



ČESKÝ OBRANNÝ STANDARD

051636 2. vydání	HODNOCENÍ BEZPEČNOSTI PROVOZU LASERŮ VE VENKOVNÍM VOJENSKÉM PROSTŘEDÍ
-----------------------------------	--

ZAVÁDÍ	STANAG 3606, Ed. 6 LASER SAFETY EVALUATION FOR OUTDOOR MILITARY ENVIRONMENT Hodnocení bezpečnosti laserů pro venkovní vojenské prostředí ARSP-4, Ed. A LASER SAFETY EVALUATION FOR OUTDOOR MILITARY ENVIRONMENT Hodnocení bezpečnosti laserů pro venkovní vojenské prostředí
NAHRAZUJE	ČOS 051636, 1. vydání POSUZOVÁNÍ BEZPEČNOSTI PROVOZU LASERŮ VE VOJENSKÝCH VÝCVIKOVÝCH PROSTORECH

ČOS 051636
2. vydání

VOLNÁ STRANA

ČESKÝ OBRANNÝ STANDARD

HODNOCENÍ BEZPEČNOSTI PROVOZU LASERŮ VE VENKOVNÍM VOJENSKÉM PROSTŘEDÍ

Základem pro tvorbu tohoto standardu byl originál následujícího dokumentu:

STANAG 3606, Ed. 6	LASER SAFETY EVALUATION FOR OUTDOOR MILITARY ENVIRONMENTS Hodnocení bezpečnosti laserů pro venkovní vojenské prostředí
ARSP-4, Edition A	LASER SAFETY EVALUATION FOR OUTDOOR MILITARY ENVIRONMENTS Hodnocení bezpečnosti laserů pro venkovní vojenské prostředí

© Úřad pro obrannou standardizaci, katalogizaci a státní ověřování jakosti

Praha 2019

OBSAH

	Strana
1	Předmět standardu 5
2	Nahrazení standardů (norem)..... 5
3	Související dokumenty..... 5
4	Zpracovatel ČOS 5
5	Použité zkratky, značky a definice 6
5.1	Zkratky a značky..... 6
5.2	Definice 7
6	Bezpečnost při provozu laseru 10
6.1	Hodnocení rizika 11
6.2	Hodnocení bezpečnosti systému 11
7	Bezpečnost při provozu laseru 11
7.1	Bezpečná mez ozáření 12
7.2	Jmenovitá vzdálenost nebezpečná pro zrak (NOHD) 13
7.3	Jmenovitá nebezpečná zóna (NHZ) 13
7.4	Pravděpodobná nebezpečná zóna 14
8	Směrnice k odpovědnosti státu a uživatele za bezpečnost při provozu laseru ve venkovním prostředí 14
8.1	Kontrolní opatření 14
8.2	Povinnosti hostitelského státu 15
8.3	Povinnosti hostujícího státu 15
8.4	Odpovědnosti hostujícího uživatele 15
8.5	Další bezpečnostní okolnosti 16
9	Deterministická metodika výpočtu NOHD..... 16
9.1	Úvod 16
9.2	Stanovení a použití NOHD a NHZ 16
9.3	Stanovení NOHD 17
9.4	Vytvoření NHZ 18

1 Předmět standardu

ČOS 051636, 2. vydání zavádí STANAG 3606, Ed. 6 do prostředí ČR. Stanovuje bezpečnostní pravidla při provozu laserů ve veškerých venkovních vojenských prostorech NATO a spojeneckých sil (tj. výcvikových, zkušebních a provozních).

2 Nahrazení standardů (norem)

Tento standard nahrazuje ČOS 051636, 1. vydání „Posuzování bezpečnosti provozu laserů ve vojenských výcvikových prostorech“, který se od data účinnosti tohoto standardu ruší.

3 Související dokumenty

V tomto ČOS jsou normativní odkazy na následující citované dokumenty (celé nebo jejich části), které jsou nezbytné pro jeho použití. U odkazů na datované citované dokumenty platí tento dokument bez ohledu na to, zda existují novější vydání/edice tohoto dokumentu. U odkazů na nedatované dokumenty se používá pouze nejnovější vydání/edice dokumentu (včetně všech změn).

- | | |
|-------------------------------------|--|
| ČSN EN 60825-1
Ed. 3 | – BEZPEČNOST LASEROVÝCH ZAŘÍZENÍ – ČÁST 1:
KLASIFIKACE ZAŘÍZENÍ A POŽADAVKY |
| 2006/25/ES | – SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY
2006/25/ES ze dne 5. dubna 2006 O MINIMÁLNÍCH
POŽADAVCÍCH NA BEZPEČNOST A OCHRANU
ZDRAVÍ PŘED EXPOZICÍ ZAMĚSTNANCŮ RIZIKŮM
SPOJENÝM S FYZIKÁLNÍMI ČINITELI (OPTICKÝM
ZÁŘENÍM Z UMĚLÝCH ZDROJŮ) |
| ANSI Z136.1-2007 | – AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR SAFE USE
OF LASERS
Americký národní standard pro bezpečný provoz laserů |
| ANSI Z136.6-2005 | – AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR SAFE USE
OF LASERS OUTDOORS
Americký národní standard pro bezpečný provoz laserů ve
venkovním prostředí |
| IEC 60825 | – Řada norem pro bezpečnost laserových zařízení |
| TB MED 524 (2007) | – TECHNICAL BULLETIN – OCCUPATIONAL AND
ENVIRONMENTAL – CONTROL OF HAZARDS TO
HEALTH FROM LASER RADIATION (USA)
Technická zpráva – Pracovní a environmentální zdraví –
Řízení rizik možného ohrožení zdraví způsobené
laserovým zářením |
| JSP 390 (2005) | – MILITARY LASER SAFETY (GBR)
Bezpečnost vojenských laserů |
| CFTO (2008) C-02-
040-020/TS-001 | – LASER SAFETY (CDN)
Bezpečnost laseru |

4 Zpracovatel ČOS

Vojenský technický ústav, s.p., odštěpný závod VTÚVM, Ing. Jan Machyl.

5 Použité zkratky, značky a definice

5.1 Zkratky a značky

Zkratka	Název v originálu	Český název
ANSI	American National Standards Institute	Americký národní standardizační institut
CFTO	Canadian Forces Technical Order	Technická směrnice ozbrojených sil Kanady
ČOS		Český obranný standard
ČR		Česká republika
DRA	Deterministic Risk Assessment	Deterministické hodnocení rizika
IČ		Infračervený
IEC	International Electrotechnical Commission	Mezinárodní elektrotechnická komise
JSP	Joint Service Publication	Mezivojsková publikace
LED	Light Emitting Diode	Dioda emitující světlo
LEP	Laser Eye Protection	Protilaserová ochrana zraku
MO		Ministerstvo obrany ČR
MOVL	Minimum Ophthalmoscopically Visible Lesion	Minimální oftalmoskopicky pozorovatelné poškození
MPE	Maximum Permissible Exposure	Maximální přípustná dávka ozáření
NATO	North Atlantic Treaty Organization	Organizace Severoatlantické smlouvy
NHZ	Nominal Hazard Zone	Jmenovitá nebezpečná zóna
NOHD	Nominal Ocular Hazard Distance	Jmenovitá vzdálenost nebezpečná pro zrak
PHZ	Probabilistic Hazard Zone	Pravděpodobnostní nebezpečná zóna
PRA	Probabilistic Risk Assessment	Pravděpodobnostní hodnocení rizika
PRF	Pulse Repetition Frequency	Opakovací frekvence impulzu
SOP	Standard Operating Procedure	Standardní provozní postup
STANAG	NATO Standardization Agreement	Standardizační dohoda NATO
TB MED	TECHNICAL BULLETIN MEDICAL	Technický zdravotnický věstník

Každý stát má zaveden vlastní program týkající se bezpečnosti při provozu laserových systémů. Hodnocení nebezpečnosti nových laserových systémů jsou součástí programu každého státu, i když je řada laserových systémů používaných mnoha státy paralelně. V minulosti se stávalo, že hodnocení nebezpečnosti laseru provedené jedním státem nemuselo splňovat požadavky jiného státu, což vyžadovalo, aby si jednotlivé státy prováděly hodnocení nebezpečnosti laseru samostatně. Tato situace vedla během jejich společného výcviku k duplicitě činností, zbytečným prodlevám a vynaložení nákladů.

Proto vznikla potřeba stanovit standardizovaná kritéria napomáhající při realizaci hodnocení nebezpečnosti laserových systémů, která splňují požadavky NATO a spojeneckých sil. Celkové hodnocení nebezpečnosti laserových systémů a použitelnost určitých kontrolních opatření může být závislé na:

- schopnosti laseru nebo laserového systému způsobit obsluze úraz nebo jinak rušivě zasahovat do plnění úkolu jak obsluhy, tak i přístrojové techniky;
- okolním prostředím, ve kterém je laser provozován;
- obsluze, která může laser provozovat nebo může být vystavena laserovému záření.

Tento standard je určen jako podpora společného postupu hodnocení nebezpečnosti laserových systémů a poskytuje pravidla těm státům, které doposud nemají tyto postupy zavedeny. Zavádí společnou terminologii a postupy, které jsou potřebné pro stanovení a řízení nebezpečí spojeného s provozem laserů ve venkovních vojenských prostorech.

Tento standard také definuje vzájemnou výměnu hodnocení nebezpečnosti laserových systémů mezi státy, které chtějí využívat navzájem své prostory. Jelikož postupy hodnocení realizované jednotlivými státy mohou být odlišné, jsou zde tato hodnocení vysvětlena, aby byla usnadněna jejich výměna.

5.2 Definice

Pro potřeby tohoto standardu jsou použity následující pojmy a definice:

Bezpečnostní úhel	–(Buffer Angle) – úhel připočtený k divergenci laserového svazku, který zahrnuje pravděpodobné chyby v zamíření.
Bezpečnostní zóna	–(Buffer Zone) – stanovený prostor kolem šířícího se laserového svazku, který je ohraničen bezpečnostním úhlem.
Dazzler	–laser vyzařující viditelné záření mající za následek dočasné účinky na zrak jako jsou oslnění nebo oslepení způsobené světelným zábleskem.
Délka impulzu	–(Pulse Duration) – doba trvání impulzu, obvykle měřená jako časový interval mezi body odpovídajícími polovině špičkového výkonu na přední a zadní hraně impulzu.
Deterministické Hodnocení rizika	–(Deterministic Risk Assessment – DRA) – metoda hodnocení nebezpečnosti laseru založená na fyzikálních vlastnostech laserového svazku a jeho šíření ve srovnání s maximálními přípustnými dávkami ozáření (MPE).
Difúzní odraz	–(Diffuse Reflection) – část záření odraženého od povrchu, které je rozptýleno do všech směrů.

Divergence svazku	–(Beam Divergence) – míra zvětšení průměru laserového svazku s rostoucí vzdáleností od zdroje.
ENOHD	–synonymum k NOHD-M (viz NOHD).
Filtr	–(Filter) – zařízení sloužící k útlumu laserového záření; zpravidla pro určitou vlnovou délku nebo rozsah vlnových délek.
Hostitelský stát	–(Host Nation) – stát mající suverénní kontrolu nad laserovou střelnicí. Může zahrnovat také státy, které kontrolují vojenské vybavení nebo zařízení v rámci hranic jiného státu.
Impulzní laser	–(Pulsed Laser) – laser, který vyzařuje svoji energii ve formě impulzů nebo sledu impulzů.
Jmenovitá nebezpečná zóna	–(Nominal Hazard Zone – NHZ) – charakterizuje prostor, ve kterém při běžném provozu může úroveň přímého, odraženého nebo rozptýleného laserového záření překročit příslušnou MPE. Úrovně ozáření mimo NHZ jsou pod příslušnou MPE. NHZ sestává z cílové plochy a bezpečnostních zón. NHZ je často ohraničena použitím zábran. Pro neomezené přímé sledování svazku by měla tato zóna dosahovat až k NOHD.
Jmenovitá vzdálenost nebezpečná pro zrak	–(Nominal Ocular Hazard Distance – NOHD) – vzdálenost podél osy laserového svazku, za níž není příslušná MPE překročena. Pokud je brána v potaz kolektivní optická soustava je NOHD označena jako NOHD-M.
Klasifikace nebezpečí	–(Hazard Classification) – způsoby sloužící k přiřazení laseru nebo laserového systému do jedné z několika skupin, které jsou navrženy tak, aby bylo usnadněno použití kontrolních opatření. Klasifikace nebezpečí stanovuje údaj o nebezpečnosti laseru během jeho předpokládaného použití (běžný provoz).
Koeficient útlumu atmosféry	–(Atmospheric Attenuation Coefficient) – exponenciální míra útlumu laserového svazku při jeho šíření prostředím jako jsou např. vzduch nebo voda.
Kolektivní (spojná) optická soustava	–(Collecting Optics) – optická soustava zajišťující optické zvětšení pozorovaného předmětu. Přestože tato optická soustava vytváří větší velikost zdánlivého zdroje, její použití má za následek zvýšení nebezpečí, neboť se zvyšuje množství energie dopadající do oka.
Kontinuální laser	–(Continuous Wave – CW) – laser pracující v režimu trvalého vysílání laserového záření po dobu delší nebo rovnu 0,25 s je považován za kontinuální laser.
Kontrolní opatření	–(Control Measure) – opatření sloužící ke snížení potencionálních nebezpečí spojených s provozem laserů. Kontrolní opatření mohou být rozdělena do tří skupin: technická, procedurální/administrativní a prostředky osobní ochrany (PPE).
Kontrolovaná zóna	–(Control Zone) – definovaný prostor, ve kterém je užívání a provoz zařízení předmětem řízení a dozoru za účelem ochrany před nebezpečím laserového záření.

Limit přípustné emise	–(AEL – Accessible Emission Limit) – maximální přípustná emise, která je povolena v rámci určité třídy.
Maximální přípustná dávka ozáření	–(Maximum Permissible Exposure – MPE) – maximální úroveň laserového záření, jemuž mohou být za normálních okolností vystaveny osoby, aniž by utrpěly trvalé fyziologické následky. MPE je využívána pro DRA jako referenční údaj pro porovnání potenciálního ozáření.
Opakovací frekvence impulzu	–(Pulse Repetition Frequency – PRF) – počet vyzařených laserových impulzů za časovou jednotku.
Optická hustota	–(Optical Density – OD) – logaritmická míra útlumu filtru na dané vlnové délce. Někdy se označuje také jako D_λ .
Optické záření	–(Optical Radiation) – elektromagnetické záření s vlnovými délkami od 180 nm do 1 mm. Tento interval je rozdělen podle vlnových délek na tři spektrální oblasti: ultrafialová, viditelná a infračervená.
Pas svazku	–(Beam Waist) – místo laserového svazku podél směru šíření, kde je poloměr svazku minimální. Vnější pas laserového svazku bude zvyšovat NOHD.
Pravděpodobnostní hodnocení rizika	–(Probabilistic Risk Assessment – PRA) – metoda hodnocení nebezpečnosti laseru založená na pravděpodobnosti ozáření a riziku zranění. PRA vyžaduje stanovení přípustné úrovně rizika a také, aby hodnotitel předpokládal pravděpodobnost určité události.
Pravděpodobnostní nebezpečná zóna	–(Probabilistic Hazard Zone – PHZ) – charakterizuje prostor, ve kterém při běžném provozu může nebezpečí ozáření přímým, odraženým nebo rozptýleným laserovým zářením převyšovat přípustnou úroveň. Riziko nebezpečí ozáření vně PHZ je považováno za přípustné.
Přesnost zamíření	–(Pointing Accuracy) – schopnost přesně zamířit laserový svazek na cíl. Přesnost zamíření závisí na stálosti rektifikace, vibraci, stabilitě platformy, kritických závadách zamiřovacího systému a dalších proměnných.
Scintilace	–(Scintillation) – rychlé změny ve vyzařovacích úrovních v řezu laserového svazku způsobené místními výkyvy teploty a tlaku v atmosféře, kterou se laserový svazek šíří. Intenzita tohoto jevu je závislá na parametrech svazku, dosahu a atmosférických podmínkách.
Standardní provozní postup	–(Standard Operating Procedure – SOP) – oficiální písemný popis bezpečnostních a administrativních postupů, které mají být dodržovány při plnění určitých úkolů.
Střelnice	–(Range) – stanovený prostor, který je vyhrazen, schválen a standardně vybaven pro provádění nebezpečných střelb (zbraně/lasery).

Úhlové rozpětí	–(Angular Subtense) – zdánlivý zorný úhel, pod kterým je sledován zdroj. Někdy se také uvádí pojem „úhlová velikost zdroje“. Nezaměňovat s pojmem „divergence svazku“.
Úrovně vizuálního rušení	–(Visual Interference Level) – úrovně vyzařování, které mají za následek méně nebezpečné vizuální rušivé efekty, jako jsou rozptyly, oslnění a přetrvávající obrazové vjemy (následné obrazy). Ozáření těchto úrovní mohou způsobit potíže při plnění rozhodujících úkolů, jako jsou řízení dopravního prostředku nebo pilotáž letecké techniky.
Útlum	–(Attenuation) – snížení intenzity
Uživatelský stát	–(User Nation) – stát, který má kontrolu nad vojenskou jednotkou užívající laserovou střelnici hostitelského státu.
Výcvikový filtr	–(Training Filter) – útlumový filtr pro omezení nebezpečnosti laseru během výcviku.
Výcvikový režim	–(Training Mode) – provozní režim využívaný při výcviku pro omezení nebezpečnosti laseru.
Výkon	–(Power) – množství energie vyzářené, vedené nebo přijaté za určitý čas.
Vymezovací apertura	–(Limiting Aperture) – průměr kruhové oblasti, v němž je stanovena průměrná hodnota intenzity ozáření nebo dávky ozáření.
Zábrana	–(Backstop) – terén, reliéf nebo uměle vyrobená konstrukce zajišťující zadržení celého laserového svazku.
Zářivá energie	–(Radiant Energy) – elektromagnetické záření vysílané, přenášené nebo přijímané.
Zrcadlový odraz	–(Specular Reflection) – část záření odraženého od povrchu, které si zachovává směrové vlastnosti laserového svazku. Zakřivené zrcadlové odrazové plochy mohou zvýšit divergenci a zaostření svazku.

6 Bezpečnost při provozu laseru

Lasery se v současnosti nacházejí v celé řadě vojenských a civilních zařízení a systémech. V kontrolovaných a řádně vyvinutých aplikacích může být jakékoliv nebezpečí způsobené přítomností laseru často sníženo zavedením technické kontroly konstrukce zařízení a systému. V ostatních případech to nebude možné, například během provádění některých testů a experimentů. V tomto případě je třeba realizovat administrativní kontrolní opatření v podobě postupů a procesů zaváděných z důvodů snížení nebezpečí na takovou úroveň, která je považována za bezpečnou pro jakékoliv osoby nalézající se v blízkosti zařízení nebo systému provozující laser.

Prostředí, ve kterém je nebezpečný laser provozován bude do určité míry udávat bezpečnostní otázky, kterými je třeba se zabývat. Například, je-li provozním prostředím vojenská střelnice, kde mohou být zavedena přísná kontrolní opatření týkající se přístupu, je možné, aby byl nebezpečný prostor tvořen hranicemi střelnice. Zde mohou být přítomny jen ty osoby, které jsou si vědomy bezpečnostních požadavků. Avšak na střelnicích, kde je kontrola přístupu obtížně proveditelná, může

být zapotřebí zábran a bezpečnostních zón pro zadržení všech nebezpečných drah svazku uvnitř menší kontrolovatelné zóny.

Pro účely tohoto standardu je třeba poznamenat, že existují i jiné zdroje optického záření s nepříznivými účinky na zdraví, které je třeba vzít v úvahu a pro něž některé z principů uvedené v tomto standardu mohou být použitelné. Příkladem mohou být LED diody emitující vysokou intenzitu světla, světlomety a ostatní zdroje světla s vysokou intenzitou.

Kromě přímého ohrožení zraku nebo pokožky ve spojitosti s ozáření laserovým svazkem, je také důležité se zabývat nebezpečím, které není způsobeno přímo laserovým svazkem. Mezi tato nebezpečí lze zahrnout požár, vznícení výbušnin, zásah elektrickým proudem, materiály s nebezpečnými fyzikálními vlastnostmi a vystavení rádiovým frekvencím nebo ionizujícímu záření.

6.1 Hodnocení rizika

Lasery vyzařují elektromagnetické záření, které by mohlo představovat nebezpečí poškození jak zraku, tak pokožky. Rozměry nebezpečné zóny vytvořené laserem emitujícím záření lze vypočítat pomocí deterministického hodnocení rizika (DRA) nebo pomocí pravděpodobnostního hodnocení rizika (PRA). V obou případech začíná hodnocení nebezpečí znalostí parametrů laserového systému a jeho provozními aspekty. Toto hodnocení bere v potaz takové faktory, jako jsou: terén, přítomnost zábran, rozmístění osob a zvíře v okolí a také vhodné umístění provozovaného laseru z důvodu zadržení svazku v rámci hranic nebo kontrolované zóny. Faktory, jako jsou rizika vyplývající ze zrcadlových odrazů, atmosférických scilintací a povětrnostních podmínek je třeba zvážit také.

Při použití DRA je nejprve stanovena maximální přípustná dávka ozáření (MPE) a to využitím mezinárodně přijatých limitů. MPE se využívá pro výpočet jmenovité vzdálenosti nebezpečné pro zrak (NOHD) a následně pro výpočet hranice jmenovité nebezpečné zóny (NHZ), za níž by měly být všechny předvídatelné úrovně ozáření pod úrovní MPE.

Pravděpodobnostní hodnocení rizika (PRA) se od deterministického hodnocení rizika (DRA) liší v tom, že všechny hlavní faktory přispívající k nebezpečí jsou zhodnoceny a pak spojeny za účelem stanovení celkové pravděpodobnosti nebezpečí, která pak může být porovnána s úrovní nebezpečí, jež je považována za přípustnou. Tato metoda vyžaduje detailní znalost laserového systému a základních postupů hodnocení bezpečnosti při provozu laseru. Stanovení přípustné úrovně nebezpečí je záležitostí každého státu, a není tedy proto předmětem tohoto standardu.

6.2 Hodnocení bezpečnosti systému

Hodnocení nebezpečí musí zahrnout zhodnocení konstrukčních vlastností laserového systému z hlediska bezpečnosti. Budoucí revize tohoto standardu bude zahrnovat podrobnou metodiku provádění PRA.

7 Bezpečnost při provozu laseru

Praktický způsob hodnocení a řízení nebezpečí laserového záření je klasifikovat laserová zařízení dle jejich relativních nebezpečí a pak blíže specifikovat kontroly pro jejich klasifikaci. Tato kapitola poskytuje pokyny pro hodnocení nebezpečnosti laseru.

7.1 Bezpečná mez ozáření

7.1.1 Maximální přípustná dávka ozáření (MPE)

- a) MPE je využívána jako maximální mez ozáření při provádění DRA. Možné ozáření laserem je porovnáváno s příslušnou MPE za účelem stanovení úrovně nebezpečí. Ozáření nad úroveň MPE zvyšuje pravděpodobnost možného zranění.
- b) Hodnoty MPE jsou závislé na typu tkáně, vlnové délce záření, dočasných vlastnostech ozáření a úhlovém rozpětí zdroje. Maximální přípustné dávky ozáření rohovky a pokožky jsou uvedeny v ČSN EN 60825-1 ed. 3 (Příloha A; tabulky A.1, A.2, A.3, A.4 a A.5).

7.1.2 Mez minimálního oftalmoskopicky pozorovatelného poškození (MOVL)

- a) Mez MOVL slouží jako limit ozáření při provádění PRA. Pravděpodobnost překročení meze MOVL je porovnávána s přípustnou úrovní rizika zranění.
- b) Hodnoty MOVL jsou závislé na typu tkáně, vlnové délce záření, dočasných vlastnostech ozáření a úhlovém rozpětí zdroje.

7.1.3 Úrovně rušení optickým zářením

Ozáření pod prahovými úrovněmi poškození, při kterých nejsou způsobena trvalá poškození, mohou způsobit dočasné vizuálně rušivé efekty, které mohou být nebezpečné pro osoby provádějící důležité úkoly, jako je řízení dopravních prostředků a pilotáž letecké techniky. Tyto efekty musí být brány v úvahu při provádění analýzy nebezpečí. Maximální přípustné hodnoty ozáření pro nekoherentní optické záření jsou uvedeny v dokumentu „Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/25/ES ze dne 5. dubna 2006 o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví před expozicí zaměstnanců rizikům spojeným s fyzikálními činiteli (optickým zářením z umělých zdrojů)“, Příloha 1, Tabulka 1.1.

7.1.4 Klasifikace nebezpečí při provozu laseru

Veškeré lasery jsou zařazeny do jedné ze sedmi klasifikačních tříd v závislosti na svých provozních parametrech, a to v souladu s postupy uvedenými v ČSN EN 60825-1 ed. 3 (a jejich změnách). Obecně platí, že nižší třída laserů představuje nižší úroveň nebezpečí, než ty lasery, které jsou ve vyšší třídě.

Označení laseru termínem „oku bezpečný laser“ je někdy použito nesprávně a je založeno pouze na vlnové délce vystupujícího svazku. Lasery jakýchkoliv vlnových délek při dostatečném výstupním výkonu mohou způsobit zranění.

Uživatelský stát je zodpovědný za poskytnutí klasifikace nebezpečnosti laseru hostitelskému státu.

Klasifikační třídy laseru jsou popsány níže:

- a) **Třída 1.** Lasery třídy 1 nejsou nebezpečné za provozních podmínek, které lze předpokládat s dostatečně velkou pravděpodobností, včetně použití kolektivní optické soustavy s průměrem vstupní pupily 50 mm pro pozorování uvnitř svazku.
- b) **Třída 1M.** Lasery třídy 1M jsou bezpečné pro pozorování volným okem, ale mohou být nebezpečné při použití kolektivní optické soustavy pro pozorování uvnitř svazku.
- c) **Třída 2.** Lasery třídy 2 pracují ve viditelné části spektra. Záměrné ozáření zraku může být nebezpečné, ale ochrana zraku je zajištěna přirozenou fyziologickou reakcí na příliš jasný zdroj světla, a to i v případě použití

kolektivní optické soustavy s průměrem vstupní pupily 50 mm pro pozorování uvnitř svazku.

- d) **Třída 2M.** Lasery třídy 2M jsou provozovány se stejným nebezpečím jako lasery třídy 2, ale mohou být nebezpečné při použití kolektivní optické soustavy pro pozorování uvnitř svazku.
- e) **Třída 3R.** Lasery třídy 3R jsou potenciálně nebezpečné, ale pravděpodobnost zranění je nízká. Lasery třídy 3R nezpůsobují poškození pokožky a nejsou schopny produkovat nebezpečné difúzní odrazy.
- f) **Třída 3B.** Lasery třídy 3B jsou více nebezpečné, ale sledování difúzních odrazů je za běžných podmínek bezpečné. Riziko poškození pokožky je nepravděpodobné.
- g) **Třída 4.** Lasery třídy 4 jsou velmi nebezpečné a mohou způsobit poškození jak zraku, tak pokožky. Mohou také produkovat nebezpečné difúzní odrazy a způsobit vznícení hořlavých materiálů.

POZNÁMKA Některé laserové systémy byly klasifikovány dle různých metodik. Pro účely tohoto standardu nebezpečnost laseru třídy 3a, 3A nebo III nepřekračuje nebezpečnost těch laserů, které patří do třídy 3R.

7.2 Jmenovitá vzdálenost nebezpečná pro zrak (NOHD)

Při DRA je NOHD definována jako minimální vzdálenost, ve které musí být pozorovatel vzdálen od zdroje laserového záření, aby bylo zajištěno, že praktická úroveň ozáření nepřesáhne hodnotu MPE.

Pro určení NOHD je třeba vzít v úvahu, v závislosti na provozních podmínkách a prostředí, následující faktory:

- Kolektivní optická soustava – společným příkladem jsou dalekohledy a teleskopy.
- Atmosférické vlivy – jak scintilace způsobená turbulencí, tak útlum atmosféry ovlivňují přenos laserového svazku atmosférou.
- Útlumové filtry – tyto filtry mohou být nasazeny na aperturu laseru z důvodu snížení nebezpečné vzdálenosti.
- Technická kontrolní opatření – tato opatření mohou být použita pro zmírnění parametrů, které ovlivňují NOHD.

7.3 Jmenovitá nebezpečná zóna (NHZ)

NHZ charakterizuje prostor, ve kterém při běžném provozu může úroveň přímého, odraženého nebo rozptýleného laserového záření překročit příslušnou MPE (při provádění DRA). Úrovně ozáření mimo NHZ jsou pod úrovní MPE. NHZ sestává z cílové plochy a bezpečnostních zón. NHZ je často ohraničena použitím zábran. Pro neomezené přímé sledování svazku by měla tato zóna dosahovat až k NOHD.

V závislosti na provozních podmínkách a prostředí mohou NHZ ovlivnit následující faktory:

- Přesnost zamíření ovlivňuje bezpečnostní úhel použitý pro stanovení NHZ.
- Při stanovení NHZ jsou zohledněny zrcadlové a difúzní odrazy.
- Zábrana může omezit velikost NHZ.

7.4 Pravděpodobná nebezpečná zóna

PHZ charakterizuje prostor, ve kterém při běžném provozu může nebezpečí ozáření přímým, odraženým nebo rozptýleným laserovým zářením překročit definovanou přípustnou míru rizika (při provádění PRA). Riziko poškození způsobené ozářením vně PHZ je považováno za přípustné v souladu se standardy hostitelského státu.

V závislosti na provozních podmínkách a prostředí mohou PHZ ovlivnit následující faktory: přesnost zamíření, chybná analýza, hustota osídlení, odrazy, přítomnost zábrany, reakční doba operátora a další faktory.

8 Směrnice k odpovědnosti státu a uživatele za bezpečnost při provozu laseru ve venkovním prostředí

Následující směrnice jsou určeny k podpoře nejlepší praxe z provozu laserů ve venkovním vojenském prostoru.

8.1 Kontrolní opatření

Vojenské lasery mohou způsobit zranění s trvalými následky, pokud nejsou provozovány předepsaným způsobem. Pro minimalizaci rizika musí být zavedeny správné postupy a zásady výcviku. Tato kapitola se věnuje problematice kontrolních opatření pro bezpečný provoz laserů na střelnicích NATO a spojeneckých sil, lze je však aplikovat i na jiné venkovní vojenské prostory. Obecně platí, že pořadí priorit řízení nebezpečí je následující:

- a) Technická kontrolní opatření
 - Kryty – zamezují přístup k laserovému svazku.
 - Rektifikace – zabezpečí, že laserový svazek ozáří pouze určený cíl.
 - Bezpečnostní zámek – zabrání použití laseru neoprávněné osobě.
 - Mechanické zábrany – jsou použity k zadržení laserového svazku uvnitř kontrolovaného prostoru.
 - Filtry – mohou být použity k útlumu laserového svazku za účelem snížení nebezpečné vzdálenosti.
 - Software – může být použit jako prostředek pro řízení omezení ozáření (např. snížením výkonu nebo omezením pohybu laserového svazku).
 - Zábrany, ploty nebo hlídky – použitím těchto prostředků bude zabráněno vstupu neoprávněným osobám.
 - Zábrany jako kopce, hory, husté stromořadí nebo umělé stavby – mohou být použity pro zadržení celého laserového svazku.
- b) Procedurální/administrativní opatření
 - Použití standardních provozních postupů (SOP).
 - Výcvik operátorů a ostatních osob, jež mají povolený vstup na střelnici.
 - Zakrytí nebo odstranění nežádoucích zrcadlových odrazných ploch.
 - Zamezení vstupu nechráněných osob do nebezpečné zóny.
 - Laser používat jen na schválených střelnicích.
 - V případě potřeby provést značení vhodnými výstražnými značkami.
 - Před zahájením provozu laseru spolehlivě identifikovat dovolený cíl(e) operátorem.
 - Ověření, že se NHZ/PHZ nachází uvnitř hranic střelnice.
 - Vést záznam o provozu laseru.

- c) Prostředky osobní ochrany
 - Protilaserová ochrana zraku (LEP).
 - Ochrana pokožky (t. j. rukavice, kapuce).

Použití prostředků kontrolních opatření může být specifické pro daný prostor nebo způsob provozu. Viz Metodika hostitelského státu týkající se konkrétních požadavků na kontrolní opatření.

8.2 Povinnosti hostitelského státu

Hostitelský stát má rozhodující schvalovací pravomoc týkající se provozu laserů na svých střelnicích. Standardní povinnosti hostitelského státu oprávněného provozovat laserovou střelnici budou následující:

- Získat informace o nebezpečnosti každého laserového systému, který má být provozován.
- Hostujícímu státu poskytnout směrnice střelnice a příslušná bezpečnostní SOP.
- Před zahájením provozu laserů poskytnout hostujícímu státu instruktáž, která by měla zahrnovat:
 - bezpečnostní postupy,
 - rozsah SOP,
 - postupy při otevření a uzavření střelnice,
 - prostory a trasy mimo hranici střelnice.
- Schválit nebo poskytnout střelecké stanoviště, umístění cíle, bezpečnostní úhly, NHZ a PHZ.
- Zabezpečit požadované výstražné značky. Výstražné značky musí být v souladu s ČSN EN 60825-1 ed. 3 (a jejími změnami).

8.3 Povinnosti hostujícího státu

Standardní povinnosti hostujícího státu jsou následující:

- Spolupracovat s hostitelským státem na zjišťování informací a na stanovení časových termínů pro potřeby schvalovacího procesu.

POZNÁMKA Vzhledem k tomu, že schvalovací proces může být časově náročný, je doporučeno navázat spolupráci co nejdříve.

- Zajistit, aby zařízení byla řádně označena výstražnými značkami. Výstražné značky musí být v souladu s ČSN EN 60825-1 ed. 3 (a jejími změnami).
- Kde je požadováno, poskytnout vhodná ochranná zařízení.
- Poskytnout hostitelskému státu informace týkající se bezpečnosti všech laserů, které budou provozovány na jejich území.
- Zajistit, aby byly vedle předpisů hostitelského státu dodržovány navíc i předpisy hostujícího státu, a to v případě, že:
 - jsou předpisy hostujícího státu přísnější než předpisy hostitelského státu.
 - předpisy hostujícího státu vyžadují protokoly a postupy, kterými se nezabývají předpisy a SOP hostitelského státu.

8.4 Odpovědnosti hostujícího uživatele

Hostující uživatelé jsou povinni dodržovat veškeré příslušné standardy, požadavky a postupy týkající se provozu laseru na území hostitele.

8.5 Další bezpečnostní okolnosti

I když hlavní náplní tohoto standardu je bezpečnost při provozu laserů, je nutno vzít v potaz, že i řada jiných vlastností laseru může způsobit zranění.

Pokud jsou střelecké úlohy prováděny ve spojení s laserovým značkovačem, musí být provedeny spolehlivé kontrolní postupy, které zabezpečí, že obsluhou ovládané značkovače nejsou v zorném poli laserem naváděné munice. Pokud mají hostitelský i hostující stát zavedeny vhodné postupy, je důležitá koordinace. Měli by být použity postupy co nejvíce restriktivní. Obsluha laserových značkovačů si musí být při zamiřování zbraně pomocí značkovače vědoma nebezpečí spojeného s předním nebo zpětným rozptylem na částicích mlhy, oparu, prachu, kouři, dešti, na blízkém listí nebo jiných předmětech, který může způsobit tragické následky.

Přítomnost optoelektronických senzorů ve venkovním prostředí představuje další bezpečnostní rizika. Lasery mohou tato zařízení rušit nebo je zničit, což může vést k tragickým následkům při plnění krizových úkolů (např. noční lety v nízké výšce). Z důvodu vyvarování se těchto událostí, je nutno zabezpečit zavedení kontrolních opatření.

9 Deterministická metodika výpočtu NOHD

9.1 Úvod

Tato kapitola se zabývá deterministickým výpočtem jmenovité nebezpečné zóny.

Každý stát má zaveden vlastní program týkající se bezpečnosti při provozu laserových systémů. Hodnocení nebezpečnosti nových laserových systémů jsou součástí programu každého státu, i když je řada laserových systémů používaných mnoha státy paralelně. V této kapitole jsou uvedeny postupy pro deterministické výpočty nebezpečnosti laseru, které splňují požadavky NATO a spojeneckých sil.

Tyto výpočty vedou k hodnocení nebezpečnosti laserového systému a k zavedení konkrétních kontrolních opatření. Toto hodnocení bude pak použito pro zajištění bezpečného provozu laseru na střelnicích nebo v jiných venkovních vojenských prostředích.

Tato kapitola poskytuje standardizované postupy pro deterministické výpočty jmenovitých nebezpečných zón a zavádí společnou terminologii a pracovní postupy pro bezpečný provoz laserů na střelnicích a v jiných venkovních vojenských prostředích. Vzhledem k tomu, že výpočty prováděné jednotlivými státy mohou být odlišné, slouží tyto informace jako podpora pro přijetí odlišných metodik těmi státy, které chtějí svá území využívat navzájem. V této kapitole jsou uvedeny parametry a rovnice, jež jsou využívány v deterministických výpočtech jmenovitých nebezpečných zón.

Všechny parametry použité při hodnocení nebezpečí by měly být poskytnuty hostitelskému státu k přezkoumání, přijetí nebo revizi. Systémy utajovaného charakteru by měly být posuzovány „případ od případu“.

9.2 Stanovení a použití NOHD a NHZ

Cílem této kapitoly je vysvětlit způsob výpočtu NOHD využitím deterministické metody. Tato informace slouží ke stanovení jmenovité nebezpečné zóny, která je využita pro bezpečné řízení provozu laseru ve venkovním prostředí.

9.3 Stanovení NOHD

Následující parametry mohou být nezbytné ke stanovení NOHD:

λ = vlnová délka – bezpečnostní limity jsou z důvodu absorpčních vlastností tkáně velmi závislé na příslušné vlnové délce laseru.

Časové charakteristiky – Bezpečnostní limity a možné ozáření jsou velmi závislé na časových charakteristikách vyzařování laseru (např. doba trvání impulzu, doba ozáření, PRF). Např. běžný vojenský dálkoměr a laserový ozařovač cílů vysílají svou energii ve velmi krátkých impulzech (řádově nanosekundy). Takové impulzy způsobují spíše tržné poranění pokožky než popáleniny. Běžné laserové značkovače naproti tomu vysílají svoji energii jako kontinuální laserové záření, které způsobuje spíše popáleniny, než tržné poranění pokožky.

MPE – jeden ze základních parametrů potřebných ke stanovení NOHD. MPE je závislá na vlnové délce a době ozáření (viz ČSN EN 60825-1 ed. 3, Příloha A, tabulky A.1, A.2, A.3, A.4 a A.5).

Pro kontinuální lasery: P = Vyzařovaný výkon – pro hodnocení nebezpečí by měl být brán v úvahu maximální provozní výkon systému.

Pro impulzní systémy: Q = Energie impulzu záření – pro hodnocení nebezpečí by měla být brána v úvahu maximální provozní energie impulzu záření.

φ = (Efektivní) divergence ($1/e$) – narůstající vzdálenost šíření laserového záření výrazně snižuje nebezpečnost laseru. Divergence by měla být vymezena body svazku, ve kterých výkon nebo energie dosahuje hodnoty $1/e$ špičkové hodnoty intenzity svazku. Pokud existuje vnější pas svazku, pak by měla být divergence brána z nejužší části pasu svazku.

Tvar svazku (obdélníkový, eliptický nebo kruhový) – tvar svazku může být stanoven vizuálně. Tento parametr musí být znám z důvodu volby správné rovnice pro hodnocení nebezpečí.

Výše uvedené informace mohou být použity v následující rovnici pro výpočet NOHD pro kruhový svazek:

$$NOHD = \frac{1}{\varphi} \sqrt{\frac{4}{\pi} \frac{P}{MPE}}, \quad (1)$$

nebo

$$NOHD = \frac{1}{\varphi} \sqrt{\frac{4}{\pi} \frac{Q}{MPE}} \quad (2)$$

Pro obdélníkový nebo eliptický svazek, může být efektivní divergence, která je použita ve výše uvedené rovnici, vypočtena dle:

$$\varphi_{eff} = \sqrt{\varphi_x \varphi_y}, \quad (3)$$

t.j. odmocnina součinu divergencí (v každém směru) laserového svazku ze vzdálené oblasti.

V případě, že existuje vnější pas svazku, bude potom vzdálenost od apertury laseru k nejužšímu bodu kolem pasu připočtena k NOHD.

Další okolnosti:

Profil svazku (Gaussovský nebo jiný) – prostorové rozložení energie v průřezu svazku může ovlivnit NOHD. Je nutno brát v úvahu i „horké body“.

Průměr svazku – počáteční průměr svazku na výstupní apertuře laseru nebo na pasu svazku ovlivňuje míru nebezpečnosti laseru.

Atmosférické vlivy – Atmosférické podmínky mohou ovlivňovat provoz laserů. Laserový svazek procházející atmosférou reaguje s částicemi, které část svazku absorbují a rozptýlí. Atmosféra obsahující relativně vyšší koncentraci vodních par absorbuje více energie laserového svazku než vzduch suchý; ještě více energie absorbují prach, smog a nečistoty. Tato absorpce má za následek útlum intenzity svazku a může zkrátit NOHD. Pro laserové svazky směřující vzhůru se atmosférický útlum zmenšuje s nadmořskou výškou.

Zvětšovací optické přístroje – schopnost zvětšovacích optických přístrojů soustředit energii může prodloužit NOHD. Tato prodloužená vzdálenost se nazývá rozšířená NOHD (ENOH).

Útlumové filtry – filtry mohou být použity ke zkrácení NOHD. Nicméně tyto filtry mohou ovlivnit provozní vlastnosti systému.

Nebezpečí poškození pokožky – možné poškození kůže je vyhodnoceno metodou, která je podobná metodě uvedené výše. V případě, že existuje vzdálenost pro poškození kůže, nebude větší než NOHD.

9.4 Vytvoření NHZ

NHZ představuje prostor obsahující všechny oblasti, kde by mohla úroveň ozáření překročit příslušnou MPE. Vytvoření NHZ může být provedeno níže uvedeným postupem.

Bezpečnostní úhel – jedná se o bezpečnostní úhlový rozměr přidaný k divergenci svazku z důvodu zabezpečení řízení laserového záření a je přímo úměrný přesnosti zamíření svazku laserového zařízení ze své platformy. Navrhované bezpečnostní úhly jsou uvedeny v tabulce 1.

Bezpečnostní zóna – vzdušný prostor definovaný bezpečnostním úhlem obklopující prostor šíření příslušného laserového svazku – viz obrázek 1.

Zábrany – zábrana je přírodní nebo uměle vytvořená fyzická bariéra zajišťující zkrácení NHZ zadržením celého laserového svazku. Rozhodujícím aspektem bezpečnosti laserové střelnice je zajištění, že NHZ laseru je zahrnuta v kontrolovaném prostoru a běžnou metodou je využití zábran.

Odrazy – odrazy nad MPE buď difúzní, nebo zrcadlové budou brány v potaz při určování NHZ. Obvykle difúzní odraz nepředstavuje nebezpečné ozáření ve vzdálenosti více jak několik metrů od odrazové plochy.

NHZ – kombinace bezpečnostní zóny, laserového svazku a jakýchkoliv nebezpečných odrazů tvoří NHZ. Kromě toho zahrnuje všechna střelecká stanoviště a cílové plochy.

Další okolnosti:

- Laserové svazky mohou způsobit zapálení, roztavení nebo odpaření hmoty, příp. vyprodukovat nebezpečné toxické výpary.
- Odrazové vlastnosti povrchu se mohou lišit výrazněji ve vzdálené oblasti IČ spektra než v oblasti kratších vlnových délek.

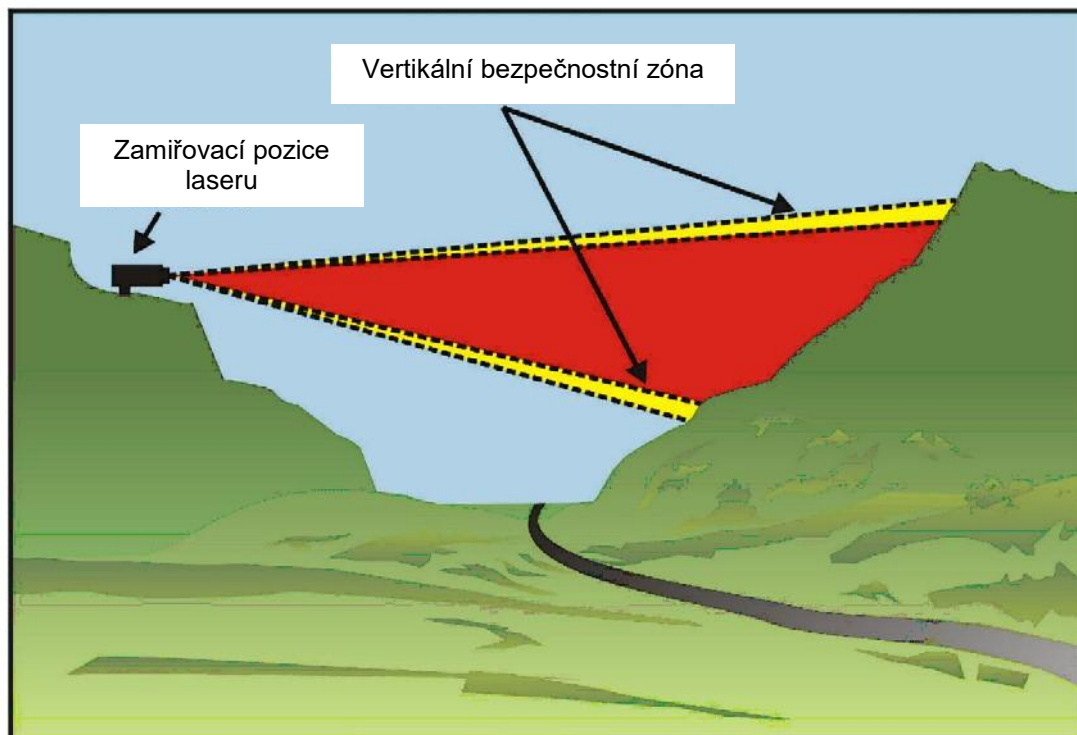
- Sekundární svazky vznikající vnitřními odrazy nebo frekvenčním posunem mohou opustit kontrolovaný prostor.

Hostující stát poskytuje hostitelskému státu následující informace pro potřeby stanovení NHZ:

- Název systému/ID
- NOHD
- Standard/metodu pro výpočet NOHD
- Přesnost zamíření/stabilitu platformy
- Vlnovou délku
- Výkon/energie
- Divergence

TABULKA 1 – Navrhované bezpečnostní úhly

Postavení	Bezpečnostní úhel [mrad]	Vysvětlení
Pevné	2	Pro pevné cíle zamířené z tuhé, pevné montáže, kde může být zaručena přesnost zamíření.
Stabilizované	5	Pro pevné cíle zamířené ze stabilizované pohybující se platformy.
S podpěrou	10	Pro pevné cíle zamířené pomocí ručních laserů podepřených pytli s pískem, příp. jinou improvizovanou metodou.
Bez podpěry	30	Pro pevné cíle zamířené pomocí ručních laserů bez podpěry.



OBRÁZEK 1 – Bezpečnostní zóna

(VOLNÁ STRANA)

(VOLNÁ STRANA)

(VOLNÁ STRANA)

Účinnost českého obranného standardu od: **11. ledna 2017**

Změny:

Změna číslo	Účinnost od	Změnu zpracoval	Datum zpracování	Poznámka

Upozornění: Oznámení o českých obranných standardech jsou uveřejňována měsíčně ve Věstníku Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví v oddíle „Ostatní oznámení“ a Věstníku MO.

V případě zjištění nesrovnalostí v textu tohoto ČOS zasílejte připomínky na adresu distributora.

Rok vydání: 2017, obsahuje 12 listů
Distribuce: Odbor obranné standardizace Úř OSK SOJ, nám. Svobody 471/4,
160 01 Praha 6
Vydal: Úřad pro obrannou standardizaci, katalogizaci a státní ověřování jakosti
www.oos.army.cz
NEPRODEJNÉ
