

Výbojkově čerpaný neodymový laser se zesilovačem

K. Bednář¹, D. Káčerek², M. L. Skuda³, J. Kaška⁴

¹Střední průmyslová škola Třebíč, bednark.05@spst.eu

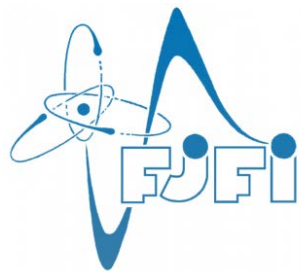
²Mikulášské Gymnázium Plzeň, kacerekdan@gmail.com

³Gymnázium Boskovice, skuda.maxmilian@email.cz

⁴Gymnázium Žamberk, kaska.gyzamb@gmail.com



**Týden vědy na Jaderce
České vysoké učení technické v Praze
Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská
Katedra fyzikální elektroniky**



Obsah

- **Úvod** – co je LASER?
- Historické mezníky vývoje Nd:YAG laserů a aplikace
- **Experimentální část**
 - schéma experimentu
 - časová a energetická charakteristika
 - výkonová charakteristika
 - zesilování laserového záření zesilovačem
 - režim generace krátkých Q-spínaných pulsů
- **Závěr**

Co je to LASER?

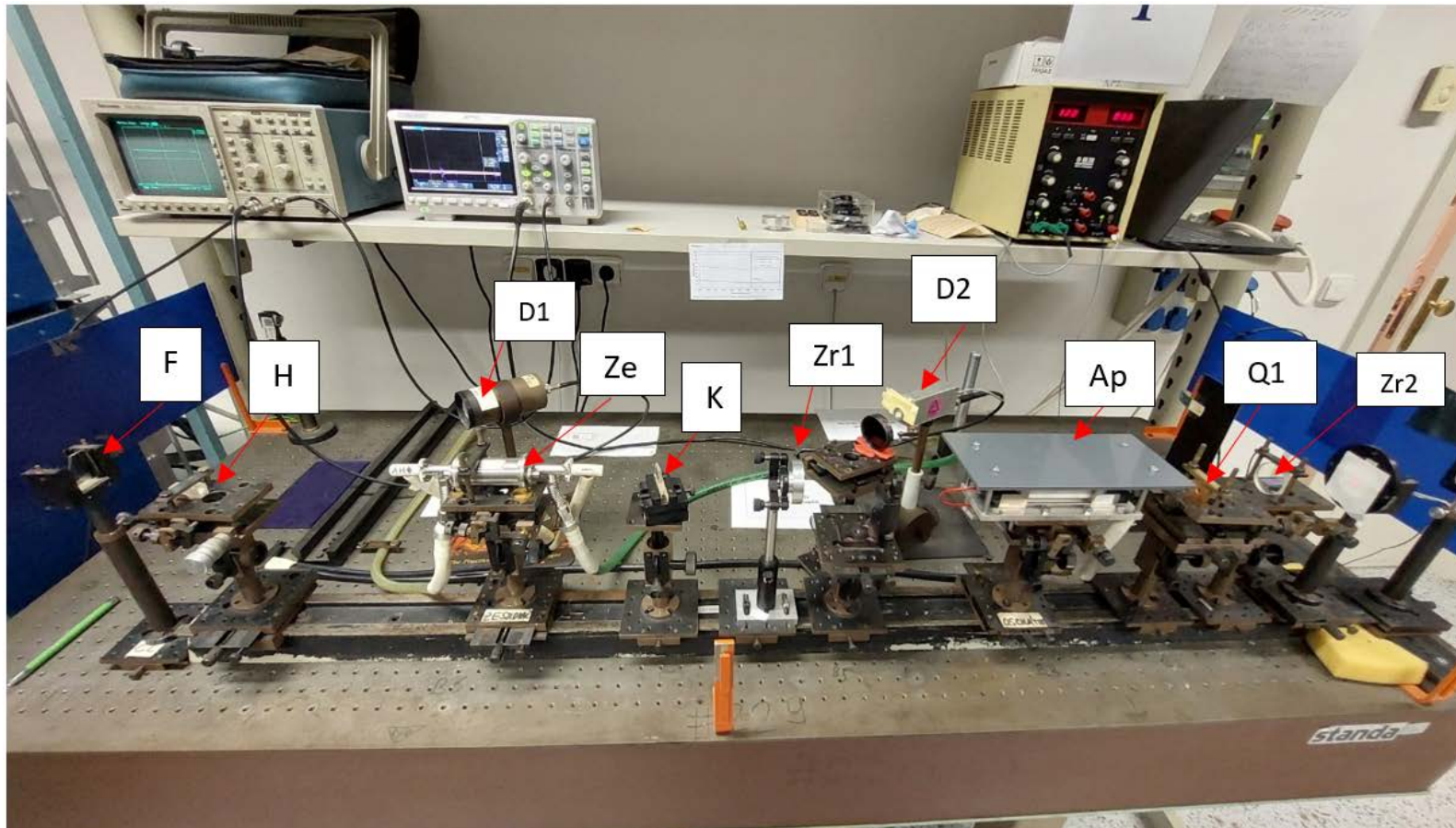
- *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* = zesilování světla stimulovanou emisí záření
- Laser je přístroj zkonstruovaný na principech kvantové mechaniky využívající stimulované emise a generující záření zcela unikátních vlastností:
 - **koherentní** (vnitřně uspořádané, sfázované)
 - **monochromatické** (všechny fotony mají stejnou vlnovou délku, resp. frekvenci, resp. energii)
 - **s nízkou divergencí** (rozbíhavostí) svazku – fotony laserového záření se pohybují stejným směrem
 - **s vysokou hustotou výkonu/energie záření**
- LASER se skládá ze tří základních prvků:
 - aktivní prostředí, buzení (chlazení) a optický rezonátor

Historické mezníky vývoje a aplikace

- **1917** – Objev stimulované emise (Albert Einstein)
- **1939** – Potvrzení stimulované emise (R. Ladenburg a H. Kopfermann)
- **1940** – Návrh využití stimulované emise jako laser (V. A. Fabrikant)
- **1960** – První funkční LASER (Theodor Harold Maiman)
- **1964** – První Nd:YAG Laser (R. G. Smith, J. E. Geusic)
- **Využití Nd:YAG laseru**
- vrtání, řezání, svařování, medicína (šedý zákal), vojenství



Experimentální výsledky



F filtr IČ záření

H nelineární krystal KDP

D1 energetický detektor

Ze Nd:YAG jednorúčodný zesilovač

K optický klín

Zr1 částečně propustné zrcadlo rezonátoru,

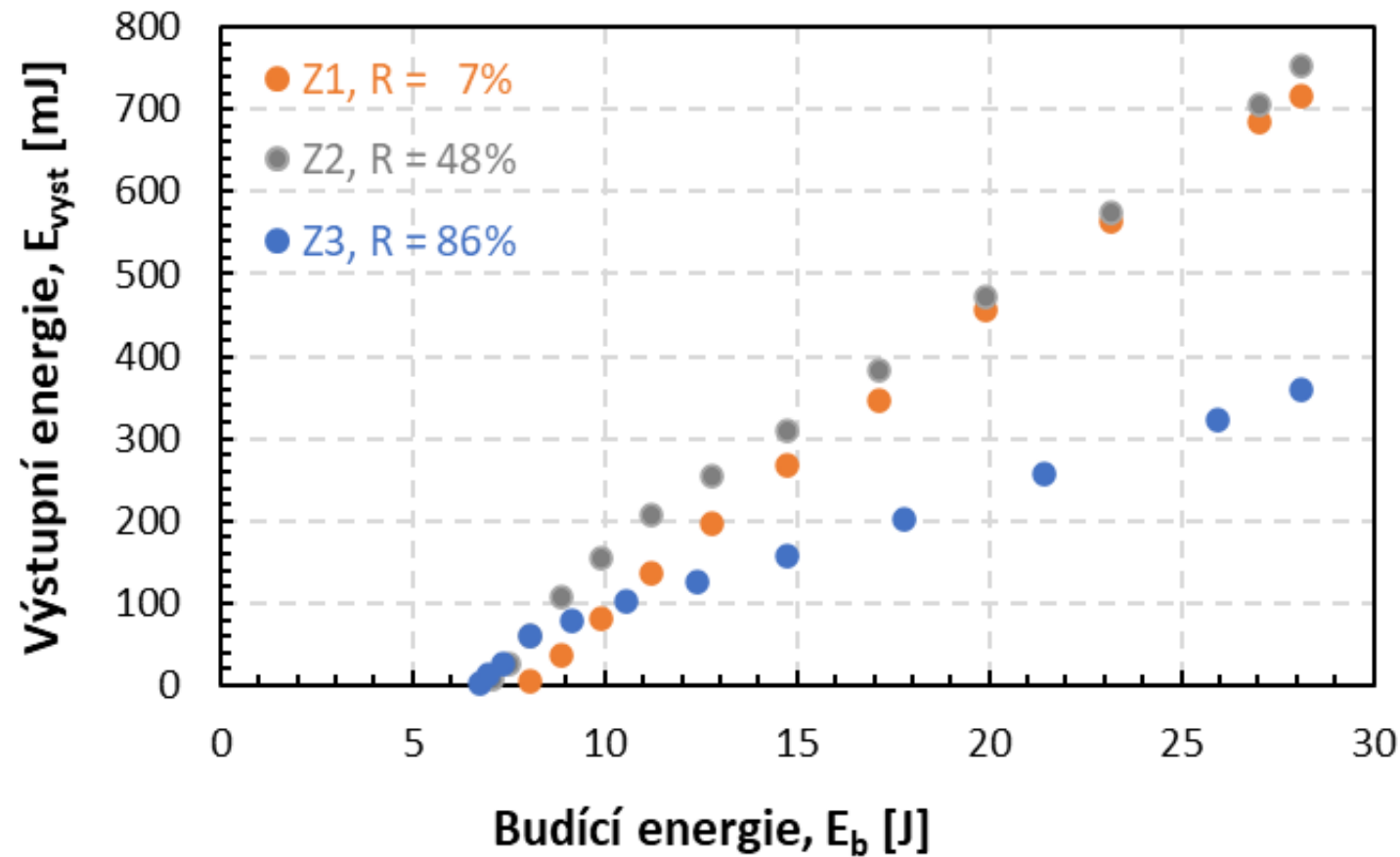
D2 senzor časového průběhu záření,

Ap aktivní prostředí laseru.

Q1 saturevatelný absorbér

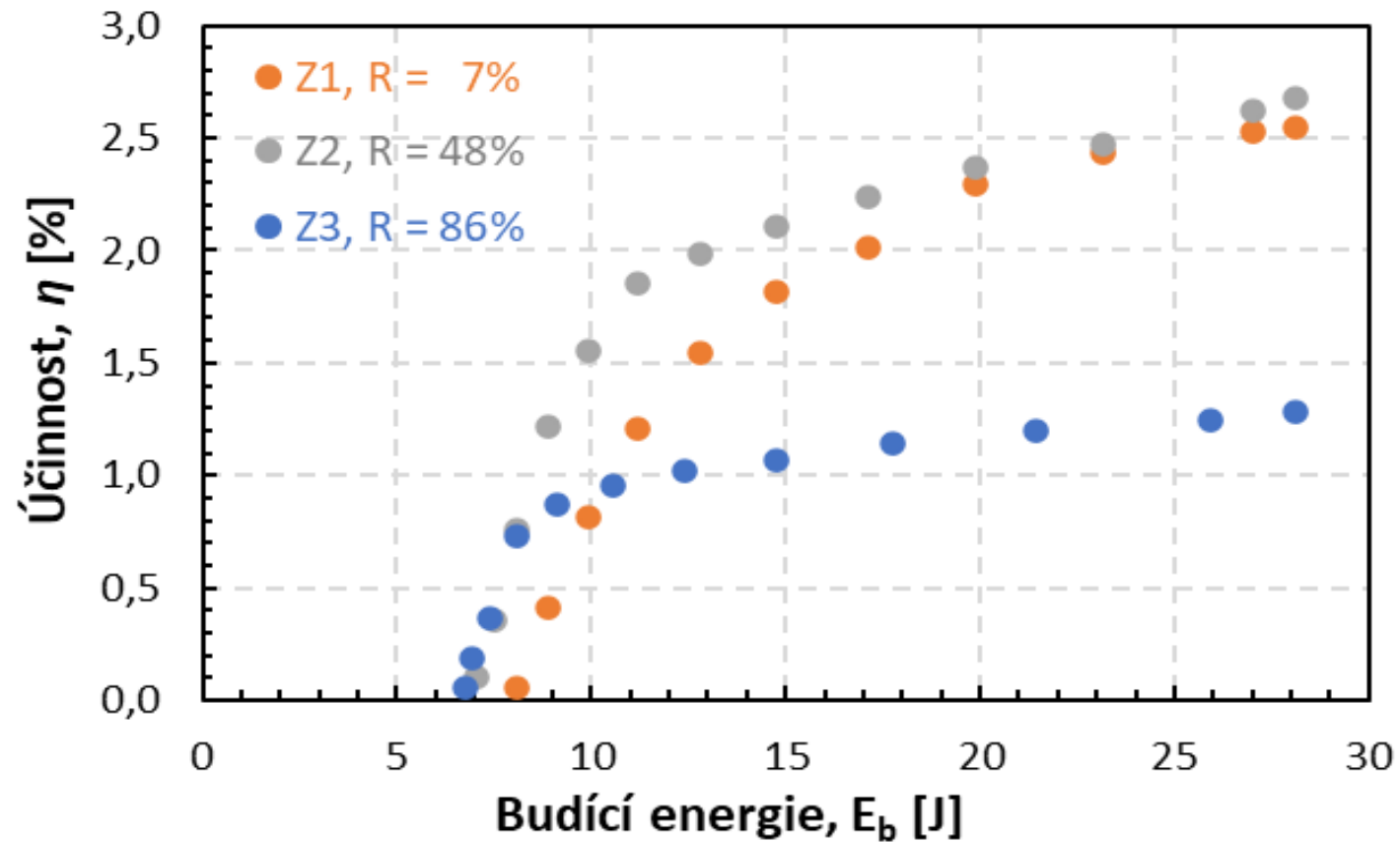
Zr2 totálně odrazné zrcadlo rezonátoru

Energetická charakteristika Nd:YAG laseru pro různá výstupní zrcadla



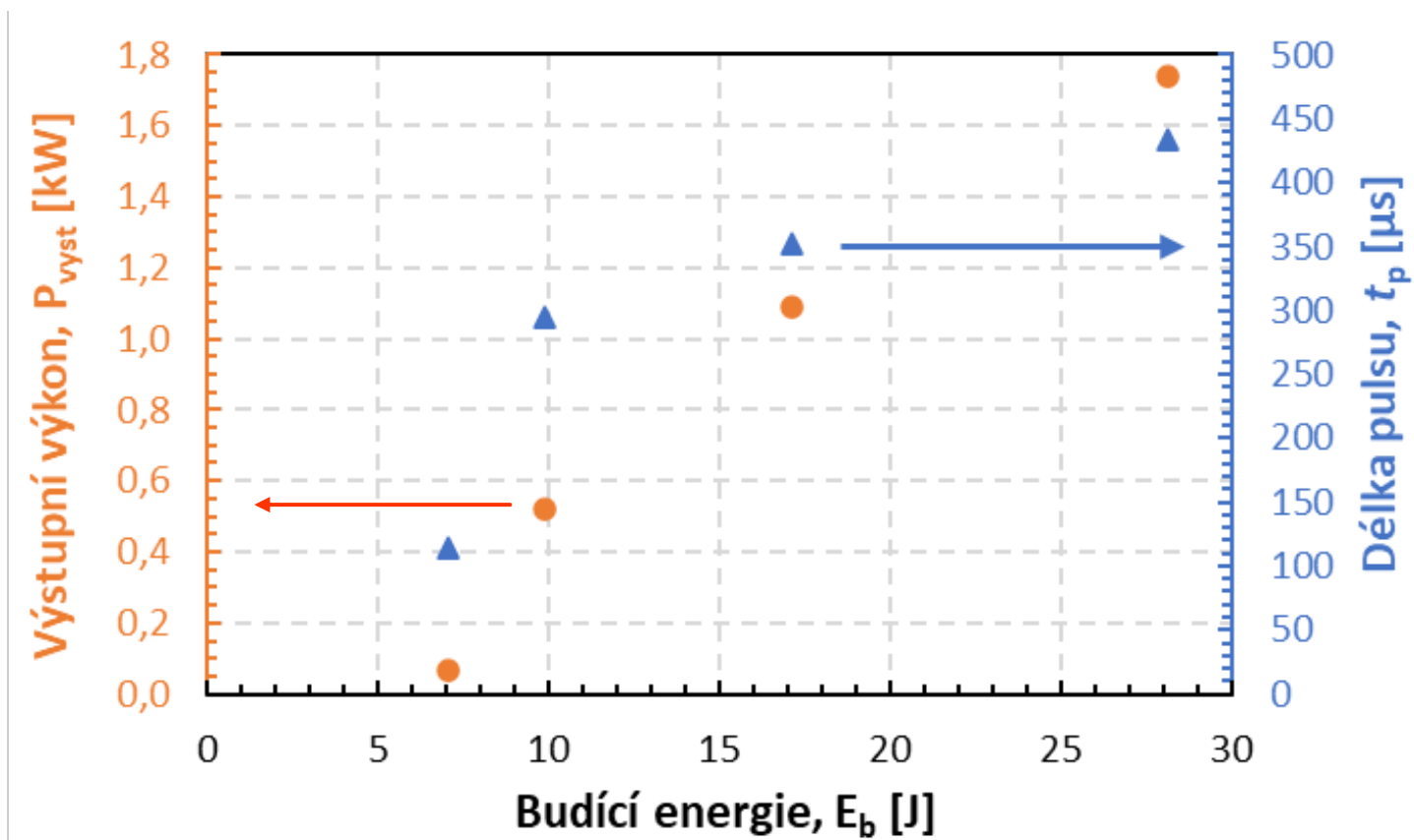
Graf závislosti výstupní energie na energii budícího záření výbojky

Energetická charakteristika Nd:YAG laseru pro různá výstupní zrcadla

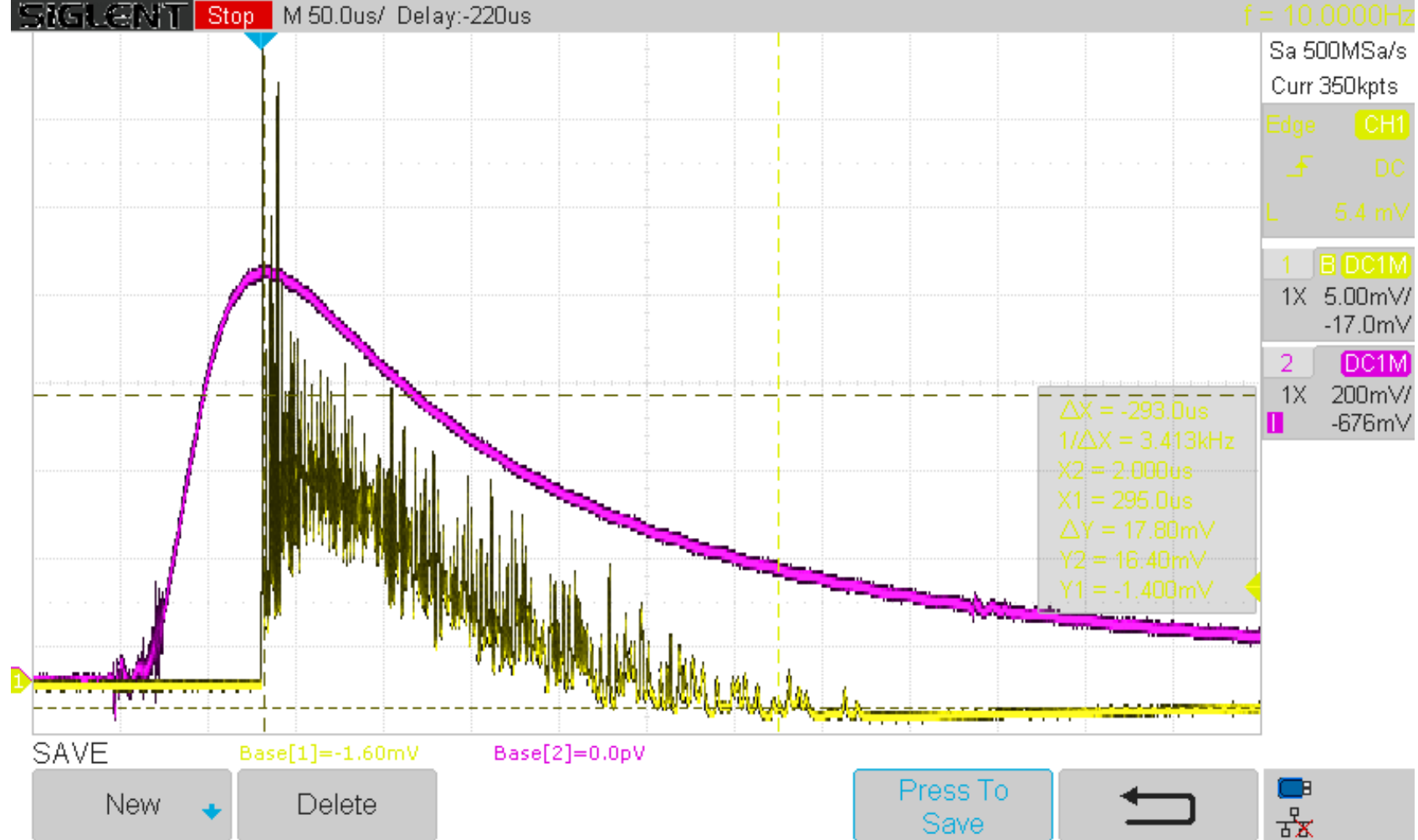


Graf závislosti účinnosti na energii budícího záření výbojky

Časová a výkonová charakteristika Nd:YAG laseru



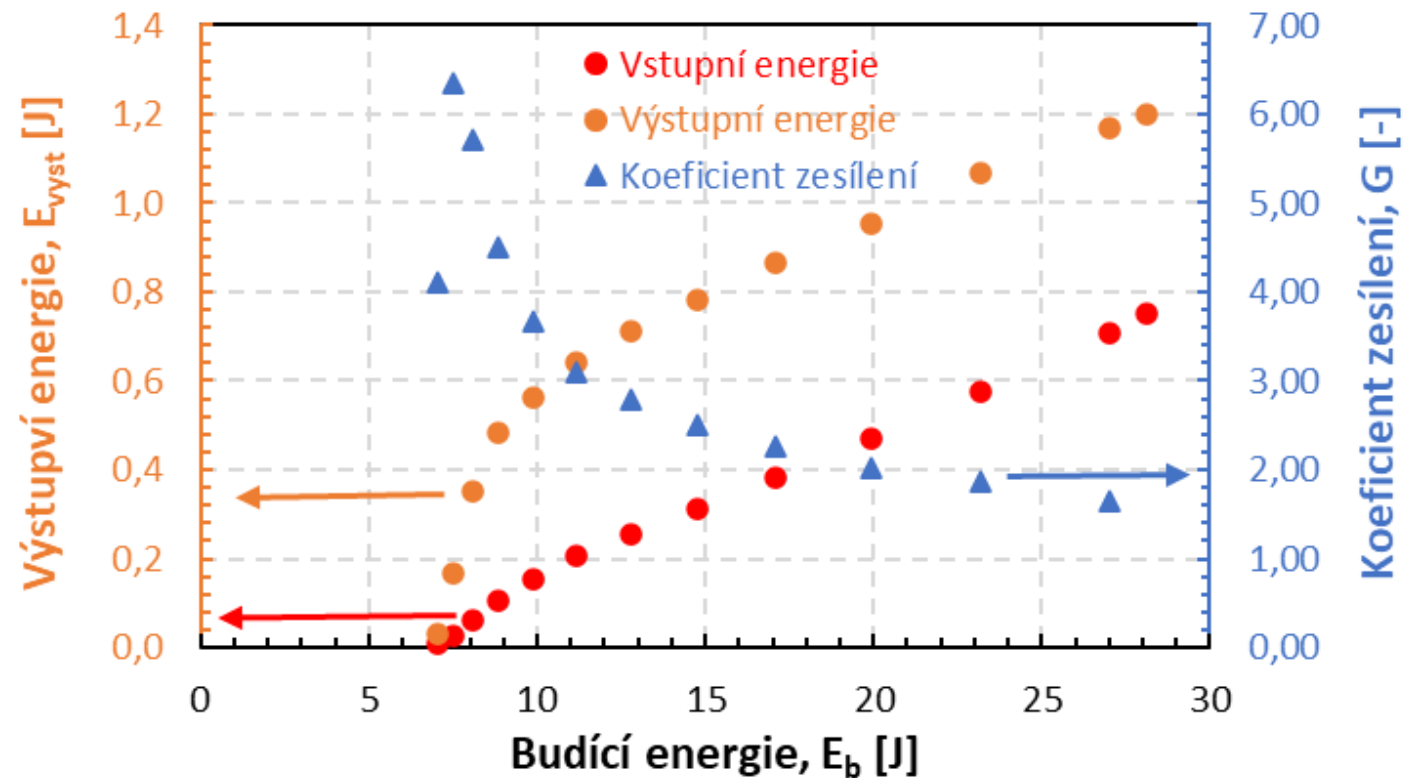
Graf závislosti celkové délky generovaného pulzu t_p v režimu volné generace (**modře**) a výstupního výkonu Nd:YAG laseru (**oranžově**) na energii budícího záření E_b



Časový průběh laserového záření ve volně běžícím režimu.

CH1 – záření Nd:YAG laseru; CH2 – časový průběh napětí zdroje.

Zesilování laserového záření Nd:YAG zesilovačem



Graf závislosti zesílení jednopřechodového Nd:YAG laserového zesilovače G (modře), vstupní energie (červeně) a zesíleného záření (oranžově) na energii buzení.

Generace krátkých Q-spínaných pulsů

- Průměrná energie pulsu:

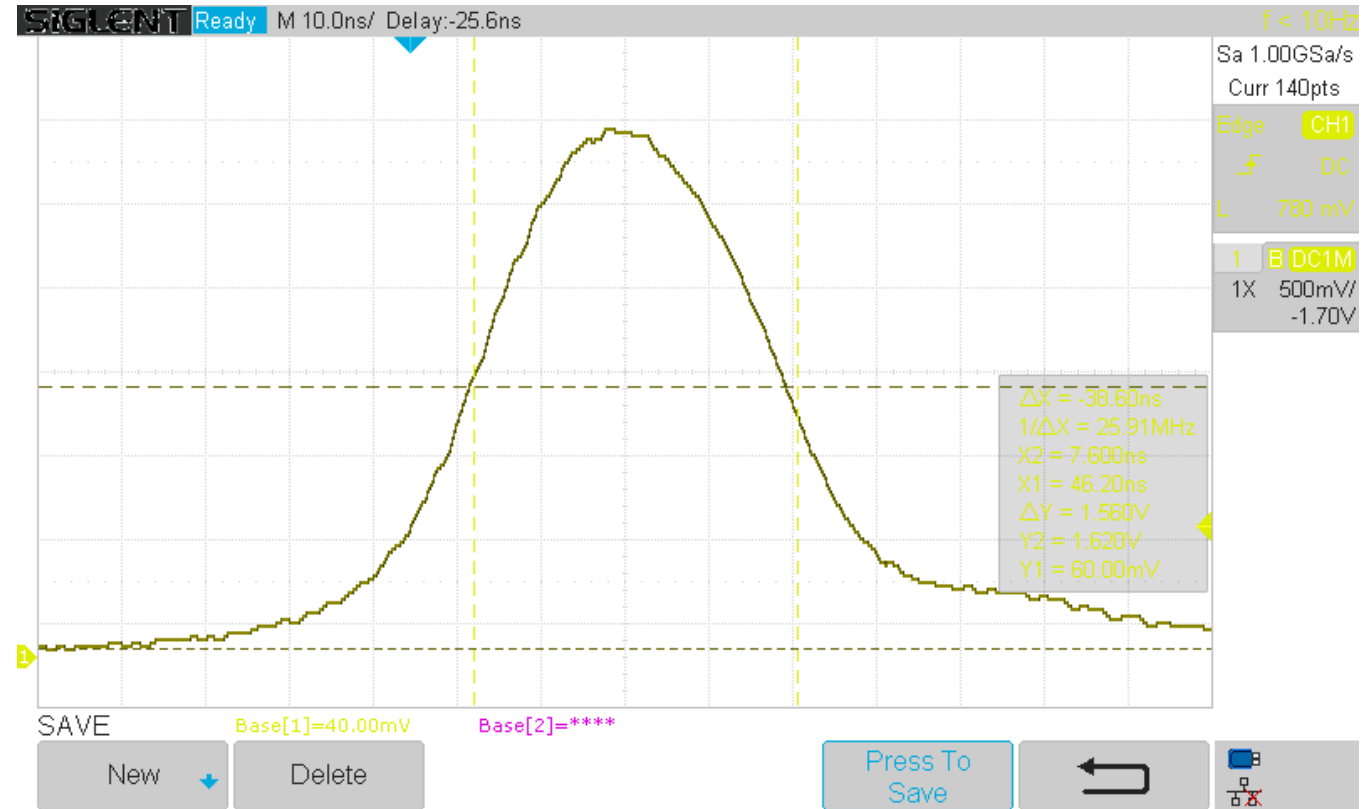
$$E_Q = (20,0 \pm 2,5) \text{ mJ}$$

- Průměrná délka pulsu:

$$\tau_Q = (37,5 \pm 1,4) \text{ ns}$$

- Špičkový výkon:

$$P_{\text{peak}} = (534 \pm 51) \text{ kW}$$



Časový průběh Q-spínaného pulsu.

Závěr

- V rámci experimentální úlohy byly proměřeny základní charakteristiky laserového záření výbojkově čerpaného Nd:YAG laseru
- **Volně běžící režim:**
 - $E_{\max} = 753 \text{ mJ}$; $t_p = 433 \text{ } \mu\text{s}$; $P_{\max} = 1,74 \text{ kW}$; $\eta = 2,7\%$; $W = 13,8 \text{ kW/cm}^2$
- **Zesílení laserových pulsů**
 - $G_{\max} = 6,35$ při energii buzení $E_b = 7,5 \text{ J}$; $E_{\text{vyst_max}} = 1,2 \text{ J}$;
 - Na závěr bylo výstupní záření ($\lambda = 1064 \text{ nm}$) konvertováno v nelineárním krystalu KDP do druhé harmonické frekvence ($\lambda = 532 \text{ nm}$) v zelené oblasti viditelné části elektromagnetického spektra



Děkujeme Vám za pozornost

Výbojkově čerpaný neodymový laser se zesilovačem

K. Bednář¹, D. Káčerek², M. L. Skuda³, J. Kaška⁴

¹Střední průmyslová škola Třebíč, bednark.05@spst.eu

²Mikulášské Gymnázium Plzeň, kacerekdan@gmail.com

³Gymnázium Boskovice, skuda.maxmilian@email.cz

⁴Gymnázium Žamberk, kaska.gyzamb@gmail.com



**Týden vědy na Jaderce
České vysoké učení technické v Praze
Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská
Katedra fyzikální elektroniky**

