



Mall 2019-06-27

Dnr SU FV-1.1.2-2313-19

Rektor

Utbildningsrapport: Utbildning på grundnivå och avancerad nivå

Huvudområde/program/utbildning: Masterprogrammen Fysik, Beräkningsfysik, Teoretisk fysik

Institution: Fysikum

Datum för inlämnande: 12 juni 2020

Kontaktperson: Åsa Larson

Studentmedverkan har skett på följande sätt:

En student från de tre respektive programmen har medverkat under utbildningsgranskningen. Representanterna valde att inte skriva egna inlagor utan istället framföra sina och studenternas åsikter kontinuerligt under granskningen. Representanterna har under arbetet gång inte bara haft inblick i arbetet utan även bidragit med identifikation av problem och utformning av åtgärder.

Ansvar, syfte och kvalitetskriterier

Stockholms universitets utbildningsgranskningar är en del av universitetets kvalitetssystem. Ansvarig för planering och genomförande av dessa granskningar är områdesnämnderna.

Syftet med granskningarna är att generera regelbunden och systematisk kunskap som behövs för att säkerställa och utveckla kvaliteten på universitetets utbildningar. En utbildningsgranskning består av sex steg, dvs. uppstart, arbete med utbildningsrapport och övrigt underlag, granskning av underlag, beredning inför beslut, beslut, samt uppföljning av beslut. En utbildningsgranskning ska ske vart tredje år för respektive utbildning på grundnivå eller avancerad nivå. Samtliga utbildningar ska bedömas mot kvalitetskriterier som är utformade mot bakgrund av framför allt högskolelag, högskoleförordning

samt Standarder och riktlinjer för kvalitetssäkring inom det europeiska området för högre utbildning (ESG).

Om utbildningen spänner över flera institutioner ska rapporten förankras med samtliga inblandade institutioner. Studentrepresentanter från den ansvariga institutionen ska erbjudas plats i arbetet med utbildningsrapport. Det är ansvarig institutionsstyrelse eller prefekt som ska lämna in slutversionen av utbildningsrapporten och övrigt underlag till områdeskansliet.

Se vidare Regler för utbildningsgranskningar.

Utbildningsrapport

Mallen för utbildningsrapport är indelad i tre avsnitt: Förutsättningar, måluppfyllelse samt uppföljnings- och utvecklingsarbete. Avsnitten är i sin tur indelade i en eller flera delar. Till varje del finns ett kvalitetskriterium. Mallen avslutas med frågor om genomförda och planerade förändringar samt styrkor och förbättringsområden.

- Rapporten ska vara beskrivande och, när så är lämpligt, analyserande/resonerande. Institutionen ombeds att, i förekommande fall, belysa med exempel.

- Rapporten ska utgå från aktuella förhållanden. Ange vilken termin eller vilket kalenderår uppgifterna avser.

- Rapportens olika avsnitt och delar ska tillsammans ge en helhetsbild av utbildningen, utan länkar till ytterligare information.

- Rapportens avsnitt, delar och kvalitetskriterier är numrerade. Det finns därmed möjlighet att referera mellan olika avsnitt, delar eller kriterier.

- Rapporten ska maximalt omfatta 20-30 sidor, inklusive ”malltext”.

- Malltext, inklusive kvalitetskriterier, får inte tas bort. Eventuella ytterligare underrubriker kan dock läggas till.

1. Förutsättningar

1.1 Utbildningens utformning och studentpopulation

1.1.1 Beskriv kortfattat utbildningens utformning på grundnivå och/eller på avancerad nivå.

1.1.2 Redogör för eventuella program, inriktningar och studiegångar med fokus på progressionskurser.

1.1.3 Beskriv utbudet av övriga fristående kurser inom utbildningen.

1.1.4 Analysera uppgifter om söktryck på kurser och, i förekommande fall, program.

1.1.5 Analysera uppgifter om utbildningsutbudet och utbildningens struktur.

[Respektive områdeskansli tillhandahåller statistiskt underlag för punkterna 1.1.4 och 1.1.5.]

Syftet med att beskriva och analysera utbildningens utformning och studentpopulation är att ge granskarna en övergripande bakgrund till och bild av utbildningen. Detta kan t.ex. användas för att bedöma om utbildningen är ändamålsenligt uppbyggd för att studenterna ska ha möjlighet att uppnå examensmålen.

1.1.1 Utbildningens utformning

Det här är en gemensam utbildningsrapport för masterprogrammen i fysik, beräkningsfysik och teoretisk fysik och alla avancerade kurser i fysik. En gemensam rapport för de tre programmen motiveras av en stor andel gemensamma kurser, gemensam administration, infrastruktur och gemensamma rutiner för uppföljning och examinering av examensarbete. Dessutom är lärarkåren från Fysikum gemensam för de tre programmen.

Programmen är två år långa (120 hp) och merparten av det andra året används för examensarbete. Utbildningarna ges på engelska. Masterprogrammen i fysik, beräkningsfysik och teoretisk fysik innefattar:

- Obligatoriska kurser och valbara kurser (37,5 - 52,5 hp)
- Valfria kurser (7,5 - 52,5 hp),
- Självständigt arbete (30 - 60 hp).

Programspecifika examensmål nås med hjälp av obligatoriska och valbara kurser. Examensarbetet är ett mycket viktigt verktyg för att nå flera examensmål. Antalet hp på valfria kurser beror på vilket program studenten läser och hur stort examensarbete studenten gör.

Valbara kurser förekommer endast inom Masterprogrammet i fysik. De är samlade i tre grupper, som var och en täcker examensmål som inte berörs i de andra grupperna. Studenten väljer minst en eller två kurser ur varje grupp (se 1.1.2F), vilket säkerställer att samtliga examensmål täcks. Fördelen med valbara kurser är att studenterna får mer frihet att skraddarsy sin utbildning.

De obligatoriska och valbara kurserna definierar programmets karaktär och bidrar till studenternas grundläggande kunskapsbas. Valfria kurser gör det möjligt för studenterna att bredda sig och profilera sig.

Av logistiska skäl har Fysikum "alternerande" kurser (se bild 1). En alternerande kurs ges vartannat år i omväxling med en annan kurs. Målet är att minska antalet kurser som konkurrerar med varandra om studenter, rationalisera arbetsbördan på lärarkåren och minska antalet kurser med för få studenter. En starkare åtgärd i riktning mot rationalisering vore att lägga ner vissa kurser helt och hållet. Dock är kurserna nästan alltid knutna till forskning och expertis på Fysikum, det skulle innebära att kapa länken mellan vissa forskningsinriktningar och studenterna på programmen. Endast valfria kurser är alternerande. Genom alternerande kurser får vi större totalt kursutbud, men det kräver planering och studievägledning.

Hösttermin		Vårtermin	
Num met för fysiker II (BE7001)*		Analyt mek (FK7049)*	Beräkningsfysik (FK8029)*
Elektrodynamik (FK7045)*	Prog o data fys (DA7011)*	Stat. Fysik (FK7058)*	
Fys Mat Met (FK7048)*	Kosmo & astro (FK7050)	Sim met Stat fysik (FK8028)*	Fysikalisk mättekn (FK7063)
Kvantkemi (FK7059)		Fys. Stat met (FK7061)*	Allmän rel teori (FK8025)
Statistisk fysik II (FK7016)	Kvantfältteori (FK8027)		Kvantfält Kond mat (FK8018)
Kvantoptik (FK7047)	Maskininläring (FK7068)	Optik och laserfysik (FK7046)	Intro kvantinfo o kvantdat (FK7052)
Detektorfysik (FK7056)	Molekylfysik (FK7066)	Kärnfysik (FK7051)	Kond mat (FK7060)
Atomfysik (FK7057)			Nanotekn. (FK7054)
			Acc. fysik (FK7055)
		Elem part fys (FK7062)	Modern X-ray (FK7067)
			Supraledning (FK7053)
Praktik i fysik (FK8026/FK8039)	Praktik i fysik (FK8026/FK8039)	Praktik i fysik (FK8026/FK8039)	Praktik i fysik (FK8026/FK8039)

Bild 1: Översiktsschema för Fysikums avancerade kurser de senaste två läsåren. Kurser markerade i röd färg är alternerande kurser. Obligatoriska kurser inom något av de tre masterprogrammen är markerade med *.

Varje masterprogram motsvaras av ett eget huvudområde, med "fysik", "beräkningsfysik" och "teoretisk fysik" som respektive huvudområden. Det bör noteras att Fysikums alla avancerade kurser är inrättade med "fysik" som huvudområde men räknas även som tillhörande huvudområdena "beräkningsfysik" och "teoretisk fysik".

Den beskrivande texten i denna utbildningsrapport är till största del gemensam. Där masterprogrammen skiljer sig åt och detta behöver beskrivas separat har vi gjort underrubriker. Dessa är markerade med "B" för beräkningsfysik, "F" för fysik och "T" för teoretisk fysik.

1.1.2 Redogör för eventuella program, inriktningar och studiegångar med fokus på progressionskurser.

1.1.2.B Masterprogrammet i beräkningsfysik

Programmet kännetecknas av sex obligatoriska kurser inom beräkningsfysik som utgör totalt 52,5 hp: *Beräkningsfysik* (FK8029), *Fysikens matematiska metoder* (FK7048), *Numeriska metoder för fysiker II* (BE7001), *Programmering och datalogi för fysiker* (DA7011), *Simuleringsmetoder i statistisk fysik*

(FK8028) och *Statistisk fysik* (FK7058). Dessa obligatoriska kurser utgör den grundläggande kunskapsbasen mot programmets specifika examensmål. Studenterna uppmanas att skapa sig en egen profil genom att välja andra lämpliga kurser ur det fulla kursutbudet vid Fysikum och vid Matematiska institutionens avdelning i beräkningsmatematik. Programmet rekommenderar även ett paket av valfria kurser. Det bör noteras att examensarbeten inom beräkningsfysik oftast är 30 hp, vilket ger stort utrymme för valfria kurser trots det stora antalet obligatoriska kurser.

1.1.2.F Masterprogrammet i fysik

Programmet kännetecknas av två obligatoriska kurser (*Fysikens statistiska metoder* (FK7061), *Programmering och datalogi för fysiker* (DA7011)) samt tre grupper av valbara kurser.

Den första gruppen av valbara kurser, **Grupp-1**, siktar på experimentell fysik och experimentella metoder. Kravet är att ta minst en av två följande kurser: *Detektorfysik* (FK7056) eller *Fysikalisk mätteknik* (FK7063).

Den andra gruppen av valbara kurser, **Grupp-2**, ämnar att ge studenterna ett brett kunnande inom fysikområdet samt väsentligt fördjupade kunskaper inom vissa områden och täcker tillämpade experimentella områden. Kravet är att ta minst två av sju kurser inom ett brett utbud [*Atomfysik* (FK7057), *Elementarpartikelfysik* (FK7062), *Kondenserade materiens fysik* (FK7060), *Kärnfysik* (FK7051), *Optik och laserfysik* (FK7046), *Molekylfysik* (FK7066) eller *Kvantoptik* (FK7047)].

Den tredje gruppen av valbara kurser, **Grupp-3**, ger studenterna en viss teoretisk fördjupning för att komplettera de andra grupperna och ger ett brett kunnande inom fysik. Kravet är att ta minst en kurs i en grupp av tre kurser [*Analytisk mekanik* (FK7049), *Elektrodynamik* (FK7045) eller *Statistisk fysik* (FK7058)].

Dessa krav utgör en grundläggande kunskapsbas på minst 45 hp med obligatoriska och valbara kurser. Studenterna uppmanas sedan att skapa sig en egen profil genom att välja andra lämpliga kurser från Fysikums hela kursutbud.

1.1.2.T Masterprogrammet i teoretisk fysik

Programmet kännetecknas av fem obligatoriska kurser motsvarande 37,5 hp [*Elektrodynamik* (FK7045), *Statistisk fysik* (FK7058), *Analytisk mekanik*, (FK7049), *Fysikens matematiska metoder* (FK7048), samt *Programmering och datalogi för fysiker* (DA7011)], som ger en bred teoretisk grund och som förberedar studenterna för de mer avancerade kurser samt examensarbetet. Studenterna uppmanas sedan att, i samråd med programansvarig, skapa sig en egen profil genom att välja andra lämpliga kurser ur det fulla kursutbudet. Inom teoretisk fysik gör studenterna oftast ett långt examensarbete på 60 hp och mer sällan ett på 30 hp.

1.1.2 Progressionskurser

Vi analyserar progression inom tre viktiga områden:

- Datoranvändning och programmering,
- Förmåga att muntligt och skriftligt klart redogöra för och diskutera sina slutsatser,
- Teoretiska och experimentella färdigheter.

Inom alla tre program finns det en progression när det gäller datoranvändning och programmering. Fysikums studenter läser kursen *Programmering, numeriska metoder och statistik för fysiker* (FK4026) på kandidatprogrammet, och fortsätter med *Programmering och datalogi för fysiker* (DA7011), som är en obligatorisk kurs inom alla tre masterprogrammen. Inom beräkningsfysik fortsätter progressionen med ytterligare två obligatoriska kurser: *Simuleringsmetoder i statistisk fysik* (FK8028) och *Beräkningsfysik* (FK8029), som har kurser på avancerad nivå som förkunskapskrav. I kursen *Fysikens statistiska metoder* (FK7061) som är obligatorisk på masterprogrammet i fysik, får studenterna använda kunskaper inom statistisk och programmering för att analysera experimentella data.

Dessa kurser bygger vidare på den kunskap inom programmering och fysik som studenterna inhämtat tidigare.

Förmågan att muntligt och skriftligt klart redogöra för och diskutera sina slutsatser utvecklas stegvis inom kandidatprogrammet och kulminerar med examensarbetet. Den utvecklingen fortsätter med flera moment inom masterprogrammen. Den obligatoriska kursen *Beräkningsfysik* (FK8029) (inom Beräkningsfysikprogrammet) innehåller gedigen träning i muntlig och skriftlig framställan (fler detaljer beskrivs i [avsnitt 2.1](#)). Inom Masterprogrammet i fysik får alla studenter skriftligt redovisa sina laborationer och i den obligatoriska kursen *Fysikens statistiska metoder* (FK7061) ingår muntliga prov som en del av examinationen. I både *Detektorfysik* (FK7056) och *Fysikalisk mätteknik* (FK7063) ingår labbrapporter och muntliga redovisningar. Inom masterprogrammet i teoretisk fysik ingår skriftliga inlämningsuppgifter i ett flertal kurser, t.ex. *Fysikens matematiska metoder* (FK7058), *Statistisk fysik* (FK7048) och *Analytisk mekanik* (FK7049).

Masterprogrammet i teoretisk fysik innehåller (icke-obligatoriska) progressionskurser. Många olika områden inom teoretisk fysik bygger på kvantfältteori. Kursen *Kvantfältteori* (FK8027) är en kurs som läses av många studenter inom teoretisk fysik och har *Analytisk mekanik* (FK7049) och *Elektrodynamik* (FK7045) som förkunskapskrav. Kursen *Kvantfältteori för kondenserad materia* (FK8018) bygger vidare på *Kvantfältteori* (FK8027).

Experimentella färdigheter utvecklas i Masterprogrammet i fysik, med hjälp av de valbara kurserna inom Grupp-1, med en systematisk genomgång av de fysikaliska processer som utnyttjas för att konstruera detektorer, och av viktiga begrepp inom mätteknik (FK7056, FK7063). Utvecklingen fortsätter med de valbara kurserna inom Grupp-2, vilkas syfte är att ge ett brett kunnande inom de experimentella delarna av den moderna fysiken.

De tre masterprogrammen avslutas med ett examensarbete där teoretiska och experimentella färdigheter, samt förmågan att muntligt och skriftligt redogöra utvecklas vidare.

1.1.3 Fristående kurser på avancerad nivå

Alla avancerade kurser som ges på Fysikum kan också läsas som fristående kurser av studenter som inte följer masterprogrammen. Kurserna läses av en stor andel utbytesstudenter och doktorander (detta analyseras närmare i [avsnitt 1.1.4](#)). Alla fristående fysikkurser på avancerad nivå kan läsas som valfria kurser inom programmen.

Kurserna *Praktik i fysik* på 7,5 hp (FK8026) och 15 hp (FK8039) ger extra frihet för studenter som önskar delta under handledning i praktisk verksamhet med anknytning till fysik på ett företag, en myndighet eller en annan arbetsplats. Framförallt utbytesstudenter har visat intresse av att läsa dessa som fristående kurser.

1.1.4 Analysera uppgifter om söktryck på kurser och, i förekommande fall, program.

Fysikums tre masterprogram har samtliga lågt söktryck. Det innebär att alla studenter som uppfyller förkunskapskraven kommer in på programmen. Vi noterar dock att ungefär hälften av dem som tar ut examen inte var registrerade på programmen utan har istället läst kurserna fristående. Detta kan delvis bero på att en del studenter inte är klara med kandidatexamen när de börjar med kurser på masterprogrammet.

Alla våra avancerade kurser kan läsas utanför masterprogrammen, som fristående kurser. Vi tycker att det är en stor fördel att kunna erbjuda våra kurser till forskarstuderande och studenter från andra lärosäten. I praktiken utgör studenter ej registrerade på masterprogrammen en stor andel av våra studenter på avancerad nivå (se Tabell 1).

Vi ser inga stora nackdelar med att masterstuderande inte är registrerade på programmen. Vi måste dock säkerställa att alla studenter nås av viktig och relevant annonsering. Det är inte alltid självklart att bestämma vad som är relevant information med tanke på studentkullens sammansättning (Tabell 1). Vi vill t.ex. utveckla våra rutiner för att utvidga uppropets annonsering till presumtiva studenter som inte är registrerade på programmen.

I samtal med flera internationella studenter på fysikprogrammet, visar det sig att Fysikums tillgång till experimentella anläggningar både i huset och internationellt var en avgörande faktor för att de skulle söka sig till oss. Detta är dock baserat på ett snävt urval. Detta är något vi behöver tydliggöra i marknadsföringen av våra utbildningar.

Utbudet av avancerade kurser är relativt stort. Varje termin ges nästan tre gånger fler kurser än vad som krävs för en masterstudent på heltid. Söktrycket på våra avancerade kurser är därmed lågt och alla behöriga kommer in. Fysikum har i storleksordning 95 doktorander. Dessa läser mellan 37,5 till 60 hp doktorandkurser, beroende på forskningsämne, och majoriteten av dessa kurser är avancerade kurser i fysik. Varje år tar Fysikum emot ca. 15-20 utbytesstudenter (Erasmus, mm.) som mest läser avancerade kurser. Ett fåtal doktorander från andra lärosäten läser varje år en eller två av Fysikums avancerade kurser. Även studenter som följer kandidatprogrammet i fysik läser någon avancerad kurs i fysik då de under tredje läsåret har utrymme för en valfri kurs. Tabell 1 visar sammansättningen av antalet individer registrerade på minst en kurs på avancerad nivå: antalet studenter på avancerade kurser är betydligt fler än de som är antagna till masterprogram.

	HT2018	VT2019	HT2019
Utbytesstudenter	24	10	14
Masterstudenter	34	21	27
Doktorander	17	16	21
Kandidatstudenter	0	6	4
Övriga	18	33	24
Summa	93	86	90

Tabell 1: Antalet individer registrerade på minst en kurs på avancerad nivå (kurser inom Medicinsk strålningsfysik ej medräknade). Den övriga kategorin omfattar studenter antagna med villkor till masterprogrammen och studenter från andra lärosäten som läser kurser fristående (inkluderar några doktorander från andra lärosäten).

1.1.5 Analysera uppgifter om utbildningsutbudet och utbildningens struktur.

Fysikum har tre masterprogram med relativt få studenter. Man kan då ställa sig frågan om det är en fördel eller en nackdel att ha tre separata program istället för ett program med tre inriktningar. Vi anser att det finns flera fördelar med tre olika program. Vi noterar att studentrepresentanter tycker det är positivt med nuvarande uppdelning i tre program.

Både nationellt och internationellt är det vanligast att universitet erbjuder antingen flera inriktningar inom masterprogram i fysik eller flera profilerade masterprogram i fysik. De olika program eller inriktningar definieras ofta av universitetens starka forskningsområden. Vi tror att erbjuda ett enda masterprogram skulle vara en nackdel, och skulle ses som gammalmodigt och tråkigt. Flera profilerade program gör det lättare att uppnå och examinera examensmålen, och borde vara ett plus ur rekrytering synpunkt.

En orsak till avhopp som nämns är att studenterna kan ha svårt att skaffa sig en bild av sin möjliga framtid. Genom att ha mer inriktade program såsom Teoretisk fysik och Beräkningsfysik, kan studenterna erhålla en mer konkret bild av sin framtid och profilera sig mot ett personligt mål bortom masterprogrammet.

Med mer specifika program är det också lättare att definiera konkreta programmål. Till exempel ur Beräkningsfysiks utbildningsplan:

- *visa goda kunskaper och förståelse i beräkningsfysik, inbegripet såväl brett kunnande inom fysikområdet som väsentligt fördjupade kunskaper inom vissa delar av fysiken samt fördjupad insikt i aktuellt forsknings- och utvecklingsarbete,*
- *visa fördjupade metodkunskaper inom beräkningsfysik,*

Beräkningsfysik innehåller ett paket av 52,5 hp obligatoriska kurser direkt kopplade till huvudområdet. Liknande situation för programmet i teoretisk fysik där man med obligatoriska kurser inom teoretisk fysik erbjuder en fördjupning inom just teoretisk fysik.

Till skillnad från de mer profilerade masterprogrammen i Beräkningsfysik och Teoretisk fysik har Masterprogrammet i fysik det uttalade målet att vara mer generell och bred, och där ingår obligatoriska kurser inom både teori och experiment. Den breda profilen av masterprogrammet i fysik kan eventuellt göra programmet mindre attraktivt jämfört med mer profilerade program som påträffas på andra lärosäten. En åtgärd är att inom det befintliga masterprogrammet i fysik, skapa profilområden eller *studiegångar*, som i stora drag matchar Fysikums forskningsinriktningar. Studiegångar utnyttjar den stora friheten som ges med många valfria kurser och bygger på rekommenderade kurspaket, utöver obligatoriska kurser. Under våren 2020 har vi skapat tre studiegångar: "AMO-physics"¹, "Particles and Cosmos" och "Quantum Matter". Studiegångarna presenteras på masterprogrammets sida i kurskatalogen. Eftersom detta är ett helt nytt inlägg i masterprogrammet kommer det ta tid att utvärdera och analysera påverkan på rekrytering.

¹ AMO-physics används internationellt och betecknar "Atomic, molecular and optical physics".

En möjlig nackdel med tre program istället för ett, är att man spär ut de få programstudenterna på många kurser. Detta motverkas av systemet med alternerande kurser och av att avancerade kurser också är ett nödvändigt inslag i doktorandutbildningen. Dessutom är det inte alls säkert att enda program skulle attrahera lika många studenter som alla tre program tillsammans.

Det diskuteras för närvarande en sammanslagning av Fysikum och Meteorologiska institutionen. Detta skulle innebära nya möjligheter för utbildningen både på grund- och avancerad nivå. Lärare från meteorologiska institutionen har stor kompetens inom flera delar av hydromekniken, något som kan intressera studenter även från masterprogrammen i fysik, beräkningsfysik eller teoretisk fysik. Masterprogrammet inom beräkningsfysik skulle dessutom kunna breddas med möjliga profileringar mot detta område. Eftersom hydromeknik har stor relevans för näringsliv och samhälle så skulle detta ge studenterna nya möjligheter på arbetsmarknaden. Det bör även nämnas att studenter med en kandidatexamen i fysik är behöriga att läsa masterprogrammet i Meteorologi, oceanografi och klimatfysik. Dessutom är studenter med en kandidatexamen i Meteorologi, oceanografi och klimatfysik behöriga att läsa masterprogrammen i fysik, teoretisk fysik eller beräkningsfysik förutsatt att de har läst kursen i *Kvantmekanik* (FK5020).

1.2 Genomströmning

- *Kvalitetskriterium K 1.2:* Det finns rutiner för uppföljning och analys av genomströmning, och åtgärder vidtas då sådana krävs.

Analysera uppgifter om genomströmning och de avhopp som sker i kurser och, i förekommande fall, program. Redogör även för eventuella åtgärder som vidtagits och som specifikt relaterar till genomströmningsproblematik.

Vi börjar med att analysera genomströmningen i obligatoriska kurser och examensarbetet, och avslutar med en analys av genomströmningen på programnivå. Många kurser på avancerad nivå bytte kurskod 2017 (se [avsnitt 3.6](#)) i samband med att förkunskapskraven behövde ändras då det nya kandidatprogrammet i fysik infördes. I detta avsnitt hänvisar vi till den nya kurskoden samt den gamla kurskoden inom parentes. Genomströmningsdata sammanfattas i Tabell 2 nedan. Vi noterar att doktorander inte ingår i underlaget.

Examensarbete

Genomströmningen för examensarbete mellan 2014 och 2018 (data i Tabell 2) ligger i snitt mellan 65% och 84% beroende på längden på det självständiga arbetet (30, 45 eller 60 hp). Det är svårt att se en trend förutom att genomströmningen är särskilt låg för 30 hp examensarbete utförda av studenter med kandidatexamen från annat universitet än SU. Rutinerna för alla tre typerna av examensarbeten är desamma (se [avsnitt 1.6](#)). Arbetets längd verkar inte utgöra en tröskel. Vi noterar också att genomströmningen är högre för studenter som gått Stockholms universitets kandidatprogram i fysik eller astronomi, särskilt markant är detta för det kortare 30 hp exjobbet. Det kan nämnas att en och annan utbytesstudent väljer att inte presentera sitt projekt på Fysikum utan istället gör detta på sitt hemuniversitet. När examensarbetet inte fortskrider i den takt som planerats, kan vissa utbytesstudenter från länder utanför EU få svårt att stanna kvar i Sverige och kan då inte slutföra projektet. Vi känner även till ett par fall där studenten fått arbete (som t.ex. lärare) och optimistiskt trodde sig kunna skriva ihop exjobbet på kvällarna (vilket vi avråder).

Det finns ett antal studenter som aldrig avslutat det självständiga arbetet. Vi tror att det är de studenter som skulle ha fått F, Fx eller t.o.m. E på en tenta om det var en vanlig kurs. Tröskeln är uppenbarligen högre för att lägga fram ett examensarbete jämfört med att chansa på att klara en tenta.

Obligatoriska kurser på masterprogrammet i beräkningsfysik

De obligatoriska kurserna med lägst genomströmning inom beräkningsfysikprogrammet är *Beräkningsfysik*, FK8029 (FK8002) 64% och *Simuleringsmetoder i statistisk fysik*, FK8028 (FK7029) 61%. Dessa kurser kräver kontinuerligt arbete eftersom studenterna regelbundet förväntas lösa nya programmeringsuppgifter. Vår erfarenhet är att vissa studenter lämnar kursen på ett tidigt stadium då de inte förväntat sig att en så stor arbetsinsats krävdes. De andra kurserna har en genomströmning på över 70%. Vi noterar också en stor korrelation mellan studenter som misslyckats på olika kurser.

	2014	2015	2016	2017	2018	2019 ¹	Medel ²
30 hp exjobb FK9001	0,60/-	0,67/1,00	0,00/0,00	1,00/-	0,60/1,00		0,65/0,80
45 hp exjobb FK9002	0,80/0,67	0,75/1,00	0,70/0,80	0,86/1,00	0,80/1,00		0,84/0,95
60 hp exjobb FK9003	0,71/0,67	0,82/1,00	0,71/0,83	0,75/0,75	0,50/0,50		0,72/0,81
Fysik. Stat. metoder FK7061 (FK8006)	0,50	0,65	0,33	0,60	0,71	0,57	0,55
Program. och datalogi DA7011	0,78	0,87	0,89	0,77	0,75	0,48	0,81
Detektorfysik FK7056					0,80	1,00	0,80
Fysikalisk mätteknik FK7063 (FK8010)	0,33	0,56	0,56	1,00	0,57	0,67	0,56
Beräkningsfysik FK8029 (FK8002)	0,50	0,83	0,67	0,50	0,71	0,71	0,64
Fysikens mat. metoder FK7048 (FK8005)	0,75	0,55	0,81	0,75	0,70	0,64	0,71
Num. met. för fysik. II BE7001	0,73	0,71	0,71	0,62	0,79	0,17	0,71
Simuleringsmetoder i statistisk fysik FK8028 (FK7029)	0,50	0,88	0,67	0,50	0,50	0,89	0,61
Statistisk fysik	0,55	0,83	0,80	0,79	0,58	0,69	0,71

FK7058 (FK8008)							
Analytisk mekanik FK7049 (FK8001)	0,50	0,63	0,72	0,55	0,58	0,44	0,59
Elektrodynamik FK7045 (FK8003)	0,48	0,60	0,69	0,54	0,67	0,38	0,59

Tabell 2: Genomströmning (antalet studenter i kategori "avklarad" delat med antalet studenter i kategorin "registrerad", data hämtad ur LADOK mars 2020) för examensarbete (FK9001, FK9002, FK9003) och obligatoriska kurser på masterprogrammen. För examensarbete anges även genomströmning för studenter med kandidatexamen i fysik eller astronomi från Stockholms universitet efter snedstreck. Tidigare kurskoder anges inom parentes. ¹Siffrorna för 2019 är inte slutliga p.g.a. kommande omtentor. ²Kolumnen "medel" anger medelvärdet för genomströmningen från 2014 t.o.m. 2018. Datan är bortrensad från doktorander.

Obligatoriska kurser på masterprogrammet i fysik

Programmering och datalogi för fysiker (DA7011) är en obligatorisk kurs för alla tre masterprogram. Genomströmningen på denna kurs är stabil under de senaste sex åren och ligger i genomsnitt på en hög nivå. *Fysikens statistiska metoder*, FK7061 (FK8006) är en obligatorisk kurs för masterprogrammet i fysik. Genomströmningen ligger i genomsnitt kring 55%, vilket är relativt lågt för en obligatorisk kurs. Här finns behov av en djupare analys så att vi kan designa en insatsplan. Fram till 2017 var *Fysikalisk mätteknik*, FK7063 (FK8010) en obligatorisk kurs för att ta ut examen. Kursen har en genomströmning kring 56%, vilket är lågt för en obligatorisk kurs. För att utöka både kursutbudet och genomströmningen har masterstudenter sedan 2018 möjlighet att erhålla nödvändiga experimentella färdigheter genom att antingen läsa *Fysikalisk mätteknik* (FK7063) eller kursen *Detektorfysik* (FK7056).

Obligatoriska kurser på masterprogrammet i teoretisk fysik

De obligatoriska kurserna med lägst genomströmning inom programmet i teoretisk fysik är *Analytisk mekanik*, FK7049 (FK8001) och *Elektrodynamik*, FK7045 (FK8003) med 59% genomströmning, vilket delvis förklaras av att även en del kandidatstudenter läser dessa kurser. De andra kurserna har en genomströmning som ligger över 70%. Vi noterar en stor korrelation mellan studenter som misslyckats på olika kurser inom programmet i teoretisk fysik. För vissa kurser (till exempel *Fysikens matematiska metoder*, FK7048 (FK8005)), har vi observerat att genomströmningen försämras på grund av avhopp i början av kursen. Det är då framförallt studenter som inte läser masterprogrammet i teoretisk fysik som lämnar kursen.

Genomströmning för programmen

Baserat på diagram 3 "Programretention" i det statistiska underlaget ligger genomströmningen för masterprogrammen kring 35%, 30% och 45% för beräkningsfysik, fysik och teoretisk fysik, vilket är lågt. Den statistiken bygger endast på studenter registrerade på programmen. Baserat på ett i vissa fall

extremt begränsat statistiskt underlag så är genomströmningen ca. 20 procentenheter högre för män än för kvinnor inom både teori- och fysikprogrammet, medan ungefär lika mellan män och kvinnor inom beräkningsfysikprogrammet.

För att få en bättre bild av orsaken till den låga genomströmningen har vi analyserat genomströmningen för obligatoriska moment.

För programmen i beräkningsfysik och teoretisk fysik ser vi att produkten av de individuella kursernas genomströmning är betydligt lägre än programmets genomströmning, vilket visar att det finns en stark korrelation mellan studenter som inte lyckats på olika obligatoriska moment i programmet. Den trend är inte lika tydlig för masterprogrammet i fysik men där är det svårare att göra samma beräkning med tanke på systemet med grupper av valbara kurser. Vi noterar ett signifikant bortfall när det gäller utländska studenter som startar korta (30 hp) exjobb. Detta påverkar särskilt programmet i beräkningsfysik.

Vi har identifierat kurser med lägre genomströmning som kan utgöra flaskhalsar. I samråd med lärare tänker vi därför rikta nya pedagogiska punktinsatser och utvecklingsarbete till obligatoriska kurser med lägst genomströmning. För masterprogrammet i fysik vidtogs en åtgärd (se punkt 5 i [avsnitt 3.6](#) "Nya kurser"), men effekten förväntas inte slå igenom förrän sent 2020. Vi får då analysera om åtgärden haft den förväntade effekten.

Det saknas i dagsläget regelbundna rutiner för ett kontinuerligt uppföljnings- och utvärderingsarbete — något som behövs för att hitta de långsiktigt mest effektiva insatserna. Vi vill passa på att belysa att behovet finns. Vi planerar att införa en ny rutin där programansvariga tar fram en årlig analys av programmets genomströmning, rekrytering, uppföljning av tidigare åtgärder, analysen kommer att presenteras och diskuteras i ett av grundutbildningskommitténs möten.

1.3 Lärare och annan undervisande personal

- *Kvalitetskriterium K 1.3:* Lärarna (och annan undervisande personal) och deras sammantagna vetenskapliga, professionsrelaterade och pedagogiska kompetens är adekvat och står i relation till utbildningens volym, innehåll och genomförande på kort och lång sikt.

1.3.1 Beskriv och analysera sammansättningen av lärare och annan undervisande personal och eventuella planerade rekryteringar. Relatera ifylld och bilagd lärar-/handledartabell eller motsvarande.

Lärartabellen för läsåret 18/19 bifogas. Samtliga kursansvariga lärare och examinatorer på de avancerade kurserna är disputerade. Lärarna är ofta lektorer eller professorer men ibland har även forskare kursansvar. I princip är alla lärare forskningsaktiva och ofta undervisar lärarna avancerade kurser inom deras respektive forskningsområde. Kursutbudet på Fysikum reflekterar forskningen som bedrivs på institutionen och då nya forskningsområden har bildats har kurser utvecklats inom dessa områden. Färska exempel på detta är de nyskapade kurserna i *Modern röntgenforskning: teori och tillämpningar* (FK7067) och *Maskininläring för fysiker och astronomer* (FK7068) som gavs första gången 2018 respektive 2019 av nyrekryterade lektorer på institutionen.

Till följd av ändringar (SFS 2010:1064) i högskoleförordningen (1993:100) införde svenska universitet nya krav om universitetslärarutbildning för nya lektor- och professoranställningar. Vissa universitet i landet passade på att även vidareutbilda tidigare anställda lärare och införde kravet om universitetslärarutbildning för alla lärare.

I enlighet med SUs rutiner för läraranställningar, visar Fysikums lärartabell att alla lektorer (professorer) anställda efter 2012 uppfyller kravet på minst 7,5 hp (15 hp) i högskolepedagogik. Lärartabellen visar också att en liten andel av lärarkåren, anställd före de nya förordningarna, saknar

formell universitetslärarutbildning. Nämnvärt är att lärartabellen innefattar en pristagare av Årets lärare. Till sist vill vi notera att Fysikum har en stor dominans av manliga lärare. Detta diskuteras och analyseras vidare i avsnitt [3.3 Jämställdhet](#).

Fysikum har en relativt god lärarkapacitet när det gäller avancerade kurser i fysik. Strategidiskussioner angående lärarekryteringar på Fysikum styrs i regel inte av undervisningsbehov utan av forskningsstrategi. Undantag från detta är lärarekryteringar inom Medicinsk Strålningsfysik, men dessa kurser berörs inte av denna rapport.

Vi har i lärartabellen även inkluderat lärare/forskare som agerat som handledare på examensarbeten. Vi har flera handledare från Nordita. Det förekommer också att vi har handledare från andra universitet såsom KTH eller från näringslivet. I dessa fall tillsätts även en biträdande handledare från Fysikum för att säkerställa att projektet följer institutionens krav (se även rutiner för självständiga arbeten i avsnitt [1.6](#)).

Doktorander vid institutionen undervisar som assistenter vid räkneövningar, tutorundervisning, datorövningar eller som laborationsassistenter. Majoriteten av doktoranderna på institutionen undervisar inte på dessa kurser på avancerad nivå utan på kurser på grundläggande nivå. Doktoranderna uppmanas att läsa CeULs kurs "*Introduktion till undervisning*". Lärartabellen visar att ca. 50% av doktoranderna som undervisar på avancerade kurser 18/19 läst antingen denna kurs eller annan pedagogisk utbildning.

1.3.2 Beskriv utbildningsmiljön på institutionen med fokus på kompetensutveckling. Belys med exempel.

Lärarna har frihet att utveckla kurserna med de pedagogiska metoder som de tycker lämpar sig bäst. Det finns ett stort intresse bland lärarna att utveckla kurser och använda nya pedagogiska metoder, vilket återspeglas inte minst genom det stora antalet (15 st) beviljade anslag av rektors medel för kvalitetsutveckling av utbildning från lärare på Fysikum. De flesta av dessa pedagogiska projekt rör utbildning på grundläggande nivå. Undantag är kvalitetsmedel för att skapa inspelade föreläsningar och ändra kursen i *Kvantkemi* (FK7059) till "Flipped classroom" format. Även *Cosmology and Particle Astrophysics* (FK7050) har getts med "Flipped classroom". Det finns ett stort engagemang bland Fysikums lärare att utveckla utbildningen.

Institutionen främjar lärarkårens pedagogiska utveckling. Lärare får till exempel tid i bemanningsplanen för att läsa högskolepedagogiska kurser. Studierektor har varje år, när bemanningsplanen läggs, samtal med lärarna på Fysikum då lärarna får berätta hur de planerar utveckla sina kurser. Sammanställning från kursutvärderingar och kursreflektioner ligger som grund för samtalet. Lärarens högskolepedagogiska kurser diskuteras och lärarna uppmanas att fortbilda sig. När bemanningen för läsåret ska bestämmas får lärarna skicka in önskemål om undervisningsuppdrag som ligger till grund för vilka uppdrag de får. Speciellt hänsyn måste tas så att lärare som ska söka befördran har möjlighet att meritera sig och får undervisa på alla nivåer.

På Fysikum arbetar Emma Wikberg som högskolepedagogisk utvecklare med ansvar för pedagogiskt utvecklingsarbete. Emma genomför analys och uppföljning som ligger till grund för beslut angående utbildningen. Emma har tidigare under fyra år varit pedagogisk ambassadör med finansiering på 25% från CeUL för att driva pedagogiska projekt såsom analyser av genomströmning och en undersökning av kvinnliga studenters prestationer och upplevelse av studiemiljön i kandidatprogrammet. Analysen av genomströmning på masterprogrammet i [avsnitt 1.2](#) visar att detta arbete bör utvidgas till några utvalda avancerade kurser och till att bättre förstå skillnader i genomströmning mellan män och kvinnor.

Emma arrangerar regelbundet pedagogiska lunchseminarier för hela lärarkåren med fokus på pedagogiska frågor (såsom muntlig examination, formativ bedömning, etc.) eller administrativa och tekniska frågor (såsom Athena, nya Ladok, etc.). Under vårterminen 2020 har Emma anordnat lunchseminarier för att diskutera distansundervisning och rapportering om en realtidsövervakad hemtentamen som utförs under Coronapandemin. Emma har också initierat lärarauskuktioner där intresserade lärare besökt varandras föreläsningar och givit återkoppling som en del av det pedagogiska utvecklingsarbetet.

1.4 Forskningsanknytning

- *Kvalitetskriterium K 1.4:* Utbildningen präglas av ett nära samband mellan forskning och utbildning.

Beskriv sambandet mellan forskning och utbildning, t.ex. hur det säkerställs att utbildningen vilar på aktuell vetenskaplig grund, inklusive vetenskaplig teori och metod, samt att studenterna som går utbildningen får tillgång till den forskning som bedrivs i relation till utbildningen. Relatera vid behov till lärar-/handledartabellen eller motsvarande.

Fysikum är en forskningstung institution, där i princip alla lärare också bedriver forskning. Lärarna undervisar ofta i de ämnen som de själva forskar i, vilket gör det möjligt för dem att använda exempel från aktuell forskning. Vi har små studentgrupper, vilket möjliggör för en nära kontakt mellan forskare och studenter. Utbildningen genomsyras av ett vetenskapligt förhållningssätt eftersom alla kursansvariga lärare är disputerade.

De flesta avancerade kurser på masternivå har en direkt anknytning till forskning, och det gäller alla tre program. Nyanställda lärare vill ofta utveckla en ny kurs på masternivå som har nära anknytning till deras forskning, som leder till att kursutbudet uppdateras regelbundet.

Utöver ordinarie undervisning erbjuder vi studenterna Tematräffar där ibland forskningsseminarium ges. Dessa Tematräffar kombineras med "News and views" där studenterna får i en informell miljö möjlighet att diskutera en aktuell forskningsnyhet utifrån en populärvetenskaplig artikel.

De självständiga arbetena utgör en omfattande del av de tre masterprogrammen. I de allra flesta fall har projekten direkt anknytning till aktuell forskning, och studenterna gör ofta någonting 'helt nytt', där svaren på frågorna inte är kända. Studenterna har under projektets gång en arbetsplats i en forskargrupp och får möjlighet att delta i forskargruppens liv (seminarier, disputationer mm.)

De flesta valfria kurserna har forskningsanknytning, t.ex. *Elementarpartikelfysik* (FK7062) eller *Modern röntgenforskning: teori och tillämpningar* (FK7067), som tar upp den senaste forskningen inom området. I *Acceleratorfysik* (FK7055) arbetar studenterna med en aktuell forskningsanläggning genom hela kursen som de sedan presenterar för varandra. Kursen *Fördjupning i teoretisk fysik* (FK8024) ges av gästforskare i sitt eget forskningsområde. Kursen ges oregelbundet men handlar om spetsforskning. En annan populär valfri kurs är *Maskininläring för fysiker och astronomer* (FK7068), där studenterna får välja ett forskningsområde och hittar egna tillämpningar av maskininläring. Kursen läses av många doktorander som oftast väljer tillämpning inom sitt forskningsområde. Detta skapar en levande, dynamisk och forskningsinriktad miljö där masterstudenter blandas med doktorander.

Kursen *Fysikens matematiska metoder* (FK7048) (obligatorisk på teori- och beräkningsfysikprogrammet) har många obligatoriska inlämningsuppgifter, som utformas av assistenterna med konkreta exempel från deras egen forskning. Det handlar då ofta om att lösa (partiella) differentialekvationer som beskriver ett visst system. En annan obligatorisk kurs på teoriprogrammet är *Statistisk fysik* (FK7058) som tar upp nyligen upptäckta fenomen nära

forskningsfronten. Ett annat exempel är *fältteorikurserna* (FK8027/FK8018, framförallt FK8027 läses av många studenter), där studenterna lär sig 'språket' som ofta används inom teoretisk fysik forskning. Studenterna lär sig att använda det på aktuella forskningsämnen, som till exempel topologiska materia faser. *Introduktion till kvantinformation och kvantdatorer* (FK7052) ligger också mycket nära aktuell och intensiv forskning.

Flera kurser på beräkningsfysikprogrammet såsom *Simuleringsmetoder i statistisk fysik* (FK8028) och *Beräkningsfysik* (FK8029) har starka kopplingar till modern forskning. *Simuleringsmetoder i statistisk fysik* ger teoretisk grund och praktisk erfarenhet av de viktigaste metoderna inom molekylsimuleringar såsom molekylodynamik och Monte Carlo-metoden. Metoderna används brett inom ett stort antal forskningsområden och inlämningsuppgifter anknyter direkt till forskningsfrågor. Ett antal verktyg som presenteras i kursen, används även av läraren dennes egen forskning och kursen ger en god orientering kring moderna simuleringsverktyg. Kursen *Beräkningsfysik* introducerar sedan flera metoder och avancerade programbibliotek som används vid beräkningar inom skilda fält. Metoderna används under kursen för att göra initiala uppskattningar inom flera forskningsområden såsom kärnsönderfall, betydelsen av mångpartikel-effekter och jordens klimat. Arbets sättet i kursen liknar också den vid forskning. Studenterna skriver program för att belysa en konkret fråga och måste sedan själva utvärdera resultaten för kunna övertyga sig och andra om att de är trovärdiga.

Fysikens statistiska metoder (FK7061) är en obligatorisk kurs på masterprogrammet i fysik. Kursen har laborationer direkt inspirerade från forskningsfrågor. Laborationerna innebär bl.a. behandling och analys av dataset från aktuell experimentell forskning. Kursens inlämningsuppgifter bygger på aktuella forskningsfrågor, där statistiska tester, maximum likelihood-metoden används för att dra slutsatser från data. *Detektorfysik* (FK7056) är en valbar kurs som beskriver fysikaliska processer och de senaste metoderna som används för att konstruera detektorer inom forskningsområden som kärnfysik, partikelfysik, astropartikelfysik samt atom- och molekylfysik. *Fysikalisk mätteknik* (FK7063) är den andra valbara experimentella kursen inom masterprogrammet i fysik. Genom fyra laborationer arbetar studenterna med olika moderna partikeldetektorer såsom CCD-kamera, mikrokanaldetektor-platta, fosforskärms-detektor och resistiv-anod-detektorer. Under laborationerna detekterar studenterna mycket svaga signaler och använder elektroniska moduler, som används i modern experimentell forskning, för att analysera signalerna och bearbeta datan på samma sätt som i ett verkligt forskningsexperiment.

1.5 Administration, infrastruktur och studentstöd

- *Kvalitetskriterium K 1.5:* Administration, infrastruktur, och studentstöd kring utbildningen är ändamålsenlig och främjar kvalitetsutveckling.

Beskriv hur administration, infrastruktur och studentstöd för utbildningen är uppbyggd.

Studieadministrationen på Fysikum består av studentexpedition, studievägledning, pedagogisk utvecklare, utbildningskoordinator och studierektorer. De tre masterprogrammen har programansvariga som har övergripande ansvar för programmet, vilket innebär att de ansvarar för att:

- Bedöma ansökningar till programmen (tillsammans med studievägledningen);
- Ge stöd till studenterna i deras val av kurser och masterarbete;
- Bedöma om tidigare kurser på annat lärosäte kan tillgodoräknas;
- Ser över programmets utveckling.

Samtliga medlemmar i studieadministrationen deltar i Fysikums grundutbildningskommitté (GUK). GUK är ett beredande organ till Fysikums styrelse och alla ärenden som berör utbildning på grund-

och avancerad nivå bereds först i GUK innan de tas upp i styrelsen. I GUK finns samtliga Fysikums forskningsavdelningar representerade, liksom studeranderepresentanter. Utöver att bereda ärenden har GUK även i uppdrag att bevaka utbildningens kvalitet, samt driva strategiska frågor relaterade till utbildning.

Fysikums studieadministrativa grupp har även regelbundna arbetsmöten för att diskutera aktuella ärenden, fånga upp problem och identifiera förbättringsområden. Hösten 2018 ordnades ett dagsinternat för studieadministrativa gruppen, vilket ledde fram till ett ökat fokus på studentrekrytering och genomströmning i GUK. Ett nytt dagsinternat planeras till hösten 2020.

En utmaning är att de resurser som finns för studieadministration och pedagogisk utveckling är begränsade. Totalt finns motsvarande 2 heltidstjänster på Fysikum. Till detta kommer tid i form av institutionstjänstgöring för studierektorer och biträdande studierektorer. Arbetsbelastningen är dock hög, vilket tyvärr leder till att planerings- och förändringsarbete skjuts på framtiden.

Studenter som är i behov av särskilt stöd erbjuds detta, såsom t.ex. förlängd skrivningstid, tentera enskilt eller i mindre grupp eller anteckningsstöd. Rutinerna kring detta informeras om både i utskick innan kurs-/programstart samt under uppropet med masterstudenterna och utbytesstudenterna. Samtliga studenter som önskar särskilt stöd behöver kontakta NAIS-enheten vid Studentavdelningen för utredning. Därefter träffar de studievägledaren för att gå igenom det stödbehov som finns, och får då individuell information.

1.6 Självständiga arbeten (examensarbeten)

- *Kvalitetskriterium K 1.6:* Det finns ändamålsenliga och systematiska rutiner och processer som säkrar de självständiga arbetenas (examensarbetenas) kvalitet.

Beskriv hur kvaliteten på de självständiga arbetena (examensarbetena) säkerställs, t.ex. i form av rutiner kring utseende av handledare och examinatorer, kalibrering i lärarlag och/eller extern granskning av examensarbeten..

Examinationen och processen kring examensarbete för de tre masterprogrammen leds av exjobbskommittén, med en kursansvarig och sju lärare som i bemanningsplanen har som uppgift att vara examinatorer för examensarbeten. Oftast sitter lärarna några år i exjobbskommittén och erhåller därmed kompetens och erfarenhet vad gäller examination av självständiga arbeten. Erfarenhet och växelverkan mellan kommitténs medlemmar och kursansvarig bidrar starkt till att åstadkomma en kalibrering av bedömningarna.

Kursplanen för examensarbete nämner "självständigt forskningsprojekt i fysikområdet". Examensarbeten bedrivs oftast i en av Fysikums forskargrupper vilket säkrar en stark forskningsanknytning, men arbetet kan också utföras på ett företag eller annan institution. Vi vill dock undvika examensarbeten som skulle vara rena programmeringsuppgifter. Projektets kvalitet och forskningsanknytning säkerställs rutinmässigt i början av processen, när exjobbskommitténs kursansvarige granskar och godkänner projektplanen.

Arbetet redovisas i en skriftlig rapport samt med en muntlig presentation. Studenterna kan själva välja omfattning på arbetet mellan 30 hp (FK9001), 45 hp (FK9002) och 60 hp (FK9003). I december varje år anordnas en Tematräff för studenterna där representanter från varje forskningsavdelning presenterar sitt forskningsområde och möjliga projekt. Studenterna informeras om rutinerna kring de självständiga arbetena och de uppmanas att själva kontakta handledare, men kan få hjälp av kursansvarig, programansvarig eller studievägledare att hitta potentiella handledare inom sitt intresseområde. Handledaren behöver inte vara en lärare från Fysikum utan kan komma från annat universitet eller

näringslivet. I dessa fall tillsätts även en biträdande handledare från Fysikum för att säkerställa att projektet följer institutionens krav.

Kursansvarig för examensarbete utser en lärare från exjobbskommittén att vara kontaktperson till studenten under projektet. Kontaktpersonen har som ansvar att skriva kontrakt med studenten och informera om regler, rättigheter och förväntningar. Kontaktpersonen ordnar ett uppföljningsmöte efter en månad för att stämma av hur projektet går, samt fungera som stöd skulle problem uppstå mellan studenten och handledaren. Kontaktpersonen är vanligtvis examinator och bildar en betygskommité tillsammans med ytterligare en av de sju lärarna i exjobbskommittén. I betyget vägs den skriftliga rapporten (vikt 50%), den muntliga redovisningen (vikt 25%) och arbetets genomförande (vikt 25%), in med hjälp av mer detaljerade kriterier som poängsätts av betygskommittén (se Tabell 3). Handledaren lämnar utlåtande, särskilt om arbetets genomförande (Kategori 3 i Tabell 3). Betyg sätts av examinatoren.

För två år sedan bildades en arbetsgrupp med kursansvariga för självständiga arbetet i fysik och medicinsk strålningsfysik samt kursansvarig för examensarbeten på masternivå för att se över betygsrutinerna. Denna grupp har sedan dess träffats en gång per år för att gemensamt arbeta med utvärdering och förbättring av kurserna. Läsåret 18/19 avslutades 16 arbeten och av dessa fick 17% Betyg A, 44% B, 28% C, 0% D, E 5% och resterande 6% annat (exempelvis avhopp eller att den examinerades på annat universitet). För jämförelse så avslutades även 16 arbeten läsåret 17/18 och av dessa fick 33% Betyg A, 25% B, 25% C, 6% D och annat 13%.

Med hjälp av rektors kvalitetsmedel har vi sedan flera år tillbaka ett mentorprogram där fyra doktorander hjälper kandidatstudenter med allmänna färdigheter som rapportskrivande, programmering och muntlig presentation under de självständiga arbetena. Programmet går under andra halvan av vårterminen då kandidatstudenter har sitt examensarbete. Mentorprogrammet är också öppet för masterstudenter under denna period. Mentorerna har träffar med studenterna och är tillgängliga för frågor under den andra halvan av vårterminen.

1. The written report	
SCIENCE	Understanding and discussing the problem, scientific attitude, discussion of results, scientific valid conclusions
CONTENT	Choice of presented material (theory, results, figures, tables)
FORM	Disposition, quality of figures and tables, proper references
LANGUAGE	Professional expression, correct language, accurate and rigorousness
2. The oral presentation	
SCIENCE	Understanding of the problem, consistency with the written report
CONTENT	Choice of material presented (theory, results, figures, tables)
FORM	Presentation clarity, style and rigorousness

DISCUSSION	Ability to answer questions, defend the work and level of the scientific discussion
3. Work performance - evaluated by the supervisor(s)	
Planning and follow up, documentation of work	
Experimental / theoretical skills, independence of supervisors	
Ability to draw own conclusions	
Ability to take initiative	

Tabell 3: Detaljerade kriterier som poängsätts av betygskommittén för betygssättning av examensarbete.

2. Måluppfyllelse

Målen regleras av högskolelagen 1 kap. och högskoleförordningen Bilaga 2 - examensordningen samt av eventuella lokala mål. Examensmålen definierar vad studenten ska ha uppnått när examen utfärdas.

2.1 Examensmål

- *Kvalitetskriterium K 2.1:* Utbildningens utformning, genomförande och examination säkerställer att studenterna ges möjlighet att uppnå examensmålen.

Beskriv och analysera hur utbildningens utformning, genomförande och examination (inkl. progression) främjar studenternas lärande och säkerställer att studenterna uppnått examensmålen. Belys med exempel. Relatera till ifylld och bilagd examensmålsmatrix.

[Respektive områdeskansli tillhandahåller en examensmålsmatrix som ska fyllas i av institutionen och skickas in samtidigt som utbildningsrapporten.]

Varje masterprogram har en egen målmatrix, därför analyseras varje program för sig. Siffror inom parentes hänvisar till examensmålen i respektive målmatrix. Texten i kursiv stil återger mål i utbildningens målmatrix.

2.1.B Examensmål - masterprogrammet i beräkningsfysik

Kurserna i programmering och numeriska/matematiska metoder under Beräkningsfysik-programmets första termin ger studenterna de verktyg (*fördjupad metodkunskap, mål 2*) som är nödvändiga för att verka inom beräkningsfysikområdet. De bidrar vidare till ett *brett kunnande (1.1)* eftersom kurserna behandlar ett spektrum av metoder med tillämpning inom skilda delar av fysiken. Kurserna i programmering och numeriska metoder innehåller dessutom ett flertal laborationer där studenterna skriver och testar egna program och därmed tränas de även i *utvecklingsarbete (1.4)*. Detta blir än mer betonat under programmets andra termin där kurserna "Simuleringsmetoder i statistisk fysik" och "Beräkningsfysik" innehåller programmeringsprojekt som successivt ökar i omfattning och *komplexitet (3.1-3.4)*. Dessa kurser ges av Fysikum och ger *väsentligt fördjupade kunskaper (1.2)* om de beräkningsmetoder som används inom modern fysik. De fördjupar och befäster också studenternas

fysikaliska kunskaper då de på egen hand löser problem inom fysikens centrala områden, ofta med direkt anknytning till *aktuell forskning* (1.3). Programmeringsprojekten blir också successivt mer öppna så att studenterna tränas i att själva *identifiera och formulera frågeställningar* (4.1-4.2) och att lösa problem *trots att all information inte finns tillgänglig* (3.2-3.4). Det är exempelvis vanligt att det krävs initierade gissningar vad gäller vissa parametrar. I båda kurserna är studenterna fria att själva välja programmeringsspråk, de *planerar sitt eget arbete, och utför projekten självständigt* (4.1-4.3, 6.1-6.3) ofta i tät dialog med andra studenter på kursen.

Kursen i beräkningsfysik, som avslutar masterprogrammets första år, är helt uppbyggd kring veckolånga projekt. Projekten redovisas sedan såväl *skriftligt som muntligt* inför gruppen som så gott som alltid är *internationell*. Studenterna får redogöra för *resultat och metodval*, hur de kvalitetstestat sitt resultat och vad som kunde ha undersökts mer (5.1-5.4). De får också möjlighet att *reflektera över sitt eget val av lösning* i relation till hur de andra studenterna löst problemet. Arbetssättet ligger här nära det *vid forsknings- och utvecklingsarbete, med en given tidsram* (4.4, 6.1-6.3). Redovisningen av projekten utgör kursens examination och *självständighet* liksom förmågan att *kommunicera* sina resultat vägs in i bedömningen.

Inom ramen för det självständiga arbetet ges studenterna än större möjlighet att *visa förmåga att formulera, avgränsa och lösa problem inom givna tidsramar* (4.1-4.5). Graden av *självständighet* kan naturligtvis vara problematisk att utläsa direkt från den skriftliga rapporten, men detta vägs in i examinationen genom att handledaren intervjuas om denna aspekt. Studenternas förmåga att göra bedömningar med hänsyn till *relevanta vetenskapliga, samhälleliga och etiska aspekter* (7.1-7.4) examineras i de självständiga arbetena. *Vetenskapens roll i samhället* (8.3) berörs också i de tidigare kurserna, särskilt i Simuleringsmetoder i statistisk fysik och Beräkningsfysik där många projekt är knutna till modern fysikhistoria.

2.1.F Examensmål - masterprogrammet i fysik

Inom masterprogrammet i fysik garanteras *brett kunnande* (1.1) tack vare tre grupper av valbara kurser inom i) experimentell teknik, ii) tillämpade experimentella områden och iii) teoretisk fysik. Grupp-2 av valbara kurser ger möjlighet att fördjupa sig inom minst två områden. Tillsammans ger Fysikens Statistiska Metoder, Programmering, Fysikalisk Mätteknik eller Detektorfysik *väsentligt fördjupade kunskaper* (1.2) och även *fördjupad metodkunskap inom huvudområdet* (2).

Fördjupat insikt i aktuellt forsknings- och utvecklingsarbete (1.3-1.4) uppnås väsentligen i examensarbete. Examensarbetet är kulmen för en progression där studenterna kommer allt närmare forskning och utveckling. Exjobbskommittén på masternivå ser enligt sina rutiner till att alla exjobb har en forskningskomponent innan den godkänner projektbeskrivningen. Examensarbetet sker antingen i en forskargrupp eller på ett företag. Studentens deltagande i forskningsavdelningens liv är en viktig pedagogisk komponent, då studenten dagligen kommer i kontakt med forskare och doktorander, deltar i andra studenters presentationer, gruppseminarier och vetenskapliga diskussioner och ges möjlighet att gradvis exponeras för och bidra till den vetenskapliga diskussionen. Insikter om aktuellt forsknings- och utvecklingsarbete erhålls även i andra avancerade kurser, med konkreta exempel angivna i avsnitt 1.4 Forskningsanknytning. Ett lyckat examensarbete kräver *fördjupad metodkunskap inom minst ett forskningsområde* (2).

Avancerade kurser presenterar komplexa företeelser som studenterna behöver förstå, identifiera, analysera, jämföra eller använda (3.1-3.4). Inlärningsprocessen pågår i minst två terminer (60 hp). Detta sker även med ibland begränsad information: under laborationerna för Fysikalisk Mätteknik eller Detektorfysik där t.ex. studenter behöver själva identifiera stödmätningar, men särskilt under examensarbetet, då det är vanligt att studenter behöver prova sig fram till hur olika program och apparater fungerar. I andra sammanhang behöver studenter gissa och testa vissa egenskaper hos ett

dataset. Studenterna behöver oftast arbeta med komplexa program och dataset eller experimentell utrustning som ofta saknar utförlig dokumentation.

I flera kurser (såsom Detektorfysik, Maskininläring för fysiker och astronomer och Programmering och datalogi för fysiker) uppmuntras studenterna att *identifiera och formulera egna frågeställningar (4.1-4.2)* och planera och utföra egna utforskningar efter att ha identifierat *adekvata metoder (4.3-4.4)*. I experimentella kurser ska studenterna själva identifiera och genomföra de mätningar som krävs för att slutföra analysen. Dataanalysdelen är ofta öppen och studenterna behöver tillämpa verktyg från en rad tidigare kurser. Utveckling av metoder, protokoll och programvara tar stor plats inom examensarbetet, liksom behovet av att identifiera nya mätningar, simuleringar eller förbättrade beräkningar för att genomföra projektet. Självständighet är ett av kriterierna vid bedömningen av examensarbetet.

Krav på att bemöta givna tidsramar ställs i flera kurser, såsom i experimentella kurser med laborationer som behöver bli klara inom en viss tid, inlämning av laborationsrapporter, samt inlämningsuppgifter i olika kurser, och till sist examensarbete där det finns ett visst tryck på att bli klar inom angiven tid. Enligt betygskriterierna behöver studenterna slutföra examensarbetet inom en given tidsram för att ha möjlighet att uppnå betyg A eller B. Studenten är ansvarig för sin egen tidsplanering.

Presentation av examensarbetet är ett centralt moment i masterprogrammet, där förmågan att i *internationellt sammanhang (5.1) muntligt klart redogöra för sina slutsatser och de argument som ligger till grund för dessa i dialog (5.2) med olika grupper (5.3)* examineras. Diskussionens kvalitet med betygskommittén, forskare och andra studenter utgör en del av underlaget för bedömningen. Förmågan att *skriftligt redogöra och diskutera sina slutsatser (5.5)* utvecklas gradvis genom de experimentella kurserna, laborationsrapporter och redovisningar inför klassen. Utvecklingen kulminerar med rapporten för examensarbete. Man bör notera att masterprogrammet är relativt internationellt med många internationella studenter, lärare och forskare. Kurserna på avancerad nivå ges på engelska och redovisningar är på engelska.

Färdighet som fordras (6.1) för att delta i forskningsarbete, (6.2) eller att delta i utvecklingsarbete behöver uppvisas i vissa kursmoment, men examineras systematiskt med examensarbetet. En student behöver demonstrera en förmåga att klara av ett forsknings- och utvecklingsprojekt för att kunna uppnå ett godkänt examensarbete.

Valbara kurser inom både Grupp-1 och Grupp-2 har starka kopplingar till tillämpningar för samhället (7.1). Den obligatoriska kursen Fysikens Statistiska Metoder är relevant i alla situationer där beslut behöver tas (7.2). Etiska aspekter diskuteras inte uttryckligen (7.3-7.4). Alla doktorander måste läsa kursen *Introduktion till forskarstudier (FK40005)*. Där ingår "Forskningsetik och Vetenskaplig Redlighet" som avser att säkerställa förordningens krav på god kunskap inom forskningsetik och vetenskaplig redlighet. Man bör titta närmare på möjligheten om en kortare version av denna kurs för masterstudenter.

Vetenskapens möjligheter (8.1) och vetenskapens påverkan på samhället (8.3) genomsyrar dem flesta fysikkurser, särskilt tillämpade ämnen, t.ex. detektorfysik och tillämpningar inom medicin eller detektion av strålning, laserfysik och tillämpningar inom medicin och teknik, kondenserad materia och tillämpningar inom t.ex. elektronik och förnybar energi, kärnfysik och tillämpningar inom energiproduktion, radioisotoper för medicin eller strålningssäkerhet, acceleratorfysik och dess tillämpningar inom industriprocesser och medicin, listan är nästan oändlig. Med hjälp av metoder som hypotestester och konfidensintervall utvidgar kursen Fysikens Statistiska Metoder den vetenskapliga metoden till alla situationer där dataset kan samlas in. Fysikens Statistiska Metoder studerar också slumpmässiga och systematiska osäkerheter och diskuterar därmed begränsningar i mätserier och mätmetoder (8.2). Varken betydelsen av den vetenskapliga metoden för samhället eller vetenskapens

begränsningar diskuteras ur ett filosofiskt perspektiv. Det bör förtydligas om innebörden av (8.3) och (8.4) innefattar även historiska, filosofiska och juridiska aspekter.

Programmets stora valfrihet främjar studenternas ansvarstagande för sin egen kunskapsutveckling (9.1-9.2). Masterstudenter uppmuntras redan under uppropet och senare i möte med den programansvarige att reflektera och strategiskt planera kursval utifrån examensarbete, förkunskaper, framtidsplaner och önskad profil.

2.1.T Examensmål - masterprogrammet i teoretisk fysik

De fem obligatoriska kurserna (37.5 hp) i programmets första år ger studenterna verktyg (*fördjupad metodkunskap*) (Fysikens Matematiska Metoder samt Programmering och datalogi för fysiker) och *breddat kunskande* (Analytisk Mekanik, Elektrodynamik och Statistisk Fysik) inom huvudområdet (1.1, 1.2, 2). Examinationen i de här kurserna (till exempel inlämningsuppgifter med direkt anknytning till forskning), gör att studenterna löser problem *kritiskt, självständigt och kreativt* (4.1, 4.2), och får de färdigheter som fordras för att delta i *forsknings-, utvecklings- och självständigt arbete* (6.1-6.3). Dessutom får studenterna insikt om vetenskapens möjligheter och begränsningar.

I början av programmet har programansvarig ett samtal med alla studenter för att diskutera vilka valfria kurser studenterna vill läsa, och hur de vill lägga upp studierna i allmänhet. På så sätt uppmuntras studenterna att *identifiera sitt behov att ytterligare kunskap* och *ta ansvar för sin kunskapsutveckling* (9.1-9.2, som också examineras genom examensarbetet).

För masterprogrammet i teoretisk fysik har examensarbetet stor vikt. Det är ovanligt att studenterna utför examensarbete på 30 hp. De flesta studenterna i Teoretisk fysik gör ett 60 hp examensarbete. Detta innebär att många av examensmålen examineras genom examensarbetet.

Inom ramen för det självständiga arbetet ges studenterna än större möjlighet att *visa förmåga att formulera, avgränsa och lösa problem* inom givna tidsramar. Graden av *självständighet* kan naturligtvis vara problematisk att utläsa direkt från den skriftliga rapporten, men detta vägs in i examinationen genom att handledaren intervjuas om denna aspekt. Studenternas förmåga att göra bedömningar med hänsyn till relevanta vetenskapliga, samhällliga och etiska aspekter examineras i de självständiga arbetena.

Det finns examensmål i masterprogrammet i teoretisk fysik som bara täcks av examensarbeten. Det framförallt de som rör fysikens roll i samhället (7.2, 7.3, 7.4, 8.3 och 8.4) som inte examineras på annat sätt. Ett möjligt sätt att lösa det här 'problemet', är att införa ett kort moment (2 hp) inom examensarbetet, som behandlar just de här aspekterna. Att kräva en större kurs skulle försvaga de tre masterprogrammen med avseende på fysiken.

Förutom de examensmål som nämndes i förra paragrafen, examineras även målen 3.1-3.4, 4.5, 5.1-5.4 bara genom examensarbetet. Detta beror på de här målens karaktär, och det anser vi inte som ett problem.

3. Uppföljnings- och utvecklingsarbete

3.1 Kvalitetsarbete

- *Kvalitetskriterium K 3.1:* Utbildningen följs kontinuerligt upp, resultaten återkopplas till relevanta intressenter, och utifrån resultaten vidtas de åtgärder som krävs för att förbättra och utveckla utbildningarna.

3.1.1 Beskriv uppföljnings- och kvalitetsarbetet kring utbildningen, som bland annat kan bygga på kursvärderingar, terminsvärderingar och programvärderingar, inklusive hur resultat av uppföljningar kommuniceras.

Efter varje avslutad kurs fyller studenterna i en kursvärdering elektroniskt via Survey & Report. Vi använder oss av naturvetenskapliga fakultetens frågor samt att kursansvarig lärare har möjlighet att lägga till extra frågor. Det är assistenter som ansvarar för administrationen av kursvärderingarna och Fysikums schemaläggare har huvudansvaret för det administrativa arbetet. Lärarna skriver en reflektion och tillsammans med sammanställning av svaren på utvärderingen skapas en kursrapport som laddas upp på institutionens hemsida. De fullständiga sammanställningarna sparas i digitalt arkiv. Kursansvarig lärare uppmuntras att vid kursstart presentera eventuell kursutveckling baserat på tidigare reflektioner. Studierektor läser kontinuerligt kursvärderingarna och reflektionerna för att säkerställa att utbildningen håller god kvalitet och återkopplar vid behov med kursansvarig lärare. Även vid utvecklingssamtal med lärare eller då undervisningintyg ska skrivas använder studierektor kursvärderingarna som underlag.

Ett annat verktyg för kvalitetsarbete är kursforum. Kursforum är också ett verktyg för studentinflytande och därför diskuteras i detalj i [avsnitt 3.2](#).

Fysikum har tagit fram frågor som ska användas för programvärderingar för studenter som avklarat sitt examensarbete. Det är en ny rutin som beräknas komma i gång under vårterminen 2020.

3.1.2 Om det finns samarbete mellan institutioner på kurs- och programnivå, beskriv och analysera hur detta arbete är organiserat.

Kurser inom beräkningsmatematik, numerisk analys och datalogi

Kurserna i *Programmering och datalogi för fysiker* (obligatorisk på alla tre masterprogrammen), samt *Numeriska metoder för fysiker II* (obligatorisk på beräkningsfysikprogrammet) samläses med Kungliga tekniska högskolan (KTH). Tidigare skedde detta i direkt samarbete med dåvarande, NADA (Numerisk Analys och Datalogi), som då var en gemensam institution vid KTH och SU. För ett par år sedan skedde dock en omorganisation och den gemensamma institutionen upplöstes. Vid Matematiska institutionen (SU) finns numera Avdelningen för Beräkningsmatematik med kompetens inom numerisk analys och datalogi. Kurserna på våra masterprogram ges dock av institutioner som numera ligger under KTH.

KTH har stor erfarenhet och många kompetenta lärare inom de här områdena, så på flera sätt är detta en bra lösning. Dock är det svårt för Fysikum att övervaka kvalitén på kurserna. Det är också svårt att påverka schema och andra praktiska aspekter. *Numeriska metoder för fysiker II*, som på KTH går under namnet *Tillämpade numeriska metoder* går t.ex. på kvartsfart vilket inte passar in i SU schema där alla kurser går på hel- eller halvfart (vanligast). Det betyder att studenterna på beräkningsfysikprogrammet får en ojämn belastning under första terminen. Under den ena halvan av terminen studerar de på mer än helfart, och under den andra mindre än helfart. Detta upplevs av många studenter som besvärligt. Eftersom kursen *Tillämpade numeriska metoder* läses av ett stort antal KTH-studenter från många program så finns det ingen möjlighet för Fysikum att påverka detta upplägg. På sikt skulle vi gärna se att SUs Avdelning för Beräkningsmatematik tog över kurserna i egen regi och att vi då skulle kunna samarbeta närmare kring innehåll och upplägg.

Studenter på Beräkningsfysikprogrammet är också ofta intresserade att välja kurser i beräkningsmatematik, algoritmer eller datalogi som valfria kurser. Sedan många år har det varit ett problem att endast en mindre andel av NADAs kurser har varit öppna för våra studenter. Vi hoppas att

det, i takt med att Beräkningsmatematik på SU växer, skall finnas fler kurser här som kan vara lämpliga och attraktiva för våra studenter.

Examensarbeten på Nordita och KTH

Nordiska institutet för teoretisk fysik (Nordita) för vilket SU och KTH är lokala värdar har expertis inom vissa fysikområden där Fysikum saknar forskning. Detta gäller framförallt turbulens och hydrodynamik, områden där det finns många tillämpningar och potentiella avnämare i industrin. Dessutom finns där flera mycket framstående verksamheter inom ett brett spektrum av teoretisk kondenserade materiens fysik, där Fysikums aktivitet inte är lika bred. Detta sammantaget gör att det inte är ovanligt att studenter på programmen i teoretisk fysik och beräkningsfysik väljer att göra sina masterarbeten på Nordita. Vi ser dock inget problem med detta. Tvärtom, Norditas existens gör att våra studenter kan erbjudas ett mer varierat utbud av masterarbeten. Det händer också att masterstudenterna gör sitt masterarbete med en handledare från KTH (och tvärtom). Samarbetet kring masterstudenterna har hittills också förlöpt problemfritt. Examinationen sker enligt Fysikums normala procedur och studenten tilldelas alltid en biträdande handledare från Fysikum (se [avsnitt 1.6](#)).

Samarbete med MISU

Studenterna som läser masterprogrammen rekommenderas även att läsa valfria kurser som ges av institutioner inom närliggande områden. Tillsammans med institutionen för meteorologi (MISU) har vi gett en kurs i *Strömningsmekanik* (MO5001) på grundläggande nivå. Kursen utvecklades främst för de studenter som läser den så kallade "forskargrenen" och den har getts i två år med lärare från MISU och Nordita. Det har dock framkommit synpunkter från både lärare och studenter att förkunskapskraven på kursen inte varit adekvata. Diskussioner pågår för närvarande om möjligheten att istället utveckla en kurs på avancerad nivå i *Strömningsmekanik* för våra masterstudenter. Detta är något som tidigare har saknats inom vårt kursutbud.

Samarbete med Matematiska institutionen

Det pågår dessutom diskussioner med Matematiska institutionen om att rekommenderade ett urval valfria kurser inom matematik för studenter som t.ex. läser masterprogrammet i teoretisk fysik och vill få en starkare profilering mot matematik.

3.2 Studentinflytande

- *Kvalitetskriterium K 3.2*: Det finns ändamålsenliga och systematiska rutiner och processer där studenterna ges möjlighet att utöva inflytande över utbildningen och studiemiljön, både som individ och kollektiv.

Beskriv och analysera arbetet med att säkra studentinflytandet. Belys med exempel. Beskriv även studentrepresentationen i de beredande och beslutande organ och grupper på institutionsnivå/motsvarande som hanterar studenternas utbildning eller deras studiemiljö.

Fysikums ämnesråd (FÄR) är fysikernas studentråd knutet till Stockholms universitets studentkår. Studentrepresentanter utses av FÄR för samtliga kommittéer som berör studenternas utbildning och studiemiljö. Dessutom medverkar studentrepresentanter i de arbetsgrupper som tillsätts av t.ex. Grundutbildningskommittén för att studenternas synpunkter ska beaktas vid beredning av utbildningsärenden.

Under kurserna uppmuntras kursansvarig att hålla ett "kursforum". Tanken är att processen ska ge studenterna direkt inflytande över undervisningen under pågående kurs. Detta innebär att studenterna som följer kursen utser representanter som samlar in synpunkter från övriga. Ungefär i mitten av

kursen ska kursansvarig och studentrepresentanterna träffas för att diskutera. Det kan röra både praktiska aspekter som problem med schemat, såväl som otydligheter i betygskriterier eller kursens omfattning. Eventuella problem kan då lyftas och om möjligt rättas till redan under pågående kurs.

På masternivå konstaterar vi att andelen kurser som tillämpar kursforum och presenterar eventuell kursutveckling vid kursstart är låg. Detta kompenseras delvis med att det är få studenter på avancerade kurser och att det är då lättare att förmedla informell feedback. Det är dock önskvärt att höja andelen kurser som faktiskt använder sig av dessa verktyg, och hitta rutiner för att identifiera kurser som skulle ha mest nytta av dessa.

Institutionen värdesätter studenternas engagemang och försöker aktivt uppmuntra fler studenter att engagera sig. Tematräffar eller klassrumsbesök av studierektor och representanter från FÄR för att informera om vikten av studentinflytande återkommer med jämna mellanrum. Det bör noteras att i allmänhet har det varit svårt att få studenter på masternivå att engagera sig i FÄR. Quanta är en ämnesförening som riktar sig till alla studenter på våra program. Quanta anordnar regelbundet olika evenemang och de är delaktiga i olika rekryteringsinsatser för våra utbildningar.

3.3 Jämställdhet

- *Kvalitetskriterium K 3.3:* Arbetet med jämställdhet i utbildningen är relevant och ändamålsenligt.

Beskriv arbetet med att främja jämställdhet inom utbildningen. Det kan t.ex. avse förutsättningar, genomförande och uppföljning såsom bemanning av lärare på kurser och val av kurslitteratur. Belys med exempel. Relatera vid behov till lärar-/handledartabellen eller motsvarande.

På Fysikum finns en Kommitté för lika villkor som är tillsatt under styrelsen för att övervaka det jämställdhets- och likabehandlingsarbete som bedrivs på institutionen. Kommittén uppdaterar även årligen planen för lika villkor och följer upp statistik för exempelvis könsfördelning bland studenter, lärare och andra anställda. I kommittén för lika villkor deltar inte bara lärare, administrativ och teknisk personal utan även studentrepresentanter från både grund- och forskarnivå. Fysikum har en lärare som verkar som jämställdhetsombud och som anställda och studenter kan vända sig till om de blivit utsatta för trakasserier eller känner till förekomsten av trakasserier. Fysikum har tagit fram en handlingsplan för detta ändamål. Studenterna informeras vid uppropet om Fysikums jämställdhetsarbete och vart de ska vända sig om trakasserier förekommer. En gång per termin informeras även alla studenter om kommitténs arbete via mejl. Fysikums jämställdhetsombud diskuterar årligen med doktorander som verkar som assistenter på våra kurser olika etiska aspekter av lärarrollen och besvärliga situationer som kan uppstå vid undervisning. All kurslitteratur som fastställs av Fysikums styrelse ska först granskas och godkännas ur ett jämställdhetsperspektiv av kommittén för lika villkor. Det har hänt att kommittén inte godkänner föreslagen litteratur.

Fysik har en ojämn könsfördelning både bland studenter och lärare. Detta är speciellt tydligt för utbildningarna på avancerad nivå. Bland undervisande lärare på fysikums kurser på avancerad nivå (se bifogad lärartabell) var det läsåret 18/19 endast 4 kvinnliga lärare bland totalt 29 lärare. Detta motsvarar 14% kvinnor vilket ska jämföras med 21% kvinnliga lektorer/biträdande lektorer och 16% kvinnliga professor på Fysikum. Dessutom undervisar ett antal lärare med forskaranställning på avancerade kurser. För fysikkurser på grundläggande nivå är andelen kvinnliga lärare 17%. I lärartabellen finns även undervisande assistenter listade. För kurserna på avancerad nivå av Fysikum är endast 2 av 21 (10%) kvinnor.

För studenterna på våra utbildningar är det viktigt att de möter kvinnliga förebilder i olika sammanhang och evenemang som markerar Fysikums liv. Många tillfällen utnyttjas i detta syfte är:

- Kvinnor som seminarieföreläsare. För de två stora seminarier i nära anknytning till Fysikum (Albanova Colloquium and OKC Colloquium), beaktas könsfördelning av båda organiserande kommittéer. OKC Colloquium har haft 30% kvinnor som talare (2016-2020) och Albanova Colloquium 23% (2018-2019), och har nu en kvinna som ordförande för den organiserande kommittén.
- Disputationer är alltid ett viktigt evenemang som lockar även masterstudenter. Det finns redan regler för att ha kvinnor som opponenter och medlem i betygskommittéer.
- Kvinnor som granskare till exjobb. Vi noterar att detta är svårt att förverkliga regelmässigt med tanke på det begränsade antalet kvinnor i lärarkåren och deras arbetsbelastning.
- De årliga Tematräffar (viktig kontaktpunkt mellan masterstudenter och forskargrupperna). Vi har inte tidigare beaktat könsfördelningen under detta event men vi kan förbättra våra rutiner så att vi strävar efter minst en kvinnlig talare.

Som diskuterat tidigare i avsnitt 1.2 är genomströmningen bland våra kvinnliga studenter generellt lägre än bland våra manliga studenter vilket är oroande och något som behöver utredas närmare. Som nämnts tidigare behöver vi här även ta hänsyn till att många av våra studenter tar ut masterexamen utan att vara registrerade på programmen och vi behöver även inkludera dessa studenter i analysen. Enligt Fysikums plan för lika villkor finns ett långsiktigt mål att uppnå en jämn könsfördelning (inom 40-60%) bland anställd personal. För att ha möjlighet att uppnå detta behöver vi säkerställa att starka kvinnliga kandidater uppmuntras att söka de lärartjänster som utlyses.

3.4 Breddad rekrytering och breddat deltagande

- *Kvalitetskriterium K 3.4:* Arbetet med breddad rekrytering och breddat deltagande är relevant och ändamålsenligt.

Beskriv arbetet med att främja breddad rekrytering och breddat deltagande. Med breddat deltagande avses ett bra mottagande och stöd för studenterna under hela utbildningen. Belys med exempel.

Programmen vänder sig till studenter med kandidatexamen eller motsvarande kunskaper, där minst 90 högskolepoäng i fysik ingår. Engelska B eller motsvarande krävs. Vi ser tre riktningar där rekryteringen kan breddas:

- Balans mellan kvinnor och män,
- Socioekonomisk breddning,
- Internationalisering,
- Flera sätt att komma in på programmen.

Balans mellan kvinnor och män

Från 2014 till 2019 utgör kvinnor 23% av alla antagna studenter. Fysikum i allmänhet lider också av en obalans mellan manliga och kvinnliga lärare. Ansträngningar görs för att förbättra balansen och ge studenter fler kvinnliga förebilder (se [avsnitt 3.3](#)).

Socioekonomisk breddning

De nuvarande stipendier för internationella studenter skulle kunna utgöra ett mycket viktigt verktyg, för att få med excellenta studenter från utanför EU. Det är dock extremt få stipendier, 2 per år inom hela NatFak och inga för Fysikum. I övrigt kan man notera att studieavgiften för studenter från utanför EU utgör en stark begränsande faktor som leder till en snäv socioekonomisk rekrytering.

Internationalisering

En stor andel studenter på programmet är internationella studenter, både från EU och från utanför EU. Även lärarmiljön är väldigt internationell med en stor andel internationellt rekryterade forskare. Sedan ett par år tillbaka har vi i samband med uppropet en gemensam träff med alla internationella studenter på fakulteten så de får träffa andra studenter på NatFak och får information om exempelvis Stockholms universitet, studentkåren och Naturvetenskapliga föreningen. På Fysikum har vi även aktiviteter i samband med gemensamt upprop för Fysikums masterprogram och utbytesstudenter (exempelvis fika och spela Boule). Liknande aktiviteter har vi även i början och slutet av båda terminer.

Flera sätt att komma in på programmen

Utöver studenter med kandidatexamen i Fysik med 120 hp i fysik, tar programmet också emot studenter med kandidatexamen i astronomi och en del studenter med bakgrund som civilingenjör som själva kompletterat med extra fysikkurser och lyckas uppfylla antagningskraven trots mer tekniska bakgrunder. Programansvariga ger ofta råd till studenter som behöver komplettera innan de får söka sig till programmet. Programmen tar även emot ett fåtal studenter med grundutbildning inom kemi.

3.5 Samverkan, arbetsliv och alumner

- *Kvalitetskriterium K 3.5*: Det finns processer som säkerställer att utbildningen är användbar och förbereder studenterna att möta förändringar i arbetslivet.

3.5.1 Beskriv samverkan med det omgivande samhället, inklusive arbetslivet och alumner, inom ramen för utbildningen.

Fysikum har ett alumnätverk där vi från och till anordnar alumnträffar för studenter och alumner. Vi bjuder även in alumner att föreläsa på Fysikernas och matematikernas arbetsmarknadsdag som anordnas i februari varje år sedan några år tillbaka. Dessutom bjuder vi in alumner att föreläsa på tematräffar för våra studenter där de berättar om vad man kan göra efter examen. Det har visat sig svårt att få både studenter och alumner att delta i dessa aktiviteter.

För att studenterna ska ha möjlighet att under utbildningen tillämpa sina fysikkunskaper och praktisera på företag eller myndighet har Fysikum inrättat dem valfria kurserna *Praktik i fysik*, 7,5 hp (FK8026) och 15 hp (FK8039). Kursplanerna för dessa kurser reviderades nyligen. Endast ett fåtal studenter (främst utbytesstudenter) har läst dessa praktikkurser.

Under läsåret 2019/2020 deltar Fysikum i det centrala mentorskapsprogrammet som koordineras av Samverkansavdelningen. Syftet är att studenterna skall få mentorer från tidigare alumner, som kan hjälpa dem få en bättre inblick i arbetsmarknaden. Totalt deltar sex masterstudenter på Fysikum i denna första omgång. Även mentorsprojektet där doktorander är mentorer för masterstudenter i teoretisk fysik ger en annan typ av arbetsmarknadsanknytning.

3.5.2 Beskriv hur utbildningen svarar mot arbetslivets behov.

Statistik från fackförbundet Naturvetarna visar att fysiker är verksamma inom många områden där man utvecklar nya metoder, förutsäger processer, utför beräkningar, analyser och sätter in dem i ett större

sammanhang. Målmatriken för våra utbildningar innefattar bland annat att studenterna ska lära sig att självständigt identifiera, formulera och lösa problem samt andra färdigheter kopplade till problemlösning som att kritiskt kunna värdera information. Dessa färdigheter är alla nödvändiga inom områden som fysiker är verksamma. Med dessa färdigheter finns stora möjligheter till att byta riktning i arbetslivet vilket kan vara en förutsättning för en hållbar karriär. Fysiker arbetar ofta med forskning och utveckling inom industrin, försvaret eller akademien. Företag inom it- och telekom, elektronik, energi, medicin- och miljöteknik behöver även den kompetensen. Fysiker arbetar också som lärare, både på grundskola, gymnasiet och inom högskolan. Stora forskningsanläggningar såsom ESS i Lund och CERN i Geneve är naturliga arbetsplatser för en fysiker. Inom finans- och försäkringsbranschen finns även ett behov av fysiker.

I Arbetskraftsbarometern (SCB, 2018) uppger arbetsgivarna att tillgången på fysiker är i balans och antalet som examineras är stabilt. Arbetslösheten är låg, men den stora utmaningen är att nyutexaminerade fysiker är osäkra på hur de ska använda sin kompetens även om nästan alla får högkvalificerade jobb och man kan säga att de har samma arbetsmarknad som en civilingenjör.

Ovanstående bekräftas även i Stockholms universitets egna undersökning *Efter studierna, Naturvetare i arbetslivet VII* där undersökning av våra egna studenter visar på att utbildningen svarar mot arbetslivets behov. Av de 22 med en masterexamen som tillfrågades gick 40% ut i näringslivet och 60% till forskarstudier. Eftersom våra masterprogram är ämnesinriktade är det många som sedan går vidare till forskarstudier. Det fanns inga arbetssökande bland de som svarade på enkäten. Samma undersökning visar också att majoriteten tycker att utbildningen var av hög relevans för arbetet de har idag. Det grundar sig förmodligen på att vi utbildar studenter inte bara i att bli forskare utan de tar med sig verktyg som är användbara inom många områden som exempelvis problemlösning och programmering. I mer detaljerade frågor svarade studenterna att de flesta tycker utbildningen har förberett dem på att arbeta med statistiskt material och att kvalitén är hög med avseende på forskningsanknytning. Majoriteten av studenterna tycker dessvärre utbildningen är bristfällig när det gäller arbetslivsanknytning och på att förbereda dem på att göra etiska bedömningar, bedöma säkerhet och risk, undervisa och projektledning. Exempelvis att göra etiska bedömningar finns med i målmatriken för utbildningarna, men har dessvärre svag koppling till kurserna.

Inom området med arbetsmarknadsanknytning ser vi en klar möjlighet till förbättring för våra studenter även om de flesta får arbete efter examen. Det gäller både information till potentiella arbetsgivare om vad våra studenter kan och vilka möjligheter studenterna har på arbetsmarknaden (se även 3.5.1). Det gäller inte bara arbete i näringslivet utan även inom en akademisk karriär. Liknande insatser kan även leda till ökad motivation för studenterna under studierna. En orsak till avhopp kan vara avsaknad av att veta vad de kan göra efter avslutade studier.

3.5.3 Beskriv hur studie- och karriärvägledningen är organiserad och hur studenter informeras om arbetsmarknaden.

Studie- och karriärvägledningen för samtliga tre program sköts av Fysikums studievägledare. Frågor som rör specifika studieval och studieplaner diskuteras även med programansvariga. Då studenten antas till programmet har de ett möte med programansvarig och lägger upp en studieplan. Detta för att säkerställa att utbildningsplanens krav (t.ex. avseende valbara kurser) kommer uppfyllas genom studiegången.

Studenterna informeras om arbetsmarknaden genom den årliga arbetsmarknadsdagen med alumنيفöreläsningar och utställare tillsammans med Matematiska institutionen, den årliga alumndagen där studenter, alumner och anställda på Fysikum samlas och Tematräffar där också alumner bjuds in att föreläsa om vad man kan göra efter examen.

En person anställd av sektionen arbetar för närvarande med arbetsmarknadsanknytning för forskarstudier. Personen uppdrag har nyligen utvidgats till att även inkludera

arbetsmarknadsanknytning för master- och kandidatstudenter. Det handlar om att få studenter att lära sig matcha sina färdigheter mot arbetslivets behov, skriva CV och träffa olika aktörer från näringslivet.

Träffar för studenter inom de olika programmen anordnas regelbundet för att förbättra sammanhållning och genomströmning. Ganska mycket resurser läggs sett över alla våra utbildningar på evenemang som vi tycker är viktiga men vi konstaterar att få studenter deltar. Vi behöver arbeta med att förstå varför.

3.6 Genomförda förändringar av utbildningen

Beskriv, i förekommande fall, vilka förändringar som har genomförts av utbildningen under den senaste treårsperioden. Beskriv i sådana fall åtgärderna och resultaten.

Nya kursplaner för avancerade kurser och revision av utbildningsplanerna

Höstterminen 2014 började första årskullen det nya kandidatprogrammet i fysik, där fysik och matematik läses parallellt under de två första åren. Den första studentkullen från det nya programmet nådde masterprogrammen höstterminen 2017. Av den anledning behövde nya kursplaner för alla avancerade kurser tas. Förkunskapskrav, förväntade studieresultat och kunskapskontrollen reviderades på djupet för alla avancerade kurser på Fysikum. Förkunskapskraven reviderades i samråd med relevanta lärare för att åstadkomma en bra kompromiss mellan (ibland för ambitiösa) förkunskapskrav och praktiska gränsvillkor i rekrytering och lässchema. Förväntade studieresultat omformulerades och utvecklades för att motsvara moderna krav på hur studieresultat bör formuleras i form av examinerbara mål. Kunskapskontrollen reviderades med tanke på ändringar i förväntade studieresultat. Höstterminen 2017 gjordes även en liten revision av utbildningsplanerna för att uppdatera dem med nya kurskoder. För masterprogrammet i fysik infördes grupper av valbara kurser beskrivna ovan.

Nya kurser

1. Maskininläring blir ett allt viktigare verktyg inom fysik och industri. Därför infördes kursen *Maskininläring för fysiker och astronomer (FK7068)* höstterminen 2019. Kursen var efterfrågad av studenterna.
2. Kursen *Modern röntgenforskning: teori och tillämpningar (FK7067)* är en ny kurs som reflekterar ny modern experimentell verksamhet på Fysikum. Kursen visar också att institutionen har förmågan att låta unga forskare växa på utbildningsfronten och bidra till en dynamisk undervisningsmiljö.
3. Kurserna *Praktik i fysik (FK8026, FK8039)* skapades för att ge extra frihet för studenter att delta under handledning i praktisk verksamhet med anknytning till fysik på ett företag, en myndighet eller en annan arbetsplats.
4. Kursen *Fördjupning i teoretisk fysik (FK8024)* skapades för att kunna utnyttja besökande forskares expertis och passa på att erbjuda fördjupningar i teoretisk fysik. Även detta bidrar till en undervisningsmiljö som är dynamisk och nära forskningen inom teoretisk fysik.
5. För att stärka masterprogrammet i fysik som ett program nära experimentell verksamhet var det viktigt att introducera kursen *Detektorfysik (FK7056)*. I samband med diskussioner med studenter kommer det fram att många internationella masterstudenter har höga förväntningar på våra experimentella kurser, eftersom Fysikum syns internationellt som en institution med tillgång till ett mångfald internationella experiment och experimentella fysiker. Vi lyfte upp kursen i detektorfysik till att bli en av två valbara experimentella kurser (den andra är *Fysikalisk mätteknik, FK7063*). Detta gäller sedan 2018.

Nedlagda kurser

Sju kurser lades ner 2018 då de inte getts på minst tre år. Dessutom har ett antal kurser lagts ner och ersatts av uppdaterade kurser.

Lässchemat

Höstterminen domineras av kurser som ligger till grund för andra kurser och ofta är gemensamma mellan alla tre program. Det har tidigare lett till ett för smalt kursutbud på höstterminen och för stort utbud av valfria kurser som går samtidigt på våren. Detta har en negativ effekt på kursrekryteringen och skadar den önskade flexibiliteten med valfria kurser. Vi gjorde ansträngning att bättre balansera antalet tillgängliga kurser på hösten och våren. Nu är antalet poäng som lärs ut på hösten och våren densamma. Man bör fortsätta vara uppmärksam på problemet i framtiden. År 2017 utvärderades genomströmningen på avancerade kurser och vilka kurser borde vara alternerande eller ej, beroende på söktryck och betydelse för examensmålen. I följd av det gjordes små justeringar.

Studiegångar

Studiegångar nyligen infördes inom masterprogrammet i fysik. De matchar i stora drag Fysikums forskningsinriktningar. Studiegångar bygger på rekommenderade kurspaket, utöver obligatoriska kurser. Under våren 2020 har vi skapat tre studiegångar: "AMO-physics¹", "Particles and Cosmos" och "Quantum Matter". Studiegångarna presenteras på masterprogrammets sida i kurskatalogen sedan april 2020. Detta är nytt och kommer att utvärderas under de kommande två åren.

3.7 Planerade förändringar av utbildningen

Beskriv, i förekommande fall, vilka förändringar som är planerade för utbildningen. Ange även en tidsplan för när åtgärderna förväntas vara genomförda.

- Vi behöver säkerställa att studenterna examineras på de samhällsliga och etiska aspekterna inom samtliga masterutbildningar. Idag är detta inte uppenbart. En arbetsgrupp kommer att tillsättas av GUK med uppdrag att föreslå en lämplig åtgärd. Möjliga åtgärder inkluderar en ny obligatorisk kurs eller en delkurs inom examensarbetena. Det är viktigt att denna kurs/delkurs är en integrerad del av programmen och relevant för utbildningarna. Arbetsgruppen ska tillsättas under höstterminen 2020 och kommer att samarbeta med institution för astronomi som undersöker liknande lösningar.
- Ny rutin införs höstterminen 2020, där programansvariga tar fram en årlig analys av programmets genomströmning, studentkullens sammansättning, rekrytering, uppföljning av tidigare åtgärder, behov av punktinsatser på kurserna med lägst genomströmning. Analysen diskuteras i ett av grundutbildningskommitténs möten.
- Vi vill utveckla verktyg för att förstå bortfallet av studenter tidigt i utbildningen genom att t.ex införa frågeformulär redan i slutet av första terminen. Studenter som slutar tidigt fångas inte upp av programutvärdering i slutet av programmet.
- Som en del av masterprogrammets årliga rapport till GUK kommer könsfördelningen bland lärare och assistenter analyseras, och eventuellt behov av åtgärder kommer att diskuteras.
- Förbättring av våra rutiner för kommunikation så att relevant information når studenter som inte är formellt registrerade på programmen. Detta ska införas till hösten 2020.

- Arbeta med att stärka arbetsmarknadsanknytning genom att utöka alumnverksamheten, bättre integrera arbetsmarknadsanknytning med utbildningens olika moment. Främja examensarbeten på företag och se till att fler får upp ögonen för våra kurser *Praktik i fysik*. Bättre ta tillvara erfarenheterna från de studenter som på egen hand skaffat sig exjobb externt.
- Stärka rekryteringen av masterstudenter och framförallt av internationella studenter genom att arbeta med kurshemsidorna och bättre lyfta vår starka forskning som en anledning att läsa på Fysikum. Vi behöver även skapa PR material som kan användas i olika utåtriktade sammanhang.

4. Sammanfattning av styrkor och förbättringsområden

4.1 Tre huvudsakliga styrkor i utbildningen

Beskriv tre huvudsakliga styrkor i utbildningen. Syftet är att ge en sammanfattande bild av styrkor och fånga upp goda exempel.

- Tillgång till ett stort utbud specialiserade kurser, som stöds av en stark och pedagogiskt utbildad lärarkår.
- Utbildningarna har nära anknytning till forskning och forskare vid Fysikum. Studenterna utför examensarbete inom forskargrupper, och har möjlighet att arbeta vid nationella eller internationella forskningsanläggningar.
- Utbildningarna har gedigna rutiner för examination och uppföljning av examensarbete.

4.2 Tre huvudsakliga förbättringsområden i utbildningen

Beskriv tre huvudsakliga förbättringsområden i utbildningen.

Syftet är att ge en sammanfattande bild av möjliga förbättringsområden.

- Studentrekrytering (inklusive genusperspektiv, hemsidor, PR material),
- Genomströmning (inklusive genusperspektiv, bättre förståelse om varför studenter hoppar av och hur genomströmningen kan höjas)
- Arbetsmarknadsanknytning

Mer detaljer om förbättringsområden finns i [avsnitt 3.7](#).

Till utbildningsrapporten hör:

- Lärar-/handledartabell
- Examensmålsmatris

Övrigt underlag:

Ett urval av nedanstående dokument eller annan form av underlag kan, vid behov, begäras in av granskningsgruppen.

- Lokal examensbeskrivning
- Utbildningsplaner
- Urval av kursplaner
- Urval av kursbeskrivningar (kursmanualer)
- Urval av bedömningskriterier för examination
- Urval av examinationsuppgifter
- Urval av kursrapporter
- Länkar till relevanta webbsidor

Studentinlaga:

Studentrepresentanter från den ansvariga institutionen ska, som ovan nämnts, alltid erbjudas plats i arbetet med utbildningsrapport. Studentkåren har även alltid rätt att lämna in en separat studentinlaga.