



**KTH Industriell teknik
och management**

MG1026 Tillverkningsteknik

Kursprogram 2017

Välkommen till kursen MG1026 Tillverkningsteknik, 6hp!

Kursen är utformad för att ge studenter på programmen Maskin och Industriell ekonomi 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:	Brinellvägen 68 Tel: 790 8200 E-post: expnord@itm.kth.se	Öppet: kl. 09:30-15

**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 hela produktionsprocessen. 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, 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).
- analysera tillverkningsprocesser ur ett hållbarhetsperspektiv och föreslå förbättringar

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 och kan köpas på Studentexpedition Nord till självkostnadspris.

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 och har ett kth.se-konto så har du automatiskt tillgång till kursaktiviteten MG1026 HT17...

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 både muntligt och skriftligt efter överenskommelse med kursansvarig senast en vecka efter att tentamensresultatet anslagits. Ingen kurslitteratur får användas på tentamen, endast kalkylator och formelsamling. **Det är obligatorisk anmälan till tentamen via "Mina sidor".**

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**, tillverkning av emblem. 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. (3h)
- **Lab3: Svets och plåt**, här får du prova 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

I läsanvisningen nedan finns konkretiserade mål för respektive kursavsnitt och kapitel i läroboken Tillverkningsteknologi. Bortse från formelkunskap! Där beräkningar krävs bifogas formler. För att kunna inhämta dessa mål behöver du också studera utdelat kursmaterial i form av kompendier, föreläsningssanteckningar, samt övnings- och laborationshäften.

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 stränggjutning, sandformsgjutning, pressgjutning, centrifugalgiutning och vaxursmältningsmetoden med text och figur, samt ge exempel på gjutna produkter
- redogöra för de tre vanligaste formningsprinciperna vid gjutgodstillverkning med avseende på typ av form, formmaterial, modelltyp och fyllnadsprincip.
- skissa en generell sandform och förklara/visa vad som avses med matare, stigare, ingjutssystem, kärna, formhalva, partning, släppning, flaska och modell - beskriv också deras syfte/funktion
- förklara (översiktligt) för vad som händer under gjutförloppet med avseende på stelning, formfyllnad, stelningförlopp (stelningsstruktur, ympning, dendriter) och segring.
- ange några vanliga typer av sand och bindemedel som används vid sandformsgjutning
- 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 stelning 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 produktens egenskaper

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, smideståga
- beskriva vad som händer med mikrostruktur, porer, slag och segringar i ett gjutet material när det bearbetas plastiskt (t ex vid räcksmidning av stålgot för tillverkning av stora axlar till turbiner)
- beräkna kraftbehov vid plattvalsning och stukning av en kuts, inbegriper bl.a. tillämpning av flytkriterium, volymskonstans, friktionsmodell och plan deformation. Teori enligt lärobok.
- 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, 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, borrar (inklusive upprymning, brotschning och försänkning), gängning och slipning (plan- och rundslipning)
- ange definitionerna på skärhastighet, matning och skärdjup vid svarvning, fräsning och borrar
- 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 spiralbollar, pinnfräsar, försänkare, upprymmare, brotschar, gängtappar, gängsnitt, vändskär etc.)
- förklara varför det är viktigt med god spånkontroll vid skärande bearbetning
- beräkna matning, skärhastighet/varvtal, skärkraft, 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 borraroperation
- 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, beräkning av skärdata, samt framtagning av detaljprogram. Exempel på viktiga bearbetningsoperationer: planfräsning, spårfräsning, längd-, plan-, kopier- och sticksvarvning, fasning, borrar, 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 lödning 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 kolekvivalent, kombinerad godstjocklek och sträckenergi.

Kapitel 7. Tillverkningsystem

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 beordringssystem (tryckande/dragande)
- ange faktorer som påverkar val av tillverkningsprocess
- identifiera olika typer av verktygsmaskiner (fräsmaskin, svarv, bormaskin, 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-printning)

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 R_k , R_{pk} och R_{vk} .
- förklara vad dessa ytjämnhetsparametrar avser att mäta: R_z , R_a , R_p , R_v
- bedöma en tillverkningsprocess duglighet (beräkna duglighetsindex P_p) 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 rakhets, planhets, vinkelräthets, lägerriktighets), samt ge exempel på olika tillverkningsmetoder, verktyg och maskiner för att uppnå kravet (jämför med övningsuppgiften - skruvstycke)

Undervisningsmaterial som kompletterar boken.

Teknisk kommunikation (självstudier):

- 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 borrarade 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/mechanisk ytfunktion, samt korrosionsskyddande åtgärder
- ge exempel på hur ytstruktur påverkar en produkts tekniska och utseendemässiga egenskaper

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 fullständig kunskapsbas. Lycka till med studierna önskar kursteamet från IIP.

Schema MG1026 Tillverkningsteknik, 2017

V.	Dag	Tid	Sal	Aktivitet	Bok	Lärare
35	Tis 29/8	10-12	F2	Kursinformation, information om laborationer, ordna med laborationsgrupper till Lab2, boka laborationer i Canvas		MB
	Ons 30/8	08-10	D1	Gjutning och genomgång av Lab4	2, a, b	MB
	Tor 31/8	08-10	F2	Gjutning	5, a	MB
	Gjut	Börjar inte med kvart!	P201	<i>Lab4 – Gjutning startar här: Bokning i Canvas</i>		
36	Mån 4/9	10-12	D1	Tillverkningssystem I och genomgång av Lab2	7, a, b	MB
	Tis 5/9	13-15	F1	Skärteknik	5, a	MB
	Fre 8/9	10-12	L51,52	(Ö) Beredningsstuga Lab2 (konsultation, eget arbete)	b	MB/RR
	Gjut	13-15	D34,E31	(Ö) Beredningsstuga Lab2 (konsultation, eget arbete)	b	MB/RR
37	Mån 11/9	08-10	E35,52	(Ö) Beredningsstuga Lab2 (konsultation, eget arbete)	b	MB/RR
		10-12	L51,52	(Ö) Beredningsstuga Lab2 (konsultation, eget arbete)	b	MB/RR
	Tis 12/9	08-10	E35,52	(Ö) Beredningsstuga Lab2 (konsultation, eget arbete)	b	MB/RR
		13-15	V33,35	(Ö) Beredningsstuga Lab2 (konsultation, eget arbete)	b	MB/RR
	Ons 13/9	10-12	F1	Skärteknik	5, a	MB
	Tor 14/9	08-10	F1	Plastisk bearbetning	3, a	
	NC Gjut	Börjar inte med kvart!	P201	<i>Lab2a – NC-programmering startar här: Bokning i Canvas</i>		
38	Mån 18/9	15-17	F1	Plastisk bearbetning	3, a	MB
	Ons 20/9	10-12	M1	Fogning och genomgång av Lab3	6, a, b	MB
	Svets NC	Börjar inte med kvart!	P201	<i>Lab2b – NC-bearbetning startar här: Bokning på listor när Lab2a är godkänd Lab3 – Svets och plåt startar här: Bokning i Canvas</i>		
39 Lok Svets	Tis 26/9	10-12	F1	Fogning + Övningsuppgift: Beräkning av svetsparametrar	4, a, e	MB
	Tor 28/9	13-15	F1	Verkstadsmätteknik och genomgång av Lab1	8, a, b	MB
		Börjar inte med kvart!	P201	<i>Lab1 – Loket startar här: Bokning i Canvas</i>		
40 Lok Svets	Mån 2/10	10-12	M1	Verkstadsmätteknik + Övningsuppgift: Verifiering	8, a, d	MB
	Tis 3/10	13-15	Q1	Verkstadsmätteknik + Övningsuppgift: Skruvstycke	8, a, c	MB
	Tor 5/10	13-15	M1	Pulvermetallurgi	4, a	MB
41 Lok	Ons 11/10	10-12	D1	Tillverkningssystem II	8, a	MB
	Fre 13/10	08-10	M1	Repetition och tentamensgenomgång	Allt	MB
43	Ons 25/10	08-12		Tentamen: E51,52, L21, 22, 41, 42, 43, 44, 51, 52 Obligatorisk anmälan till tentamen!		
51	Mån 18/12	14-18		Omtentamen: M311, M312		

Lärare: MB: Mats Bejhem, RR: Robert Romejko

Kursmaterial i Canvas:

- Föreläsningsmaterial
- Instruktioner till laborationer
- Övningsuppgift – Skruvstycke,
- Övningsuppgift – Verifiering
- Övningsuppgift – Beräkning av svetsparametrar