

Laser belysning av fly beskyttelse, lovverk

**Norsk Flymedisinsk Forening
3/9-10**

**Jan Ove Owe,
Seniorrådgiver/flylege
Flymedisinsk insitutt**



Fra 2008 skal laserbestråling av fly meldes til Luftfartstilsynet, Bodø
Norge 2008: 121 hendelser 2009: 126 hendelser

Eksempel: Laserhendelse Bergen nov 09

Norsk Luftambulanse helikopter av typen EC 135 på vei til Haukeland sykehus med pasient, skumring, fløy ikke med Night Vision Goggles (NVG).

Fartøysjef blendet av skarpt grønt lys som sveipte forbi og lyste opp cockpit. Snudde unna og landet Haukeland. Merket ingen synsending etter landing.

Kontaktet politiet som sendte en patruljebil. Fløy tilbake til området med NVG.

Ble belyst igjen, men fløy mot området og så ungdommer løpe unna. Ledet politiet etter.

Noen tenåringer pågrepet med kraftig, grønn laserpeker (200 mW) som de hadde fått tak i på internett.

Ikke påvist øyeskade hos heli crewet.



**Ca 0,8 km
avstand**



QXL.no

10 År!

Auksjoner På Internett



200 mW
Kr 390,-

Grønn laser på hele 200mw selges. Kan antenne fyrstikker og sprekke ballonger, ufattelig lyssterk.

Strålen synlig i svakt opplyst rom, og om kvelden til å miste pusten av.

Rekkevidden lenger enn du kan se, har selv sett treffpunkt med teleskop over 9 km.

NB: Dette er ikke en laserpeker! Pek aldri på noen (dyr eller menneske), biler eller fly.

Brudd på dette kan medføre alvorlige ulykker og synskader(blindhet). Jeg anbefaler beskyttende briller på det sterkeste, og tar ikke ansvar for evt skader forskyldet av denne gjenstanden

100 mW



Kr 200,-

Fikk to av samme lasere i gave for en tid siden, selger den ene. 100mW og lyser utrolig langt, strålen ser man tydelig i nattemørket.

5mW



Kr 79,-

En skikkelig rå klasse A (IIIa) laserpeker! Denne grønne laseren er 50x sterkere enn den sterkeste røde laserpekeren.

532nm green laser wavelength. Diode Pumped Solid State Frequency Doubled (DPSS) class A laser technology.

Range in darkness: more than 3000 meters.

For eget bruk eller en fin gave til dine venner



Selvbygget laser

Nettopp ferdig med å bygge kraftig laser.

Knall blå (445nm), ca 800 mW. Utrolig lys, strålen sees kjempetydelig selv i opplyste rom uten røyk.

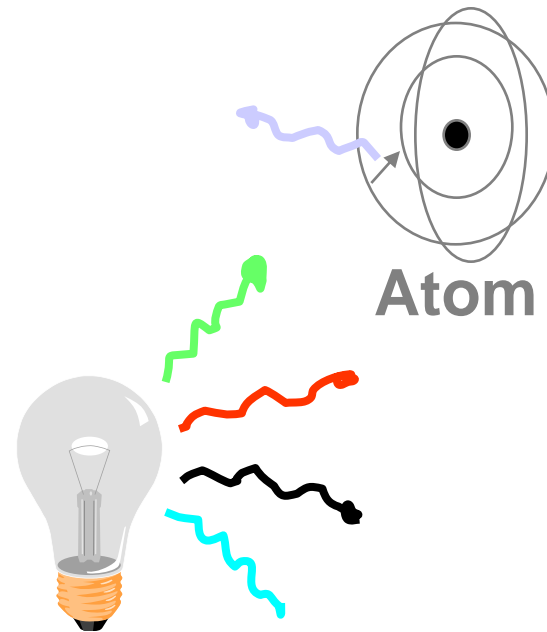
Tenner på fyrstikker umiddelbart, brenner lett gjennom tynt tre, papir, plastikk etc.

Det er en laserdiode fra en projektor kalt Casio XJ-A130, som er koblet til en liten strømforsyning og så puttet i en modifisert lommelykt. Komponenter for ca kr 1200.

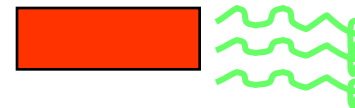


Laser fysikk

- **L**ight
- **A**mplification by
- **S**timulated
- **E**mission of
- **R**adiation



Lyspære
forskjellig bølgelengde
forskjellig retning
uavhengig av hverandre



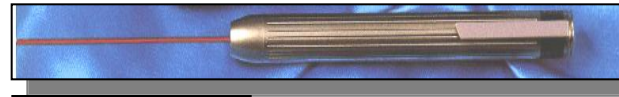
Laser
samme bølgelengde
samme retning
samme fase

LASERKLASSER



Class 1
< 0.5 mW

Sikker pga lav effekt el fullstendig innelukket

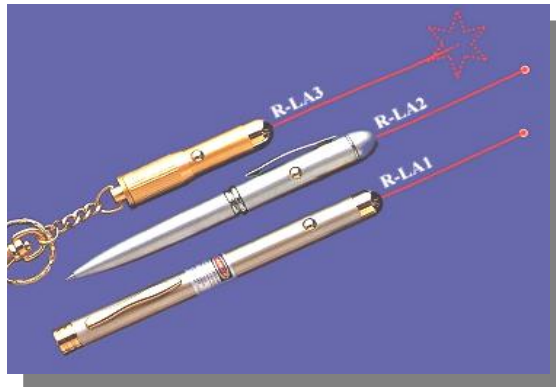


Class 3a
1 to 5 mW

Inntil 5x kraftigere enn klasse 2.
Farlig ved eksponering over flere sek el sett gjennom kikkert

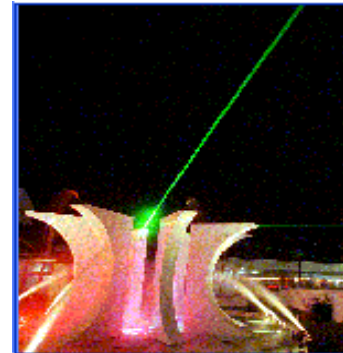
Class 3b
5 to 500 mW

Kan gi øyeskade ved kortvarig eksponering



Class 2
< 1.0 mW

Vanligvis sikker pga blunkerefleks/unnvikelse
Eksponering i ca 1 min farlig



Class 4
> 500 mW

Laser show, militære lasere
Meget alvorlige øyeskader, hudskade, brannfarlig





Pilots blinded by laser light

Recovery from flash can take 45 minutes

By Paul Hoversten
USA TODAY

Laser lights shows that slice the night sky at casinos, concerts and fairs are a growing problem for pilots who can suffer momentary flash blindness — or even injury — when the beams stray into the cockpit.

Recent incidents — mostly around Las Vegas — are leading the Federal Aviation Administration to consider if tougher standards are needed.

"It's an area of concern for us," says Fred O'Donnell at FAA's Los Angeles office. "It's not at the point where it's endangering pilots or passengers ... but it's sufficiently serious that we're working the issue."

No U.S. civil aviation accident has been attributed to lasers. But they are coming under close scrutiny as a potential threat to safe skies.

Possible solutions include lower power limits for laser shows and restricting their use.

Flash blindness from lasers is similar to that of a bright camera flash. Partial recovery can take three to



By Wayne C. Kodey, Las Vegas Review-Journal

BEAM OF LIGHT: A green laser near the Las Vegas Hilton Hotel. The FAA is considering whether tougher standards are needed to protect pilots.

five minutes; full recovery may take 40-45 minutes or more.

A number of disturbing pilot reports about lasers already are on file with NASA's Aviation Safety Reporting System, a voluntary network for pilots at Moffett Field, Calif.

Laser flashings, while concentrated around Las Vegas also have occurred over New York, Miami, Memphis, and Biloxi, Miss.

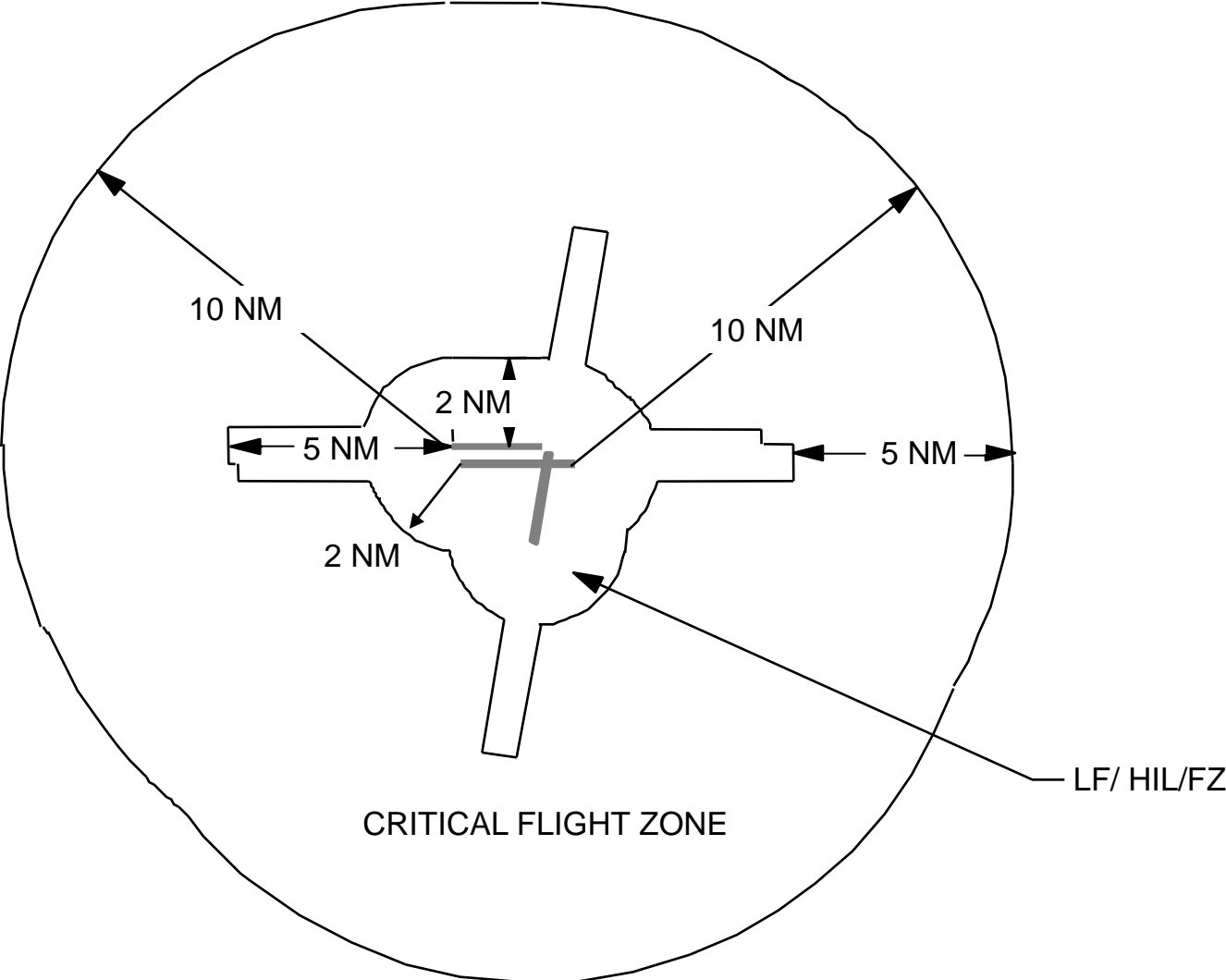
Two crew members, taking off from Las Vegas, were both blinded for five to 10 seconds when a beam flashed a side window in the cockpit. "We were very fortunate," their report says, "because this could have

been a much more serious situation had the laser struck ... at a more direct angle, severely blinding both of us and endangering the lives of my passengers and crew."

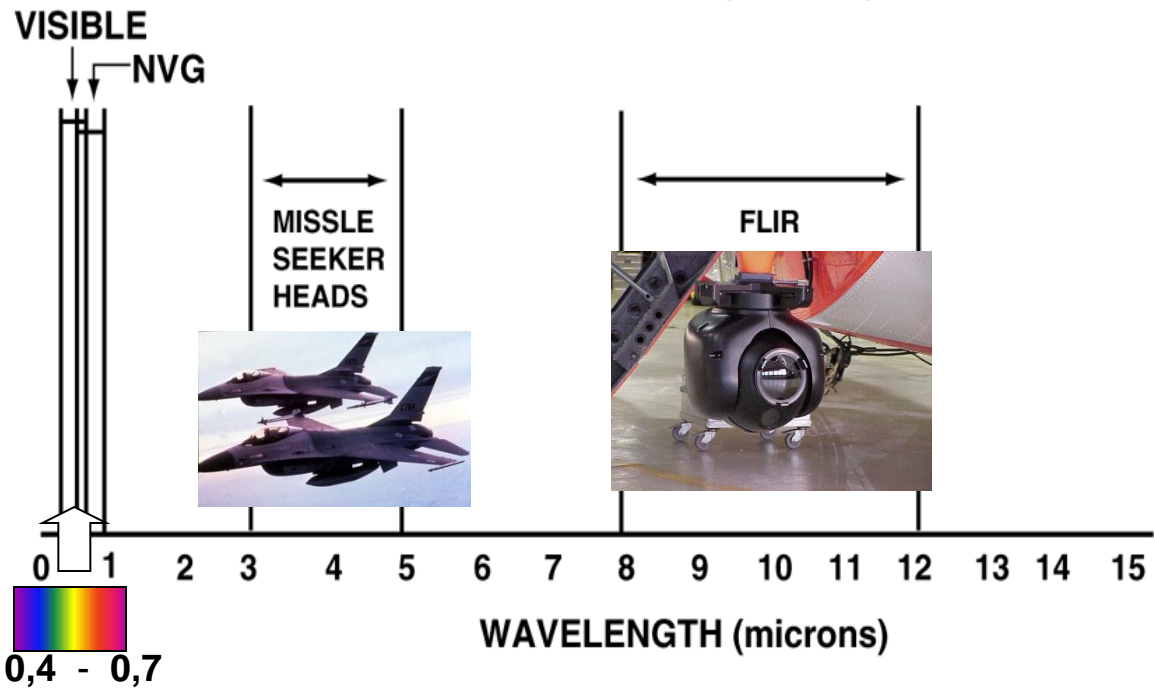
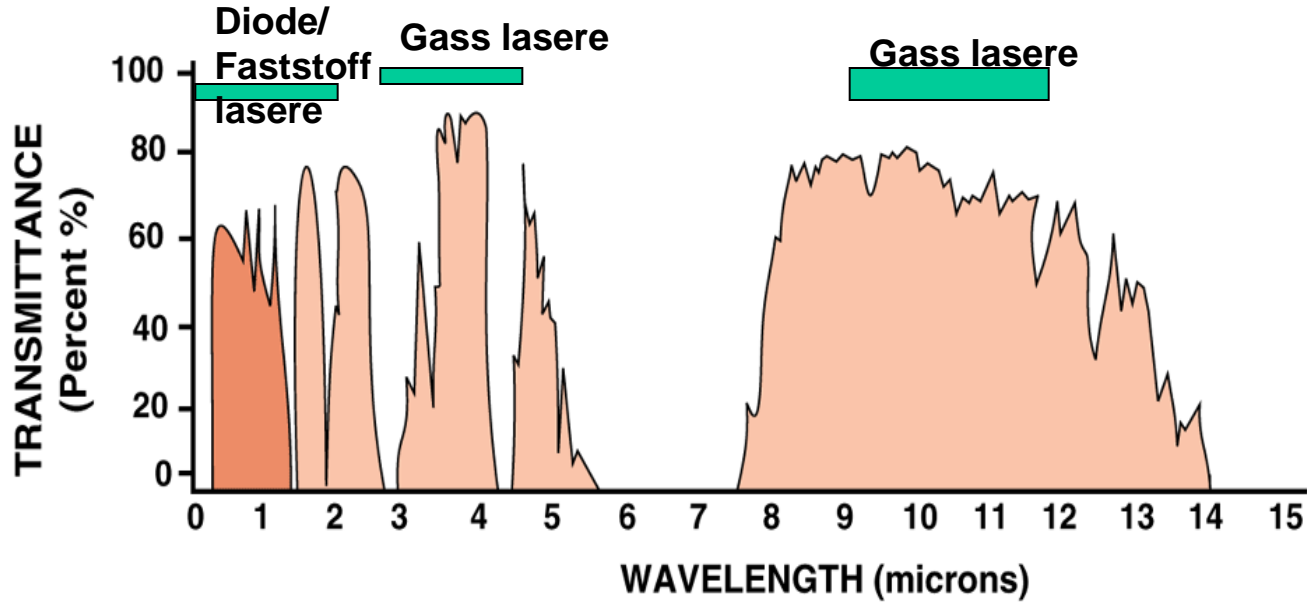
In November 1993 a pilot for Southwest Airlines suffered a burned retina when a laser beam struck him over Las Vegas but he was able to land the plane safely.

For airline safety representatives, lasers shows are "a topic that's high on the list of priorities," says Paul Sterbenz, Southwest's vice president for flight operations. "We don't want any hazards to aviation and this kind of technology is going to spread."

FAA RESTRICTIONS / JAN 95



Atmosfærisk transmisjon av synlig & infrarød stråling



UV: 0,2 - 0,4 μm

Synlig: 0,4 - 0,7 μm

Nær IR: 0,7 - 1,4 μm


Fjern IR: 1,4-1000 μm

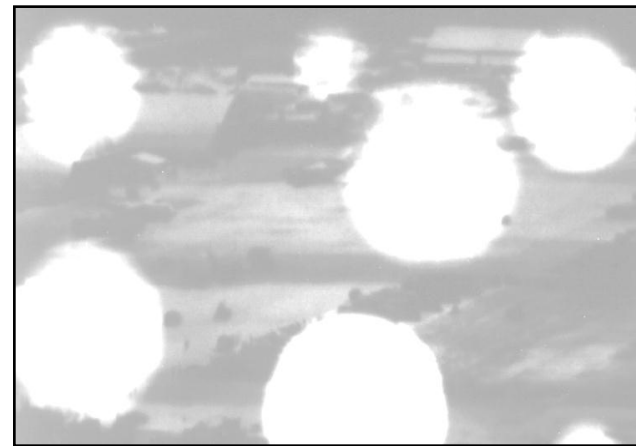
1 μm (micron)
= 1/1000 mm

1000 μm = 1 mm

Lasereffekter på øyet

Forbigående synsforstyrrelse

- **Laser i det synlige spekteret, 0,4 - 0,74 μm** 
 - **blending (makula, fovea) hindrer andre synsinntrykk**
 - **canopy glare**
 - **flash blindness (makula, fovea), midlertidig blinding, etterbilde**
 - **smerte, ubehag**



Laser blending

En grønn laser gir mer øyeplager enn en rød av samme styrke (mW) fordi:

- Øyet mer følsomt for grønt enn rødt lys
- Grønn laserstråle har som regel mindre spredning enn rød



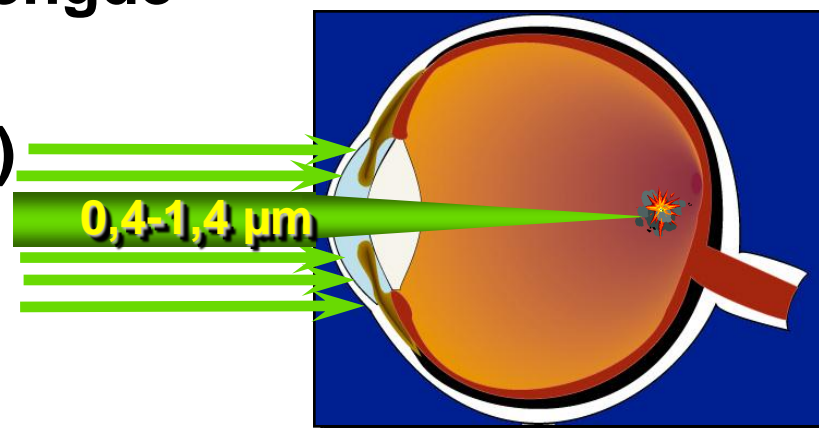


"For God's sake, Edwards. Put the laser pointer away."

Permanent el langvarig synsforstyrrelse

- Laser med bølgelengde $0,4 - 1,4 \mu\text{m}$
 - forbrenning av netthinnen
 - blødning i øyet

Problemet: Laserlys med bølgelengde $0,4-1,4 \mu\text{m}$ fokuseres av øyet til mikroskopisk punkt ($10-20\mu\text{m}$)
→ 100.000 x økning av energitettheten på netthinnen



- UV-laser ($0,2 - 0,4 \mu\text{m}$) kan skade hornhinne/linse
- IR-laser $> 1,4 \mu\text{m}$ kan skade hornhinnen

Betegnes som
"Eye safe laser"



Frosty's friends warned him about the risks, but in the end he decided to go ahead with the laser eye surgery.

Beregning av sikkerhetsavstand

(NOHD =Nominal Occular Hazard Distance)

Avstand der en laser kan gi permanent skade av netthinnen
(blendingseffekt på mye lenger avstand)

Avhengig av :

- Lasereffekten (mW)
- Bølgelengden
- Spredning av laserstrålen



Andre forhold av betydning for skadepotensialet:

- Værforhold (strålen svekkes el stanses ved dårlig sikt)
- Eksponeringstid
- Lys/mørke (stor pupill gir større skade)
- Mindre skade hvis øyet fokusert for nært

Militære lasere (avstansmålere og target designaters) gir mye større skadepotensiale pga

- høyere energi
- mindre spredning av strålen
- ofte usynlig stråle i nær IR, dvs ikke blunkerefleks el at vi ser bort



Erfaringer fra USA i 5-års perioden 2004-08

Papers ASMA 10: RW Montgomery, VB Nakagware, K Wood

fra FAA Civil Aerospace Medical Institute som opprettholder database over laserbestrålinger av fly. FAA innførte et formelt rapporteringssystem i 2005 (FAA Advisory Circular No 70-2 Reporting of Laser Illumination of Aircraft)

- 2587 hendelser med laserbestråling av sivile fly
- i ca 70% av tilfellene ble cockpit bestrålt
- de fleste i lav høyde, kun 14% over 10.000 ft
- økende hyppighet (1,2% av hendelsene i 2004, 45% i 2008)
- grønn laser i 88% av tilfellene (godt over 90% siste del av perioden)
- 73 % passasjerfly, 18% GA, 5% politihelikopter & 2% flyambulanse
- 43% approach, 24% final approach, 10% low flight (helo)
- flest tilfeller i høst månedene (51% i aug-des), minst mai, juni, juli (19%)
- 70% mellom kl 18:00 – 23:00
- flest på fredag, lørdag og søndag
- Kun 60 arrestasjoner i forbindelse med hendelsene

Erfaringer fra USA i 5-års perioden 2004-08

Papers ASMA 10: RW Montgomery, VB Nakagware, K Wood, FAA CAMI

Konsekvenser av laserbestrålingene:

- Kun i 184 tilfeller (11% av cockpit bestrålingene) rapportert om uheldige virkninger for flygingen/crew, som
 - forstyrrende og distraherende
 - glare, flashblindness & afterimage
 - smerte/mulig skade
 - flyoperative problemer
- 16,5% av cockpit bestrålingene under 2000 ft. Disse utgjorde 31% av alle synsproblemer, 42% av alle smerte/skade, 42% av flyoperative problemer
- Få rapporter om øyenskade, mangelfull info om alvorlighetsgrad og varighet
- Flyoperative problemer:
 - unnamanøver
 - ser vekk
 - taper synet av rullebane el instrumentpanel
 - overfører kontroll til annen pilot
 - flarer for høyt (hard landing)
 - går rundt
 - flyplassen stengt pga gjentatte laser episoder

Beskyttelsestiltak

- Unngå å se på lyskilden. Go "heads down"
- evt unnamanøver så flykroppen blokkerer strålen
- Overfør kontroll. Non flying pilot klar til å overta i områder med lasertrussel. Sett på autopilot
- Skru opp cockpitbelysning
- Beskytt øynene med hånd, skriveplate, lukk ett øye, lapp over ett øye, solbriller vil evt hjelpe litt
- Unngå å gni øynene
- Ta på nattsynsbriller (NVG) hvis mulig
- **Bruk laser beskyttelsesbriller el visir**
- Cosed cockpit



Beskyttelsesbriller/visir



- **Eks USAF Barns visir fra 80-tallet, beskytter mot:**
 - 532 nm (grønt, frekvensdoblet Ny:YAG), OD 4 dvs 0,01% transmisjon
 - 693 nm (rødt, rubinlaser), OD 3 dvs 0,1% transmisjon
 - 1064 nm (usynlig, nær infrarød, Ny:YAG), OD 4 dvs 0,01% transmisjon
 - 15 % lysgjennomgang som solvisir, men kan være litt lyst i sterk sol
 - Alt for mørkt i skumring/natt



USAF-kontrakt på
Laser Eye Protection

F-15E ATTITUDE DIRECTION INDICATOR



BARNES



FV-4



NO VISOR



FV-6



FV-7

Legesjekk ved mulig øyeskade etter lasereksposering

- Til øyelege så fort som mulig
- **Anamnese**
 - tidligere øyesykdom/skade
 - Nedsatt visus etter aktuelle, forvrengninger i synsbildet
 - Eksponeringslengde, avstand fra laser, farge
 - Laserstrålen inn fra siden eller så piloten direkte inn i strålen
 - Begge øyne eksponert i like stor grad
 - Øyebeskyttelse, visir, nattsynsbriller
- **Funksjonsundersøkelser**
 - Visus
 - Amslers grid
 - Fargesynstester
- **Spaltelampeundersøkelse**
 - Vanlig us av fremre og bakre segment
 - Retina: maculaødem eller avblekede områder
- **Dokumentasjon:** Fundusfoto (evt Optical Coherence Tomography)

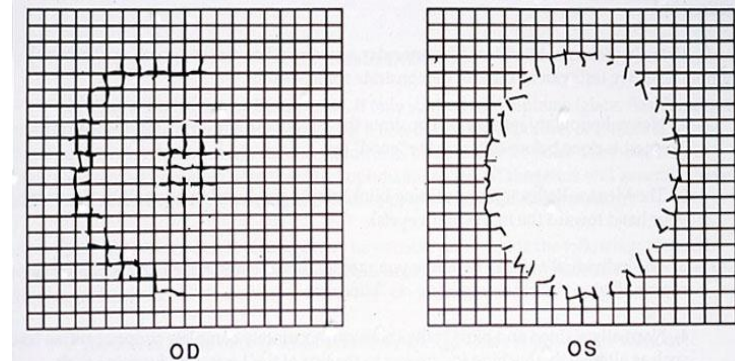


Figure 13. Amsler Grid abnormalities corresponding to foveal damage in both eyes. (Adapted from Lang et al., 1985).

Regelverk

- Bruk av laser regulert i internasjonale standarder, i Europa av EN-60825-serien. International Commission of Non-Ionizing Radiation Protection: Guidelines on Limits of Exposure to Laser Radiation of Wavelength between 180 nm and 1000 μm
- Norske strålevernforskrifter krever at laser skal være konstruert, klassifisert og merket i samsvar med norsk standard. Hvis dette er tilfelle, er de ikke ulovelig å anskaffe
- Virksomheter som bruker laser klasse 3B el 4 til formål der eksponering av mennesker ikke er tilsiktet, skal påse at evt personbestråling ikke overskrider verdiene for maksimal tillatt eksponering
- Når de sterkeste laserklassene (3B & 4) skal brukes på mennesker kreves ansvarlig lege el tannlege
- Nye strålevernforskrifter antagelig fra 2011. Vært til høring og politisk behandling nå. Foreslår bæretillatelse for sterke lasere på offentlig sted. Slik i bl.a. Sverige og Finland
- Fra 2008 skal flyselskapet melde laserhendelse til Luftfartstilsynet, Bodø