

<https://doi.org/10.52326/csd2024.06>

## THE IMPACT OF LIGHT POLLUTION ON THE ENVIRONMENT AND HUMAN SOCIETY

### IMPACTUL POLUĂRII CU LUMINĂ ASUPRA MEDIULUI ȘI SOCIETĂȚII UMANE

Veaceslav BÂRDAN

*Technical University of Moldova, 168, Ștefan cel Mare bd., Chisinau, Republic of Moldova*

**Abstract.** The environment is polluted by several major groups of pollutants: mechanical, physical, biological and chemical, all of which have serious repercussions on the environment, but in addition to these there is another form of pollution with physical effects no less harmful, such as light pollution. The article analyses the mode of pollution and its spatial manifestation, as well as its biological and social consequences. The paper describes the triggers of light pollution, its mode of action and, finally, comes up with a number of proposals for reducing the impact of light pollution.

**Keywords:** *Light pollution, artificial night sky brightness, the impact of light pollution.*

**JEL code:** Q57

**Rezumat.** Mediul ambiant este poluat de câteva grupe mari de poluanți: mecanici, fizici, biologici și chimici, toate cu repercusiuni grave asupra mediului, însă pe lângă acestea mai există o formă de poluare cu efecte fizice nu mai puțin dăunătoare cum ar fi poluarea luminoasă. Articolul prezintă analiza modului de poluare și manifestarea acestuia în spațiu, precum și consecințele biologice și sociale. În lucrare se face o descriere a factorilor declanșatori ai poluării luminoase, modul de acțiune și, în final, vine cu o serie de propuneri de diminuare a impactului poluării cu lumină.

**Cuvinte cheie:** *poluarea cu lumină, iluminarea artificială a cerului nocturn, impactul poluării luminoase.*

#### Introducere

Inventarea becului acum 150 de ani de către Thomas Edison a deschis o nouă eră în dezvoltarea omenirii, iluminatul artificial a intrat în viața noastră și este aici pentru a rămâne pe veci. Această descoperire a influențat multe domenii ale vieții aducând progrese în industria electroenergetică, a schimbat abordarea proiectării și construcției clădirilor, a dat un impuls dezvoltării întreprinderilor, a stimulat dezvoltarea de noi tehnologii, a permis oamenilor să își organizeze ziua în mod independent, indiferent de perioada zilei, le-a oferit siguranța. Deși a adus numeroase beneficii, supraabundența de lumină pe timp de noapte a dus la apariția unei astfel de probleme de mediu precum poluarea luminoasă.

Lumina și zgomotul sunt definiți ca poluanți în Regulamentul (UE) 2020/852 privind stabilirea unui cadru pentru facilitarea investițiilor durabile („poluant” însemnând o substanță, vibrație, căldură, zgomot, lumină sau alt contaminant prezent în aer, apă sau sol care poate dăuna sănătății umane sau mediului, care poate duce la deteriorarea bunurilor materiale sau care poate afecta sau interfera cu facilitățile și alte utilizări legitime ale mediului). Poluarea luminoasă și fonică este inclusă într-unul dintre cele șase obiective tematice prioritare ale celui de-al 8-lea Program de Acțiune pentru Mediu până în 2030 („urmărirea poluării zero, inclusiv în ceea ce privește substanțele chimice nocive, pentru a obține un mediu fără substanțe toxice, inclusiv pentru aer, apă, sol, precum și în ceea ce privește poluarea luminoasă și fonică, protejarea sănătății și bunăstării oamenilor, animalelor și ecosistemelor împotriva riscurilor legate de mediu și a efectelor negative”).

Proliferarea marilor orașe, dezvoltarea infrastructurii, panourile publicitare și iluminatul arhitectural fac orașul nocturn mai frumos, însă acest iluminat provoacă poluarea luminoasă a mediului și la apariția mai multor probleme legate de impactul negativ al surselor de lumină artificială atât asupra oamenilor, cât și asupra mediului înconjurător. Această problemă de natură tehnogenă, conduce la un consum inutil de energie și, în consecință, la pierderi financiare, iar studiile științifice internaționale au arătat ca între 30-60% din energia consumată pentru fluxul luminos provenit de la dispozitivele și instalațiile moderne de iluminat este inutil și duce la poluare luminoasă. Asociația Internațională pentru Cerul Întunecat (International Dark-Sky Association) estimează că, în SUA, mai mult de 30% din lumina proiectoarelor stradale este irosită din cauza poluării luminoase. Acest lucru echivalează cu aproximativ 22 TWh de energie electrică pe an. Aproximativ 6,9 mld. dolari sunt irosiți în SUA ca urmare a iluminării excesive și a sistemelor de iluminat prost alese, ceea ce echivalează cu 20 de dolari pe cap de locuitor.

Oamenii de știință echivalează poluarea luminoasă cu poluarea apei și a aerului deoarece atunci când este excesivă schimbă nivelul și ritmurile de iluminare la care sunt adaptate toate formele de viață. Abundența iluminatului artificial pe timp de noapte amenință viața sălbatică, distruge habitatul multor animale și poluează suplimentar atmosfera. Supra-iluminarea, sau folosirea excesiva a luminii, la nivelul unei țări este responsabilă de irosirea a zeci de mii de barili de petrol și cărbune într-o singură zi, iar 1 KW/h de electricitate este echivalentul a 2 Lb de CO<sub>2</sub>, prin urmare, un bec obișnuit de 500 de W lăsat aprins toată noaptea timp de un an va consuma 2 640 Lb sau 2 000 kg de CO<sub>2</sub>, cantitate echivalentă cu cea consumată de un motor diesel la 13 000 km. La fel trebuie menționate emisiile de carbon de la peste 317 mil. de faruri la nivel global, iar numărul lor va crește până la 363 mil. în 2027. În afară de impactul ecologic și economic, poluarea luminoasă are o influență puternică asupra psihicului uman.

#### **Materiale și metode**

Iluminatul nocturn antropogen pe scară largă cauzează încălcarea iluminării naturale a mediului provocând așa-numitul smog luminos, deoarece nivelurile naturale de iluminare sunt guvernate de sursele celeste naturale, în principal de Lună, emisiile atmosferice naturale (strălucirea cerului), stelele și Calea Lactee, precum și lumina zodiacală.

Presupunerea că iluminarea atmosferei Pământului pe timp de noapte de către sursele artificiale de lumină poate duce la manifestări grave ale dezechilibrului ecologic a fost înaintată pentru prima dată de astronomi la sfârșitul secolului al XIX-lea. Studiile recente care utilizează sisteme de monitorizare la sol prin satelit arată că următoarea generație de pământeni nu va putea vedea stelele fără dispozitive speciale. Deja astăzi, două treimi dintre locuitorii planetei nu pot vedea Calea Lactee din cauza petelor de lumină de pe cer, deoarece sursele de lumină terestre din zonele urbane blochează lumina reflectată de stele.

În timpul nopților fără Lună, luminozitatea fondului de cer senin departe de Calea Lactee și de lumina zodiacală este de aproximativ 22 de magnitudini pe arcsecundă pătrată ( $\text{mag}/\text{arcsec}^2$ ) în banda Johnson-Cousins V, echivalent cu  $1,7 \times 10^{-4} \text{ cd}/\text{m}^2$ . Lumina artificială împrăștiată în atmosferă crește luminozitatea cerului de noapte, creând cel mai vizibil efect negativ al poluării luminoase - strălucirea artificială a cerului. Pe lângă împiedicarea observațiilor astronomice optice de la sol, iluminarea artificială a cerului de noapte reprezintă o alterare profundă a unei experiențe umane fundamentale - oportunitatea fiecărei persoane de a privi și de a contempla cerul nopții. Chiar și micile creșteri ale luminozității cerului distorsionează această oportunitate.

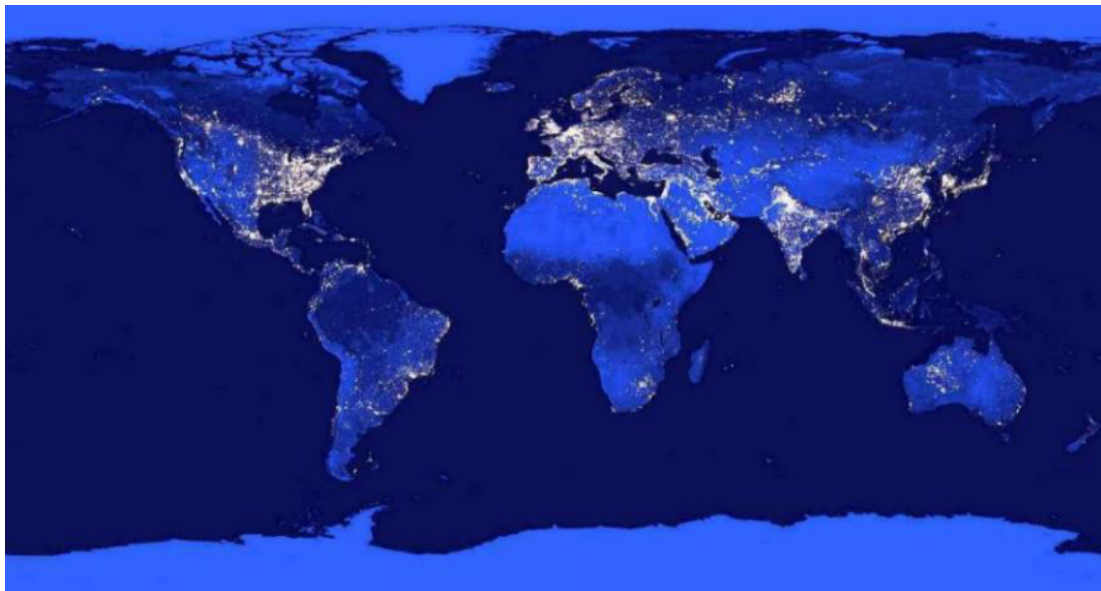
Poluarea luminoasă nu mai este doar o problemă pentru astronomii profesioniști, deși cercetătorii din diverse domenii sunt acum interesați de poluarea luminoasă, amploarea acesteia este puțin cunoscută la scară globală deoarece măsurătorile sunt distribuite sporadic pe glob [4, p. 1].

Acest tip de poluare se referă la producerea unei „cupole de lumină” deasupra zonelor suprapopulate. În aceste zone, din cauza iluminatului public bazat pe lămpi cu vapori de mercur, cerul apare luminat într-o culoare roșiatică. Strălucirea cerului de noapte de deasupra orașelor este provocată de faptul că majoritatea lămpilor permit scăpări masive de lumină către cer. Această lumină se reflectă în smogul orașului și în straturile atmosferice producând un adevărat halou.

Haloul urban este mai strălucitor decât străzile orașului unde ar trebui să fie lumină prin acest tip de poluare luminoasă se poate vedea foarte bine risipa de energie, care se poate observa mergând în afara orașului unde locuiți. De exemplu, de la Babele, se poate vedea haloul Bucureștiului și al orașului Târgoviște. În 1994, din cauza unui cutremur, întregul Los Angeles a rămas fără lumină, iar centrele de urgență și observatorul local au început să primească rapoarte despre un nor misterios deasupra orașului. Acesta s-a dovedit a fi Calea Lactee, pe care cetățenii nu o văzuseră niciodată din cauza poluării luminoase, un fenomen în care luminile orașului fac ca cerul de noapte să pară mai degrabă gri-albastru decât întunecat. Orașele americane emit de 3-5 ori mai multă lumină pe cap de locuitor decât orașele germane.

Cerul nopții și stelele au fost recunoscute de UNESCO ca patrimoniu mondial pentru a fi protejate încă din 1992. O reglementare a iluminatului public și privat, alături de reducerea poluării aerului ar duce la o diminuare a haloului citadin și la o scădere semnificativă a întunericului natural.

În pofida interesului crescut al oamenilor de știință din domenii precum ecologia, astronomia, sănătatea publică cadastru etc., poluarea luminoasă nu dispune de o cuantificare actuală a magnitudinii sale la scară globală cu toate că se consideră că pragul de „poluare”, fiind definit ca depășirea cu 10% a luminii naturale a nopții de către luminozitatea artificială. Pentru a depăși această problemă, a fost elaborat atlasul mondial al luminozității artificiale a cerului, care a fost creat cu ajutorul unui software de propagare a poluării luminoase, folosind date satelitare de rezoluție înaltă și măsurători de precizie ale luminozității cerului. Hărțile calibrate corespund cu momentul trecerii satelitului, în jurul orei 1 a.m. deasupra aceluși loc. Din cauza scăderii iluminării artificiale în timpul nopții, un cer mai luminos ar trebui să fie de așteptat pentru observațiile făcute noaptea mai devreme. S-a ales  $22,0 \text{ mag/arcsec}^2$ , corespunzând la  $174 \text{ mcd/m}^2$  ca o strălucire tipică a fundalului cerului nocturn în timpul activității minime solare, excluzând stelele mai strălucitoare de magnitudinea 7, departe de Calea Lactee și de iluminatul zodiacal. Variațiile naturale ale strălucirii aerului, chiar și în cursul aceleiași nopți, pot cauza mai mult de o jumătate de magnitudine în variația luminozității de fond a cerului în locurile nepoluate [3, p. 2].



**Figura 1. Harta lumii cu poluarea cu lumină**

Sursa: [4]

Atlasul arată că peste 80% din populația globală și peste 99% din populația SUA și a Europei trăiesc sub ceruri poluate cu lumină. Calea Lactee este ascunsă pentru mai mult de o treime din omenire, inclusiv 60% din europeni și aproape 80% din nord-americani. În plus, 23% din suprafețe terestre între  $75^{\circ}\text{N}$  și  $60^{\circ}\text{S}$ , 88% din Europa și aproape jumătate din SUA se confruntă cu nopți poluate cu lumină. Mai mult de o treime din umanitate, inclusiv 60% dintre europeni, nu pot vedea Calea Lactee din propria casă din cauza strălucirii cerului. Analiștii estimează că aproape un sfert din suprafața planetei se află în zona de poluare luminoasă, această cifră fiind în creștere cu 1,8%, iar în

unele zone cu până la 12% anual. În România 24% din teritoriu a fost declarat zonă protejată - din care o treime este ocupată de Munții Carpați, de unde se poate de văzut Calea Lactee sau chiar inelele lui Saturn.



**Figura 2. Harta Europei și a Europei de Sud-Est cu poluare luminoasă (din 2022)**

Sursa: [3]

Țara cea mai poluată cu lumină este Singapore, unde întreaga populație trăiește sub un cer atât de luminos, încât ochiul nu se poate adapta complet la vederea nocturnă. Țările cu cel mai înalt nivel de poluare luminoasă sunt Kuwait (98%), Qatar (97%), Emiratele Arabe Unite (93%), Arabia Saudită (83%), Coreea de Sud (66%), Israel (61%), Argentina (58%), Libia (53%) și Trinidad și Tobago (50%). Posibilitatea de a vedea Calea Lactee de acasă este exclusă pentru toți locuitorii din Singapore, San Marino, Kuwait, Qatar și Malta, și pentru 99%, 98% și 97% din populația Emiratelor Arabe Unite, Israel și, respectiv, Egipt. Țările cu cea mai mare parte a teritoriului lor unde Calea Lactee este ascunsă de poluarea luminoasă sunt Singapore și San Marino (100%), Malta (89%), Cisiordania (61%), Qatar (55%), Belgia și Kuweit (51%), Trinidad și Tobago și Țările de Jos (43%) și Israel (42%) [4, p. 5].

**Rezultate și discuții.** Poluarea luminoasă, o problemă în continuă creștere a lumii moderne, poate fi definită ca un set de efecte negative ale luminii artificiale observate în mai multe domenii: sănătatea umană, natură, economie, siguranța rutieră și vizibilitatea de noapte a cerului înstelat. Studiul complex al efectelor poluării luminoase asupra organismelor vii este abia la început, cu toate acestea, există deja unele dovezi științifice care arată că un cer plin de lumină pe timp de noapte are efecte semnificative asupra plantelor, animalelor și oamenilor. Această problemă nu este exclusiv terestră, ea fiind răspândită și în habitatele subacvatice ale lumii în care provoacă diverse reacții biologice la iradierii a organismelor marine [4]. La o adâncime de 1 m, circa 1,9 mil. km<sup>2</sup> din țărmurile maritime ale lumii sunt expuse iluminării artificiale cu impact biologic, echivalent cu aproximativ 3,1% din zonele economice exclusive globale. Această suprafață scade la 1,6 mil. km<sup>2</sup> (2,7%) la o adâncime de 10 m și la 840 000 km<sup>2</sup> (1,4%) la 20 m. Regiunile cele mai puternic expuse sunt cele care se confruntă cu o dezvoltare offshore intensivă, pe lângă urbanizarea țărmurilor. Savanții evidențiază câteva grade de poluare luminoasă:

1. Perturbarea luminii;
2. Iluminarea excesivă;
3. Lumina puternică;
4. Dezordine luminoasă;
5. Strălucirea cerului.

Toate tipurile enumerate sunt periculoase pentru ecosferă, în general, și pentru oameni ca specie biologică în special.

**Influențele negative asupra sănătății umane.** Lumina este un factor important pentru procesele evolutive pentru oameni, animale și plante. Disponibilitatea unor surse de energie electrică relativ ieftine – cel puțin până la moment – au permis iluminarea aproape peste tot și, în special, dezvoltarea LED-urilor (Light emitting diodes). Pe de altă parte, întunericul real devine din ce în ce mai mult o resursă limitată. În 2014, oamenii de știință din Japonia au primit chiar Premiul Nobel

pentru Fizică pentru inventarea LED-urilor albastre. Comitetul Nobel a justificat premiul în felul următor: „Pentru inventarea diodelor eficiente de lumină albastră, care au făcut posibilă crearea unor surse de lumină albă luminoase și economice din punct de vedere energetic. A urmat comentariul: „Diodele roșii și verzi fuseseră inventate cu mult timp în urmă, dar lipsea dioda albastră pentru a crea lămpi [LED] care emit lumină albă”. Lumina artificială produsă de LED-uri este comparabilă în compoziția spectrală a luminii zilei datorită prezenței lungimilor de undă ale spectrelor albastre și verzi. Sursele de o astfel de lumină semnaleză în mod fals organismelor vii că este zi, perturbându-le astfel ritmul circadian (bioritmul natural care sincronizează diverse procese importante din organism). Astfel, sursele abundente de lumină desincronizează ceasul biologic central uman, care controlează nivelul mai multor hormoni din sânge (melatonina - un puternic antioxidant cu efect direct asupra sistemului imunitar) și provoacă multe alte probleme precum tulburări de somn, dureri de cap, oboseală la locul de muncă, stres, obezitate și, eventual, unele tipuri de cancer.

Lămpile LED cu consum redus de energie, ce pot funcționa 25 000 de ore și mai mult, față de becurile tradiționale ce funcționau aproximativ o mie de ore, au început să se răspândească rapid pe întreaga planetă. În timp ce în 2010 acestea reprezentau doar 1% din toate corpurile de iluminat din lume, către 2020 acest număr a ajuns la 50%.

În 2014, când jumătate din becurile incandescente de pe străzile din Los Angeles au fost înlocuite cu becuri LED, orașul a reușit să reducă emisiile anuale de carbon cu 43%. În plus, consumul redus de energie a economisit 9 mil. de dolari pentru buget.

Ritmurile circadiene sunt o serie de modificări fiziologice și neurologice care au loc în corpul nostru pe o perioadă de 24 de ore, adesea denumite „ceasul nostru intern”. Acest ceas biologic este responsabil pentru ciclul somn-veghe, adică tendința noastră de a fi treji sau adormiți în anumite perioade ale zilei. Acest ciclu este reglementat de substanța melatonina, denumită adesea „hormonul somnului”, pe care creierul începe să o producă de îndată ce soarele coboară după orizont. Cu toate acestea, iluminatul nocturn reduce producția de melatonină, ca urmare, survine oboseala, temperatura corpului scade, iar metabolismul nostru încetinește. La fel crește și nivelul de leptină, un hormon care anihilează simțul de foame. Insomnia, ca urmare a perturbării ciclului biologic, duce la reducerea imunității, migrene repetate, creșterea iritabilității, anxietate, depresie, disfuncții cognitive, creșterea riscului de boli cardiovasculare, boala Alzheimer și diabet zaharat.

După Derk Jan-Dijk, profesor de somn și psihologie la Universitatea Surrey, ceasurile noastre biologice sunt deosebit de sensibile la lumina albastră, mai degrabă decât la culorile mai calde cu lungimi de undă mai mari. Dacă seara asupra noastră se lasă prea multă lumină, ceasul nostru biologic începe să întârzie. Când este unsprezece seara, ceasul nostru intern crede că este doar ora zece și încă nu simțim nevoia să dormim, ajungând să stăm până târziu.

Luminile care sunt foarte strălucitoare și care ne intră direct în ochi ne fac să nu mai vedem bine diferența dintre zonele luminate și cele întunecate. Aceasta mărește contrastul dintre întuneric și lumină, și, atunci când ne uităm direct la filamentul unui bec, nu mai putem observa ce este în spatele acestuia din cauza luminii orbitoare care ne intră în ochi. O lumină foarte strălucitoare care intra direct în ochii pietonilor sau al șoferilor poate diminua vederea de noapte până la o oră de la expunere. Acest lucru constituie un pericol mai ales pe drumurile publice unde o astfel de lumină poate chiar orbi temporar șoferii sau pietonii, crescând riscul unor accidente. Acest tip de strălucire capătă mai multe forme:

- **Strălucire orbitoare** – cu efecte asemănătoare celor provocate de lumina solară. Ea provoacă deficiențe de vedere temporare sau permanente.

- **Strălucire ce produce orbire temporară** – are efect asemănător celui produs de farurile unei mașini, ce transmite lumina prin ceață. Aceasta provoacă reducerea temporară și semnificativă a capacității vizuale.

- **Strălucire deranjantă** – nu creează o situație periculoasă în sine, fiind mai mult iritantă sau enervantă, dar la o expunere de lungă durată poate produce oboseala oculară sau psihică.

Montarea corectă a becurilor de pe străzi, cu abajururi cu lumini îndreptate la 90 de grade astfel încât să lumineze strict solul, ar împiedica lumina să bată direct în ochii șoferilor.

Deși LED-urile sunt mai ieftine decât alternativele anterioare, acestea au costuri ascunse. Oamenii tind să le folosească în exces, iar acest lucru duce la iluminarea excesivă. Fără plafonduri, aceste becuri sunt mult mai strălucitoare împrăștiind multă lumină în exces în toate direcțiile. Natura acestei lumini este importantă deoarece becurile cu incandescență emit o lumină caldă de culoare chihlimbar sau gălbuie, asemănătoare cu lumina focului, pe când becurile LED emit lumină albastră ce se răspândește ușor în atmosferă, conferind cerului de noapte o nuanță albastruie.

Nu numai lămpile LED, ci și ecranele smartphone-urilor și laptopurilor noastre pot fi surse de lumină albastră care ne pot afecta somnul. În ultimii ani, există din ce în ce mai multă lumină albastră în jurul nostru, iar acest lucru nu trece neobservat pentru sănătatea noastră. Potrivit unui studiu, cu cât persoanele în vârstă erau mai expuse la luminile stradale, cu atât mai des luau somnifere. Efectele negative asupra sănătății, potrivit studiului, nu se limitează la scăderea calității somnului. Savanții au constatat legătura între expunerea la lumina artificială pe timp de noapte și boli precum depresia, tulburările de memorie, bolile coronariene, diabetul, obezitatea și chiar cancerul (în special cancerul de sân, pulmonar, intestinal și de prostată). Cei care lucrează în ture de noapte sunt deosebit de expuși riscului. În 2007, OMS a numit munca în schimburi drept un factor în dezvoltarea cancerului.

Trebuie de menționat și efectul psihologic al faptului că acum avem mai puține șanse să vedem noaptea cerul cu adevărat întunecat și se încălce drepturile omului la odihnă și somn de calitate. Dacher Keltner, psiholog la Universitatea Berkeley din California, ne asigură că un cer întunecat și plin de stele evocă în noi un sentiment de uimire și admirație. Experiența de uimire, la rândul ei, conduce la un comportament mai altruist și la o atitudine mai puțin materialistă față de lume. Filosofii au scris mult despre modul în care cerul mare și frumos deasupra noastră ne face să ne simțim parte din ceva mai mare și sugerează sacralitatea cerului, sensul său misterios. Pe de altă parte un cer afumat care se profilează deasupra noastră, un cer poluat cu lumină, ne apasă asupra conștiinței.

***Influențele negative asupra animalelor.*** Poluarea luminoasă reprezintă o amenințare serioasă asupra faunei sălbatice nocturne, având efecte negative asupra fiziologiei plantelor și animalelor, putând deruta animalele migratoare, modificând interacțiunile competitive ale animalelor, schimbând relațiile trofice provocând daune fiziologice. Perturbarea tiparelor de lumină și întuneric are un impact asupra dinamicii ecologice și amenință ecosisteme întregi.

Viața animalelor depinde de alternarea zilei și nopții, de anotimpuri și de fazele lunare. Lumina artificială care interferează cu aceste cicluri naturale are rezultate imprevizibile. În Australia, de exemplu, populația de fluturi din specia *Agrotis infusa* a scăzut cu 99,5%, printre cauzele dezastrului se numără și poluarea luminoasă. Luminile orașelor de noapte dezorientează insectele și alte nevertebrate. Zburând instinctiv spre lumină, acestea mor adesea de foame fără să găsească parteneri de împerechere. În același timp, un studiu a arătat că lumina artificială reduce și numărul omizilor cu 47% în arbuști și cu 33% în iarbă, comparativ cu zonele neiluminate. Savanții avertizează că, dacă numărul insectelor va continua să scadă - 40% dintre speciile de insecte de pe Pământ v-or dispărea, iar acest lucru va avea un impact negativ asupra lanțurilor alimentare și va duce la o scădere și mai mare a biodiversității. Din cauza smogului luminos din Anglia, numărul licuricilor s-a redus cu trei sferturi din 2001.

În timp ce insectele sunt atrase de lumină, multe alte animale, dimpotrivă, o evită (ex: șoarecii). Există foarte multe specii care nu ies din locuințele lor pentru a mânca atunci când luna este plină, deoarece este prea luminos pentru ele și știu că riscă să cadă pradă răpitorilor. Cu toate acestea și unii răpitori sunt afectați de lumina artificială. Liliicii, de exemplu, vânează în întuneric total și încearcă să evite zonele iluminate, dar deoarece multe dintre insectele cu care se hrănesc liliicii sunt atrase de lumină, liliicii rămân subnutriți. Atunci când sursele de lumină sunt amplasate chiar lângă adăposturile liliicilor, este posibil ca aceștia să nu părăsească deloc adăpostul și să moară de foame. Dorința de a evita lumina nocturnă reduce numărul de habitate posibile.

Lumina artificială poate duce și la dispariția completă a unor specii în anumite regiuni. În comitatul Orange din California, de exemplu, poluarea luminoasă a dus la dispariția melcilor subțiri lucioși cu nas lung. Pe coastele peninsulei Florida din SUA, unde trăiesc 90% din țestoasele marine americane, există zgârie-nori, centre comerciale, baruri și restaurante la fiecare colț. Instinctul ar trebui să încurajeze țestoasele născute aici să se târască spre ocean, inundate de lumina lunii pline,

însă luminile stradale le derutează și multe țestoase încep să se îndrepte spre oraș, unde riscă să fie strivite de automobile sau să rămână blocate undeva. Dimineța, deshidratate și supraîncălzite de soare, aceste țestoase sunt pradă ușoară pentru răpitori.

Păsările migratoare sunt, de asemenea, victime ale poluării luminoase deoarece 80% dintre ele migrează noaptea. În timpul migrațiilor sezoniere, ele se orientează de obicei după constelații, cu toate acestea, smogul luminos din marile orașe, în special din Europa și SUA, perturbă sistemul de navigare al păsărilor. Ornitologii cred că păsările orbite și dezorientate nu mai percep obstacolele din calea lor și, cu o viteză de 75 km/h (stârcul) sau 120 km/h (rândunica fluierătoare), se izbesc de ferestre, pereți, hublouri, reflectoare și pier prin prăbușire sau de faptul că zboară în jurul clădirilor înalte până la epuizare. Conform estimărilor Societății Americane de Ornitologie, între 4 și 5 mil. de păsări migratoare mor anual în SUA în urma coliziunii cu obiecte puternic iluminate. Păsările supraviețuitoare pot rata perioadele optime de vânatoare și cuibărit, iar păsările sedentare sinantropice suferă, de asemenea: în parcurile și piețele iluminate, bioritmul lor sezonier este perturbat, ele cuibăresc toamna, iar puii mor pur și simplu de hipotermie și foame. Programul Fatal Light Awareness colaborează cu proprietarii de clădiri din Toronto, Ontario și alte orașe canadiene pentru a reduce mortalitatea păsărilor prin diminuarea intensității luminii în timpul migrației păsărilor. Un studiu german a constatat că poluarea luminoasă face ca mierlele din orașe să se trezească cu până la cinci ore mai devreme decât la sate.

**Influențele negative asupra plantelor.** O consecință neașteptată a poluării luminoase a fost descoperită de savanții americani, care timp de cinci ani au analizat modul în care diferite tipuri de iluminat afectează mediul în trei mii de locații geografice ale SUA. Ei au constatat că iluminatul artificial a dus la faptul că mugurii copacilor înflorau în medie cu nouă zile mai devreme decât în mod normal. Acest lucru a avut ca efect prelungirea sezonului de polenizare a plantelor, ceea ce, în opinia autorilor studiului, crește riscurile pentru persoanele astmatice și cu alte probleme respiratorii. În statul Maryland, de exemplu, înflorirea timpurie a cauzat o creștere cu 17% a numărului de internări în spital cu astm.

Lumina servește și ca indicator important pentru multe procese specifice plantelor. Din cauza smogului luminos fotosinteza naturală a plantelor este perturbată, acestea încep să crească și să îmbătrânească mai repede, își pierd frunzele la momentul nepotrivit etc. De exemplu, expunerea la lumină artificială poate fi confuză pentru copaci, aparent extinzând durata zilei, simulând ceea ce se întâmplă în mod natural în perioada de vegetație. Acest lucru poate schimba înflorirea și creșterea continuă, împiedicând copacii să aibă repaus care le permite să supraviețuiască iarnă.

#### **Modalități de combatere a poluării cu lumină.**

Pentru combaterea poluării luminoase propunem următorii pași:

1. Îmbunătățirea eficienței iluminării publice, prin utilizarea de lămpi LED și a becurilor de nuanțe mai „calde”, gălbui dând prioritate becurilor cu o temperatură de culoare de 3000 Kelvin și mai mică și reducerea numărului de lămpi de iluminat în spațiile publice și industriale;
2. Implementarea unor politici de restricționare a iluminării inutile prin utilizarea plafoanelor ce permit ca lumina să fie direcționată sau obligarea firmelor să își îmbunătățească eficiența iluminatului, amplasarea și înălțimea stâlpilor corpurilor de iluminat pentru a optimiza cantitatea de lumină care cade pe suprafața iluminată;
3. Educarea publicului cu privire la impactul poluării luminoase pentru a reduce iluminarea artificială excesivă ce afectează mediul și sănătatea umană, să deconecteze pe noapte becurile în birourile unde nu se mai lucrează, să deconecteze gadgeturile cu o oră înainte de culcare, să folosească aplicații care au filtre de lumină albastră etc., ceea ce ar aduce beneficii omului și naturii;
4. Utilizarea becurilor cu o putere mai mică sau cu variator de intensitate (dimmer), pentru a regla luminozitatea; instalarea senzorilor de mișcare și temporizatoare cu ajutorul cărora becurile se vor aprinde doar atunci când sesizează mișcarea etc.

În unele țări, există deja preocupări cu privire la efectele adverse ale luminii artificiale pe timp de noapte acțiune declanșată – de la reglementarea legislativă la scară națională, regională sau locală, până la formularea standardelor tehnice pentru parametrii corecți de iluminare, la ghiduri și la educarea publicului larg. Susținut de cercetători și rapoarte privind riscul de lumină artificială

guvernele și cetățenii încep să realizeze că efectele poluării luminoase sunt foarte răspândite și este de dorit intervenția promptă. Franța, de exemplu, din 2013, a obligat toate magazinele și birourile să stingă luminile după ora 1 a.m.

Diferite părți ale lumii au început deja să urmeze aceste sfaturi. Pe plajele din Florida au fost instalate lumini de culoare chihlimbarului, unde luminile orașului strivesc țestoasele nou-născute în drumul lor spre ocean. În timpul sezonului de cuibărire a țestoaselor, localnicii sunt sfătuiți să stingă luminile sau să închidă obloanele după ora 21.00.

În statul australian Victoria, pe insula Phillip, unde trăiesc mai mult de un milion de furtunari cu cioc subțire, au fost instalate, de asemenea, felinare de culoare chihlimbar, iar pe rutele de migrație ale acestor păsări, în timpul perioadei lor de penaj, iluminatul artificial este oprit complet.

În orașul olandez Zuidhoek Nieuwkoop, au fost instalate lumini LED, care nu au niciun impact negativ asupra liliecilor. În 2001, a fost înființat Programul internațional privind locurile cu cer întunecat pentru a certifica anumite locuri ca fiind lipsite de poluare luminoasă. În orașul Flagstaff din statul Arizona (SUA) în 2001, a fost reproiectat întregul sistem de iluminat, ceea ce i-a permis să devină oficial primul oraș internațional al cerului întunecat (International Dark-Sky Community). La începutul anului 2022, erau certificate 195 de astfel de locuri în întreaga lume. Acordarea unor astfel de statute a generat o întreagă mișcare numită „astroturism”. Astfel, în 2016, în Tibet, o suprafață de 2,5 mii de kilometri pătrați a primit statutul de zonă special protejată, unde astronomii și turiștii pot privi stelele fără teama poluării luminoase.

Orașele-rezervații ale cerului întunecat, în care autoritățile locale au făcut ca sistemul de iluminat să fie mai ecologic, au început să atragă turiști care doresc să vadă Calea Lactee și alte frumuseți ale cerului nocturn, iar în Jasper, statul Alberta din Canada, au început chiar să organizeze un „Festival al cerului întunecat” pentru cei care fug de luminile orașului. Astfel prin astroturism crește gradul de conștientizare a oamenilor, iar prin aceasta oamenii încep să aprecieze și să întreprindă măsuri pentru a proteja acest patrimoniu. Din 2012 de când Parcul Național Aoraki din Noua Zeelandă și Bazinul Mackenzie au fost desemnate rezervații internaționale ale cerului întunecat, numărul turiștilor care vizitează regiunea a crescut cu 300%. Cu toate acestea, susținătorii cerului întunecat consideră că astfel de măsuri nu sunt suficiente și fac presiuni pentru ca măsurile de control al poluării luminoase să fie înscrise în legislație.

În UE printre actele ce reglementează poluarea cu lumină, la moment, este Directiva (UE) 2024/1760 a Parlamentului European și a Consiliului din 13 iunie 2024 privind diligența necesară în materie de durabilitate a întreprinderilor. Prin Regulamentul (UE) 2021/1119 al Parlamentului European și al Consiliului (4), Uniunea s-a angajat, din punct de vedere juridic, să devină neutră din punct de vedere climatic până în 2050 și să reducă emisiile cu cel puțin 55% până în 2030.

În Republica Moldova se fac puține măsurători privind poluarea cu lumină, iar, odată cu aceasta, și elaborarea de reglementări privind poluarea luminoasă este mai lentă.

### **Concluzii**

Stelele au strălucit întotdeauna deasupra noastră pentru a ne ajuta să visăm măreț și pentru a ne stimula imaginația, dar și pentru a ne aminti cât de mici suntem în comparație cu Universul. Poluarea luminoasă este tipul de poluare cel mai ușor de combătut, este doar o chestiune de dorință, tot ce trebuie să facem este să apăsăm pe un întrerupător. Pe de altă parte, iluminatul nocturn a devenit parte integrantă a procesului de urbanizare. Omenirea nu poate renunța nici la electricitate, nici la publicitate. Este imposibil să rezolvăm complet această problemă, dar este destul de realist să îi reducem consecințele. Astfel, cei care luptă împotriva poluării luminoase propun să se stingă luminile pe timp de noapte în supermarketurile închise și parcările pustii ale acestora, în stadioanele care nu funcționează, restricționarea reclamelor luminoase sau iluminarea lor prin spoturi îndreptate strict spre panouri etc. În plus, înlocuirea lămpilor fluorescente stradale cu mercur cu lămpi cu sodiu va reduce costurile de iluminat cu 40%, iar prin redirecționarea dispozitivelor de iluminat strict în jos, s-ar elimina între 50 și 90% din poluarea luminoasă.

Conștienți de faptul că, datorită naturii sale, poluarea luminoasă emisă de o sursă locală poate avea efecte severe la scară regională, națională și internațională, poluarea luminoasă trebuie abordată nu numai la nivel local sau național, dar și la nivel internațional.



Rezolvarea problemei iluminatului, mai degrabă ar economisi decât ar costa bani, însă acest lucru implică schimbarea mentalității și comportamentului de consum. Viziunea asupra iluminatului trebuie să devină mai holistică în termeni biologici și nu ar trebui să ne concentrăm doar pe oameni, ci să ne gândim la armonia luminii artificiale cu natura. Într-o lume care se confruntă cu o criză energetică și ecologică, iluminatul sustenabil devine o prioritate. Iluminatul sustenabil se referă la practicile și tehnologiile de iluminare care minimizează impactul asupra mediului, economisesc energie și sunt eficiente din punct de vedere al costurilor.

### **Referințe**

1. Light pollution reduction measures in Europe, Working paper for the international workshop Light Pollution 2022, during the Czech Presidency of the Council of the European Union;
2. Falchi F., Furgoni R., Gallaway T. A., Rybnikova N. A., Portnov B. A., Baugh K., Cinzano P., Elvidge C. D., Light Pollution in USA and Europe: The Good, the Bad and the Ugly, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.06.128>;
3. Falchi F., Cinzano P., Duriscoe D., Kyba C. M., Elvidge C. D., Baugh K., Portnov B. A., Rybnikova N. A. and Furgoni R., The new world atlas of artificial night sky brightness, DOI: 10.1126/sciadv.1600377;
4. Smyth T. J., Wright A. E., McKee D., Tidau S., Tamir R., Dubinsky Z., Iluz D., Davies T. W., „A global atlas of artificial light at night under the sea”, University of California Press, Elementa: Science of the Anthropocene (2021) 9 (1), <https://doi.org/10.1525/elementa.2021.00049>.