KTH Industriell teknik
och management

MG1016 Tillverkningsteknik

Kursprogram 2019

Välkommen till kursen MG1016 Tillverkningsteknik, 6hp!
Kursen är utformad för att ge studenter på programmen CDEPR, CMATD och CMAST-ITSY en teorigrund och praktisk erfarenhet av viktiga verkstadstekniska tillverkningsmetoder och system.

Lärare, expedition mm	**Adress**	**Expeditionstid**
Kursansvarig, examinator: Mats Bejhem	Brinellvägen 68, labhall P201 Tel: 790 6355 E-post: bejhem@kth.se	
Studentexpedition Nord:	Brinellvägen 68 Tel: 790 8200 E-post: expnord@itm.kth.se	Mån-Tors: 08:30-16.30 Fre: 08:30-16.30

KTH Industriell produktion
Brinellvägen 68
100 44 Stockholm

Kursbeskrivning

I kursen kommer du att studera viktiga verkstadstekniska tillverkningsmetoder och system och få en inblick i produktframtagningsprocessen. Numeriskt styrda verktygsmaskiner är en central komponent i ett modernt verkstadsföretag. Du får prova på att använda sådana maskiner hela vägen från konstruktion, programmering, riggning och provkörning, fram till färdigtillverkade detaljer. Andra ämnesområden som avhandlas inom kursens ram är teknisk kommunikation i form av ritteknik, plaster, ytors tekniska egenskaper, samt grundläggande verkstadsmätteknik för att verifiera funktion och kvalitet.

Undervisningen bedrivs integrerat i form av föreläsningar, övningar och laborationer. För att du ska få praktisera de kunskaper du tillägnar dig i kursen ingår handfasta laborationer i mekanisk verkstad.

Övergripande lärandemål för kursen

Efter väl genomförd kurs kommer du att kunna:

- redogöra för de vanligaste skärande, formande och fogande tillverkningsmetoder som används i verkstadsindustrin, samt tillämpa dessa metoder för att framställa enklare komponenter,
- välja tillverkningsmetod utifrån en komponents seriestorlek, form, precision och mekaniska egenskaper,
- föreslå lämpliga ytbehandlingsmetoder, samt ge exempel på teknisk och mekanisk ytfunktion,
- bereda enklare metalliska komponenter för tillverkning i både manuella och numeriskt styrda verktygsmaskiner (svarv och fräsmaskin), inklusive val av verktyg, beräkning av skärdata, samt framtagning av detaljprogram,
- använda grundläggande verkstadsteknisk mätteknik, för att verifiera funktion och kvalitet
- framställa och tolka maskinritningar med måttsättning, toleranser, snitt och vyer
- beskriva produktframtagningsprocessen (råvara - konstruktion - tillverkning - produkt).

För att underlätta inläsningen av kursmaterialet och uppfylla de övergripande lärandemålen finns en detaljerad läsanvisning till lärobok och utdelat kursmaterial, se sidan 3.

Kurslitteratur

I kursen används läroboken Tillverkningsteknologi av Jarfors med flera, Studentlitteratur 2010, ISBN 978-91-44-07039-1, samt Formler och Tabeller för Mekanisk Konstruktion av Karl Björk. Den senare används på tentamen. Litteraturen kan köpas på THS Kårbokhandeln.

Förutom läroboken tillkommer kurslitteratur i form av kompendier, föreläsningsanteckningar, samt övnings- och laborationshäften. Dessa kommer att distribueras under kursens gång.

Canvas kommer att användas för kursadministration. Om du är kursregistrerad så har du automatiskt tillgång till kursaktiviteten MG1016 VT19… i Canvas.

Obligatoriska moment

Tentamen (3 hp)

Tentamen omfattar totalt 100 poäng och har i huvudsak essäkaraktär med inslag av räkneuppgifter. Skrivtiden är fyra timmar. Betygsgränserna är enligt följande: A 85p, B 75p, C 65p, D 55p och E 45p. Det finns möjlighet för komplettering till betyg E för den som ligger nära godkändgränsen, minst 42p. Komplettering görs muntligt/skriftligt efter överenskommelse med kursansvarig senast sex veckor efter att tentamensresultatet anslagits. Ingen kurslitteratur får användas på tentamen, endast kalkylator och formelsamling.

Laborationer med förberedelser (3 hp)

Kursens laborationsserie består av praktiska övningar i mekanisk verkstad. Förberedelser diskuteras på föreläsningar. Laborationshäften finns i Canvas. Följande laborationer ingår i kursen:

- **Lab1: Loket,** tillverkning av ett leksakslok i aluminium, inklusive kvalitetskontroll. (4h)
- **Lab2: NC-bearbetning och plastformsprutning**, tillverkning av plastemblem. Laborationen är uppdelad i Lab2a – NC-programskrivning och Lab2b – tillverkning av emblem och utförs i grupper om tre studenter. Flera delmoment ingår, vilka kräver förberedelser. (ca 3h)
- **Lab3: Svets och plåt,** här får du pröva på svetsning/lödning och plåtformningsmetoder. (3h)
- **Lab4: Gjutning,** sandformsgjutning av ett litet glas i tenn. (3h)

Alla laborationer genomförs i den stora laborationshallen P201 på Brinellvägen 68. Anmälan till laborationerna görs med hjälp av inbjudningar i Canvas. Tid och plats framgår av inbjudningarna.

Läsanvisning till boken Tillverkningsteknologi och utdelat kursmaterial

Läsanvisningen nedan är skriven med hjälp av delmål och aktiva verb. Den skiljer sig därför från en klassisk läsanvisning med sidhänvisningar till olika avsnitt i läroboken. Syftet är att tydliggöra vad som ska inhämtas i ett omfattande kursmaterial och samtidigt koppla det till kursens lärandemål. Använd delmålen som instuderingsfrågor och pricka av det du kan. Lärandemål och delmål ligger till grund för tentamenskonstruktionen.

Kapitel 1. Inledning

Kapitlet ger en introduktion och ett perspektiv på tillverkning. Börja med att läsa igenom detta kapitel (översiktligt), så erhåller du en allmän orientering i ämnet!

Kapitel 2. Gjutning

- ange några fördelar och nackdelar med gjutning som tillverkningsmetod
- redogöra för metoderna sträng- och götgjutning, sandformsgjutning, centrifugalgjutning, kokill och pressgjutning, och vaxursmältningsmetoden med text och figur, samt ge exempel på gjutna produkter (redogöra = förklara princip, förutsättningar, användning och resultat)
- redogöra för de tre vanligaste formningsprinciperna vid gjutgodstillverkning med avseende på typ av form, formmaterial, modelltyp och fyllnadsprincip
- skissa en generell sandform och förklara vad som menas med stigare, matare, ingjutssystem, kärna, formhalva, partning, släppning, flaska och modell
- ange några vanliga typer av sand och bindemedel som används vid sandformsgjutning
- förklara (översiktligt) för vad som händer under gjutförloppet med avseende på stelnande, formfyllnad, stelningsförlopp (stelningsstruktur, ympning, dendriter) och segring
- redogöra för vanliga gjutdefekter (porositet, restspänningar och sprickor, ytdefekter) och hur de uppstår i gjutgods, samt vad som kan göras för att undvika eller minimera uppkomsten av dem
- förklara hur stelnandet påverkar gjutgodsets mekaniska egenskaper och mikrostruktur
- nämna och motivera några vanliga metaller och legeringar som används för gjutning
- identifiera och ge förslag på lämpliga konstruktionslösningar för enklare gjutgods
- föreslå och motivera val av gjutmetod baserat på seriestorlek och produktegenskaper

Kapitel 3. Plastisk bearbetning

I kapitel 1 finns också ett flertal plastiska tillverkningsmetoder illustrerade och beskrivna.

- ange några fördelar och nackdelar med plastisk formning som tillverkningsmetod
- redogöra för metoderna (processbeskrivning) **valsning** (platt- och spårvalsning), **smidning** (räck- och sänksmidning), **dragning** (av stång, tråd och rör genom en dyna), **extrusion** (direkt extrusion

av profiler), **plåtformning** (pressning, bockning, klippning, stansning, trycksvarvning) med text och figur, samt ge exempel på tillämpningar/vanliga produkter

- förklara vad som menas med kall- respektive varmbearbetning och vad som skiljer dem åt
- förklara vad som menas med kristallstruktur (t ex FCC, BCC, HCP), deformationshårdnande dislokationer, glödgning, rekristallisation, duktilitet och smideståga
- beskriva vad som händer med mikrostruktur, porer, slagg och segringar i ett gjutet material när det bearbetas plastiskt (t ex vid räcksmidning av stålgöt för tillverkning av stora axlar)
- genomföra en ”enkel” processanalys av smidning och valsning, vilket inbegriper tillämpning av flytkriterium, volymskonstans, friktionsmodell, hydrostatiskt tryck och plan deformation
- rita ett generellt spännings- töjningsdiagram för stål (sann och teknologisk kurva) och markera sträckgräns, brottgräns och flytspänning, samt definiera sann spänning och sann töjning
- skissa i ett diagram hur temperaturen inverkar på flytspänningskurvan (exempelvis för stål)

Kapitel 4. Pulvermetallurgi (kapitlet kan läsas med urskiljning)

- ange några fördelar och nackdelar med pulvermetallurgi som tillverkningsmetod
- ge exempel på typiska PM-produkter/PM-material
- redogöra för atomisering (vatten och gas), kompaktering, grönkropp, sintring (endast en allmän beskrivning av fastfas- och smältfassintring krävs), sintersmide, metallformsprutning, Het-Isostatisk Pressning, samt ångbehandling, infiltration och impregnering
- redogöra för de olika tillverkningssteg som krävs för att framställa en ”pulverprodukt”, inklusive tillverkning av pulver

Kapitel 5. Skärande bearbetning

- identifiera och ange namnen på följande bearbetningsmetoder (inklusive maskintyp): svarvning, fräsning, borrning (inklusive upprymmning, brotschning, försänkning och gängning) och slipning (plan- och rundslipning)
- ange definitionerna på skärhastighet, matning och skärdjup vid svarvning, fräsning och borrning
- redogöra för deformationsförloppet i skärstället vid ortogonal bearbetning med text och figur, viktiga storheter är skjuvplan, skärkrafter, samt nominell- och verklig spåntjocklek
- ange några vanliga verktygsmaterial (snabbstål, hårdmetall, keramik, kubisk bornitrid, diamant) och beläggningar (TiN, TiC, Al_2O_3), samt ge exempel på tillämpningar (exempelvis spiralborrar, pinnfräsar, försänkare, upprymmare, brotschar, gängtappar, gängsnitt, vändskär etc.)
- förklara varför det är viktigt med god spånkontroll vid skärande bearbetning
- beräkna: matning, skärhastighet/varvtal, skärkraft, skärdjup, avverkningshastighet, skäreffekt, märkeffekt och verktygslivslängd (enligt Taylor) för en grovsvarvningsoperation. Verktygets ställvinkel och spånvinkel, nominell spåntjocklek och specifik skärkraft är viktiga parametrar vid skärkraftberäkningar
- beräkna skärhastighet/varvtal och matning för en fräs- och borroperation
- förklara begreppet skärbarhet, samt ge exempel på faktorer som påverkar skärbarheten
- redogöra för fas- och gropförslitning med text och figur, förklara orsaken till förslitningarna, samt ange hur bearbetningsresultatet påverkas av ett fasförslitet verktyg
- ange skärvätskans tre uppgifter
- bereda detaljer för tillverkning i manuella och numeriskt styrda verktygsmaskiner, inklusive val av verktyg, operationer, beräkning av skärdata, samt framtagning av detaljprogram. Exempel på vanliga bearbetningsoperationer: planfräsning, spårfräsning, längd-, plan- och sticksvarvning, fasning, borrning, brotschning, försänkning och gängning
- förklara hur en slipskiva är uppbyggd, samt beskriva rund- respektive planslipning med en figur
- förklara skillnaden mellan med- och motfräsning, inklusive krafter och inverkan på arbetsstycket

Kapitel 6. Fogning

- förklara skillnaden mellan svetsning och lödning, samt ge exempel på lod för hårdlödning och mjuklödning. Ange vad flussmedel har för funktion
- redogöra för MIG, MAG, MMA, TIG, gassvetsning och hårdlödning med text och figur
- välja och motivera val av svetsmetod för olika tillämpningar (t ex TIG för svetsning av tunn plåt)
- redogöra för vanliga svetsdefekter, samt vad som kan göras för att undvika dem
- genomföra en ”enkel” svetsbarhetsanalys med hjälp av t ex ett Bailey-diagram, några viktiga begrepp är svetsbarhet, kolekvivalent, kombinerad godstjocklek och sträckenergi

Kapitel 7. Tillverkningssystem

I laborationshäftet till Lab2 beskrivs programmeringen av en NC-fräsmaskin.

- förklara begreppet Concurrent Engineering och jämföra det med ett traditionellt arbetssätt
- förklara innebörden av följande begrepp: Produktion/konstruktion/tillverkning, produkt/detalj, operation/uppspänning/tempo, beredning/planering, ledtid/genomloppstid, produktivitet, varor i arbete, funktionell verkstad, flödesorientering, FMS, och beordningssystem
- ange faktorer som påverkar val av tillverkningsprocess
- identifiera olika typer av verktygsmaskiner (fräsmaskin, svarv, borrmaskin, slipmaskin, press)
- förklara vad en verktygsmaskin är för något (du behöver inte kunna definitionen ordagrant), samt redogöra för en NC-fräsmaskins uppbyggnad och funktion (inklusive viktiga maskinegenskaper och noggrannhet) med hjälp av följande komponenter: styrsystem, PLC, servomotor, kulmutterskruv, pulsgivare/mätskala, rätstyrning (en typ av lagring), stativ, maskinbord, spindel och spindelmotor
- framställa och tolka ett NC-program till en 3-axlig NC-fräsmaskin (se Lab2)
- redogöra för ett lägesservos uppbyggnad och funktion, samt förklara styrprincipen i ett förenklat 2-axligt NC-system
- förklara vad som kännetecknar en fleroperationsmaskin, samt ge exempel på användning
- motivera val av maskintyp (manuell/NC) utifrån seriestorlek och detaljutformning, samt ge några exempel på fördelar med NC-teknik
- föreslå och motivera val av uppspänningsanordningar för olika detaljtyper
- förklara innebörden av DFM och DFA och ge exempel på arbetssätt/regler som ingår
- beskriva processen för framtagning av en prototyp med FFF (3D-skrivare, additiv tillverkning)

Kapitel 8. Verkstadsmätteknik

- förklara begreppen mätosäkerhet, kalibrering och spårbarhet
- beräkna mätosäkerhet, hantera systematiskt och slumpmässigt fel, samt ge exempel på källor till mätosäkerhet
- förklara innebörden av Abbes komparatorprincip och Taylors princip
- förklara hur en Abbot-kurva (bärighetskurva) kan användas för att bedöma en ytas bärighet. Viktiga parametrar är Rpk och Rvk. Beräkna bärighet utifrån en given profilkurva
- förklara vad dessa ytjämnhetsparametrar avser att mäta: Ra, Rz, Rp, Rv. Ange definition
- bedöma en tillverkningsprocess duglighet (beräkna duglighetsindex Pp) och föreslå förbättringar
- förklara skillnaden mellan direkt och indirekt mätning (jämförande), samt ge exempel på tillämpning
- nämna användningsområden och ungefärlig osäkerhet (ibland även kallad noggrannhet i industrin) för följande mätdon: skjutmått, utvändig och invändig mikrometer, mätur, passbitar, tolkar
- beräkna gränsmått och toleransvidd utifrån en given dimensionstolerans, samt motivera val av ett lämpligt mätdon med hänsyn taget till både osäkerhet och kostnad (pris för mätdon)

- rita en toleransbild/passningsbild och beräkna maximalt, minimalt och medel spel/grepp
- tolka och förklara innebörden av en på ritning utsatt form- och lägestolerans (t ex rakhet, planhet, vinkelräthet, lägeriktighet), samt ge exempel på olika tillverkningsmetoder, verktyg och maskiner för att uppnå kravet (jämför med övningsuppgiften - skruvstycke)
- kravsätta ”enklare” ritningsunderlag (material, form- och läge, toleranser, ytjämnhet etc.)

Undervisningsmaterial som kompletterar boken. (se kursmaterial i Canvas)

Teknisk kommunikation (ritningar – självstudier/repetition):

- framställa och tolka maskinritningar med måttsättning, toleranser, ytjämnhet, snitt och vyer
- kunna avbilda ett tredimensionellt föremål i sex vyer enligt Europeisk vyplacering
- tillämpa måttsättningsprinciperna: baslinje-, kedje- och koordinatmåttsättning
- måttsätta längder, hål, spår, radier, utvändiga- och invändiga faser, gängor, samt försänkningar
- tillämpa snitt och snittmarkeringar för att förtydliga skymda konturer, t ex borrade hål

Ytstruktur - ytbehandlingsmetoder:

- redogöra för metoderna blästring, pulverlackering, elektroplätering, anodisering, galvanisering och polering, samt ge exempel på tillämpningar för respektive ytbehandlingsmetod
- ge exempel på teknisk/mekanisk ytfunktion, samt korrosionsskyddande åtgärder
- ge exempel på hur ytstruktur påverkar en produkts tekniska och utseendemässiga egenskaper

Plaster och formningsmetoder:

- förklara principen för fomsprutning med text och figur, samt ge exempel på plastdetaljer som tillverkas med denna metod.
- förklara skillnaden mellan en termoplast och en härdplast, samt ge exempel på tillämpning
- Tips! Kolla in hemsidan designinsite.dk, där finns mycket beskrivet om hur olika produkter tillverkas och med vilka material.

Slutord: Använd målen som instuderingsfrågor. Pricka av det ni kan och beta av dem en efter en. Jobba gärna i grupp och testa varandras kunskaper. Läroboken ger en fyllig kunskapsbas. Lycka till med studierna önskar kursteamet från IIP.

Schema MG1016 Tillverkningsteknik, 2019

V.	Dag		Tid	Sal	Aktivitet	Bok	Lärare
12	Mån	18/3	15-17	M2	Kursinformation, ordna labbgrupper till Lab2		
Lab4					Gjutning + genomgång av Lab4	2, a, b	MB
	Ons	20/3	10-12	M2	Gjutning	2, a	MB
	Börjar inte med kvart			P201	*Lab4 – Gjutning börjar här: Bokning i Canvas*		
13	Mån	25/3	15-17	V1	Plastisk bearbetning + genomgång av Lab3	3, a, b	MB
Lab4	Tor	28/3	13-15	M2	Plastisk bearbetning, analys	3, a	HZ
	Fre	29/3	10-12	M2	Plastisk bearbetning, analys	3, a	HZ
14	Mån	1/4	15-17	M2	Fogning	6, a	MB
Lab3	Tor	4/4	13-15	M2	Fogning + övningsuppgift: Beräkning av svetsparametrar	6, a, e	MB
	Fre	5/4	08-10	M2	Tillverkningssystem I + genomgång av Lab2	7, a, b	MB
	Börjar inte med kvart			P201	*Lab3 – Svets och plåt börjar här: Bokning i Canvas*		
15	Mån	8/4	15-17	V1	Skärteknik	5, a	MB
	Ons	10/4	13-15	V2	Skärteknik	5, a	MB
	Tor	11/4	10-12	M311	Konsultation och eget arbete inför Lab2	b	MB, RR
17	Tis	23/4	15-17	M2	Verkstadsmätteknik	8, a	MB
Lab2a	Tor	25/4	13-15	V1	Verkstadsmätteknik	8, a	MB
Lab3	Fre	26/4	08-10	B2	Verkstadsmätteknik	8, a	MB
	Börjar inte med kvart			P201	*Lab2a – NC-programmering med CIMCO börjar här: Bokning i Canvas* *Lab2b – NC-bearbetning och formsprutning börjar här. Bokning på listor när Lab2a är godkänd. Planerade tider: kl. 8-12 29/4, 30/4, kl. 8-17 3/5. Det tar ca 30 min per grupp att fräsa verktyg och formspruta emblem.*		
18	Mån	29/4	15-17	M2	Övning: Övningsuppgift – Verifiering	d	MB
Lab2b	Tor	2/5	13-15	V1	Beredning av cylinder + genomgång av Lab1	a, b	MB
19	Mån	6/5	15-17	M2	Övning: Övningsuppgift – Skruvstycke	c	MB
Lab1	Ons	8/5	10-12	M2	Tillverkningssystem II	7, a	MB
	Börjar inte med kvart			P201	*Lab1 – Loket börjar här: Bokning i Canvas*		
20	Mån	13/5	15-17	M2	Pulvermetallurgi	4, a	MB
Lab1	Tor	16/5	13-15	M2	Uppsamling, repetition och tentamensgenomgång	Allt	MB
22	Ons	29/5	14-18		Tentamen: U21,31,41,51,61 Obligatorisk anmälan till tentamen!		

Lärare:

MB: Mats Bejhem HZ: Hamza Ssemakula RR: Robert Romejko

Kursmaterial i Canvas:

a) Föreläsningsmaterial,
b) Instruktioner till laborationer,
c) Övningsuppgift – Skruvstycke,
d) Övningsuppgift – Verifiering,
e) Övningsuppgift – Beräkning av svetsparametrar.