

Aleksi Riihiaho

Otsikko

Diplomityö

|  |  |
| --- | --- |
| Tarkastaja: professori Reijo Kouhia Tarkastaja ja aihe hyväksytty  Teknisten tieteiden tiedekuntaneuvoston kokouksessa x. xkuuta 2016 |  |
|  |  |

TIIVISTELMÄ

**ALEKSI RIIHIAHO**: Otsikko

Tampereen teknillinen yliopisto

Diplomityö, XX sivua, YY liitesivua

Xkuu 2016

Konetekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma

Pääaine: Koneiden ja rakenteiden analysointi

Tarkastaja: professori Reijo Kouhia

Avainsanat: FEM

Tiivistelmä on suppea

ABSTRACT

**ALEKSI RIIHIAHO**: Heading

Tampere University of Technology

Master of Science Thesis, XX pages, YY Appendix pages

X 2016

Master’s Degree Programme in Mechanical Engineering

Major: Analysis of Machines and Structures

Examiner: Professor Reijo Kouhia

Keywords: FEM

The basics in English in Master’s theses.

ALKUSANAT

Tämä dokumenttipohja on laadittu TTY:n opinnäytetyöohjeen vuoden 2014 version mukaan edellistä pohjaa muokkaamalla. Työryhmä haluaa kiittää kaikkia ohjeen päivitykseen osallistuneita.

Alkusanoissa esitetään opinnäytetyön tekemiseen liittyvät yleiset tiedot. Tapana on myös esittää kiitokset työn tekemiseen vaikuttaneille henkilöille ja yhteisöille. Alkusanat eivät kuulu arvioinnin piriin, mutta niissä ei silti ole sopivaa moittia tai kritisoida ketään. Alkusanojen pituus on enintään 1 sivu. Alkusanojen lopussa on päivämäärä, jonka jälkeen työhön ei ole enää tehty korjauksia.

Tampereella, 25.8.2014

Toimi Kunta

SISÄLLYSLUETTELO

[1. Johdanto 1](#_Toc441001715)

[2. Palkkirakenteiden elementtimenetelmä 2](#_Toc441001716)

[2.1 Laskentamenetelmät 2](#_Toc441001717)

[2.2 Peruskäsitteistö 2](#_Toc441001718)

[2.3 Avaruuspalkkielementti 2](#_Toc441001719)

[2.4 Aktiivisarakeratkaisija 3](#_Toc441001720)

[3. Käyttöliittymäsuunnittelun periaatteita 4](#_Toc441001721)

[3.1 Käyttäjäkokemus 4](#_Toc441001722)

[3.2 Käyttäjätarpeiden kartoitus 4](#_Toc441001723)

[3.3 Käyttäjäkokemuksen suunnittelu 4](#_Toc441001724)

[3.4 Käytettävyyden arviointi 4](#_Toc441001725)

[4. Graafisen käyttöliittymän ohjelmointi Windows-ympäristössä 5](#_Toc441001726)

[4.1 Suunnittelumallit 5](#_Toc441001727)

[4.2 MVC-arkkitehtuuri 5](#_Toc441001728)

[4.3 Windows Ribbon Framework 5](#_Toc441001729)

[4.4 OpenGL-piirtotyökalut 5](#_Toc441001730)

[5. Vaatimukset käyttöliittymälle 6](#_Toc441001731)

[5.1 Asiakasvaatimukset 6](#_Toc441001732)

[5.2 Yhteensopivuus 6](#_Toc441001733)

[5.3 Kilpailijat 6](#_Toc441001734)

[6. Käyttöliittymän toteutus 7](#_Toc441001735)

[6.1 Puunäkymä 7](#_Toc441001736)

[6.2 Tietorakenne 7](#_Toc441001737)

[6.3 Toiminnot 7](#_Toc441001738)

[6.3.1 Palkit 7](#_Toc441001739)

[6.3.2 Tuennat 7](#_Toc441001740)

[6.3.3 Kuormitukset 7](#_Toc441001741)

[6.3.4 Tulokset 7](#_Toc441001742)

[7. Jatkokehitystarpeet 8](#_Toc441001743)

[8. Yhteenveto 9](#_Toc441001744)

[Lähteet 10](#_Toc441001745)

LIITE A: M

KUVALUETTELO

Tämä luettelo on vapaaehtoinen. Kuvaluettelo lisätään *References > insert Table of Figures* ja sieltä *Options… > Build table of figures based on > Style:Figure Caption*. Myös taulukkoluettelon saa samasta kohdasta, kun valitsee viimeisestä kohdasta tyylin *Table Caption*.

LYHENTEET JA MERKINNÄT

CC-lisenssi Creative Commons -lisenssi

LaTeX ladontajärjestelmä tieteelliseen kirjoittamiseen

SI-järjestelmä ransk. Système international d’unités, kansainvälinen mittayksikköjärjestelmä

TTY Tampereen teknillinen yliopisto

URL engl. Uniform Resource Locator, verkkosivun osoite

*a* kiihtyvyys

**F**voima

*m* massa

Työssä käytetyt lyhenteet ja merkinnät määritellään ja selitetään kootusti aakkosjärjestyksessä työn alussa ja kun ne esiintyvät tekstissä ensimmäisen kerran Lyhenteiden kanssa käytetään tällöin sulkeita. Selitetekstin tyyli on tässä *Symbol description*. Tämän sivun lopussa on *Section Break*, jotta sivunumerointi menee oikein. Lisäksi johdannon yläotsakkeen (header) asetus *Link to Previous* on pois päältä, ja lisäksi sivunumeron muotoilusta on valittu *Start at 1* (eikä *Continue*).

.

# Johdanto

Vertex

Vertex-ohjelmistot

Miksi tehdään sisäänrakennettu FEM-laskentaosio Vertexin ohjelmistoihin?

Käyttöliittymän suunnittelu ja toteutus FEM-laskentaosiolle

Minkälaisia ongelmia on tarkoitus laskea? Asiakastarve

Vertexin aiemmat FEM-laskentamoduulit, Numerola

# Palkkirakenteiden elementtimenetelmä

Viittaus sisältää kaksi

## Laskentamenetelmät

Tekninen taivutusteoria

## Peruskäsitteistö

Solmut

Sauvaelementti

Palkkielementti

Koordinaatistot (globaali, lokaali)

Ristikkorakenne

Laskentamalli

Jäykkyysmatriisit

Sijoittelusummaus

Pistekuormitukset

Kenttäkuormitukset

## Avaruuspalkkielementti

Jäykkyysmatriisin johto tasopalkkielementistä

Solmumittausjärjestelmä ja sen kierto

Leikkausmuodonmuutokset

## Aktiivisarakeratkaisija

Stafra

# Käyttöliittymäsuunnittelun periaatteita

Asd

## Käyttäjäkokemus

## Käyttäjätarpeiden kartoitus

## Käyttäjäkokemuksen suunnittelu

## Käytettävyyden arviointi

# Graafisen käyttöliittymän ohjelmointi Windows-ympäristössä

Asd

## Suunnittelumallit

## MVC-arkkitehtuuri

## Windows Ribbon Framework

## OpenGL-piirtotyökalut

# Vaatimukset käyttöliittymälle

Asd

## Asiakasvaatimukset

## Yhteensopivuus

Vertexin profiilit

G4, G4 Plant, BD

## Kilpailijat

# Käyttöliittymän toteutus

Asd

## Puunäkymä

## Tietorakenne

## Toiminnot

### Palkit

### Tuennat

### Kuormitukset

### Tulokset

# Jatkokehitystarpeet

Asd

# Yhteenveto

Asd

Lähteet

1. K.J. Bathe, *Finite Element Procedures in Engineering Analysis*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1982, 735 p.
2. M. Bordegoni, C. Rizzi, *Innovation in Product Design: From CAD to Virtual Prototyping*, Springer-Verlag London Limited, 2011, 188 p.
3. R.D. Cook, D.S. Malkus, M.E. Plesha, R.J. Witt, *Concepts and Applications of Finite Element Analysis*, John Wiley & Sons, Inc, 1989, 630 p.
4. M. Hirz, W. Dietrich, A. Gfrerrer, J. Lang, *Integrated Computer-Aided Design in Automotive Development*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013, 466 p.
5. M. Rintala, J. Jokinen, *Olioiden ohjelmointi C++:lla*, Talentum, 2005, 466 s.
6. T. Salmi, K. Kuula, *Rakenteiden Mekaniikka*, Pressus Oy, Tampere, 2012, 464 s.
7. STAFRA-3D –manuaali, Insinööritoimisto Lujuustekniikka Oy, 1980, 57 s.

Liite A: M

Lopuksi muutamia pohjaa päivittän