|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ  **ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА У НОВОМ САДУ** |  |

Андреј Личанин

**Izrada proračuna u pitonu za aproksimativno rešavanje vibracija N spratne ramske kontrukcije u 1 modu.**

МАСТЕР РАД

Нови Сад, 2021

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Редни број, **РБР**: | |  | |
| Идентификациони број, **ИБР**: | |  | |
| Тип документације, **ТД**: | | Монографска документација | |
| Тип записа, **ТЗ**: | | Текстуални штампани материјал | |
| Врста рада, **ВР**: | | Дипломски – мастер рад | |
| Аутор, **АУ**: | | **Андреј Личанин** | |
| Ментор, **МН**: | | **професор доктор Звонко Ракарић** | |
| Наслов рада, **НР**: | | **Izrada proračuna u pitonu za aproksimativno rešavanje vibracija N spratne ramske kontrukcije u 1 modu.** | |
| Језик публикације, **ЈП**: | | Српски / латиница | |
| Језик извода, **ЈИ**: | | Српски | |
| Земља публиковања, **ЗП**: | | Република Србија | |
| Уже географско подручје, **УГП**: | | Војводина | |
| Година, **ГО**: | | **2023** | |
| Издавач, **ИЗ**: | | Ауторски репринт | |
| Место и адреса, **МА**: | | Нови Сад; трг Доситеја Обрадовића 6 | |
| Физички опис рада, **ФО**: (поглавља/страна/ цитата/табела/слика/графика/прилога) | | **<уписати статистику>** | |
| Научна област, **НО**: | | Електротехника и рачунарство | |
| Научна дисциплина, **НД**: | | Рачунарска техника | |
| Предметна одредница/Кqучне речи, **ПО**: | | **<кључне речи>** | |
| **УДК** | |  | |
| Чува се, **ЧУ**: | | У библиотеци Факултета техничких наука, Нови Сад | |
| Важна напомена, **ВН**: | |  | |
| Извод, **ИЗ**: | | **<кратак садржај рада>** | |
| Датум прихватања теме, **ДП**: | |  | |
| Датум одбране, **ДО**: | |  | |
| Чланови комисије, **КО**: | Председник: | **<име председника комисије>** |
|  | Члан: | **<име члана комисије>** | Потпис ментора |
|  | Члан, ментор: | **<име ментора>** |  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Accession number, **ANO**: | |  | |
| Identification number, **INO**: | |  | |
| Document type, **DT**: | | Monographic publication | |
| Type of record, **TR**: | | Textual printed material | |
| Contents code, **CC**: | | Master Thesis | |
| Author, **AU**: | | **<ime autora>** | |
| Mentor, **MN**: | | **<ime mentora, sa oznakom titule PhD>** | |
| Title, **TI**: | | **<naslov rada, na engleskom jeziku>** | |
| Language of text, **LT**: | | Serbian | |
| Language of abstract, **LA**: | | Serbian | |
| Country of publication, **CP**: | | Republic of Serbia | |
| Locality of publication, **LP**: | | Vojvodina | |
| Publication year, **PY**: | | **<godina odbrane>** | |
| Publisher, **PB**: | | Author’s reprint | |
| Publication place, **PP**: | | Novi Sad, Dositeja Obradovica sq. 6 | |
| Physical description, **PD**: (chapters/pages/ref./tables/pictures/graphs/appendixes) | | **<upisati statistiku>** | |
| Scientific field, **SF**: | | Electrical Engineering | |
| Scientific discipline, **SD**: | | Computer Engineering, Engineering of Computer Based Systems | |
| Subject/Key words, **S**/**KW**: | | **<ključne reči, na engleskom jeziku>** | |
| **UC** | |  | |
| Holding data, **HD**: | | The Library of Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia | |
| Note, **N**: | |  | |
| Abstract, **AB**: | | **<kratak sadržaj rada, na engleskom jeziku>** | |
| Accepted by the Scientific Board on, **ASB**: | |  | |
| Defended on, **DE**: | |  | |
| Defended Board, **DB**: | President: | **<ime predsednika komisije>** |
|  | Member: | **<ime člana komisije>** | Menthor's sign |
|  | Member, Mentor: | **<ime mentora>** |  |

**Zahvalnost**

< Na ovo mesto treba ubaciti zahvalnicu, ukoliko postoji >

**Sadržaj**

**Spisak slika**

**Spisak tabela**

**Skraćenice**

**FPGA** - *Field Programming Gate Array*, Programabilne sekvencijalne mreže

**CPU** - *Central Processor Unit*, Centralni procesoor

**GND** - Oznaka za signal na nultom potencijalu

# Uvod

U savremenom inženjerstvu, modeliranje struktura predstavlja ključan segment za razumevanje i predviđanje ponašanja različitih građevinskih sistema. Ovaj rad istražuje novi pristup modeliranju statičkih struktura primenom sistema opruga, bazirajući se na radu "Modelling Structures as Systems of Springs" autora Davida C. Weggela, Davida M. Boyajiana i Shen-En Chena, objavljenog u "World Transactions on Engineering and Technology Education". Ovaj pristup kombinuje osnovne fizikalne principe opruge i elementarne principe strukturne analize, stvarajući moćan alat za analizu statičkih struktura.

Teza će se fokusirati na proračun ekvivalentne krutosti struktura, kao i na analizu ukupnog pomeranja i totalne frekfencije sistema.

U prvom delu teze, biće prikazan detaljan pregled teorijske osnove, uključujući Hokov zakon i koncepte opruga postavljenih paralelno i serijski. Dalje, biće razvijena metodologija za modeliranje složenih strukturnih sistema koristeći ovaj pristup.

Jedan od ključnih doprinosa ove teze biće razvoj softverskog alata koji će omogućiti jednostavnije modeliranje i analizu struktura korišćenjem sistema opruga. Ovaj alat će služiti kao most između teorijskih koncepta i praktične primene, pružajući intuitivan i pristupačan način za analizu struktura.

Cilj je pokazati kako se ovakav proračun može lako implementirati i skalirati, bez potrebe za skupim softverskim rešenjima. Poseban naglasak je stavljen na to da je sve što je korišteno za pravljenje softvera besplatno ili open source.

Korišćenjem ovog pristupa, teza ima za cilj da unapredi razumevanje ponašanja strukturalnih sistema i da pruži dodatnu vrednost u oblasti građevinskog inženjerstva, kako u edukaciji tako i u profesionalnoj praksi. Takođe, teza teži da pokaže kako se fundamentalni principi mehanike mogu primeniti na analizu složenih strukturalnih sistema, čime se doprinosi širem razumevanju i efikasnijem projektovanju struktura.

# Metodologija za modelovanje strukutra kao sistem opruga

## Uvod u Metodologiju

Modeliranje struktura kao sistema opruga je inovativan pristup koji kombinuje osnovne fizikalne principe opruga sa principima strukturne analize. Osnovna ideja je da se strukturni elementi poput stubova, greda i spojeva modeliraju kao opruge sa određenom krutošću. Ova metodologija omogućava pojednostavljenu, ali efikasnu analizu strukturalnog ponašanja pod statičkim opterećenjima, uključujući izračunavanje ukupnih pomeranja i unutrašnjih sila u strukturalnim elementima.

## Osnovni Principi i Hookeov Zakon

Temelj ove metodologije je Hookeov zakon, koji opisuje linearnu vezu između sile (F) i deformacije (Δ) opruge. Matematički, Hookeov zakon se izražava kao F = kΔ, gde je k konstanta opruge ili krutost. Krutost opruge definisana je kao otpor opruge prema deformaciji, što znači da veća krutost opruge ukazuje na manju deformaciju pod istom silom.

Slika 1: Prikaz neopterećene i opterećene opruge.

Kombinovanje Opruga u Serijske i Paralelne Sisteme

U realnim strukturama, elementi se mogu kombinovati na različite načine, što se modelira kombinovanjem opruga u serije i paralele. Opruge u seriji doživljavaju istu silu, ali se deformacija raspoređuje između opruga. Za seriju opruga, ekvivalentna krutost (keq) se izračunava kao recipročna vrednost sume recipročnih vrednosti pojedinačnih krutosti (1/keq = 1/k1 + 1/k2 + ... + 1/kn).

Slika 2: Opruge u seriji.

Nasuprot tome, opruge u paraleli doživljavaju istu deformaciju, ali se sila raspoređuje između opruga. Ekvivalentna krutost paralelnog sistema opruga je jednostavno suma krutosti svake opruge (keq = k1 + k2 + ... + kn).

Slika 3: Opruge u paraleli.

## Primena na Strukturalne Elemente

Kada se primenjuje na strukturalne elemente, poput stubova i greda, krutost svakog elementa se izračunava koristeći njihove fizičke i materijalne karakteristike. Na primer, za kolonu sa rigidno vezanim krajevima, lateralna krutost (keq) može se izračunati kao 12EI/L^3, gde je E Youngov modul elastičnosti materijala, I moment inercije preseka, a L dužina kolone. Ovaj izraz predstavlja krutost usled savijanja kolone.

Inženjerski Sud i Modeliranje Kompleksnih Struktura

Efektivno modeliranje zahteva upotrebu inženjerskog suda, posebno u određivanju koju vrstu veze koristiti (rigidna, artikulisana) i kada pojedine elemente smatrati rigidnim. U nekim slučajevima, pojedini elementi se mogu smatrati savršeno rigidnim (beskonačna krutost) bez značajnog gubitka tačnosti. Ovakav pristup je posebno koristan u pojednostavljenju modela i održavanju izračunavanja upravljivim.

# Softverska Implementacija

# Zakljucak

# Literatura

1. Vladimir Kovačević: *Logičko projektovanje računarskih sistema I –projektovanje digitalnih sistema*, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet Tehničkih Nauka, 2001
2. Michael Dickinson (CalTech): video prezentacija link: [*https://www.youtube.com/watch?v=lv5vDW59hbY&ab\_channel=iBiology*](https://www.youtube.com/watch?v=lv5vDW59hbY&ab_channel=iBiology)
3. *The ‘‘click’’ mechanism in dipteran ﬂight:if it exists, then what effect does it have?* M.J. Brennana,\*, S.J. Elliotta, P. Bonelloa, J.F.V. Vincentb , Journal of Theoretical Biology 224 (2003), 205-213