

Studieplan för forskarutbildning i ämnet

## **LÄTTKONSTRUKTIONER (ENG: LIGHTWEIGHT STRUCTURES)**

Inom skolan för teknikvetenskap, KTH

Denna studieplan för forskarutbildning i ämnet Lättkonstruktioner kompletterar de gemensamma föreskrifter och riktlinjer som finns i högskolans övergripande studiehandbok för forskarstudier samt i KTH handbok II.

### **1 ÄMNESBESKRIVNING SAMT MÅL FÖR UTBILDNINGEN**

*Lättkonstruktioner* som ämne har som mål att utveckla och bredda användningen av lätta strukturer och konstruktionsmaterial med syftet att uppnå förbättrad prestanda hos en mängd strukturella tillämpningar. Prestanda betraktas här som ett generellt begrepp som syftar på både funktionalitet såväl som användning, då uttryckt i tex bränsleförbrukning, miljöpåverkan eller livscykelkostnad. Lättkonstruktioner är ett generiskt och till viss del applikationsnära forskningsområde baserat på materialteknik, strukturmekanik, processteknik och design. Det vetenskapliga målet är att utveckla förståelsen för specifika fenomen inom dessa områden eller i gränssnittet mellan dem. Framförallt studeras nya okonventionella material och deras användning i applikationer där låg vikt är ett krav. Särskilt studeras polymera fiberkompositer, trä och cellulära material, dvs material som har gemensamt att vara anisotropa och inhomogena.

Ämnet omfattar även analys och modellering av belastningar, strukturrespons, sjöegenskaper, operabilitet, arbetsmiljö och systemövervakning av fartyg, med esignprocessen för framtagning av lätta fartyg i sjö i fokus.

Målet med utbildningen är fördjupade studier inom något av avdelningens forskningsområden genom en balanserad träning i både analytiska/numeriska metoder och experimentellt arbete. Forskarutbildningen skall också ge förmåga att strukturera och lösa komplexa uppgifter liksom att självständigt redovisa resultat, såväl skriftligt som muntligt.

#### **1.1 Vetenskapligt område**

Inom ämnet Lättkonstruktioner bedrivs i huvudsak forskning inom komposit- och sandwichkonstruktioner, trä- och träfiberkompositer, utmattning av metallstruktur samt modellering av strukturell respons för marina farkoster. I huvudsak omfattas lastbärande lätta strukturer för farkoster såsom flyg, båtar, bilar och spårfordon, men även vindkraft och infrastrukturapplikationer ingår. Forskningen omfattar mekaniska egenskaper och tillverkningsprocesser samt modellering därav, materialteknik, analys, design, provning och optimering av lätta lastbärande strukturer.

Den marint inriktade delen av forskningen är fokuserad mot interaktionen mellan struktur (skrov) och fluid, speciellt mot simulering av planande fartyg i motsjö. Konsekvenser av denna fluid/struktur-interaktion studeras även i termer av sjöegenskaper och strukturella påkänningar.

## 2 AKTUELL FORSKNING

Den aktuella forskningen inom ämnet Lättkonstruktioner behandlar främst följande områden:

- Materialmodellering, speciellt för inhomogena och anisotropa material, t.ex. cellplaster.
- Modellering och provning av trä på mikronivå samt hygromekaniskt beteende hos trä och träkompositer.
- Skademekanik och brottvillkor för kompositmaterial och cellulära material innefattande analyser och provning även i utmattning.
- Modellering av tillverkningsprocesser, med fokus på komposit- och sandwichstrukturer.
- Designoptimering av komposit- och sandwichstruktur.
- Utmattning och skadetålighet.
- Fluid/struktur-interaktion för fartygsskrov
- Tidssimulering av planande fartyg i vågor
- Operationella förhållanden ombord på fartyg

Forskning riktas mot ett antal olika applikationsområden, främst flyg, mark- och spårfordon, fartyg samt trätekniska tillämpningar. Gemensamt för all forskningsverksamhet inom inriktningen är kombinationen av teoretisk analys, numeriska beräkningar och experimentell verksamhet.

## 3 UTBILDNINGENS UPPLÄGGNING

Forskarutbildningen består av en kursdel och en avhandlingsdel, med inbördes poängkrav enligt nedan.

Kursmomenten skall till övervägande del bestå av tekniskt/vetenskapliga kurser. Dessa väljs tillsammans med handledare efter de kunskapsbehov som kan anses föreligga för själva forskningsarbetet.

Forskarutbildningen bedrivs under ledning av en huvudhandledare och eventuellt tillsammans med en biträdande handledare. Den studerandes individuella studieplan skall upprättas inom 6 månader efter antagning och skall sedan uppdateras minst en gång per år. Den individuella studieplanen upprättas av den studerande tillsammans med handledaren.

Den studerande förutsätts bedriva sin forskning med målsättningen att efter hand skriva tekniska rapporter (uppsatser) som sedermera skall ligga till grund för avhandlingen. Dessa rapporter skickas för publicering i internationella tidskrifter inom relevant område med s.k. ”peer-review”-förfarande (referentgranskning). En eller flera rapporter kan också publiceras i s.k. konferens-proceedings varvid den studerande också förutsätts muntligt presentera sitt arbete vid en internationell teknisk konferens.

## 4 OBLIGATORISKA OCH REKOMMENDERADE KURSER

### Kurskrav

- För licentiatexamen krävs minst 25 kurspoäng samt en avhandling som motsvarar max 55 poäng så att den totala poängsumman uppgår till 80 poäng.
- För doktorsexamen krävs minst 40 kurspoäng samt en avhandling som motsvarar max 120 poäng så att den totala poängsumman uppgår till 160 poäng.

- Enligt KTHs regler (KTH handbok II: flik 21.3) kan upp till 20 poäng tillgodoräknas från en civilingenjörsexamen. Inom ämnet Lättkonstruktioner får tillgodoräknanden endast göras för kurser inom grundutbildningen som inte inräknats i tidigare examen (180 poäng) förutsatt att kurserna i fråga är relevanta för utbildningen.Handledaren avgör ytterst om tillgodoräknanden medges.
- Inom en individuell studieplan får maximalt 10 poäng kurser på grundutbildningsnivå medräknas (tillgodoräknade kurser på grundutbildningsnivå inräknat), övriga poäng skall vara på doktorandnivå. I undantagsfall, t.ex. inom tvärvetenskapliga forskningsprojekt, får upp till 20 poäng kurser på grundutbildningsnivå medräknas.
- Kurspoäng för generella språkkurser får ej medräknas. Dock kan kurser inom teknisk engelska med inslag av rapportskrivning medräknas, men med maximalt 4 poäng.
- Seminarier utan omfattande egen aktivitet får generellt ej medräknas.
- Litteraturstudier och konstruktionsuppgifter får medräknas, men till en maximal sammanlagd summa av 10 poäng.
- Enskilda kurser i vetenskapsteori och forskningsmetodik kan ingå, se maximal poängnivå nedan. Moment av detta slag avses annars ingå som naturlig del i övriga teoretiska kurser som ges samt inom avhandlingsarbetet.
- Om doktoranden avser att undervisa inom ramen för sin institutionstjänstgöring krävs en kurs i högskolepedagogik. I normala fall får endast 5 poäng av kurser inom vetenskapsteori och pedagogik tillgodoräknas inom forskarutbildningen.

### **Villkorligt valfria och rekommenderade kurser**

Kursdelen skall delvis bestå av de villkorligt valfria och rekommenderade kurser som specificeras i nedanstående lista. Kursdelens innehåll utarbetas mellan doktoranden och handledaren efter det kunskapsbehov som krävs för avhandlingsdelen av utbildningen.

#### *Villkorligt valfria kurser*

För licentiatexamen skall minst en kurs ingå inom nedanstående ämnesområden och för doktorsexamen krävs att minst två kurser ingår.

- Mechanics of Cellular Solids, 4-8p (6-12 ECTS)
- Fatigue and Fracture of Composite Materials, 4-8p (6-12 ECTS)
- FEM in Structural Analysis, 4-8p (6-12 ECTS)
- Advanced Composites Manufacturing, 4-8p (6-12 ECTS)
- Experimental Characterisation of Composite Materials, 4-8p (6-12 ECTS)
- Analysis and Design of Sandwich Structures, 4-8p (6-12 ECTS)
- Analysis and Design of Composite Materials and Structures, 4-8p (6-12 ECTS)
- Wood and Cellulose Materials Engineering, 4-8p (6-12 ECTS)
- Biobased Composites, 4-8p (6-12 ECTS)
- Numerical Optimization with Applications in Structural Mechanics, 4-8p (6-12 ECTS)
- Fluid Mechanics, 4-8p (6-12 ECTS) <sup>1</sup>
- High Speed Craft, 4-8p (6-12 ECTS)

Kurser inom motsvarande ämnen kan läsas vid andra institutioner/högskolor/universitet och får då tillgodoräknas. Övriga kurser väljs i samråd med huvudhandledaren.

---

<sup>1</sup> Relevanta strömningsmekanikkurs(-er) ges av t.ex. Institutionen för Mekanik, KTH

## 5 AVHANDLING

Avhandlingen är en obligatorisk del av forskarutbildningen. Avhandlingen kan vara en s.k. sammanläggningsavhandling eller monografi. Normalt är en avhandling inom Lättkonstruktioner av typen sammanläggningsavhandling. Avhandlingen skrivs på engelska.

### *Licentiatavhandling*

En avhandling för licentiatexamen skall innehålla ny vetenskaplig kunskap eller ny tillämpning av befintlig vetenskaplig kunskap. Det senare innebär att tillämpning görs inom ett nytt område och utvecklas via teoretiskt eller empiriskt forskningsarbete. Avhandlingen skall också innehålla en översikt av tidigare forskning inom det valda forskningsområdet (litteraturstudium).

Oavsett om licentiatavhandlingen läggs fram som en monografi eller sammanläggningsavhandling av vetenskapliga artiklar skall den vara av sådan kvalitet att den bedöms motsvara två artiklar som kan publiceras i internationella tidskrifter eller presenteras vid internationella konferenser.

I normalfallet har en licentiatavhandling i Lättkonstruktioner följande uppläggning:

- En publicerad/accepterad artikel, en artikel i manusform, plus eventuellt en konferensartikel

Till dessa artiklar skrivs en inledning om ca 15-25 sidor som omfattaren introduktion till ämnet, ev. metodik samt referenslista. I anslutning till inledningen skall dessutom dessa rubriker finnas:

- Abstract
- Dissertation page
- Division of work between authors

Licentiatavhandlingen skall presenteras vid licentiatseminarium varvid en extern granskare ges möjlighet att ställa frågor på och kritisera innehållet i avhandlingen.

### *Doktorsavhandling*

En avhandling för doktorsexamen skall innehålla ny vetenskaplig kunskap eller ny tillämpning av befintlig vetenskaplig kunskap. Det senare innebär att tillämpning görs inom ett nytt område och utvecklas via teoretiskt eller empiriskt forskningsarbete.

Avhandlingen skall också innehålla en översikt av tidigare forskning inom det valda forskningsområdet (litteraturstudium). Oavsett om doktorsavhandlingen läggs fram som en monografi eller sammanläggningsavhandling av vetenskapliga artiklar skall den vara av sådan kvalitet och originalitet att den bedöms kunna utgöra grund för minst fyra artiklar som kan publiceras i internationella tidskrifter med referentgranskning. Med artiklar menas originalbidrag som innehåller minst ett nytt akademiskt problem med klart nyhetsvärde. Publicerade och accepterade artiklar bedöms likvärdiga, liksom konferensartiklar som har genomgått referentgranskning (vilket inte är normalfallet). Om konferensrapporter (utan referentgranskning) biläggs avhandlingen skall antalet bilagda rapporter överstiga fyra. Om icke publicerade/accepterade artiklar biläggs avhandlingen skall huvudhandledaren bedöma om dessa uppfyller huvudkravet. I normalfallet har en doktorsavhandling i Lättkonstruktioner följande uppläggning:

- Fyra publicerade/accepterade artiklar, plus eventuellt en konferensartikel, eller

- Tre publicerade/accepterade artiklar, en artikel i manusform som avses skickas för publicering, samt en konferensartikel, eller
- Två publicerade/accepterade artiklar, en konferensartikel samt två artiklar i manusform som avses skickas för publicering.

Till dessa artiklar skrivs en inledning om ca 20-30 sidor som omfattaren introduktion till ämnet, ev. metodik samt referenslista. I anslutning till inledningen skall dessutom dessa rubriker finnas:

- Abstract
- Dissertation page
- Division of work between authors

Monografiavhandlingar får förekomma om särskilda skäl föreligger. Om detta är acceptabelt avgörs av ämnesföreträdarna. Monografiavhandlingar skall uppfylla samma krav som sammanläggningsavhandlingar i mått av publicerade artiklar på vilket monografiavhandlingen baseras.

Avhandlingen försvaras vid en disputationsakt (se KTH Handbok II, flik 27.1)

## **6 BEHÖRIGHET OCH URVAL**

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

För att antas till forskarutbildning inom Lättkonstruktioner skall förkunskaper finnas motsvarande civilingenjörsutbildning från M, T, F eller BD. Studerande från Europeiska tekniska universitet med motsvarande utbildningar beaktas på samma sätt. Studenten måste inneha gedigna grundkunskaper inom mekanik, matematik, hållfasthetslära och materialteknik. Bedömningen av detta görs av tilltänkt handledare. Förmåga att arbeta praktiskt/experimentellt är också ett explicit krav liksom goda kunskaper i engelska.

### **6.2 Regler för urval**

Studenter som söker sig till forskarutbildning inom Lättkonstruktioner väljs ut efter den kunskapsprofil som eftersöks för det specifika doktorandprojektet. Studenter som visat stort intresse och fallenhet för ämnet beaktas särskilt vid antagning. Ytterligare viktiga egenskaper är personlig förmåga i t.ex. kommunikation, initiativförmåga, mm. Bedömningen av detta görs av tilltänkt handledare.

## **7 EXAMINA OCH PROV I UTBILDNINGEN**

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

En licentiatavhandling kan utgöra en slutexamen. Även om doktorsexamen är den slutgiltiga avsedda examen avläggs normalt först en teknisk licentiatexamen. Studietiden för denna är två år (80 poäng), där kursfordringarna uppgår till minst 25 poäng. Licentiatavhandlingen presenteras vid ett licentiatseminarium.

Doktorsexamen omfattar en kursdel om minst 40 poäng samt en avhandlingsdel. Den sammanlagda studietiden motsvarar fyra års studier på heltid (160 poäng). Den studerande försvarar avhandlingen vid en offentlig disputation. Avhandlingen bedöms av en av Skolan för teknikvetenskap utsedd betygsnämnd.

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

Forskarutbildningskurser har skriftliga och/eller muntliga prov.