

Praktikum IV

LIDAR

2009/2010

LIDAR

(light detection and ranging)

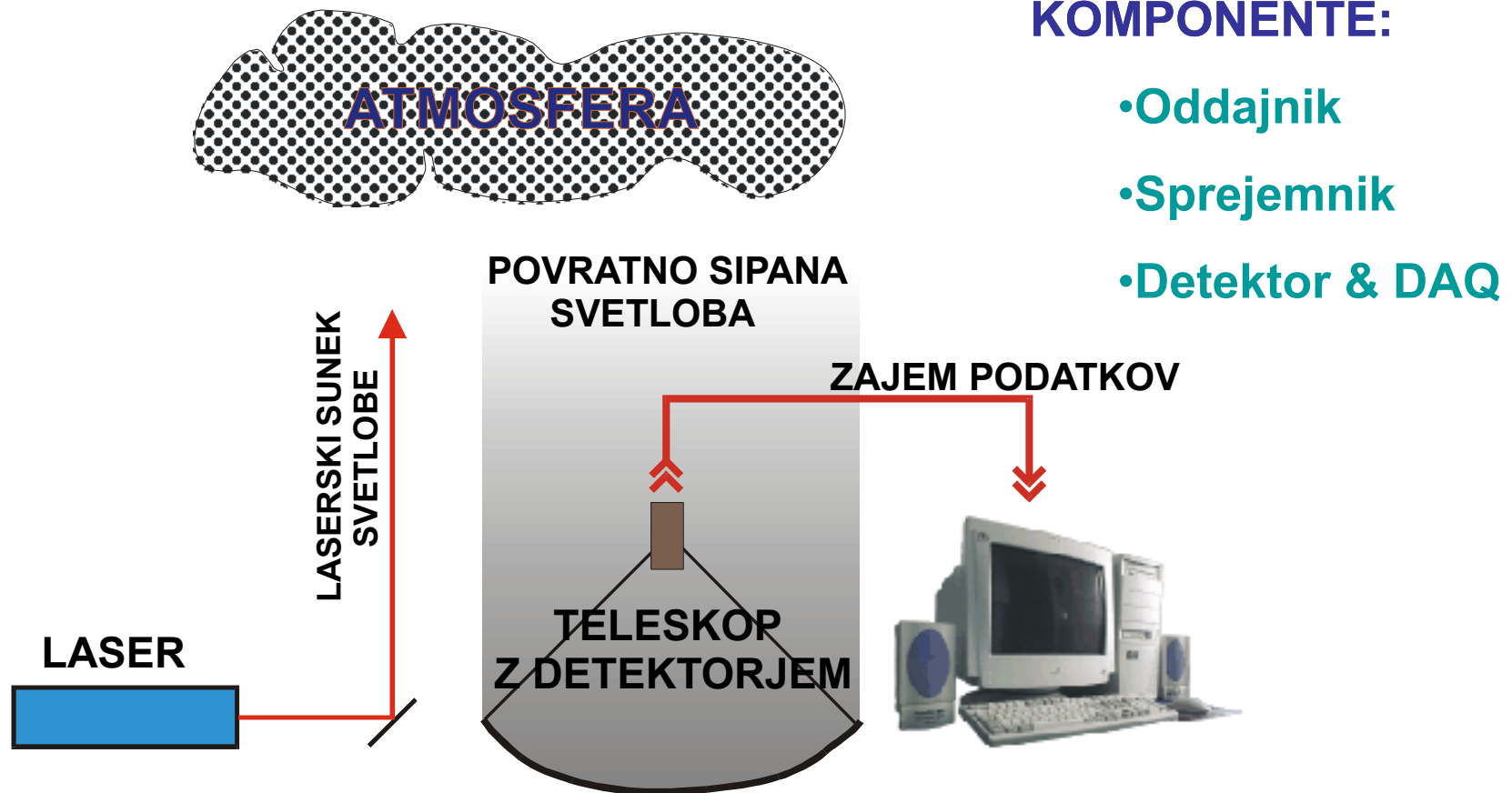
Optična tehnika za zaznavanje na daljavo:

- **Svetlobni snop interagira z medijem**
- **Povratno sipana svetloba nosi krajevno odvisno informacijo o stanju v mediju**

Uporaba:

- **Raziskave atmosfere**
- **3-D mapiranje terena**
- **Gozdarstvo**
- **Raziskave biomase**

LIDAR shematski prikaz



ODDAJNIK

Generira svetlobni sunek in ga usmeri v atmosfero.

(laser)

SPREJEMNIK

Optična naprava ki zbira svetlobo in jo obdelano usmerja na detektor

(refraktorji (do 10cm) reflektorji (nad 10 cm))

(obdelava: filtracija, polarizacija, spektralna razčlenitev...)

DETEKTOR & DAQ

Zazanava svetlobo iz sprejemnika in jo zapisuje.

(fotopomnoževalke, plazovne fotodiode, i-CCD,...)

Zapis: ADC  PC

VRSTE LIDARJEV

ELASTIČNI LIDAR

Svetlobo zaznava na isti ~ valovni dolžini kot jo oddaja.

(koncentracije sipalcev)

DOPLER LIDAR (nekoherentni, koherentni)

Meritev doplerjevega premika zaradi komponente hitrosti sipalcev vzdolž osi žarka.

(hitrost vetra...)

DIAL (diferencialni absorpcijski LIDAR)

Meritve vrši na dveh rahlo razmaknjenih valovnih dolžinah (na in poleg absorpcijske črte za posamezno snov)

(meritev koncentracije posameznih snovi kot NO, O₃, SO₂, CH₄...)

RAMAN LIDAR

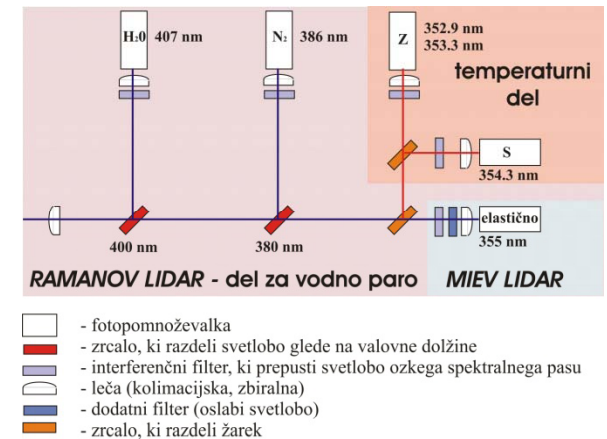
Meri neelastično sipanje (na rotacijskih in vibracijskih nivojih v molekulah)

(meritev koncentracije določenih snovi H₂O, N₂, O₂, S,....)

RESONANČNI LIDAR

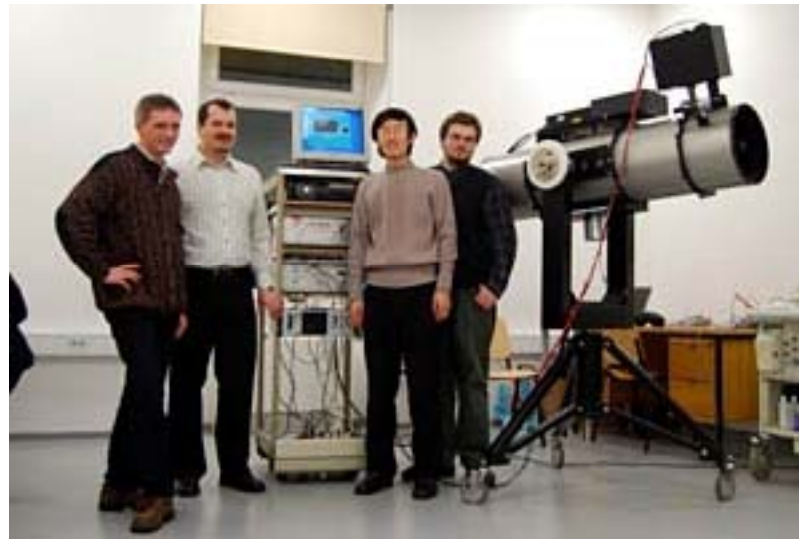
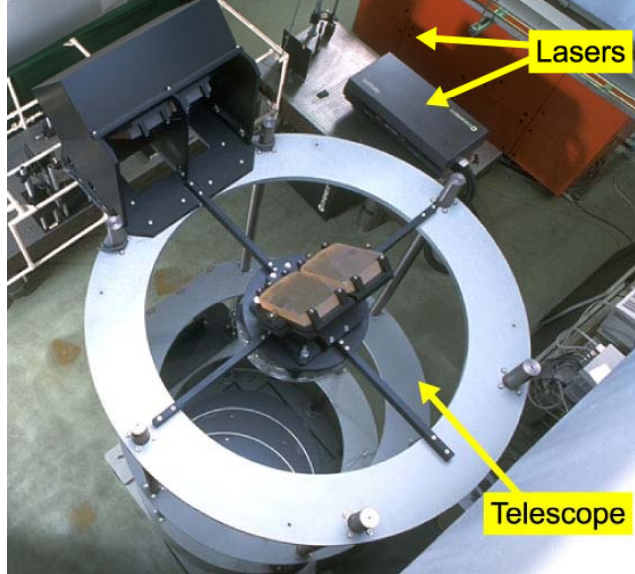
Energija fotona je enaka energiji dovoljenega prehoda v atomu (fluorescenca)

(koncentracije alkalnih kovin (80-120km)....)



Primeri LIDAR naprav

Bird's-eye view of NIES Ozone Laser Radar(LIDAR)



P. Auger LIDAR



Otlica LIDAR: *Opis sistema*



Receiver:

Parabolic mirror (Al coated pyrex with SiO_2 protection), $\Phi=80\text{cm}$, $f=41\text{cm}$

Hamamatsu R7400 photomultiplier protected with UG-1 filter ($\lambda_c = 353\text{nm}$, $\Delta\lambda = 50\text{nm}$)

DAQ:

LICEL TR40-160, 12bit, 40MHz, 16k trace

PC-Linux, NI PCI-DIO-32HS, ROOT

Transmitter:

Quantel Brilliant

355nm, 120mJ, 40Hz

Signal:

Zaznana moč laserske svetlobe $\rightarrow$

Trajanje sunka $\rightarrow$

Geometrični faktor $\rightarrow$

$$P(r) = P_0 \frac{ct_0}{2} \beta(r) \frac{A}{r^2} e^{-2\tau(r)}$$

Začetna moč laserske svetlobe $\rightarrow$

Volumski koeficient povratnega sipanja delež energije sipane v smeri nazaj na enoto prostorskega kota in enoto atmosferske dolžine $\text{m}^{-1}\text{sr}^{-1}$

$\tau(r; r_0) = \int_{r_0}^r \alpha(r') dr'$

Optična globina atmosfere $\rightarrow$

Volumski koeficient absorbcije sipalni presek na enoto atmosferskega volumna m^2/m^3

Koeficient elastičnega sipanja in absorpcijski koeficient sta sestavljena iz prispevka zaradi **sipanja na molekulah plina** ter prispevka zaradi **sipanja na aerosolih**.

Sipanje na molekulah  **Rayleigh-evo sipanje**

Opisuje sipanje elektromagnetnega valovanja na delcih mnogo manjših od valovne dolžine.

Sipanje na aerosolih  **Mie-evo sipanje**

Rešitev Maxwell-ovih enačb za sipanje elektromagnetnega valovanja na sferičnih delcih naključne velikostne porazdelitve.

LIDAR-ska enačba ne ponuja direktne rešitve za obe v njej nastopajoči spremenljivki.

- **Klett:** preko teorije Mie-jevega sipanja izpelje preprosto potenčno povezavo med koeficientoma absorbcije ter povratnega sipanja

$$\beta = C\alpha^k$$

- **Fernald** določitev molekularnega dela absorpcijskega koeficienta na podlagi meteoroloških podatkov
- **Two (Multi) -angle metoda**

Današnje delo

•Konstrukcija naprave LIDAR

- Montaža zrcala
- Določitev fokusa
- Postavitev detektorja v fokus
- Montaža laserja
- Zagotovitev kolinearnosti vidnega polja in laserskega žarka
- Montaža in nastavitev osciloskopa

•Meritev in analiza

- Osnovna LIDAR meritev
- Izračun S funkcije

$$S(r) = \ln \left[\frac{P(r)r^2}{P(r_0)r_0^2} \right]$$