

## RTU studiju kurss "Mašīnbūves konstrukciju stiprības aprēķinu automatizācija"

31000 Būvniecības un mašīnzinību fakultāte

### Vispārējā informācija

Kods	MMP534
Nosaukums	Mašīnbūves konstrukciju stiprības aprēķinu automatizācija
Studiju kursa statuss programmā	Obligātais/Ierobežotās izvēles
Atbildīgais mācītbspēks	Aleksandrs Januševskis - Doktors, Profesors
Mācītbspēks	Jānis Januševskis - Doktors, Pētnieks Ivo Vaicis - Doktors, Docents
Apjoms daļās un kredītpunktos	1 daļa, 4.0 kredītpunkti, 6.0 EKPS kredītpunkti
Studiju kursa īstenošanas valodas	LV, EN
Anotācija	Konstrukciju stiprības aprēķini kā Automatizētās projektēšanas un analīzes sistēmu (CAD/CAE) sastāvdaļa. Skaitlisko metožu apskats: matricas, īpašvērtību problēmas, diferencēšana, integrēšana un lineāro algebrisko vienādojumu sistēmas. Galīgo elementu metode (GEM). GEM lietošana elastības teorijas uzdevumu risināšanai. Ģeometrijas modelēšana. Reālo konstrukciju diskretizācija. Universālo GEM programmu apskats. Spriegumu analīzes programmatūru iespējas. GE bibliotēkas, risināšanas metodes un komandas. Preprocesori, postprocesori un citas specifiskas iespējas. Statiski slogotu mašīnbūves konstrukciju optimizācija.
Mērķis un uzdevumi, izteikti kompetencēs un prasmēs	Konstrukciju stiprības aprēķinu problēmu un matemātisko pamatu sistemātiska apguve, automatizēto aprēķinu (CAE) teorētisko koncepciju sapratne un praktiska CAE programmatūru pielietojuma prasmju apguve projektējot plaša spektra mašīnbūves objektus.
Patstāvīgais darbs, tā organizācija un uzdevumi	Katrs students patstāvīgi veic praktiskos vingrinājumus un izstrādā kursa darbu. Kursā darba pamatuzdevums paredz mašīnbūves objekta mehāniskās daļas 3D aprēķinu modeļu radīšanu un atbilstošu (stiprības, noturības, noguruma, frekvenču, termo, optimizācijas uc.) aprēķinu veikšanu ar CAE programmatūru, kā arī iegūto rezultātu interpretāciju.
Literatūra	<p>Pamata</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Olek Zienkiewicz, Robert Taylor J.Z. Zhu. The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals. Elsevier. 2013. - 756</li> <li>Matt Weber, G. Verma. SolidWorks Simulation Black Book. CAD/CAM/CAE WORKS USA. 2015. -363.</li> <li>Paul M. Kurowski. Engineering Analysis with SolidWorks Simulation 2012. SDC. -70</li> <li>R. Rikards, A. Čate. Galīgo elementu metode. Rīga. 2002. -130</li> <li>O. Zienkiewicz, R. Taylor. The Finite Element Method. Vol.2: Solid Mechanics. 5th edition. Oxford, Auckland, Boston, Johannesburg, Melbourne, New Delhi: Butterworth-Heinemann. 2000. -459.</li> </ol> <p>Papildus</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>K.J. Bathe. Finite Element Procedures. 2nd ed. Watertown MA. 2019. -1050.</li> <li>Martin H. Sadd. Elasticity Theory, Applications and Numerics, Elsevier. 2009.</li> <li>O. Zienkiewicz, R. Taylor. The Finite Element Method. Vol.1: The Basis. 5th edition. Oxford, Auckland, Boston, Johannesburg, Melbourne, New Delhi: Butterworth-Heinemann. 2000. -689</li> <li>J. Auziņš, A. Januševskis. Eksperimentu plānošana un analīze. Rīga. 2007. -255.</li> <li>H.H. Lee. Mechanics of Materials Labs with SolidWorks Simulation. SDC Publications. 2014.</li> <li>ANSYS User's Manual. Volumes I,II,III,IV. Swanson Analysis Systems, Inc., Houston, PA, USA</li> </ol>
Nepieciešamās priekšzināšanas	Datorprasmes, matemātika, mehānika (statika), materiālu pretestība

### Studiju kursa saturs

Saturs	Pilna un nepilna laika klātienes studijas		Nepilna laika neklātienes studijas	
	Kontakt stundas	Patstāv. darbs	Kontakt stundas	Patstāv. darbs
Mašīnbūves objektu aprēķinu klasifikācija un tipiski piemēri. Konstrukciju stiprības aprēķini kā CAD sastāvdaļa	4	6	0	0
Aprēķinu programmatūru (CAE) pamatfunkcijas un uzbūve, to preprocesori, procesori un postprocesori. Komerčiālās GEM prog	4	6	0	0
Galīgo elementu metode (GEM) un tās attīstības tendences. Modeļa robežu atrašana („Vesera” paņēmieni).	4	6	0	0
Matricu veidi, operācijas un to īpašības. Lineāro algebrisko vienādojumu sistēmas, to risināšanas metodes un algoritmi.	4	6	0	0
Reālu mašīnbūves konstrukciju elementu stiprības aprēķini ar SolidWorks Simulation. Sagrūšanas kritēriji.	4	6	0	0
Potenciālās enerģijas minimuma princips. Ritca metode. SolidWorks Simulation procesori.	4	6	0	0
GEM pamati, sijas stinguma matricas izvedums. Nelineāro uzdevumu analīze.	4	6	0	0
GEM kopējās stinguma matricas sastādīšana konstrukcijai, kura sastāv no sījām un stieņiem. Simetriskie uzdevumi.	4	6	0	0
Aprēķinu precizitāte un adaptīvās tīklošanas metodes. Jūtīguma analīze.	4	6	0	0

Mašīnbūves konstrukciju optimizācijas uzdevumi un to klasiskās risināšanas metodes. Atbildes virsmu metode	4	6	0	0
Aprēķina shēmu vienkāršošana. SolidWorks Simulation pieejamie konektoru tipi. Kontakta uzdevumi.	4	6	0	0
Programmu SolidWorks Simulation, Ansys un Nastran elementu bibliotēkas un to salīdzinājums. Noguruma aprēķini.	4	6	0	0
Aprēķina objektu diskretizācija, iespējamie kropļojumu tipi un to novēršanas paņēmieni. "Sliktās" ģeometrijas iezīmes.	4	6	0	0
Fluīdu plūsmas aprēķinu metodes. Galīgo tilpumu metode. FlowSimulation preprocesors, procesors un postprocesors.	4	6	0	0
FlowSimulation aprēķina modeļi. Iekšējās un ārējās plūsmas uzdevumu risināšana.	4	6	0	0
Modernās aprēķinu metodes: beztikla (mesh less), gludo daļiņu metode (SPH-Smooth Particle Method) un hidrokodi.	4	6	0	0
<b>Kopā:</b>	<b>64</b>	<b>96</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

#### **Sasniedzamie studiju rezultāti un to vērtēšana**

Sasniedzamie studiju rezultāti	Rezultātu vērtēšanas metodes
Studentam ar programmu SolidWorks Simulation palīdzību jābūt veidot mašīnbūves objektu virtuālie3D aprēķinu modeļi, kā arī veikt stiprības, noturības, noguruma, frekvenču, termo un optimizācijas analīzi..	Atbilstoši modeļi un dokumentācija ar aprēķinu rezultātiem, kas iegūti praktiskajos darbos un individuālajā kursa darbā, kā arī studenta atbildes uz zināšanu pārbaudes testa jautājumiem.
Studentam jāpārzina ar CAE risināmās problēmas un to risināšanas matemātiskās pamatmetodes, automatizētās projektēšanas un aprēķinu pamatkonceptijas, kā arī praktiski jābūt ar CAE programmatūras palīdzību veikt mašīnbūves objektu statikas un optimizācijas aprēķinus.	Atbilstoši jautājumi eksāmenā. Papildus tiek ievērtēta kursa darba izpildes kvalitāte un nodošanas termiņi, lekciju un praktisko darbu apmeklējuma regularitāte, piedalīšanās Studentu zinātniskajās konferencēs.

#### **Studiju rezultātu vērtēšanas kritēriji**

Kritērijs	% no kopējā vērtējuma
Apmeklējums un aktivitāte	10
Praktisko darbu izpilde	20
Kursa darbs	30
Eksāmens	40
<b>Kopā:</b>	<b>100</b>

#### **Studiju kursa plānojums**

Daļa	KP	Stundas			Pārbaudījumi		
		Lekcijas	Prakt d.	Laborat	Ieskaite	Eksām.	Darbs
1.	4.0	1.0	3.0	0.0		*	