

Kursprogram Hållfasthetslära grundkurs, HT 2023

SE1010 med projekt (12 hp) för CMAST och CFATE

SE1020 (9 hp) för CDEPR, CMATD mfl.

Ämnet

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 ingenjörs-) kunskap för att formulera och analysera ingenjörproblem, 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 CFATE, CMAST, CDEPR, CMATD med flera program.

Lärandemål

Efter avslutad grundkurs i hållfasthetslära skall du kunna:

beräkna spännings och deformationstillstånd i strukturer utgående från endimensionella modeller för slanka kroppar (stänger, axlar, balkar).

använda korrekta spännings- och töjningsberäkningar i två -och tredimensionella kroppar och strukturer för att dimensionera hållfastheten med avseende på antingen deformation, plasticering, brottstyrka, livslängd eller knäckning, eller kombinationer av dessa.

formulera och **genomföra** lämplig Lösningsstrategi för idealiserade ingenjörsmässiga problem.

presentera dimensionsriktiga, läsbara och rimliga lösningar för idealiserade ingenjörsmässiga problem.

Samt för kurs SE1010 dessutom:

presentera, inom ramen för ett projektarbete, lösningen till ett hållfasthetstekniskt problem i en skriftlig rapport med krav på innehåll, struktur och språk.

Kursomgången HT2023

Föreläsare och examinatorer

SE1010 för CFATE och CMAST

Sören Östlund (soren@kth.se)

SE1020 för CDEPR, CMATD m.fl.

Jonas Neumeister (jonasn@kth.se)

Övningsassistenter

CFATE: Simon Salmi (simonsal@kth.se)

Viktoria Jansson (vikjan@kth.se)

CMAST: Kristin Salmi (krisal@kth.se)

Elin Lerin (elerin@kth.se)

CDEPR: Magdalena Kaplan (mkaplan@kth.se)

Linnea Fredriksson (lfredr@kth.se)

CMATD: Vladilena Gaisina (gaisina@kth.se)

Kurshemsida

Kurshemsidan i Canvas (canvas.kth.se/courses/41559) är gemensam för både SE1010 och SE1020.

Kursregistrering och studentadministration

Information om hur du registrerar dig på kurs finns via länken www.kth.se/student/studier/kurs/kursregistrering/kursregistrering-1.317058.

Förstagångsregistrering kan göras via Mina Sidor eller direkt i Ladok med länken www.student.ladok.se/student/app/studentwebb/.

Omregistrering krävs av dem som sedan tidigare ej har klarat tentamen och/eller vill följa kursen ånyo. Det görs enklast med länken: www.kth.se/student/studier/kurs/omregistrering-pa-kurs-1.1142776.

För övriga administrativa frågor (tex. problem med rapportering eller plussning, dvs. förbättra redan godkänt slutbetyg), kontakta Studentexpeditionen TR8 på: gru@tekmek.kth.se.

Kurslitteratur

Kursbok: *Grundläggande hållfasthetslära (GH)*, Hans Lundh (400 kr)

Formelsamling: *Handbok och formelsamling i hållfasthetslära (FS)*, 11:e upplagan, Bo Alfredsson (redaktör), (400 kr).

Exempelsamling: *Exempelsamling i hållfasthetslära (EX)*, 7:e upplagan, Per-Lennart Larsson och Ragnar Lundell (redaktörer), (240 kr).

Kurslitteraturen säljs (ingen kontanthantering) på Studentexpedition TR8, Teknikringen 8D, nb, öppet kl. 10-13 måndag till fredag. FS, får användas på kontrollskrivning, diagnostiska skrivningar och tentamen.

Kursfordringar och examination

Kursen består av två delar motsvarande kursinnehållet i läsperiod 1 (Del 1) och läsperiod 2 (Del 2). För att bli godkänd i kursen måste man vara godkänd på båda delarna. Under läsåret finns tre examinationstillfällen. En 2,5 h kontrollskrivning (4,5 hp) på Del 1 och två 5h tentamina (9 hp) på både Del 1 och Del 2 samtidigt. Utöver dessa krävs godkänd laboration samt godkänt projekt (för SE1010). Godkänt resultat och betyg på någon av delarna har man med sig till kommande examinationstillfällen och kursomgångar. Notera att tentamina från tidigare kursomgångar är helt representativa för nya upplägget med Del 1 (3 första talen) och Del 2 (de 3 sista talen).

Kontrollskrivning och tentamina är betygsgrundande och varje del består av tre uppgifter av problemlösningsskarakter. Där krävs att man själv ställer upp och formulerar 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.

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

Övningstalen, rekommenderade hemtal och de diagnostiska uppgifterna är avsedda att träna dessa färdigheter, och många av dem är tidigare tentamensuppgifter. Notera att tentamensuppgifter mycket väl kan innehålla moment från flera kursavsnitt. Uppgifterna beskriver praktiska hållfasthetsrelaterade ingenjörfrågeställningar vilka kan varieras närmast obegränsat, varje uppgift är nykonstruerad. Det innebär att man inte kan klara delarna genom öva på och memorera typtal. Istället krävs att man på egen hand tränar förståelse, att formulera och därefter också lösa givna problem. För detta behövs aktiva kunskaper, förståelse och förmågan att använda detta på givna enkla (ingenjör-) problem.

Korrekt metod och dess genomförande för att lösa givna problemet bedöms. Varje uppgift kan ge 6, 5, 4, 3 eller 0 poäng. Poängsättningen följer (övergripande) principerna:

6 poäng: Rätt lösning och svar.

5 poäng: Lösningssättet 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 men rimlig beskrivning av geometri)

3 poäng: Flera mindre principfel och/eller slarvfel (men fortfarande rimlig lösningssätt 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 nödvändiga lösningssteg. Eller så många mindre princip- och slarvfel att lösningen blir meningslös. (Notera: inga uppgifter bedöms med 1 eller 2 poäng)

Kontrollskrivning 4,5 hp Del 1 (KON2)

Kontrollskrivning är torsdag 19 oktober, 2023, kl 8-10.30. Anmälan (med salsplacering) är obligatorisk och görs på **Mina Sidor**, se kurshemsidan. Rättning och rapportering tar normalt sju arbetsdagar.

Kontrollskrivningen består av tre uppgifter. För godkänd kontrollskrivning krävs minst 3 poäng vardera på två av uppgifterna (alltså minst 6 p totalt). Godkänd kontrollskrivning innebär att man klarat Del 1 på tentamen.

Tentamen 9 hp Del 1 & Del 2 (KON2+TEN2)

Ordinarie tentamen är lördag 13 januari, 2024, kl 9-14 (omtentamen i april). Anmälan (med salsplacering) är obligatorisk och görs på **Mina Sidor**, se kurshemsidan. Rättning och rapportering tar normalt 15 arbetsdagar.

Tentamen består av tre uppgifter från Del 1 och tre från Del 2. För godkänd tentamensdel krävs minst 3 poäng vardera på två av uppgifterna från respektive del (alltså minst 6 p totalt per del). Resultaten på Del 1 (KON2) och Del 2 (TEN2) rapporteras var för sig. Godkänt resultat och betyg på en av delarna har man med sig till kommande examinationstillfällen och kursomgångar.

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. Laborationen äger rum i hållfasthetsläras lokaler (1 tr upp från Studentexpeditionen TR8). Ingen speciell förberedelse krävs.

Diagnostisk lärandeaktivitet

Kontinuerliga studier och inläring uppmuntras starkt. Aktivt deltagande i de diagnostiska lärandeaktiviteterna ger möjlighet att samla **bonuspoäng** till Del 1 och Del 2.

Fyra schemalagda **diagnostiska skrivningar (DS)** som (med enkla beräkningar) testar nya begrepp och koncept som dyker upp under kursens gång. Varje skrivning består av 10 korta uppgifter och kan ge upp till 1,5 bonuspoäng (hjälpmedel som på tentamen). DS kan ge 3 bonuspoäng på varje kursdel. Direkt efter varje DS får studenterna återkoppling genom att lösningen till uppgifterna går igenom. Veckan innan DS ordnas räknestuga med genomgång av tidigare DS följt av frågestund. Tid och plats för räknestugorna framgår av KTH:s lässchema.

Tio **diagnostiska uppgifter (DU)** där lärandeverktyget Möbius används. DU kan ge 1,2 bonuspoäng på Del 1 och 0,8 bonuspoäng på Del 2. Varje godkänd DU ger 0,2 bp. För att få godkänt på en DU krävs rätt på 75 % av frågorna.

Den ackumulerade summan av bonuspoängen (avrundad till närmaste heltal) på varje kursdel som påverkar delbetyg och möjlighet till komplettering vid betyget FX är begränsad till 2,0. Här avrundas 0,5 till 1 och 1,5 till 2. Notera att DU och DS från tidigare kursomgångar är helt representativa för nya upplägget men uppdelad på varje kursdel.

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

Projektuppgiften i SE1010 genomförs i tilldelade grupper med 5-6 studenter i varje grupp. Information om gruppindelningen sker vecka 38 och en föreläsning i vecka 37 introducerar projektet. Därefter erhåller varje grupp sin uppgift och kan sätta igång med arbetet.

Uppgiften planeras och genomförs av gruppen med viss handledning och hjälp från en projektassistent. 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 tisdag den 12 december 2023 kl. 18.

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 från projektassistenten. 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 19 januari 2024 kl. 18. OBS Om rapporten inte blir godkänd vid andra granskningen hänvisas ni till nästa läsårs projekt som delas ut hösten 2024.

Slutbetyg, delbetyg 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 KON2, TEN2, LAB1 och PRO1 och för CDEPR och CMATD mfl (SE1020) momenten KON2, TEN2 och LAB1.

Sambanden mellan Delbetygen på KON2 och TEN2 samt slutbetyg framgår av nedanstående tabell. För att få godkänt på en kursdel krävs minst 3 p på två av tre uppgifter. Totala poängsumman p_1 är summan av poängen på uppgifterna och ackumulerade avrundade bonuspoängen på varje kursdel.

Del 1	Del 2	Delbetyg	“Medelvärde” av delbetyg avrundat uppåt	Slutbetyg
$15 \leq p_1 \leq 20$	$15 \leq p_1 \leq 20$	A	A+A, A+B	A
$13 \leq p_1 \leq 14$	$13 \leq p_1 \leq 14$	B	B+B, B+C, A+C, A+D	B
$11 \leq p_1 \leq 12$	$11 \leq p_1 \leq 12$	C	C+C, C+D, B+D, B+E, A+E,	C
$9 \leq p_1 \leq 10$	$9 \leq p_1 \leq 10$	D	D+D, D+E, C+E	D
$6 \leq p_1 \leq 8$ Minst 3 poäng på 2 uppgifter	$6 \leq p_1 \leq 8$ Minst 3 poäng på 2 uppgifter	E	E+E	E
		F		F
Se nedan	Se nedan	FX		

Komplettering vid betyg FX på tentamen

Betyget FX på en kursdel erhålls om man fått $p_1=6$ p, dvs. 6 p på en uppgift, 5 p på en uppgift+1 ackumulerad bonuspoäng eller 4 p på en uppgift+2 ackumulerade bonuspoäng. Notera att enligt ovan är den maximala ackumulerade bonuspoängen som kan använd för slutbetyg eller betyget FX begränsad till 2 p.

Betyget FX betyder underkänt, men med möjlighet till komplettering av aktuell(a) del(ar) vid en FX-skrivning (2h) med en uppgift (om på förhand givet område) på varje kursdel. Denna ges ca. två veckor efter att resultatet på tentamen rapporterats. Uppgifter skall vara nöjaktigt lösta för betyg E, annars fastställs betyg F. Tidpunkt mm. för FX-skrivning meddelas via e-post och på kurshemsidan.

Frågetillfällen och räknestugor och inför tentamina

Inför ordinarie skriftlig tentamen finns lärare tillgängliga i Hållfasthetsläras seminarierum

(Teknikringen 8D, 1 trappa, snett till vänster). I januari är det onsdag 10/1 kl 13-17 och torsdag 11/1 kl. 13-17.

Kursutvärdering

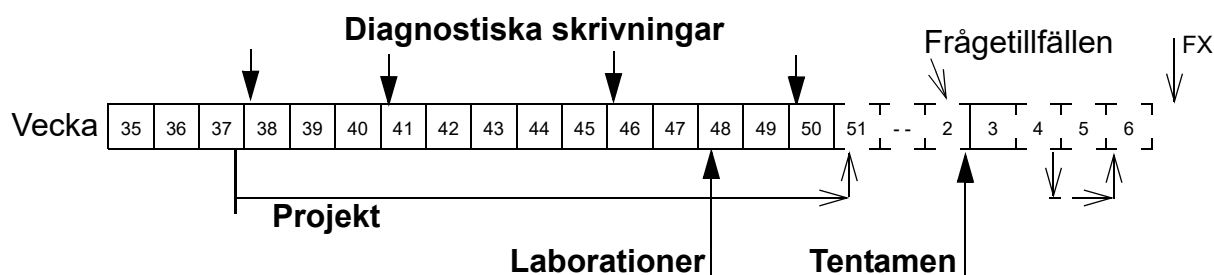
Kursutvärderingen består av en webbaserad enkät som alla registrerade kursdeltagare uppmanas fylla i vid kursens slut. Svaren från enkäten sammanställs i en kursanalys.

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 CFATE, CMAST, CDEPR 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 föreläsnings- och övningspass nummer 1 osv. Övningsuppgifter med *kursiva nummer* bedöms vara något lättare, lämpliga att börja träna på. Både diagnostiska skrivningar och uppgifterna är sedan mycket lämpliga för att bedöma både den egna begreppsförståelsen samt förmågan och att kunna använda dem i enkla situationer. Dessutom anges även lämpliga tal på tentamensnivå när erforderligt kursstoff har behandlats och tränats. Där betyder tex Jan22 (ordinarie) tentamen i januari 2022 osv.

	Innehåll	Avsnitt i bok/ Övningstal	Rekommenderade hental i EX och tentamensuppgifter
F1	Inledning, stång, normalspänning och normaltöjning, förskjutning, Hookes lag	GH 1, 2	
F2	Axialbelastad stång	GH 3.1 - 3.4	
Ö1	Frilägga, snitta och jämvikt i stänger Normalspänning	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	
	Diagnostisk uppgift 1 - Analys av statiskt bestämd stång		
Ö2	Statiskt bestämda och statiskt obestämda problem, skjuvning	EX 2.1: 9, 30, 31; 2.3: 4, 6	2.1: 3, 5, 33, 29, 32, 34; 2.3: 5, 7

	Innehåll	Avsnitt i bok/ Övningstal	Rekommenderade hemtal i EX och tentamensuppgifter
F4	Elastiska stångbärverk, statiskt bestämda strukturer och statiskt obestämda strukturer	GH 4	
Ö3	Statiskt obestämda stångbärverk, friläggning, snitt och jämvikt	EX 2.2: 4, 11, 14, 15	2.2: 1, 2, 3, 5, 13, 16, 17, 18 Uppg1: Jan21, Apr21, Jan20, Jan19, Apr17
F5	Materialmodeller, termoelasticitet och elastisk-plastiska stångbärverk	GH 5.1 - 5.4	
	Diagnostisk uppgift 2 - Fackverk		
Ö4	Termoelasticitet Elastiskt-plastiskt material	EX 2.1: 36 2.2: 20, 30, 31	2.1: 35, 37, 38, 40 2.2: 22, 30, 33, 38, 39 Uppg1: Apr18, Jan17
F	Projektet (v37): fredag 13/9, kl. 15-17 i sal F1, gemensamt för CFATE och CMAST. Uppgiften, tidplanering, gruppens arbete		
	Räknestuga inför DS1 enligt KTH:s lässchema		
	Diagnostisk skrivning 1		
F6	Vridning av cirkulärt tvärsnitt, statiskt bestämda och statiskt obestämda vridproblem	GH 6.1 - 6.2	
	Diagnostisk uppgift 3 - Statiskt obestämt stångbärverk och termoelasticitet		
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	
	Diagnostisk uppgift 4 - Vridning av statiskt bestämd axel		
Ö6	Vridning av cirkulärt tvärsnitt i elastiskt- plastiskt material	EX 2.6: 15, 22, 29, 31	2.6: 23, 25, 26, 27, 30 Uppg2: Jan22, Sept21, Apr21, Apr19, Apr18
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	
Ö8	Böjning av balk - normalspänning	EX 2.4: 37, 39, 42, 47	2.4: 45, 40, 50 Uppg2: Apr20, Jan 21, Jan18
	Diagnostisk uppgift 5 - Tvärkrafts- och momentdiagram, normalspänning vid böjning		
F10	Deformation vid balkböjning Elastiska linjens ekvation och randvillkor	GH 7.6	

	Innehåll	Avsnitt i bok/ Övningstal	Rekommenderade hemtal i EX och tentamensuppgifter
Ö9	<i>Elastiska linjens ekvation</i>	EX 2.4: 97, 117, 120, 123	2.4: 95, 96, 98, 99, 118, 127 Uppg3: Apr22, Jan22, Sept21, Jan21, Apr19, Apr18, Jan18; Uppg4: Jan19
F11	Deformation vid balkböjning Användning av elementarfall	GH 7.7	
Ö10	<i>Elementarfall för böjning av balk</i>	EX 2.4: 102, 103, 120, 122	2.4: 119, 129, 130, 131
Diagnostisk uppgift 6 - Elementarfall för balkböjning			
Räknestuga inför DS2 enligt KTH:s lässchema			
Diagnostisk skrivning 2 (Veckan innan finns en schemalagd räknestuga)			
F12	Böjskjuvspänningar	GH 7.5	
Ö11	<i>Böjskjuvspänningar</i>	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 lp1			
F14	Spänningstillstånd i 3D, huvudspänningar, spänningsinvarianter.	GH 9.1 - 9.2.5	
F15	Spänningstillstånd i 2D, Mohrs cirkel	GH 9.2.6 - 9.2.8	
Ö12	<i>Spänningsanalys</i>	EX 1.1: 2, 8, 13, 14	1.1: 3, 4, 9, 10, 11, 15 Uppg4: Apr21, Uppg5: Apr19
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	
Diagnostisk uppgift 7 - Spänningsanalys			
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 Uppg4: Jan22, Sept21, Jan18
Räknestuga inför DS3 enligt KTH:s lässchema			
Diagnostisk skrivning 3 (Veckan innan finns en schemalagd räknestuga)			
F18	Cylindrisk symmetri. Rör, tryckkärl och cirkulära skivor	GH 11 - 11.1 (ej 11.1.1-2)	
Diagnostisk uppgift 8 - Töjningsanalys			

	Innehåll	Avsnitt i bok/ Övningstal	Rekommenderade hemtal i EX och tentamensuppgifter
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 Uppg4: Jan 21 Uppg5: Jan21, Apr20, Jan20, Apr18
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 Uppg5: Apr22, Jan22, Sept21, Jan19 Uppg4: Apr20, Jan20
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	
Diagnostisk uppgift 9 - Utmattning			
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	Uppg4: Jan16, Jun13
Räknestuga inför DS4 enligt KTH:s lässchema			
Diagnostisk skrivning 4 (Veckan innan finns en schemalagd räknestuga)			
F25	Elastisk instabilitet	GH 8.1 - 8.5	
Ö18	<i>Elastisk instabilitet Kompositmekanik.</i>	EX 2.10: 1, 12 2.1: 47, 48	2.10: 16, 10 2.1: 44, 45
Diagnostisk uppgift 10 - Kompositmekanik			
F26	Repetitionsföreläsning.	Föreläsningsanteckningar	
Ö19	Övning på tentamensuppgifter	Övningsanteckningar. Alla tentamina	