

Generell studieplan i Teknisk Mekanik

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. Ämnesbeskrivning samt mål för utbildningen

1.1 Vetenskapligt område

Mekanik är ett av de fyra klassiska fysikområdena (optik, elektromagnetism och termodynamik är de övriga) och är därför naturligtvis en väsentlig del av all utbildning inom naturvetenskap och ingenjörsvetenskap. I linje med KTH:s direktiv introducerar Institutionen för Mekanik samt Marcus Wallenberg Laboratoriet för Ljud och Vibrationsforskning ett doktorsprogram/ forskarutbildningsämne i Teknisk Mekanik.

1.2 Ämnesområden

Programmet/ämnet har ett kursutbud inom ämnesområdena akustik, strukturmekanik och strömningsmekanik. Strukturmekanik omfattar även kurser inom områden såsom fastkroppsmekanik, och biomekanik.

Akustik

Antalet system som alstrar buller och vibrationer växer ständigt. Exempel är farkoster, maskiner och processer av alla slag. Motoreffekter och andra drivkrafter ökas parallellt med att vikter och materialåtgång skall hållas nere. Detta innebär att ett ständigt ökat forsknings- och utvecklingsarbete måste utföras för att komma tillrätta med ljud- och vibrationsstörningarna, för att klara både konkurrensen på marknaden och de krav som ställs av myndigheter. Med begreppet ljudkvalitet avses att produktens ljud skall förmedla intryck av effektivitet, kvalitet och tillförlitlighet. Redan idag, men framför allt i framtiden, kommer allt fler konsument-, industri- och transportmedelsprodukter att vara "ljuddesignade". Numeriska beräkningsmodeller och experimentella metoder utvecklas för att ge avancerade kunskaper i hur ljud och vibrationer uppkommer och utbredd i fordon, maskiner, byggnader, miljöer mm för att förstå hur ljud- och vibrationsstörningarna kan minskas.

Strukturmekanik

Lastbärande strukturer återfinns inom alla områden: byggnader, farkoster, människor och djur. Broar och skyskrapor definierar de mest storskaliga lastbärande strukturerna där geometrier och material är optimerade för att stå emot naturens påverkan. I rymdens tyngdlöshet och vakuum är de yttre lasterna nästan försumbara, men strukturernas massa måste minimeras och deras förmåga att kunna vecklas ut, likt ett paraply, måste optimeras. Inom biomekaniken studeras främst människan rörelsemönster vid olika vardagliga rörelser samt rörelse vid maximal kapacitet hos människans muskel-skelett-system. Numeriska beräkningsmodeller och experimentella metoder utvecklas för att bättre förstå mekanisk rörelse, som dynamiskt verkningssätt hos land- och rymdstrukturer till musklernas beteende vid människans rörelsemönster i vardagen och i olika sporter.

Strömningsmekanik

Inom strömningsmekaniken studeras en fluids (gas eller vätska) rörelse och påverkan på andra fluider eller solida material. Fluidens rörelse (strömning) är antingen laminär eller turbulent och eftersom turbulent strömning är vanligast i naturen så fokuserar dagens forskning på att förstå det turbulenta flödet. Inom aero- och hydrodynamiken studeras den turbulenta strömningen kring t.ex. bilar, flygplan och fartyg, eftersom den ökar friktionsmotståndet vilket i sin tur ökar bränsleförbrukningen. Inom strömningsmaskinteknik studeras strömningen i fläktar, pumpar, turbiner och separatorer för att de ska bli så effektiva som möjligt. Vid papperstillverkning analyseras pappersmassans strömningsmekaniskt för att säkerställa att pappers-fibrerna orienterar sig i avsedd riktning. Inom meteorologin studeras luftströmmar för att kunna ta fram väderprognoser, vilket är mycket svårt eftersom små förändringar i de turbulenta luftströmmarna skapar stora förändringar. Strömningsmekaniken används också för att förklara olika vågfenomen, t.ex. Tsunamis, hur ljud sprids samt smälta metallers beteende vid t.ex. svetsning. Inom medicin används strömningsmekaniken för att studera t.ex. blodets flöde i människokroppen. I den strömningsmekaniska forskningen utvecklas numeriska beräkningsmodeller och experimentella metoder för att förstå fluiders strömning kring olika kroppar och vid olika tillstånd och hastigheter. De resurskrävande strömningsmekaniska beräkningarna görs på superdatorer och experimenten i vindtunnlar.

1.3 Utbildningens mål

Förutom de gemensamma målen för utbildning på forskarnivå vid KTH (se även Högskoleförordningen) strävar utbildningen på forskarnivå i Teknisk Mekanik till att ge doktoranden en god allmänbildning inom sitt eget område, men också inom närliggande områden. Den skall också ge doktoranden träning i att angripa svåra problemställningar så att hon/han efter avslutad utbildning självständigt skall kunna initiera, driva och utvärdera naturvetenskapliga och tekniska forskningsprojekt. Aktivt deltagande i nationella och internationella forskarnätverk inom kunskapsområdet eftersträvas.

Doktorandens 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 enskilde doktoranden. Doktorandens färdighet och förmåga utvecklas bl.a. genom eget ansvarstagande för mätutrustning och experiments genomförande och/eller beräkningsprogram och dess tillämpning i det aktuella fallet. 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. Därvid kan doktorandens utveckling av bättre färdighet och förmåga inom ett särskilt område påskyndas. Doktorandens utveckling av värderingsförmåga och förhållningssätt stöds genom handledares och andra seniora forskares kommunikation via interna seminarier och möten. Återkoppling ges vid återkommande möten veckovis.

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.*

2. Aktuell forskning

De inblandade grupperna bedriver teoretisk, numerisk och experimentell forskning som täcker stora delar av mekanikområdet, såsom akustik, fastkroppsmekanik, strukturmekanik, strömningsmekanik och biomekanik. Forskningen är av grundläggande natur, men starka kopplingar finns till olika tekniska tillämpningar såsom farkostteknik.

3. Utbildningens uppläggning

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 doktorand är vanligen anställd vid KTH men kan även vara anställd vid annan högskola, forskningsinstitut, statligt verk eller industriföretag. Doktoranden 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. Doktorandens 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 ett antal kurser, vilka är antingen villkorligt valfria eller valfria. Kurser skall väljas i samråd med huvudhandledaren och på så sätt att valda kurser ger både en god grund för doktorandens eget avhandlingsarbete samt för dennes allmänbildning inom området. Det förutsätts också att, förutom de obligatoriska moment som ingår i kursplanen, doktoranden 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.

I nedanstående tablåer anges ett poängtal för varje kurs. 1,5 poäng bedöms motsvara studier under en vecka. För doktorexamen/licentiatexamen i Teknisk Mekanik erfordras examination i kurser med ett sammanlagt poängtal som ej är mindre än 60/30 högskolepoäng.

4. Doktorsavhandling och licentiatuppsats

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

4.1 Doktorexamen

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 läses underhand men studierna planeras så att den bör vara avslutad senast tre år efter att doktoranden påbörjat sin utbildning på forskarnivå. 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 vanligtvis av sammanläggningstyp och i sådana fall bör åtminstone någon av delarna varit publicerad eller accepterad för publicering innan avhandlingen läggs fram.

4.2 Licentiatexamen

Inom forskarutbildningsämnet Teknisk Mekanik finns möjlighet att avlägga teknisk licentiatexamen. För denna examen erfordras att doktoranden inhämtat kurser under samma villkor som gäller för doktorsexamen, dock med den skillnaden att erforderlig total kurspoäng är reducerad till 30 högskolepoäng och att obligatoriska och villkorligt valfria kurser räknas som valfria. Vidare krävs att doktoranden 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 sammanläggningsavhandling.

5. Kurser

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

Doktorsexamen i Teknisk Mekanik består av en kursdel omfattande minst 60 högskolepoäng och en avhandlingsdel omfattande 120-180 högskolepoäng vilket sammanlagt ger 240 högskolepoäng. Licentiatexamen består av en kursdel omfattande minst 30 högskolepoäng och en licentiatuppsats omfattande 60–90 högskolepoäng så att summan uppgår till 120 högskolepoäng.

Kursdelen består av villkorligt valfria och valfria kurser, samt en obligatorisk kurs. Kursutbudet omfattar tre inriktningar: *akustik*, *strukturmekanik* och *strömningsmekanik*, vars vetenskapsområden till stora delar avspeglar den forskningsprofil som råder hos de inblandade grupperna. Kurserna ska studeras i enlighet med den överenskommelse mellan doktorand och huvudhandledare som gjorts i den individuella studieplanen.

Doktorander som bedriver undervisning på grundnivå och avancerad nivå ska genomgå högskolepedagogisk utbildning.

Obligatoriska kurser

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

Villkorligt valfria kurser

Minst **två** kurser inom något av ämnesområdena nedan skall ingå i doktorsexamen i Teknisk Mekanik.

Kurskod	Kursnamn	Högskolepoäng
Kurser i akustik		
SD3101	Theoretical Acoustics I	9
SD3104	Structure-borne Sound I	9
SD3120	Aeroacoustics I	6

Kurser i strukturmekanik

SG3082	Avancerad strukturdynamik	8
SG3084	Biomekanik och muskelarbete	7,5
SG3089	Biomimetisk mekanik	7
SG3081	Strukturmekaniska FEM	7,5
5C5046	Foundations of Classical Mechanics	7,5

Kurser i strömningsmekanik

SG3112	Turbulens	9
SG3114	Numeriska metoder i strömningsmekanik	7,5
SG3122	Vågrörelser och hydrodynamisk stabilitet	7,5
SG3113	Kompressibel strömningsmekanik	9

Övriga valfria kurser

Vid institutionerna ges regelbundet ett antal kurser på forskarnivå som är valfria. Även andra kurser på forskarnivå inom institutionen än de som finns angivna nedan eller givna av andra institutioner eller universitet kan läsas inom kursdelen. Huvudhandledaren och doktoranden skall i samråd planera kursutbudet så att både ett djup inom avhandlingsområdet erhålls liksom en viss bredd inom vetenskapsområdet. Dessutom kan enskilda kurser i vetenskaplig kommunikation samt vetenskapsteori och forskningsmetodik ingå. Moment av detta anses annars ingå som en naturlig del i övriga teoretiska kurser som ges inom ramen för avhandlingsarbetet.

En aktuell lista över institutionens alla kursen på forskarnivå finns på internethemsidan för Skolan för Teknikvetenskap (SCI), KTH.

Kurskod	Kursnamn	Högskolepoäng
Akustik		
SD3102	Material Acoustics II	5
SD3103	Material Acoustics III	2,5
SD3121	Aeroacoustics II	9
SD3122	Aeroacoustics III	3
SD3131	Theoretical Acoustics II	9
SD3132	Theoretical Acoustics III	3
SD3133	Statistical energy analysis	6
SD3134	Non-linear Vibrations	7,5
SD3136	Numerical methods for sound propagation I	6
SD3137	Numerical methods for sound propagation II	4
SD3140	Signal Analysis	5
SD3141	Engineering Applications of Signal Analysis	7,5
SD3145	Measurement and Analysis of Sound and Vibration	9
SD3150	Teknisk Akustik I	6
SD3151	Teknisk Akustik II	4
SD315V	Automotive Acoustics with Focus on Combustion Noise	5
SD3602	Computational Aeroacoustics	3
SD3603	Computational Aeroacoustics Project	3
Strukturmekanik		
5C5001	Allmän och analytisk mekanik	12
5C5003	Relativitetsmekanik	4,5
5C5085	Human movement analysis and simulation	3
5C5086	Survey of current literature in musculoskeletal biomechanics II	7
5C5087	Survey of current literature in musculoskeletal biomechanics I	7

SG3030	Aktuella problem i mekaniken I	4,5
SG3031	Aktuella problem i mekaniken II	4,5
SG3032	Aktuella problem i mekaniken III	4,5
SG3035	Aktuella problem i mekaniken V	3
SG3045	Non-linear Oscillations and Dynamical Systems	7,5
SG3083	Vetenskapligt skrivande	4
SG3088	Icke-linjära finita elementmetoder	7
SG3129	Aktuella problem i mekaniken IV	6

Strömningsmekanik

5C5102	Aktuella problem i strömningsmekaniken I	4,5
5C5104	Aktuella problem i strömningsmekaniken II	4,5
5C5130	Mikroströmningar	4,5
5C5131	Fria randvärdesproblem	7,5
SG3111*	Seminariekurs i strömningsmekanik	6
SG3121	Aktuella problem i strömningsmekaniken III	4,5
SG3123	Störningsmetoder i mekanik	7,5
SG3126	Aktuella problem i strömningsmekaniken IV	6
SG3128	Fordonsaerodynamik	9
SG3130	Osäkerhetsanalys	5
SG3131*	Kinetisk gasteori	7
SG3132	Gasdynamik för förbränningsmotorer	5
SG3134	Avancerade metoder i strömningsmekanik	7,5
SG3224	Tillämpade strömningsmekaniska beräkningar	6
SG3226	Strömningsenergi för vindenergi	7,5

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

* Kurs som skall nyinrättas inom programmet

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 fullgjort kursfordringar om minst 240 högskolepoäng varav minst 60 högskolepoäng på avancerad nivå, eller förvärvat motsvarande kunskaper på annat sätt som en god förberedelse för utbildning på forskarnivå i Teknisk Mekanik. Doktorander 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 intervjuvas 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 doktorand som kan antas vara nödvändiga för att vederbörande ska kunna genomföra ett specifikt doktorandarbete.

7. Examina och prov i utbildningen

7.1 Licentiat- och doktorsexamen

Doktorsexamen består av en kursdel omfattande minst 60 högskolepoäng och en avhandlingsdel om 120-180 högskolepoäng. 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.

Licentiatexamen består av en kursdel omfattande minst 30 högskolepoäng och en licentiatuppsats omfattande 60-90 högskolepoäng. 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.

7.2 Prov som ingår i utbildningen

I kurser på forskarnivå skall ingå ett skriftligt kunskapsprov. I vissa fall kan detta ersättas av muntlig tentamen. Utformningen av examinationen ska i enskilt fall vara sådan att examinator kan övertyga sig om att doktoranden inhämtat hela kursinnehållet.