

## Sažetak predavanja:

Istraživački projekt nonNano odvijao se u periodu 2020.-2024. i bio je financiran od strane Hrvatske zaklade za znanost pod brojem IP-2019-04-4703. Istraživanja su se odvijala u tri glavna pravca:

- Razvoj nelokalnih modela grednih nosača prikladnih za analize na nanometarskoj razini. Za razliku od klasičnih – lokalnih modela koji se temelje na određivanju naprezanja s pomoću stanja deformacije u promatranoj točki, ovdje se u razmatranje uzima i utjecaj okolice točke. Rezultat su integralni, analitički modeli koji su ovdje razvijeni za termoelastično okruženje, elastično temeljenje i kompozitne materijale. Posebno su ističu rješenja problema utjecaja opterećenja na vlastite frekvencije nanogreda, te vibracije nanogreda u okruženju teškog fluida.
- Razvoj jednodimenzijskog konačnog nano-elementa prikladnog za analizu u Abaqusu. U ovom dijelu istraživanja do izražaja su došle upravo metode strojnog učenja. Razvijen je računalni okvir za analizu nanorešetkastih struktura sačinjenih od jednostrukih ugljikovih nanocijevi koji je po točnosti ekvivalentan analizama molekularne dinamike. Postupak je prikladan za analize na sobnoj temperaturi, što značajno komplicira neuronsku mrežu koja se koristi kao konstitutivni model. Problem se rješava ugradnjom fizikalnih elemenata u samu neuronsku mrežu, što proizlazi iz integrabilne i djelomično konveksne prirode mreže. Naposljetku se prikazuje trenutno stanje implementacije na nanogredne konačne elemente.
- Gore razvijeni jednodimenzijski konačni elementi sada se koriste u optimizaciji mehaničkih nanostrukture i u optimizaciji strukture metamaterijala zasnovanih na ugljikovim nanocijevima. Razvijeni su metamaterijali i nanostrukture s ekstremnim mehaničkim značajkama. Nadalje, ovaj se algoritam želi iskoristiti i pri razvoju makroskopskih struktura izrađenih od gume koje imaju posebne mehaničke značajke. Stoga je bilo potrebno zamijeniti gore razvijeni konstitutivni model nanocijevi s konstitutivnim modelom gume. Ovo je zahtijevalo razvoj nove neuronske mreže prikladne za hiperelastične materijale, ponovno s ugrađenim fizikalnim ograničenjima. Trenutno se radi na eksperimentalnoj verifikaciji rezultata.