

# Základy laserové techniky

- Princip laseru
- Základní typy laserů

RNDr. **Libor Mrňa** Ph.D.

# Osnova

## 1. princip funkce laseru

1.1. optický rezonátor

1.2. aktivní prostředí

1.3. laserový mod

## 2. typy laserů

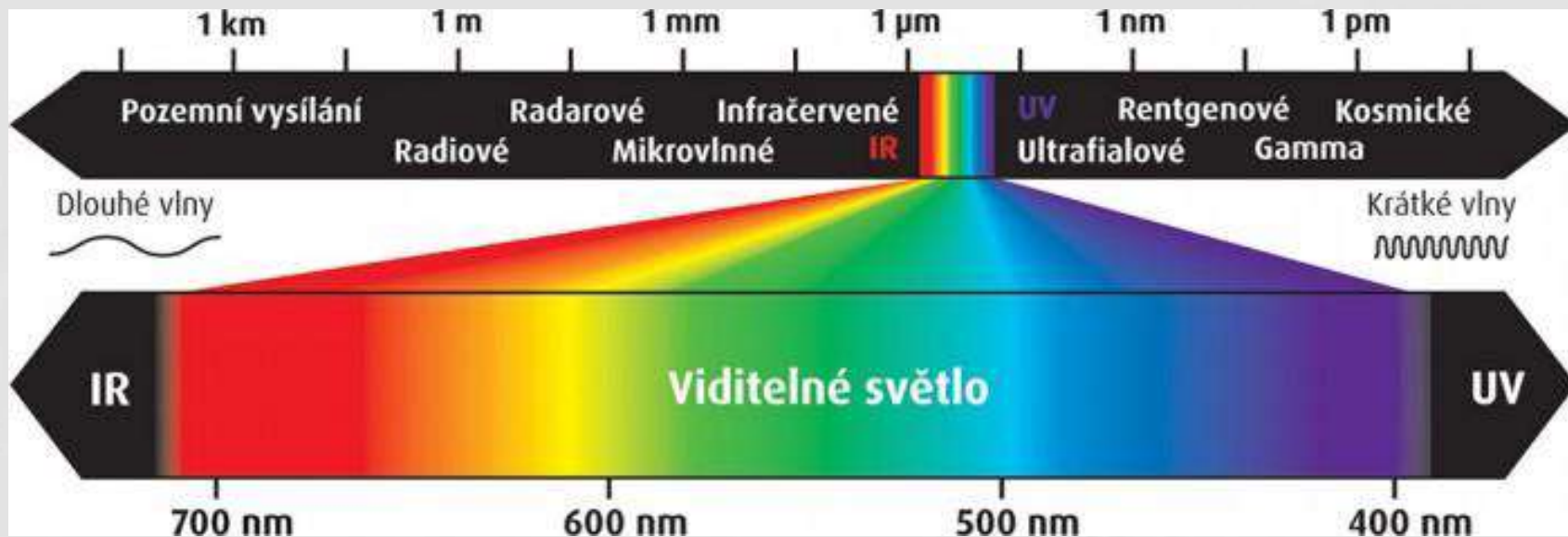
2.1. rozdělení laserů

2.2. CO<sub>2</sub> laser

2.3 Nd – YAG laser

2.3. polovodičový laser

# Fyzikální povaha světla



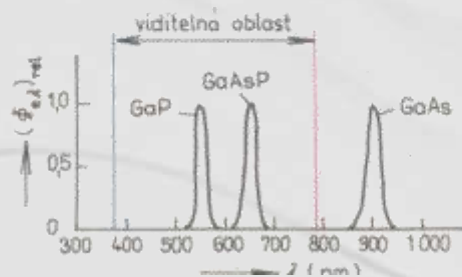
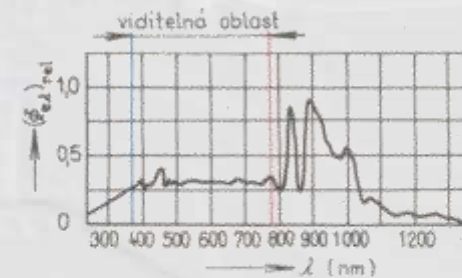
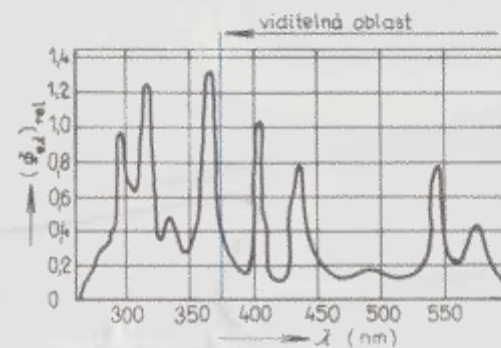
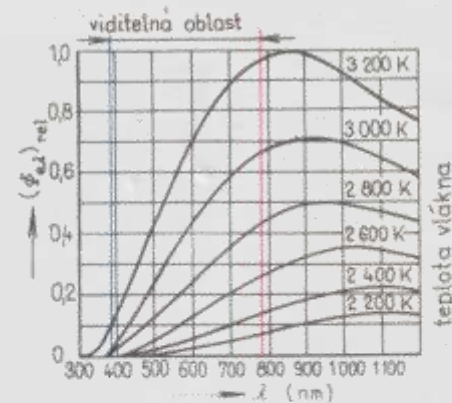
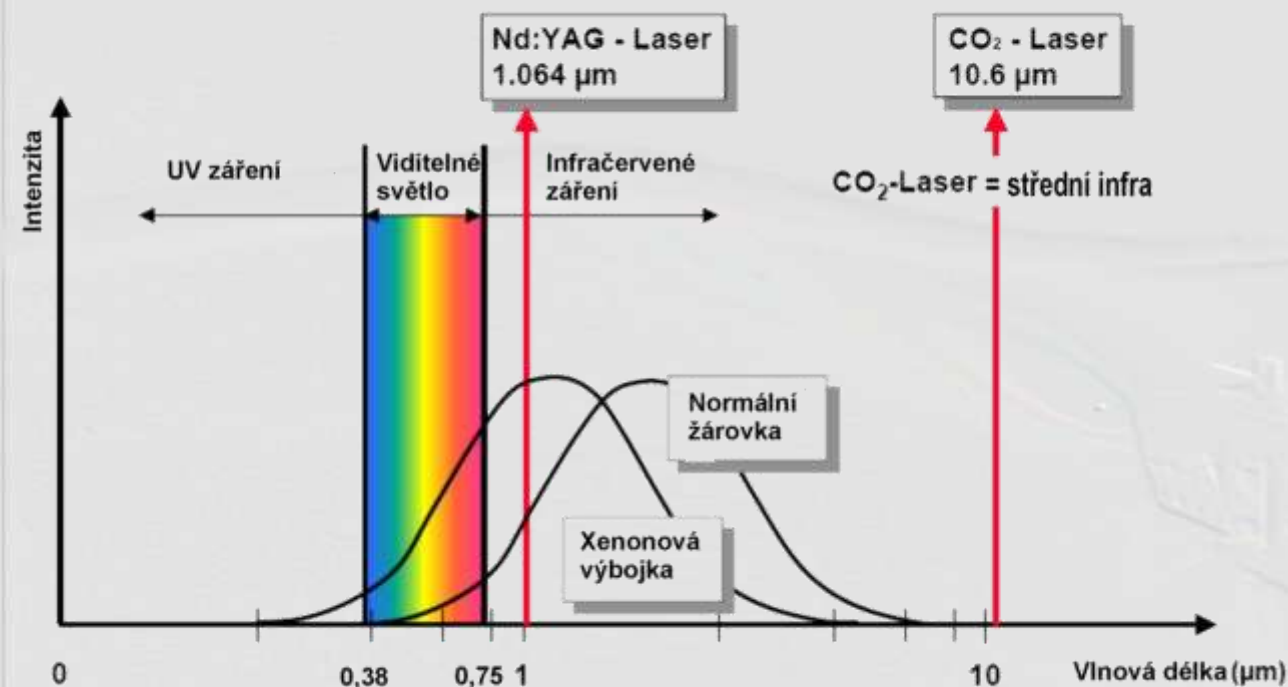
Světlo má duální povahu: je současně vlna i elementární částice - foton

# Co je to laser ?

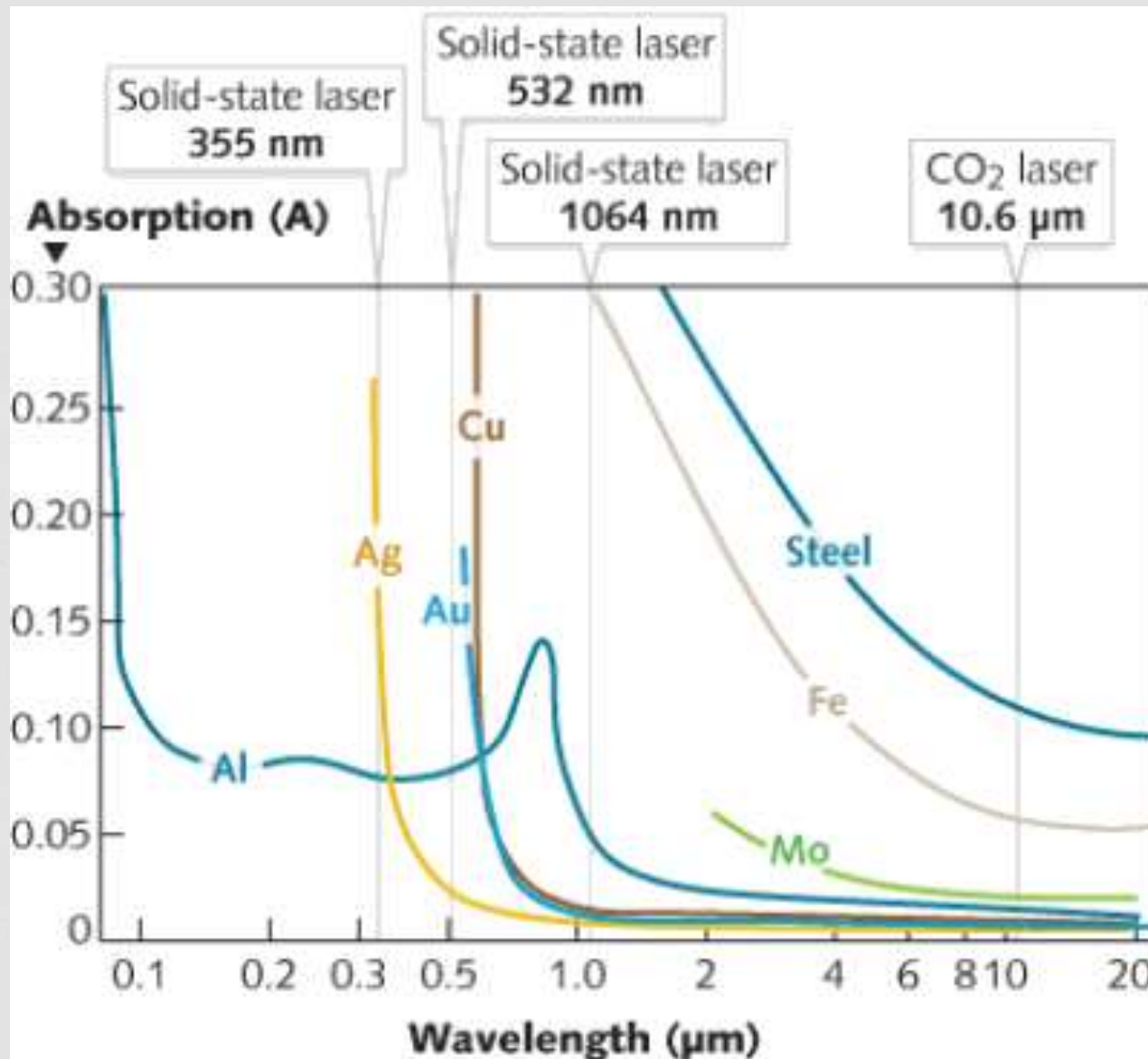
**LASER** = *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*,  
zesilování světla stimulovanou emisí záření

Klasický zdroj	LASER
záření se šíří rovnoměrně do celého prostoru	záření z laseru vychází ve formě úzkého paprsku o malém průměru
záření je barevné (mnoho vlnových délek)	paprsek má jednu barvu (je monochromatický)
jednotlivé světelné vlny nejsou synchronizovány	vychází jen jedna synchronizovaná vlna
Zaostření do plošky	<b>Zaostření svazku do bodu</b>

# Elektromagnetické záření zdroje světla



# Absorpce záření v kovech



Vyšší absorpci dosáhneme:

- Drsností povrchu
- Zvýšením teploty

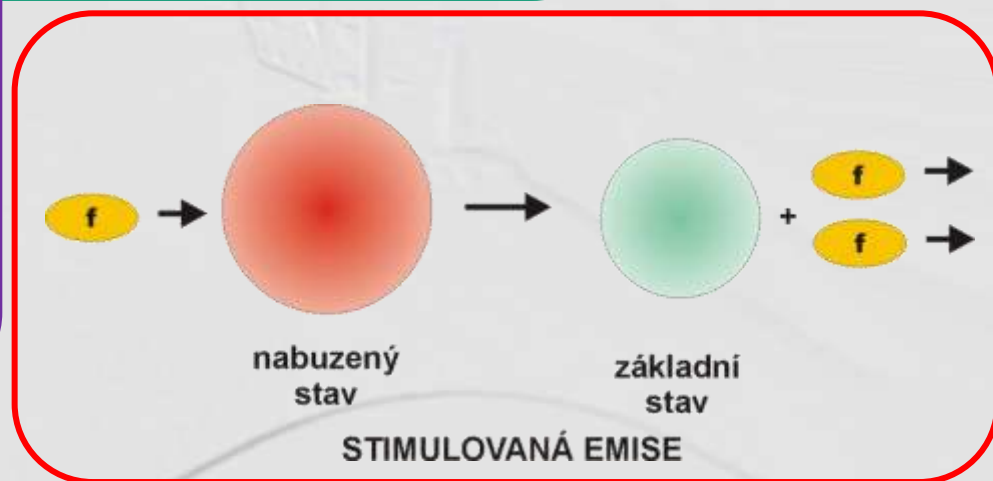
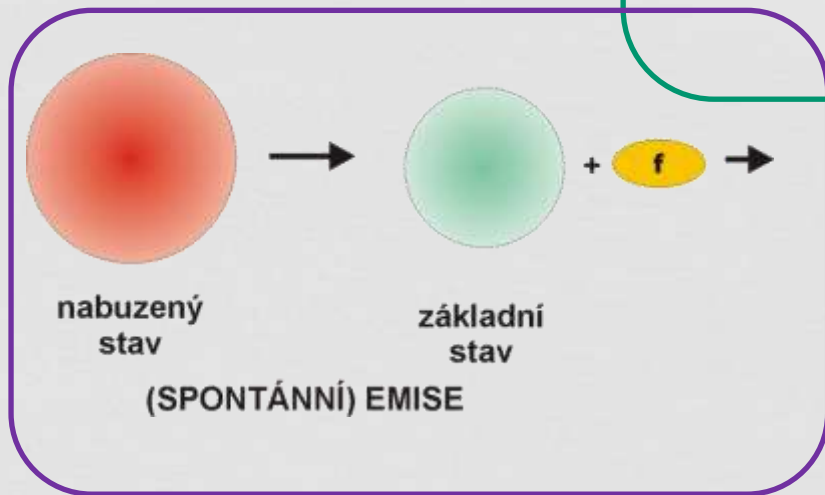
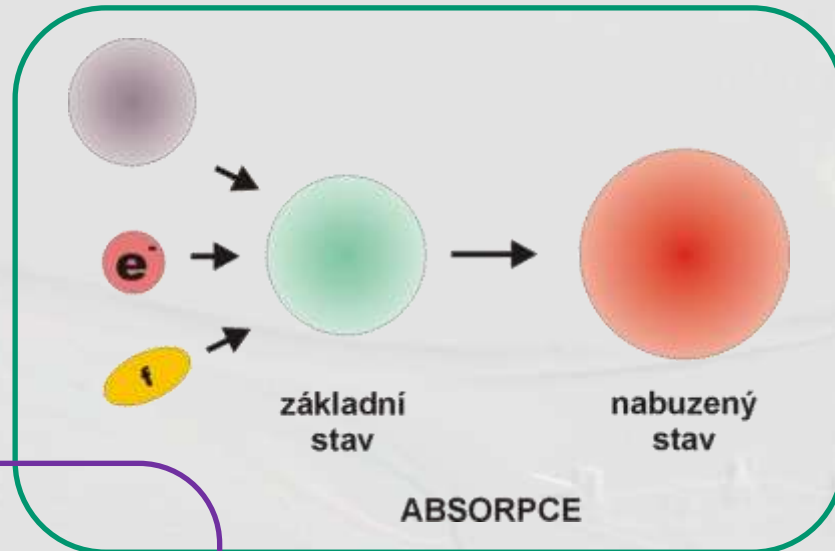
# Základní prvky laseru

## Optický rezonátor



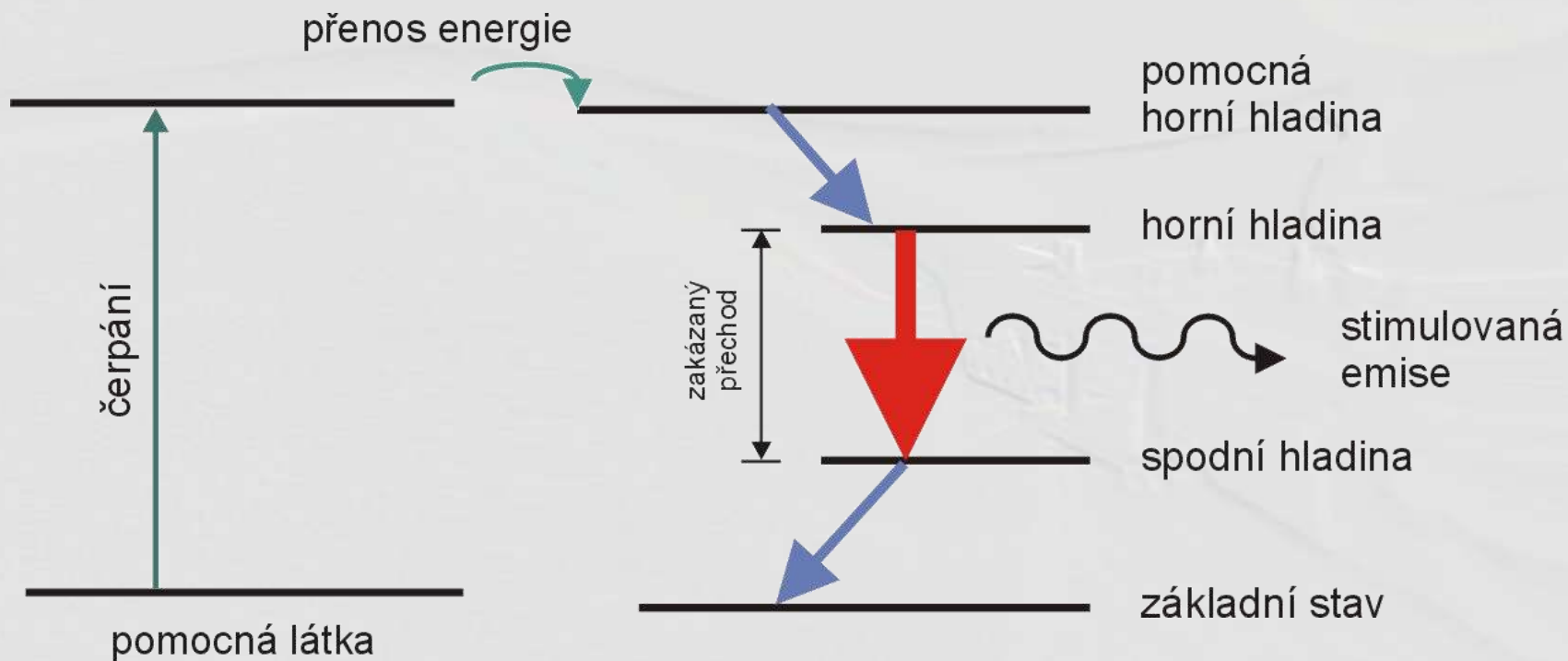
# Základní prvky laseru

## Aktivní prostředí

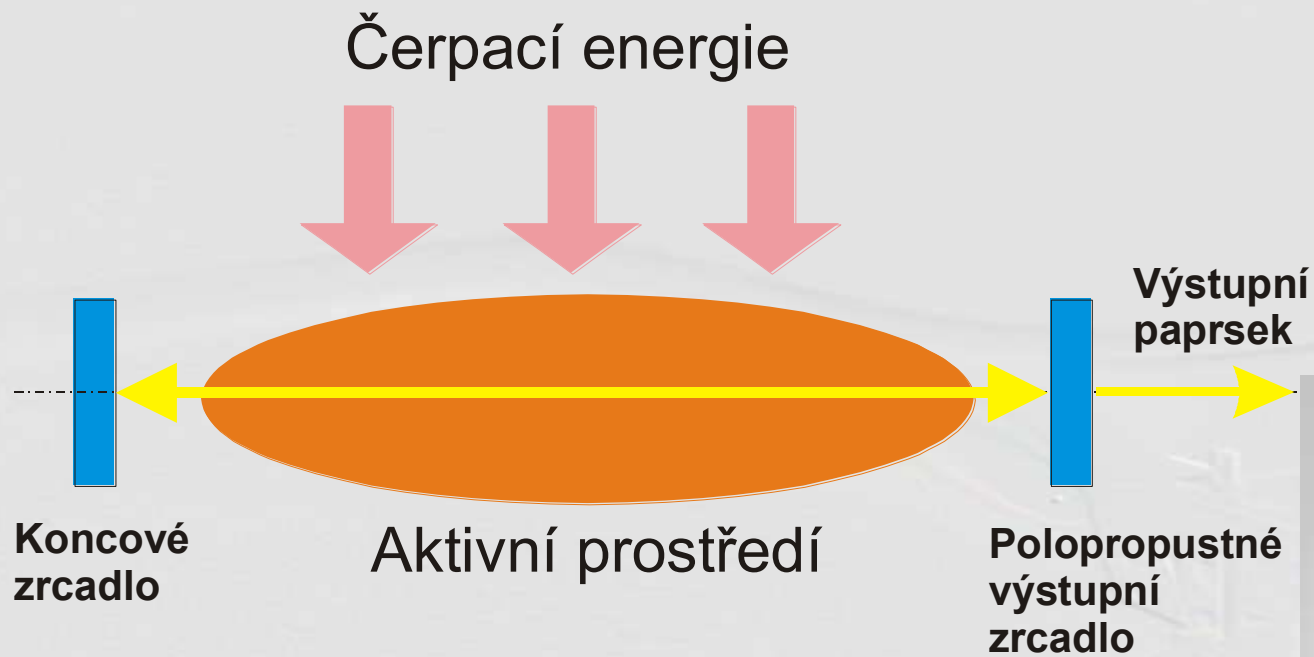




# Stimulovaná emise v energetických hladinách



# Funkční schéma laseru

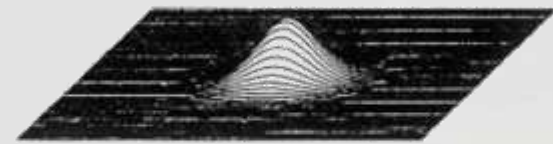


# Funkce laseru

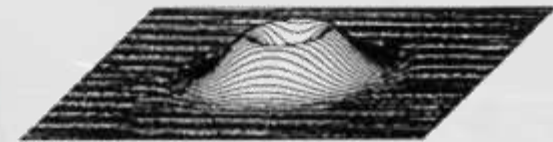


# Tvar laserového paprsku - mód

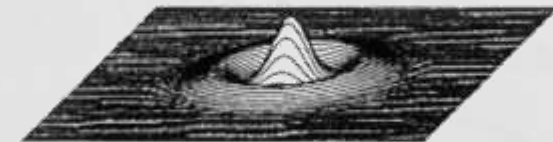
- základní tvar je dán geometrickou konstrukcí rezonátoru
- závisí na nastavení zrcadel
- dokonalá symetrie modu je klíčová pro mnoho aplikací



$K = 1.0$   $TEM_{00}$

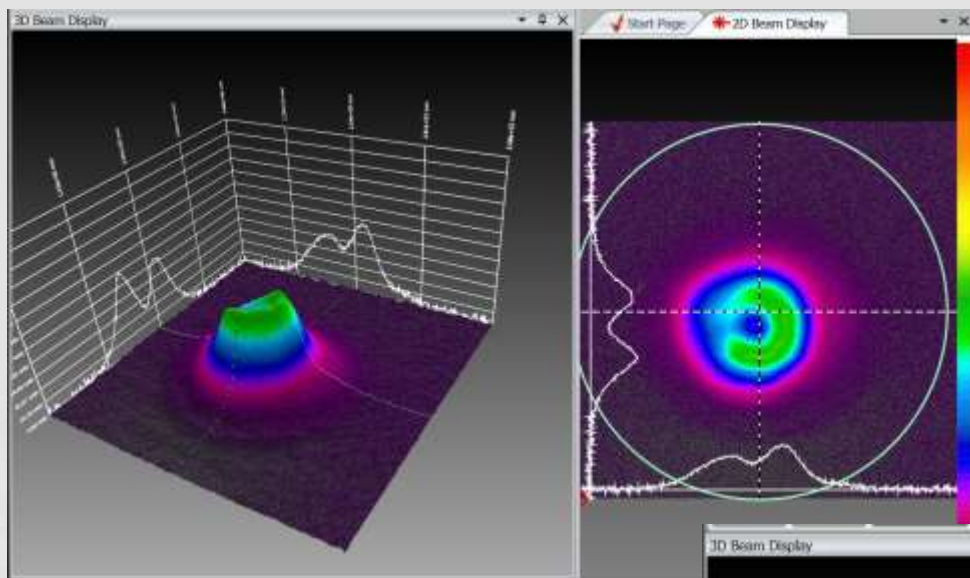


$K = 0.5$   $TEM_{01^*}$



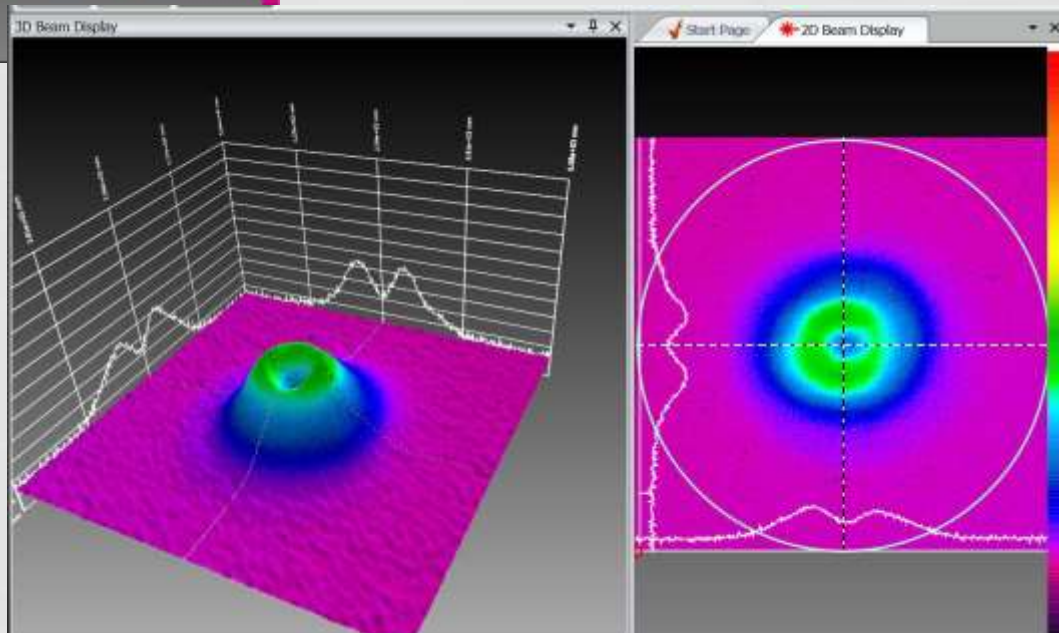
$K = 0.33$   $TEM_{10}$

# Seřizování modu



Špatná symetrie

Vyhovující symetrie



# 2. Základní typy laserů

## Podle druhu aktivního prostředí

- plynové
- kapalinové
- pevnolátkové
  - tyčové
  - diskové
  - vláknové
  - polovodičové

## Podle typu čerpání

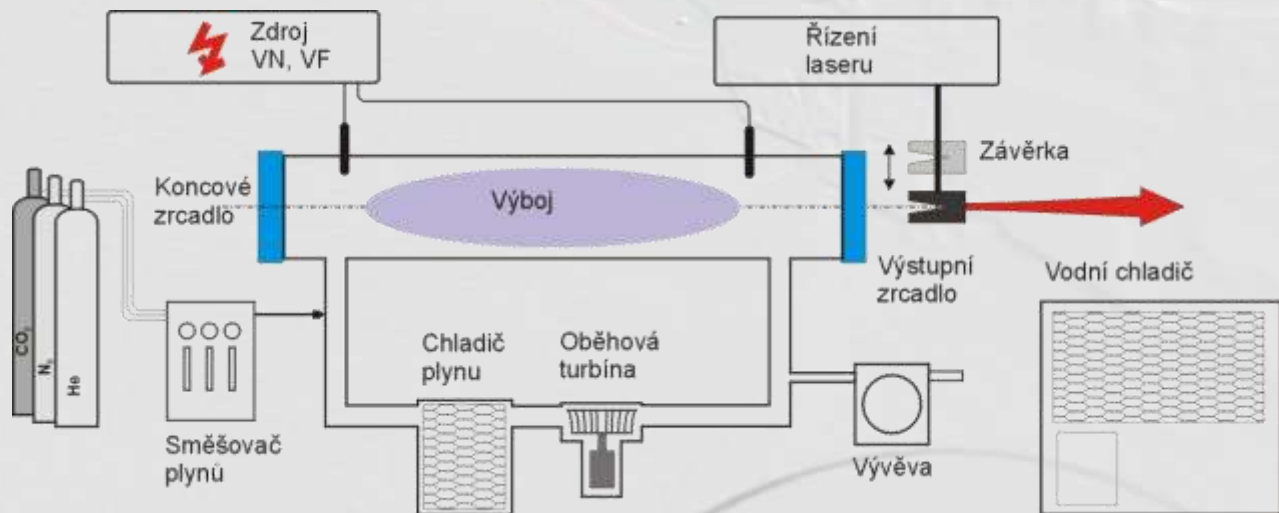
- elektrický výboj
- optické čerpání
- chemickou reakcí

## Podle režimu provozu

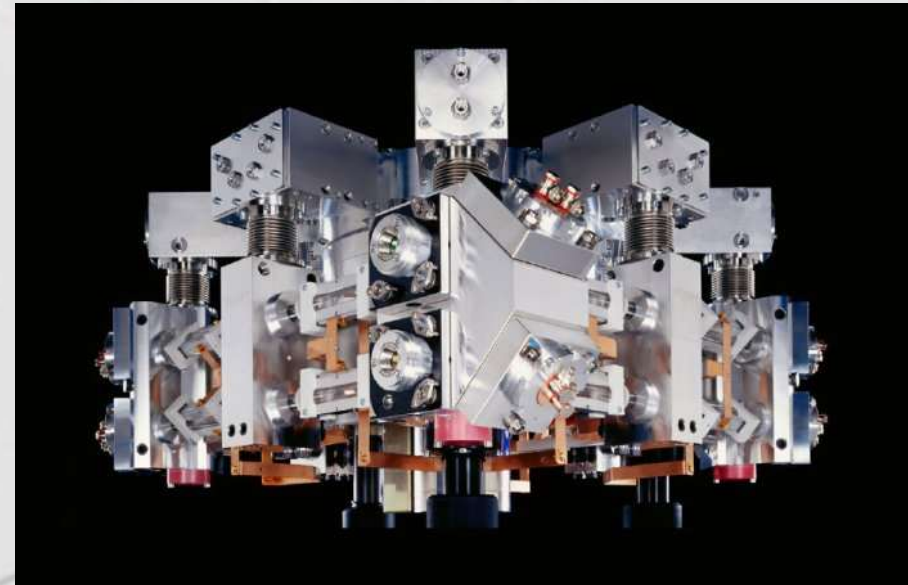
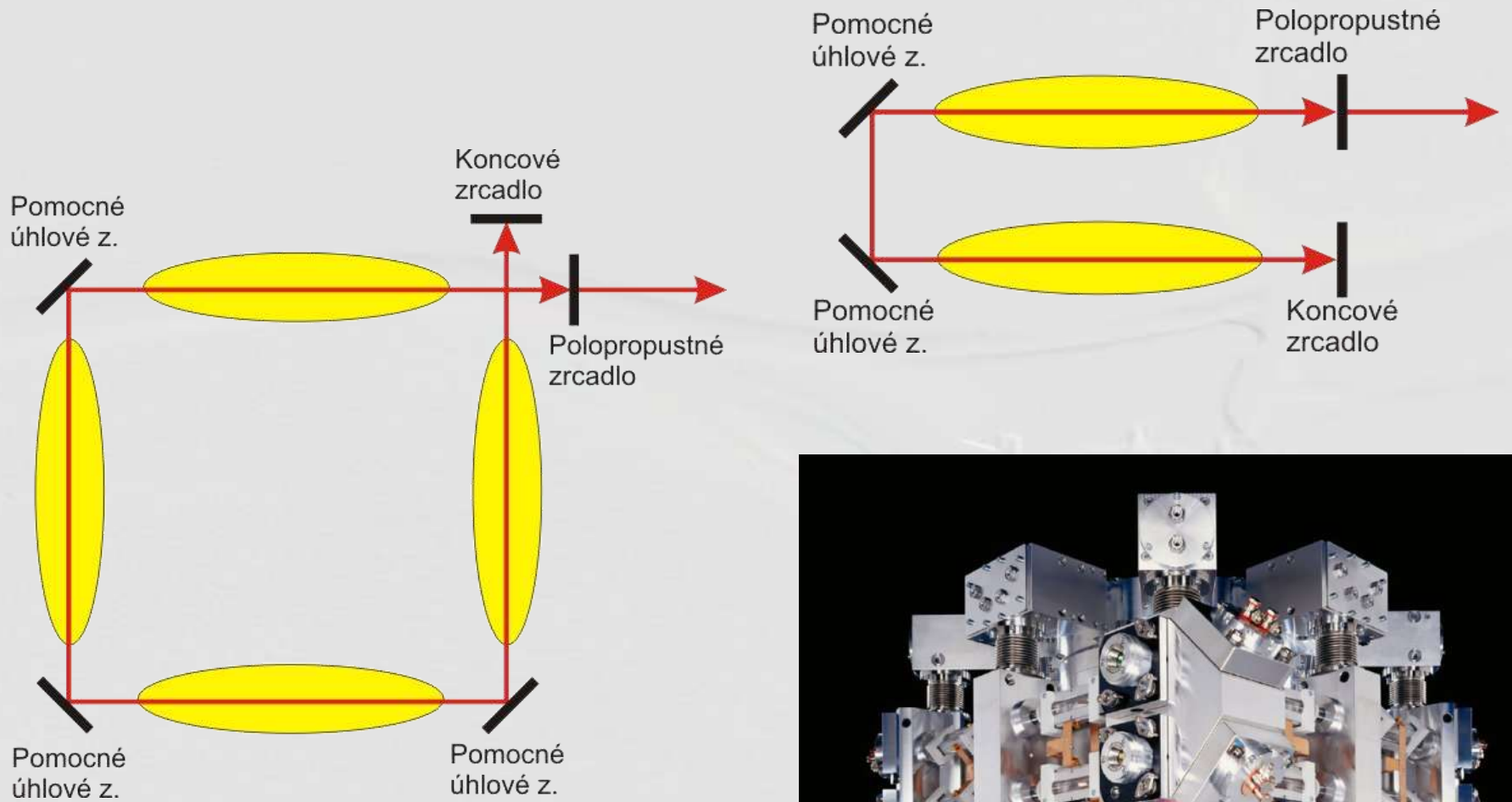
- pulzní
- kontinuální

# CO<sub>2</sub> laser - základ

- plynový laser (He + N<sub>2</sub> + CO<sub>2</sub>)
- buzení elektrickým výbojem
- kontinuální i pulzní provoz
- pracovní vlnová délka 10,6 um
- výkon do 20 kW
- účinnost 5 – 10 %
- nutnost použití speciální optiky
- refrakční optika ZnSe, Ge, GaAs
- reflexní optika Si/Cu s Au
- nelze použít sklo

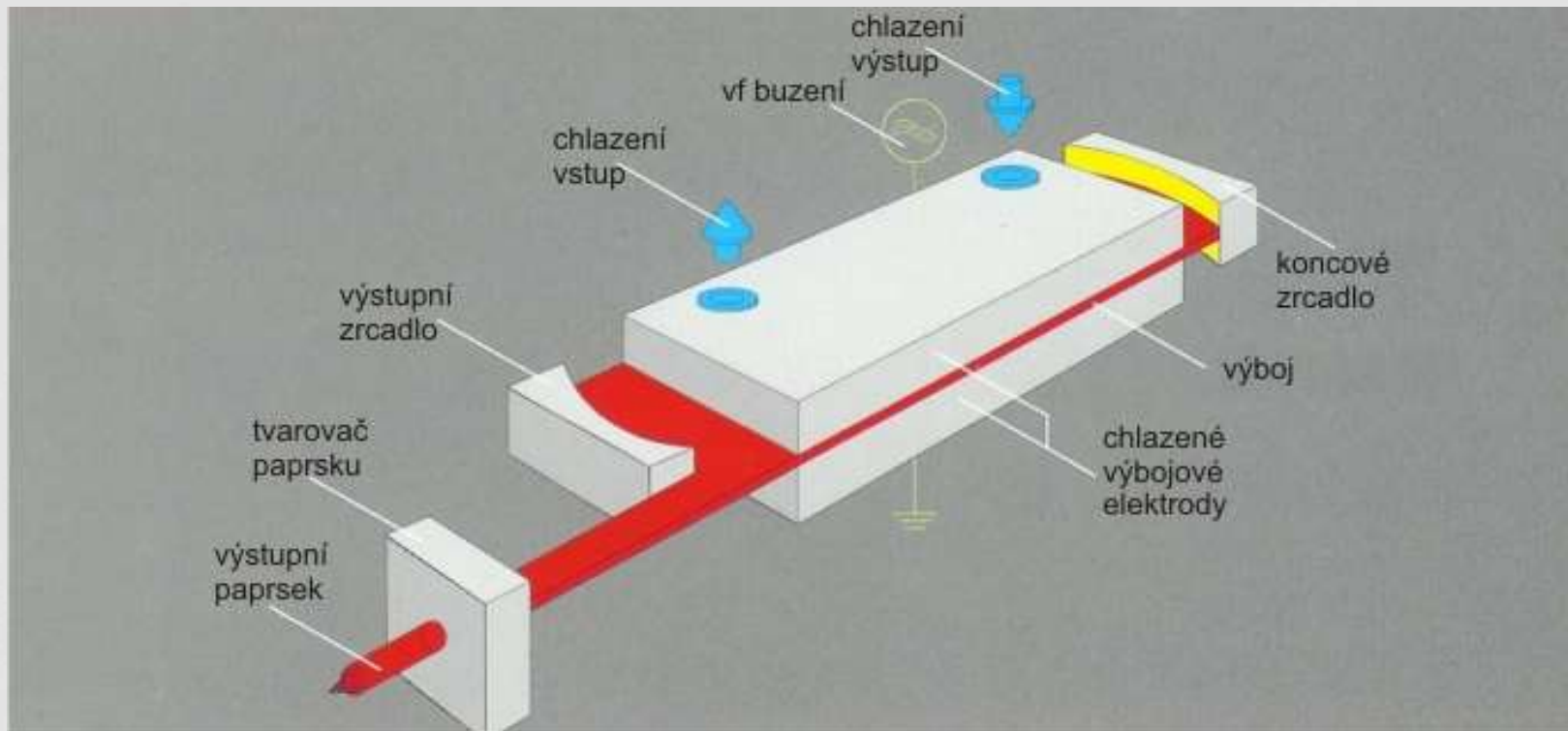


# CO<sub>2</sub> laser - konstrukce



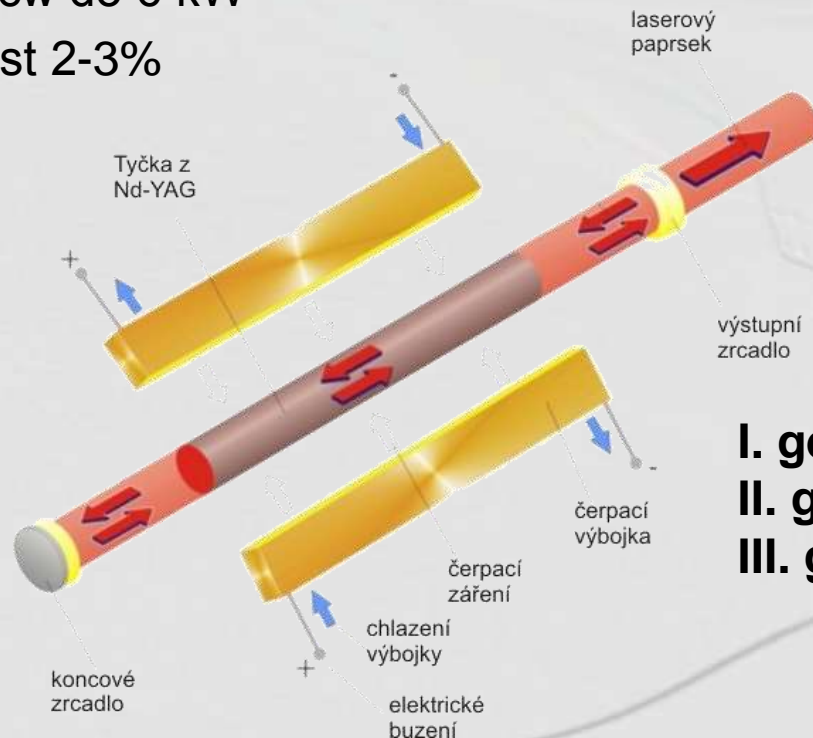


# CO<sub>2</sub> laser – difúzně chlazený SLAB



# Nd-YAG laser

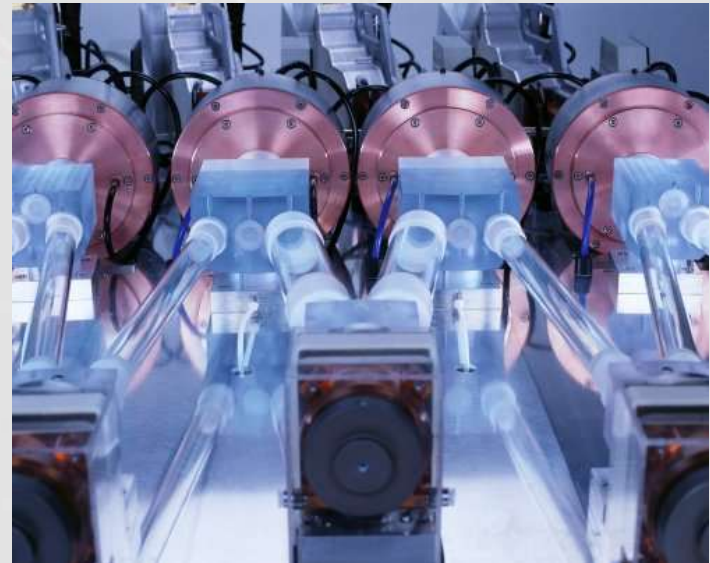
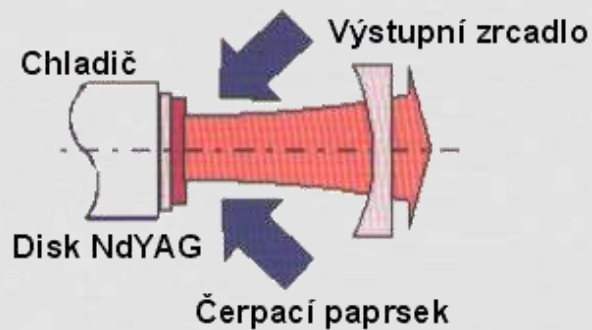
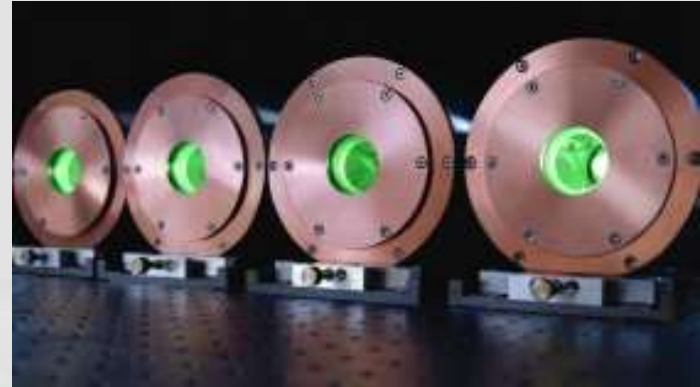
- pevnolátkový laser
- buzení optické (výbojky, polovod. lasery)
- kontinuální i pulzní provoz
- pracovní vlnová délka 1,06  $\mu\text{m}$
- výkon cw do 6 kW
- účinnost 2-3%



- I. generace - výbojky**
- II. generace - polovodičové lasery**
- III. generace – diskový laser**

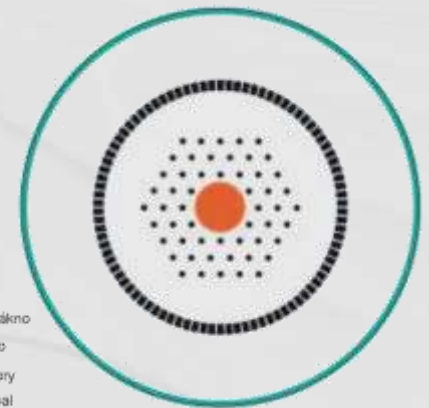
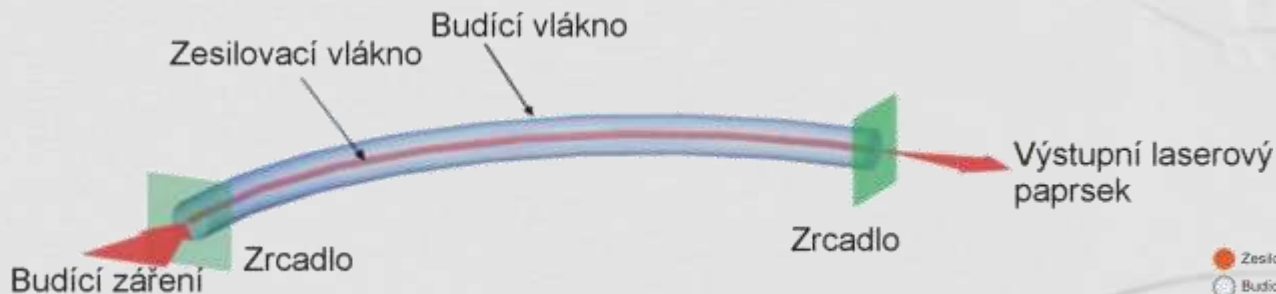
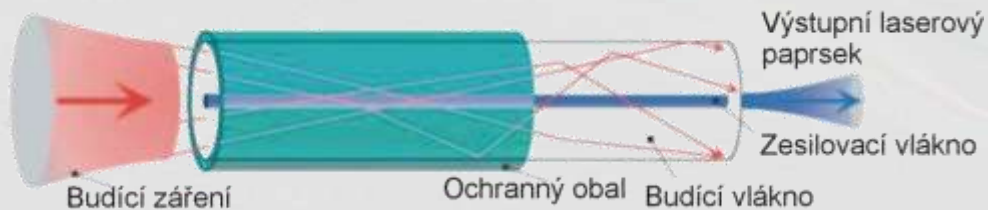
# Nd –YAG laser, diskový typ

- Varianta NdYAG laseru
- Lepší stabilita modu
- kompaktnější konstrukce



# Vláknový laser

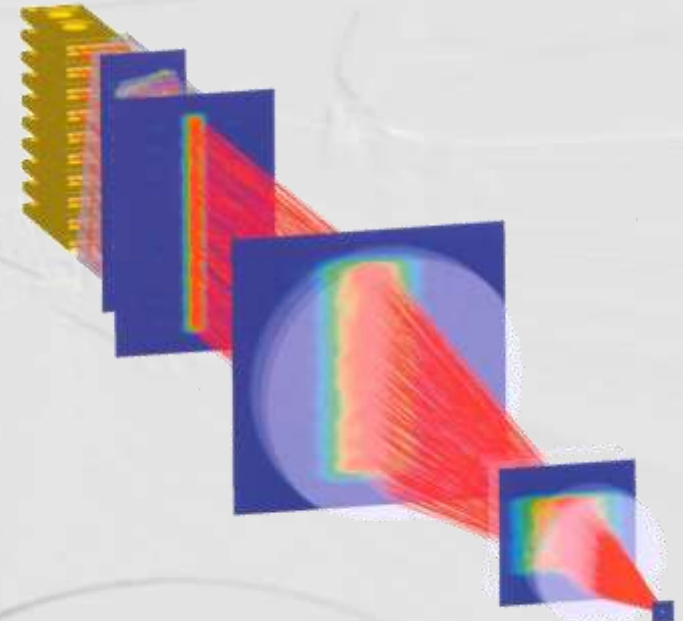
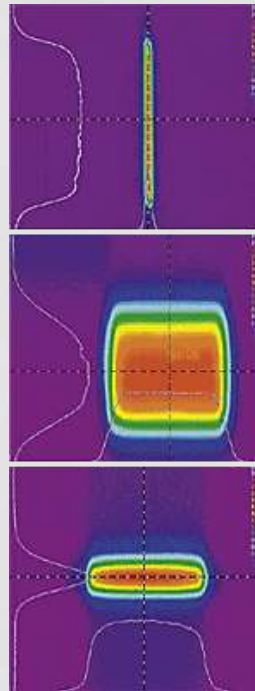
- Vlnová délka  $1,07\mu\text{m}$
- Účinnost 35%
- Buzení pomocí LED
- Vysoce kvalitní a stabilní mód
- Modulární uspořádání ( 1-100 kW)
- Jednoduchá mechanická konstrukce



- Zesilovací vlákno
- Budící vlákno
- Chladicí otvory
- Ochranný obal

# Polovodičový laser

- pevnolátkový laser
- buzení průchodem el. proudu
- kontinuální provoz
- vlnová délka okolo 1  $\mu\text{m}$
- výkon do 10 kW
- účinnost až 40 %



# Bezpečnost práce s lasery

- Dle Nařízení vlády č.1/2008 (novela 2010) jsou lasery rozděleny do čtyř tříd
- Lasery z I. třídy neškodí lidskému organizmu
- U laserů z IV. třídy škodí přímé i rozptýlené záření
- Všechny průmyslové lasery patří do IV. třídy
- Musí být na nich být příslušné označení
- Zrak se chrání speciálními brýlemi
- Při splnění specifikovaných technických podmínek lze lasery vyšších tříd přeřadit do I. třídy
- Každý laser musí mít Provozní řád

