

Primjena i nadogradnja eksperimentalnog postava za konfokalnu mikroskopiju 2-D materijala

Ana Senkić

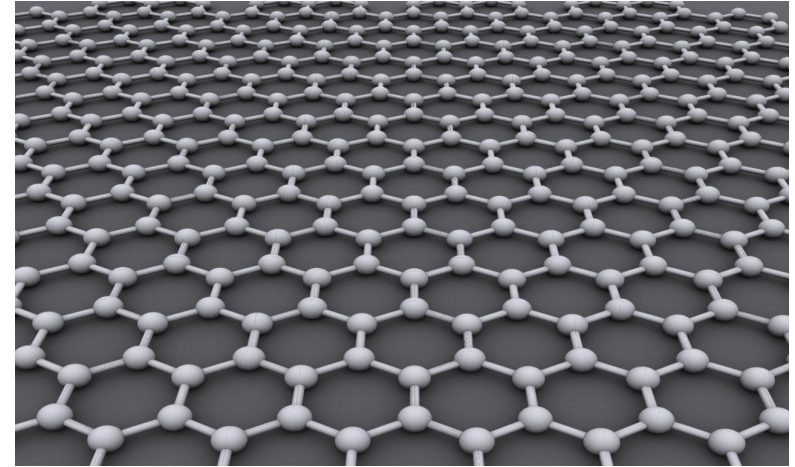
Mentorica: dr.sc. Nataša Vujičić, Institut za fiziku, Zagreb

Pregled

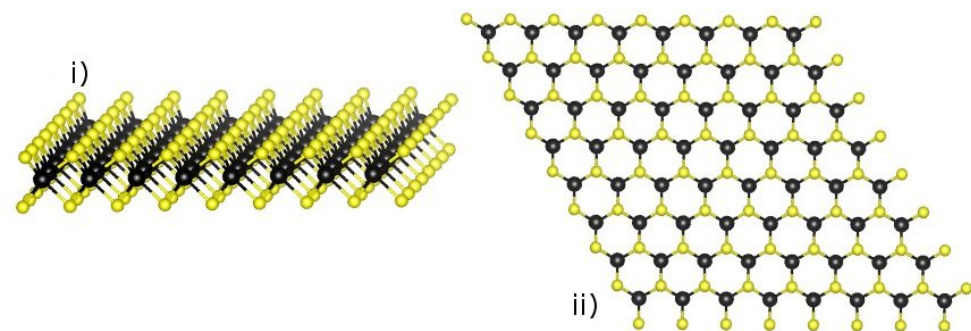
- **Uvod**
- **Eksperimentalne metode**
 - › Mehanička eksfolijacija
 - › Optička karakterizacija
 - › Mjerenje debljina slojeva AFM-om
- **Rezultati**
- **Zaključak**

Uvod

- Grafen kao pokretač novog doba istraživanja materijala
- Alternativni 2-D materijali: dihalogenidi prijelaznih metala (eng. *transition metal dichalcogenides* – TMDs)



Monosloj grafena



Monosloj TMD-a: lijevo: jednosloj TMD-a; desno: prikaz kristalne rešetke odozgo

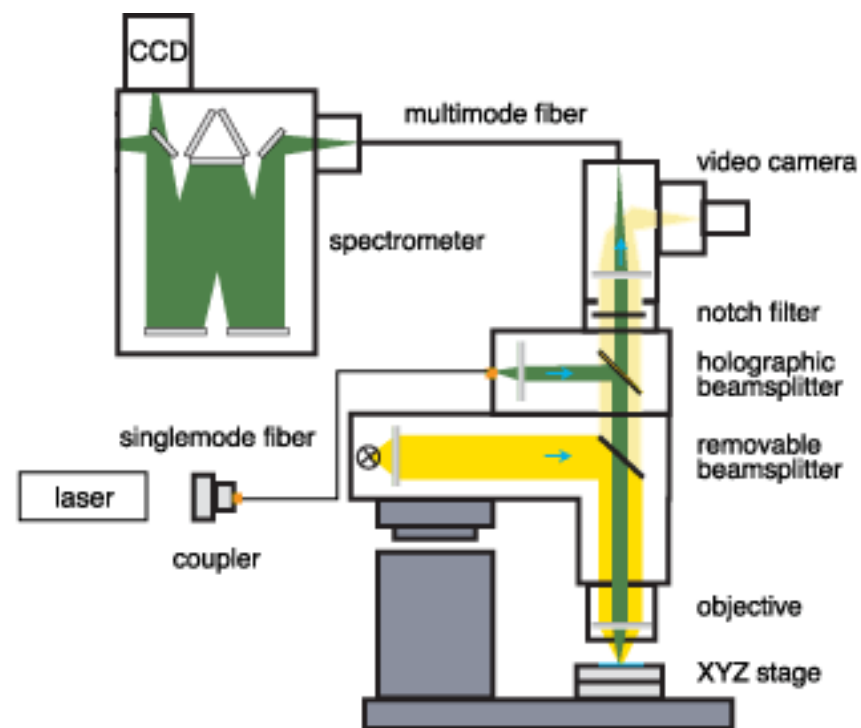
Mehanička eksfolijacija

- Prednosti: proizvodnja čistih, neizmijenjenih uzoraka, jeftina metoda
- Nedostaci: uzorci nasumično poredani na podlozi, nemogućnost kontrole veličine uzoraka (raspon: nekoliko mikrona do 100 μm)



Optička karakterizacija

- Raman spektrograf baziran na konfokalnom mikroskopu
- Uz postojeći laser $\lambda=532$ nm, u tijeku je nadogradnja eksperimentalnog postava laserom veće pobudne energije

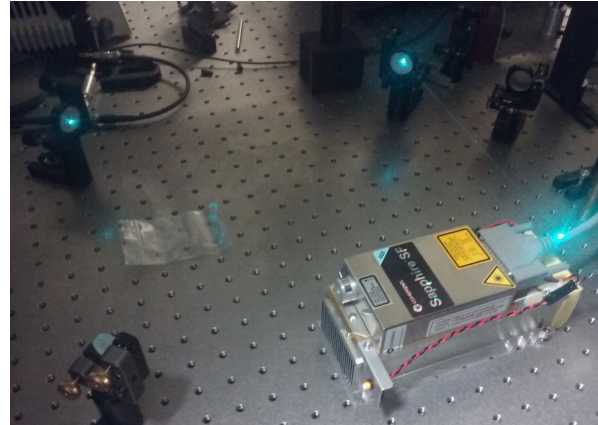


Raman spektrometar sličnog postava kao u Laboratoriju za lasersku mikroskopiju

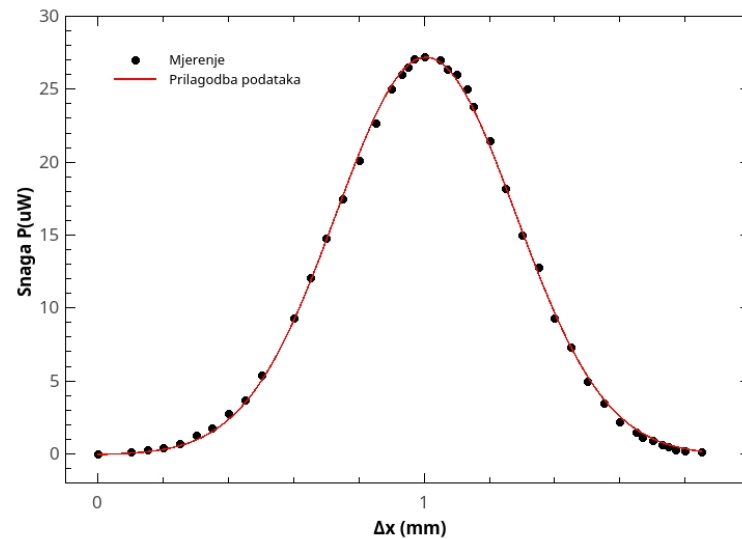
Nadogradnja eksperimentalnog postava

- Potrebno izraditi postav za uhvat zrake u jednomodno optičko vlakno

- Određivanje promjera laserske zrake u tzv. režimu dalekog polja (eng. *far field*)



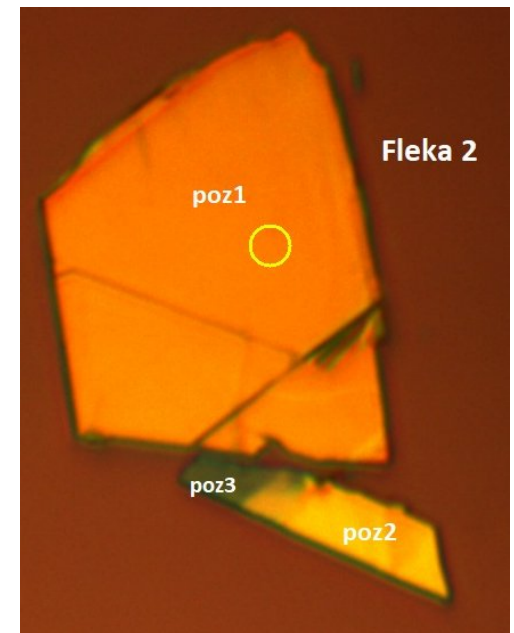
Prikaz novog lasera
 $\lambda=488$ nm



Profil zrake lasera
 $\lambda=488$ nm u far field
režimu

Određivanje debljine slojeva na temelju kontrasta podloge i uzorka

- Kontrast nastaje zbog interferencijskih efekata
- Primjena Fresnelovog zakona: veća debljina uzorka → jači interferencijski efekt



Prikaz prvog eksfoliranog uzorka

Potencijalni jednosloj

- Vrlo blijed kontrast – vrlo tanak uzorak
- Predmet analize rezultata



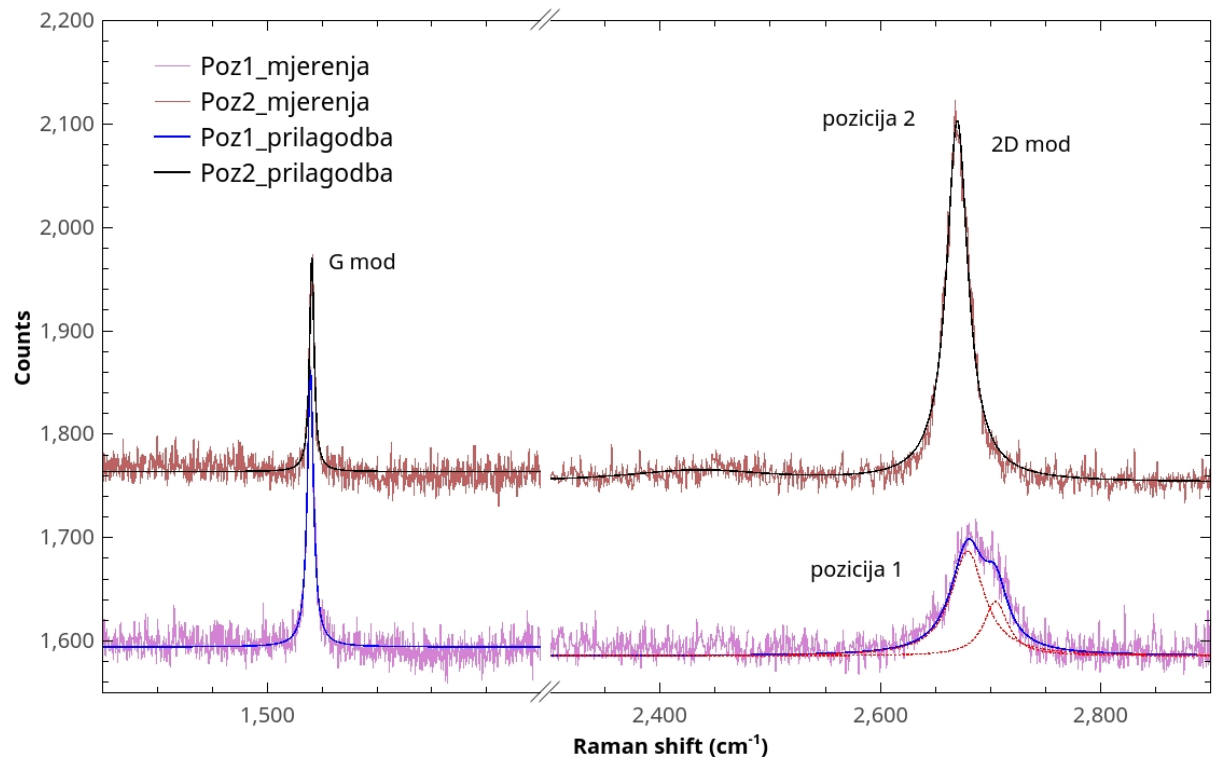
Prikaz stanjenog eksfoliranog uzorka

Rezultati

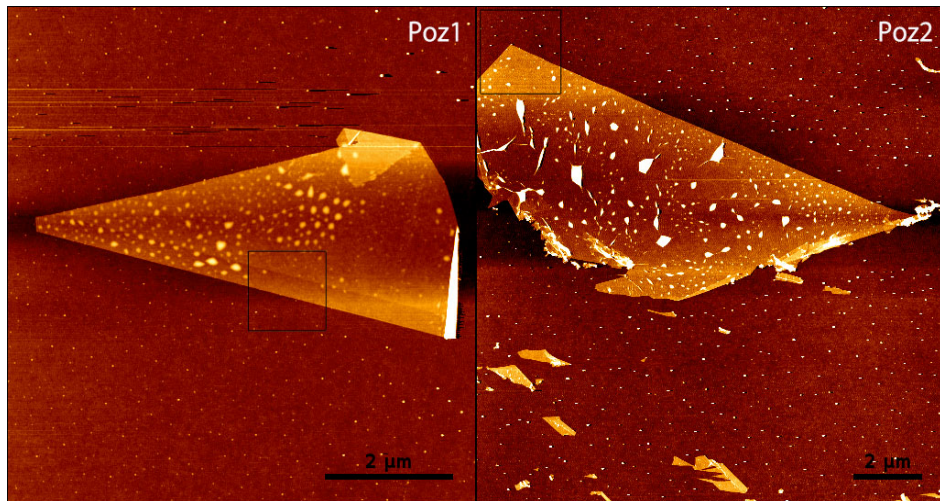
- Raman spektroskopija izvrsna tehnika za:

- Jednoznačno određivanje broja slojeva grafena
- Identifikaciju defekata u grafenu

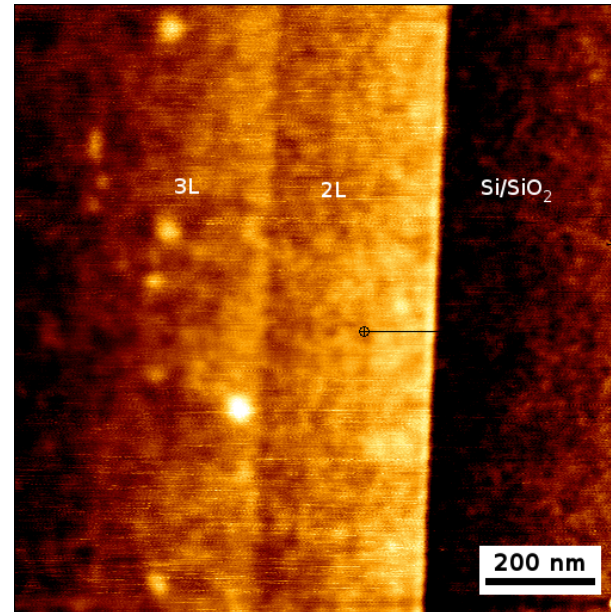
- Komplementarna metoda: AFM



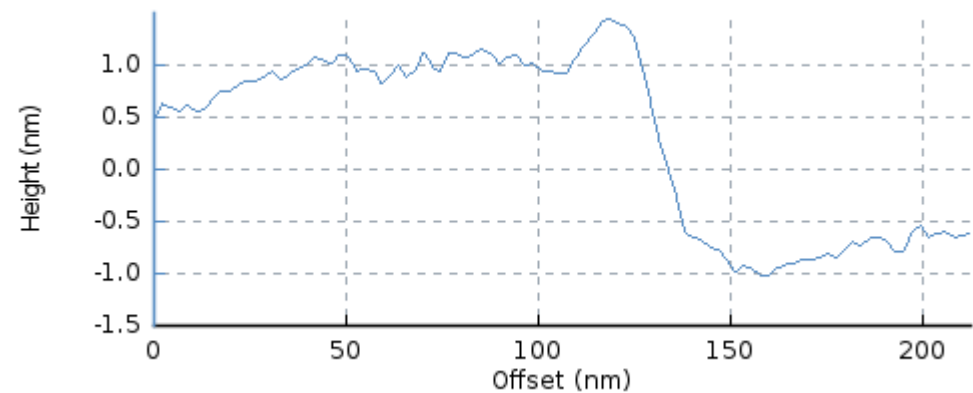
Mjerenje debljina slojeva AFM-om



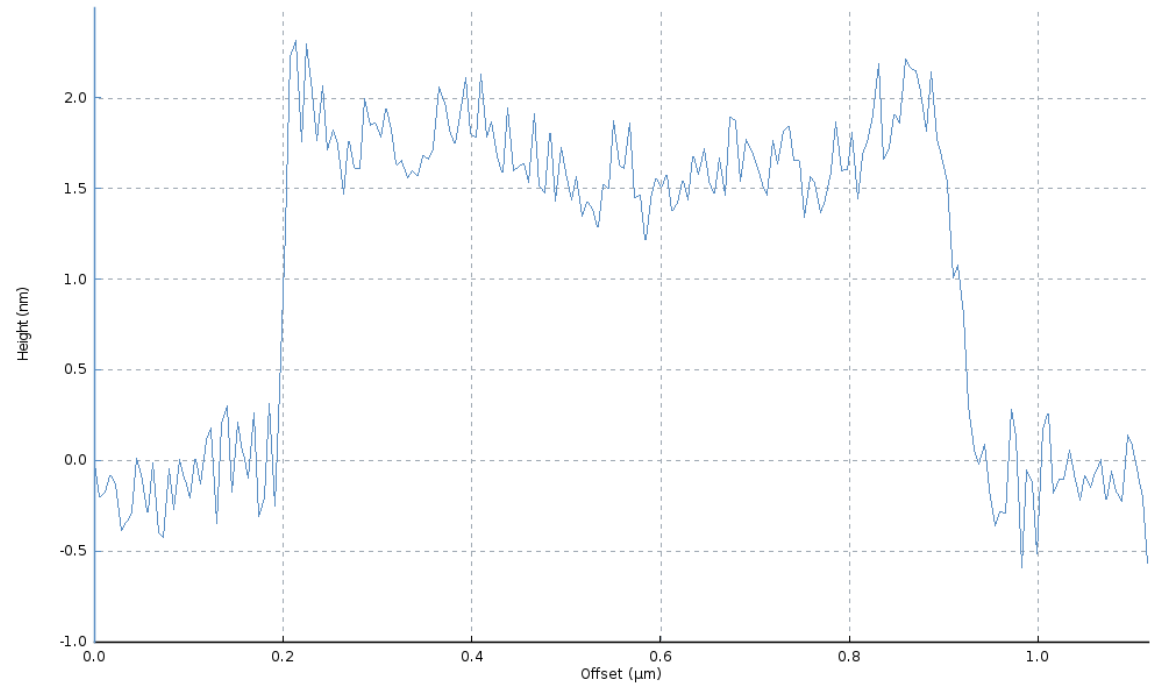
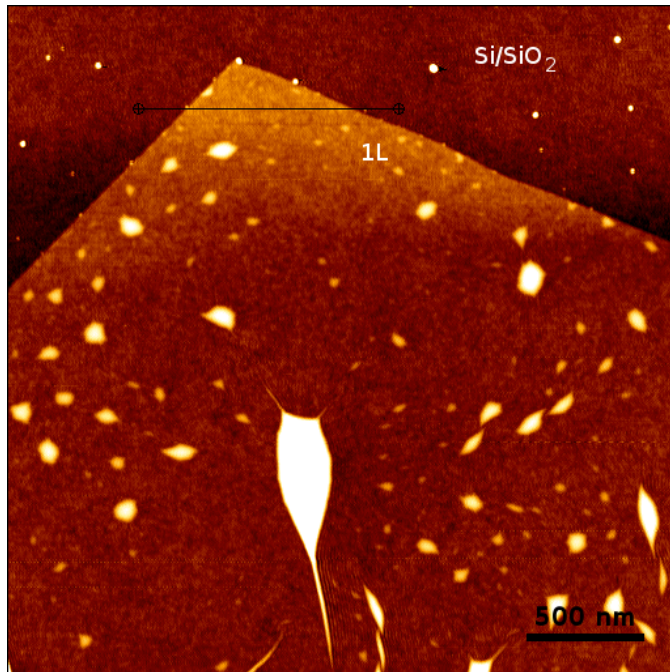
AFM slika snimana u amplitudnom modu grafitnog uzorka (lijevo, poz1) i grafenskog uzorka (desno, poz2).



AFM slika dvosloja (lijevo) i pripadni linijski profil (ispod)



Mjerenje debljine jednosloja AFM-om



AFM slika grafena (lijevo) te pripadajući linijski profil (desno)

AFM nije pouzdana tehnika mjerenja debljine atomski tankih materijala!

Zaključak

- Mehaničkom eksfolijacijom se dobiju čisti uzorci bez mnogo defekata, ali nema mogućnost kontroliranja veličine uzoraka
- Osim grafena, u planu je eksfolijacija TMD-a, poput WSe_2 koji nije bio predmet istraživanja na Institutu za fiziku
 - Nadogradnja postojećeg eksperimentalnog postava novim laserom veće pobudne energije
- Raman spektroskopija omogućuje jednoznačno određivanje vrste materijala: izoliran je jednosloj grafena mehaničkom eksfolijacijom, po prvi put na IF-u
- AFM nije pogodna tehnika za određivanje debljine atomski tankih materijala