

# Urychlování částic pomocí laseru

Pavel Berger  
Gymnázium Mikuláše Koperníka, Bílovec  
pberger.gmk@gmail.com

František Navrkal  
Gymnázium Děčín  
F.Navrkal@gmail.com

Tomáš Novotný  
Gymnázium Česká Lípa  
nvt2@seznam.cz

## Abstrakt:

Cílem našeho projektu bylo seznámit se s prostředky k urychlování nabitých částic pomocí laseru. Článek popisuje urychlování dvou typů nabitých částic – elektronů a kationtů.

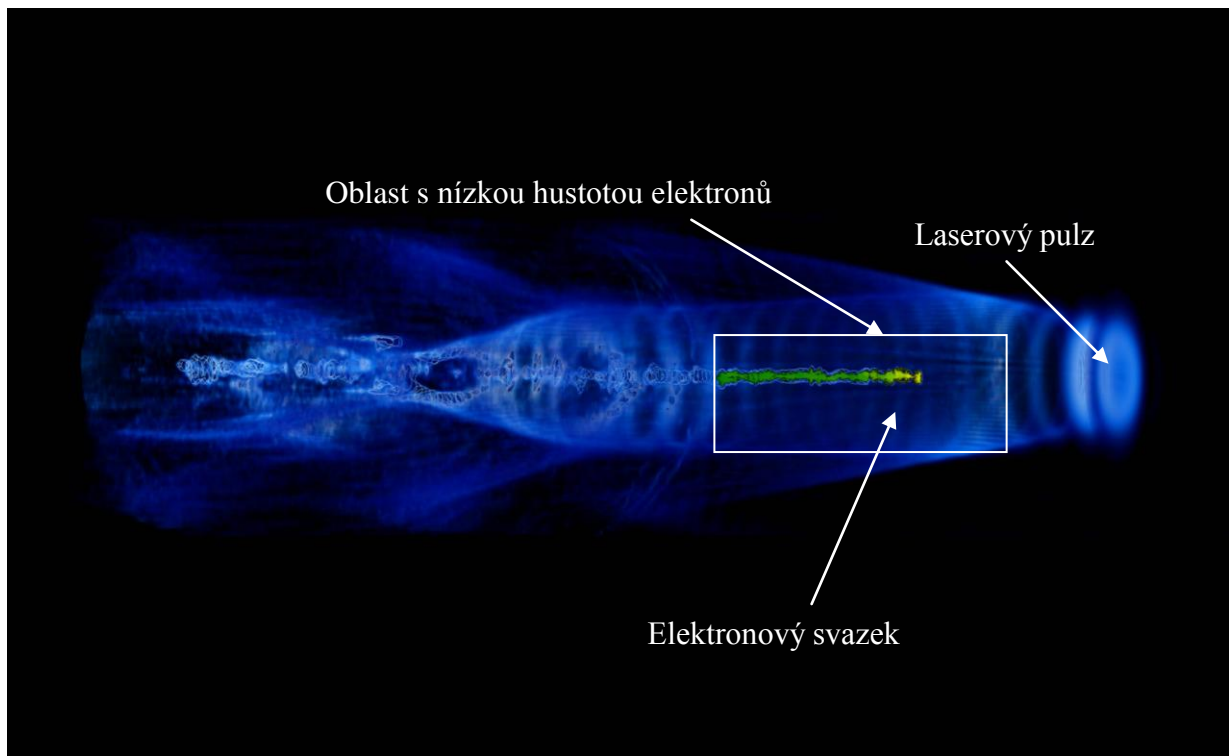
## 1 Úvod

Urychlování částic pomocí laseru je alternativou k elektromagnetickým urychlovačům. Tuto metodu lze provádět na zařízeních, které jsou v porovnání s klasickými urychlovači levnější a mnohem menší. Zatím je však tato technologie používána čistě experimentálně.

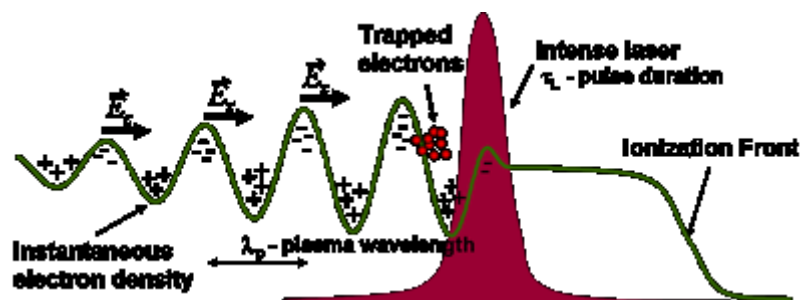
Proces probíhá ve speciálním prostředí nazývaném plazma, což je systém nabitých (iontů a elektronů) a neutrálních částic, přičemž ionty a elektrony jsou přibližně v rovnováze.

## 2 Urychlování elektronů

Urychlování elektronů se docílí vysláním laserového pulzu s dostatečným výkonem do plazmatu. Pulz při průchodu plazmatem odtlačuje volné elektrony kolmo ke směru svého šíření. Za ním se vytvoří oblast s nižší hustotou elektronů tvaru elipsoidu, která má kladný náboj a postupuje těsně za pulzem. Na zadní straně této oblasti může dojít ke zlomení vlny navracejících se elektronů. Takto uvolněné částice vytvoří svazek, který je velkými elektrostatickými silami urychlován; právě velikost těchto sil umožňuje urychlení na velmi krátké dráze. Tento proces se nazývá urychlování laserovým brázdovým polem (LWFA – laser wakefield acceleration).



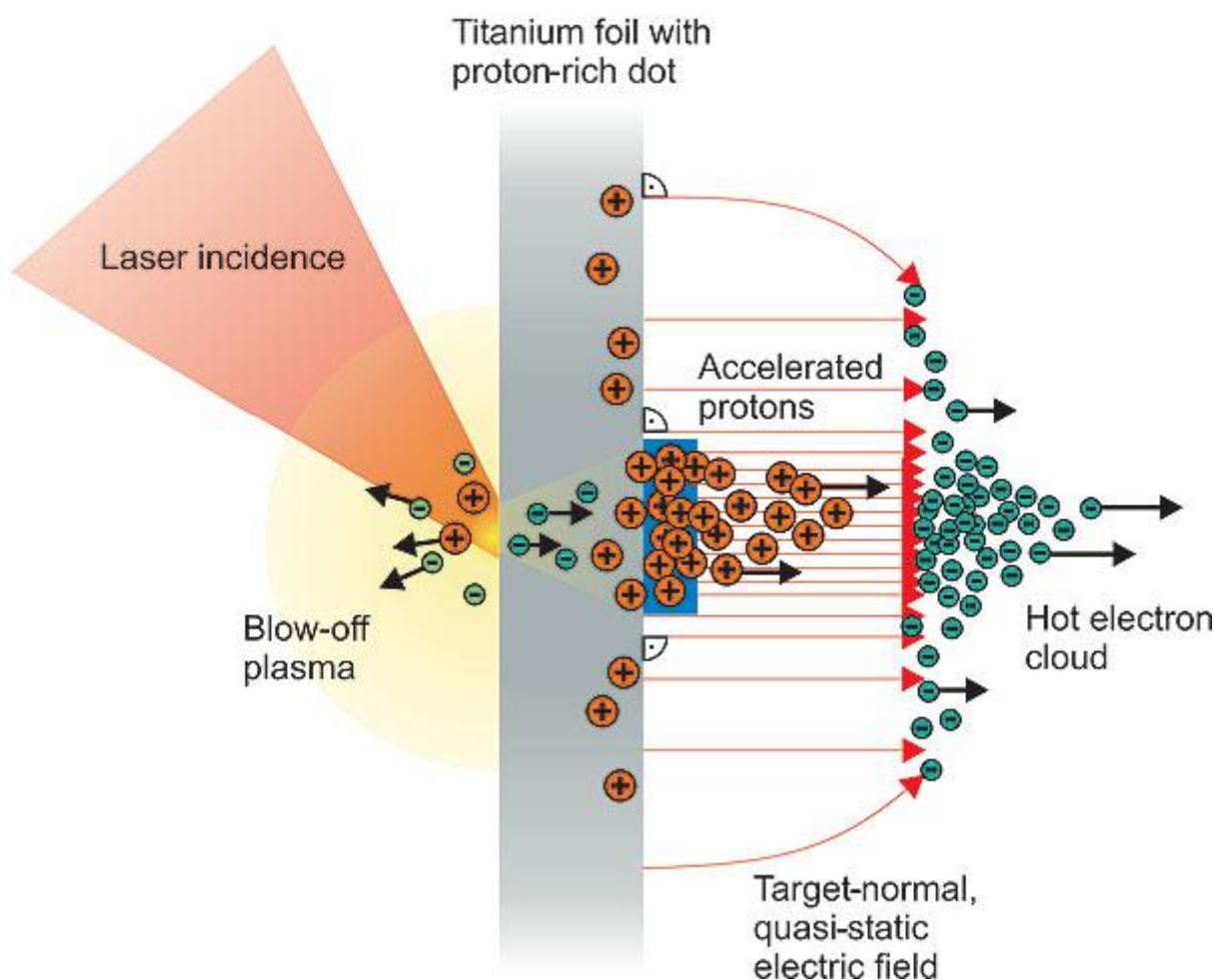
Obrázek 1: Urychlování elektronů [1]



Obrázek 2: Schéma generování plazmatických vln [2]

### 3 Urychlování kationtů

Urychlování kationtů se uskutečňuje jinou metodou, neboť jsou mnohonásobně těžší než elektrony. Provádí se osvětlením tenkého pevného terče (fólie), který bývá pokryt vrstvičkou „nečistot“ (voda a uhlovodíky). Laserový pulz odpaří osvětlenou část terče a uvolní z ní elektrony, které putují oběma směry kolmo k povrchu terče. Postupující laserový pulz vypaří a ionizuje nečistoty a elektrony z nich poté vytrhnou kationty (především vodíkové, tj. nejlehčí).



Obrázek 3: Urychlování kationtů [3]

### 3 Shrnutí

Urychlování laserem je perspektivní metoda urychlování částic pro svoji praktičnost danou malými rozměry přístrojů a jejich nenáročností. Zatím je aplikace pouze experimentální, ale v budoucnosti bude možné technologii využívat např. v lékařství.

V této práci jsme objasnili nejvýznamnější způsoby urychlování částic pomocí laseru a popsali provedený experiment.

### Poděkování

Chtěli bychom poděkovat pracovníkům badatelského centra Prague Asterix Laser System, zvláště pak Ing. Miroslavu Krůsovi za odbornou pomoc, a organizačnímu týmu TV@J.

### Reference:

- [1] <http://newscenter.lbl.gov/feature-stories/2009/12/22/accelerators-tomorrow-part2/>
- [2] [http://www.engin.umich.edu/research/cuos/ResearchGroups/HFS/Research/laserw\\_acceleration.html](http://www.engin.umich.edu/research/cuos/ResearchGroups/HFS/Research/laserw_acceleration.html)
- [3] H. Schworer, et. al: Nature 439, 445 (2006)