



---

**UNIVERSITATEA TEHNICĂ**  
DIN CLUJ-NAPOCA

---

Domeniul fundamental: INGINERIE SI MANAGEMENT

Domeniul de specialitate: INGINERIE CIVILĂ ȘI INSTALAȚII

# **TEZĂ DE ABILITARE**

## **- REZUMAT -**

**ILUMINAT INTEGRATIV**

**Conf. Dr. Ing. Dorin BEU**  
**Facultatea de Inginerie a Instalațiilor**  
**Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca**

**- Cluj-Napoca -**  
**2023**

Iluminatul integrativ ia în considerare efectele vizuale, emoționale și biologice ale unui sistem de iluminat asupra omului. Acest concept înlocuiește o abordare mai veche 'iluminat centrat pe om' și presupune o nouă abordare a iluminatului care nu se mai limitează la calitate sistemului de iluminat (nivel de iluminare, uniformitate, limitarea orbirii, redarea culorilor și temperatura de culoare), eficiența energetică (scăderea consumurilor energetice, creșterea eficacității luminoase a aparatelor de iluminat etc.), la încadrarea arhitecturală (designul aparatelor de iluminat și conceptul arhitectural) ci ia în considerare și aspecte non-vizuale (impactul asupra ritmului circadian și implicit asupra sănătății oamenilor). Această nouă abordare a iluminatului presupune o nouă paradigmă asupra sustenabilității sistemelor de iluminat care ia în considerare nu numai confortul vizual și consumurile de energie ci și impactul asupra sănătății oamenilor și impactul de mediu.

Sistemele noi de certificare a clădirilor sustenabile, BREEAM și LEED, iau în considerare reducerea poluării luminoase și a luminii albastre, dar și cer calculul impactului asupra mediului înconjurător pe tot ciclul de viață al sistemului de iluminat. Trecerea de la lămpi cu descărcări la LED a însemnat și eliminarea mercurului din lămpile uzate, dar și apariția unor noi provocări, datorită efectului inhibitor asupra secreției de melatonină generat de lumina albastră inerentă LED-urilor.

Capitolul 1 'De ce este importantă lumina/întunericul?' prezintă diverse puncte de vedere referitoare la acest subiect. În acest capitol este prezentată și o scurtă istorie a iluminatului, incluzând evoluția iluminatului public în România, precum și legătura dintre lumină/întuneric și religii.

Capitolul 2 'Campanii de măsurări luminotehnice în România' se referă la clădirile educaționale, dar și de aeroporturi din România și au pornit de la constatarea că nivelul de iluminare și indicele de redare a culorilor nu corespund cerințelor din SR EN 12464 și NP 061-2022. Măsurările luminotehnice realizate în clădirile nereabilitate, au arătat că, din păcate, standardele nu sunt respectate și că valorile nivelului de iluminare mediu menținut din majoritatea sălilor de clasă din învățământul mediu sunt între 119 lx – 243 lx, mult sub nivelul recomandat de 300 lx, iar în cazul clădirilor universitare între 208 lx – 413 lx, sub nivelul recomandat de 500 lx. În cazul uniformității, aceasta este în toate clădirile sub valoarea recomandată de 0,6, ceea ce duce la probleme de acomodare. În ceea ce privește temperatura de culoare corelată, aceasta variază între 3000 K - 10000 K, cu fluctuații în aceeași încăpere, rezultatul unor înlocuiri de lămpi fără a lua în considerare acest aspect de către personalul de întreținere. În cazul redării culorilor, indicele Ra era în majoritatea cazurilor 70 în cazul lămpilor fluorescente. Campania de măsurări luminotehnice a avut ca scop obținerea unor date cu rol informativ pentru autoritățile publice și pentru proiectanții soluțiilor de reabilitare. Trecerea la un nivel de iluminare de 500 lx în școli, începând cu 2021, combinat cu soluțiile vechi cu valori măsurate mult sub standard, va face ca proiectele de reabilitare să nu conducă la economiile de energie așteptate, dar va conduce la creșterea performanței, confortului utilizatorilor și a stării de bine.

Capitolul 3 'Economia circulară și ciclul de viață în iluminat'. Industria iluminatului este în continuare o economie liniară, în ciuda utilizării extensive a LED-urilor, a interzicerii lămpilor cu incandescență și din 2023 și a lămpilor fluorescente și a declarațiilor ca fiind verde și centrată pe om. LED-urile au schimbat dramatic industria iluminatului, prin creșterea eficienței luminoase a aparatelor de iluminat de aproape 4 ori, comparativ cu versiunile cu lămpi fluorescente T8, mărirea duratei de viață de 3-4 ori mai mare, noi oportunități pentru sistemele de control (inclusiv schimbarea temperaturii de culoare corelată) și cu un rol mai mare pentru senzori. Din păcate, această schimbare de tehnologie a produs o cantitate uriașă de deșeuri în iluminat, deoarece a fost nevoie de o înlocuire totală a

vechilor aparate de iluminat bazate pe lămpi cu descărcări sau fluorescente. În cadrul Laboratorului de Ingineria Iluminatului – LEL din cadrul UTC-N am încercat să transformăm un aparat de iluminat cu patru lămpi fluorescente T8 de 18 W cu o versiune LED, dar care în final a condus la un aparat de iluminat LED cu o eficacitate luminoasă de 57,67 lm/W, care este de trei ori mai mică decât aparate de iluminat performante de pe piață (aproximativ 160 lm/W). Diferite lucrări referitoare la evaluarea ciclului de viață (Life Cycle Assessments – LCA) s-au ocupat până acum câțiva ani de lămpi sau balasturi și mai puțin de balasturi electronice sau drivere. Grație proiectului european Erasmus KA2 HiEduCarbon, am reușit pentru prima oară în România să facem această evaluare pentru un aparat de iluminat LED de interior, produs de VEM Lighting SRL, București. Calculul LCA a fost efectuat utilizând programul de calcul One Click LCA. Rezultatele arată că principalul contribuitor al aparatului de iluminat cu LED-uri la GWP-fosilă exprimat în kg CO<sub>2e</sub> este consumul de energie operațională cu o pondere de 96,046%. Cel mai mare efect asupra impactului asupra mediului în etapa de fabricație a aparatului de iluminat cu LED este cauzat de piesele din aluminiu, modulul LED și driverul LED.

Capitolul 4. ‘Viitorul iluminatului: tehnologii și sustenabilitate’ explorează viitorul iluminatului: în ultimii 15 ani viteza schimbărilor s-a accelerat, iar dacă în 2010 se discuta despre ‘LED-ificare’, apoi despre ‘digitalizare’ din 2015, ritmul a crescut mult. Au mai rămas puține companii care produc aparate de iluminat cu lămpi cu descărcări (fabricarea lor va înceta în septembrie 2023), dar toate propun diverse soluții pentru comanda sistemelor de iluminat, în principal pe baza protocolului DALI. Accentul este pe partea de sustenabilitate a sistemelor de iluminat și care este abordată diferit de sistemele de certificare Passive House Institute, BREEAM, LEED și WELL. Capitolul 4 pune un accent deosebit pe sistemul american LEED și WELL, care are o abordare diferită, prin luarea în considerare a efectelor non-vizuale. Este introdus Echivalent Melanopic Lux - EML, o mărime alternativă propusă care este evaluată în funcție de curba de răspuns a celulelor ganglionare retinale intrinseci -ipRGC în loc de cea a conurilor. Pentru verificările de performanță, EML este măsurat pe un plan vertical la nivelul ochilor ocupantului.

Capitolul 5 ‘Planuri de evoluție și dezvoltare a carierei’ prezintă implicarea în diverse proiecte naționale și europene. Autorul este manager în proiectele europene HiEduCarbon, CoME EAsy, EXCITE și mai nou, RenPlusHomes și este membru în proiectele ENTREC: OLGA, NetZeroCities și eUT4ALL ceea ce reprezintă o oportunitate pentru viitori doctoranzi. Subiectele tratate variază de la analiza ciclului de viață al sistemelor de iluminat și clădirilor la soluții de decarbonizare a orașelor. O altă direcție o reprezintă formarea profesională, demarată în 2012 prin crearea unei noi profesii: Specialist în iluminat. O altă direcție constantă este căutarea de soluții de îmbunătățire a eficienței energetice în iluminat, inclusiv prin integrarea sistemelor de control al iluminatului în BMS-ul clădirii, iar aici beneficiez de ajutorul constant al companiilor Signify și Zumtobel. Ultima parte este dedicată unei viziuni legată de viitorul iluminatului și care este o posibilă direcție de cercetare privind evoluția iluminatului.

Viitorii mei doctoranzi vor trebui să fie pregătiți să anticipeze noile direcții din iluminat, să aibă o viziune critică a acestora, să facă diferența între marketingul companiilor și rezultatele din teren (bazat pe măsurări, studii de cercetare și de specialitate disponibile în jurnalele și conferințele de specialitate, pentru a avea o viziune de ansamblu). Capacitatea de inovare, combinată cu o viziune trans disciplinară vor contribui la formarea unei noi generații de specialiști de vârf în domeniul iluminatului integrativ.