

# Dielektrinių veidrodžių pažeidimo slenksčio priklausomybės nuo lazerio pluošto skersmens tyrimas

Tomas Rakickas

Šio darbo tikslas buvo suprojektuoti ir sukonstruoti testavimo stotį, įgalinančią tirti veidrodžių pažeidimo slenksčius, bei ištirti apšviečiančio femtosekundinio lazerio pluošto skersmens įtaką didelio atspindžio koeficiento dielektrinių dangų pažeidimo slenksčiui ir kartu apskaičiuoti veidrodžio pažeidimo testo savikainą.

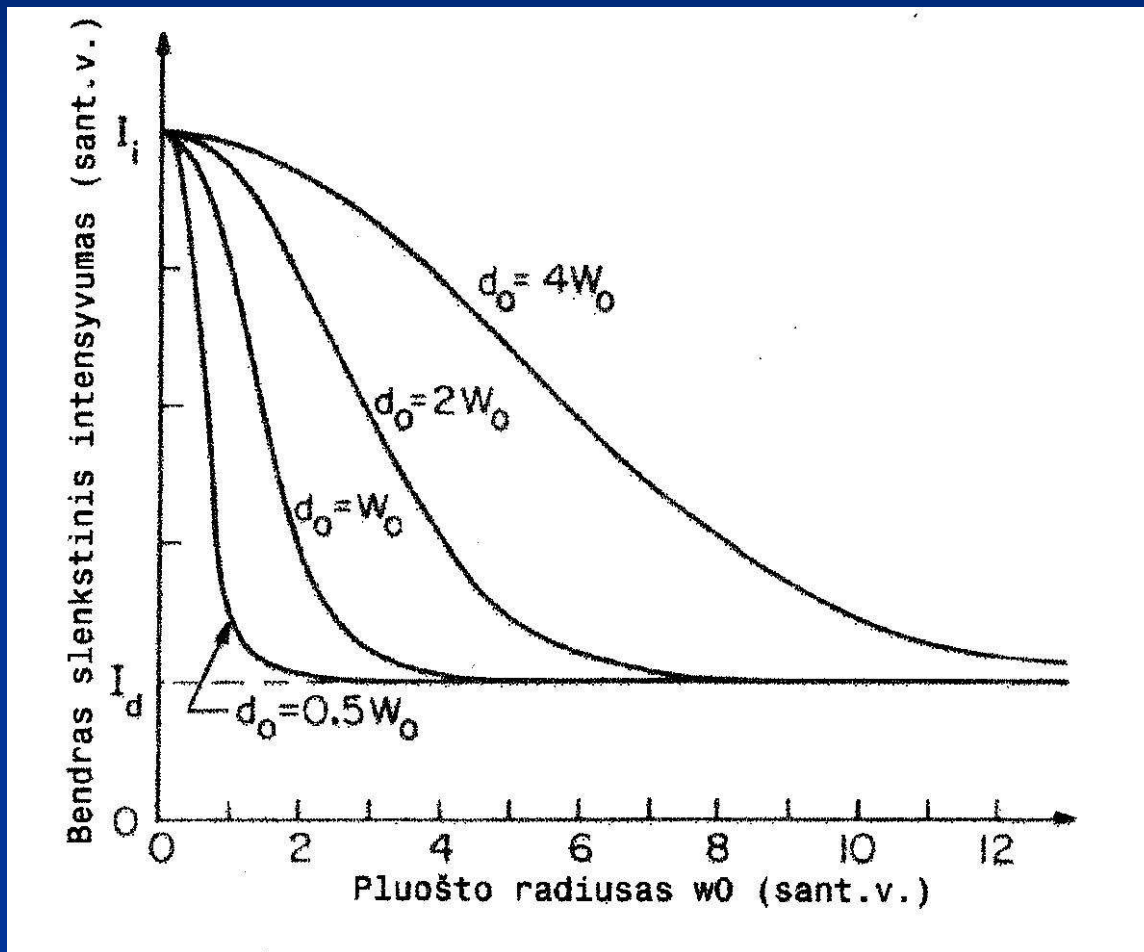
## Lietuvos standarte LST EN ISO 11254+AC yra apibrėžta, kad:

- paviršiaus pažeidimas yra bet koks negrįžtamas lazerio spinduliuotės sukeltas tiriamo objekto paviršiaus charakteristikų pokytis, kurį galima aptikti šiame standarte nurodytais būdais
- pažeidimo slenkstis yra didžiausias lazerio spinduliuotės kiekis, kuriam krentant ant optinio paviršiaus pažeidimo tikimybė yra lygi 0.

# Pagrindiniai reiškiniai, sąlygojantys plonų dielektrinių plėvelių ir paviršių lazerinį pažeidimą:

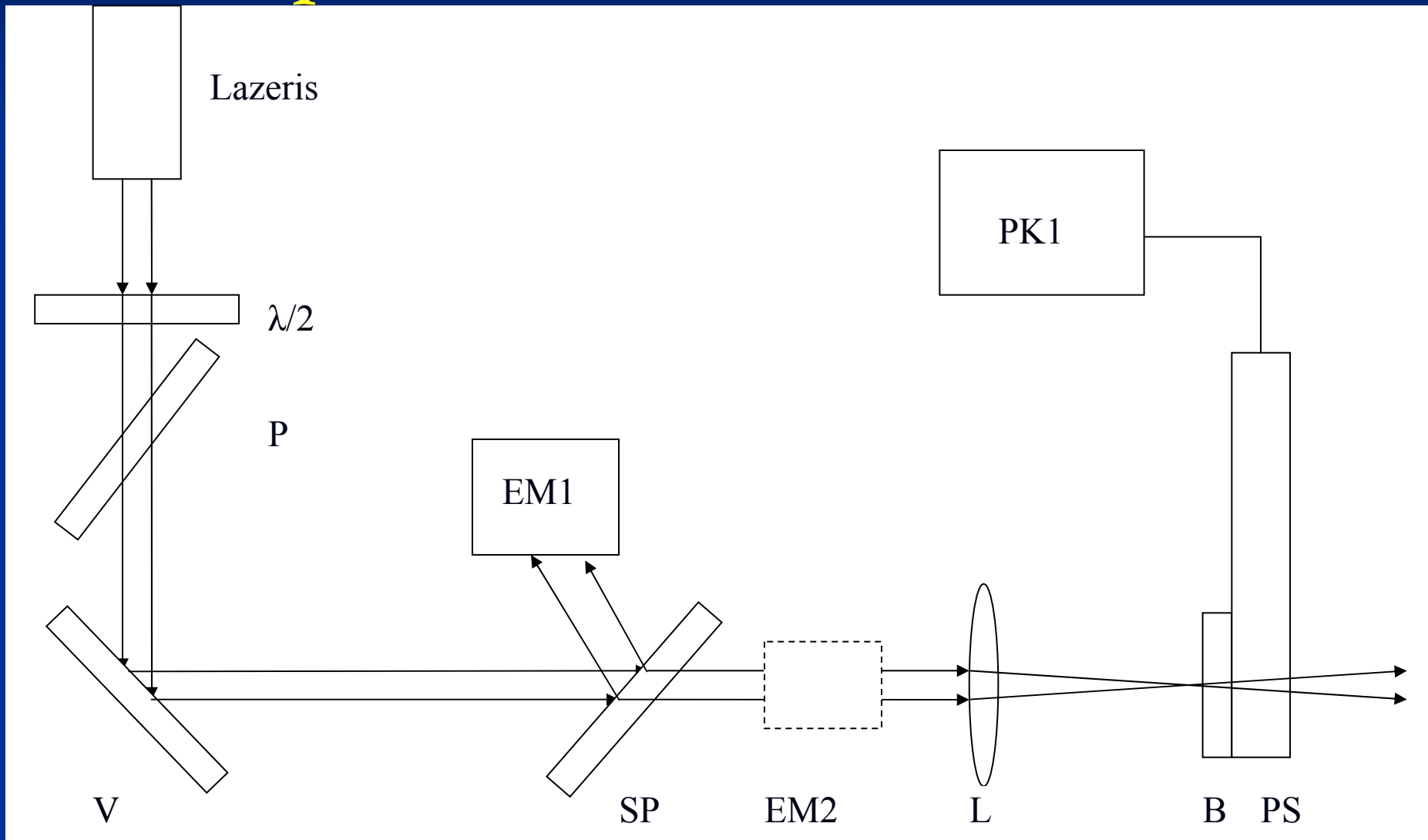
- laidumo elektronų griūtinis dauginimasis
- daugiafotonė sugertis
- priemaišiniė sugertis

# Lazerio pluošto skersmens įtaka pažeidimo slenksčiui

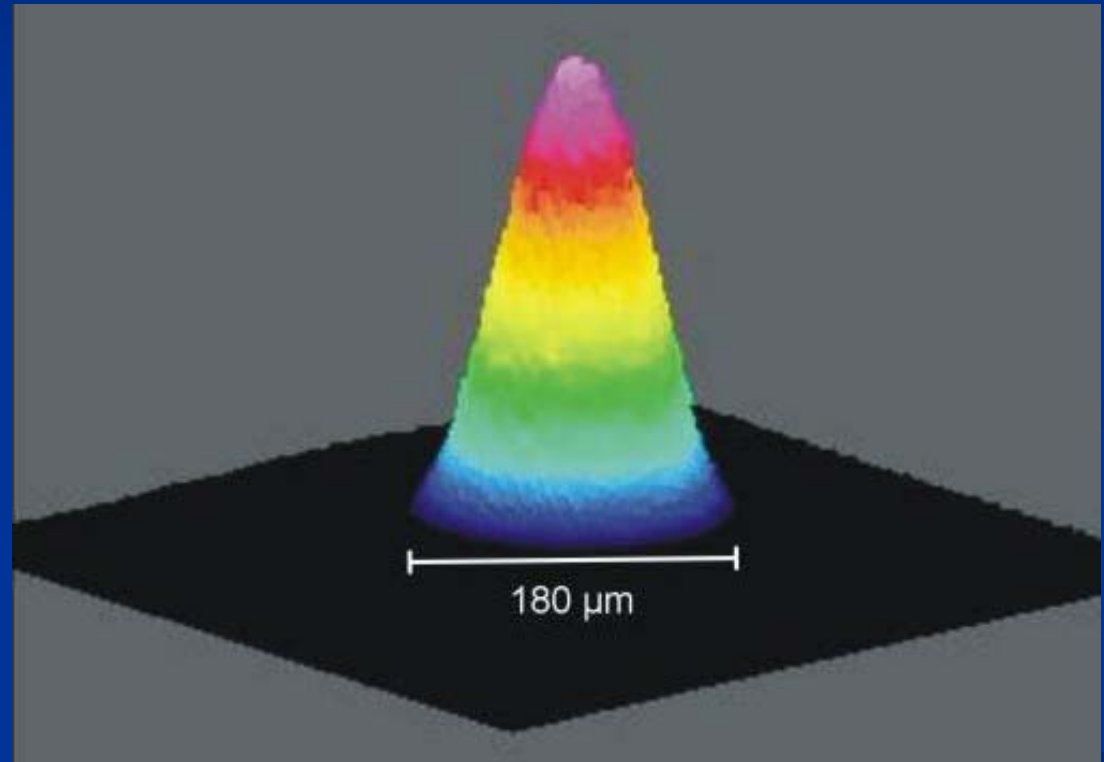
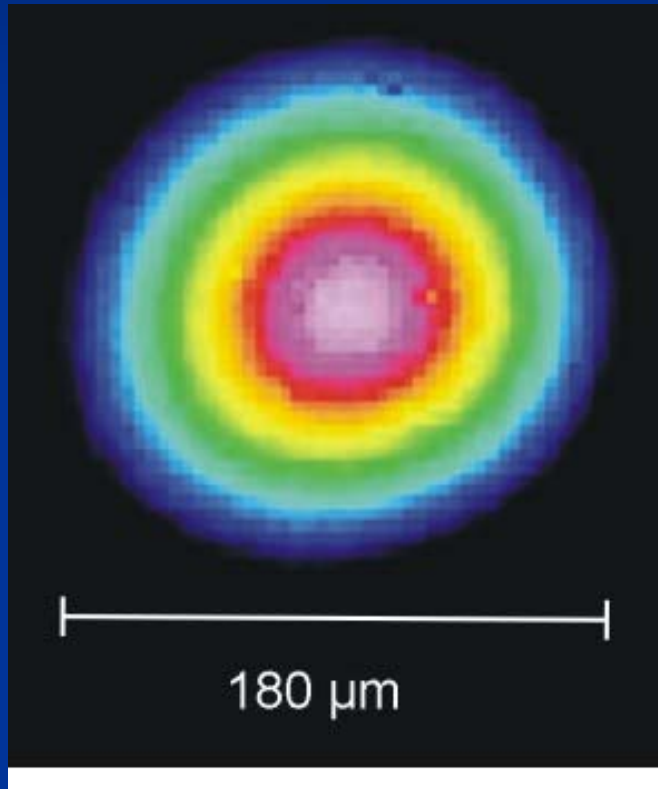


$d_0$  – vidutinis atstumas tarp dviejų priemaišų

# Pažeidimo slenksčio nustatymo aparaturos blokinė schema

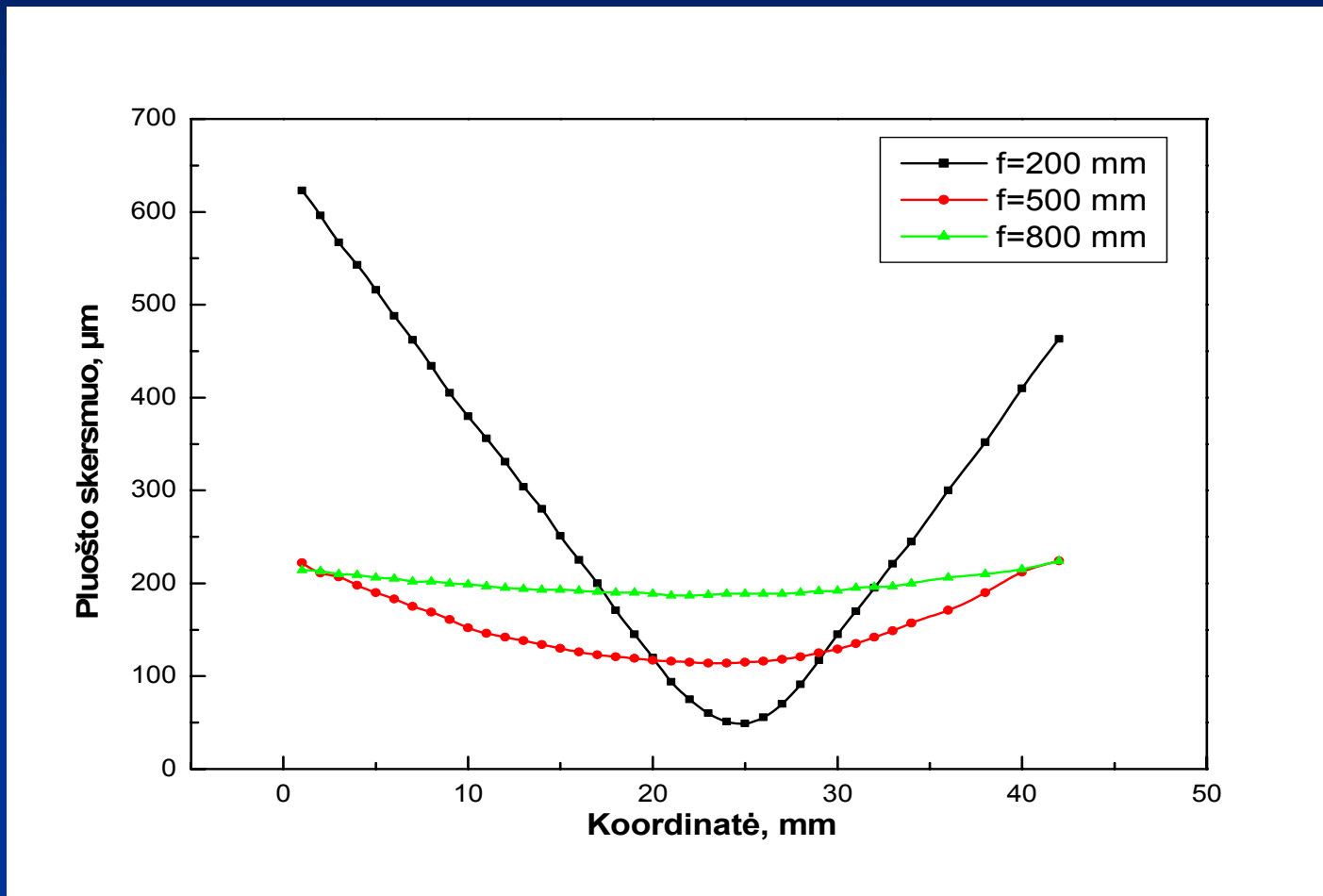


# Ekspperimentiniai rezultatai



Į 189  $\mu\text{m}$  skersmens dėmę sufokusuoto lazerio  
spindulio intensyvumo erdvinis skirstinys

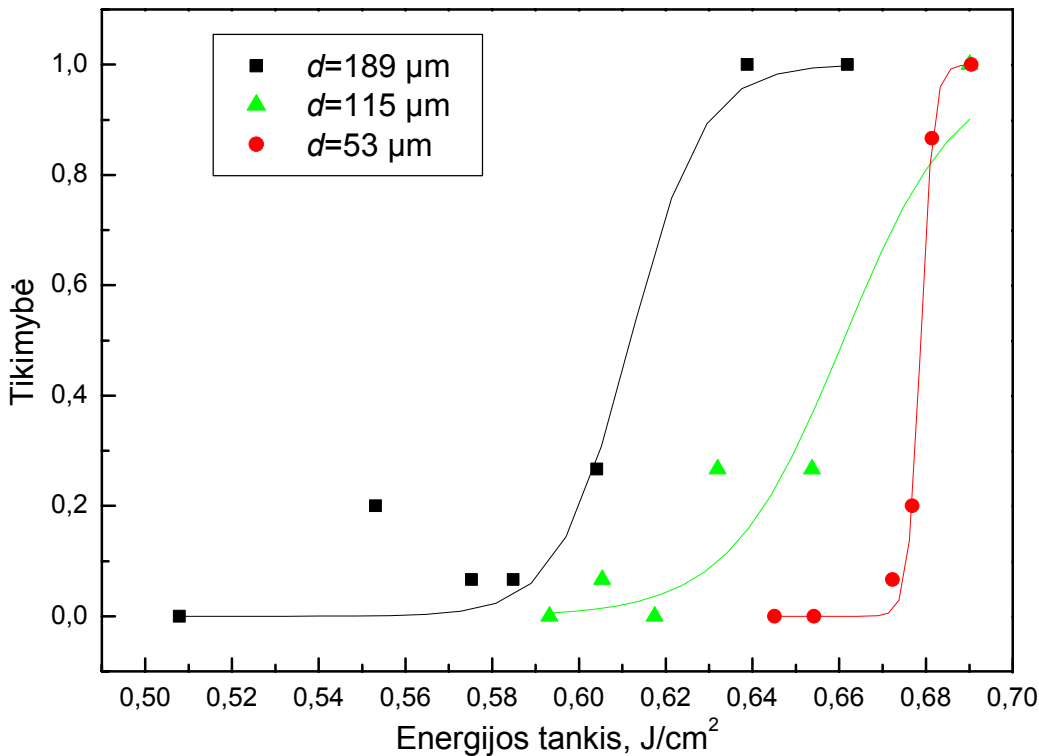
# Pluošto skersmens matavimas



Lazerio pluošto skersmens, fokusuojant skirtingo židinio nuotolio lęšiais, priklausomybė nuo koordinatės



# 7LN veidrodžio slenksčių nustatymas

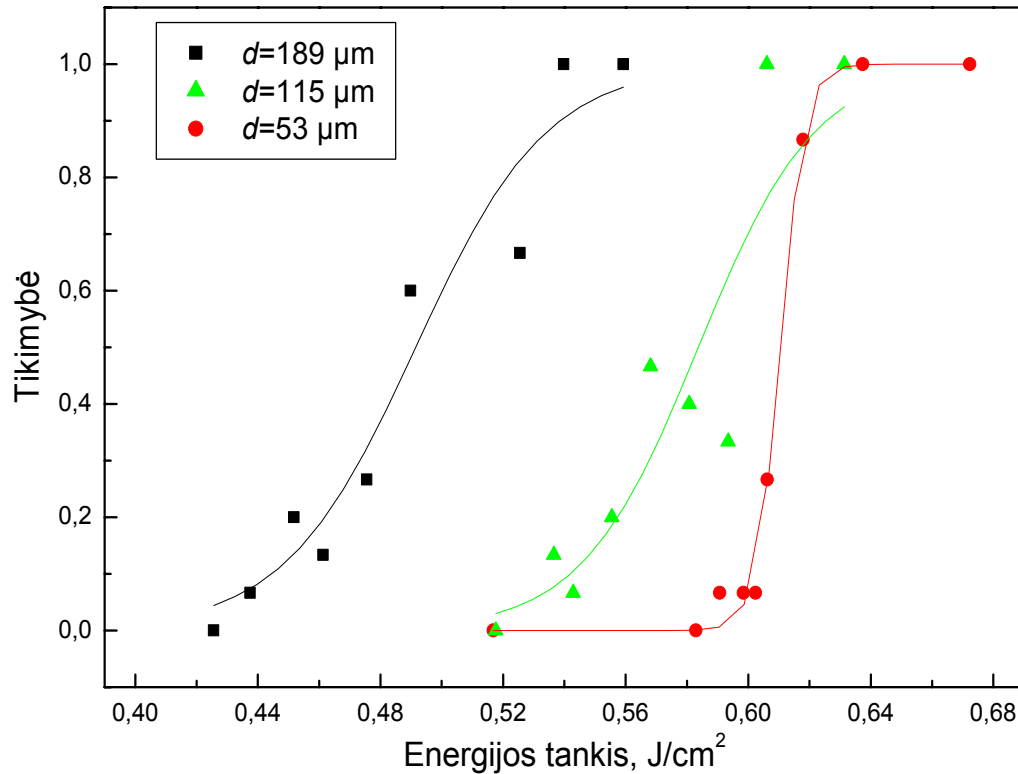


Gauti pažeidimo slenksčiai  $\Phi$  :

- $d=189 \mu\text{m}$ ,  $\Phi=0,53 \text{ J}/\text{cm}^2$ ,
- $d=115 \mu\text{m}$ ,  $\Phi=0,59 \text{ J}/\text{cm}^2$ ,
- $d=53 \mu\text{m}$ ,  $\Phi=0,67 \text{ J}/\text{cm}^2$ .

7LN grupės veidrodžio pažeidimo tikimybės priklausomybė nuo energijos tankio, apšvietus veidrodį skirtingo skersmens  $d$  lazerio pluoštais

# Zr10.05N veidrožio slenksčių nustatymas

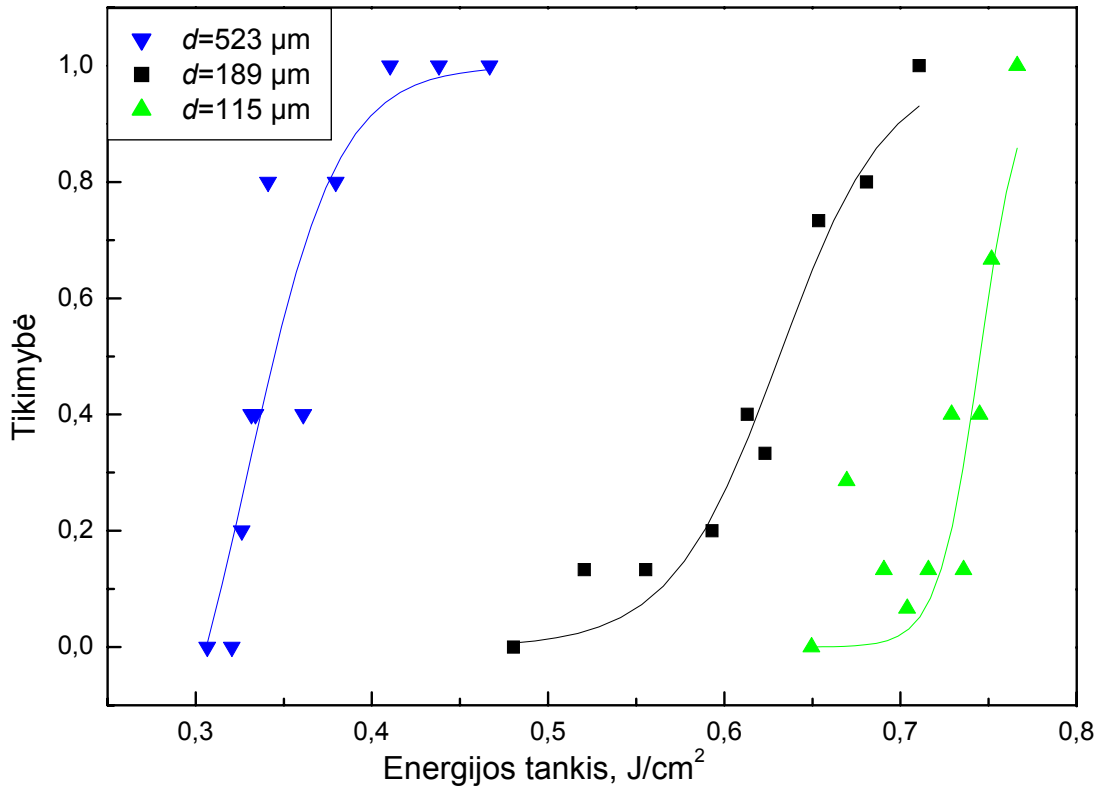


Gauti pažeidimo slenksčiai  $\Phi$  :

- $d=189 \mu\text{m}$ ,  $\Phi=0,43 \text{ J}/\text{cm}^2$ ,
- $d=115 \mu\text{m}$ ,  $\Phi=0,54 \text{ J}/\text{cm}^2$ ,
- $d=53 \mu\text{m}$ ,  $\Phi=0,58 \text{ J}/\text{cm}^2$ .

Zr10.05N grupės veidrožio pažeidimo tikimybės priklausomybė nuo energijos tankio, apšvietus veidrodį skirtingo skersmens  $d$  lazerio pluoštais

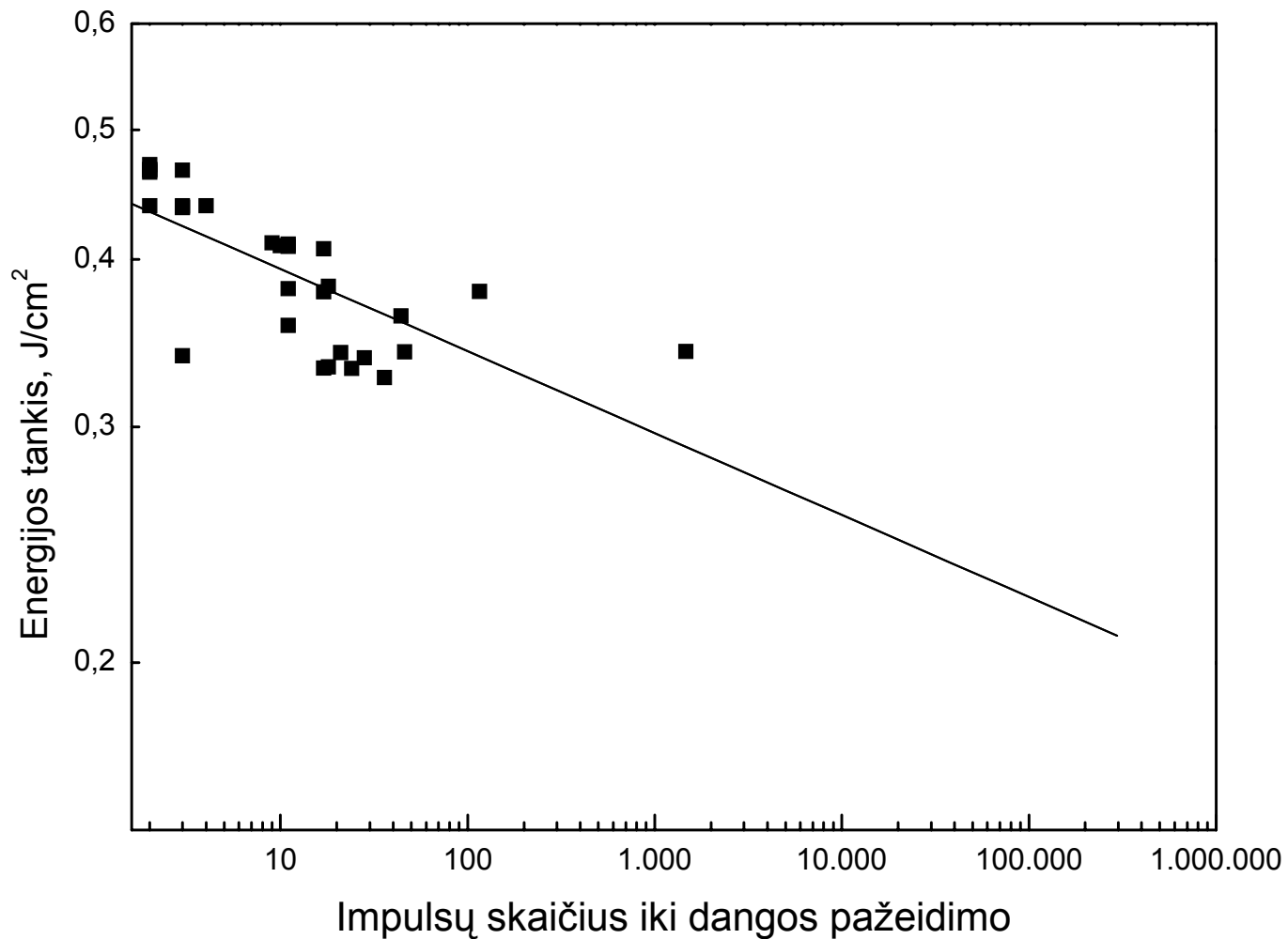
# AIDA veidrodžio slenksčių nustatymas



Gauti pažeidimo slenksčiai  $\Phi$ :

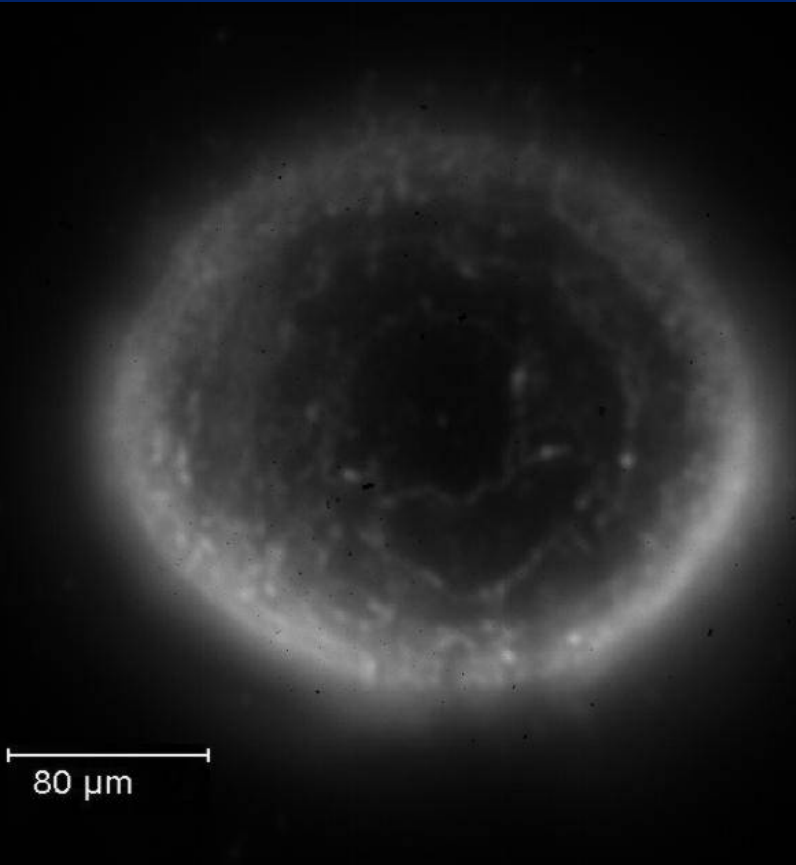
- $d=523 \mu\text{m}$ ,  $\Phi=0,30 \text{ J/cm}^2$ ,
- $d=189 \mu\text{m}$ ,  $\Phi=0,48 \text{ J/cm}^2$ ,
- $d=115 \mu\text{m}$ ,  $\Phi=0,62 \text{ J/cm}^2$ .

AIDA grupės veidrodžio pažeidimo tikimybės priklausomybė nuo energijos tankio, apšvietus veidrodį skirtingo skersmens  $d$  lazerio pluoštais

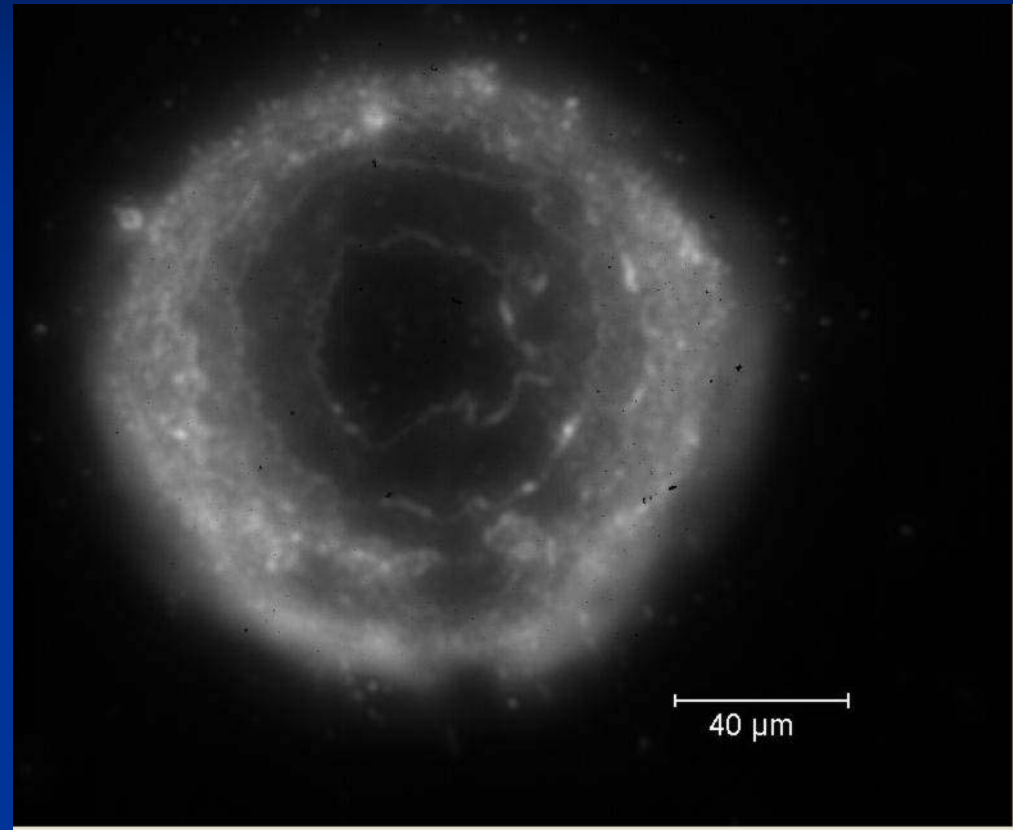


Impulsų skaičius, per kuri pažeidžiama danga, priklausomybė nuo energijos tankio AIDA veidrodžiui

# Pažeidimų paveikslai

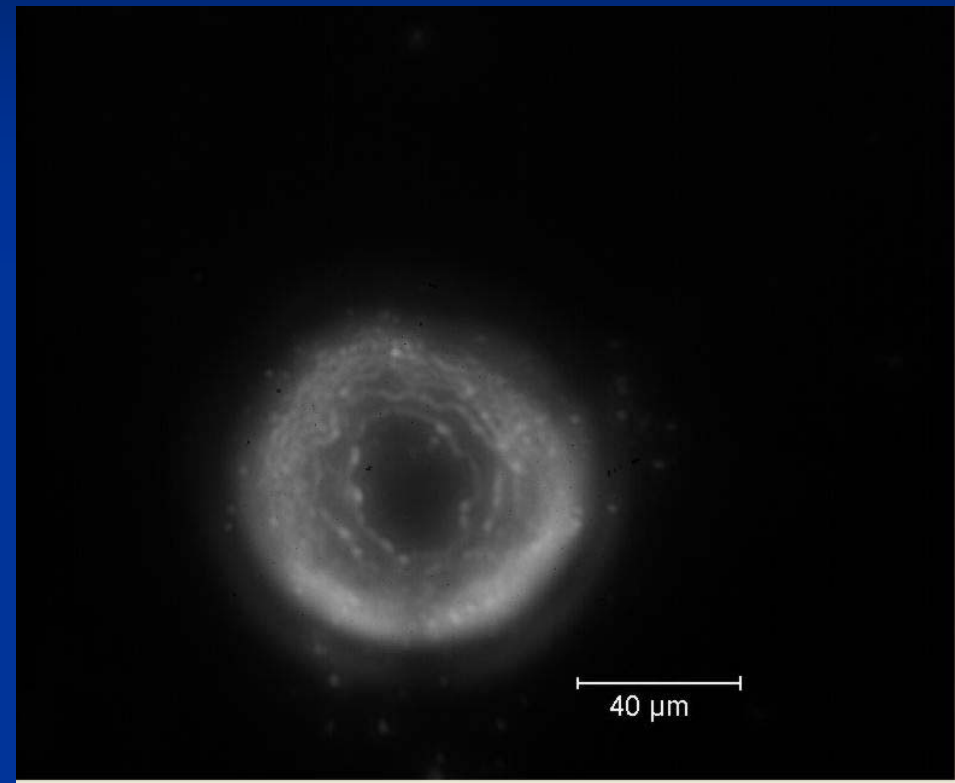
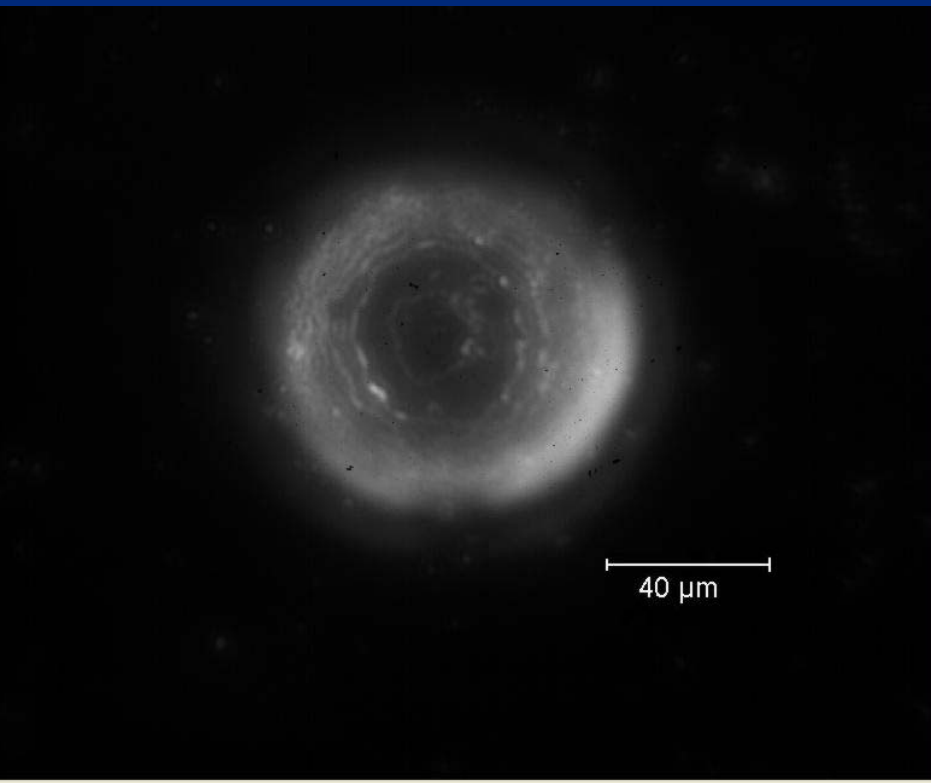


Pluošto skersmuo  $d=189 \mu\text{m}$



Pluošto skersmuo  $d=115 \mu\text{m}$

# Pažeidimų skersmens priklausomybė nuo energijos tankio



$d=53 \mu\text{m}$ , kairėje pažeidimas, kai impulso energijos tankis buvo  $0,68 \text{ J/cm}^2$  (pažeidimo tikimybė lygi 1), dešinėje – energijos tankis  $0,69 \text{ J/cm}^2$  (artimas slenkstinei vertei)

# Pažeidimų skersmenys

Gauti tokie veidrodžių pažeidimo skersmenys:

- $d=189 \text{ }\mu\text{m}$  pažeidimo skersmuo  $d_p=260 \text{ }\mu\text{m}$ ;
- $d=115 \text{ }\mu\text{m}$  pažeidimo skersmuo  $d_p=170 \text{ }\mu\text{m}$ ;
- $d=53 \text{ }\mu\text{m}$  pažeidimo skersmuo  $d_p=80 \text{ }\mu\text{m}$ .

# Rezultatai ir išvados

- Suprojektuota ir sukonstruota testavimo stotis, įgalinanti tirti optinių elementų dangų lazeriu indukuoto pažeidimo slenksčius.
- Išmatuoti veidrodžių 7LN4, Zr10.05N4 ir AIDA5 dielektrinių dangų pažeidimo slenksčiai esant skirtingiems lazerio pluošto skersmenims ant optinių elementų paviršiaus
- Gauta, kad lazeriu indukuoto pažeidimo slenkstis priklauso nuo sufokusuoto pluošto skersmens. Kuo didesnis lazerio pluošto skersmuo, tuo mažesnis pažeidimo slenkstis. Pažeidimo slenkstis ženkliai sumažėjo skersmenį padidinus nuo 189  $\mu\text{m}$  iki 523  $\mu\text{m}$  . Todėl ateityje tiriant pažeidimo slenksčius reikėtų lazerio pluoštą fokusuoti į dėmę, kurios skersmuo didesnis nei 0.8 mm, kaip rekomenduoja ISO 11254-2 standartas.



- Ištirtų dielektrinių veidrodžių pažeidimo skersmuo mažai priklauso nuo impulsų energijos tankio.
- Paskaičiuota, kad vieno veidrodžio pažeidimo slenksčio, eksponuojant kiekvieną vietą po 10 s, t.y. paveikus ją 10 000 impulsų ir imant septynias skirtingas energijos tankio vertes, nustatymo Vilniaus universiteto Lazerinių tyrimų centre savikaina yra apie 252 litus (72,98 eurus).

**Děkoju už děmesj**