



## Studieplan för ämne på forskarnivå

Ämne	Fastställd	Diarienummer	Ks-kod
<b>Hållfasthetslära</b>	2017-04-05	V-2017-0041	3.2.3

# Allmän studieplan för utbildning på forskarnivå i hållfasthetslära

## Ämnets benämning

Ämnet benämns Hållfasthetslära. Det engelska namnet är *Solid Mechanics*.

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

## 1. Ämnesbeskrivning samt mål för utbildningen

### 1.1 Vetenskapligt område

Hållfasthetslära är en teknikvetenskap vars frågeställningar ofta är av grundforskningskaraktär. Den tillämpade delen av forskningen kännetecknas av stor bredd och sker ofta i gränsområdet till andra teknikvetenskaper. Forskning i hållfasthetslära innefattar i dag alla situationer där en deformierbar fast kropp är inblandad. Deformationen behöver inte enbart bero på mekanisk belastning utan kan ha andra orsaker. Ofta avser forskningen att formulera kriterier för dimensionering eller villkor för en teoris giltighet samt peka på behovet av mera avancerad teoribildning. Forskningens metoder består av experimentella undersökningar, teoretisk modellbildning och numerisk analys. Även utveckling av analysmetoder, experimentella eller numeriska metoder är en del av ämnet.

Hållfasthetslära är ett forskningsämne där nya områden utvecklas i takt med samhällets behov och nya upptäckter såväl inom som utanför ämnet. Vid institutionen för hållfasthetslära, är forskningsprogrammet brett, men de flesta forskningsprojekten tillhör vanligtvis något av områdena biomekanik, brottmekanik, utmattning, kontaktmekanik, materialmekanik, pappersmekanik eller utmattning.

### 1.2 Mål för utbildningen

Utbildningen innebär fördjupade studier inom något av hållfasthetsläras forskningsområden genom balanserad träning i teoretiska och numeriska metoder samt experimentellt arbete. Den forskarstuderande skall tillägna sig såväl specialistkunskap som bredd inom ämnet. Utbildningen på forskarnivå vid institutionen skall hålla hög nivå vid internationell jämförelse. Efter avlagd licentiatexamen skall den forskarstuderande vara förberedd för både forskningsuppgifter och utvecklingsarbete och efter avlagd doktorsexamen självständigt kunna bedriva forsknings- eller utvecklingsverksamhet inom industri eller akademi.

Målen för forskarutbildningen i Hållfasthetslära 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 Hållfasthetslära finns bifogat i bilaga A.

## 2. Utbildningens upplägg/innehåll

Utbildningen på forskarnivå består av en kursdel och en avhandlingsdel och bedrivs under ledning av en huvudhandledare. Licentiatexamens omfattning är 120 hp, där uppsatsdelen

skall motsvara 90 hp och kursdelen 30 hp. Doktorsexamens omfattning är 240 hp, där avhandlingsdelen skall motsvara 180 hp och kursdelen 60 hp. 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 regelverk. För både licentiat- och doktorsexamen kan kurser på grundnivå och avancerad nivå tillgodoräknas. Antalet kurspoäng som kan tillgodoräknas begränsas: (i) till den del av utbildningen på grundnivå och avancerad nivå som överstiger kursfodringarna för grundläggande eller särskild (om specificerad) behörighet för antagande till utbildningen på forskarnivå; (ii) av att den andel kurser på grundnivå och avancerad nivå som får ingå i licentiat- och doktorsexamens kursdel är begränsad enligt KTH:s regelverk. Examensarbete på avancerad nivå kan ej tillgodoräknas i kursdelen. De kurser som skall ingå i utbildningen på forskarnivå fastställs i en individuell studieplan enligt KTH:s föreskrifter. Huvudhandledaren i samråd med den forskarstuderande lämnar i samband med antagningen till utbildningen förslag till studieplan som slutligt godkänns av forskarutbildningsansvarig vid skolan för Teknikvetenskap. Kurserna inklusive de som tillgodoräknats väljs så att bredd erhålls inom ämnet och med hänsyn tagen till den aktuella forskningsinriktningen.

Med utgångspunkt ifrån den forskning som skall bedrivas kan den utveckling och mognadsprocess en forskarstuderande bör genomgå fram till en färdig doktorsexamen beskrivas som en process i tre steg: i steg ett löses ett av handledaren väl formulerat problem; i steg två löses en forskningsuppgift som formulerats av den forskarstuderande och handledaren tillsammans; i steg tre löses en uppgift som den forskarstuderande väsentligen själv har formulerat. För en licentiatexamen förväntas den forskarstuderande enbart nå de första två stegen. Den forskarstuderande förutsätts bedriva sin forskning med målsättningen att efter hand skriva vetenskapliga artiklar som skall ligga till grund för avhandlingen. Dessa artiklar skall ha en sådan nivå att de kan skickas för publicering i relevanta referentgranskade internationella vetenskapliga tidskrifter. Den forskarstuderande skall presentera sina forskningsresultat vid nationella och internationella konferenser.

### **3. Obligatoriska och rekommenderade kurser**

#### **3.1 Obligatoriska kurser**

Kursen F4C5008 Kontinuummekanik, 12 hp, eller motsvarande kurs är obligatorisk i både licentiat- och doktorsexamen.

Kursen SE2123 Hållfasthetsteknisk provning, 6 hp, eller motsvarande kurs är obligatorisk i doktorsexamen.

Moment av vetenskapsteori och forskningsmetodik skall ingå i utbildningen. Dessutom skall forskarstuderande som bedriver undervisning i kurser på grundnivå och avancerad nivå genomgå högskolepedagogisk utbildning eller motsvarande.

#### **3.2 Rekommenderade kurser**

För rekommenderade områden för kurser på forskarnivå hänvisas till hållfasthetsläras hemsida för aktuellt kursutbud inom utbildningen på forskarnivå. Exempel på områden för kurser på forskarnivå är: biomekanik, brottmekanik, dynamik, elasticitetsteori, experimentella metoder, finita elementmetoden, kontaktmekanik, pappersmekanik, plasticitetsteori, stabilitetsteori och utmattning.

För rekommenderade områden för kurser på avancerad nivå hänvisas till hållfasthetsläras hemsida för aktuellt kursutbud inom grundnivå och avancerad nivå.

Förutom de kurser som erbjuds av hållfasthetslära finns ett stort antal kurser på forskarnivå och avancerad nivå vid andra institutioner som också kan ingå i den individuella studieplanen, t.ex. kurser inom farkost- och flygteknik, fysik, maskinkonstruktion, matematik, materialvetenskap, mekanik, och numerisk analys och datalogi.

## **4. Avhandling**

Med avhandling avses licentiatuppsats eller doktorsavhandling. Dessa skrivs normalt på engelska med en sammanfattning på svenska. Avhandlingar i ämnet hållfasthetslära är vanligen en sammanläggningsavhandling bestående av artiklar publicerade eller avsedda för publicering i internationella vetenskapliga tidskrifter och en sammanfattande inledning. Avhandlingar kan även utformas som monografier. En avhandling skall hålla sådan kvalitet att avhandlingens innehåll kan publiceras i internationella vetenskapliga tidskrifter av hög kvalitet.

## **5. Behörighet och urval**

### **5.1 Grundläggande och särskild behörighet**

Grundläggande behörighet för att antas som forskarstuderande i hållfasthetslära har den som fullgjort kursfodringar om minst 240 hp, varav minst 60 hp på avancerad nivå, inom något av civilingenjörsprogrammen teknisk fysik, farkostteknik, maskinteknik, design och produktframtagning, materialdesign, industriell ekonomi eller samhällsbyggnad, eller har motsvarande dokumenterade förkunskaper förvärvade vid svenskt eller utländskt universitet. Mastersprogram vid KTH inom ovan nämnda civilingenjörsprogram betraktas vad gäller utbildningens omfattningen och längd på samma sätt som ett civilingenjörsprogram. Doktorander förväntas kunna läsa och skriva vetenskaplig engelska och kunna tala engelska obehindrat.

### **5.2 Regler för urval**

Studenter som söker sig till utbildning på forskarnivå inom hållfasthetslära väljs ut efter den kunskapsprofil som eftersöks för det specifika doktorandprojektet. Tilltänkt huvudhandledare har huvudansvar för bedömningen av sökande till tjänsten.

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

### **6.1 Licentiat- och doktorsexamen**

Licentiatuppsatser presenteras vid ett offentligt seminarium. Uppsatsen granskas av en särskild granskare och bedöms av en examinator. Både särskild granskare och examinator utses av forskarutbildningsansvarig vid Skolan för teknikvetenskap.

Doktorsavhandlingar försvaras vid offentlig disputation enligt anvisningar från Skolan för teknikvetenskap. Avhandlingen granskas av opponent och bedöms av en betygsnämnd. Både opponent och betygsnämnd utses av forskarutbildningsansvarig vid Skolan för teknikvetenskap.

Det rekommenderas att studerande som avser avlägga doktorsexamen först avlägger licentiatexamen.

## **6.2 Prov som ingår i utbildningen**

Kurser på forskarnivå och avancerad nivå har skriftlig och/eller muntlig tentamen och vanligtvis krävs också genomförande av inlämningsuppgifter och laborationer.

## 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 doktorsexamen, uppdelat i tre olika kategorier (A, B och C) ges nedan (formuleringarna för 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 måluppfyllande 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 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 avhandling 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 avhandlingen.*

## **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 diskuterats 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 avhandlingen.*