



Aplikace laserové techniky a jejich součástí ve zbraňových systémech

Ing. Michal Košelja



ÚČEL A CÍL PREZENTACE

Podat aktuální přehled možného užití laserů ve vojenství s akcentem na zbraňové systémy a jejich součástí s cílem identifikovat možnosti případné spolupráce expertů a profesních odborníků ve vědě, výzkumu a vývoje s tvůrci a výrobcí obranných systémů a jejich komponent.



Laser – užité vlastnosti

- 1) monochromatický zdroj koherentního světla
- 2) schopnost jej generovat kontinuálně nebo modulovaně v úzkém svazku s malou divergencí
- 3) transport vysokého výkonu/energie
- 4) přenos rychlostí světla $\sim 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$



Laser – možné aplikace ve vojenství

- 1) dálkoměr
- 2) zaměřovač (pointer), „oslňovač“ (dazzler)
- 3) analyzátor BOL
- 4) komunikace/distanční odposlech
- 5) iniciace energetických materiálů (rozbušek, trhavin, výbušnin apod.)
- 6) zážeh paliva vznětových a raketových motorů
- 7) zbraň – kategorie DEW (Directed Energy Weapons)



Aplikace – dělení dle „energie/výkonu“

1) nízkoúrovňové

dálkoměr, zaměřovač (pointer), „oslňovač“ (dazzler), analyzátor BOL, distanční odposlech

2) středněúrovňové

iniciace energetických materiálů (rozbušek, trhavin, výbušnin apod.) zážeh paliva vznětových a raketových motorů

7) vysokoúrovňové

zbraň – Directed Energy Weapon



Laserové systémy

1) nízkoúrovňové

energie v pulsu: μJ (10^{-6}J) – mJ (10^{-3}J)
délka pulsu: fs (10^{-15}s) – ns (10^{-9}s)
opakovací frekvence: Hz (s^{-1}) - GHz (s^{-12})

2) středněúrovňové

energie v pulsu: mJ (10^{-3}J) – J
délka pulsu: ns (10^{-9}s) – ms (10^{-3}s)
opakovací frekvence: Hz (s^{-1}) - kHz (s^{-3})

7) vysokoúrovňové

zbraň – Directed Energy Weapon

výkon: min. 60 kW; doba ~ desítky sekund

Laserové středněúrovňové systémy

Laser Ignition Conference (LIC) 2015 © OSA 2015 T3A.2.

Overview of Optical/Laser Technological Advances Leading to Practical Laser Ignition Systems

Takunori Taira

Institute for Molecular Science (IMS), 38 Nishigo-naka, Myodaiji, Okazaki 444-8585, Japan
taira@ims.ac.jp

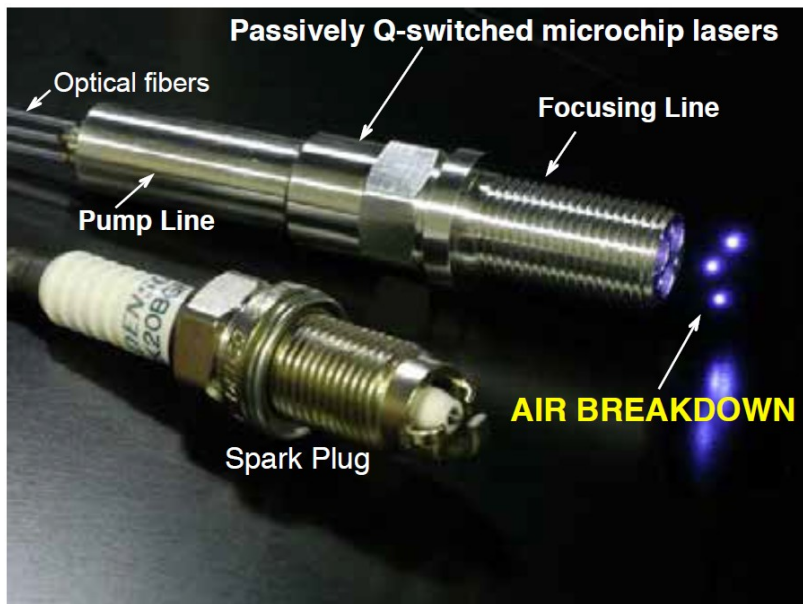


Fig. 3 Photo of the Nd:YAG/Cr⁴⁺:YAG ceramic laser with three-beam output and spark plug.

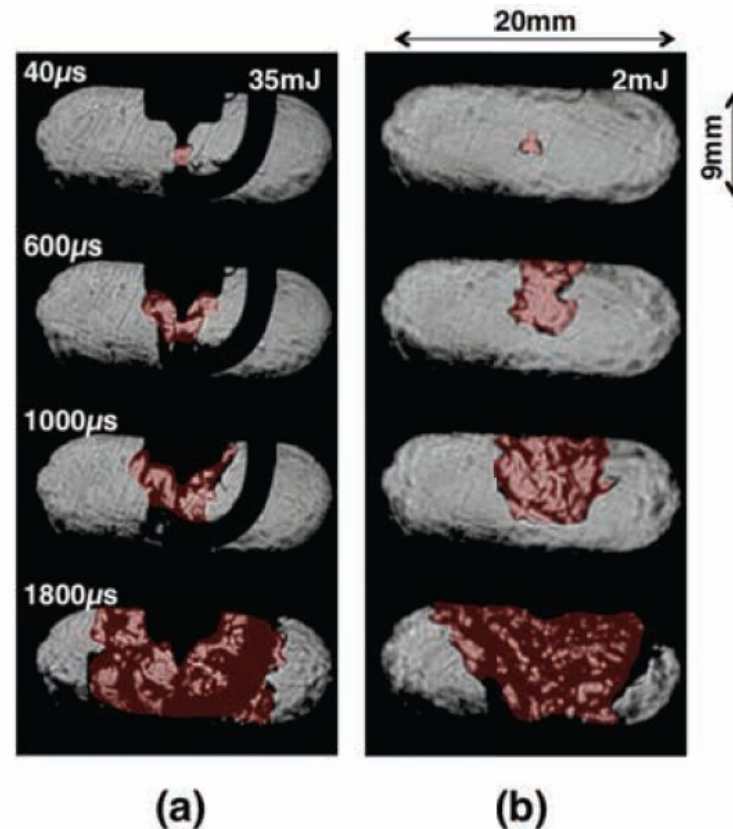


Fig. 1 Schlieren photographs of engine ignition by (a) a spark plug and (b) a microchip laser.



Laserové vysokoúrovňové systémy - typy

HEL – High Energy Lasers

1) chemické

výkon: ~ MW; směs chemikálií

2) vláknové

výkon: ~ 100 kW; koherentní sloučení jednotlivých svazků

3) pevnolátkové

výkon: > 60 kW; disky, diodové čerpání

4) elektronové

výkon: > 100 kW; vakuum

Aplikace laserové techniky a jejich součástí ve zbraňových systémech

Laserové zbraně - HEL

| SOURCE | BEAM POWER MEASURED IN KILOWATTS (kW) OR MEGAWATTS (MW) | | | | |
|--|---|--|--|---|---|
| | ~10 kW | TENS OF kW | ~100 kW | HUNDREDS OF kW | MW |
| NAVY BRIEFING (2010) | UAVS | | | | |
| | | Small Boats | | | |
| | | | | Missiles (starting at 500 kW) | |
| SECOND NAVY BRIEFING (2010) | | Short-range operations against UAVs, RAM, MANPADS (50 kW - 100 kW; low BQ) | | Extended-range operations against UAVs, RAM, MANPADS, ASCMs flying a crossing path (> 100 kW, BQ of ~2) | Operations against supersonic, highly maneuverable ASCMs, transonic air-to-surface missiles, and ballistic missiles (>1 MW) |
| INDUSTRY BRIEFING (2010) | | UAVS and small boats (50 kW) | RAM (100+ kW), subsonic ASCMs (300 kW), manned aircraft (500 kW) | | Supersonic ASCMs and ballistic missiles |
| DEFENSE SCIENCE BOARD REPORT (2007) | | Surface threats at 1-2 km | | Ground-based air and missiles defense, and countering rockets, artillery, and mortars, at 5-10 km ^a | "Battle group defense" at 5-20 km (1-3 MW) |
| NORTHROP GRUMMAN RESEARCH PAPER (2005) | Soft UAVs at short range | Aircraft and cruise missiles | Soft UAVs at long range | Aircraft and cruise missiles at long range, and artillery rockets (lower hundreds of kW) Artillery shells and terminal defense against very short range ballistic missiles (higher 100s of kW) | |

Acronym Key:

UAVs = Unmanned Aerial Vehicles

RAM = Rockets, Artillery, and Mortars

MANPADS = Man-Portable Air Defense System

ASCMs = Anti-Ship Cruise Missiles





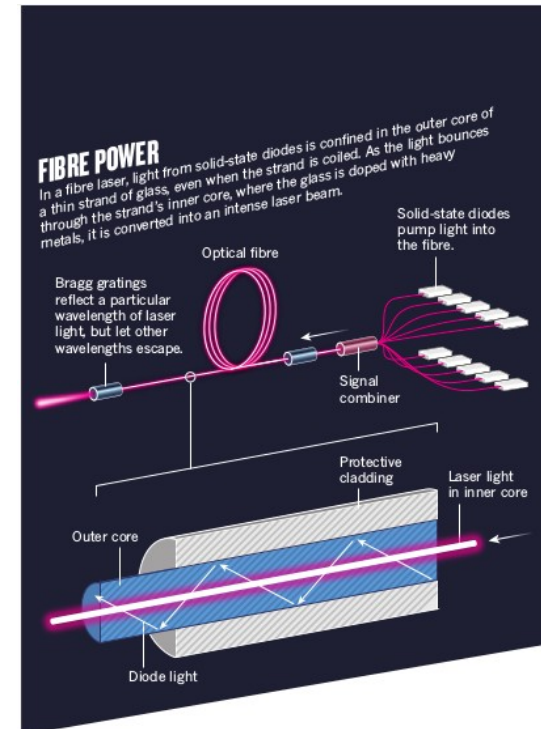
Aplikace laserové techniky a jejich součástí ve zbraňových systémech

Laserové zbraně - HEL

Vláknový laser vzhled a princip



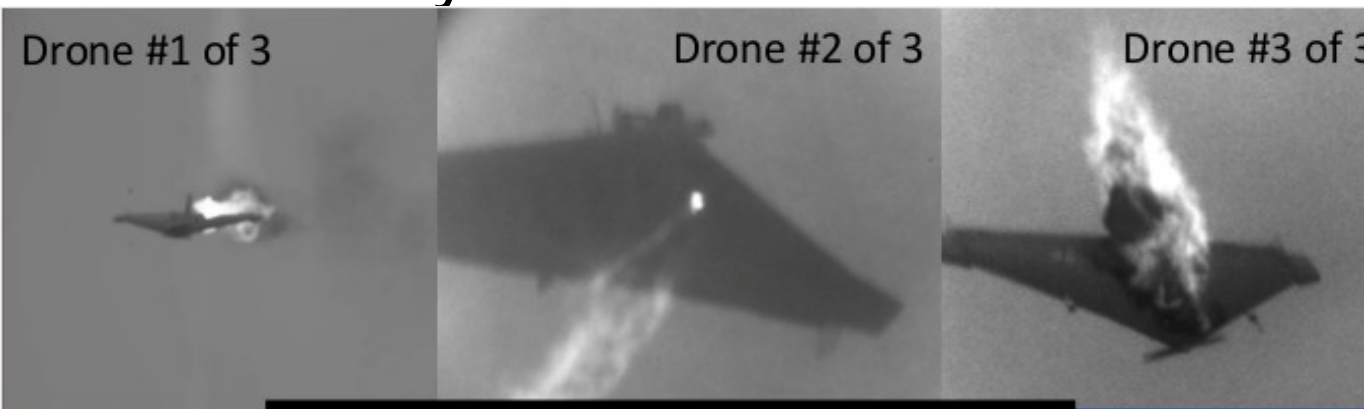
The 33 kW beam-superimposing fibre-based solid state LaWS was tested in the Gulf on board USS Ponce in 2014. (US Navy)



Aplikace laserové techniky a jejich součástí ve zbraňových systémech

Laserové zbraně - HEL

Vláknový laser – eliminace dronu



Laserové zbraně - HEL

Vláknový laser – likvidace střely

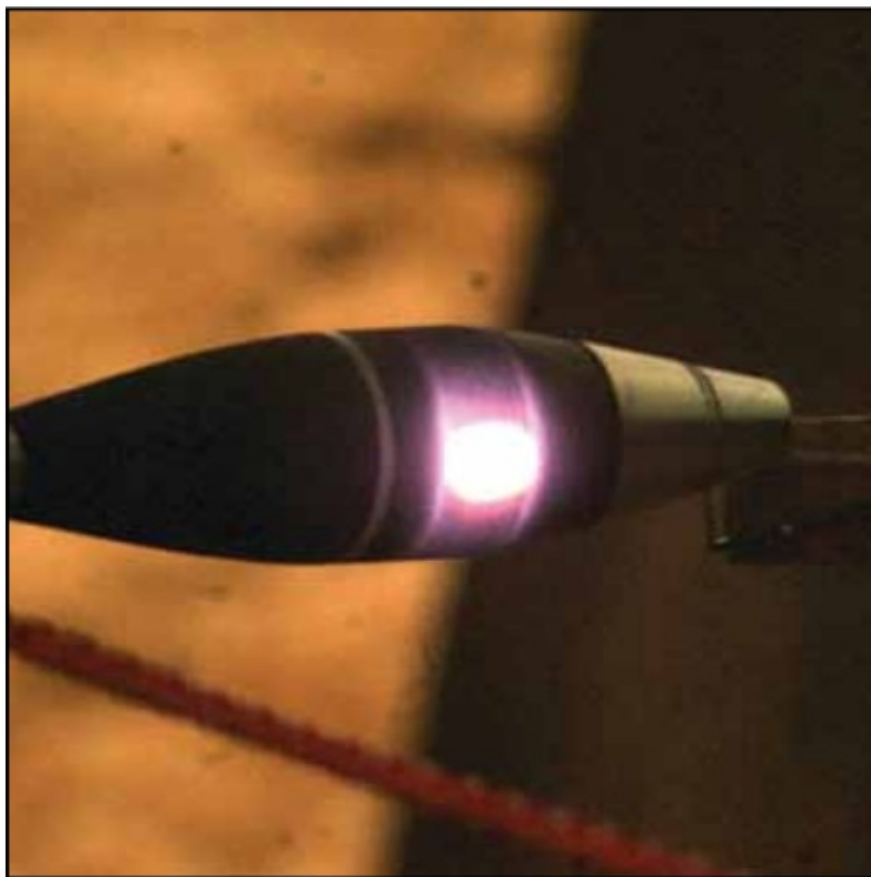
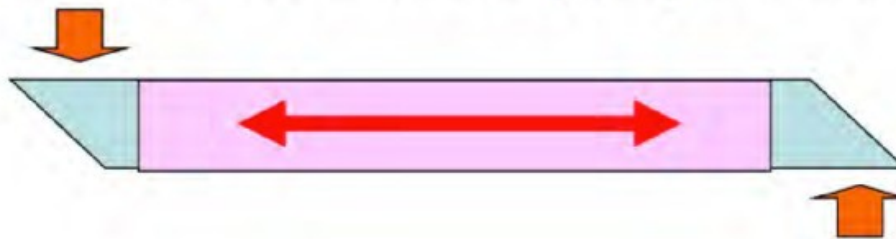


Figure 2. Explosive Target is Destroyed with NSWCCD's Fiber Lasers

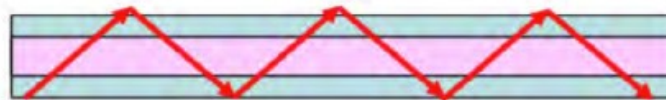
Laserové zbraně - HEL

Pevnolátkový laser – konstrukce/varianty

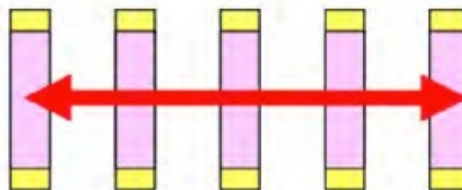
1. Northrop Grumman: End-pumped Slab: Nd:YAG



2. Textron: Zigzag Thin Slab Laser: Nd:YAG

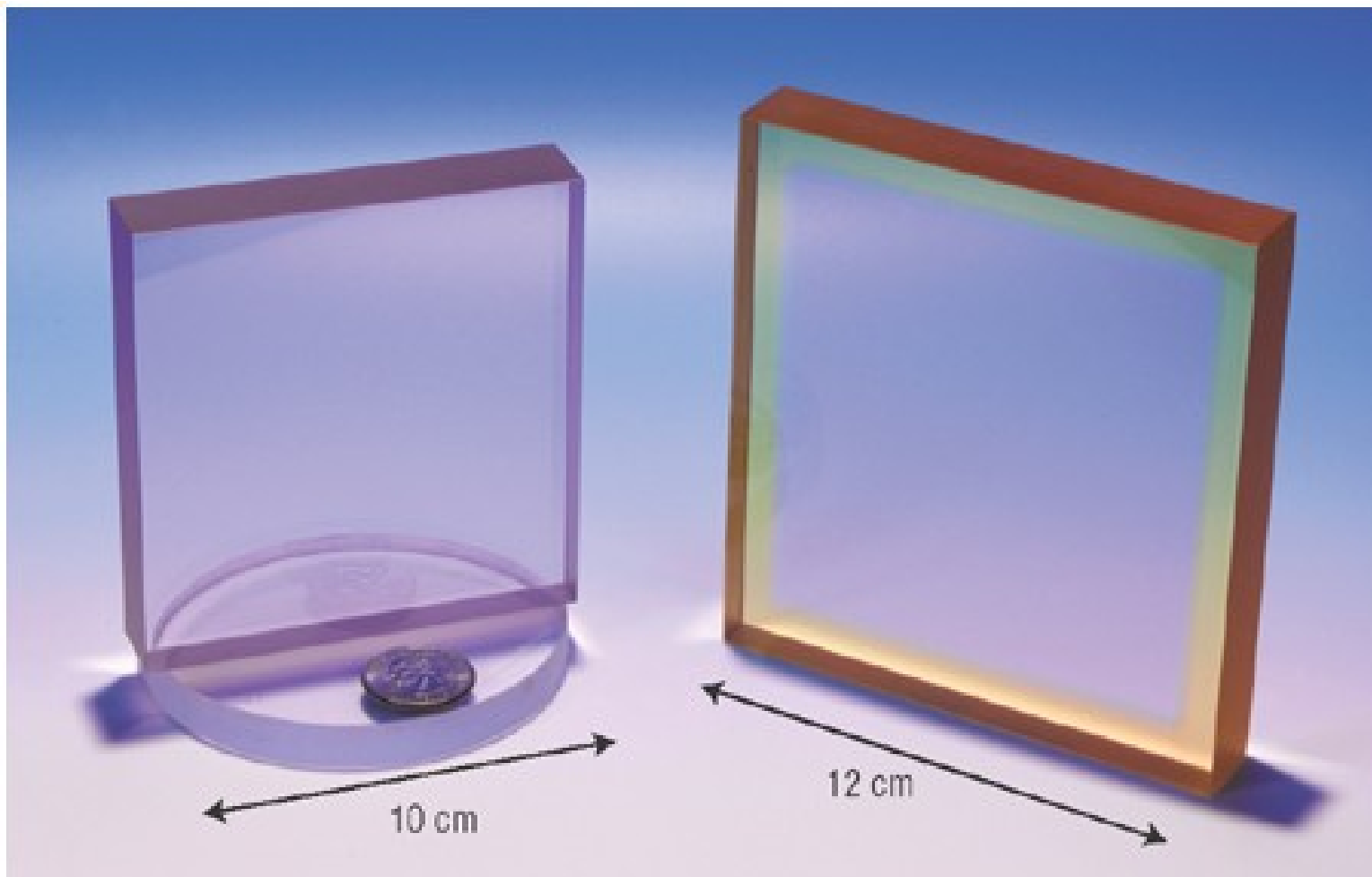


3. LLNL: Thermo Capacity Laser; Nd:Sm:YAG



Laserové zbraně - HEL

Pevnolátkový laser – keramické disky



Aplikace laserové techniky a jejich součástí ve zbraňových systémech

Laserové zbraně - HEL



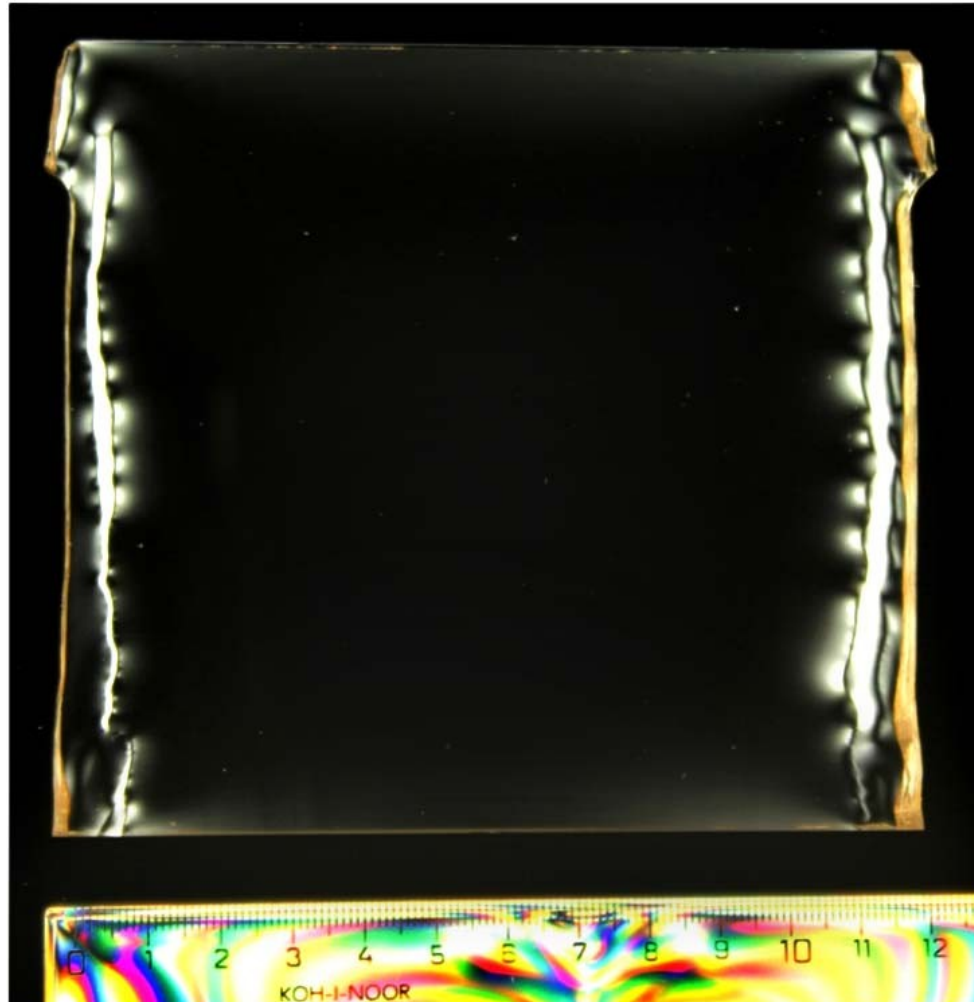
Crytur, s.r.o. Česká republika
producent největších krystalů YAG na světě



Aplikace laserové techniky a jejich součástí ve zbraňových systémech

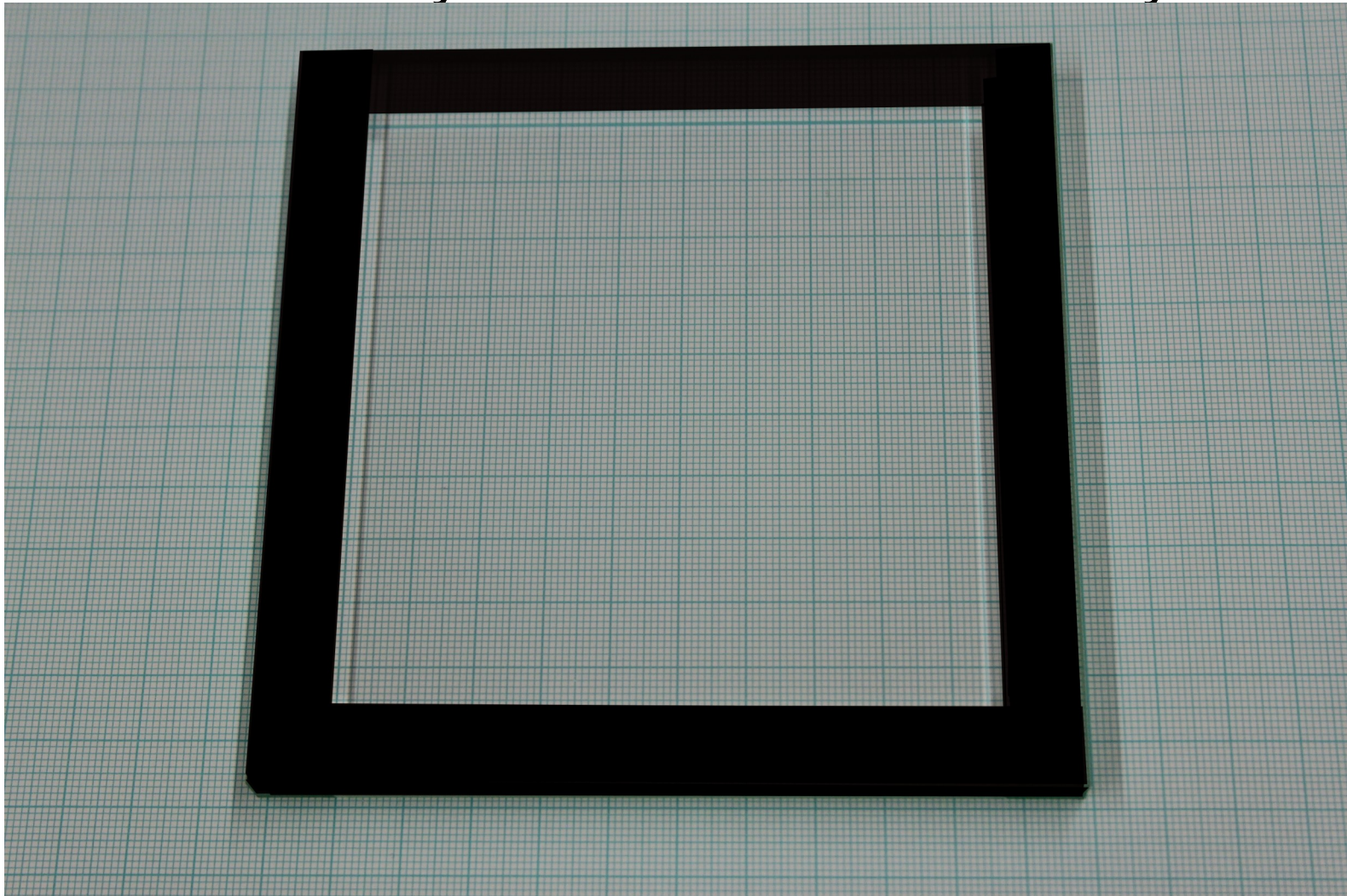
Laserové zbraně - HEL

Yb:YAG – řez podél osy růstu, zkřížené polarizátory



Laserové zbraně - HEL

Pevnolátkový laser – Yb:YAG laserový disk



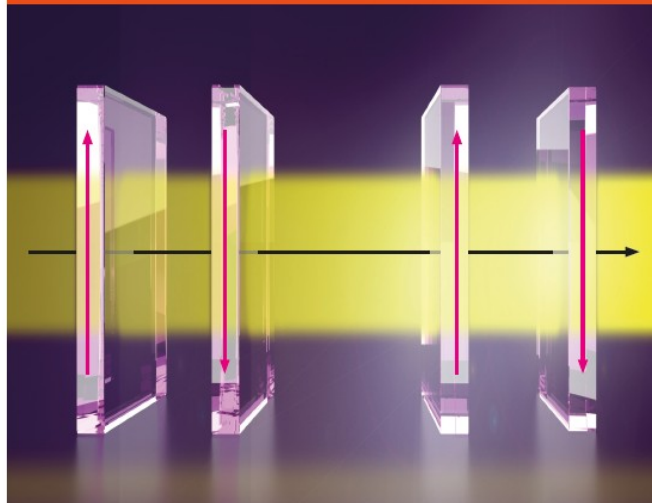


Aplikace laserové techniky a jejich součástí ve zbraňových systémech

Laserové zbraně - HEL

Pevnolátkový laser – Nd:YAG nová konstrukce HEL

HIGH POWER/HIGH ENERGY
**TACE[®] - TWIN ACTIVE
 CRYSTAL ELEMENT[®] DESIGN**



FEATURES

The Twin Active Crystal Element[®] (TACE[®]) design allows for the largest active area currently available in crystal laser media, up to 10 times larger than current designs

Crystal laser media has no grains compared to ceramic laser media, where grain size ≈ 20 nm

Crystal laser media has better thermal management compared to glass laser media

The twin design results in an even amount of reflections

The TACE[®] design has its foundations in the crystal manufacturing process

BENEFITS

A larger active area allows for higher average and peak energy of a laser system

Superior beam quality and Power Spectral Density (PSD) stability

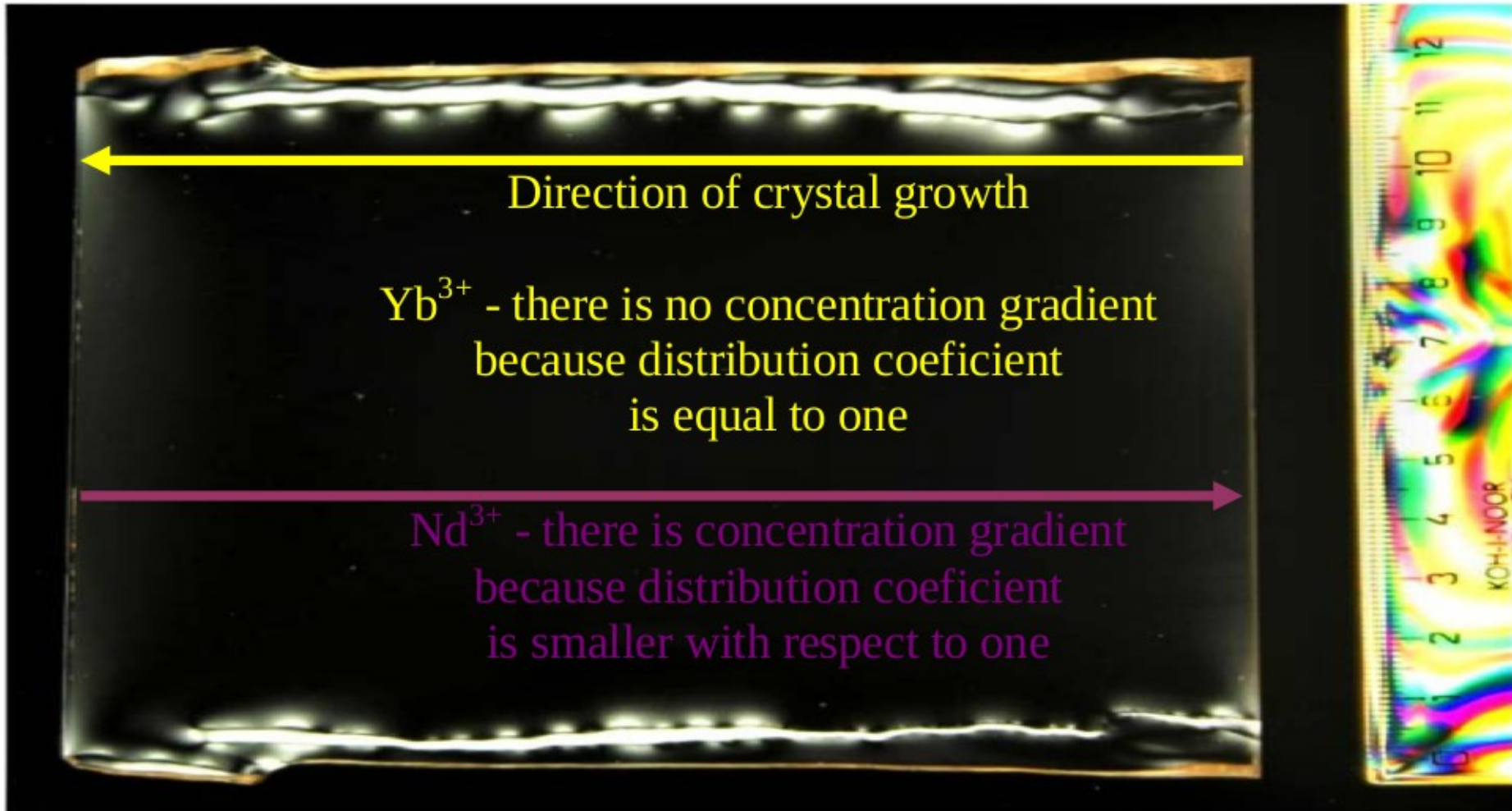
Higher repetition rates achievable

Laser beam polarization management made simple

Competitive costs to ceramics and glass laser elements

Laserové zbraně - HEL

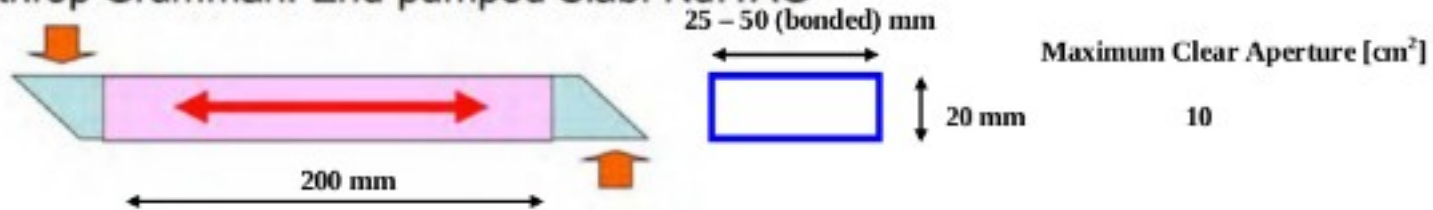
Pevnolátkový laser – Nd:YAG nová konstrukce HEL



Laserové zbraně - HEL

Pevnolátkový laser – Nd:YAG nová konstrukce HEL

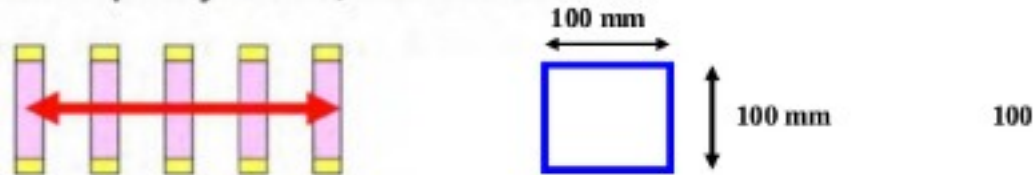
1. Northrop Grumman: End-pumped Slab: Nd:YAG



2. Textron: Zigzag Thin Slab Laser: Nd:YAG

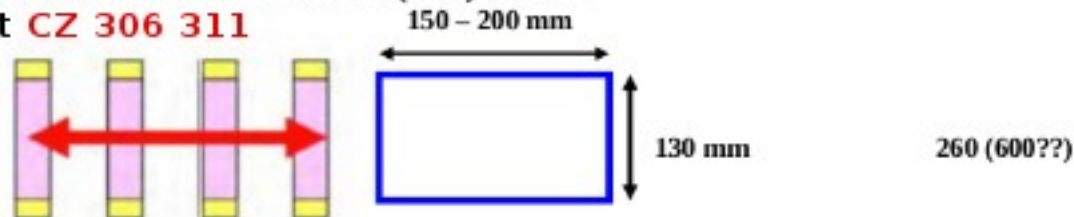


3. LLNL: Thermo Capacity Laser; Nd:Sm:YAG

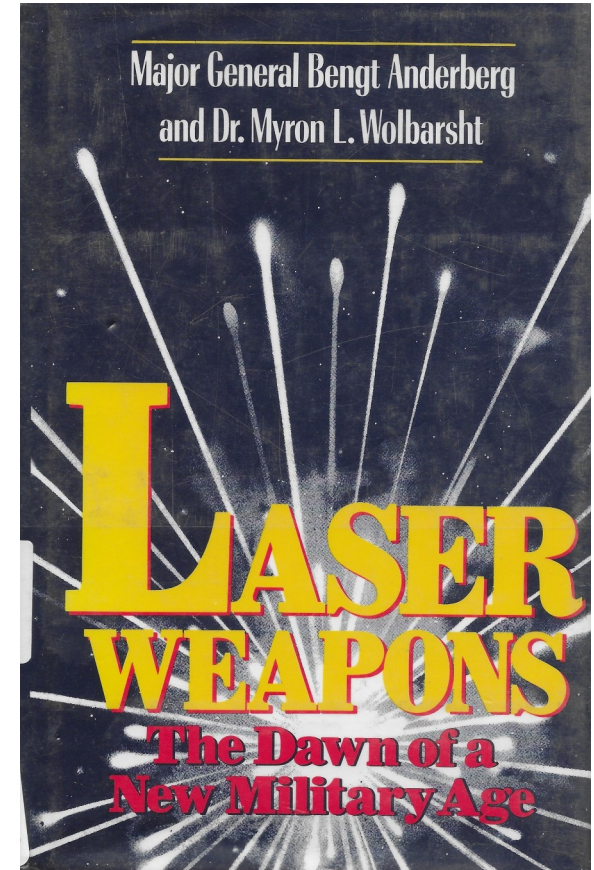
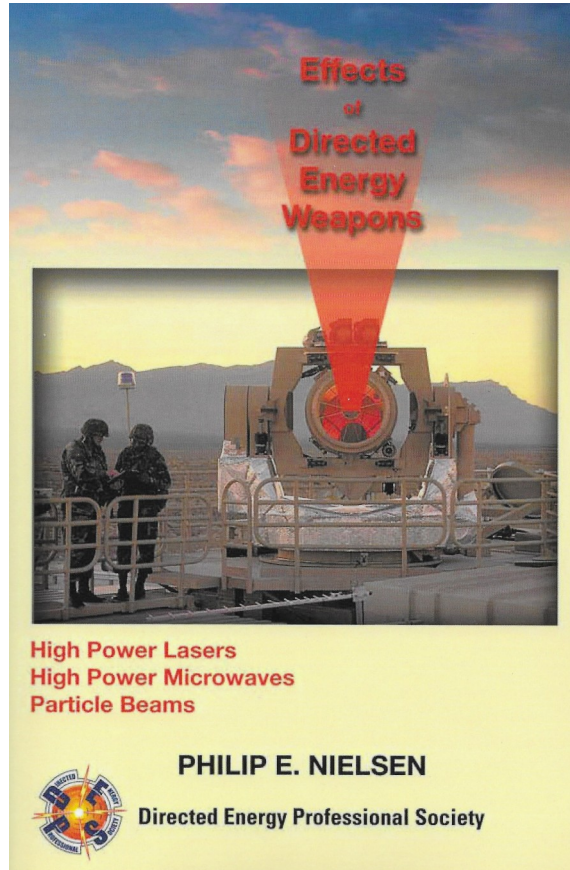
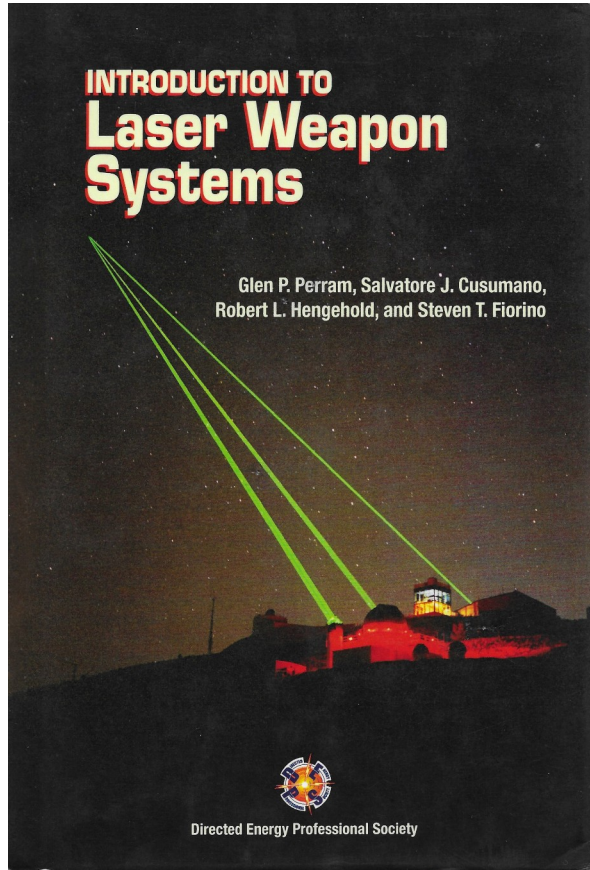


4. PV2015-501 invention Nd:Cr(Sm):YAG

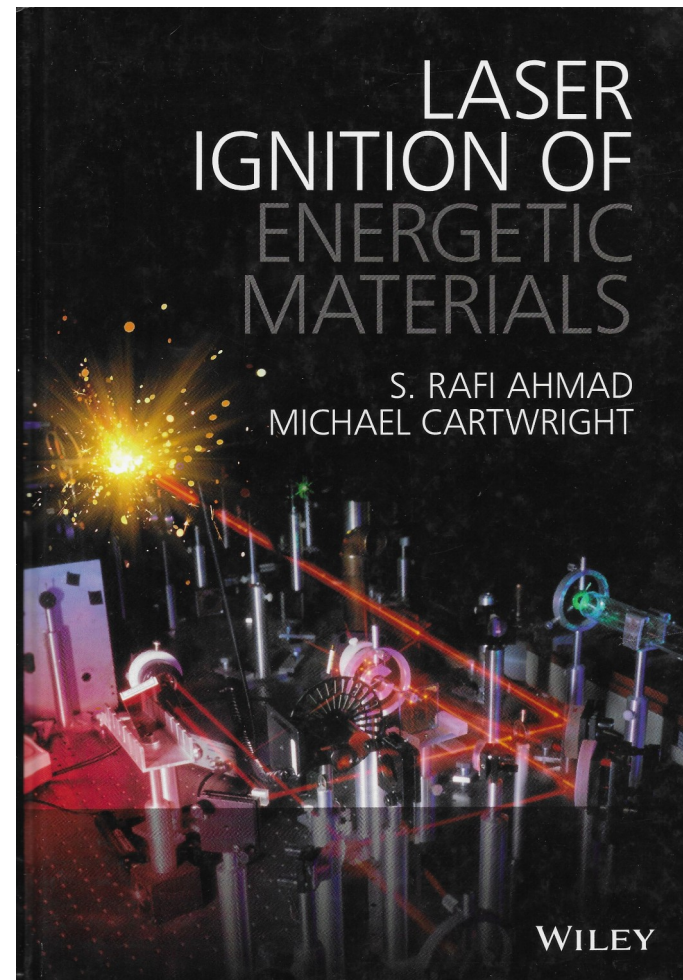
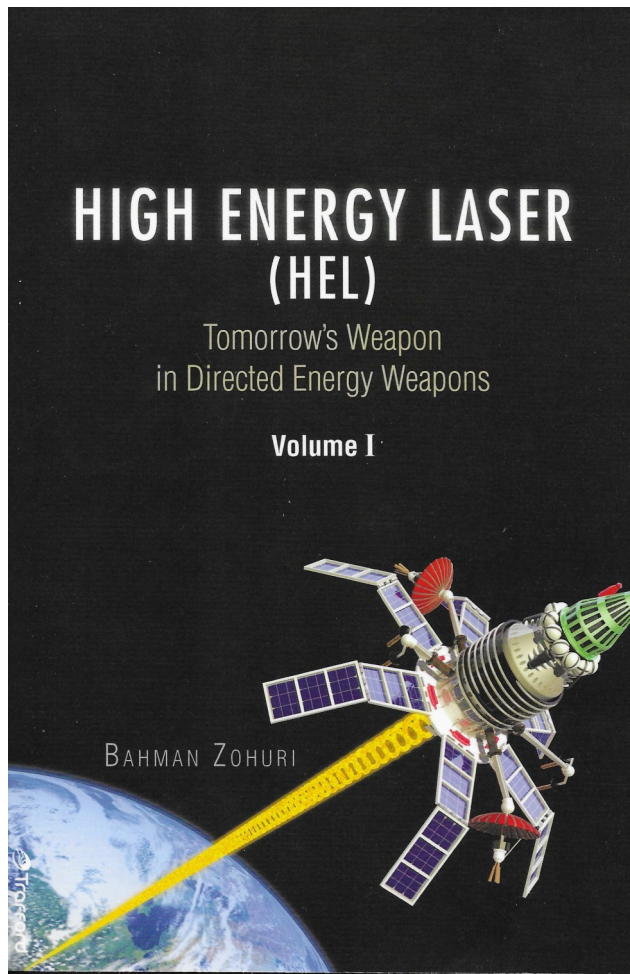
Patent CZ 306 311



HEL – dostupná literatura



HEL – dostupná literatura



Aplikace laserové techniky a jejich součástí ve zbraňových systémech

HEL – aktuální informace

**Lockheed Martin v těchto dnech dodal US Army
300kW laserový systém**





Aplikace laserové techniky a jejich součástí ve zbraňových systémech

Laserové zbraně (HEL) – reálná hrozba

Laserové zbraně patří mezi systémy, které nemůže efektivně používat člověk s ohledem na reakční (zaměřovací) a účinkové efekty této zbraně.

Má-li se efektivně využít tato zbraň, pak jedině za případného využití umělé inteligence (AI), a za podmínky, že se nestane autonomní.

V opačném případě se potenciálně stává hrozbou pro lidstvo.

Možnost vývoje HEL v ČR?

Ano, pokud bude zájem ze strany armády, případně spojenců (NATO), najde se odborný a kompetentní „řešitel“ a za předpokladu že bude vytvořena efektivní koordinace ze strany státu mezi možnými participanty optického, strojírenského a zbrojního průmyslu jak ČR, EU a případně spojenců NATO.

Děkuji za pozornost

