

Kursprogram Hållfasthetslära grundkurs, HT 2021

SE1010 för CMAST & CFATE med projekt (12 hp) och SE1020 för CDEPR & CMATD m.fl. (9 hp)

Lärandemål

Alla material, komponenter och produkter deformeras när de belastas, och belastas de för mycket går de sönder. Sådant är ofta centralt för deras användning och funktion.

Detta kräver förståelse och kunskap om ingående mekanismer och fenomen. Därutöver krävs en förmåga att korrekt kunna använda denna (och annan ingenjörskunskap) för att formulera och analysera ingenjörspådrag, och då bestämma relevanta storheter och deras värden. Den sortens kunskap och förmåga är nödvändig för att utforma tillförlitliga och driftsäkra produkter. Ämnet är därför centralt för CMAST, CDEPR, CFATE, CMATD med flera program.

Efter avslutad grundkurs i hållfasthetslära skall du:

- *Känna till och behärska grundläggande begrepp och storheter inom hållfasthetsläran*
- *Med dessa kunna beräkna spännings- och deformationstillstånd i sammansatta strukturer (fackverk, komposit och enkla ramverk) utgående från modeller för enaxliga komponenter såsom stänger, balkar, cirkulära axlar, och strukturer uppbyggda av sådana.*
- *Kunna beräkna spännings- och deformationstillstånd i axialsymmetriska strukturer (t.ex. axlar, rör, tryckkärl, krympförband).*
- *Hantera spännings- och deformationstillstånd även under två- och tredimensionell belastning, kunna transformera dessa i olika riktningar, samt då bestämma deras inbördes samband.*
- *Kunna dimensionera (val av material, geometri m.m.) ovanstående strukturer m.a.p. deformation, plasticering, brottsstyrka, knäckning, samt m.a.p. sprickor och spricktillväxt och livslängd vid upprepad belastning.*
- *Kunna avgöra de använda modellernas tillämpbarhet, och ha en uppfattning om storleksordningen på gjorda approximationer.*
- *Med hjälp av ovanstående kunna ställa upp och sedan lösa och värdera ett antal (enklare, ställda) ingenjörspådrag och sedan redovisa dem i en kort rapport (tentamensproblem).*

För kurs SE1010 med projekt ingår dessutom att kunna:

- *Arbeta i grupp och lösa ett ingenjörspådrag inklusive planering och fördelning av arbetsuppgifter.*
- *Skriva en teknisk rapport och presentera lösningen till ett hållfasthetstekniskt projekt med krav på innehåll, struktur och språk.*

Kursomgången HT2021 - Allmänt

Föreläsare och examinatorer

CMAST Carl Dahlberg (carldahl@kth.se)

CDEPR & Jonas Neumeister (jonasn@kth.se)

CMATD m.fl.

CFATE Sören Östlund (soren@kth.se)

Övningsassistenter

CMAST: Petter Lind (pettlind@kth.se)

Mustafa Subasic (msubasic@kth.se)

Gustav Thessén (gthessen@kth.se)

CDEPR Armin Halilovic (arminh@kth.se)

Louise Rosenblad (louros@kth.se)

Kalle Norell (knorell@kth.se)

BD: David Lindblom (davlindb@kth.se)

CFATE: Magdalena Kaplan (mkaplan@kth.se)

Kristin Salmi (krisal@kth.se)

Vladilena Gaisina (gaisina@kth.se)

Kurshemsida

Canvas-kurshemsidan (<https://kth.instructure.com/courses/26788>) är gemensam för både SE1010 och SE1020. Notera speciellt de moduler som beskriver kursinformationen för respektive kursomgång/föreläsare.

Undervisningens genomförande

Enligt KTH:s direktiv ska undervisning och examination genomförs med begränsat antal deltagare i sal. För att undvika trängsel i salarna kommer kursdeltagarna att delas upp i grupper och omväxlande kunna delta i sal respektive tillgodogöra sig stoff och undervisning på annat sätt. Ett flertal alternativ kommer att vara tillgängliga därvidlag. Detaljerad och uppdaterad information om hur detta hanteras för respektive kursomgång, d.v.s. CMAST, CFATE respektive CDEPR/CMATD m.fl. finnas på kurshemsidan i Canvas. Även ny/ytterligare information kommer att läggas upp där.

Kursregistrering och Studentadministration

- Kursregistrering sker via KTH:s *EGEN-registrering* på **Mina Sidor**. Detta gäller endast vid förstagsregistrering. Kontakta din studievägledning vid ev. tveksamheter.
- Omregistrering krävs av dem som sedan tidigare ej har klarat tentamen och/eller vill följa kursen ånyo. För att bli omregistrerad måste man kontakta sitt programs studievägledare.
- För övriga administrativa frågor (tex. problem med registrering, rapportering eller plussning, dvs. förbättra redan godkänt betyg), kontakta studentexpeditionen gru@tekmek.kth.se.

Kurslitteratur

Kursbok: *Grundläggande hållfasthetslära (GH)*, Hans Lundh (360 kr)

Formelsamling: *Handbok och formelsamling i hållfasthetslära (FS)*, 11:e upplagan, Bo Alfredsson (redaktör), (350 kr).

Exempelsamling: *Exempelsamling i hållfasthetslära (EX)*, 7:e upplagan, Per-Lennart Larsson och Ragnar Lundell (redaktörer), (200 kr).

Summa: **960 kr.** (Ingen kontanthantering i expeditionen)

Böckerna säljs på Studentexpedition TR8, Teknikringen 8D, öppet kl. 10-13 måndag till fredag. **FS**, får användas vid diagnostiska uppgifter och tentamen.

Kursmoment och examination

Examination sker genom en (betygsgrundande) 5h tentamen, en obligatorisk laboration, samt godkänt projekt (för SE1010). Övriga moment uppmuntras starkt men är frivilliga.

Tentamen 9 hp (TEN1 inkl. DIA1)

Ordinarie tentamen är fredag 14 januari, 2022, kl 8-13 (omtentamen i april). Anmälan (med salsplacering) är obligatorisk och görs på **Mina Sidor**, se kurshemsidan. Rättning och rapportering tar normalt 15 arbetsdagar.

Tillåtna hjälpmedel utöver skrivdon är **FS**, matematiska tabeller samt miniräknare. (OBS: Inga figurer, ekvationer eller text får skrivas i FS mm, men indexflikar, under/överstrykningar samt egna sidhänvisningar är tillåtna).

Tentamen består av 6 uppgifter (om 6 poäng vardera) som alltid är av problemlösningstyp. Där krävs att man själv ställer upp och formulera erforderliga samband, ekvationer, villkor etc. för att beskriva det givna problemet. Vidare erfordras lösandet av ekvationerna samt att besvara ställda frågor, tex. att specificera krav för att uppfylla ett givet villkor.

Övnings- och hemtalen i detaljprogrammet nedan är avsedda för att träna dessa färdigheter, och många av dem är gamla tentamensuppgifter. Notera att tentamensuppgifterna mycket väl kan innehålla moment från flera kursavsnitt.

Uppgifterna beskriver praktiska hållfasthetsrelaterade ingenjörfrågeställningar vilka kan varieras närmast obegränsat, och varje tentamensuppgift är nykonstruerad. Det går alltså inte att klara tentamen genom öva på och memorera typtal! Istället måste man på egen hand träna att formulera och därefter också lösa givna problem. Detta kräver aktiva kunskaper och förståelse.

Korrekt metod och dess genomförande för att lösa givna problemet bedöms. Poängsättningen följer (övergripande) principerna nedan:

6 poäng: Rätt lösning och svar.

5 poäng: Lösningsgången rätt, rimligt men fel resultat pga. något mindre slarv (tex. räknefel).

4 poäng: Rimligt men fel slutresultat pga. mindre principfel (tex. fel tecken på storhet, riktning, enheten fel eller saknas där sådan krävs, felaktig beskrivning av geometri)

3 poäng: Flera mindre principfel och/eller slarvfel (men fortfarande rimlig lösningsgång och rimligt svar). Ibland också: Tydligt specificerad avgränsad deluppgift löst helt korrekt.

0 poäng: Lösningen innehåller minst ett grovt principfel: Som grovt principfel betraktas tex. felaktig jämvikt, dimensionsfel av typen $1 + a$ (med längd a), löst annan uppgift, fel som visar att man inte begripit uppgiften och nödv. lösningssteg. Eller så många mindre princip- och slarvfel att lösningen blir meningslös. (Notera: inga uppgifter bedöms med 1 eller 2 poäng)

Totalsumman kan bli upp till 40 poäng (inkl. max. 4 bonuspoäng, se nedan).

Betygsgränser: 0 - 11 ger **F**; 12 - 13 ger **FX**, 14 - 17 ger **E**, 18 - 21 ger **D**, 22 - 24 ger **C**, 25 - 28 ger **B**, 29 - 40 ger **A**. (Godkänd tentamen ger automatiskt rapportering av DIA1.)

Kompletteringstentamen vid betyg FX

Betyg FX betyder underkänt, men ger möjlighet till komplettering vid en sk. FX-tentamen (2h) med två uppgifter (om på förhand givna områden). Denna ges ca. två veckor efter att resultatet rapporterats. Båda uppgifter skall då vara nöjaktigt lösta för betyg **E**, annars fastställs betyg **F**. Tidpunkt mm. för FX-tentamen meddelas via e-post och på kurshemsidan.

Laboration (LAB1; 0 hp)

Den obligatoriska laborationen (**LAB1**) under vecka 48 demonstrerar experimentellt hållfasthetsteknisk mätning och provning.

Anmälan och gruppindelning enligt programtillhörighet sker via hemsidan på Canvas.

I dagsläget planeras att laborationen ska äga rum i hållfasthetsläras lokaler (1 tr upp från Studentexpeditionen TR8). En eventuell ändring av detta kommer att meddelas på kurshemsidan i Canvas. Ingen speciell förberedelse krävs.

Diagnostisk uppgift (DIA1; 3 hp)

Kontinuerliga studier och inläring uppmuntras starkt. Därför delrapporteras aktivt deltagande i diagnostiska moment som 3 hp (**DIA1**). Godkänd tentamen (**TEN1**) ger då resterande 6 hp.

Detta bedöms som många väl genomförda **frivilliga** diagnostiska moment vilket också ger möjlighet att samla ihop maximalt 4 (av totalt 8 möjliga) **bonuspoäng** till tentamen.

Dessa moment är:

1) Fyra schemalagda (digitala) **diagnostiska skrivningar** under kursens gång, där varje skrivning med 10 korta frågor kan ge upp till 1,5 bonuspoäng. (Hjälpmedel som på tentamen)

2) **Diagnostiska uppgifter** - OBS! NYTT för HT2021

Under kursens gång kan du arbeta med 10 frivilliga diagnostiska uppgifter (som läggs ut på kurshemsidan, se även detaljschemat nedan). Du ska i Canvas ladda upp en fullständig skriftlig lösning som du själv ska stå för absolut senast den tid som är angiven för respektive uppgift. Efter sista inlämningstid kommer du få återkoppling i form av vissa korrekta svar eller delsvar, och lite vägledning om hur du bör ha gått till väga för att lösa uppgiften. **Du har därefter tre dagar på dig att justera eventuella fel i din lösning och ladda upp en ny.** Den diagnostiska uppgiften kommer att bidra till bonuspoäng om den första uppladdade lösningen är komplett och den andra är korrekt. Självklart behöver du inte ladda upp en ny lösning om din första är korrekt. De tio diagnostiska uppgifterna ger möjlighet till maximalt 2 bonuspoäng.

Summan av samtliga bonuspoäng avrundas uppåt till närmaste heltal (dock maximalt 4) som läggs till tentamensresultatet. Intjänade bonuspoäng får användas under ett år från kursstart.

Om minst 3 (avrundade) bonuspoäng uppnås rapporteras 3 hp för momentet **DIA1** som godkänt. Annars rapporteras **DIA1** vid godkänt resultat på tentamen.

Projektuppgift för CMAST och CFATE i SE1010 (PRO1; 3 hp)

Projektuppgiften för CMAST och CFATE i SE1010 genomförs i tilldelade grupper. Information om gruppindelningen sker vecka 38 och en föreläsning i vecka 37 introducerar projektet. Därefter hämtar varje grupp gemensamt ut sin uppgift hos resp. övningsassistent.

Uppgiften planeras och genomförs av gruppen med viss handledning och hjälp från projektassistenten. Rapporteringen är uppdelad i två delar: Resultaten från hållfasthetsberäkningarna samt den skriftliga rapporten av dessa. Beräkningsresultaten ska delrapporteras till assistenten vid separata tillfällen. Den slutgiltiga redovisningen sker med en skriftlig rapport som lämnas in senast onsdag 15 december 2021 kl. 18:00.

Information om och checklistor för projektuppgiften och rapportens utformning kommer att finnas på kurshemsidan. Rapporten lämnas in till övningsassistenten för granskning och bedöms som godkänd eller inte godkänd. Efter granskningen erhåller gruppen återkoppling på rapporten vid ett kort möte med projektassistenten.

Vid återkopplingsmötet efter avslutad granskning ska alla gruppmedlemmar vara beredda att svara på övergripande frågor om projektet och specifika frågor om sina egna ansvarsområden.

Granskningen tar ungefär två veckor. Underkänd rapport måste kompletteras och lämnas in senast fredag 21 januari 2022 kl. 18:00. **OBS** Om den rapporten inte blir godkänd vid andra granskningen hänvisas ni till nästa läsårs projekt som delas ut hösten 2022.

Övrigt

Slutbetyg och rapportering av hel kurs

Rapportering av slutbetyget för hela kursen sker när alla obligatoriska momenten klarats av. Det innebär för CMAST och CFATE (SE1010) momenten TEN1, LAB1 och PRO1. För CDEPR och CMATD mfl (SE1020) innebär det moment: TEN1 och LAB1.

Frågetillfällen och räknestugor och inför tentamina

Inför båda tentamina finns lärare tillgängliga i Hållfasthetsläras seminarierum (Teknikringen 8D, 1 trappa, snett till vänster). I januari är det preliminärt tisdag 11/1 kl 13-17 och onsdag 12/1 kl. 8-12.

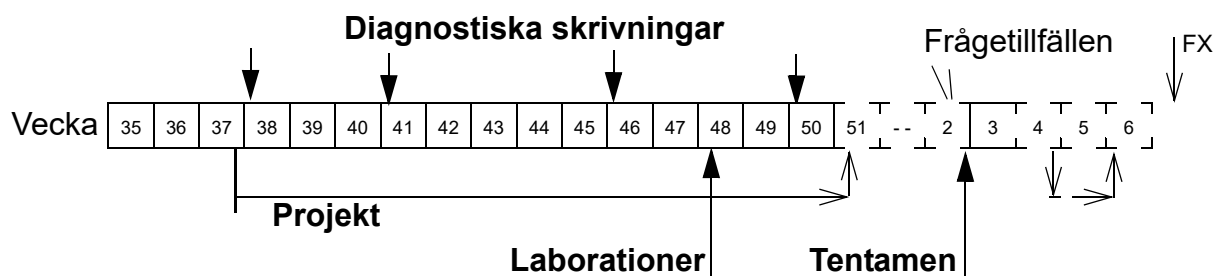
Kursutvärdering

Kursutvärderingen består av en webbaserad enkät som alla registrerade kursdeltagare uppmanas fylla i vid kursens slut. Svaren från enkäten sammanställs till en kursanalys.

Terminsplanering

Kursomgångarna SE1010 och SE1020 innehåller 54 resp. 52 föreläsningstimmar (F), 38 övningstimmar (Ö) och 2 timmar laboration. Projektet uppskattas ta ca. 60 timmar per person.

OBS: Kursen har separata scheman för CMAST, CDEPR, CFATE och CMATD mfl. Nedan visas en översiktlig skiss över terminens aktiviteter och tider:



Detaljschema för föreläsningar och övningar mm.

Tider anges i KTH:s lässchema. F1 och Ö1 i tabellen betyder föreläsning- och övningspass nummer 1 osv. Talen med *nummer i kursiv stil* bedöms vara något lättare, lämpliga att börja träna på! **OBS** Tillsviare hålls både föreläsningar och övningar digitalt (se kurshemsidan)

	Innehåll	Avsnitt i bok/ Övningstal	Rekommenderade hemtal i EX (*)
F1	Inledning, stång, normalspänning och normaltöjning, förskjutning, Hookes lag.	GH 1, 2	
F2	Axialbelastad stång.	GH 3.1 - 3.4	
Ö1	<i>Frilägga, snitta och jämvikt i stänger.</i> <i>Normalspänning.</i>	EX 2.1: 1, 4, 16, 1(DE), 15	2.1: 2, 3, 6, 11, 13, 14, 17, 18
F3	Statiskt bestämda och obestämda problem, tvärkontraktion, skjuvning, Hookes lag för skjuvning.	GH 3.5 - 3.8	
Seminarieuppgift 1 - Analys av statiskt bestämd stång - 6/9 kl. 23:59.			
Ö2	<i>Statiskt bestämda och statiskt obestämda problem, skjuvning.</i>	EX 2.1: 9, 30, 31 2.3: 4, 6	2.1: 3, 5, 33, 29, 32, 34 2.3: 5, 7
F4	Elastiska stångbärverk, statiskt bestämda strukturer och statiskt obestämda strukturer.	GH 4	
Ö3	<i>Statiskt obestämda stångbärverk, friläggning, snitt och jämvikt.</i>	EX 2.2: 4, 11, 14, 15	2.2: 1, 2, 3, 5, 13, 16, 17, 18
F5	Materialmodeller, termoelasticitet och elastisk-plastiska stångbärverk.	GH 5.1 - 5.4	
Seminarieuppgift 2 - Fackverk - 14/9 kl. 23:59			
Ö4	<i>Termoelasticitet och elastiskt-plastiskt material.</i>	EX 2.1: 36 2.2: 20, 30, 31	2.1: 35, 37, 38, 40 2.2: 22, 30, 33, 38, 39
F -	Projektet (v37): fredag 13/9, kl. 15-17 i sal F1, gemensamt för CFATE och CMAST. Uppgiften, tidplanering, gruppens arbete		
Diagnostisk skrivning 1 - 20/9 kl. 8:00-9:00. Funka börjar kl. 7:30			

	Innehåll	Avsnitt i bok/ Övningstal	Rekommenderade hemtal i EX (*)
F6	Vridning av cirkulärt tvärsnitt, statistiskt bestämda och statistiskt obestämda vridproblem.	GH 6.1 - 6.2	
	Seminarieuppgift 3 - Statiskt obstämt stångbärverk - 20/9 kl. 23:59		
Ö5	Elastisk vridning av cirkulärt tvärsnitt.	EX 2.2: 22, 38 EX 2.6: 12, 14	2.6: 1, 2, 6, 7, 8, 3, 18, 22
F7	Vridning av cirkulärt tvärsnitt, elastiskt-idealplastiskt material, avlastning.	GH 6.3 - 6.4	
	Seminarieuppgift 4 - Vridning av statistiskt bestämd axel - 23/9 kl. 23:59		
Ö6	Vridning av cirkulärt tvärsnitt i elastiskt-plastiskt material.	EX 2.6: 15, 22, 29, 31	2.6: 23, 25, 26, 27, 30
F8	Böjning av rak balk. Snittstorheter. T- och M-diagram.	GH 7.1 - 7.2	
Ö7	Friläggning, reaktionsstorheter, T- och M-diagram	EX 2.4: 19, 20, 28, 29	2.4: 16, 18, 22, 23
F9	Böjning av rak balk. Normalspänning, ytstorheter.	GH 7.3 - 7.4	
	Seminarieuppgift 5 - Tvärkrafts- och momentdiagram - 29/9 kl. 23:59		
Ö8	Böjning av balk - normalspänning.	EX 2.4: 37, 39, 42, 47	2.4: 45, 40, 50
F10	Deformation vid balkböjning. Elastiska linjens ekvation och randvillkor.	GH 7.6	
	Seminarieuppgift 6 - Tvärsnittsstorheter, normalspänning vid böjning - 7/10 kl. 23:59		
Ö9	Elastiska linjens ekvation	EX 2.4: 97, 117, 120, 123	2.4: 95, 96, 98, 99, 118, 127
F11	Deformation vid balkböjning. Användning av elementarfall.	GH 7.7	
Ö10	Elementarfall för böjning av balk.	EX 2.4: 102, 103, 120, 122	2.4: 119, 129, 130, 131
	Diagnostisk skrivning 2 - 11/10 kl. 8:00-9:00. Funka börjar kl. 7:30		
F12	Böjskjuvspänningar.	GH 7.5	
Ö11	Böjskjuvspänningar.	EX 2.4: 82, 86, 88 2 kvadrat.tvärsnitt	2.4: 83, 84, 85, 87, 90, 93
F13	Böjning av balk i elastiskt-plastiskt material	GH 7.9, EX 2.4: 60, 64	2.4: 58, 61, 65
	Uppehåll för tentaperiod efter lp 1		
F14	Spänningstillstånd i 3D. Huvudspänningar. Invarianter.	GH 9.1 - 9.2.5	
F15	Spänningstillstånd i 2D. Mohrs cirkel	GH 9.2.6 - 9.2.8	
Ö12	Spänningsanalys.	EX 1.1: 2, 8, 13, 14	1.1: 3, 4, 9, 10, 11, 15

	Innehåll	Avsnitt i bok/ Övningstal	Rekommenderade hemtal i EX (*)
F16	Töjningstillstånd i 3D. Konstitutiva ekvationer. Töjningsmätning.	GH 9.3 - 10	
F17	Tunnväggiga tryckkärl. Spänning och töjning vid cylindrisk och sfärisk symmetri.	GH 9.2.9 - 9.2.10	
	Seminarieuppgift 7 - Spänningsanalys - 9/11 kl. 23:59		
Ö13	<i>Töjning i 3D.</i>	EX 1.2: 10, 12 1.3: 7, 10, 14	1.2: 6, 11, 14 1.3: 1, 8, 11, 17
	Diagnostisk skrivning 3 - 15/11 kl. 8:00-9:00. Funka börjar kl. 7:30		
F18	Cylindrisk symmetri. Rör, tryckkärl och cirkulära skivor.	GH 11 - 11.1 (ej 11.1.1-2)	
	Seminarieuppgift 8 - Töjningsanalys - 16/11 kl. 23:59		
Ö14	<i>Rör och tryckkärl.</i>	1.3: 4, 17, 18 2.8: 1, 3, 11	2.8: 2, 4, 12, 15
F19	Sammansättning av spännings- och töjningstillstånd, huvudspänningar.	GH 6, 7, 9, 10	
Ö15	<i>Spänningar och töjningar vid sammansatt belastning.</i>	EX 2.9: 1, 6, 9, 10	2.9: 2, 4, 8, 11
F20	Plasticitetsteori. Utmattning.	GH 12-13	
F21	Utmattning - fortsättning	GH 13	
Ö16	<i>Plasticitetsteori. Utmattning.</i>	EX 2.11: 1, 7 2.12: 32, (38),41	2.11: 2, 6, 5, 21, 22 2.12: 37, 40, 42, 43
	Laborationer		
F22	Utmattning, repetition. Statiskt brott	GH 14.1 - 14.5	
F23	Brottmekanik och spricktillväxt vid cyklisk belastning.	GH 14.1, 14.3 - 14.6	
	Seminarieuppgift 9 - Haighdiagram - 7/12 kl. 23:59		
Ö17	<i>Statiskt brott och spricktillväxt vid cyklisk belastning.</i>	EX 2.12: 13, 17, 25, 27	2.12: 10, 12, 26, 11, 21, 29
F24	Kompositmekanik.	FS 3.2.22	
	Diagnostisk skrivning 4 - 13/12 kl. 8:00-9:00. Funka börjar kl. 7:30		
F25	Elastisk instabilitet.	GH 8.1 - 8.5	
	Seminarieuppgift 10 - Blandningslagarna - 13/12 kl. 23:59		
Ö18	<i>Elastisk instabilitet, Kompositmekanik.</i>	EX 2.10: 1, 12 2.1: 47, 48	2.10: 16, 10 2.1: 44, 45
F26	Repetitionsföreläsning.	Föreläsningssanteckningar	
Ö19	<i>Övning på tentamenstal.</i>	Övningsanteckningar.	