



## Studieplan för ämne på forskarnivå

Ämne	Fastställd	Diarienummer	Ks-kod
<b>Teknisk mekanik</b>	2017-04-05	V-2017-0102	3.2.3

# Allmän studieplan i forskarutbildningsämnet Teknisk mekanik

## Ämnets benämning

Forskarutbildningsämnet benämns Teknisk mekanik. Det engelska namnet är *Engineering Mechanics*.

Gemensamma föreskrifter och riktlinjer för utbildning på forskarnivå vid KTH finns i högskolans övergripande regelverk. Denna studieplan för utbildning på forskarnivå i ämnet Teknisk mekanik kompletterar gemensamma föreskrifter och riktlinjer med följande ämnesspecifika anvisningar.

## 1. Vetenskapligt område

Teknisk mekanik omfattar alla delar av en industriell designprocess som bygger på en avancerad mekanisk analys av produkttegenskaper och funktionalitet. Det har blivit en viktig del av designprocessen för ett stort utbud av produkter. Dessutom omfattar grunderna inom tekniska mekaniken basen för många andra områden som t.ex. geofysik och medicin (biomekanik). Mekanik är ett av de fyra klassiska fysikområdena (optik, elektromagnetism och termodynamik är de övriga) och är därför en väsentlig del av all utbildning inom naturvetenskap och ingenjörsvetenskap. I linje med KTH:s direktiv tillhandahåller Institutionen för Mekanik samt Marcus Wallenberg Laboratoriet för Ljud och Vibrationsforskning ett doktorsprogram/forskarutbildningsämne i Teknisk mekanik. För en mer detaljerad beskrivning av ämnesområdet hänvisas till programbeskrivningen för doktorsprogrammet i Teknisk mekanik.

## 2. Utbildningens innehåll

Utbildningen på forskarnivå inom ämnet Teknisk mekanik består dels av en kursdel dels av ett avhandlingsarbete som utförs inom något av de forskningsområden i akustik eller mekanik som är representerade bland de grupper som är knutna till programmet. En forskarstuderande är vanligen anställd vid KTH men kan även vara anställd vid annan högskola, forskningsinstitut, statligt verk eller industriföretag. Den forskarstuderande har minst två handledare. En är huvudhandledare med vilken hon/han bestämmer individuell studieplan och forskningsarbetets uppläggning. En individuell studieplan skall upprättas i samband med antagning till utbildningen på forskarnivå. Den individuella studieplanen skall godkännas av forskarutbildningsansvarig vid Skolan för teknikvetenskap. Den forskarstuderandes framsteg skall bedömas minst en gång per år i samband med revision av den individuella studieplanen.

Avhandlingsarbetet skall resultera i en redovisning av ett självständigt utfört vetenskapligt arbete inom ämnesområdet. Kursdelen i utbildningen på forskarnivå inom ämnet Teknisk mekanik består av deltagande och examination i en obligatorisk kurs samt ett antal villkorligt valfria eller valfria kurser. Kurserna skall väljas i samråd med huvudhandledaren och på så sätt att valda kurser ger en god grund för den forskarstuderandes eget avhandlingsarbete samt för dennes allmänbildning inom området. Det förutsätts också att, förutom de obligatoriska moment som ingår i kursplanen, den forskarstuderande på ett aktivt sätt tar del i seminarier och liknande verksamhet vid KTH och håller sig informerad om den naturvetenskapliga och tekniska utvecklingen i stort, bl.a. genom deltagande i nationella och internationella konferenser inom kunskapsområdet.

Den forskarstuderandes s.k. mjuka färdigheter beträffande kunskap och förståelse utvecklas bl.a. genom individuella muntliga tentamina i en del av forskarutbildningskurserna, där kopplingen mellan teoretiska kunskaper och fysikalisk förståelse av desamma blir särskilt prövade för den forskarstuderande. Utveckling av den forskarstuderande till att bli en självständig forskare tränas genom eget ansvarstagande för planering och genomförande av avhandlingsarbetet både avseende dess experimentella och/eller modellerings- och beräkningsmässiga delar. Vidare ges regelbundet sommarskolor/specialistkurser inom aktuella forskningsområden som komplement till institutionernas forskarutbildningskurser. Dessa kurser leds ofta av internationellt erkända gästföreläsare och involverar som regel ett projektarbete inom kursens ram. Därigenom kan den forskarstuderandes utveckling av bättre färdighet och förmåga inom ett särskilt område påskyndas. Den forskarstuderandes utveckling av värderingsförmåga och förhållningssätt stöds

genom handledares och andra seniora forskares kommunikation via interna seminarier och möten. Återkoppling ges vid återkommande möten veckovis.

### 3. Utbildningens mål

Målen för forskarutbildningen i Teknisk mekanik följer de gemensamma målen för utbildning på forskarnivå enligt högskoleförordningen. Dessa mål är uppdelade i tre kategorier: 1. Kunskap och förståelse, 2. Färdighet och förmåga, 3. Värderingsförmåga och förhållningssätt. En konkretisering av hur dessa mål kan uppfyllas inom ramen för doktorsprogrammet i Teknisk mekanik finns i bilaga A.

För att säkerställa att samtliga formella krav för doktorsexamen blir uppfyllda ska doktoranden examineras i den enda enskilt obligatoriska kursen på programmet, *Sammanfattande kurs i teknisk mekanik 7,5 h.p.*

#### 3.1 Individuell studieplan

För varje forskarstuderande ska det upprättas en individuell studieplan. Planen ska innehålla högskolans och den forskarstuderandes åtaganden och en tidsplan för den forskarstuderandes utbildning både vad gäller kurser och avhandlingsarbete. I den årligen uppdaterade individuella studieplanen ska dessutom redovisas en plan för hur målen i varje kategori för utbildning på forskarnivå skall uppfyllas under utbildningen. En avstämning av hur målen uppfyllts görs av handledarna i diskussion med den forskarstuderande. Den individuella studieplanen ska upprättas av den forskarstuderande och dennes handledare och beslutas/fastställs av forskarutbildningsansvarig på SCI-skolan.

### 4. Doktorsavhandling och licentiatuppsats

Avhandlings- och uppsatsarbetet är en obligatorisk del i utbildningen på forskarnivå. Utbildningen syftar i denna del till att den forskarstuderande ska utveckla en förmåga att ge självständiga bidrag till forskningen samt också en förmåga till vetenskapligt samarbete.

#### 4.1 Doktorsexamen

En doktorsavhandling ska innehålla nya teoretiska eller empiriska forskningsresultat inom det valda ämnesområdet som doktoranden har utvecklat via teoretiskt eller empiriskt forskningsarbete. Den ska också innehålla en översikt över tidigare forskning inom det valda ämnesområdet. Utbildningen på forskarnivå planeras så att avhandlingsarbetet kan påbörjas redan under första terminen. Detta innebär att kursdelen, om minst 60 högskolepoäng, läses underhand. Doktorandens forskningsresultat skall redovisas regelbundet vid informella seminarier och bör dessutom avrapporteras vid lämpliga delmål i form av publikationer, konferensbidrag eller dylikt. Doktorsavhandlingen skall kvalitetsmässigt vara sådan att den uppfyller rimligt ställda krav för att kunna accepteras för publicering i en internationellt erkänd vetenskaplig tidskrift med referee-granskning. En doktorsavhandling är ofta av sammanläggningstyp och i sådana fall bör åtminstone några av delarna varit publicerade eller accepterade för publicering innan avhandlingen läggs fram.

#### 4.2 Licentiatexamen

Inom forskarutbildningsämnet Teknisk mekanik finns möjlighet att avlägga teknisk licentiatexamen. För denna examen krävs att den forskarstuderande inhämtat kurser under samma villkor som gäller för doktorsexamen, dock med den skillnaden att erforderligt totalt omfång är 30 högskolepoäng och att obligatoriska och villkorligt valfria kurser räknas som valfria. Vidare krävs att den forskarstuderande genomfört och skriftligt redovisat ett kvalificerat arbete på vetenskaplig grund, licentiatuppsatsen, som antingen kan utgöra en första avslutad del av en doktorsavhandling eller som kan ingå som en del i en sammanläggningssavhandling.

## 5. Kurser

**Generella krav för kursdelen i utbildningen på forskarnivå vid KTH anges i KTHs lokala föreskrifter för examina på forskarnivå, lokal examensordning.**

Kursdelen består av en obligatorisk kurs samt villkorligt valfria och valfria kurser. Kursutbudet omfattar tre delområden: *akustik, struktur- och biomekanik* samt *strömningsmekanik*, vars vetenskapsområden till stora delar avspeglar forskningsprofilen hos forskargrupperna inom programmet. Kurserna ska studeras i enlighet med den överenskommelse mellan forskarstuderande och huvudhandledare som gjorts i den individuella studieplanen. I kursdelen för licentiatexamen räknas de obligatoriska och villkorligt valfria kurserna angivna nedan som valfria.

### Obligatoriska kurser

Kurskod	Kursnamn	Högskolepoäng
SG3119	Sammanfattande kurs i teknisk mekanik	7,5

### Villkorligt valfria kurser

Minst **två** av kurserna nedan skall ingå i doktorsexamen i Teknisk mekanik.

Kurskod	Kursnamn	Högskolepoäng
<b>Kurser i akustik</b>		
SD3101	Teoretisk akustik	9
SD3121	Strömningsakustik II	9
SD3104	Strukturakustik I	9
<b>Kurser i strukturmekanik</b>		
SG3082	Avancerad strukturdynamik	8
SG3084	Biomekanik och muskelarbete	7,5
SG3081	Strukturmekaniska FEM	7,5
5C5046	Foundations of Classical Mechanics	7,5
<b>Kurser i strömningsmekanik</b>		
SG3112	Turbulens	9
SG3114	Numeriska metoder i strömningsmekanik	7,5
SG3122	Vågrörelser och hydrodynamisk stabilitet	7,5
SG3113	Kompressibel strömningsmekanik	9

### Övriga valfria kurser

Några kurser som ges av institutionerna är ämnesövergripande och kan med fördel läsas av alla forskarstuderande inom programmet. Exempel på sådana är:

SD3140	Signalanalys	5
SG3083	Vetenskapligt skrivande	4
SG3130	Osäkerhetsanalys	5

Vid institutionerna ges regelbundet även ett antal ämnesspecifika kurser på forskarnivå som är valfria. Även andra kurser på forskarnivå som ges av andra institutioner eller universitet kan läsas inom kursdelen. Huvudhandledaren och den forskarstuderande skall i samråd planera valda kurser så att både ett djup inom avhandlingsområdet erhålls liksom en viss bredd inom vetenskapsområdet. Dessutom kan kurser i vetenskapsteori och forskningsmetodik ingå. Moment av detta anses annars ingå som en naturlig del i övriga kurser som ges inom ramen för forskarutbildningen.

En aktuell lista över institutionernas samtliga kurser på forskarnivå finns på internethemsidan för Skolan för Teknikvetenskap (SCI), KTH.

Kursdelen i både licentiatexamen och doktorsexamen får, förutom kurser på forskarnivå, även innehålla kurser på grundnivå och avancerad nivå. Minsta andelen kurser på forskarnivå bestäms av KTH:s gemensamma föreskrifter för utbildning på forskarnivå.

Forskarstuderande som deltar i undervisning på grundnivå och avancerad nivå ska genomgå högskolepedagogisk utbildning.

Beträffande kurser som kan tillgodoräknas från tidigare utbildning hänvisas till KTH:s gemensamma föreskrifter för utbildning på forskarnivå.

## **6. Behörighet och urval**

### **6.1 Grundläggande och särskild behörighet samt förkunskaper**

Behörighet för utbildning på forskarnivå i Teknisk mekanik utgörs av examen på avancerad nivå vid teknisk högskola, eller annan akademisk examen på avancerad nivå, eller fullgjorda kursfordringar om minst 240 högskolepoäng, varav minst 60 högskolepoäng på avancerad nivå, eller förvärvat motsvarande kunskaper på annat sätt. En forskarstuderande förväntas kunna läsa och skriva vetenskaplig engelska samt kunna tala engelska obehindrat.

### **6.2 Regler för urval**

Antagning till utbildning på forskarnivå i Teknisk mekanik beslutas av skolchefen vid skolan för teknikvetenskap efter beredning av huvudhandledare och i förekommande fall av forskarutbildningsansvarig (vid behörighetsprövning).

Förutom att den sökande prövats vara behörig är det graden av mogenhet och förmåga till självständigt omdöme och kritisk analys som läggs till grund för urval. Av stort intresse vid denna bedömning är tidigare studieresultat i kurser av fördjupningskaraktär i akademisk grundutbildning eller självständigt utförda vetenskapliga arbeten. De sökande intervjuas av huvudhandledaren ibland tillsammans med tilltänkt ytterligare handledare eller annan senior erfaren forskarhandledare vid institutionen. Kontakt tas normalt med lärare vid den utbildning sökande tidigare genomgått. Urval bland sökande till utbildning på forskarnivå görs av institutionen i samband med antagningen. Vid utlysning av doktorandtjänster kan även mer detaljerade urvalskriterier formuleras, vilka avspeglar de speciella ställda krav på en forskarstuderande som kan antas vara nödvändiga för att vederbörande ska kunna genomföra ett specifikt avhandlingsarbete.

## **7. Examina och prov i utbildningen**

### **7.1 Licentiat- och doktorsexamen**

Licentiatexamen består av en kursdel omfattande minst 30 högskolepoäng och en licentiatuppsats omfattande 60-90 högskolepoäng, totalt 120 poäng. I kursdelen för licentiatexamen räknas de obligatoriska och villkorligt valfria kurserna angivna ovan som valfria. Licentiatuppsatsen skall framläggas och försvaras i enlighet med KTH:s allmänna föreskrifter.

Doktorsexamen består av en kursdel omfattande minst 60 högskolepoäng och en avhandlingsdel om 120-180 högskolepoäng, totalt 240 poäng. Doktorsavhandlingen skall framläggas och försvaras i enlighet med KTH:s allmänna föreskrifter. Kurser och avhandlingsarbete som ingår i licentiatexamen får också tillgodoräknas i en doktorsexamen.

## **7.2 Prov som ingår i utbildningen**

I kurser på forskarnivå skall ingå ett skriftligt eller muntligt kunskapsprov. Utformningen av examinationen ska i varje enskilt fall vara sådan att examinator kan övertyga sig om att den forskarstuderande inhämtat hela kursinnehållet.

## Bilaga A: Konkretisering av hur HF:s mål för forskarutbildningen kan uppfyllas

HF:s mål för forskarutbildningen skall kontinuerligt bedömas och redovisas i ISP under utbildningens gång. Målen och förslag på hur dessa kan uppfyllas och kontrolleras för en doktorsexamen, uppdelat i tre olika kategorier (A, B och C) ges nedan (formuleringarna för en Licentiatexamen skiljer sig marginellt men finns också med). I början av utbildningen, då inga eller få mål är uppfyllda, bör en kort beskrivning ges om hur målen planeras uppfyllas. Under utbildningen bör planen för målen uppfyllande succesivt ersättas med korta redovisningar av hur de olika målen har uppfyllts.

### Doktorsexamen

#### A. Kunskap och förståelse:

**A1.** Visa brett kunnande inom och en systematisk förståelse av forskningsområdet samt djup och aktuell specialistkunskap inom en avgränsad del av forskningsområdet.

- *Detta mål anses uppfyllt t.ex. genom att delta i forskarnivåkurser och läsa in och följa relevant vetenskaplig litteratur. Målet kan t.ex. kontrolleras genom författandet av välbalanserade introduktioner och bakgrunder i vetenskapliga artiklar, konferensbidrag och doktorsavhandlingens introduktion, samt genom att kunna presentera och diskutera sina och andras forskningsresultat vid konferenser och seminarier.*

**A2.** Visa förtrogenhet med vetenskaplig metodik i allmänhet och med det specifika forskningsområdets metoder i synnerhet.

- *Detta mål anses uppfyllt och kontrollerat t.ex. genom att delta i relevanta forskarnivåkurser och i avhandlingen och vetenskapliga artiklar identifiera och använda för ämnet aktuella metoder vid lösandet av ställda forskningsfrågor.*

#### B. Färdighet och förmåga:

**B1.** Visa förmåga till vetenskaplig analys och syntes samt till självständig kritisk granskning och bedömning av nya och komplexa företeelser, frågeställningar och situationer.

- *Detta mål anses uppfyllt och kontrollerat t.ex. genom att ha identifierat ej tidigare observerade fenomen och föreslagit nya forskningsfrågor, bidragit med en vetenskaplig förklaring och dragit relevanta slutsatser i de vetenskapliga artiklar och konferensbidrag som doktoranden författat/medförfattat.*

**B2.** Visa förmåga att kritiskt, självständigt, kreativt och med vetenskaplig noggrannhet identifiera och formulera frågeställningar samt att planera och med adekvata metoder bedriva forskning och andra kvalificerade uppgifter inom givna tidsramar och att granska och värdera sådant arbete.

- *Detta mål anses uppfyllt och kontrollerat t.ex. kritisk granskning av tidigare arbeten i området, vilka sammanfattas i de vetenskapliga artiklar som doktoranden författat/medförfattat samt i licentiat/doktorsavhandlingen; och baserat på denna kunskap genom lämpliga val av lösningsmetodik för att lösa ställda forskningsfrågor. Den slutgiltiga bedömningen av detta mål görs av betygsnämnden vid disputationen.*

**B3.** Med en avhandling visa sin förmåga att genom egen forskning väsentligt bidra till kunskapsutvecklingen.

- *Detta mål anses uppfyllt och kontrollerat av en avhandling som godkänts av en betygsnämnd.*

**B4.** Visa förmåga att i såväl nationella som internationella sammanhang muntligt och skriftligt med auktoritet presentera och diskutera forskning och forskningsresultat i dialog med vetenskapssamhället och samhället i övrigt.

- *Detta mål anses uppfyllt genom t.ex. presentationer på vetenskapliga konferenser och/eller presentationer i ett industriellt sammanhang, samt uppfyllt och kontrollerat av en avhandling som diskuteras vid disputation och godkänts av en betygsnämnd.*

**B5.** Visa förmåga att identifiera behov av ytterligare kunskap.

- *Detta mål anses uppfyllt, t.ex. genom att behovet av ny kunskap identifierats och lett till förslag på ny forskning. Detta dokumenterats i viss mån i de vetenskapliga artiklarna och bör diskuteras i avhandlingen.*

**B6.** Visa förutsättningar för att såväl inom forskning och utbildning som i andra kvalificerade professionella sammanhang bidra till samhällets utveckling och stödja andras lärande.

- *Detta mål anses uppfyllt genom t.ex. undervisning på grundutbildningen eller företagspresentationer, genom att vara behjälplig vid handledning av examensarbeten eller genom kunskapsöverföring till eventuella industriella partners.*

**C. Värderingsförmåga och förhållningssätt:**

**C1.** Visa intellektuell självständighet och vetenskaplig redlighet samt förmåga att göra forskningsetiska bedömningar.

- *Detta mål anses uppfyllt genom att, i den mån det varit relevant, etiska aspekter bedömts och diskuterats tillsammans med handledare i valet och utformningen av forskningsproblem. Forskningsresultatens inverkan på samhället i stort bör diskuteras med handledaren. Intellektuell självständighet klargörs bl.a. genom att den forskarstuderandes egna insatser tydligt redovisas i avhandlingen. Vetenskaplig redlighet kontrolleras t.ex. genom den plagiatkontroll som skall genomföras av avhandlingen.*

**C2.** Visa fördjupad insikt om vetenskapens möjligheter och begränsningar, dess roll i samhället och människors ansvar för hur den används.

- *Genom att delta i och följa diskussioner och debatter i den akademiska miljön lokalt (institutionen) och i ett större sammanhang.*



## Licentiatexamen

### A. Kunskap och förståelse:

**A1.** Visa kunskap och förståelse inom forskningsområdet, inbegripet aktuell specialistkunskap inom en avgränsad del av detta samt fördjupad kunskap i vetenskaplig metodik i allmänhet och det specifika forskningsområdets metoder i synnerhet.

- *Detta mål anses uppfyllt t.ex. genom att delta i forskarnivåkurser och läsa in och följa relevant vetenskaplig litteratur samt genom att identifiera och använda för ämnet aktuella metoder vid lösandet av ställda forskningsfrågor. Målet kan t.ex. kontrolleras genom författandet av välbalanserade introduktioner och bakgrunder i vetenskapliga artiklar, konferensbidrag och licentiatuppsatsens introduktion, samt genom att kunna presentera och diskutera sina och andras forskningsresultat vid konferenser och seminarier.*

### B. Färdighet och förmåga:

**B1.** Visa förmåga att kritiskt, självständigt, kreativt och med vetenskaplig noggrannhet identifiera och formulera frågeställningar samt att planera och med adekvata metoder genomföra ett begränsat forskningsarbete och andra kvalificerade uppgifter inom givna tidsramar och därigenom bidra till kunskapsutvecklingen samt att utvärdera detta arbete.

- *Detta mål anses uppfyllt och kontrollerat t.ex. kritisk granskning av tidigare arbeten i området, vilka sammanfattas i de vetenskapliga artiklar som doktoranden författat/medförfattat samt i licentiatuppsatsen, föreslagit nya forskningsfrågor; och baserat på denna kunskap genom lämpliga val av lösningsmetodik för att lösa ställda forskningsfrågor.*

**B2.** Visa förmåga att i såväl nationella som internationella sammanhang muntligt och skriftligt klart presentera och diskutera forskning och forskningsresultat i dialog med vetenskapssamhället och samhället i övrigt.

- *Detta mål anses uppfyllt genom t.ex. presentationer på vetenskapliga konferenser och/eller presentationer i ett industriellt sammanhang, samt uppfyllt och kontrollerat av en uppsats som diskuteras vid licentiatseminarium och godkänts av examinator.*

**B3.** Visa sådan färdighet som fordras för att självständigt delta i forsknings- och utvecklingsarbete och för att självständigt arbeta i annan kvalificerad verksamhet.

- *Detta mål anses uppfyllt, t.ex. genom att behovet av ny kunskap identifierats och lett till förslag på ny forskning och genom kunskapsöverföring till eventuella industriella partners. Detta dokumenterats i viss mån i de vetenskapliga artiklarna och bör diskuteras i licentiatuppsatsen.*

### C. Värderingsförmåga och förhållningssätt

**C1.** Visa förmåga att göra forskningsetiska bedömningar i sin egen forskning.

- *Detta mål anses uppfyllt genom att, i den mån det varit relevant, etiska aspekter bedömts och diskuteras tillsammans med handledare i valet och utformningen av forskningsproblem. Forskningsresultatens inverkan på samhället i stort bör diskuteras med handledaren.*

**C2.** Visa insikt om vetenskapens möjligheter och begränsningar, dess roll i samhället och människors ansvar för hur den används.

- *Genom att delta i och följa diskussioner och debatter i den akademiska miljön lokalt (institutionen) och i ett större sammanhang.*

**C3.** Visa förmåga att identifiera sitt behov av ytterligare kunskap och att ta ansvar för sin kunskapsutveckling.

- *Detta mål anses uppfyllt, t.ex. genom att behovet av ny kunskap identifierats och lett till förslag på ny forskning eller deltagande i forskarutbildningskurs eller workshop. Detta dokumenterats i viss mån i de vetenskapliga artiklarna och bör diskuteras i licentiatuppsatsen.*