

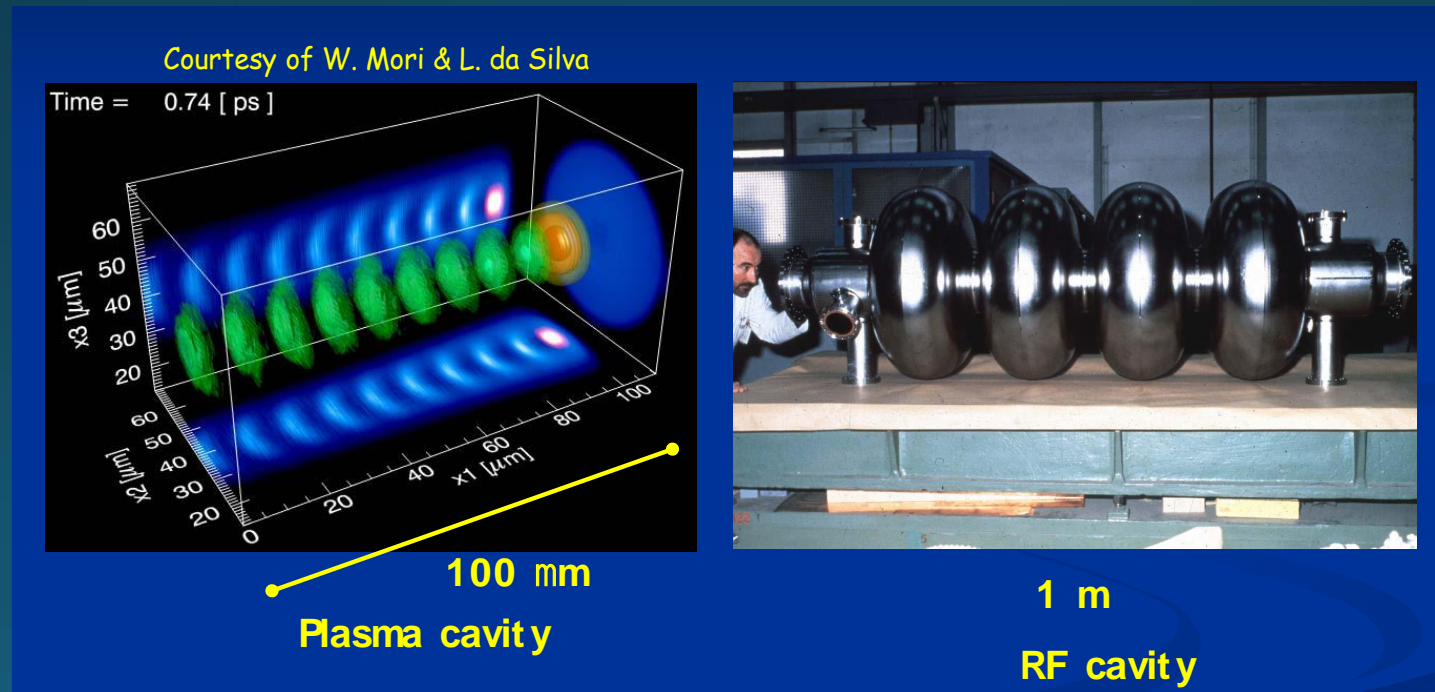
Stolní urychlovače elektronů v laserovém plazmatu

Maksymilian Iurchenko

Jan Turza

Úvod

- Urychlovače částic nemusí být vždycky obrovské.
- My používáme urychlovače spočívající v interakci ultrakrátkého a extrémně intenzivního laserového pulzu.



Úvod

- Podívali jsme se i do laboratoře v centru PALS, kde takové přístroje mají.



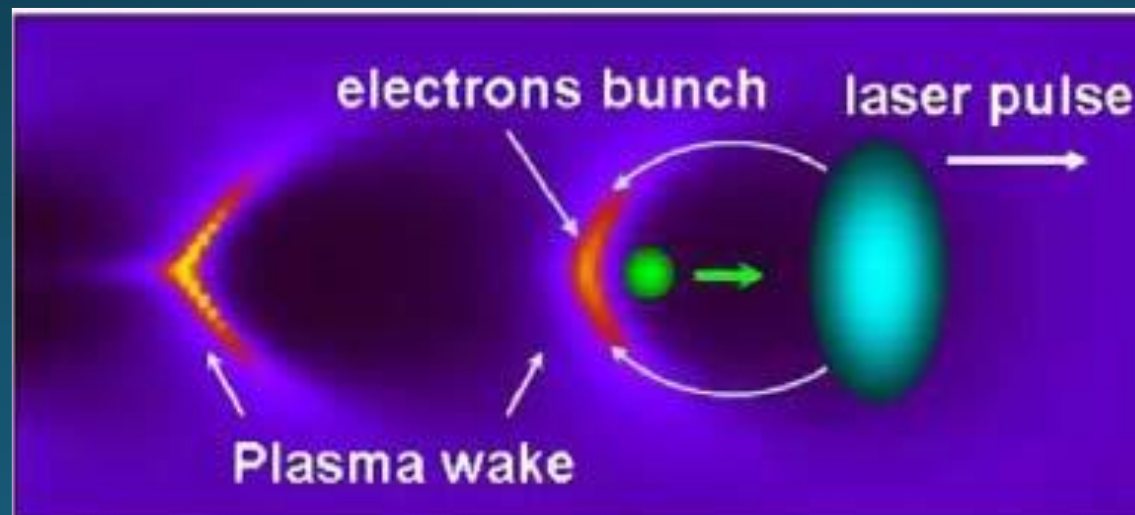
Teorie

- **Wakefield** (brázdová vlna) – je to elektronová plazmová vlna, která se šíří za intenzivním laserovým impulsem prostrupujícím skrz plynový terč.
- **Wakefield v přírodě:**



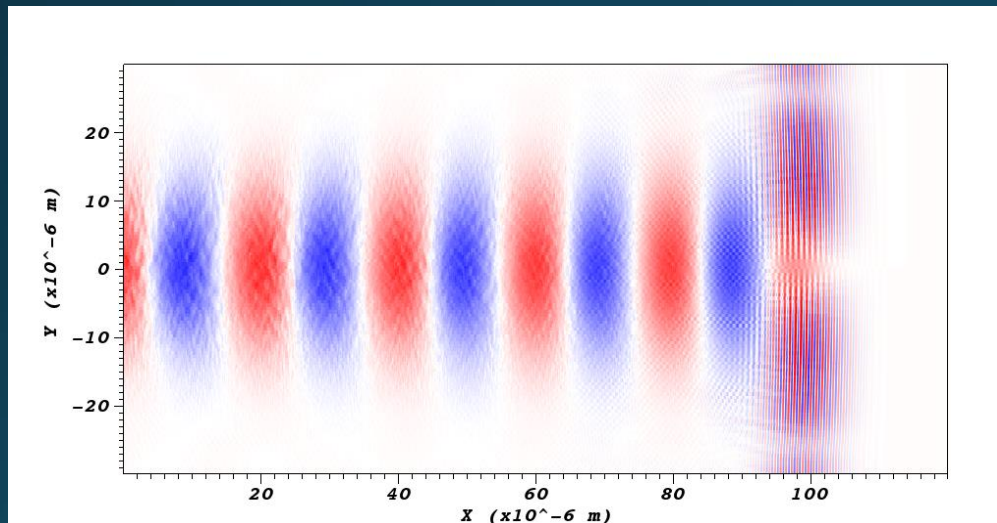
Metoda

- Prováděli jsme simulace urychlování elektronů za pomoci metody particle in cell na 32-jádrovém počítači nobel5.
- Urychlování elektronů v plazmatu spočívá ve vystřelení laserového impulsu do plynného terče a následné injekci elektronů do bubliny vznikající za laserovým impulsem.

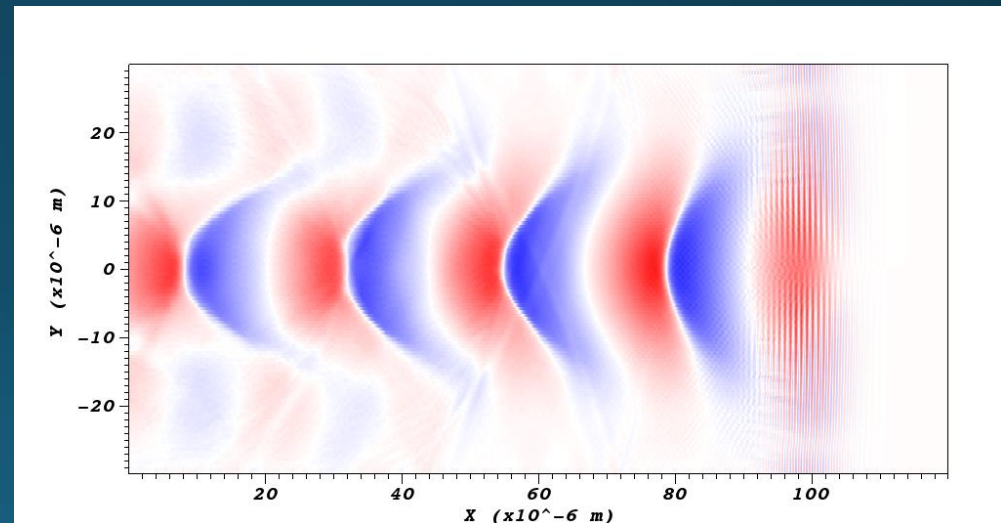


Wakefield v plazmatu

lineární



nelineární



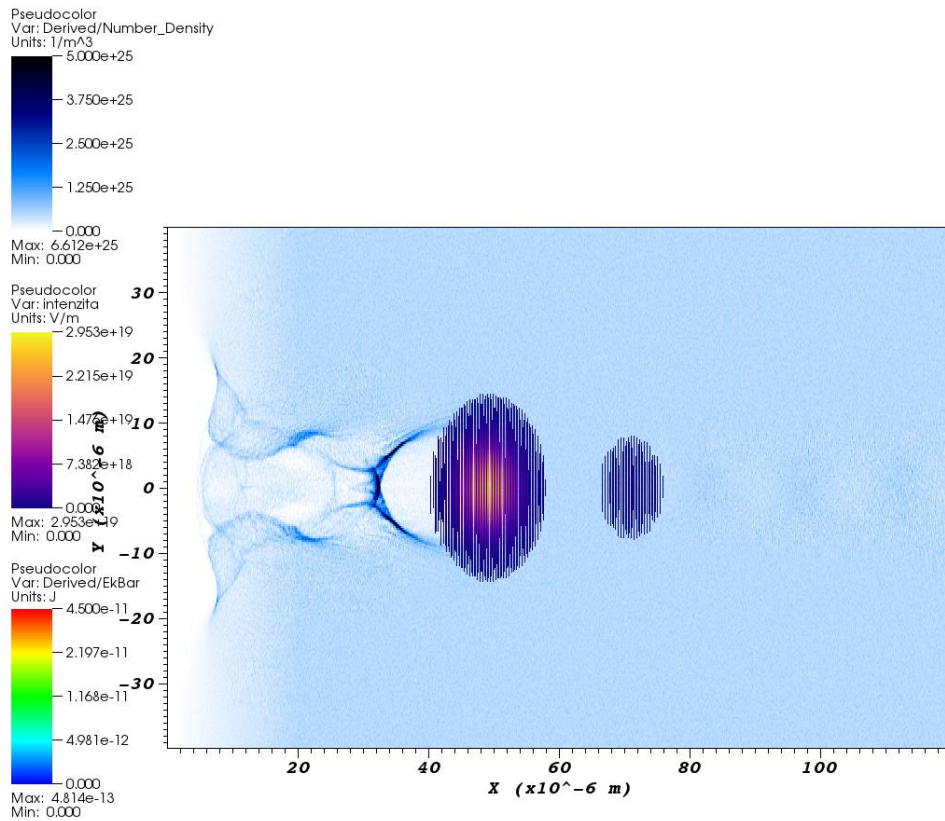
Naše simulace lineárního a nelineárního wakefieldu.

Výsledky

	Lineární wakefield	Nelineární wakefield	Samovolná injekce	Protiběžná injekce
Velikost ohniska	14 μm	14 μm	14 μm	14 μm
Délka impulsu	30 fs	30 fs	30 fs	30 fs
Hustota elektronů	$3 \cdot 10^{24} \text{ m}^{-3}$	$3 \cdot 10^{24} \text{ m}^{-3}$	$3 \cdot 10^{24} \text{ m}^{-3}$	$5 \cdot 10^{24} \text{ m}^{-3}$
Buňky	2400 x 120	2400 x 120	2400 x 120	3750 x 300
Energie	0.07 J	1.2 J	1.2 J	1.2 J + 0.17 J
Konec simulace	1.8 ps	1.8 ps	1.8 ps	18 ps

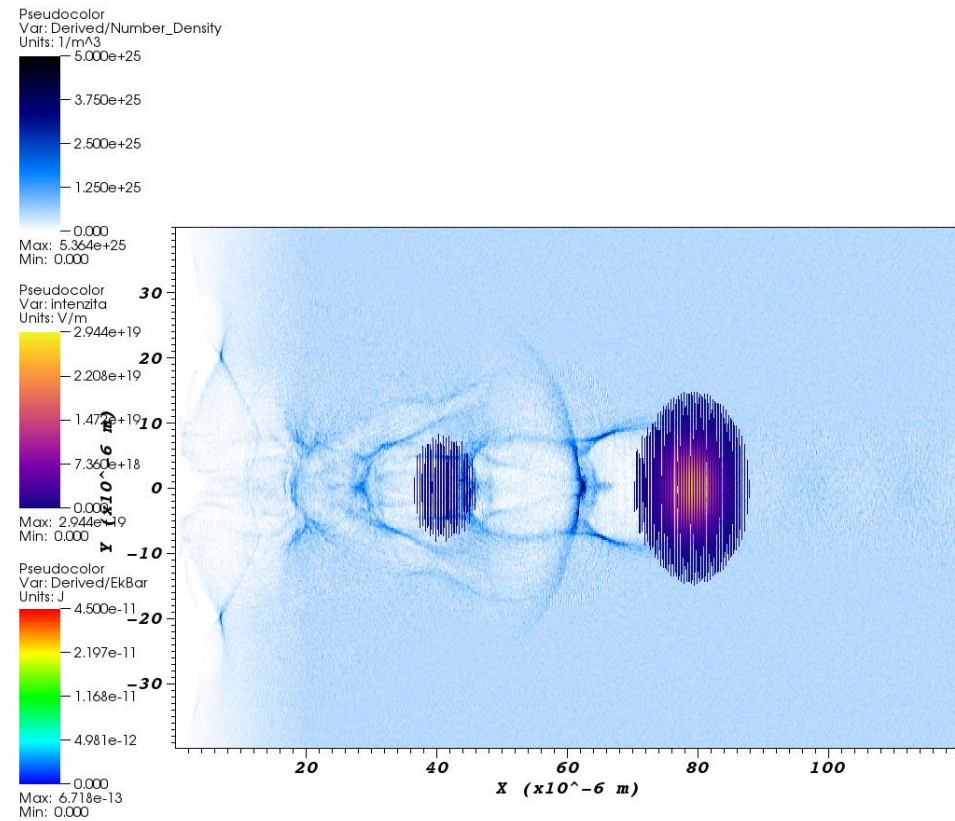
Výsledky

DB: 0004.sdf
Cycle: 1987 Time: 2.00053e-13



user: tv7
Tue Jun 20 11:38:21 2017

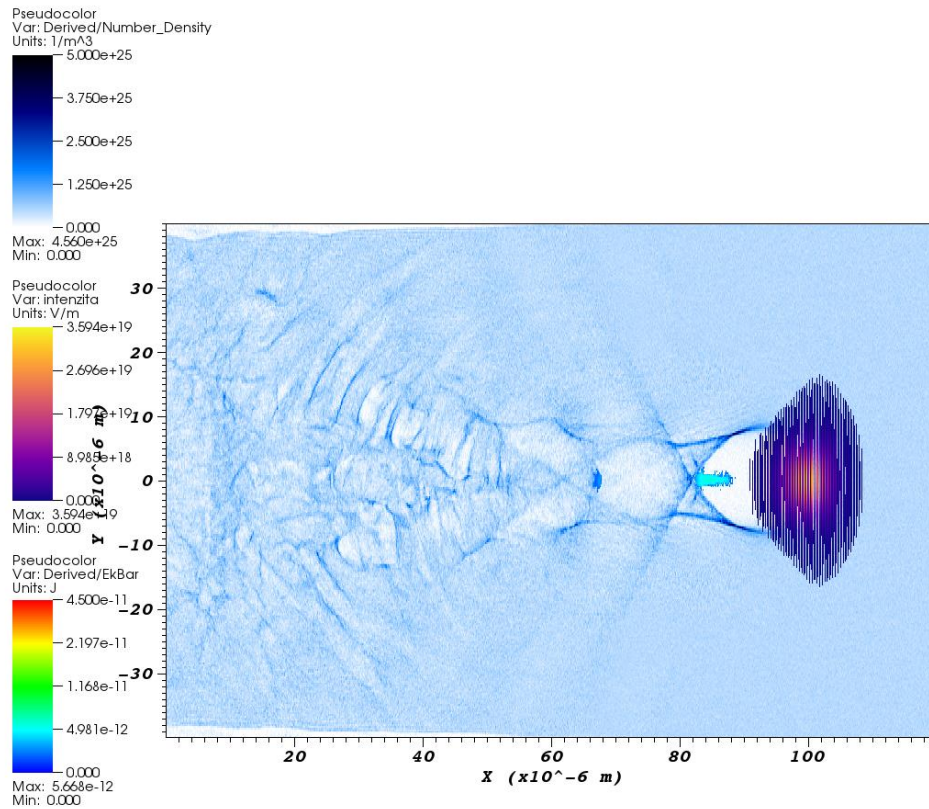
DB: 0006.sdf
Cycle: 2980 Time: 3.0003e-13



user: tv7
Tue Jun 20 11:38:42 2017

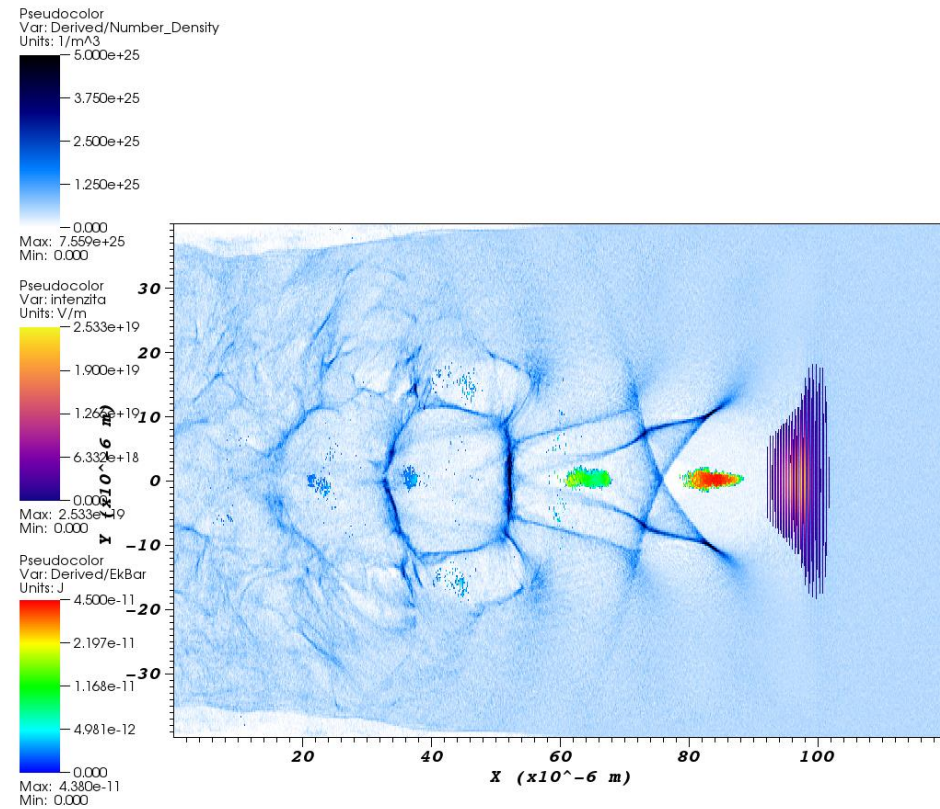
Výsledky

DB: 0015.sdf
Cycle: 7450 Time: 7.50075e-13



user: tv7
Tue Jun 20 11:40:14 2017

DB: 0102.sdf
Cycle: 50655 Time: 5.1e-12

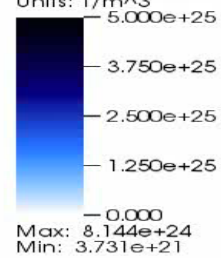


user: tv7
Tue Jun 20 10:33:00 2017

Výsledky

DB: 0000.sdf
Cycle: 0 Time: 5.03406e-17

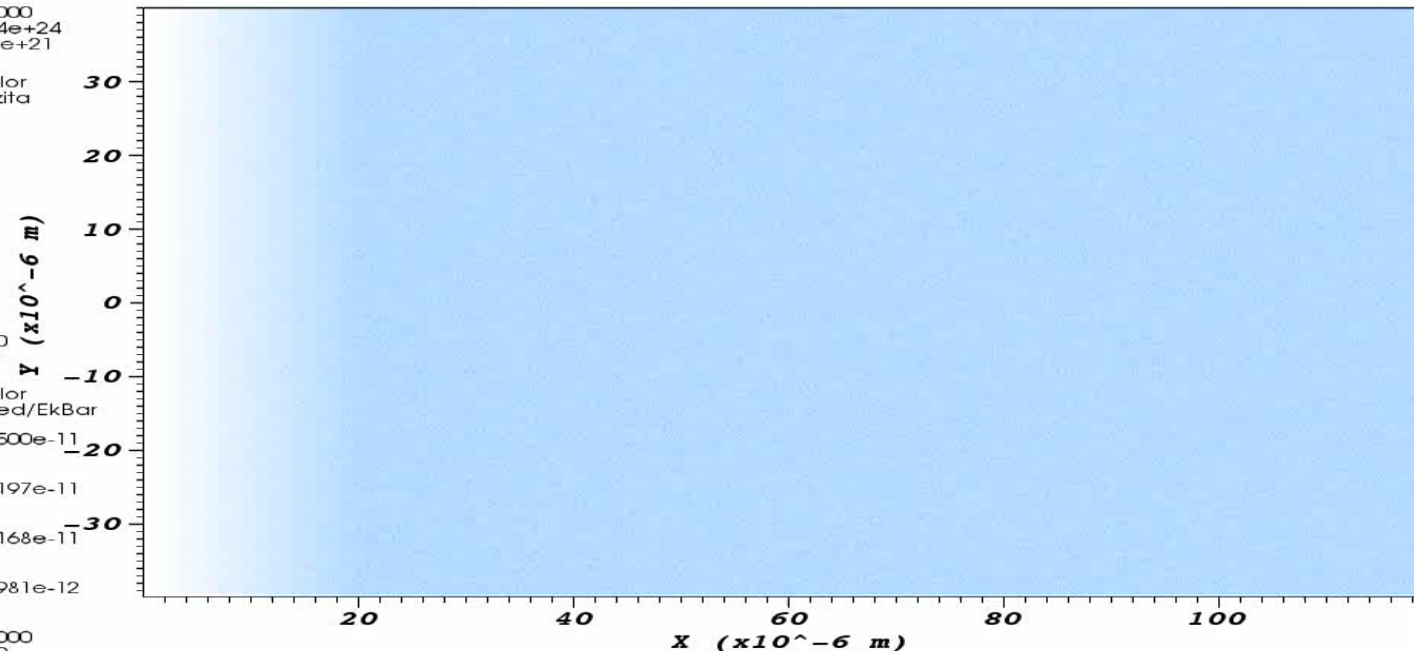
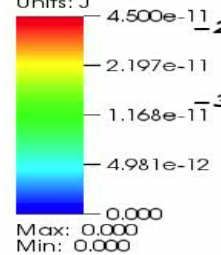
Pseudocolor
Var: Derived/Number_Density
Units: 1/m³



Pseudocolor
Var: intenzita
Units: V/m
Constant.



Pseudocolor
Var: Derived/EkBar
Units: J



Závěr

- Na počítačích jsme prováděli simulace lineárního a nelineárního wakefieldu, a později i simulace samovolné a protiběžné injekce.
- Zjistili jsme, že toto může být alternativní cesta jak urychlovat elektrony, která nevyžaduje velké materiální náklady ani spoustu místa jako standardní radiofrekvenční urychlovače.
- Energie svazků byla 490 MeV.
- Doba urychlování byla 6.1 ps – odpovídá vzdálenosti 1.8 mm.
- Parazitní jev – injekce v dalších bublinách narušuje proces urychlování.

Poděkování

- Předně děkujeme Ing. Vojtěchu Hornému, doc. Ondřejovi Klimovi, kteří nás touto problematikou provedli a zároveň bychom chtěli poděkovat organizátorům Týdne vědy na Jaderce.

Reference

[1] Esarey, E., C. B. Schroeder, and W. P. Leemans. "Physics of laser-driven plasma-based electron accelerators." *Reviews of Modern Physics* 81.3 (2009): 1229.

[2] Lehe, R., et al. "Optical transverse injection in laser-plasma acceleration." *Physical review letters* 111.8 (2013): 085005.

[3] Ondřej Klimo,
http://pi.fjfi.cvut.cz/mini/Simulace_laseroveho_urychlovani_castic_na_superpocitacich/Blank.html navštíveno 20.6.2017

Děkuji za Vaši pozornost!