

# Technologie využívající laser

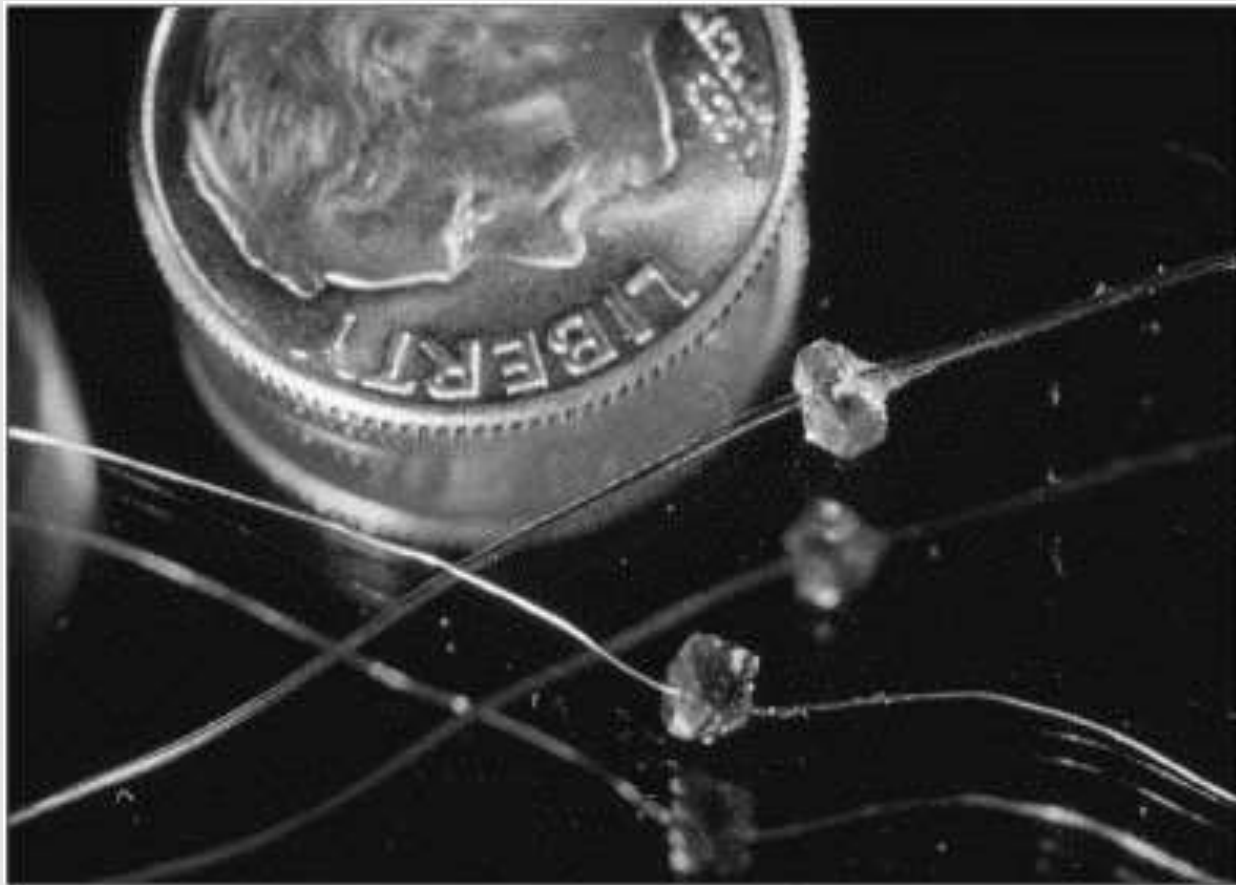
RNDr. Libor Mrňa, Ph.D.

- dělení materiálů
- svařování laserem
- povrchové kalení, naplavování, gravírování
- mikrotechnologie

# Srovnání metod

Metoda	Hustota energie [W/cm <sup>2</sup> ]
Laser	10 <sup>7</sup> - 10 <sup>9</sup>
Plamen	10 <sup>3</sup>
Plasma	10 <sup>6</sup>
Vodní paprsek	10 <sup>10</sup>

# Vrtání laserem

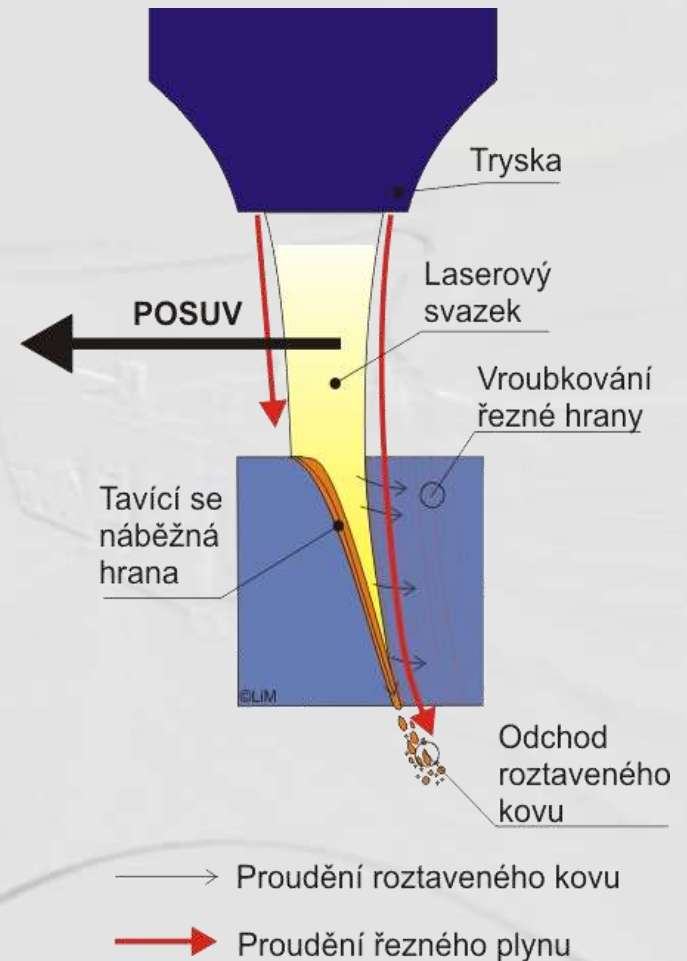


# Dělení materiálů – princip metody

- rovnoběžný paprsek se zaostří do ohniska
- dosažená hustota výkonu až  $10^8 \text{ Wcm}^{-2}$
- rychlost ohřevu dosahuje  $10^6 \text{ Ksec}^{-1}$
- **difuze tepla z místa dopadu je menší než ohřev**
- dochází k tavení až sublimaci
- vzniká spára vyplněná roztaveným kovem
- roztavený kov je nutné ze spáry odstranit řezným plynem
- druh řezného plynu určuje metodu dělení
- proudící plyn chrání fokusační optiku

## Výhody laserového řezání

- vysoká řezná rychlost
- kolmý řez
- vysoká přesnost



# Dělení materiálů – tavné řezání

- roztavený kov se ze spáry odstraňuje proudem inertního plynu
- vysoká spotřeba řezného plynu (dusík, cca 50 Nm<sup>3</sup>/hod, 15 bar)
- nižší řezná rychlost
- vysoký výkon laseru
- kvalitní řez
- vhodné na dělení nerezových ocelí a barevných kovů



# Dělení materiálů – oxidační řezání

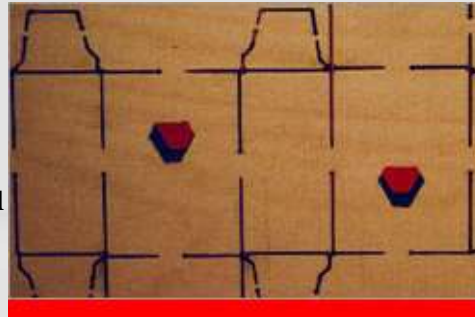
- roztavený kov částečně shoří v proudu kyslíku
- řezným plynem je kyslík (cca 2 Nm<sup>3</sup>/hod, 1 bar)
- exotermická reakce zvyšuje řeznou rychlost, snižuje výkon laseru)
- řez s okujemi
- vhodné na dělení konstrukčních uhlíkatých ocelí



# Dělení materiálů – ostatní metody

## Sublimační řezání

- Materiál sublimuje z místa řezu
- Vhodné pro tenké fólie
- vhodné na nekovové materiály



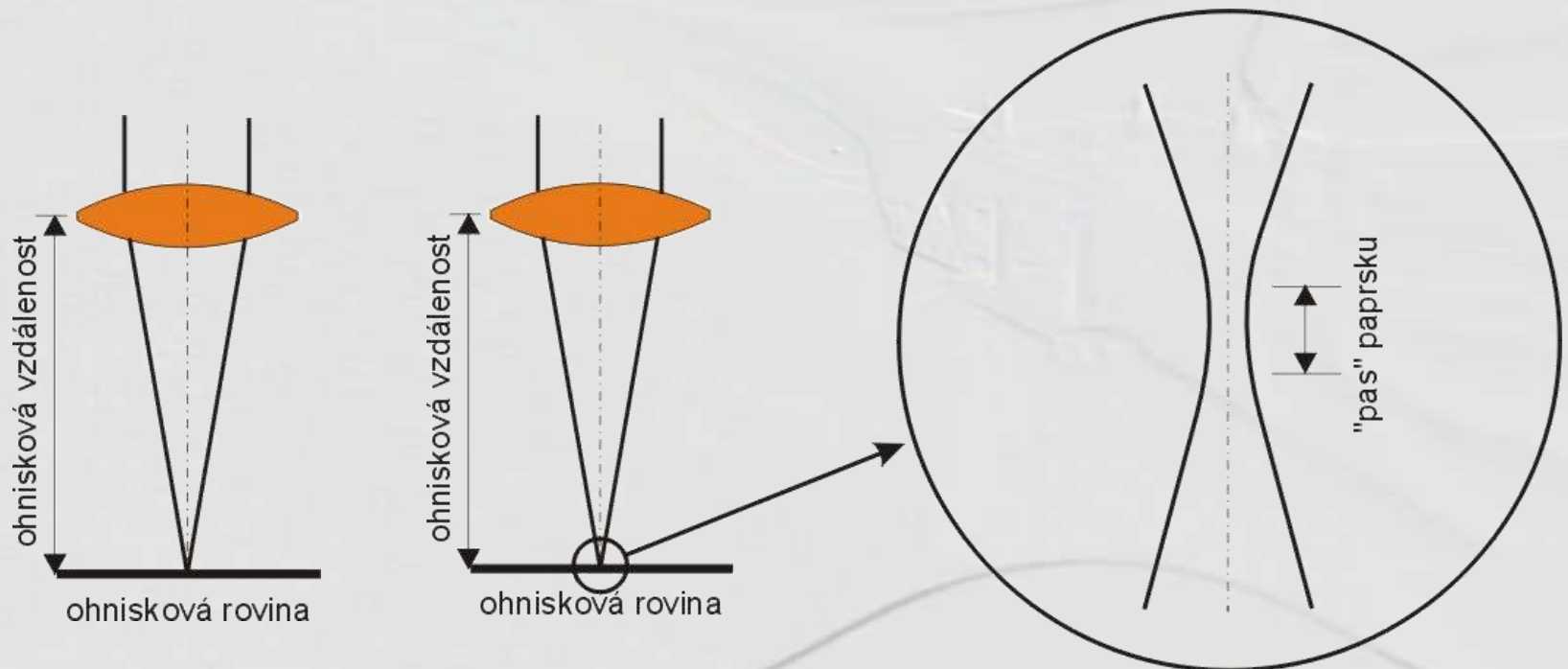
## Plazmové řezání

- Vlivem vysoké intenzity laserového svazku se tvoří v řezu plazma
- Plazma v řezu rekombinuje a zpětně ohřívá materiál
- jen pro nerez a barevné kovy a CO2 laser

# Dělení materiálů – kolmost řezu, optika

Při řezání laserem se dosahuje velké kolmosti řezu k povrchu.

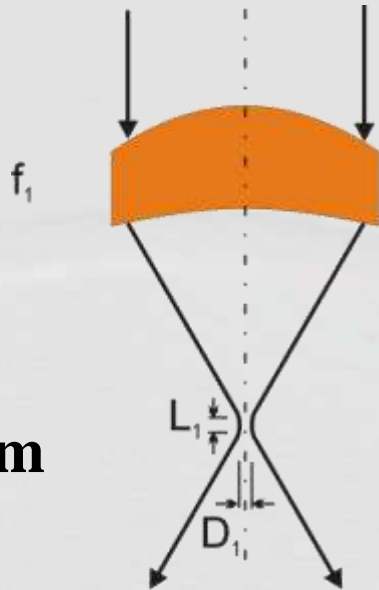
**Proč?**





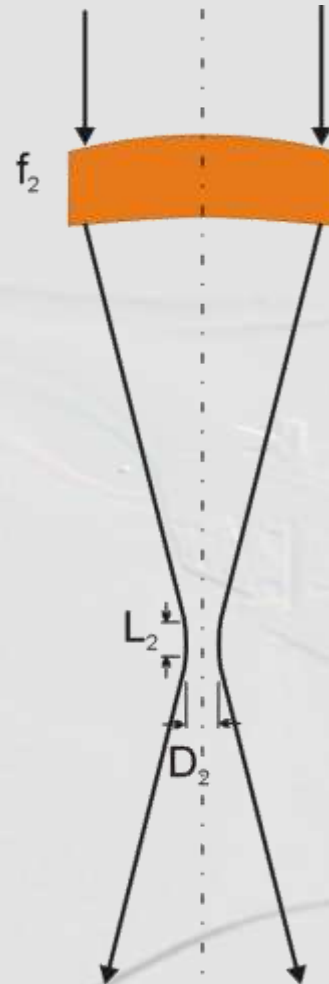
# Dělení materiálů – kolmost řezu, optika

**5,0“**  
**127 mm**

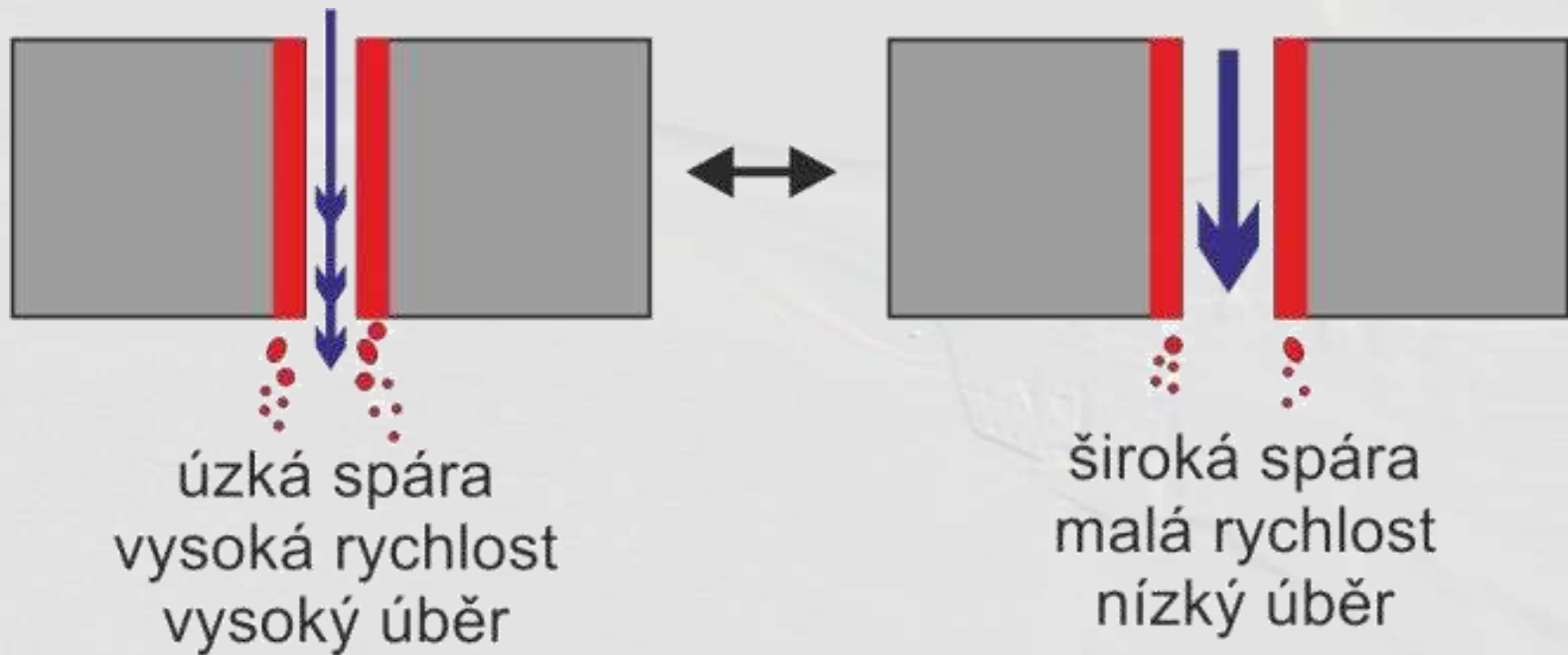


$$\begin{aligned} f_1 &< f_2 \\ L_1 &< L_2 \\ D_{i_1} &< D_{i_2} \end{aligned}$$

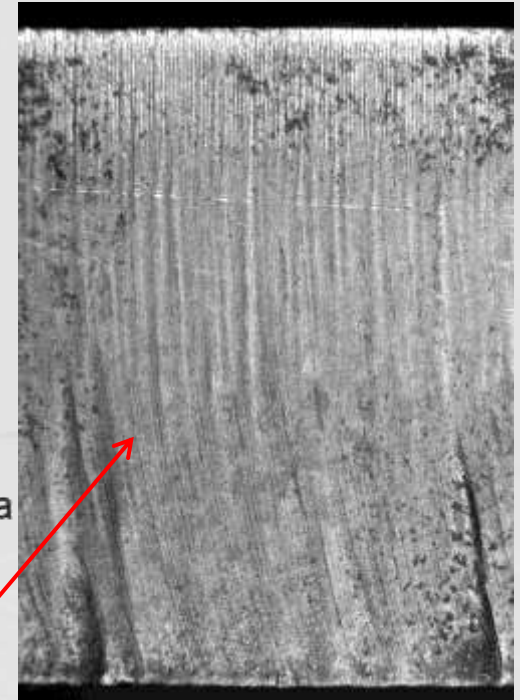
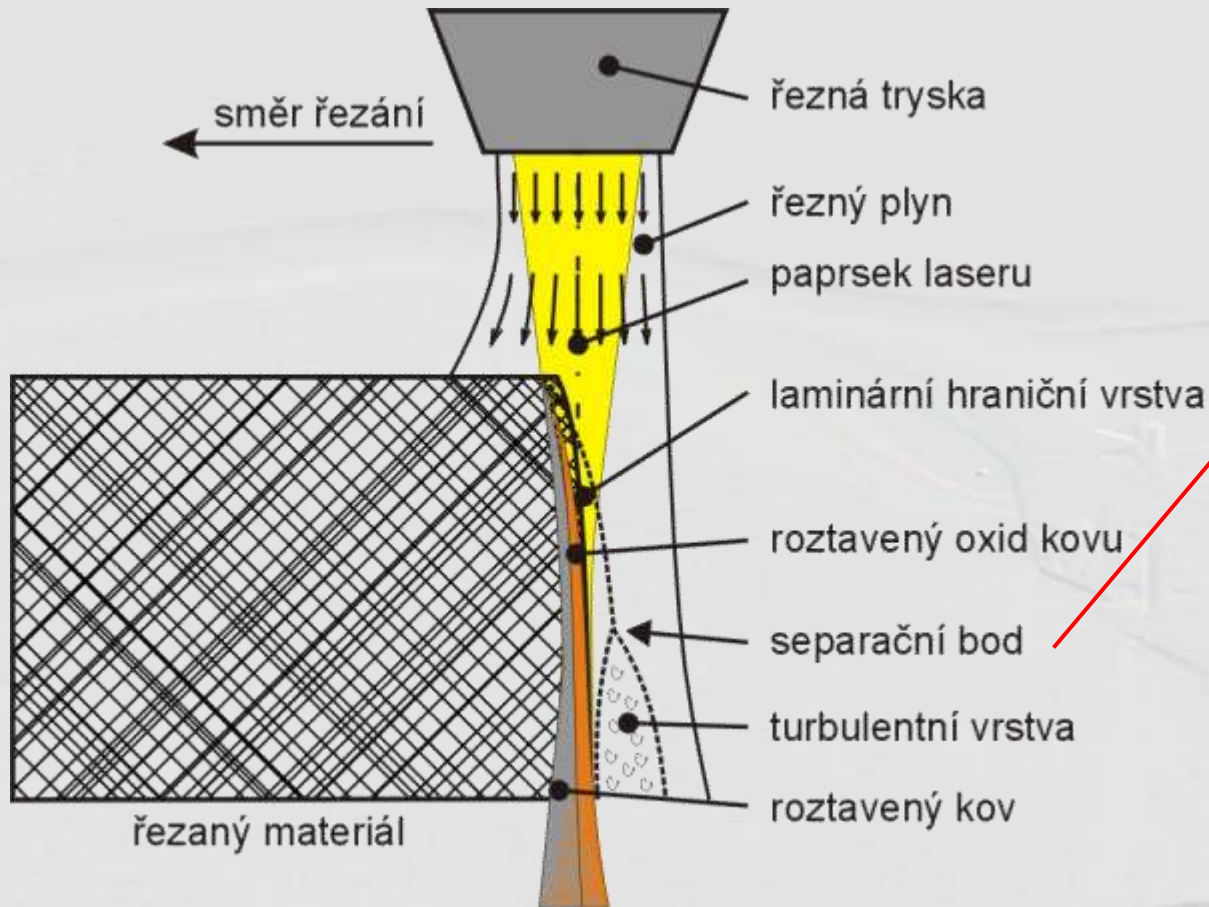
**7,5“**  
**190 mm**



# Dělení materiálů – kolmost řezu, aerodynamika

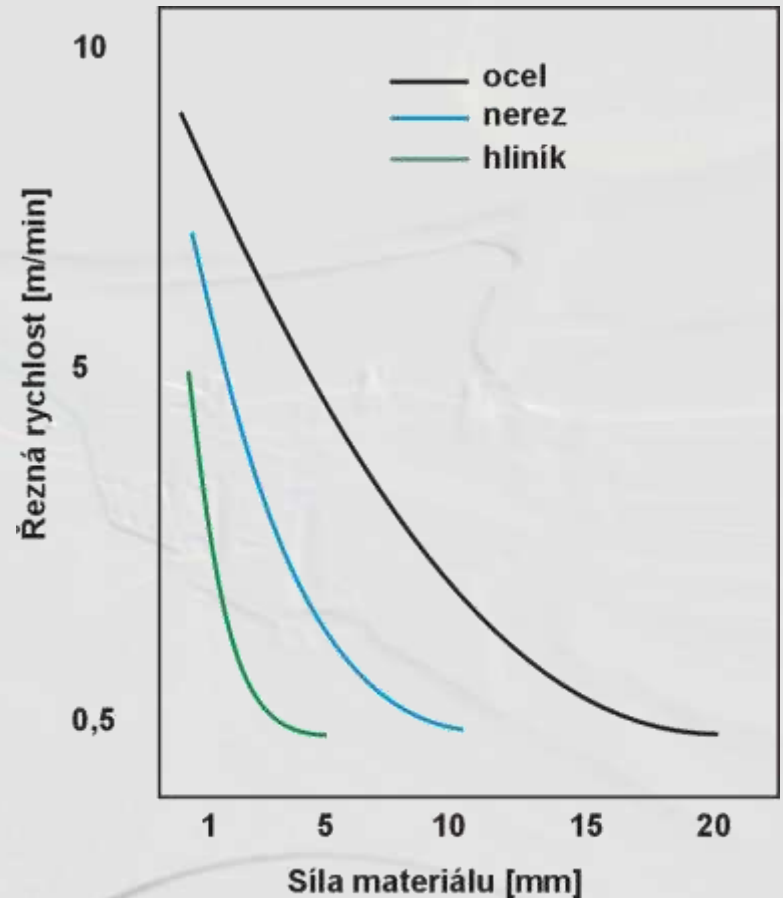


# Dělení materiálů – aerodynamika, oxidační řezání



# Dělení materiálů – řezné parametry

- režim řezu (cw/pulzní)
- výkon laseru
- řezná rychlost
- tlak a typ řezného plynu
- poloha ohniska
- odstup trysky od plechu
- parametry ovlivňující ostrý roh
- parametry vpichu












# Parametry a vady řezu

ČSN EN 12584: Vady při řezání kyslíkem, laserem a plasmou – Terminologie

ČSN EN ISO 9013: Tepelné dělení - Klasifikace tepelných řezů –  
Geometrické požadavky na výrobky a úchytky jakosti řezu

---

	málo	OK	mnoho
výkon			
rychlost			
ohnisko			

# Dělení materiálů – 2D dělení

- nejrozšířenější jsou CO<sub>2</sub> lasery
- postupně se zavádí SSL
- souřadnicové řezné stoly
- létající optika
- vysoká dynamika systému
- podpora produktivity

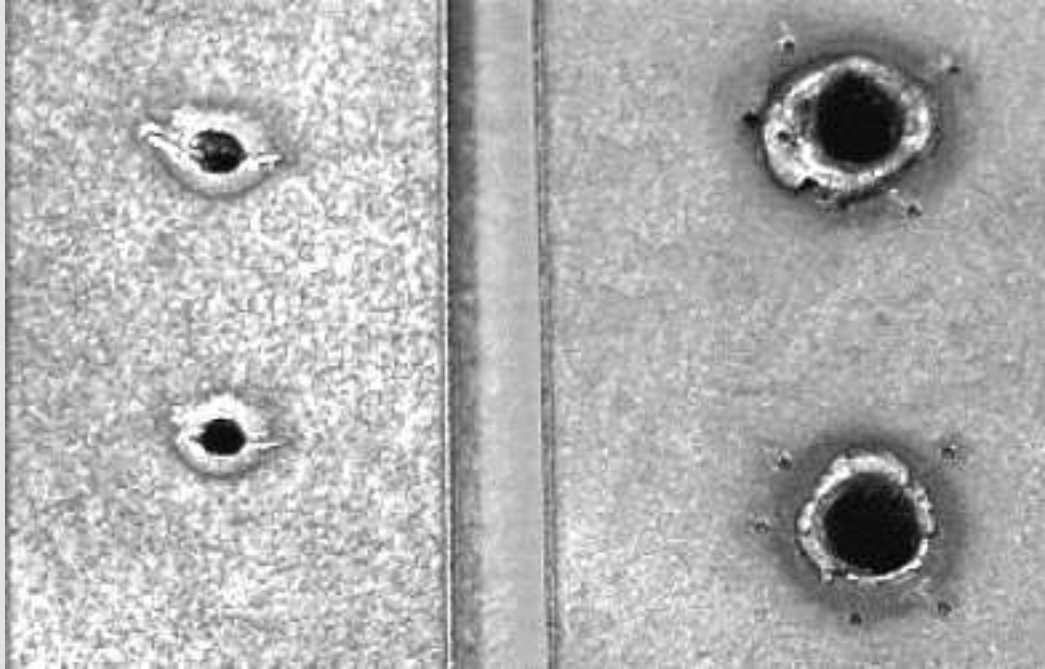


# Řezání laserem – optimalizace

- řízení vpichu
- řízení výkonu při řezu
- letmé řezání
- zpětnovazební řízení
- adaptivní optika
- řezání trubek a profilů
- automatizace výroby
- CAD/CAM systémy

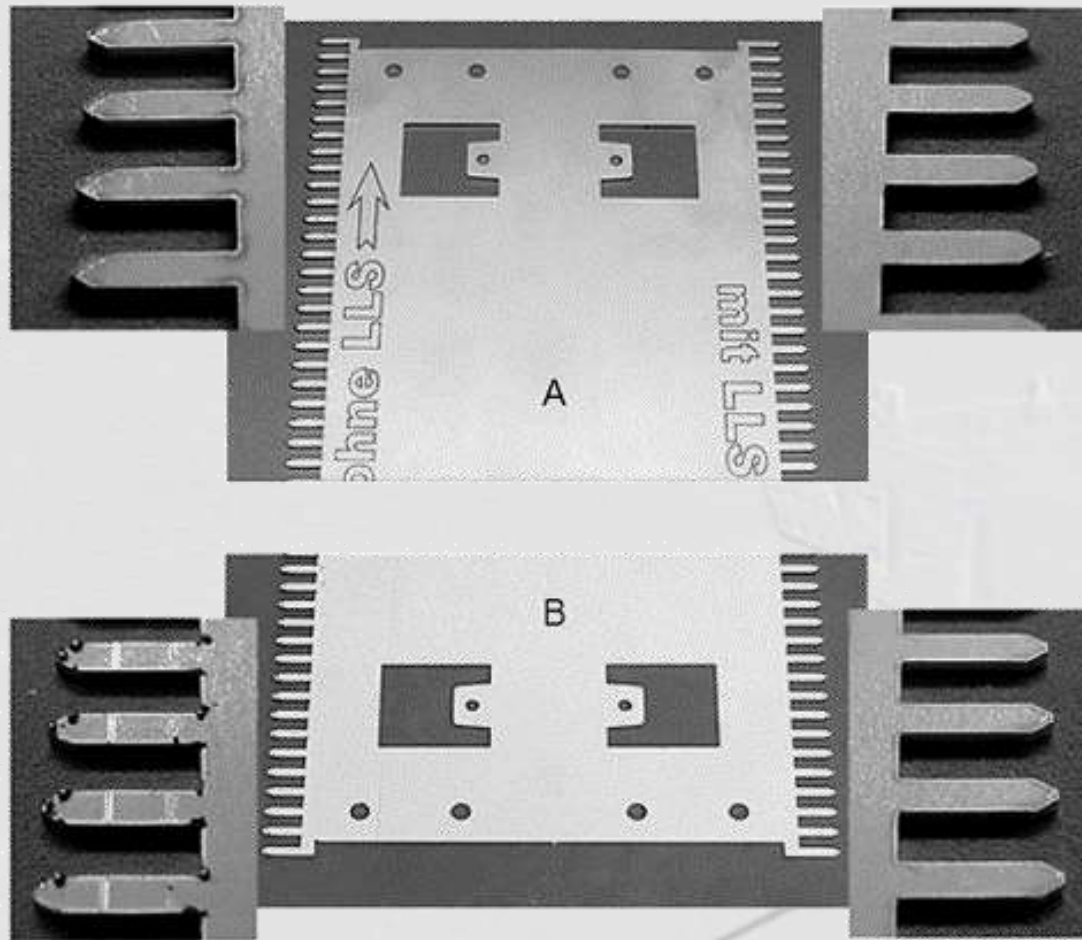


# Řízení vpichu





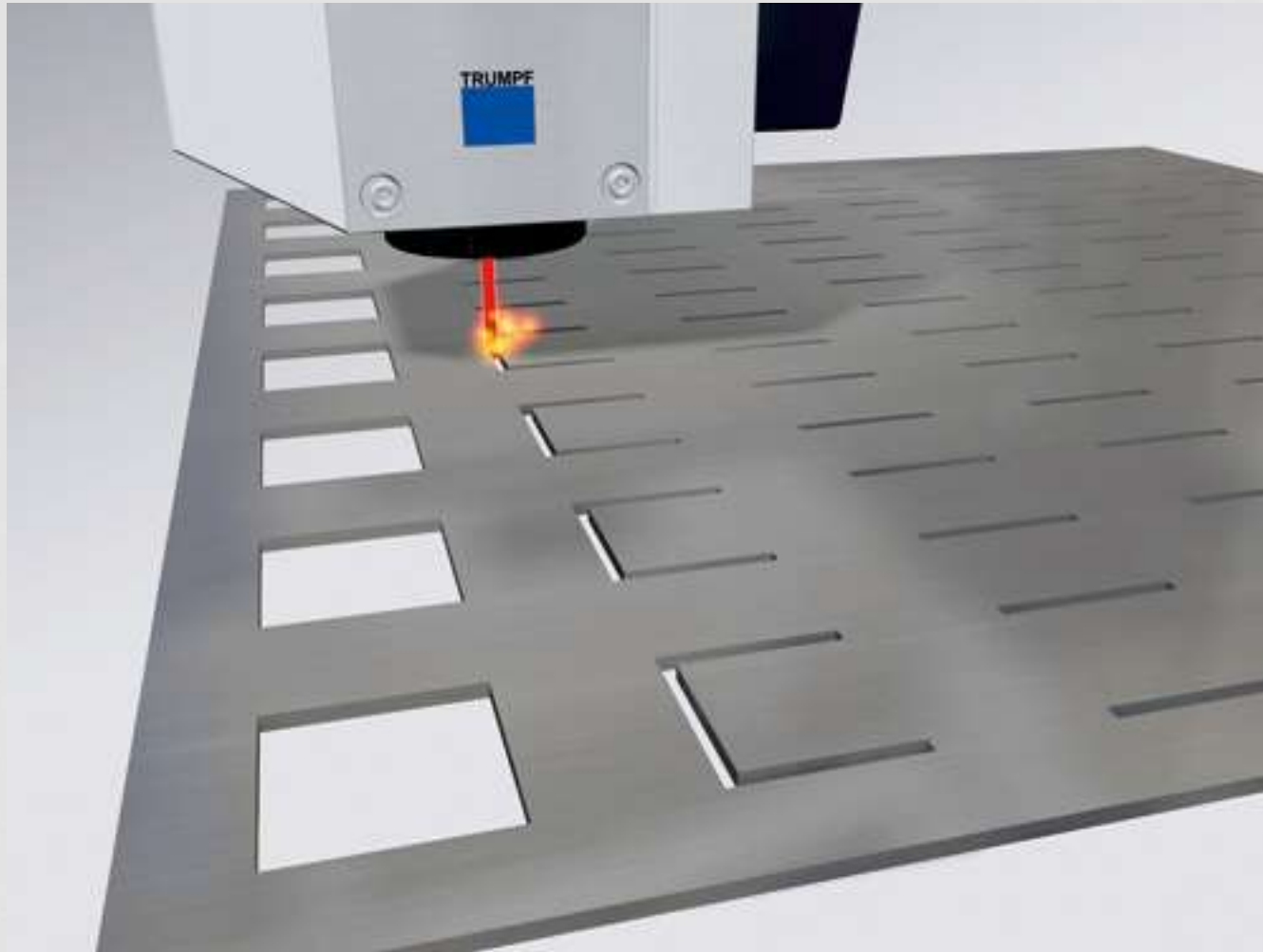
# Řízení výkonu při řezu - ostré rohy



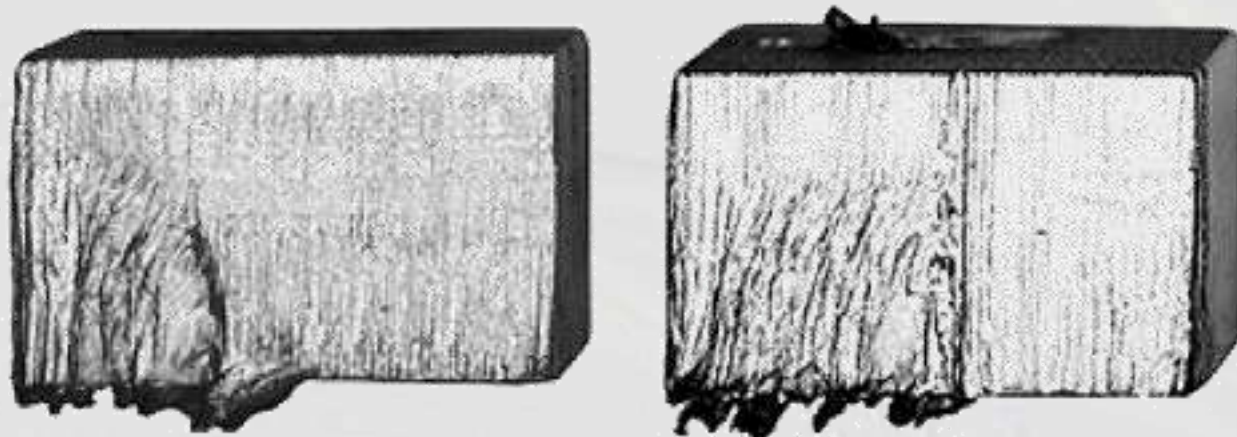
# Řízení výkonu při řezu - malé otvory



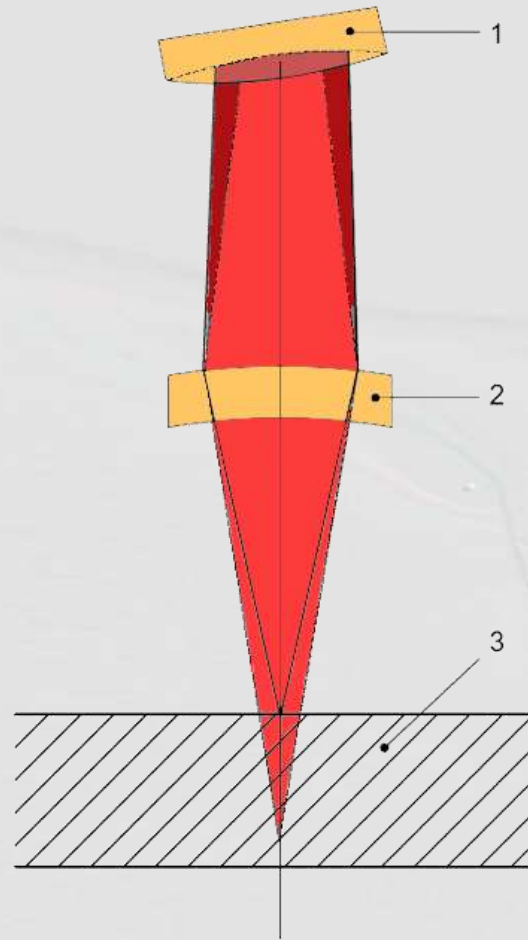
# Letmé řezání



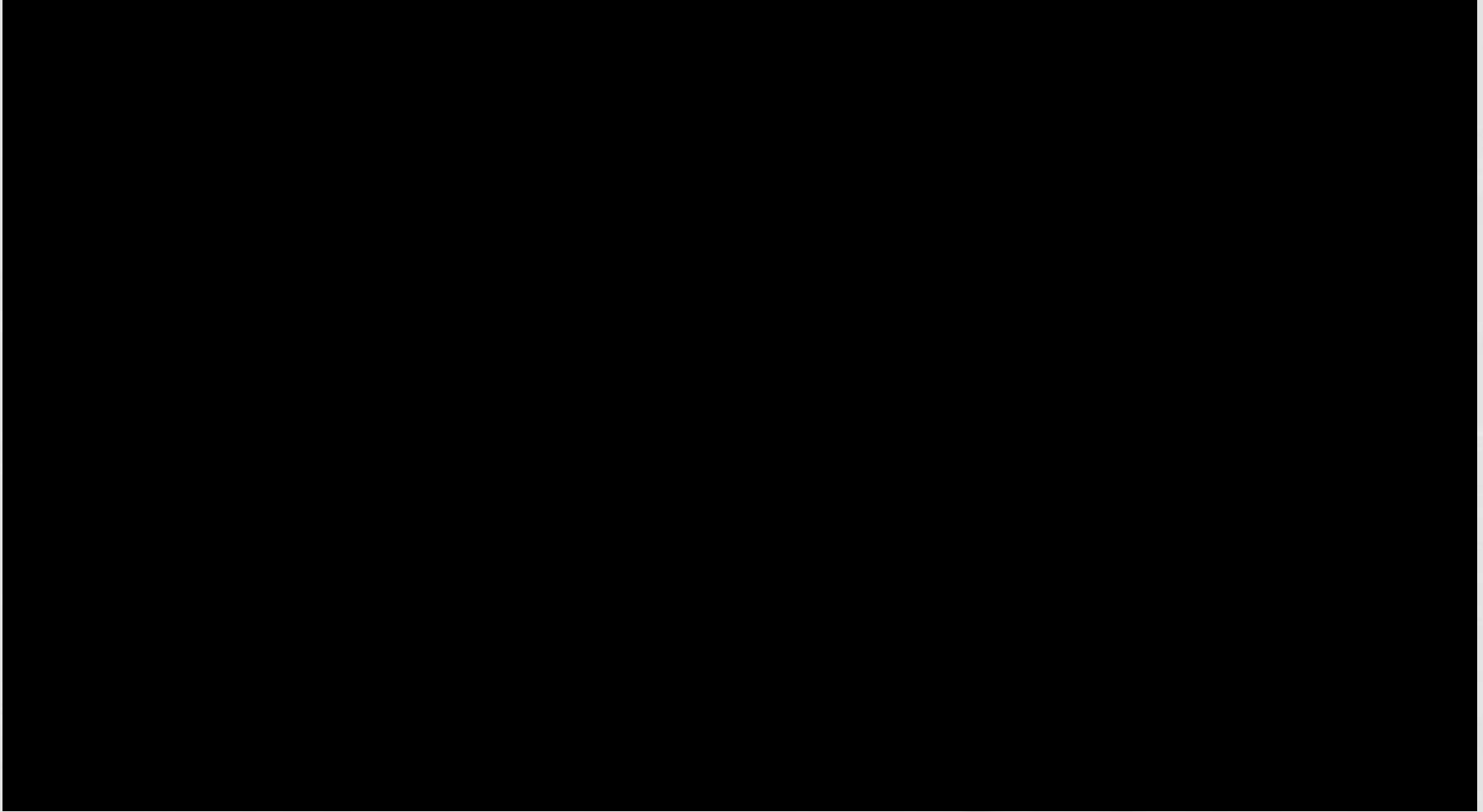
# Zpětná vazba (plazma control)



# Adaptivní optika



# Dělení plechů - zařízení



# Automatizace výrobního procesu



# Automatizace výrobního procesu

The image shows a 3D logo for 'Bystronic' mounted on a red, angled surface. The word 'Bystronic' is rendered in white, blocky, three-dimensional letters. The 'y' and 's' are particularly prominent. The letters are set against a vibrant red background that appears to be part of a larger structure, possibly a wall or a sign. The lighting creates soft shadows, giving the logo a sense of depth and realism. The overall composition is clean and modern, emphasizing the company's name in a bold, industrial style.

Bystronic

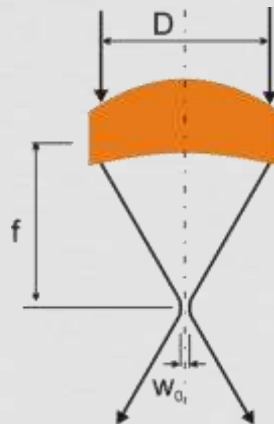


# Parametry laseru

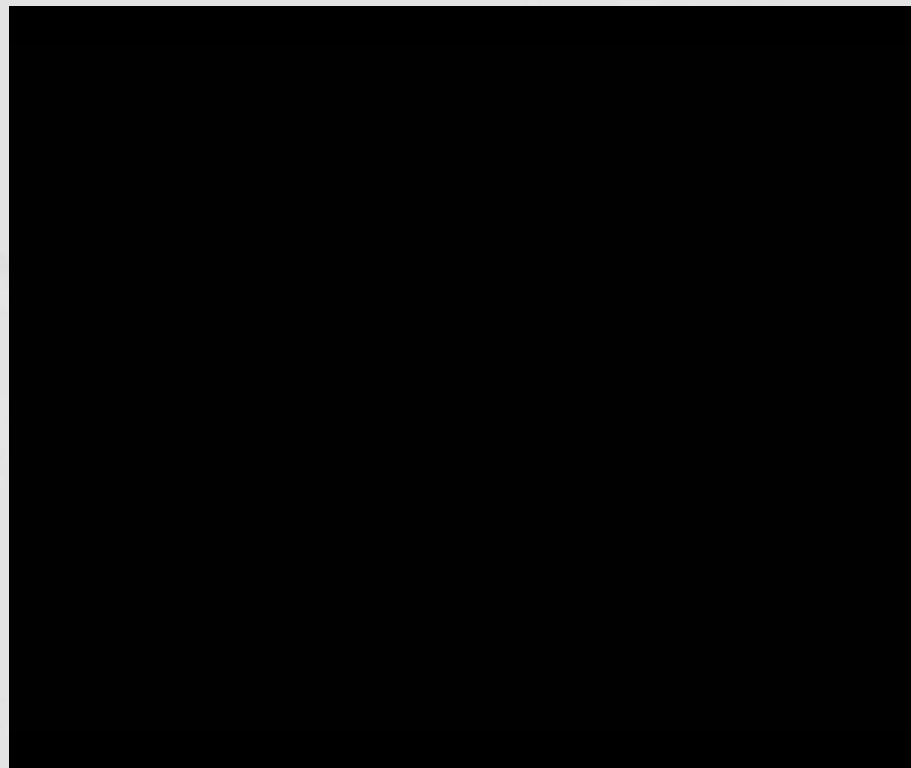
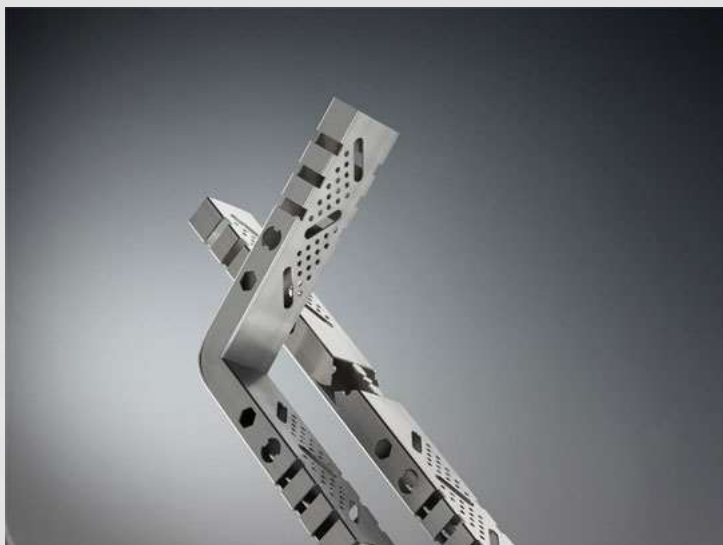
	TrueFlow											
Výkon[W]	700	1200	1500	2000	2700	3200	3600	4000	5000	6000	7000	8000
Kvalita Paprsku K (M <sup>2</sup> )	0,6 (1,67)						0,5 (2,0)	0,55 (1,82)			0,52 (1,92)	
Příkon [kW]	23			27	34	36	42	44	56	68	80	105
Rozměry [d x š x v]	1185 x 1150 x 600 mm											

$$w_0 = \frac{1}{K} \frac{2\lambda f}{\pi D}$$

$$K = \frac{1}{M^2}$$



# Dělení materiálů – profily



# Dělení materiálů – 3D dělení

- CO2 lasery a souřadnicový stůl
- Nd YAG lasery a robotická ramena
- speciální programová podpora



# Dělení materiálů – 3D dělení

A photograph of a 3D laser cutting process. A robotic arm with a laser head is positioned above a spherical metal part. The part is mounted on a metal base. The laser head is emitting a bright light onto the part. The background is a blue wall with a yellow warning sign that says "LASER AREA".

**3D LASER CUTTING**