The Finite Element Method

Div. of Solid Mechanics

Course program, vt2, 2018

Course description

The finite element method (FEM) is a numerical method able to solve arbitrary differential equations, i.e. boundary value problems. The method is today the most powerful numerical method within solid mechanics; this since arbitrary geometries and complex material models can be treated. Within the modern industry the finite element method is the key factor in many construction phases. Since the method is a solution method for any partial differential equations it can be used for any problem that is controlled by field equations, for instance heat conduction, diffusion, electromagnetism and solid mechanics.

The emphasis in the course in placed on the understanding of the fundamental principles of FEM and its numerical formulation. During the course the participants implement their own finite element program and thereby gain understanding of the method in detail.

Lectures: Mathias Wallin
Div. of Solid Mechanics
Mathias.Wallin@solid.lth.se
Tel. 046-222 79 94

Problem sessions:
Anders Ericsson Anders.Ericsson@solid.lth.se
Kristofer Robertsson, Kristofer.Robertsson@solid.lth.se

WEEK 1-2

Finita elementmetoden, FHLF01, +1 Kurs (2)

v 12	Må 19/3	Ti 20/3	On 21/3	To 22/3	Fr 23/3
8			08:00 FHLF01, FHLF10 Förel MH:Gårdingsalen Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik MW 10:00	08:00 FHLF01, FHLF10 Förel MH:Gårdingsalen Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik MW 10:00	08:00 FHLF01, FHLF10 Övn M:Q Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik KR 10:00
9					
10					
11					
12					
13	13:00 FHLF01, FHLF10 Förel MH:Gårdingsalen Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik MW 15:00				
14					
15					
16					

v 13	Må 26/3	Ti 27/3	On 28/3	To 29/3	Fr 30/3
8			08:00 FHLF01, FHLF10 Förel MH:Gårdingsalen Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik MW 10:00	08:00 FHLF01, FHLF10 Förel MH:Gårdingsalen Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik MW 10:00	00:00 Långfredag
9					
10					
11					
12					
13	13:00 FHLF01, FHLF10 Förel MH:Gårdingsalen Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik MW 15:00			13:00 FHLF01, FHLF10 Övn M:Q Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik AE 15:00	
14					
15					
16					00:00

WEEK 3-4

Finita elementmetoden, FHLF01, +1 Kurs (2)

v 16	Må 16/4	Ti 17/4	On 18/4	To 19/4	Fr 20/4
8		08:00 FHLF01, FHLF10 Övn M:Q Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik KR 10:00	08:00 FHLF01, FHLF10 Förel MH:Gårdingsalen Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik MW 10:00	08:00 FHLF01, FHLF10 Förel MH:Gårdingsalen Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik MW 10:00	08:00 FHLF01, FHLF10 DatorÖvn E:Saturnus, E:Uranus Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik KR, AE 10:00
9					
10					
11					
12					
13	13:00 FHLF01, FHLF10 Förel MH:Gårdingsalen Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik MW 15:00				13:00 EDAF15, EXTG15, FHLF01, FHLF10, FMIF30, FMSF45 Möte MH:454A Algoritmimplementering, Biologisk 15:00
14					
15		15:00 FHLF01, FHLF10 Övn M:Q Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik AE 17:00			
16					

v 17	Må 23/4	Ti 24/4	On 25/4	To 26/4	Fr 27/4
8		08:00 FHLF01, FHLF10 Övn M:Q Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik AE 10:00	08:00 FHLF01, FHLF10 Förel MH:Gårdingsalen Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik MW 10:00		08:00 FHLF01, FHLF10 Övn M:Q Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik AE 10:00
9					
10					
11					
12					
13	13:00 FHLF01, FHLF10 Förel MH:Gårdingsalen Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik MW 15:00			13:00 FHLF01, FHLF10 DatorÖvn M:Emma2, M:Emma3 Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik KR, AE 15:00	13:00 FHLF01, FHLF10 Övn M:R Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik AE 15:00
14					
15	15:00 FHLF01, FHLF10 Övn M:R Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik AE 17:00	15:00 FHLF01, FHLF10 Övn M:M1, M:M2 Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik AE 17:00			
16					

WEEK 5-6

Finita elementmetoden, FHLF01, +1 Kurs (2)

v 18	Må 30/4	Ti 1/5	On 2/5	To 3/5	Fr 4/5
8		00:00 Första maj	08:00 FHLF01, FHLF10 Övn M:M1, M:M2 Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik KR 10:00	08:00 FHLF01, FHLF10 Förel MH:Gårdingsalen Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik MW 10:00	08:00 FHLF01, FHLF10 Förel MH:Gårdingsalen Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik MW 10:00
9					
10					10:00 FHLF01, FHLF10 Övn M:Q Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik KR 12:00
11					
12					
13			13:00 FHLF01, FHLF10 Förel MH:Gårdingsalen Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik MW 15:00		13:00 FHLF01, FHLF10 Övn M:R Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik KR 15:00
14					
15			15:00 FHLF01, FHLF10 Övn M:R Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik KR 17:00		15:00 FHLF01, FHLF10 Övn M:Q Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik KR 17:00
16		00:00			

v 19	Må 7/5	Ti 8/5	On 9/5	To 10/5	Fr 11/5
8		08:00 FHLF01, FHLF10 Övn M:L1, M:L2 Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik KR 10:00	08:00 FHLF01, FHLF10 Förel MH:Gårdingsalen Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik MW 10:00	00:00 Kristi himmelsfärdsdag	
9					
10	10:00 FHLF01, FHLF10 Övn M:R Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik KR 12:00				
11					
12					
13	13:00 FHLF01, FHLF10 Förel MH:Gårdingsalen Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik MW 15:00				
14					
15	15:00 FHLF01, FHLF10 Övn M:R Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik AE 17:00	15:00 FHLF01, FHLF10 Övn M:R Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik AE 17:00			
16				00:00	

WEEK 7-8

Finita elementmetoden, FHLF01, +1 Kurs (2)

v 20	Må 14/5	Ti 15/5	On 16/5	To 17/5	Fr 18/5
8	08:00 FHLF01, FHLF10 Övn M:R Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik KR 10:00	08:00 FHLF01, FHLF10 Övn M:L1, M:L2 Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik KR 10:00	08:00 FHLF01, FHLF10, FHLF20 Förel MH:Gårdingsalen Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik, Finita MW/POS 10:00		00:00 Lundakarneval 2018
9					
10	10:00 FHLF01, FHLF10 Övn M:R Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik AE 12:00		10:00 FHLF01, FHLF10 Övn M:L1, M:L2 Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik AE 12:00		
11					
12					
13	13:00 FHLF01, FHLF10 Förel MH:Gårdingsalen Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik MW 15:00				
14					
15			15:00 FHLF01, FHLF10 Övn M:R Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik KR 17:00		
16					

v 21	Må 21/5	Ti 22/5	On 23/5	To 24/5	Fr 25/5
8	08:00 FHLF01, FHLF10 Övn M:L1, M:L2 Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik AE 10:00				
9					
10					
11					
12					
13	13:00 FHLF01, FHLF10 Övn M:L1, M:L2 Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik KR 15:00				
14					
15					
16					

WEEK 9

Finita elementmetoden, FHLF01, +1 Kurs (2)

v 22	Må 28/5	Ti 29/5	On 30/5	To 31/5	Fr 1/6
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14	14:00 FHLF01, FHLF10, FHLF20 Tentamen				
15	MA 10C, MA 10D, MA 10E, MA 10F, MA 10G, MA 10H, MA 10I, MA 10J Tentamen, Tentamen, Tentamen				
16	Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik, Finita elementmetoden 19:00				

Course literature

Ottosen, Niels Saabye and Petersson, Hans:
Introduction to the Finite Element Method, Prentice Hall.

Wallin, Mathias: **"Introduction to the Finite Element Method- Exercises"**, Solid Mechanics, 2012. The exercises can be downloaded from the course website.

The course book can be bought at KFS.

Additional notes on transient problems is available at the course home-page.

Additional notes on introduction to strength of materials can be bought at the Division of Solid Mechanics (Only Pi and I students)

CALFEM-manual, computer program for learning the finite element method, Structural mechanics and Solid Mechanics, Lund 1999.

The Matlab-toolbox CALFEM can be downloaded from our homepage (www.solid.lth.se).

Assignment

The course includes a mandatory assignment. The assignment is performed in groups of two. **The assignment shall be handed in not later than May 25 at 16.00**. The assignment will be graded with up to 5 points which can be added to the points obtained at the exam May 28. Note that the bonus points is only valid at the exam 28/5, 2018. A report that is handed in after May 25 will be given 0 points. The report must be approved not later than June 11.

Submission

You should submit your report in PDF format to FHLF01@solid.lth.se or FHLF10@solid.lth.se. In addition to your report you should also attach your m-files in the email. Moreover, a paper version should also be handed in to the division of Solid Mechanics.

Examination

The examination of the course consists of a final examination and an assignment. The total points for passing the exam is 30. Total points is 60.

The exam takes place
May 28, 14-19, MA 10

Preliminary lecture schedule

Lecture 1	19/3	Introduction to FE-analysis, Chap. 1 and Chap. 2
Lecture 2	21/3	Chap. 3
Lecture 3	22/3	Chap. 4
Lecture 4	26/3	Chap. 6, Chap 7 (1D)
Lecture 5	28/3	Chap. 7 (3D), Chap 8
Lecture 6	29/3	Chap. 9
Lecture 7	16/4	Chap. 10 + Transient heat flow, Chap 11
Lecture 8	18/4	**1D Solid Mech. Pi & I**
Lecture 9	19/4	Chap. 12, Chap. 13
Lecture 10	23/4	**3D Elastictet, huvudspänningar, flytytor etc, Only Pi & I**
Lecture 11	25/4	Chap. 15 and 16
Lecture 12	2/5	Seminar, sample problems
Lecture 13	3/5	Chap. 19
Lecture 14	4/5	Chap. 20
Lecture 15	7/5	**Beam thery, Only Pi & I**
Lecture 16	9/5	**Chap. 17. Only Pi &I**
Lecture 17	14/5	Is ethics a problem in finite elements ?
Lecture 18	16/5	Guest lecture, P-O Sturesson,
		Driving Dynamics and Noise & Vibration Centre, Volvo

Exercises

Exercise 1	Chap. 2
Exercise 2	Chap. 3
Exercise 3	Chap. 4.
Exercise 4	Chap. 5, Chap. 6
Exercise 5	Chap. 7, Chap. 8
Exercise 6	Chap. 9 (not 9.4 and 9.5)
Exercise 7	Chap. 10
Exercise 8	**1D Solid Mech., Only Pi & I, Problem 1.1-1.4**
Exercise 9	9.4, 9.5 and Chap. 11
Exercise 10	Chap. 12, Chap. 13
Exercise 11	**3D Solid. Mech Only Pi & I, Problem 2.1-2.3, 3.1-3.3**
Exercise 12	Chap. 15, Chap. 16
Exercise 13	Chap. 19
Exercise 14	Chap. 20
Exercise 15	**Beams and yield conditions, Only Pi & I, Problem 4.1-4.3, 5.1-5.3**
Exercise 16	**Chap. 17, Only Pi & I, 5.4-5.5, 17.1-17.2**