



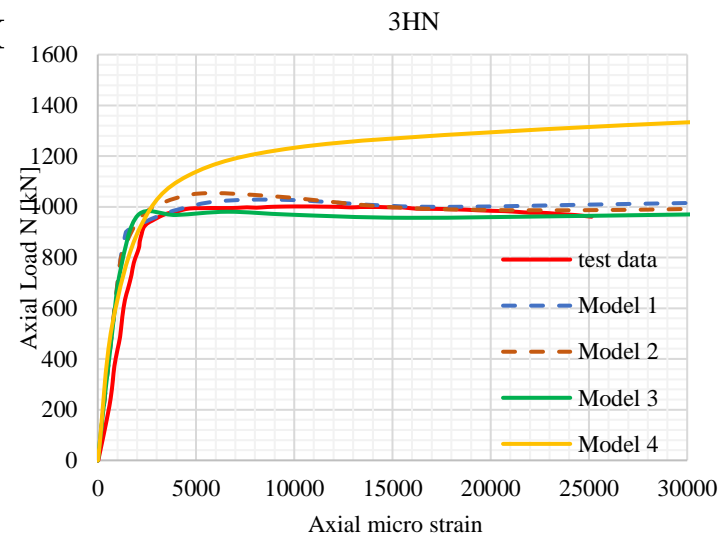
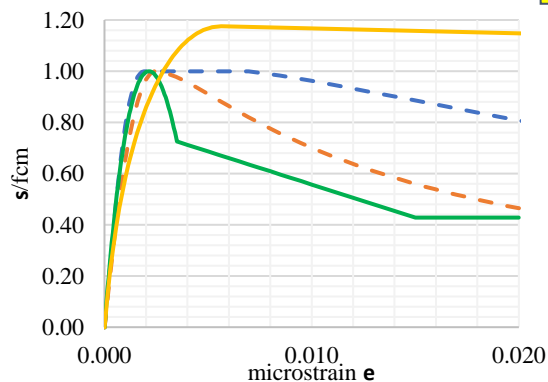
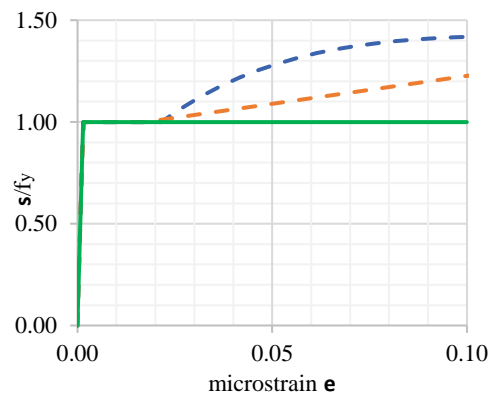
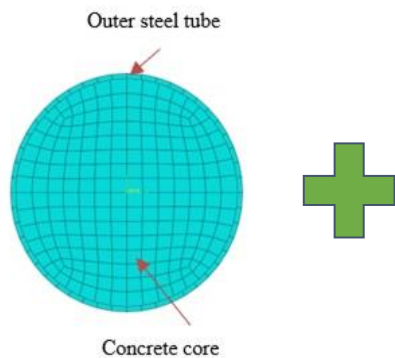
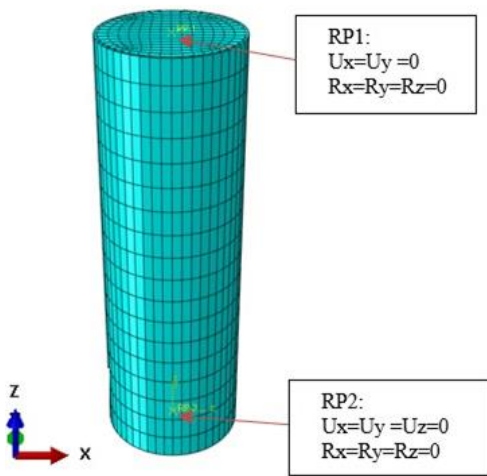
# ПРОЈЕКТИ ДОКТОРАНАДА ГРАЂЕВИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

-ИСТРАЖИВАЧКЕ ТЕМЕ-

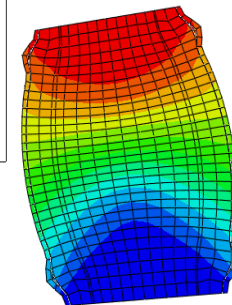
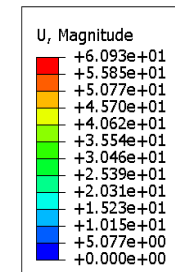




# Нумеричко моделирање спрегнутих CFST стубова од обичног бетона и бетона са рециклираним агрегатом



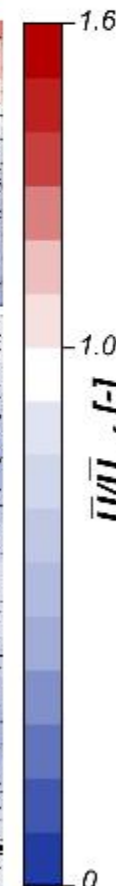
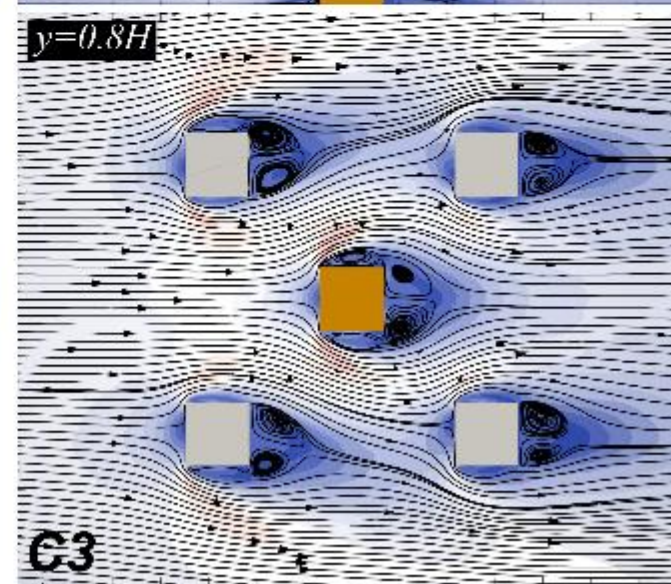
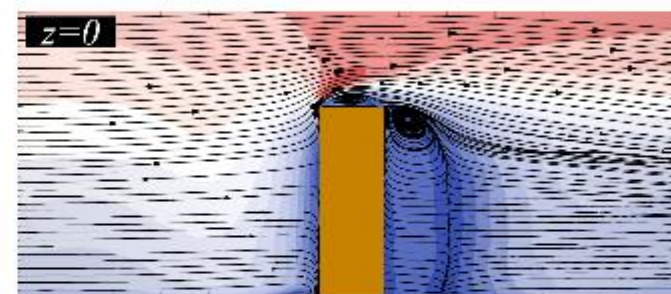
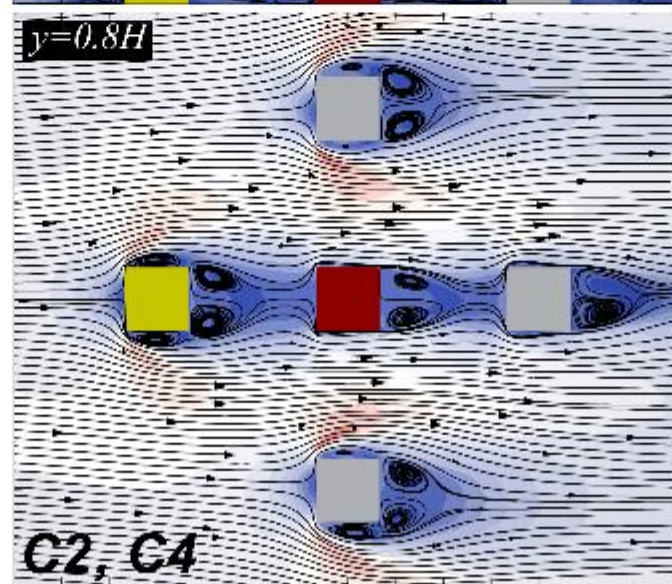
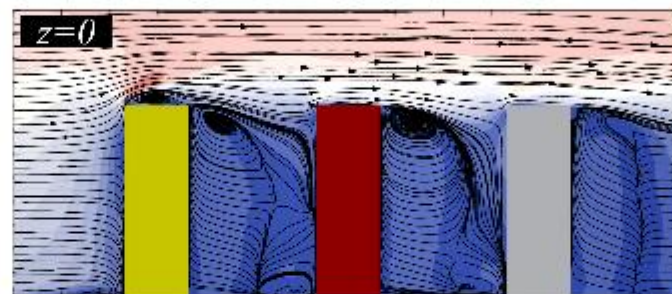
Валидација  
 нумеричког  
 модела са  
 експерименталним  
 подацима



Турор: в.проф. др Светлана Костић  
 Студент: Јелена Николић



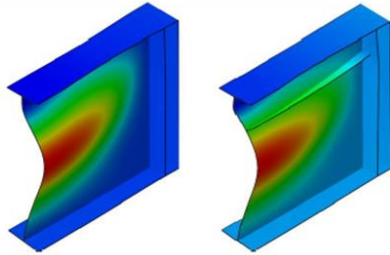
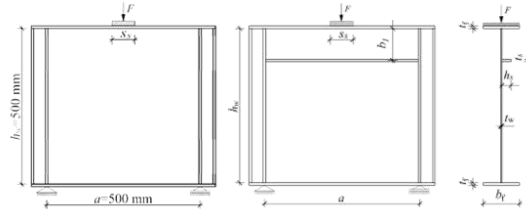
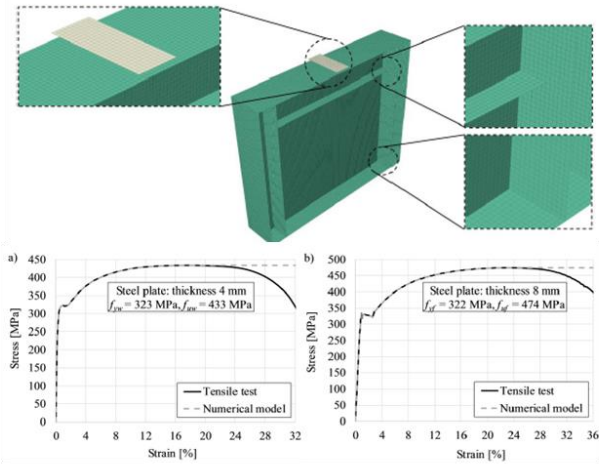
# Analiza uticaja vetra u urbanim sredinama primenom numeričkih metoda





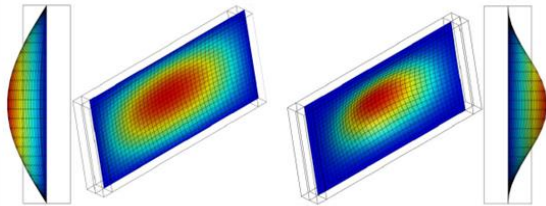
# Гранична носивост и еластична критична сила челичних носача оптерећених локализованим оптерећењем

Моделирање носача

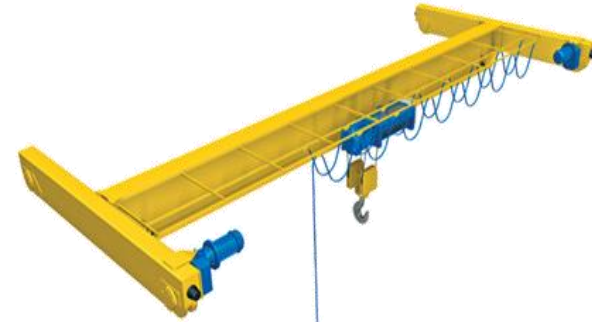
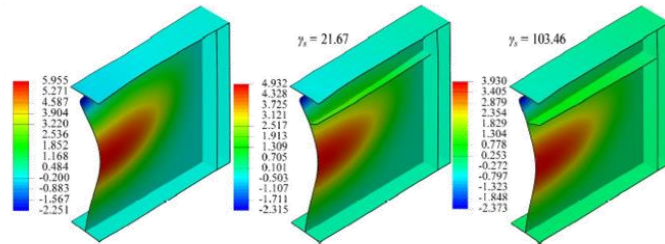
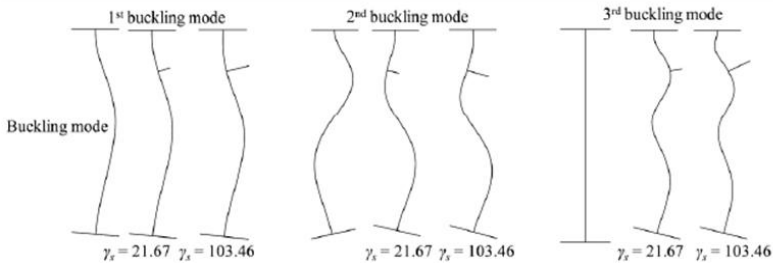
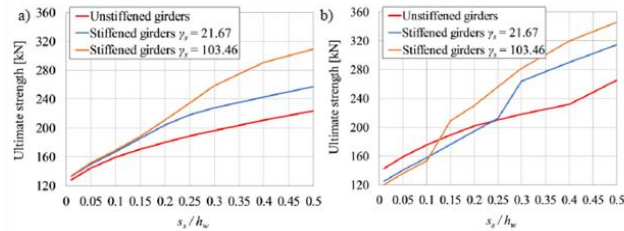


Избочавање носача при дејству patch loading-a

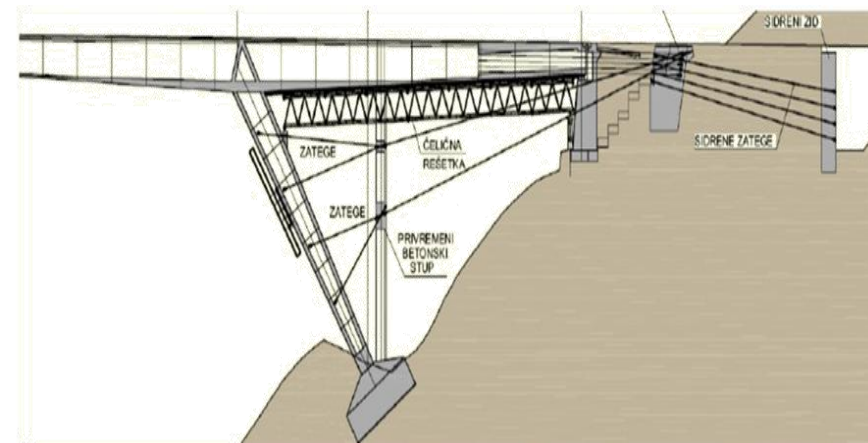
Утицај геометријских имперфекција носача



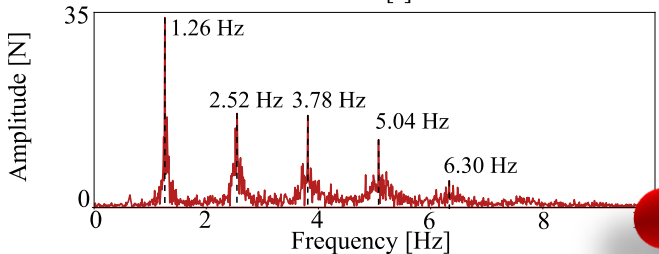
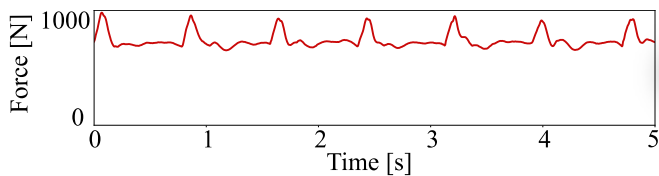
Гранична носивост анализираних носача



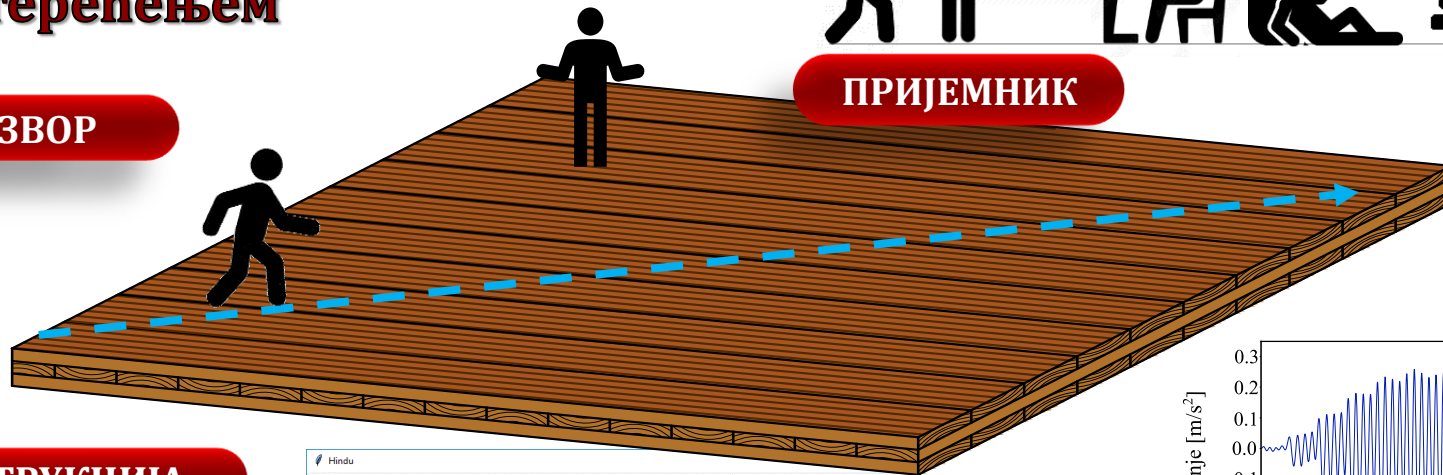
ПРИМЕНА Patch loading-a НА КОНКРЕТНЕ ПРОБЛЕМЕ И СЛОЖЕНА НАПОНСКА СТАЊА



# Пробабилистичка анализа граничног стања употребљивости CLT таваница с аспекта вибрација индукованих пешачким оптерећењем

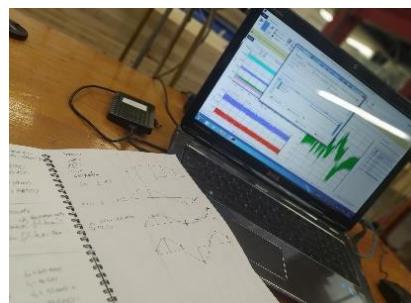
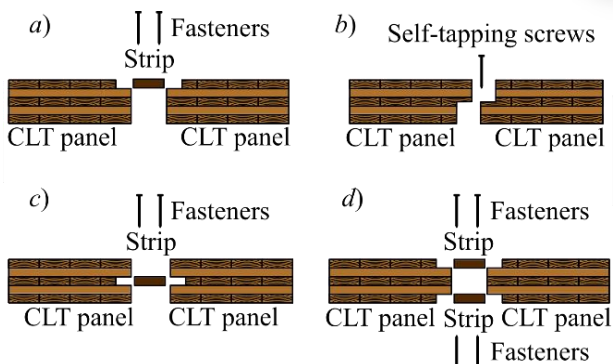


**ИЗВОР**



**ПРИЈЕМНИК**

**КОНСТРУКЦИЈА**



**ПРОРАЧУН ВИБРАЦИЈА**

Software for calculation of human-induced vibrations of floors

START

Input Parameters:

- Pedestrian Weight: 750 [N]
- Step Length: 0.6 [m]
- Time Increment: 0.01 [s]
- Walking Rate: 2.15 [Hz]
- Damping Ratio: 3.5 [%]

Walking Path:

	X	Y
Starting Point	0.0	0.0
End Point	12.0	6.0
Recipient Point	6.0	3.0

Available modes: MODE 1, MODE 2, MODE 3, MODE 4

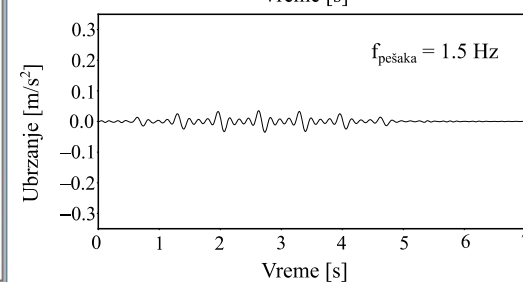
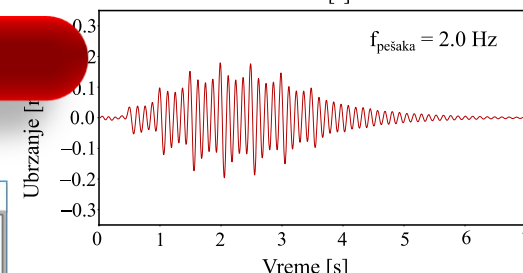
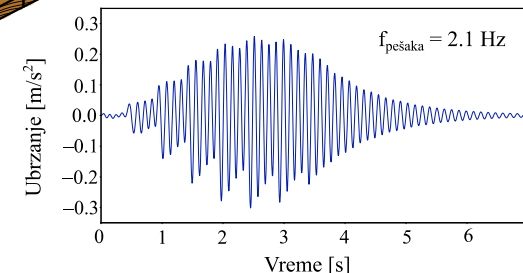
Max. Acceleration:  $a = 0.5573 \text{ ms}^{-2}$

Acceleration

Velocity

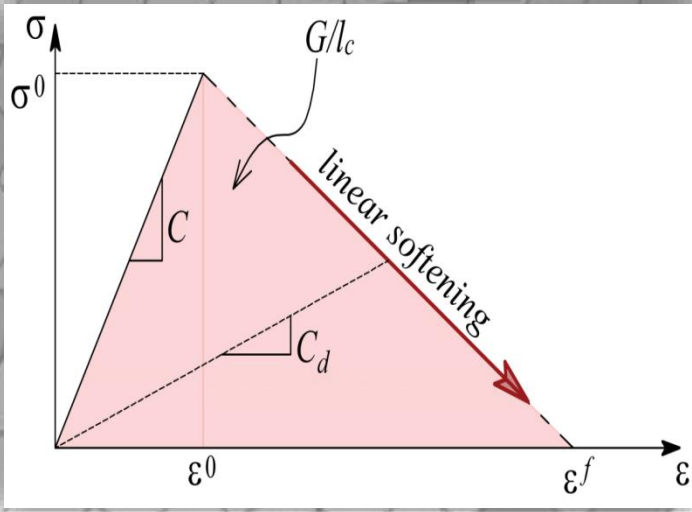
Displacement

aRMS



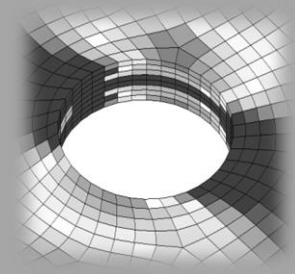
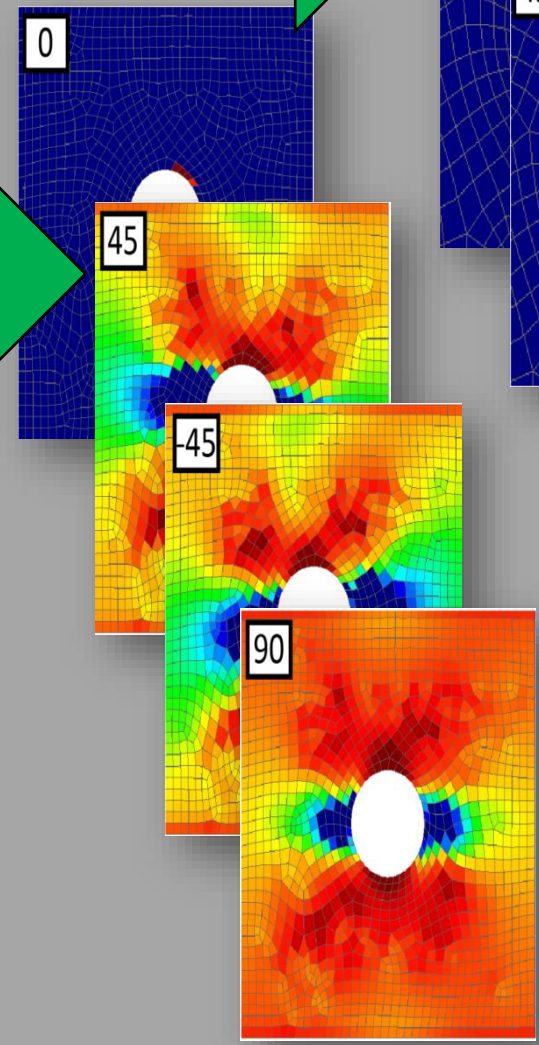
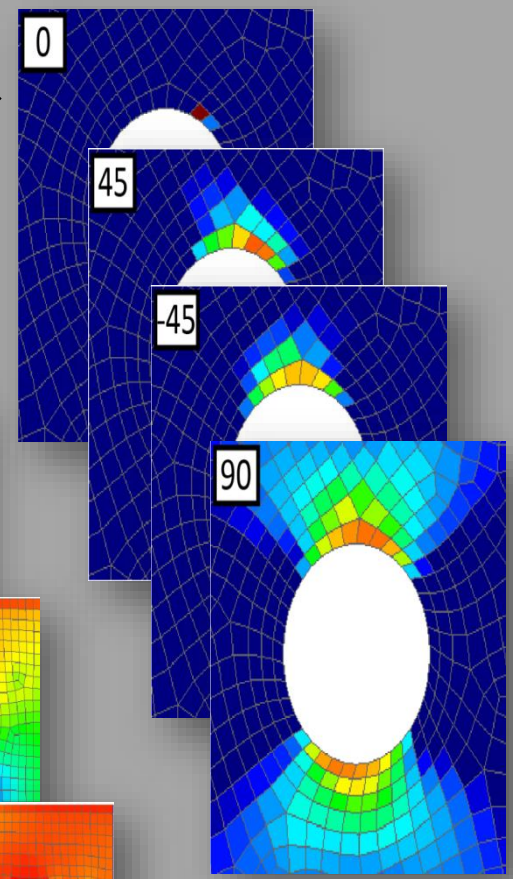


Smeared-Crack-Band



Matrix Tension Failure Patterns

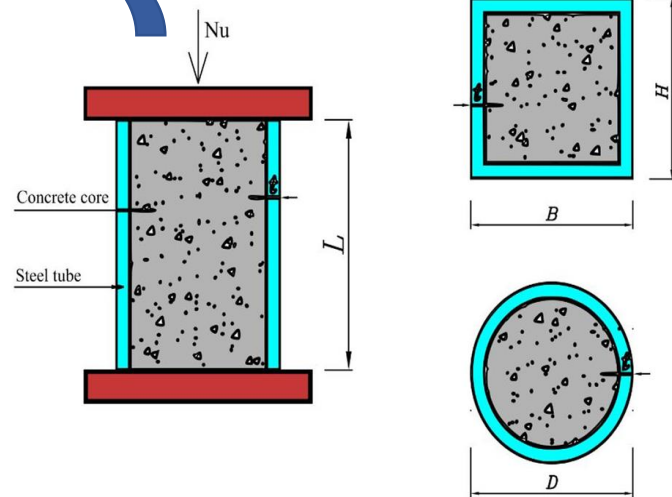
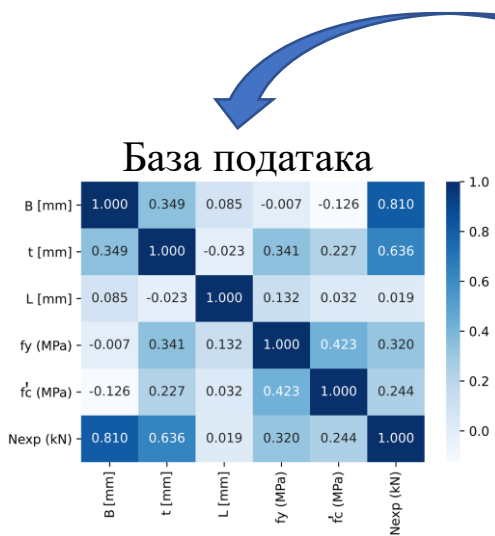
Fiber Tension Failure Patterns



Full-Layerwise-Theory-based Finite Elements

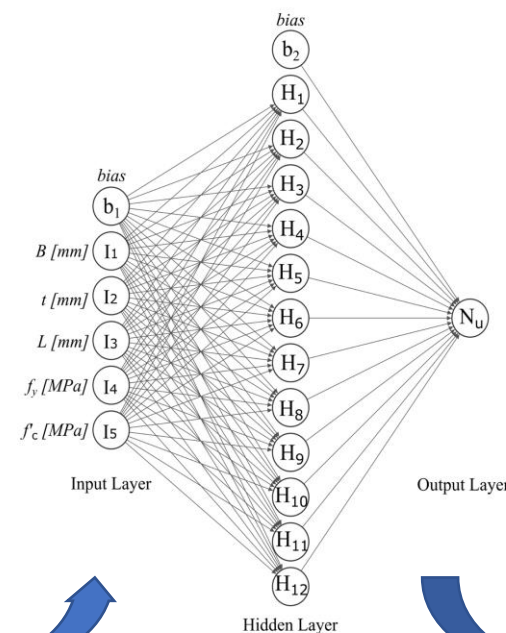
Progressive failure analysis of laminar composites under three-dimensional stress state using layered finite elements

# Примена техника машинског учења у области спрегнутих CFST стубова

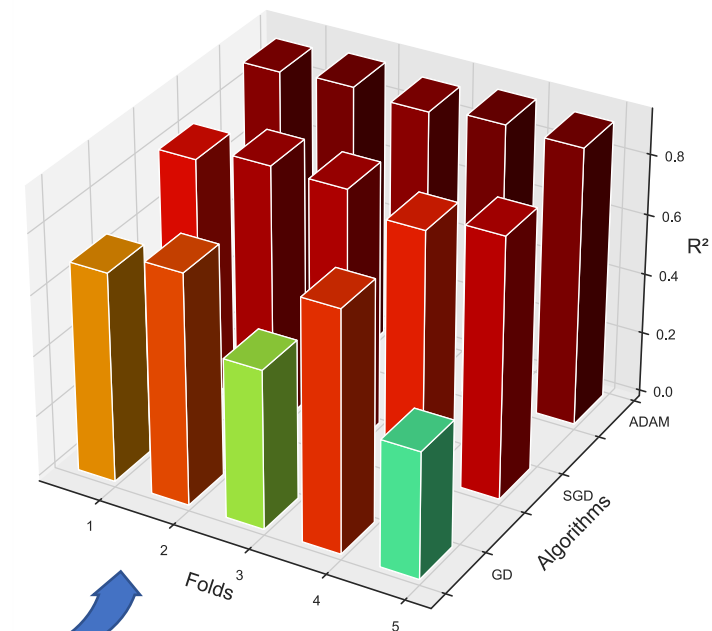


Аксијално напрезање CFST стуба

Вештачка неуронска мрежа



Перформансе ML алгоритама



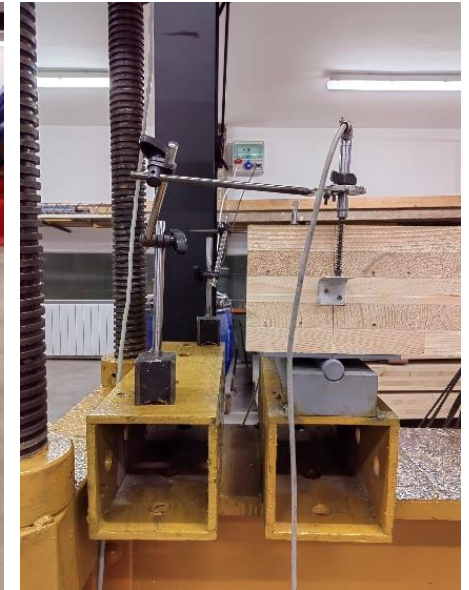
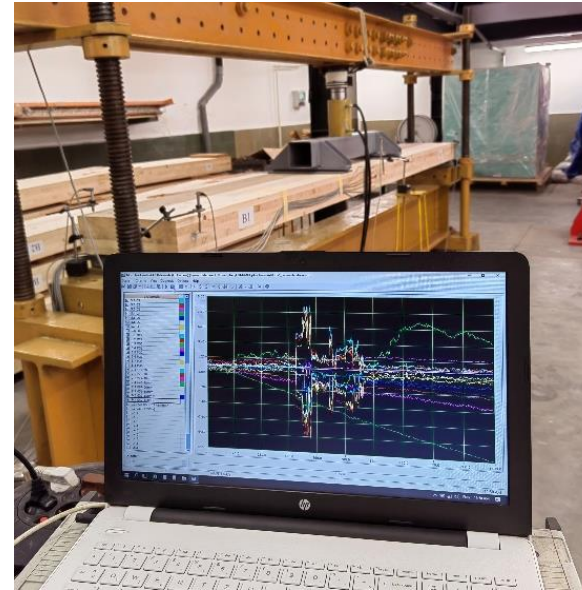
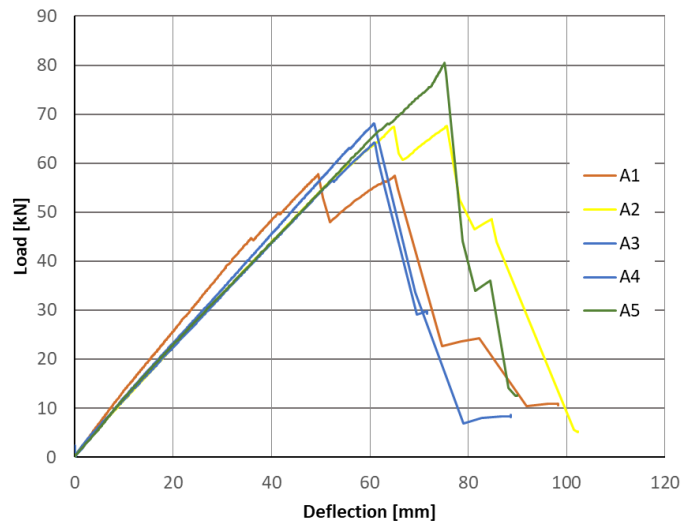


# Експериментална испитивања унакрсно ламелираног дрвета

Студијски програм: Грађевинарство

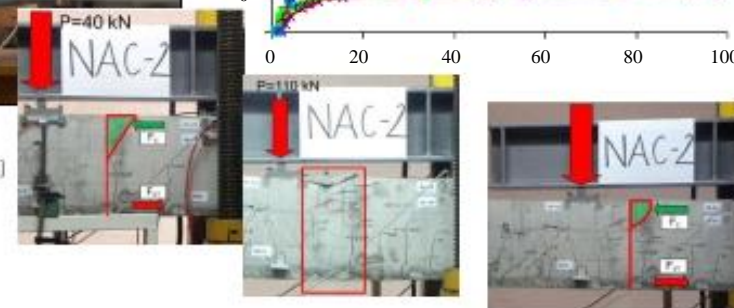
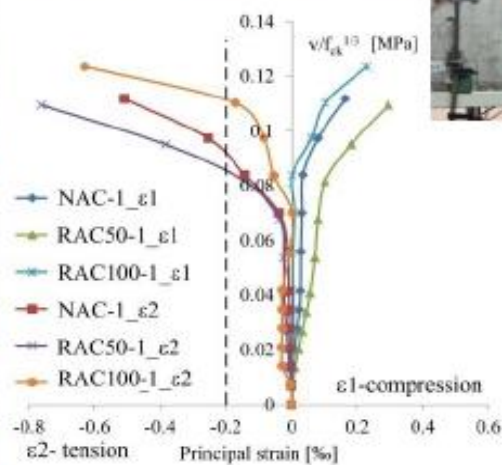
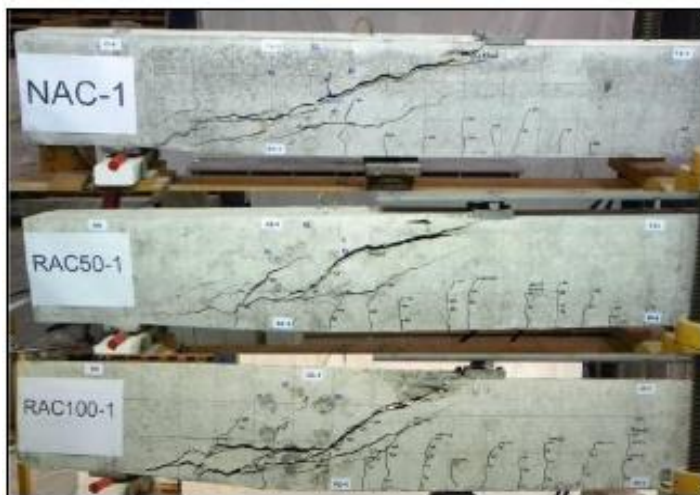
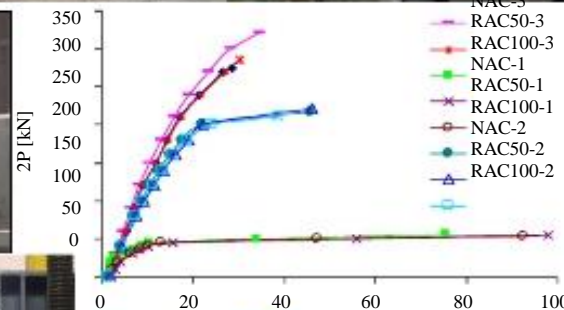
Ужа научна област: Дрвене и зидане конструкције

- Експериментална испитивања узорака направљених од унакрсно ламелираног дрвета, што је у склопу научног пројекта *Towards Sustainable Buildings: Novel Strategies for the Design of Vibration Resistant Cross-Laminated Timber Floors – Substrate4CLT* (Фонд за науку Републике Србије)





# ARMIRANOBETONSKE KONSTRUKCIJE OD ZELENIH BETONA



**RECIKLIRANI BETONI**

**Ivan Ignjatović**

# ARMIRANOBETONSKE KONSTRUKCIJE OD ZELENIH BETONA

## Cementni beton

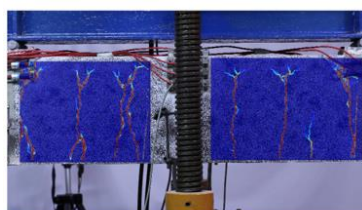


Voda Cement Sitan agregat Krupan agregat Vazduh

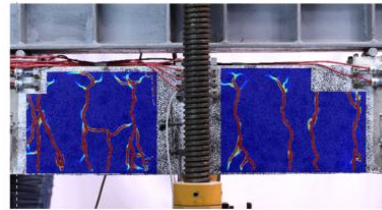
## HVFAC



Voda Cement LP Sitan agregat Krupan agregat Vazduh

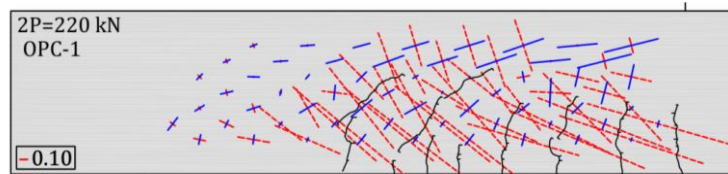


OPC-1 - LOM

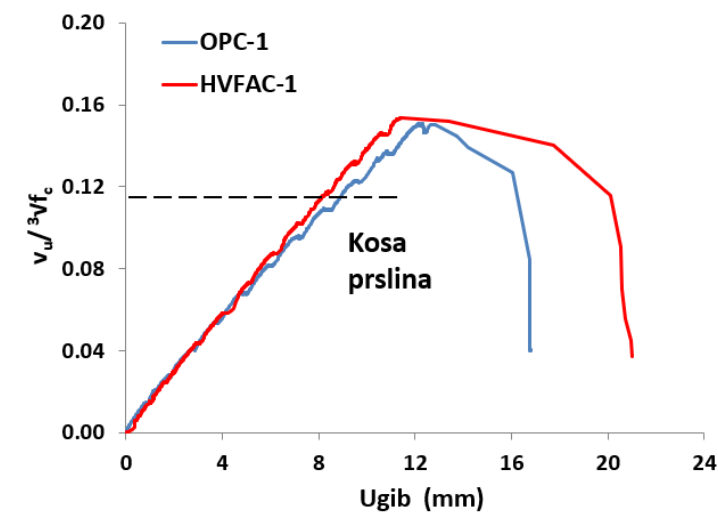
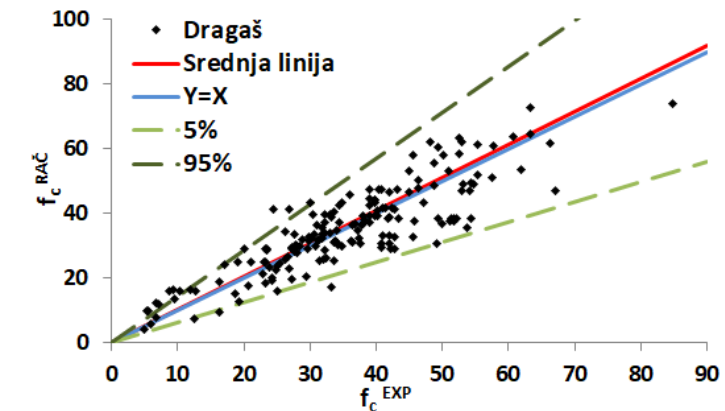
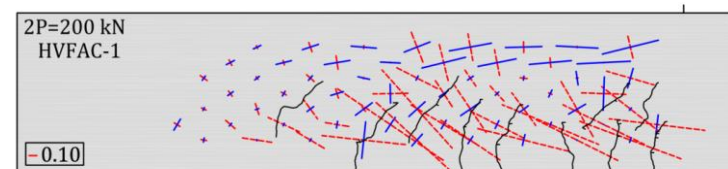


HVFAC-1 - LOM

OPC-1



HVFAC-1



**AB GREDE OD BETONA SA  
VELIKIM SADRŽAJEM LETEĆEG  
PEPELA**

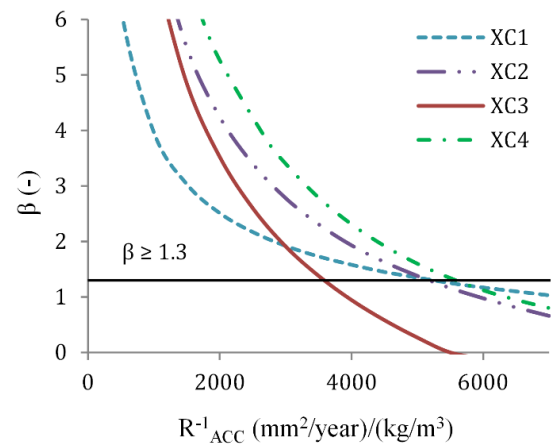
**Jelena Dragaš**



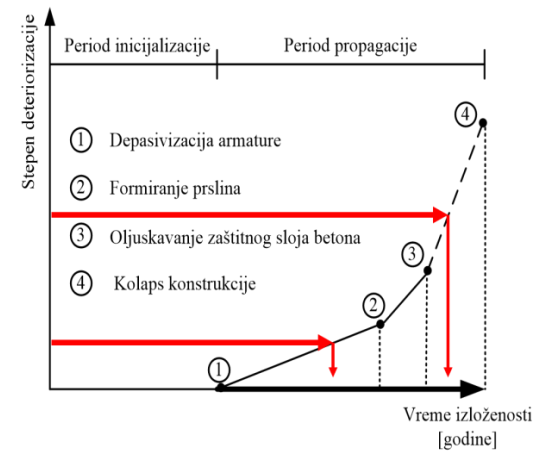
# OCENA STANJA, UPOTREBNI VEK I TRAJNOST ARMIRANOBETONSKIH KONSTRUKCIJA



Ubrzani karbonatizacioni test



Probabilistički proračun upotrebnog veka betonskih konstrukcija



Uzimanje uzorka in-situ za formiranje hloridnog profila



Ispitivanje otpornosti na dejstvo hlorida



Ispitivanje indeksa trajnosti (Durability Index, DI)



Ispitivanje stepena korozije armature

Ivan Ignjatović

Vedran Carević



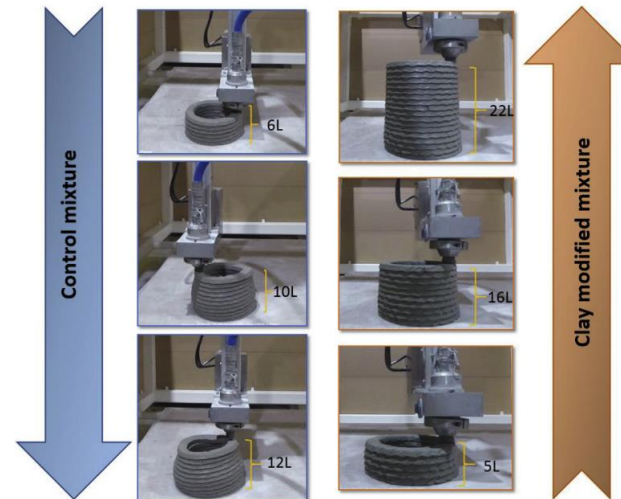
# 3D ŠTAMPANI BETON / 3D PRINTED CONCRETE



3D printer at FCE BG / 3D štampač betona na Građevinskom fakultetu u Beogradu



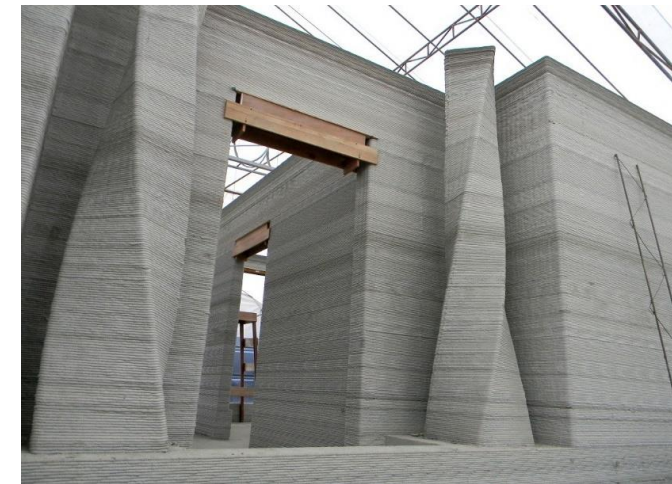
Flow test (at FCE BG)



Buildability test (B. Panda et al. 2019)

MATERIAL TESTING

## APPLICATION



Hotel Suite Philippines (2015)

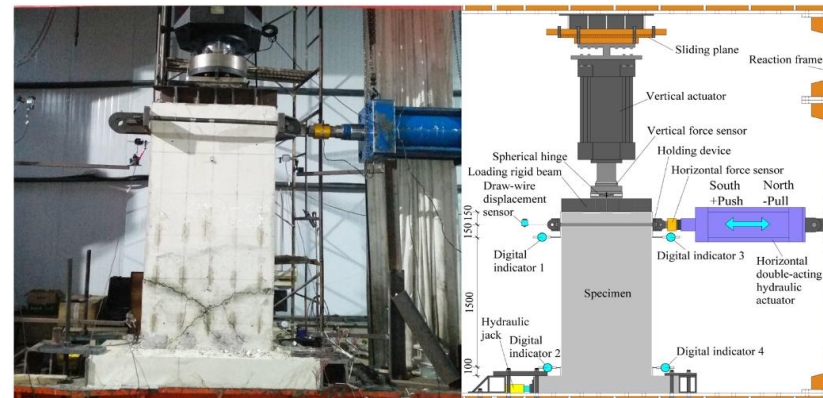


Pedestrian bridge Zurich (2021)

PhD candidate:  
Stefan Mitrović

Supervisor:  
Ivan Ignjatović

Cycled loading test on concrete wall (Qiao et al. 2019)



STRUCTURAL TESTING

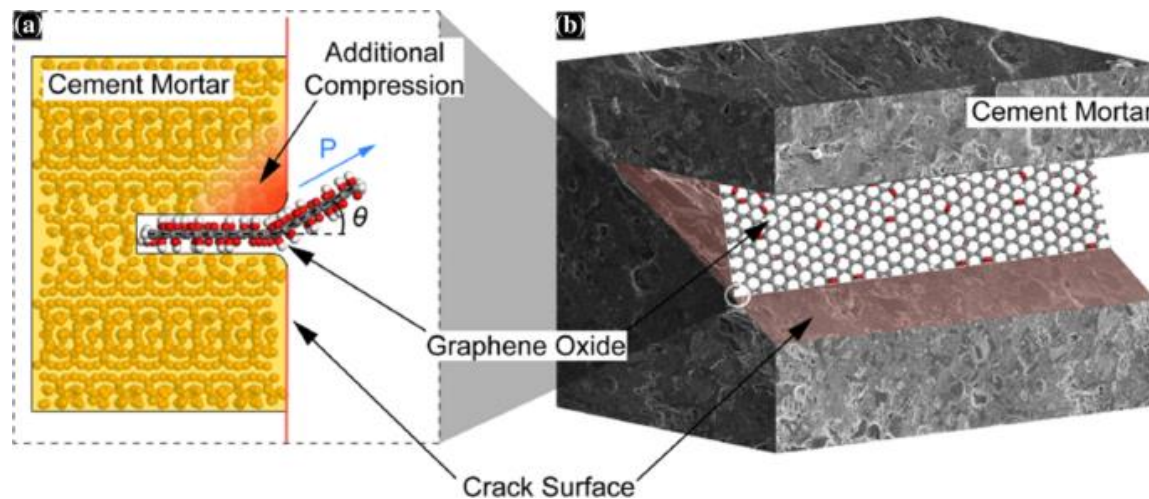


# PRIMENA GRAFEN OKSIDA U BETONU

GRAFEN se sastoji od jednoslojnog atoma ugljenika, koji je pre svega čvrsto upakovan u dvodimenzionalni (2D) okvir u obliku saća. Ovo je najtanji trenutno poznati materijal i spada u grupu NANOMATERIJALA.

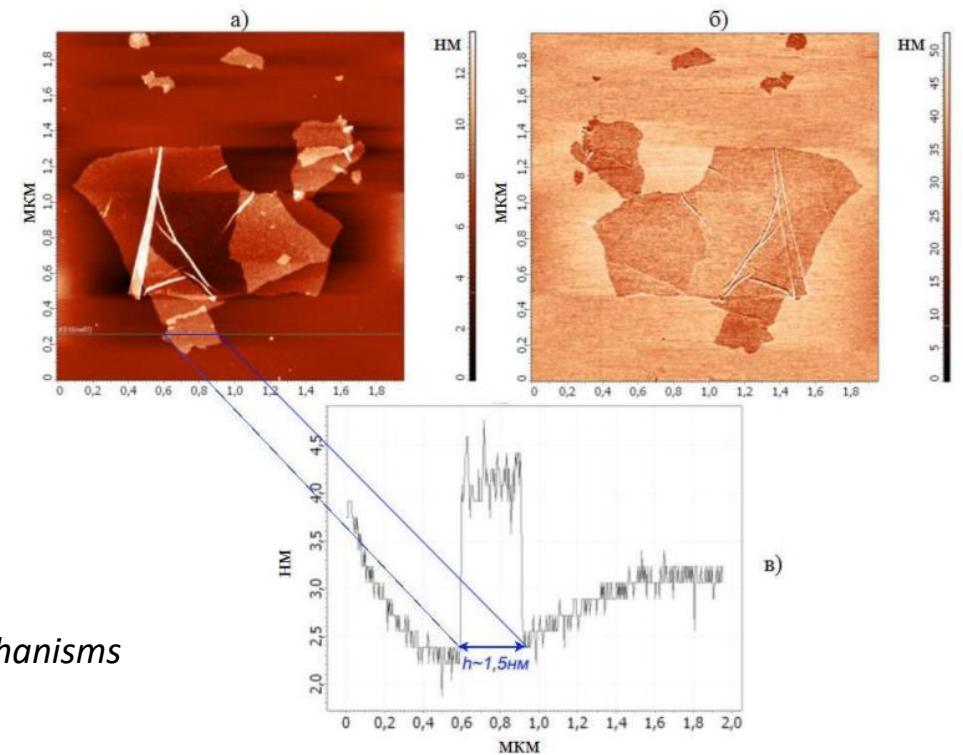
SVOJSTVA: ojačanja cementne matrice, pospešuje proces hidratacije cementa i pomaže formiranju produkata hidratacije, što dovodi do veće brzine oslobađanja toplote.

MEHANIZAM U CEMENTNOJ MATRICI:



*The interaction of graphene oxide with cement mortar: implications on reinforcing mechanisms (Yao et al, 2022)*

**PhD candidate: Snežana Laketić**  
**Supervisor: Ivan Ignjatović**

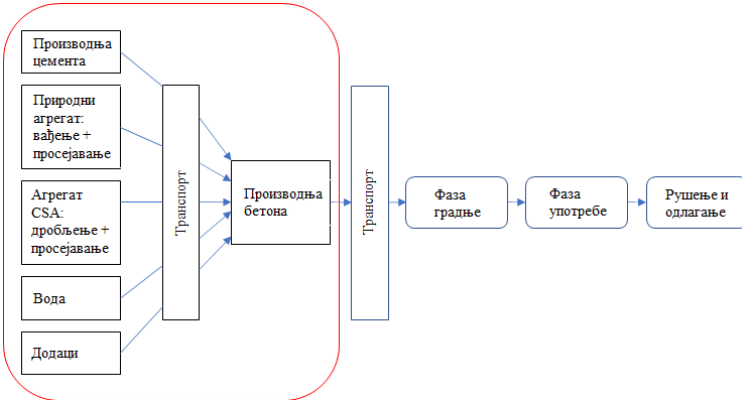


*Morfologija grafen oksida analizirana primenom atomic force microscopy*

**АНАЛИЗА ЖИВОТНОГ ЦИКЛУСА (Life cycle analysis – LCA)**

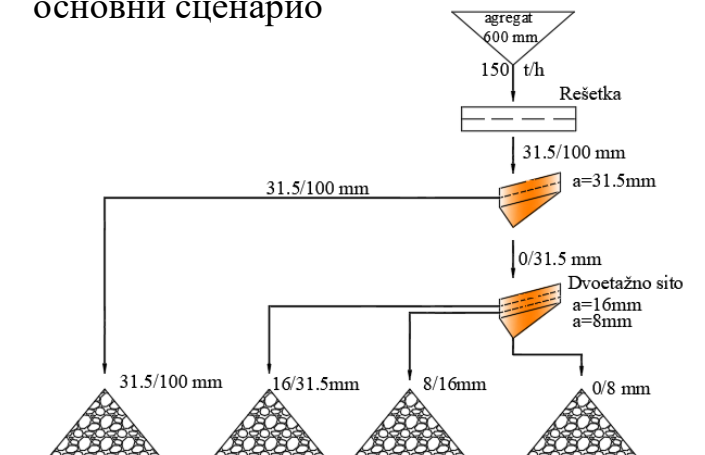
**1. Методологија**

Животни циклус бетона са делимичном заменом агрегата бакарном шљаком



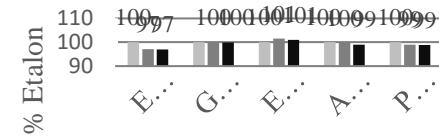
**2. Улазни подаци анализе**

Технолошка шема просејавања бакарне шљаке - основни сценарио

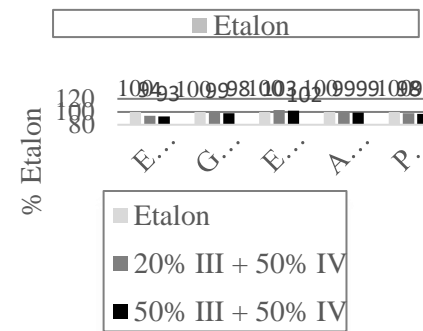


**3. Резултати анализе**

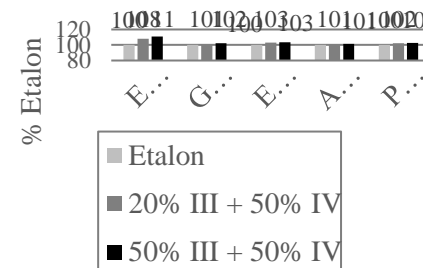
Индикатори категорије утицаја



(a) Основна претпоставка



(б) Дробљени природни агрегат

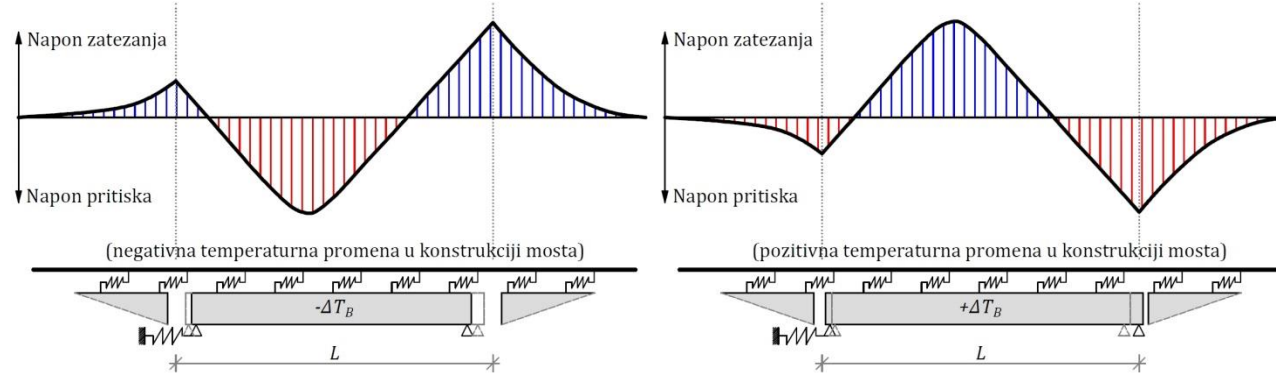


(ц) Транспорт до 50 км

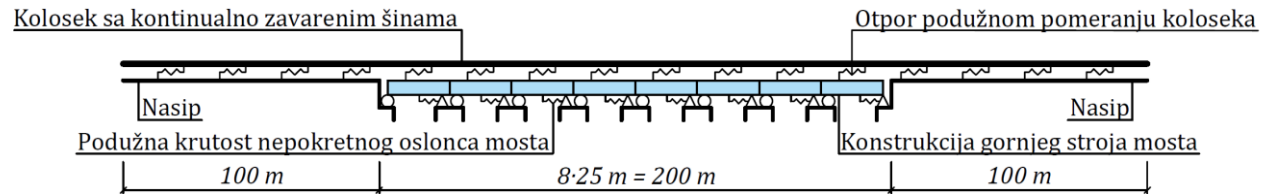




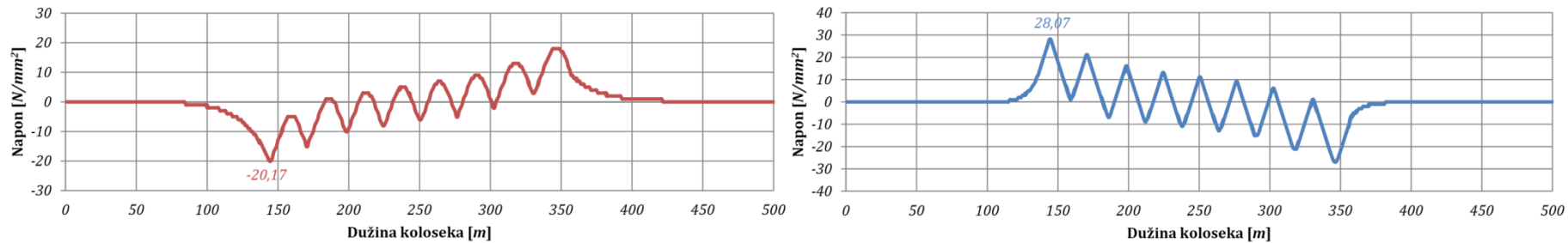
- **Numerička analiza dodatnih temperaturnih napona u kontinualno zavarenim šinama na mostu**



*Mehanizam formiranja dodatnih temperaturnih napona u kontinualno zavarenim šinama na mostu*



*Numerički model interakcije kolosek/most*



*Maksimalne vrednosti dodatnih temperaturnih napona u letnjim (levo) i zimskim (desno) vremenskim uslovima*



- Geomorphological unit hydrograph model for flood flow estimation in ungauged basins

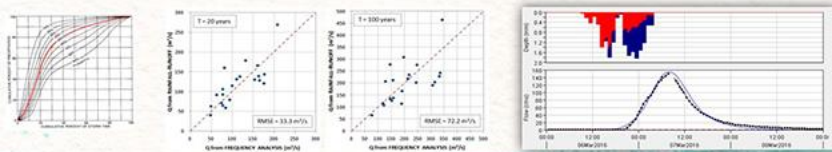
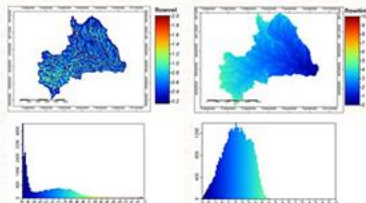
Rainfall-runoff modelling – unit hydrograph method for estimating design flood flows

1. Develop geomorphological instantaneous unit hydrograph (GUH) based on distributed velocity method

2. Define:

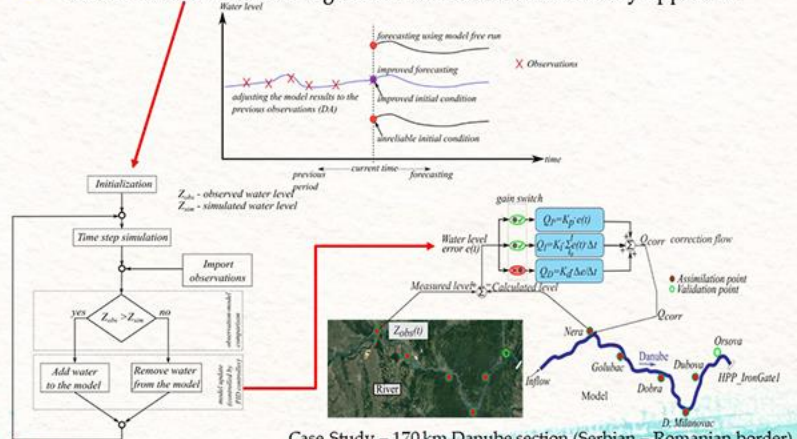
- optimal use of Curve Number method
- optimal design rainfall distribution and duration

for use with GUH to achieve best results, compared to observed hydrographs and frequency analyses



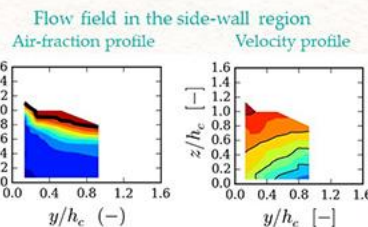
Nikola Zlatanović (supervised by Jasna Plavšić), ongoing research.

- Methodology for fast data assimilation in open channel flow models (1)
  - Improved estimation of the initial conditions for model-driven forecasting
  - Novel data assimilation algorithm based on control theory approach



Miloš Milašinović (supervised by Dušan Prodanović), defended 19.02.2021.

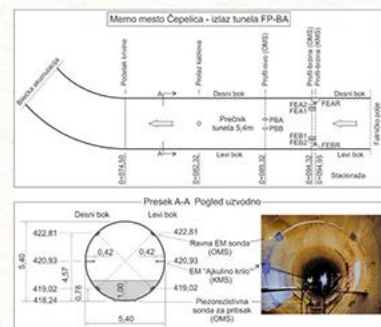
- Flow in the Gradually Converging Stepped Spillway (1)
  - Scale-modelling of air-water mixture flow at the IHE



Budo Zindović (supervised by Radomir Kapor), defended 28.02.2018.

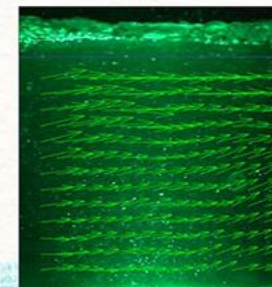
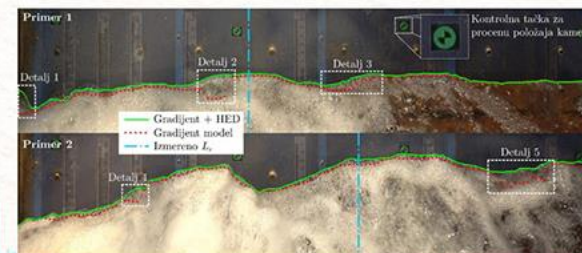
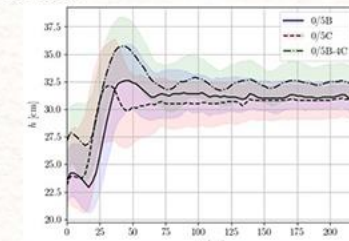
- Application in the HPS Gornji Horizonti

- 3 measurement stations were designed
- Each station is equipped with 4 Flat EMVs
- Each Flat EMV is locally calibrated.



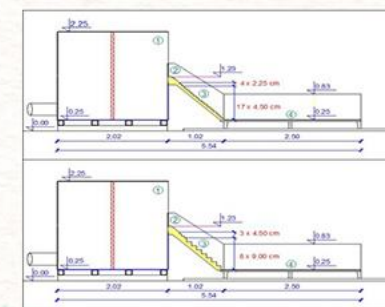
Damjan Ivetić (supervised by Dušan Prodanović), defended 1.10.2019.

- Flow in stilling basins of stepped spillway chutes
- Experimental investigation of hydraulic jump behavior for stepped chutes
- Measurement methods: traditional + computer vision techniques + image velocimetry (PIV)
- Different baffle block configurations
- Horizontal and adverse slope basins



Robert Ljubičić (supervised by Ljubodrag Savić), research completed.

- Hydrodynamic loads on stepped spillway and stilling basin (1)
  - The influence of spillway geometry (i.e. the rate of narrowing and step height)
  - The influence of flow parameters (flow rate and tailwater)



Bojan Milovanović (supervised by Ljubodrag Savić), defended 2018.

Student doktorskih studija: Goran Milutinović

Mentor/tutor: red. prof. dr. Rade Hajdin

## Tema istraživanja:

# Probabilistička studija modela saobraćajnog opterećenja za putne mostove u Srbiji

- Evrokod propisuje osnovno saobraćajno opterećenje za putne mostove (LM1), koje se množi sa nacionalno definisanim parametrom -  $\alpha$  koeficijentom
- U toku je probabilistička studija, zasnovana na:
  - a) statističkom uzorku koji se sastoji od merenja redovnog saobraćaja sa podacima o osovinskim težinama i osovinskim rastojanjima vozila i vremenom prolaska datog vozila preko merne stanice (tzv. weigh-in-motion, WIM merenja), i
  - b) njihovom statičkom analizom na mostovskim konstrukcijama.
- Krajnji rezultat treba da bude preporuka za gorepomenuti  $\alpha$  koeficijent. Upotreba adekvatnog modela opterećenja za procenu postojećih mostova (sa nižim  $\alpha$  koeficijentom) bi imalo značajan finansijski uticaj na održavanje infrastrukture u zemlji, jer bi zadržalo veliki broj mostova u funkciji, bez potrebe za njihovom rekonstrukcijom ili rušenjem (tj. zamenom), da bi bili u skladu sa važećim evropskim normama, tj Evrokodom.



# HIBRIDNI SISTEM ZA PROCENU TROŠKOVA IZGRADNJE AUTO-PUTEVA U POČETNIM FAZAMA RAZVOJA PROJEKTA



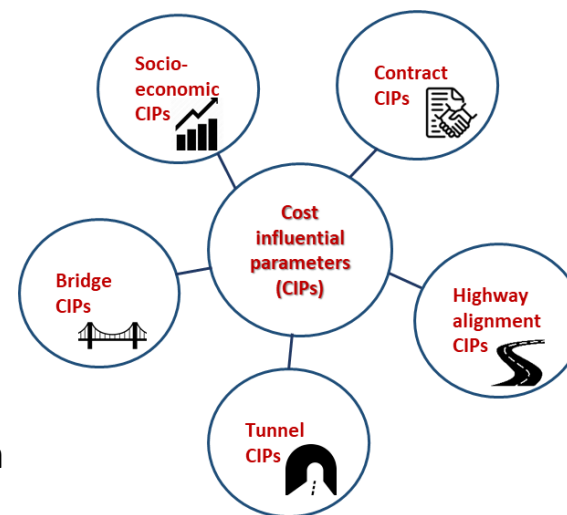
Analiza uticaja društveno-ekonomskog stanja u državi na troškove izgradnje auto-puteva i brzih saobraćajnica



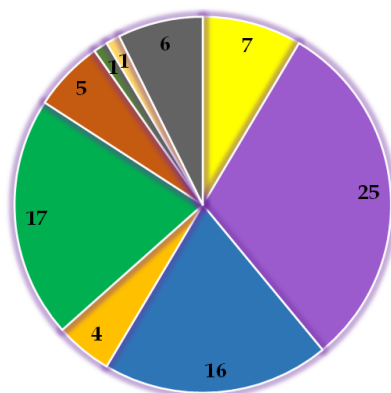
Sistem podrške odlučivanju koji će pružiti dovoljno pouzdanu preliminarnu procenu troškova za kratko vreme i uz relativno niske troškove



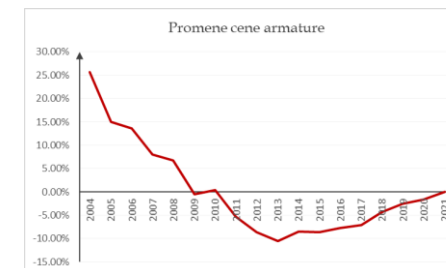
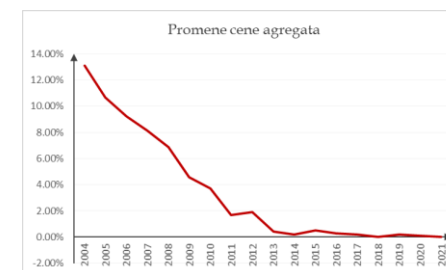
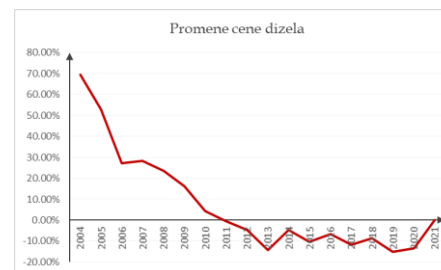
Jednostavan za upotrebu (krajnji korisnici dolaze iz političkih sfera i nemaju potreban nivo znanja o tehničkim i ekonomskim pitanjima)



Izvori finansiranja projekata

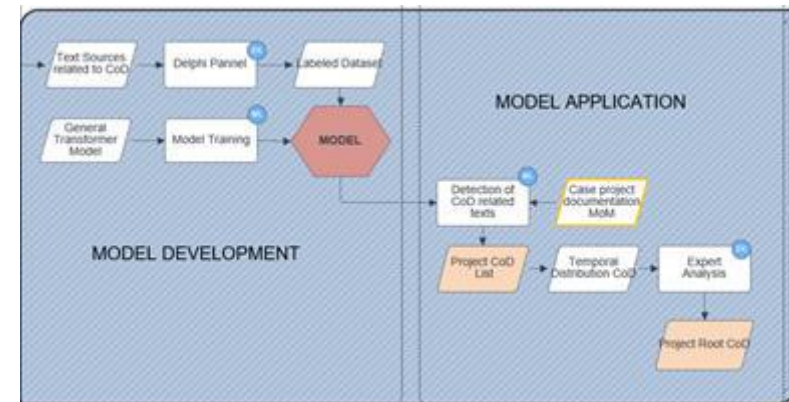
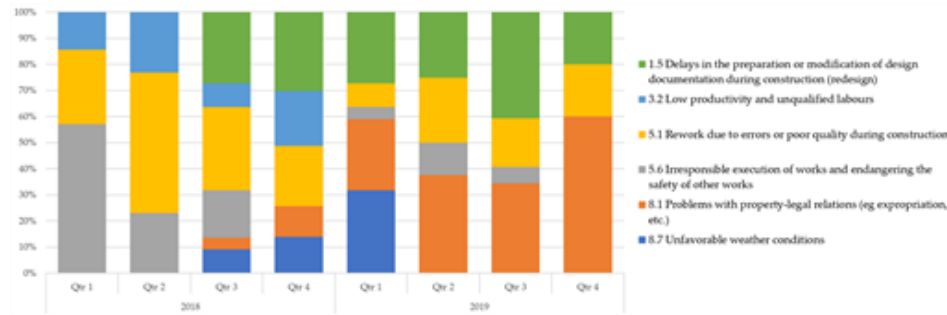
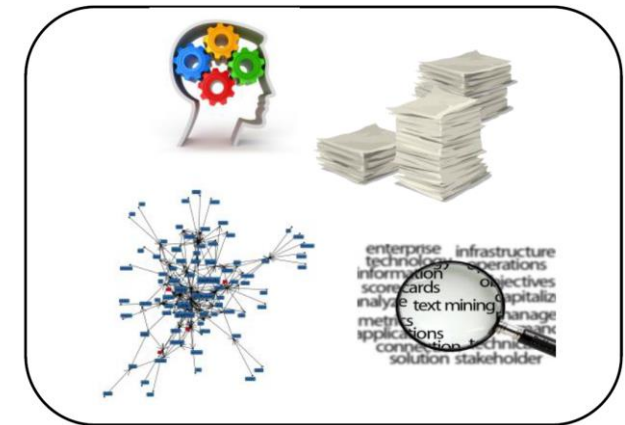


- Svetska banka (WB)
- Evropska banka za obnovu i razvoj (EBRD)
- Evropska investiciona banka (EIB)
- Državni budžet
- Narodna Republika Kina
- Republika Azerbejdžan
- Kuvajtski fond za arapski ekonomski razvoj (KFAED)
- Plan za ekonomsku rekonstrukciju Balkana (HiPERB)
- Sufinansiranje



# Модел за детекцију и анализу узрока кашњења базиран на подацима издвојеним из неструктурираних извора

- Трендови и узроци кашњења на различитим грађевинским пројектима у земљи и свету.
- Модел за детекцију и анализу базних узрока кашњења- DREAM (Delay Root causes Extraction and Analysis Model).
- Системи раног упозорења од поремећаја на пројекту засновани на неструктурираним подацима.





## ► Probno opterećenje šipova



## ► Formulacija konstitutivnog modela za OC gline

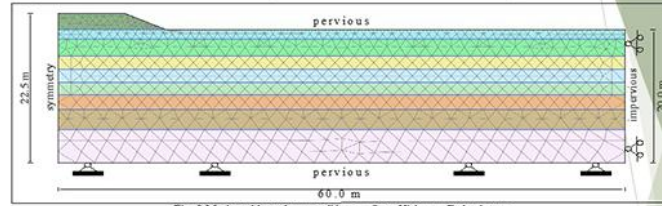


Fig. 3 Mesh and boundary conditions - Saga Highway Embankment

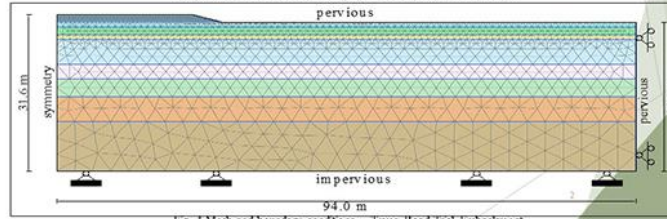
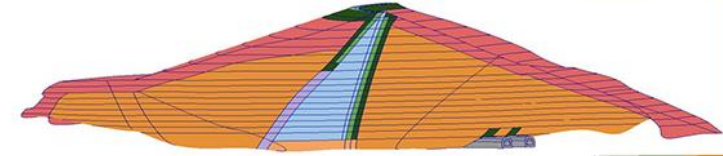


Fig. 4 Mesh and boundary conditions - Leven Road Tinal Embankment

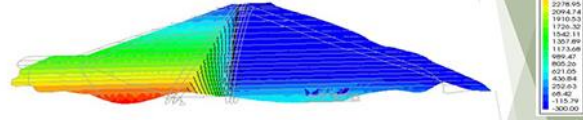
## Analiza stabilnosti visokih brana - Rogun Dam



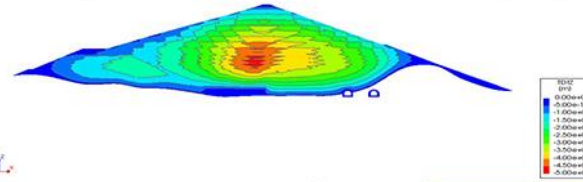
- Country: Tajikistan
- Installed capacity: 3600 MW
- Type of dam: Embankment dam with clay core
- Height at crest: 335 m

## FEM analysis

- Seepage analysis

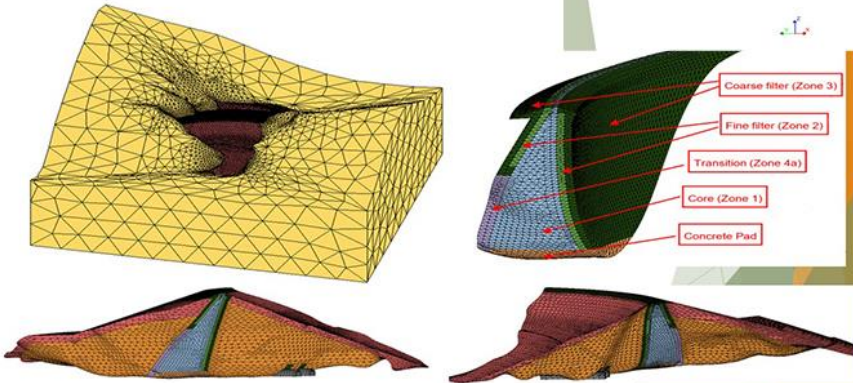


- Stress-strain analysis



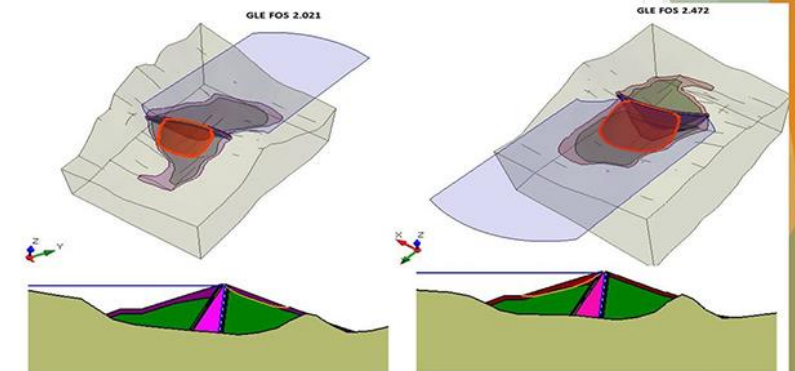
## FEM analysis

- Finite element 3D model - mesh



## Stability analysis

- Limit equilibrium deterministic approach



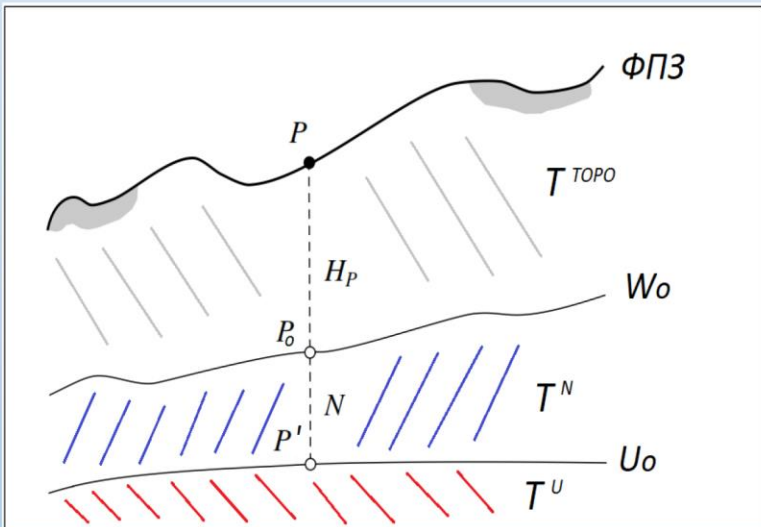
# МОДЕЛОВАЊЕ ЕТВЕШЕВОГ ТЕНЗОРА ПРИМЈЕНОМ НОРМАЛНОГ ПОЉА ПОТЕНЦИЈАЛА ТЕЖЕ И ДИГИТАЛНИХ МОДЕЛА ТЕРЕНА

Ментор: Проф. др Олег Одаловић

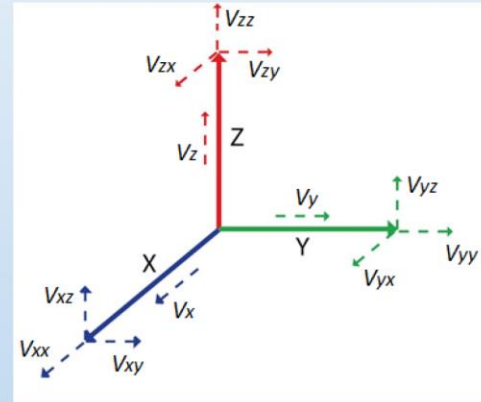
Кандидат: Дејан Д. Васић

Принцип моделовања: нормално поље + геоид + топографија

$$T = T^U + T^N + T^{ТОРО}$$

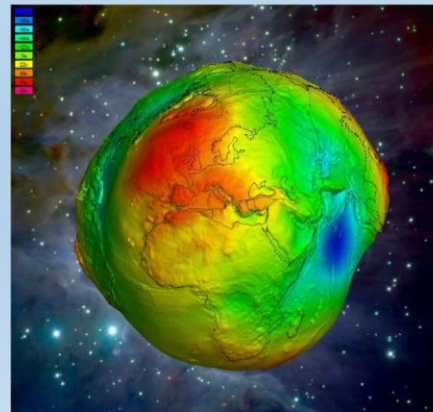


Градијенти убрзања теже:  $T_{ij} = \frac{\partial^2 V}{\partial x_i \partial x_j}$



$$T = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} & \frac{\partial^2 V}{\partial x \partial y} & \frac{\partial^2 V}{\partial x \partial z} \\ \frac{\partial^2 V}{\partial y \partial x} & \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} & \frac{\partial^2 V}{\partial y \partial z} \\ \frac{\partial^2 V}{\partial z \partial x} & \frac{\partial^2 V}{\partial z \partial y} & \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_{xx} & V_{xy} & V_{xz} \\ V_{yx} & V_{yy} & V_{yz} \\ V_{zx} & V_{zy} & V_{zz} \end{bmatrix}$$

Примјене: геодезија, геофизика, геологија





# ОДРЕЂИВАЊЕ ЛОКАЛНИХ МОДЕЛА ЈОНОСФЕРЕ ЗА ПОТРЕБЕ ПРЕЦИЗНОГ ПОЗИЦИОНИРАЊА ГЛОБАЛНИМ НАВИГАЦИОНИМ САТЕЛИТСКИМ СИСТЕМИМА

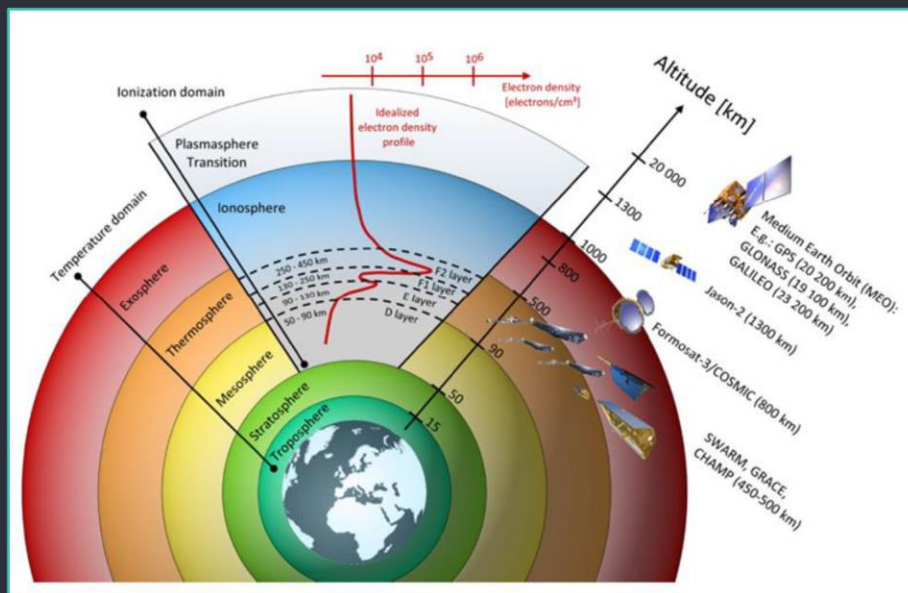
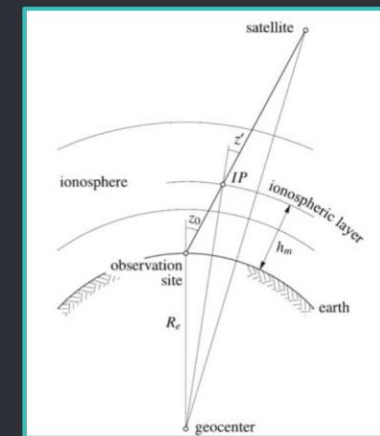
## Основни приступи

- директни приступ - коришћење расположивих података и модела јоносфере у циљу побољшања тачности добијених координата
- инверзни приступ - коришћење података ГНСС-а у циљу оцене параметара јоносфере који се могу користити за њено моделирање

## Total electron content (TEC)

$$TEC = \int_R^S N_e ds$$

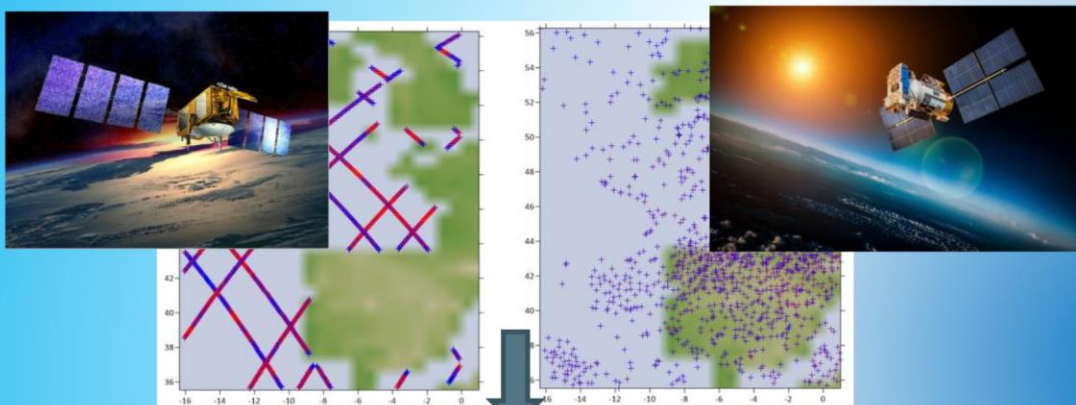
$$TEC = \frac{VTEC}{\cos(z')} = VTEC \left( 1 - \frac{R_e \cdot \cos e}{R_e + h_m} \right)^{-0.5}$$



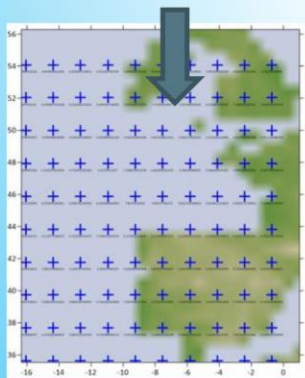
## Циљеви истраживања

- развијање локалног модела јоносфере
- комбиновање локалних модела у регионални модел јоносфере
- елиминисање утицаја јоносфере и наглих промена на Сунцу на координате добијене применом ГНСС-а
- предлог методологије детекције наглих промена на Сунцу

# УПОРЕЂИВАЊЕ РАЗЛИКА ВРЕДНОСТИ ТОТАЛНОГ САДРЖАЈА ЕЛЕКТРОНА У ЈОНОСФЕРИ НА ОСНОВУ ОПАЖАЊА САТЕЛИТСКЕ АЛТИМЕТРИЈЕ И GNSS



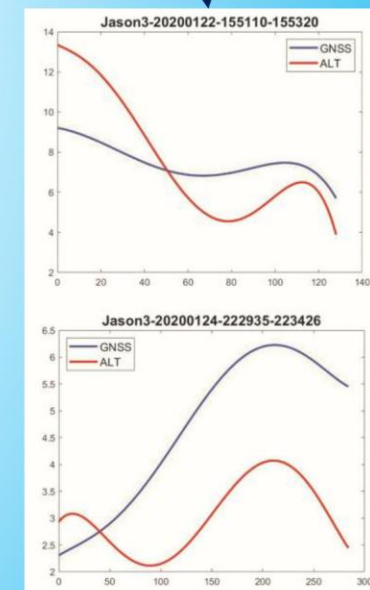
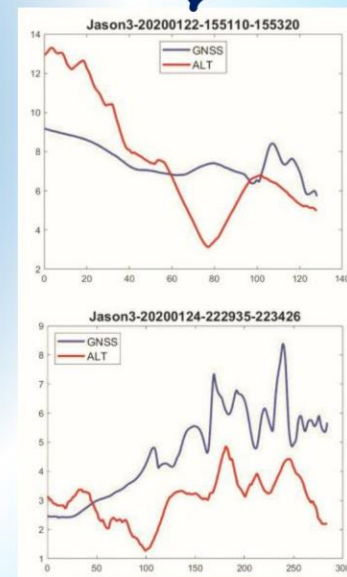
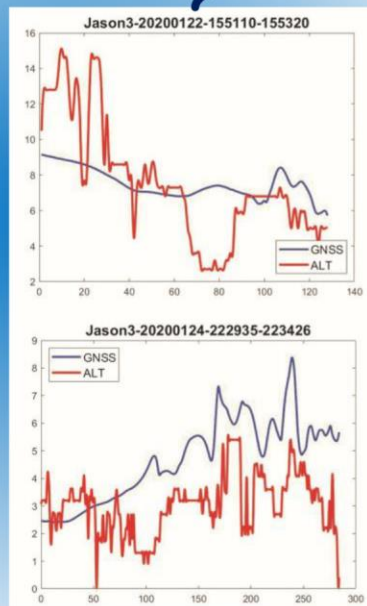
ПРОСТОРНО - ВРЕМЕНСКА ИНТЕРПОЛАЦИЈА  
+  
КРИГИНГ



Moving average window

Polynomial regression

$$y = \sum_{i=0}^n p_i x^i + \varepsilon$$





МОДЕЛИРАЊЕ СИНТЕТИЧКИХ КОЕФИЦИЈЕНАТА  
СФЕРНО ХАРМОНИЈСКОГ РАЗВОЈА ПОТЕНЦИЈАЛА ЗЕМЉИНЕ ТЕЖЕ  
ЗА ПОТРЕБЕ ОДРЕЂИВАЊА ГЕОИДА У ЛОКАЛНОМ ПОДРУЧЈУ

Први гранични проблем (решење за сферу)

$$V(r, \theta, \lambda) = \sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{r}{R}\right)^n \sum_{m=0}^n [A_{nm} \cos m\lambda + B_{nm} \sin m\lambda] P_{nm}(t)$$

$$V(r, \theta, \lambda) = \sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{R}{r}\right)^{n+1} \sum_{m=0}^n [A_{nm} \cos m\lambda + B_{nm} \sin m\lambda] P_{nm}(t)$$

$$R_{nm}(\theta, \lambda) = R_{nm}^{(\theta, \lambda)} = A_{nm} \cos m\lambda P_{nm}(t)$$

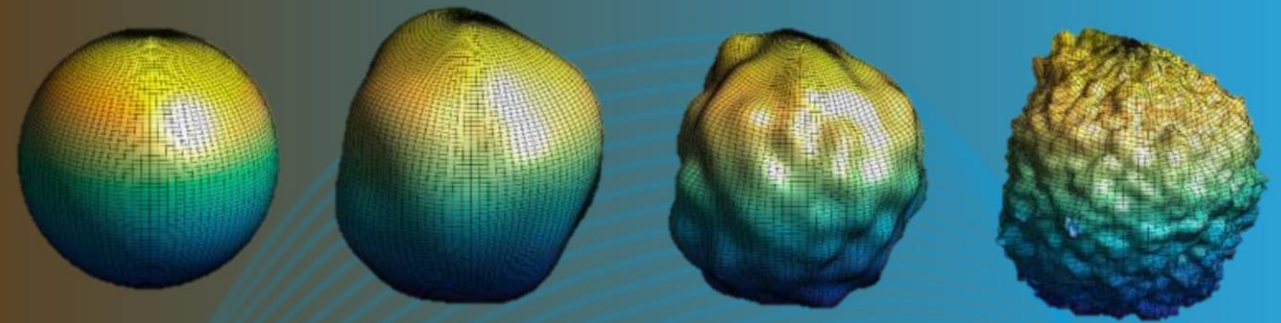
$$S_{nm}(\theta, \lambda) = S_{nm}^{(\theta, \lambda)} = B_{nm} \sin m\lambda P_{nm}(t)$$

$$Y_n(\theta, \lambda) = \sum_{m=0}^n R_{nm}^{(\theta, \lambda)} + S_{nm}^{(\theta, \lambda)}$$

$$V(r, \theta, \lambda) = \sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{r}{R}\right)^n Y_n(\theta, \lambda)$$

$$V(r, \theta, \lambda) = \sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{R}{r}\right)^{n+1} Y_n(\theta, \lambda)$$

Површинске хармонике

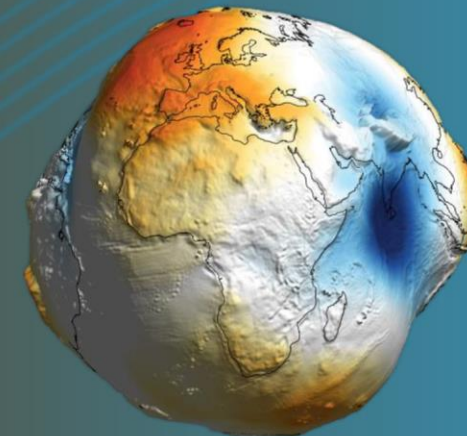


N=0

N=8

N=20

N=100



EGM 2008 (N=2159)

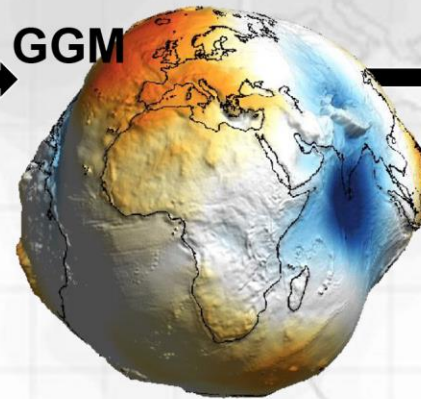


# МОДЕЛОВАЊЕ ПОВРШИ ГЕОИДА (КВАЗИГЕОИДА) НА ОСНОВУ ЈАВНО ДОСТУПНИХ ПОДАТАКА

Ментор: ванр. проф. др Олег Одаловић, дипл. геод. инж.

Докторанд: Марко Д. Станковић, дипл. геод. инж.

Јавно доступни подаци



$N_{GGM}$

$\zeta_{GGM}$

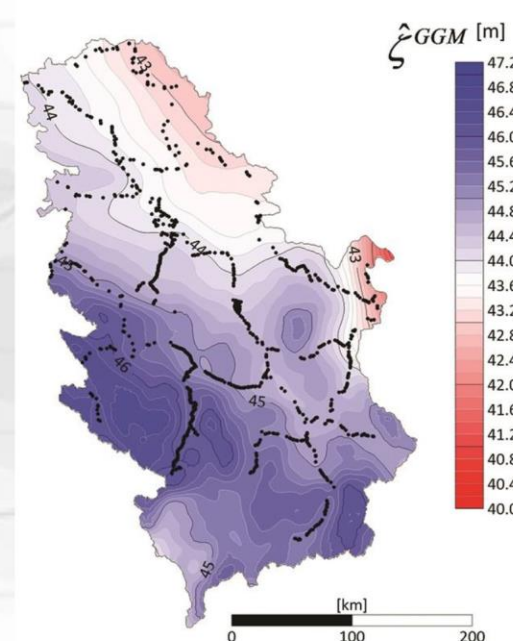
прилагођавање површи из GGM у односу на SQM2011 у тачкама  $P_i(\varphi_i, \lambda_i)$   

$$\hat{\zeta}_{GGM} = \zeta_{GGM} - \hat{t}$$

правилан гريد (0.5' × 0.5') за читаву територију РС  

$$\hat{\zeta}_{GGM} = \zeta_{GGM} - \hat{t}$$

Моделирање локалног квазигеоида из GGM



- ➔ геофизичка истраживања
- ➔ GIS системи
- ➔ топографски премер
- ➔ инжењерске ситуације

званично решење квазигеоида Србије (SQM2011) ➔  $\zeta_{SQM2011}$

тачке високо прецизног нивелмана  $P_i(\varphi_i, \lambda_i)$  ( $i=1, n$ )

➔ терестричка мерења (dh) ➔  $H^O, H^N$

➔ сателитска мерења (GNSS/dh) ➔  $H^E, \zeta_{GNSS/dh}$

