

The Finite Element Method

Div. of Solid Mechanics

Course program, vt2, 2017

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 is 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:

Marcus Alexandersson Marcus.Alexandersson@solid.lth.se

Kristofer Robertsson, Kristofer.Robertsson@solid.lth.se

WEEK 1

Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik, FHLF10, +1 Kurs (2)

v12	Ma 20/3	Ti 21/3	On 22/3	To 23/3	Fr 24/3
8			08:00 FHLF01, FHLF10 Forel MH-Rieszsalen Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik F3, P13 I3.F		08:00 FHLF01, FHLF10 Ovn M-Q Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik F3, P13 I3.F
9					
10			10:00		10:00
11					
12					
13	13:00 FHLF01, FHLF10 Forel MH-Gårdingsalen Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik F3, P13 I3.F				
14	15:00				
15					
16					

☐ DatorOvn
 ☐ Forel
 ☐ Omtenta
 ☐ Sem
 ☐ Tentamen
 ☐ Ovn
 ☐ Information

TimeEdit 2017-03-08 14:26 1/14

WEEK 2

Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik, FHLF10, +1 Kurs (2)

v13	Må 27/3	Ti 28/3	On 29/3	To 30/3	Fr 31/3
8			08:00 FHLF01, FHLF10 Forel M4-I-Pleszsalen Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik F3, P3 13.F	08:00 FHLF01, FHLF10 Forel M4-I-Pleszsalen Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik F3, P3 13.F	08:00 FHLF01, FHLF10 Övn M-Q Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik F3, P3 13.F
9					
10			10:00	10:00	10:00
11					
12					
13	13:00 FHLF01, FHLF10 Forel M4-Gårdingsalen Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik F3, P3 13.F				
14	15:00				
15					
16					

☐ DatorÖvn
 ☐ Forel
 ☐ Ömtenta
 ☐ Sem
 ☐ Tentamen
 ☐ Övn
 ☐ Information

TimeEdit 2017-03-08 14:26 2/14

WEEK 3

Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik, FHLF10, +1 Kurs (2)

v 14	Må 3/4	Ti 4/4	On 5/4	To 6/4	Fr 7/4
8		08:00 FHLF01, FHLF10 Övn M/M2 Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik F3, P13 I3.F	08:00 FHLF01, FHLF10 Förel MH-Rieszsalen Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik F3, P13 I3.F	08:00 FHLF01, FHLF10 Förel MH-Rieszsalen Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik F3, P13 I3.F	08:00 FHLF01, FHLF10 DatorÖvn E.Satumus, E.Uranus Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik F3, P13 I3.F
9					
10		10:00	10:00	10:00	10:00
11					
12					
13	13:00 FHLF01, FHLF10 Förel MH-Gårdingsalen Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik F3, P13 I3.F				
14					
15		15:00 FHLF01, FHLF10 Övn M/M1 Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik F3, P13 I3.F			
16					
		17:00			

WEEK4

Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik, FHLF10, +1 Kurs (2)

v 15	Må 10/4	Ti 11/4	On 12/4	To 13/4	Fr 14/4
8					06:00 Långfredagen
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					00:00

WEEK 5

Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik, FHLF10, +1 Kurs (2)

	Ma 17/4	Ti 18/4	On 19/4	To 20/4	Fr 21/4
16	Annandag påsk				
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					

WEEK 6

Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik, FHLF10, +1 Kurs (2)

v 17	Må 24/4	Ti 25/4	On 26/4	To 27/4	Fr 28/4
8		08:00 FHLF01, FHLF10 Övn M:R Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik F3, P13 13.F	08:00 FHLF01, FHLF10 Förel MH:Rieszsalen Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik F3, P13 13.F	08:00 FHLF10 DatorÖvn M:Ina4 Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik P13 13.F	08:00 FHLF01, FHLF10 Övn M:Q Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik F3, P13 13.F
9					
10		10:00	10:00	10:00	10:00
11					
12					
13	13:00 FHLF01, FHLF10 Förel MH:Gårdingsalen Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik F3, P13 13.F			13:00 FHLF01, FHLF10 DatorÖvn M:Emma3, M:Emma4 Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik F3, P13 13.F	13:00 FHLF01, FHLF10 Övn M:R Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik F3, P13 13.F
14					
15	15:00 FHLF01, FHLF10 Övn M:R Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik F3, P13 13.F	15:00 FHLF01, FHLF10 Övn M:M1, M:M2 Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik F3, P13 13.F		15:00	15:00
16		17:00	17:00		

WEEK 7

Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik, FHLF10, +1 Kurs (2)

	Må 1/5	Ti 2/5	On 3/5	To 4/5	Fr 5/5
8	08:00 Första maj	08:00 FHLF01, FHLF10 Övn M:M2, M:R Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik F3, P13 13.F	08:00 FHLF01, FHLF10 Forel M:H-Bieszsalen Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik F3, P13 13.F	08:00 FHLF01, FHLF10 Forel M:H-Bieszsalen Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik F3, P13 13.F	08:00 FHLF01, FHLF10 Övn M:Q Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik F3, P13 13.F
9					
10		10:00	10:00	10:00	10:00
11					
12					12:00
13		13:00 FHLF01, FHLF10 Forel M:H-Gårdingsalen Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik F3, P13 13.F			13:00 FHLF01, FHLF10 Övn M:R Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik F3, P13 13.F
14					
15		15:00 FHLF01, FHLF10 Övn M:R Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik F3, P13 13.F	15:00		15:00
16					
	00:00	17:00			

WEEK 8

Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik, FHLF10, +1 Kurs (2)

v 19	Ma 8/5	Ti 9/5	On 10/5	To 11/5	Fr 12/5
8		08:00 FHLF01, FHLF10 Övn MAM2, M&R Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik F3, P13 13.F	08:00 FHLF01, FHLF10 Forel MH-Rieszsalen Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik F3, P13 13.F		08:00 FHLF01, FHLF10 Övn M&Q Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik F3, P13 13.F
9					
10		10:00	10:00		10:00
11					
12					
13	13:00 FHLF01, FHLF10 Forel MH-Gårdingsalen Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik F3, P13 13.F	13:00 FHLF01, FHLF10 Övn M&R Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik F3, P13 13.F			
14					
15	15:00 FHLF01, FHLF10 Övn M&R Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik F3, P13 13.F	15:00 FHLF01, FHLF10 Övn M&R Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik F3, P13 13.F			
16		17:00	17:00		

WEEK 9

Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik, FHLF10, +1 Kurs (2)

v 20	Ma 15/5	Ti 16/5	On 17/5	To 18/5	Fr 19/5
8		08:00 FHLF01, FHLF10 Övn MM2, M-R Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik F3, P13 I3.F	08:00 FHLF01, FHLF10 Förel MH-Rieszsalen Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik F3, P13 I3.F		08:00 FHLF01, FHLF10 Övn M-Q Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik F3, P13 I3.F
9					
10	10:00 FHLF01, FHLF10 Övn M-R Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik F3, P13 I3.F				
11					
12					
13	13:00 FHL064, FHLF01, FHLF10 Förel MH-Gårdingsalen Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik BME4-br, F3, M3, P13 I3.F	13:00 FHLF01, FHLF10 Övn MM2, M-R Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik F3, P13 I3.F			13:00 FHLF01, FHLF10 Övn M-R Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik F3, P13 I3.F
14					
15	15:00 FHLF01, FHLF10 Övn M-R Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik F3, P13 I3.F		15:00 FHLF01, FHLF10 Sem MH-Rieszsalen Finita elementmetoden, Finita elementmetoden och introduktion till materialmekanik F3, P13 I3.F		
16					

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 26 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 29. Note that the bonus points is only valid at the exam 29/5, 2017. A report that is handed in after May 26 will be given 0 points. The report must be approved not later than June 12.

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 29, 14-19, Vic 1 and Vic 2A-C

Preliminary lecture schedule

Lecture 1	20/3	Introduction to FE-analysis, Chap. 1 and Chap. 2
Lecture 2	22/3	Chap. 3
Lecture 3	27/3	Chap. 4
Lecture 4	29/3	Chap. 6, Chap 7 (1D)
Lecture 5	30/3	Chap. 7 (3D), Chap 8
Lecture 6	3/4	Chap. 9
Lecture 7	5/4	Chap. 10 + Transient heat flow, Chap 11
Lecture 8	6/4	1D Solid Mech. Pi & I
Lecture 9	24/4	Chap. 12, Chap. 13
Lecture 10	26/4	3D Elasticitet, huvudspänningar, flytytor etc, Only Pi & I
Lecture 11	2/5	Chap. 15 and 16
Lecture 12	3/5	Seminar, sample problems
Lecture 13	4/5	Chap. 19
Lecture 14	8/5	Chap. 20
Lecture 15	10/5	Beam theory, Only Pi & I
Lecture 16	15/5	Chap. 17. Only Pi & I
Lecture 17	17/5	Guest lecture, P-O Sturesson, Noise and vibration center, Volvo
Lecture 18	17/5	Is ethics a problem in finite elements ?

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
Exercise 9	9.4, 9.5 and Chap. 11
Exercise 10	Chap. 12, Chap. 13
Exercise 11	3D Solid. Mech Only Pi & I
Exercise 12	Chap. 15, Chap. 16
Exercise 13	Chap. 19
Exercise 14	Chap. 20
Exercise 15	Beam theory, Only Pi & I
Exercise 16	Chap. 17, Only Pi & I
Exercise 17	Conslutation