

AUTORITATEA AERONAUTICĂ CIVILĂ ROMÂNĂ
DIRECȚIA SIGURANȚĂ
SERVICIUL DE EVALUARE ȘI ANALIZĂ A SIGURANȚEI



NOIEMBRIE 2016

CUPRINS

1. Introducere	3
2. Principalele pericole	4
3. Analiza pericolelor	6
4. Aspecte de siguranță referitoare la lasere	8
5. Diminuarea pericolelor	9
6. Zone de zbor protejate	11
7. Raportarea evenimentelor de tip laser	12
8. Bibliografie	13

1. INTRODUCERE

Fasciculele laser care intersectează traiectoria unei aeronave constituie un risc pentru siguranța aeronautică. Astfel de incidente pot avea ca rezultat distragerea atenției pilotului sau orbirea temporară a acestuia în timpul fazelor critice de zbor, cum sunt aterizarea și decolarea. De asemenea, au fost semnalate cazuri în care fasciculele laser au provocat leziuni oculare permanente.

Distragerea atenției, distorsionarea vederii, orbirea temporară și leziunile oculare constituie patru dintre cele mai frecvente efecte negative ale laserelor. Gradul de pericol depinde de mai mulți factori, printre care: tipul și puterea laserului, modul de operare a laserului, condiții diurne/ nocturne, deplasarea aeronavei și distanța față de locația laserului, faza de zbor, volumul de muncă al piloților și reacția acestora față de astfel de incidente.

Riscurile pot fi reduse la minimum, sau chiar eliminate, prin două modalități: în primul rând, utilizatorii laserelor trebuie să fie conștienți de pericolele create de situațiile în care luminile laser sunt orientate în spațiul aerian și, în special, în direcția aeronavelor, precum și de consecințele faptelor lor; în al doilea rând, piloții trebuie să cunoască pericolele reprezentate de lasere și procedurile de bază în situația în care sunt expuși unor astfel de incidente.

Siguranța aeronautică este pusă în pericol de utilizarea iresponsabilă a dispozitivelor laser de către public. Majoritatea dispozitivelor laser de uz general au cost scăzut, vizibilitate mare și sunt dificil de reglementat. În multe țări, utilizarea abuzivă a laserelor este considerată infracțiune.

Trebuie menționat faptul că și alte dispozitive optice care generează sau amplifică lumina, cum sunt reflectoarele și proiectoarele, pot avea asupra piloților efecte de orbire, de distragere a atenției sau de tulburare a vederii. Astfel, piloții și responsabilii cu siguranța aeronautică trebuie să aibă în vedere că evenimentele „laser” raportate pot fi cauzate și de alte tipuri de lumini strălucitoare.

În acest moment, la nivel internațional, principalele preocupări privind reducerea riscului pentru siguranța aeronautică reprezentat de lasere se axează pe combaterea utilizării abuzive și ireponsabile a laserelor de către public. În ultimii ani, puterea laserelor a crescut considerabil, în timp ce costurile acestora au scăzut foarte mult. Acest lucru a dus la creșterea numărului evenimentelor în care dispozitive laser au fost orientate către aeronave. Multe dintre incidente sunt cauzate de persoane care nu realizează potențialul pericol al laserelor pentru siguranța aeronautică.

2. PRINCIPALELE PERICOLE

Principalele aspecte legate de siguranță vizează aproape exclusiv laserele care pot bloca câmpul vizual al piloților atunci când se află într-o fază critică de zbor: decolarea, apropierea, aterizarea și situațiile de urgență. Un alt efect important se referă la eventualele leziuni oculare asupra celor prezenți la bordul aeronavelor, atât membri ai echipajului, cât și pasageri.

Efectele oculare potențial periculoase apar mai ales pe timp de noapte. Rareori laserele sunt utilizate pe timp de zi; ochiul este adaptat la lumina zilei, astfel că laserul are un efect mic de orbire în contrast cu lumina ambientală din timpul zilei.

Există patru tipuri de efecte negative ale laserelor: distragerea atenției, distorsionarea vederii, orbirea temporară și leziunile oculare.

Distragerea atenției. Pe timp de noapte, o lumină laser poate să distragă atenția pilotului sau să îl deruteze în timpul fazelor de aterizare sau decolare.



Figura 1. Lumina generată de laser nu obstrucționează luminile pistei, dar este suficient de puternică încât să distragă atenția pilotului. Irradiație: $0.5 \mu\text{W}/\text{cm}^2$; indicator laser: 5 mW; altitudine: 3 700 ft (1 130 m).

Distorsionarea vederii. Pe măsură ce luminozitatea crește, aceasta începe să interfereze cu vederea pilotului. Lumina orbitoare face dificilă perceperea imaginilor prin parbrizul aeronavei, iar vederea pe timp de noapte începe să se deterioreze.

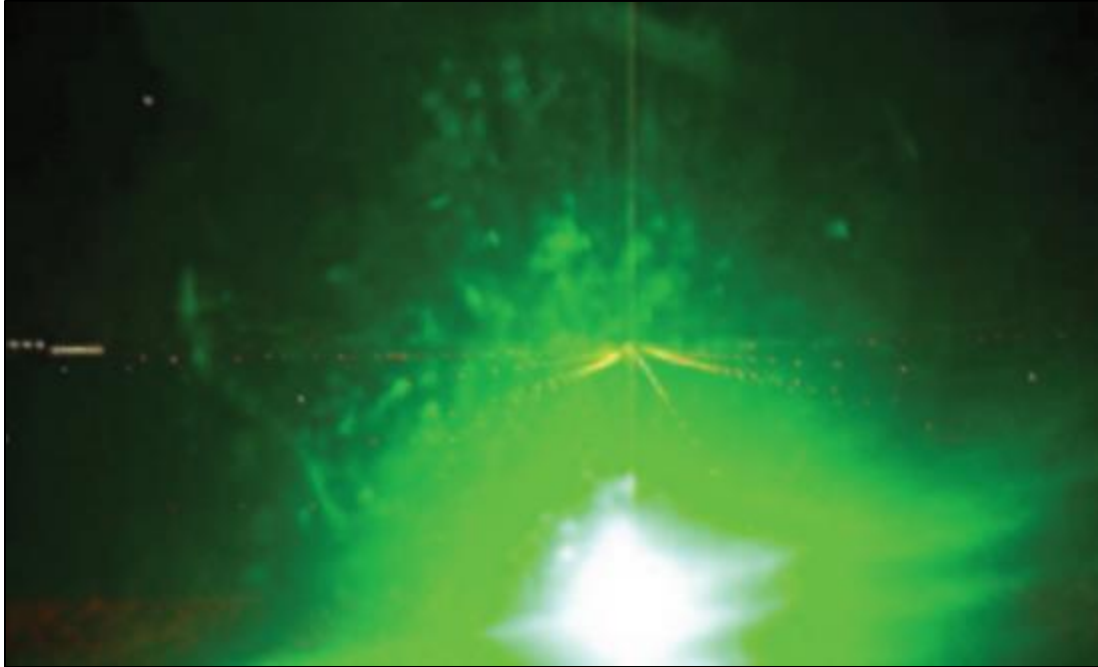


Figura 2. Lumina generată de laser obstrucționează luminile pistei. Irradiație: $5 \mu\text{W}/\text{cm}^2$; indicator laser: 5 mW; altitudine: 1 200 ft (365 m).

Orbirea temporară. Acționează la fel ca blițurile camerelor foto: nu cauzează leziuni oculare, dar o porțiune a câmpului vizual este perturbată.

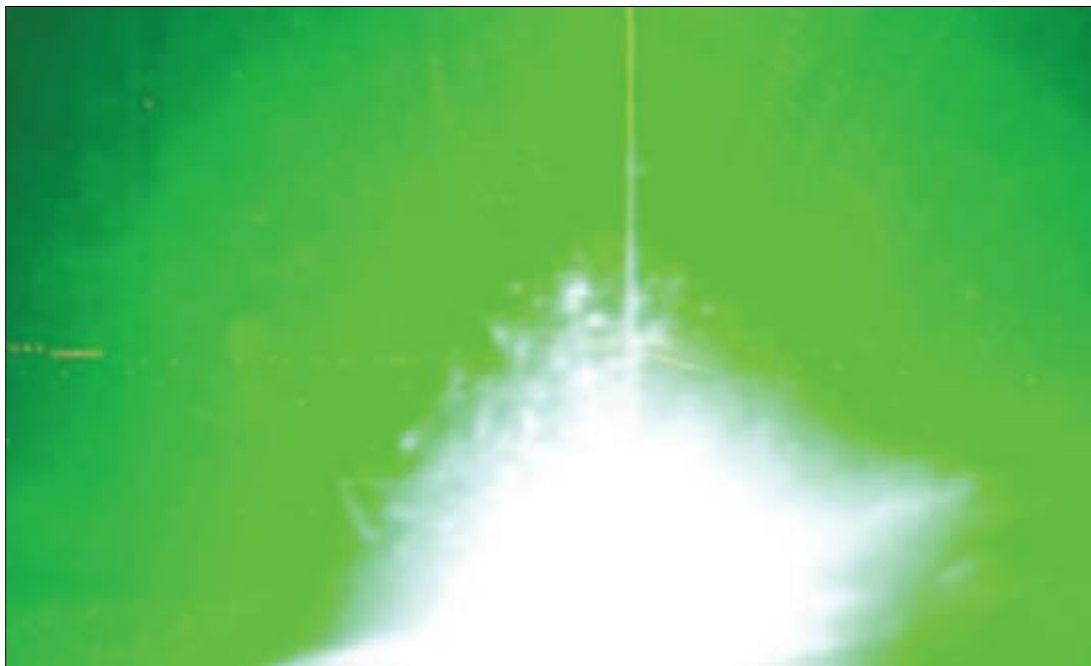


Figura 3. Nivelul de orbire temporară – nu doar vederea este blocată, dar pata luminoasă durează de la câteva secunde până la câteva minute, în funcție de gradul de expunere. Irradiație: $50 \mu\text{W}/\text{cm}^2$; indicator laser: 5 mW; altitudine: 350 ft (107 m).

FAA a efectuat în 2004 un studiu în care au fost analizate efectele asupra piloților la nivelurile de irradiație prezentate în Figurile 1, 2 și 3. Piloții se aflau în faza de apropiere pe finala scurtă în simulatorul de zbor Boeing 727 al FAA. S-a constatat că efectele de distorsionarea a vederii ($5 \mu\text{W}/\text{cm}^2$) și de orbire temporară ($50 \mu\text{W}/\text{cm}^2$) au fost mult mai îngrijorătoare decât efectul de distragere a atenției ($0.5 \mu\text{W}/\text{cm}^2$). Piloții au raportat efecte adverse pentru mai mult de jumătate dintre apropieri, determinând o rată de întrerupere a apropiierilor de 20-25%.

Figurile 1, 2 și 3 prezintă etapa cea mai strălucitoare a iluminării laser. În majoritatea cazurilor, luminile generate de lasere sunt intermitente și nu continue.

În cazul expunerilor accidentale, ar putea fi vorba de doar 1-2 iluminări intermitente. Chiar și în cazurile de orientare deliberată, este dificil să direcționezi un fascicul laser către o țintă mobilă, prin urmare vor apărea o serie de iluminări intermitente de durată mai mică.

Leziunile oculare. Lumina generată de laserele de mare putere poate cauza leziuni oculare permanente. Leziunea cauzată poate fi asemeni unor pete luminoase, detectabile doar în urma unor examene medicale.

Este foarte puțin probabil ca leziunile să provoace pierderea completă a vederii. Pentru ca acest lucru să se întâmple, este nevoie de echipament laser specializat. De obicei, persoanele care direcționează lasere în mod deliberat către aeronave folosesc echipamentele de uz general, mult mai ieftine.

3. ANALIZA PERICOLELOR

Nivelul de pericol, într-o situație specifică, depinde de mai mulți factori:

Puterea laserului. Cu cât este emisă mai multă lumină, cu atât laserul va fi mai strălucitor și mai periculos.

Vizibilitatea (lungimea de undă) a fasciculului. Un fascicul laser în infraroșu sau ultraviolet de mică putere nu prezintă un risc pentru piloți deoarece aceștia nu îl pot vedea. Cu toate acestea, la puteri mari acesta prezintă un risc de lezare a suprafeței oculare.

Culoarea fasciculului. În general, pe timp de noapte, ochii sunt sensibili la luminile verzi-galbui din cabina de pilotaj. Un laser albastru sau roșu va apărea mai slab, și prin urmare va distra mai puțin atenția, decât un laser verde sau galben de aceeași putere.

Tipul de fascicul – pulsatil sau continuu. Laserele pulsatile emit energia sub formă de pulsații. Un laser pulsatil reprezintă un risc mai mare de lezare a suprafeței oculare decât

un laser continuu de putere egală. Acest lucru se datorează faptului că puterea este concentrată în pulsații scurte.

Mișcarea fascicului. Dacă fasciculus se rotește, așa cum se întâmplă în timpul spectacolelor cu lumini laser, acesta acoperă o suprafață mai mare din spațiul aerian și, prin urmare, sunt mai multe șanse ca o aeronavă să fie iluminată. Cu toate acestea, dacă trece prin dreptul cabinei piloților, durata de expunere va fi mai scurtă.

Poziția laserului față de aeroport. Fasciculele laser trebuie să evite spațiul aerian din jurul aeroporturilor și rutele aeriene cu volum mare de trafic. În zonele de siguranță stabilite din jurul aeroporturilor pot fi utilizate lasere doar dacă puterea fasciculus este foarte mică.

Condiții diurne/ nocturne. Aproape toate pericolele cu privire la siguranța aeronautică se referă la iluminarea pe timp de noapte. Cele trei efecte optice principale (distragerea atenției, distorsionarea vederii și orbirea temporară) sunt reduse la minimum în cursul zilei deoarece ochiul este adaptat la lumină, dar și pentru că laserele sunt utilizate de puține ori în timpul zilei.

Deplasarea și viteza aeronavei. O aeronavă care zboară cu viteză mică este mai expusă riscului de a fi iluminată cu un dispozitiv laser decât o aeronavă mai rapidă. Elicopterele sunt cele mai expuse riscului de a fi iluminate cu lumini laser.

Distanța față de aeronavă. Aeronavele care zboară la altitudini joase sunt, de asemenea, mai expuse riscului. Elicopterele sunt cele mai vulnerabile deoarece zboară la înălțimi mici față de sol.

Faza de zbor. Cel mai mare risc este atunci când expunerea are loc în timpul fazelor critice de zbor: decolare, apropiere, aterizare, situații de urgență.

Reacția pilotului. Piloții trebuie să cunoască pericolele reprezentate de lasere și să știe cum să reacționeze în momentul în care aeronava pe care o pilotează este iluminată cu un astfel de dispozitiv. Situația se poate agrava dacă un pilot reacționează excesiv, se uită insistent la lumină încercând să localizeze sursa sau să facă manevre de evitare.

4. ASPECTE DE SIGURANȚĂ REFERITOARE LA LASER

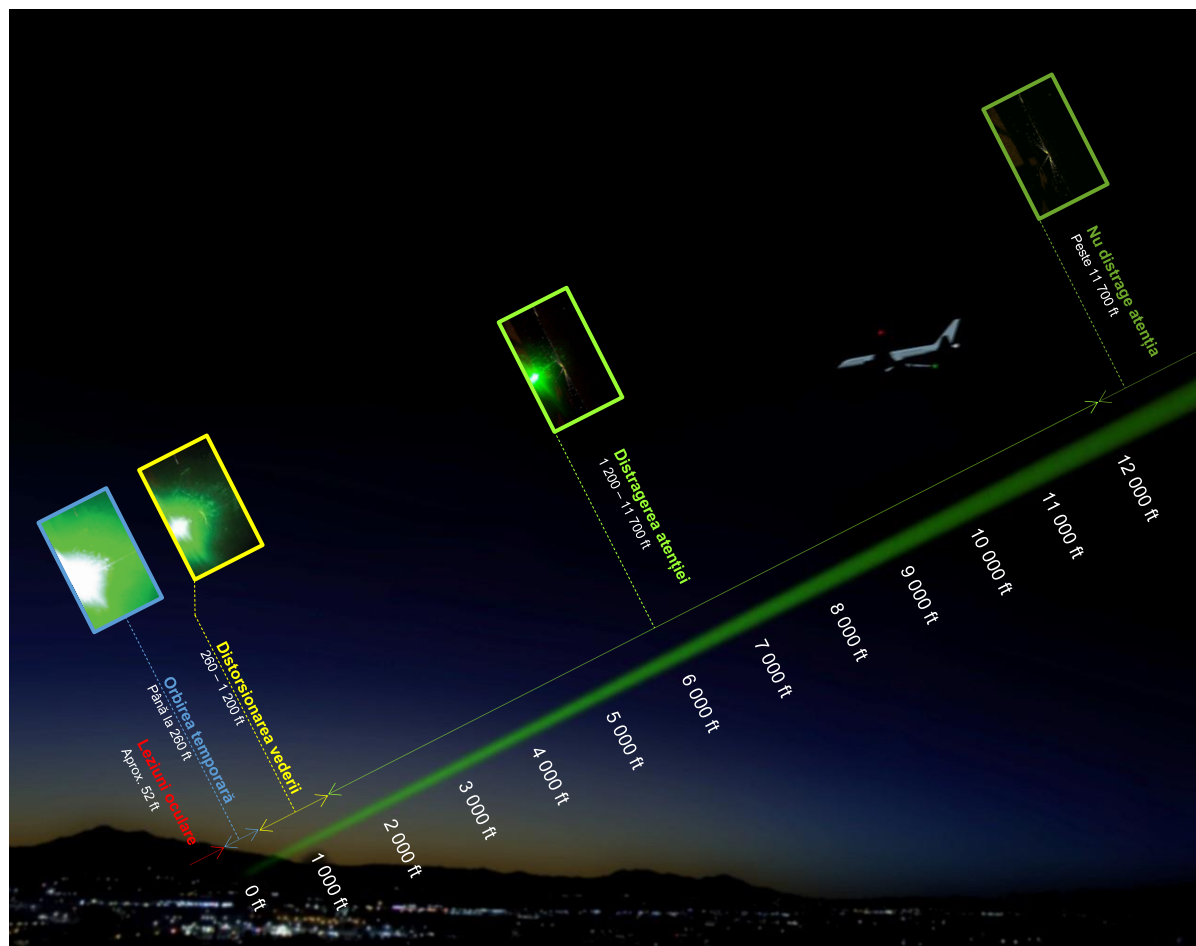


Figura 4. Efectele oculare ale unui indicator laser de culoare verde de 5 mW.

În figură se observă că principalele efecte vizuale – leziunile oculare, orbirea temporară și distorsionarea vederii – se produc la o distanță relativ apropiată de aeronavă. În cazul unui laser de 5 mW, pericolele pot apărea până la o distanță de 1 000 ft (305 m) față de sursa laserului. Pericolele reprezentate de distragerea atenției acoperă aproximativ de 10 ori această distanță.

5. DIMINUAREA PERICOLELOR

Modalități de reducere a pericolelor reprezentate de lasere pentru siguranța aeronautică:

Educarea publicului în privința utilizării indicatoarelor laser. O inițiativă pentru educarea publicului în privința pericolelor reprezentate de iluminarea aeronavelor cu indicatoare laser este pagina de internet www.laserpointersafety.com, sponsorizată de ILDA (International Laser Display Association). Site-ul pune accentul pe trei efecte potențiale: luminile generate de lasere pun în pericol siguranța piloților și a pasagerilor; posibilitatea aplicării de sancțiuni contravenționale/ penale pentru utilizarea laserelor; și interzicerea laserelor ca urmare a unor incidente care pun în pericol siguranța aeronautică.

Modificarea legislației existente sau adoptarea unor noi legi pentru prevenirea utilizării abuzive sau iresponsabile a laserelor.

Restricționarea vânzării sau utilizării a dispozitivelor generatoare de fascicule laser.

Etichetele de avertizare. ILDA a solicitat ca dispozitivelor generatoare de fascicule laser – în special cele cu putere mai mare de 5 mW – să fie însoțite de o etichetă permanentă pe care să scrie mesajul „ATENȚIE – NU ORIENTAȚI LASERUL ÎN DIRECȚIA AERONAVELOR” (WARNING – DO NOT SHINE YOUR LASER AT AN AIRCRAFT).

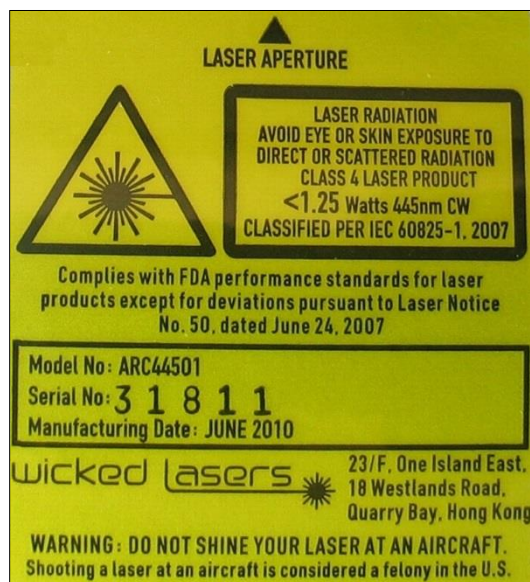


Figura 5. Etichetă de avertizare.

Utilizarea ochelarilor de protecție „anti-laser”. Cu toate că ochelarii de protecție sunt incomozi și provoacă discomfort, folosirea lor în fazele critice ale zborului reprezintă o soluție practică și ieftină. Imaginile de mai jos ne oferă o idee despre cum funcționează ochelarii de protecție „anti-laser”.



Figura 6. Iluminarea cabinei cu o lumină laser – vederea piloților este perturbată.



Figura 7. Sursa laserului este în continuare vizibilă, dar lumina generată de laser este redusă semnificativ.

Pe pagina de internet www.laserpointersafety.com pot fi găsite mai multe informații în legătură cu acest subiect.

Dispozitivele antireflexie – pot fi coborâte peste parbriz pentru a reduce intensitatea luminii indicatorului laser.

6. ZONE DE ZBOR PROTEJATE

Zonele de zbor protejate stabilite în jurul aeroporturilor din România și limitele impuse în jurul acestora:

Zona de zbor fără fascicule laser se extinde imediat deasupra și în jurul aeroporturilor. Irradiația laser în interiorul zonei trebuie să fie mai mică de 50 nW/cm^2 (echivalentul a 0.05 mW/cm^2).

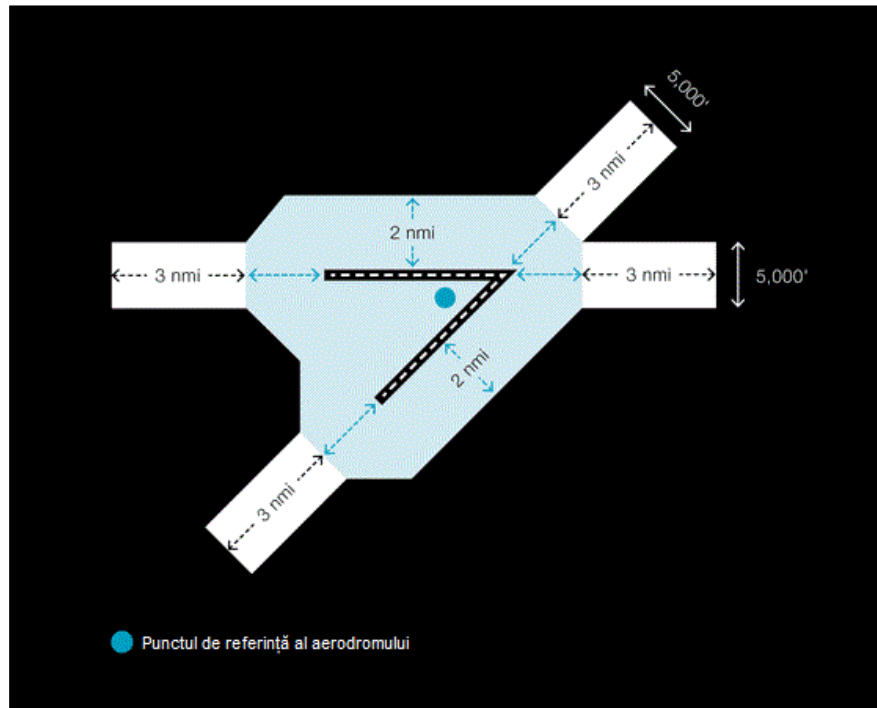


Figura 8. Zona de zbor fără fascicule laser se extinde 2 NM pe orizontală (3 700 m) de la linia centrală a pistelor, cu o extensie de 3 NM (5 560 m) la fiecare capăt de pistă. Pe verticală, Zona de zbor fără fascicule laser se extinde 2000 ft (610 m) deasupra nivelului solului.

Zona de zbor critică la fascicule laser acoperă 10 NM (18 500 m) în jurul aerodromului; limita de iradiație este de $5 \mu\text{W/cm}^2$.

Zona de zbor sensibilă la fascicule laser – zonă opțională unde iradiația este mult sub $100 \mu\text{W/cm}^2$.

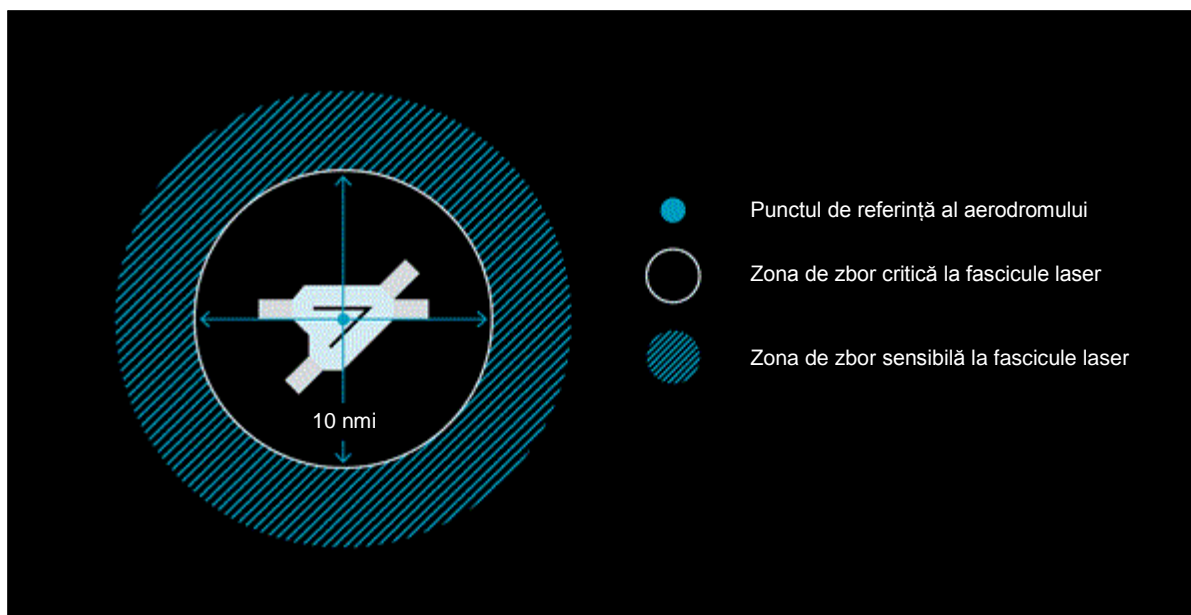


Figura 9. Zona de zbor critică fără fascicule laser se extinde pe orizontală 10 NM (18 500 m) în jurul aerodromului și se extinde pe verticală până la 10 000 ft (3 050 m) deasupra nivelului solului. Zona de zbor sensibilă fără fascicule laser este desemnată de obicei în spațiul aerian special, care trebuie protejat de efectele periculoase ale luminilor strălucitoare.

7. RAPORTAREA EVENIMENTELOR DE TIP LASER

Conform legislației în vigoare în domeniul raportării evenimentelor de aviație civilă, orientarea dispozitivelor laser constituie evenimente raportabile prin sistemul de raportare obligatorie sau voluntară.

În acest sens, orice persoană care observă un astfel de incidente este încurajată să le raporteze utilizând procedura de raportare voluntară de pe site-ul Centrului de Investigații și Analiză pentru Siguranța Aviației Civile, care poate fi accesată utilizând următorul link:

www.cias.gov.ro/index.php/ro/notificari/raporteaza-voluntar-un-eveniment-de-aviatie

8. BIBLIOGRAFIE

ICAO Doc 9815 – Manual on Laser Emitters and Flight Safety

Eurocontrol – Outdoor Laser Operations in the Navigable Airspace

RACR-AD-PETA – Proiectarea și exploatarea tehnică a aerodromurilor, ediția 2/2015

UK CAA CAP 736 – Operation of Directed Light, Fireworks, Toy Balloons and Sky
Lanterns within UK Airspace

FAA – Order JO.7400

Aero Magazine – Reducing the Threat of Laser Illuminations, Issue 37, 2010

Patrick Murphy – Lasers and Aviation Safety

www.LaserPointerSafety.com