe locuință în Danemarca. Proiecte din programul SAVE consideră ca o limită superioară rezonabilă utilizarea de până la 8 unități pe locuință.

O analiză a iluminatului rezidențial desfășurată în 100 de locuințe în Danemarca evidențiază un consum în iluminat cuprins între 5% și 21% din consumul de energie lunar al locuinței și utilizarea a 24% lămpi economice – lămpi fluorescente liniare și lămpi fluorescente compacte. [9]

Consumul energetic pentru iluminatul locuinței poate fi redus prin adoptarea unor măsuri simple:

- utilizarea iluminării naturale cât de mult posibil;
- zugrăvirea locuinței în culori cât mai deschise;
- alegerea nivelului de iluminare specific muncii desfășurate;

- utilizarea iluminării indirecte care proiectează lumina unei lămpi pe tavan sau pe pereți doar când este necesară din considerente estetice, deoarece se pierde aproximativ 50% din lumina emisă de lampă;
- stingerea iluminatului electric când nu este necesar;
- utilizarea lămpilor cu consum redus de energie în locurile unde ele sunt folosite intensiv sau sunt dificil de înlocuit.

De aici rezultă totodata și necesitatea adoptării unor programe de informare pe scară largă: școli, mass-media, magazine.

#### 4. Concluzii

Potrivit datelor prezentate în lucrarea "Report on Electricity End use Consumption in New MS and CC in Tertiary and Residential Sectors" - Bogdan Atanasiu, Paolo Bertoldi, iulie 2005 - JRC, consumul casnic pe cap de locuitor în România este de 378 kWh/pers/an, care dacă este multiplicat cu 2,65 pers/consumator casnic (Institutul Național de Statistică) se obține valoarea unui consum mediu anual de 1.001,7 kWh/consumator casnic/an. Această cifră coincide cu valoarea prezentată în studiul de față și calculată pe baza datelor primite de la Electrica, de 1.003 kWh/consumator casnic/an.

Tindem sa afirmăm că valoarea de 900 kWh/locuință/an estimată de studiul DELight 1998 este mult prea mare chiar și pentru condițiile social economice ale acelor ani.

Studiu Electrica 2003, prezintă valoarea medie estimată a consumului casnic de electricitate pentru iluminat de 524 kWh/locuință/an, ce se apropie mai mult de realitate. Și în acest caz cifra rămâne însă prea mare, reprezentând mai mult de 50% din consumul total de energie electrică al unui consumator casnic pentru anul 2004 (aceasta în condițiile unei continue creșteri a consumului casnic).

Valoarea estimativă cu care concluzionăm prezentul studiu este aceea de 255,3 kWh/consumator casnic/an, respectiv 25,44% din totalul consumului de energie electrică al unei locuințe. Este adevărat că și prezenta lucrare se bazează pe un număr restrâns de studii de caz (datorită costurilor ridicate implicate de un studiu amplu), ce au fost prelevate cu precădere din ariile urbane. Cu toate acestea, procentul mediu estimat al aportului iluminatului electric, de 25,44% din totalul consumului casnic de energie electrică, se înscrie în limita valorilor prezentate în literatura de specialitate.

O reducere a consumului casnic de energie electrică de circa 45.245,8 MWh/an ar putea fi obținută prin simpla instalare a unei singure lămpi fluorescente compacte în fiecare locuință din România. Estimarea s-a realizat pe bază teoretică raportându-se 2.036.063 MWh/an (consumul de energie electrică în iluminatul casnic - 2004) la 9 (numărul mediu de lămpi per consumator casnic din România) și apoi la 5 (raportul consumului de energie electrică între o lampă fluorescentă compactă și una incandescentă cu același flux luminos). Această valoare corespunde unei reduceri a emisiilor de CO<sub>2</sub> de aproximativ 2,5 kTone CO<sub>2</sub> (1 kWh = 0,0536 kg CO<sub>2</sub> în acord cu valorile medii preconizate pentru țările din Europa).

Pe lângă realizarea unor importante economii de energie electrică și reducerea costurilor, respective a emisiilor poluante, introducerea tehnologiilor de iluminat eficiente în cazul consumatorilor casnici prezintă un alt avantaj important și anume acela al reducerii puterii maxim absorbite în vârfurile de sarcină de dimineața și seara.

Impactul economic previzibil al acestui studiu ar fi adoptarea unor politici vizând reducerea consumului de energie electrică atât pe plan local și național. Este necesară creșterea conștientizării problemei eficienței energetice atât de către utilizatori cât și de furnizorii de energie electrică pentru reducerea vârfurilor de sarcină datorate în special iluminatului.

Uniunea Europeană a inițiat numeroase campanii de promovare a lămpilor compact fluorescente cu scopul de a ridica la 15% procentul lămpilor fluorescente compacte de pe piață. În acest caz, câștigul estimativ de energie ar fi de 15 TWh pe an. Această economie de energie corespunde unei reduceri a emisiilor anuale de CO<sub>2</sub> de aproximativ 800 kTone de CO<sub>2</sub>.

Chiar și în cazul în care, în fiecare locuință a Uniunii Europene se înlocuiește o singură lampă cu incandescență de 75W cu o lampă compact fluorescentă de 15W, economiile de electricitate sunt considerabile: diferența de putere între cele două lămpi este în medie de 60W, o lampă funcționează în cadrul unei locuințe în medie 2.500h pe an (depinde de zona geografică și de felul camerei unde funcționează lampa, ceea ce înseamnă economii de energie la nivelul fiecărei locuințe de aproximativ 150 kWh. Presupunând un număr total de 150 milioane de locuințe în Europa, consumul de energie electrică obținut prin înlocuirea unei singure lămpi ar fi de 22.5 TWh sau 4 MTEP (1 MWh energie electrică este considerat echivalentul a 0,285 TEP - Tone Echivalent Petrol). La aceste economii ar trebui adăugat faptul că o lampă compact fluorescentă de calitate are durata de viață mai mare de 10.000 ore de funcționare în comparație cu 2.000 ore de funcționare pentru o lampă cu incandescență.

## 5. Bibliografie

- [1] Studiu privind eficiența economică a echipamentului electric din clădiri - SEEC - Universitatea Tehnică Cluj-Napoca, Agenția Națională pentru Știință, Tehnologie și Inovare, grant Gr 6113/2000 – tema B24, coordonator Dr. Dorin BEU
- [2] Studiu DELight întocmit de Environmental Change Unit, University of Oxford for the European commission DG-XVII, Raport final, mai 1998.
- [3] Report on Electricity End Use Consumption in New MS and CC in Tertiary and Residential Sectors – Bogdan ATANASIU, Paolo BERTOLDI, iulie 2005.
- [4] ENERO- octombrie.2001- O Analiză a Acquis-ului comunitar ca o referință pentru politica energetică în România.
- [5] Date statistice preluate de la Institutul Național de Statistică.
- [6] European Efficient Residential Lighting Initiative - ENERLIN, 2005, propunere sub coordonarea Prof. George ZISSIS, proiect acceptat.
- [7] Iluminatul casnic în România, Analiză și soluții de eficientizare - Camelia BURLACU, ELECTRICA S.A. București, 2003
- [8] ENERBUILD RTD Network - FP5 programme, coordonator Dr. J. Owen LEWIS, 2003
- [9] POP, Florin, 2003, Energy efficiency in lighting between regulations and reality, Proceedings of Workshops Budapest, Prague, Warsaw, Newly Associated States EnerBuild RTD