

Av Bjarne Foss

Ph.d.-utdanning innen ingeniørfag

Bjarne Foss

Institutt for teknisk
kybernetikk NTNU.
E-post:
Bjarne.Foss@ntnu.no

Sammendrag

Doktorgradsutdanning er en viktig del av samfunnsoppdraget til universitets- og høyskolesektoren. Dette har ført til en kraftig økning i antallet ph.d.-grader i Norge, og det har vært en tydelig dreining av ph.d.-utdanningen fra enkeltstipendier til større, organiserte doktorgradsprogrammer, spesielt innen naturvitenskap og teknologi. Det argumenteres for at organiserte programmer med et felles mål virker motiverende på ph.d.-studentene. Strukturen i ph.d.-studiet er fastere i dag enn tidligere, noe som er nødvendig for å sikre robuste ph.d.-løp i en situasjon med langt flere ph.d.-studenter enn tidligere. Studentene blir gjerne en del av et arbeidsfellesskap i organiserte ph.d.-programmer. Det argumenteres for at dette akselererer modningsfasen og evnen til å utvikle egne forsknings-spørsmål ettersom den ferske stipendiaten lærer prosessen fra utvikling av ny kunnskap til vitenskapelig dokumentasjon på en effektiv måte i samarbeid med mer erfarne studenter. Videre får den erfarne stipendiaten trening i å lede, formidle og lære bort gjennom samarbeidet med ph.d.-studenter som er i tidligfasen. Dette er egenskaper som er viktige i framtidige karriereløp. Doktoravhandlingen diskuteres med fokus på en struktur med flere artikler som bindes sammen av en innledning. Det argumenteres videre for verdien av flere forfattere på artiklene og at dette ikke bryter med prinsippet om at en avhandling skal dokumentere et selvstendig, vitenskapelig arbeid. Denne artikkelen baserer seg i hovedsak på forfatterens egen empiri fra organiserte ph.d.-programmer og ph.d.-utdanning basert på den tradisjonelle modellen med enkeltstipendier.

Summary

Ph.D. education in engineering sciences

Doctoral education is an important activity within the university sector. As a consequence there has been a significant increase in the number of doctoral (Ph.D.) degrees in Norway. Furthermore, a considerable portion of this Ph.D. education is done within large research programs where several candidates research similar topics towards a common goal. Such overarching programs are especially visible within the engineering sciences, and practice indicates that these programs help to motivate potential students to embark on a Ph.D. project. The structure of each individual Ph.D. project is becoming more rigid, both before and after admission, in order to secure a high completion rate in environments with many

Ph.D. students. Ph.D. students in large programs enter into a research group with experienced as well as less experienced researchers. Close cooperation with experienced Ph.D. students who have similar research goals as the newcomer accelerates the learning process for the latter individual. Moreover, the experienced Ph.D. students gain knowledge about how to teach and manage research activities. Such skills are perceived as valuable for later career development. The final outcome of a Ph.D. project, the thesis, may contain a collection of scientific papers and an introduction, which places the work into context and provides other relevant background material. This study, based on the author's long-term experience as a supervisor and program manager of Ph.D. projects, argues that such a structure in combined with multiple author papers, holds many positive features that do not breach the principle that a thesis should contain an independent scientific contribution.

Innledning

Doktorgradsutdanningen er en viktig del av samfunnsoppdraget til universitets- og høyskolesektoren. Dette gir seg blant annet uttrykk i Kunnskapsdepartementets forventninger til sektoren gjennom egne virksomhetsmål og begrunnes i samfunnets behov for personer med en utdanning på høyeste akademiske nivå. Doktorgradsutdanningen øker forskningskapasiteten i sektoren, noe som bidrar til å nå institusjonenes kvalitative og kvantitative mål for forskningsvirksomheten. En konsekvens av det økte fokuset på ph.d.-utdanningen er en kraftig vekst i antallet ph.d.-grader i Norge. Tallene for avlagte doktorgrader i 1982, 1992, 2002 og 2012 er henholdsvis 195, 439, 739 og 1461 – det vil si en sjudobling på 30 år og en dobling det siste tiåret (NIFU, 2012). Denne veksten er mulig gjort gjennom en organisering av doktorgradsutdanningen i retning av større, organiserte programmer hvor de ulike ph.d.-prosjektene henger sammen ved at de adresserer sammenfallende problemstillinger. Denne trenden har vært særlig tydelig innen naturvitenskap og teknologi¹, og skiller seg fra den tradisjonelle modellen hvor hver enkelt ph.d.-student arbeider med sitt eget enkeltprosjekt og med liten kopling til andre doktorgradsstudenter.

Den økte forskningskapasiteten som følge av flere ph.d.-studenter er uomtvistelig, og effekten observeres i de internasjonale evalueringene i regi av Norges forskningsråd hvor ulike sektorer evalueres år for år. Alle forskningsgrupper innen matematikk og informasjon- og kommunikasjonsteknologi (IKT) ble for eksempel evaluert i 2012, og det er en nær sammenheng mellom gode miljøer, målt i form av kvalitet og kvantitet, og doktorgradsproduksjon (Forskningsrådet, 2012).

To tidlige eksempler på organiserte doktorgradsprogrammer finner vi fra siste halvdel av 1980-årene, hvor pioneren professor Jens Balchen ved NTH² startet to programmer for henholdsvis robotforskning og automatisering i prosessindustrien. Hvert av disse programmene omfattet i størrelsesorden 10 stipendiater ved to ulike institutter som jobbet med overlappende problemstillinger og hadde felles veiledere. Et dagsaktuelt eksempel er Cesos, som er et Senter for fremragende forskning (SFF) innen maritime systemer ved NTNU og som i 10-årsperioden fra 2004 til 2013 har lagt grunnlaget for langt over 50 doktoravhandlinger.

Det har vært en klar dreining av ph.d.-utdanningen fra enkeltstipendier til større programmer. Dette er tydelig for de to største finansieringskildene – Norges forskningsråd

og universitetene selv. Forskningsrådet finansierer langt flere doktorgradsprosjekter gjennom store programmer³ enn tidligere, og slike programmer fokuserer i stor grad på naturvitenskap og teknologi (Forskningsrådet, 2013). Universitetene knytter gjerne doktorgradstipendier opp mot strategiske satsingsområder som energi, maritim og marin sektor eller helse som igjen er organisert i programmer. En drivkraft bak organiseringen i store ph.d.-programmer er ønsket om en effektiv utnyttelse av infrastruktur som laboratorier. Dette er opplagt et insentiv som er sterkere innen ingeniørfag enn innen humaniora og samfunnsfag ettersom førstnevnte ofte avhenger av kostbare laboratorier.

I den videre teksten vil fokuset være på ph.d.-utdanning som er organisert i store programmer. Først presenteres erfaringsgrunnlaget for artikkelen før motivasjonen for å starte på et ph.d.-løp diskuteres. Deretter beskrives organiseringen av det enkelte ph.d.-prosjektet med samarbeid stipendiater seg imellom og bruken av flere veiledere. Arbeidsfelleskapet er sentralt i den organiserte ph.d.-utdanningen. Dette diskuteres med vekt på utdanning, læring og forholdet mellom samarbeid og krav til selvstendig forskning. Avhandlingen er den sentrale leveransen i alle doktorgradsprosjekter. Struktur på og skrivning av denne vies derfor noe plass. Artikkelen avsluttes med en sammenfatning av de viktigste funnene.

Empiri og erfaringsgrunnlag

Denne artikkelen er basert på erfaring fra doktorgradsutdanning som er organisert i større programmer, gjerne på tvers av institutter og disiplingrenser, og fra ph.d.-utdanning basert på den tradisjonelle ph.d.-modellen. Empirien kommer i hovedsak fra forfatterens egne erfaringer over en 20-årsperiode som hovedveileder for 25 avlagte doktorgrader. Annen empiri kommer fra erfaringsutveksling med kollegaer og tilbakemelding fra ph.d.-kandidater samt masterstudenter. Forfatterens aktivitet i det disiplinoverskridende forskningsprogrammet Senter for integrerte operasjoner i petroleumsindustrien⁴ har gitt særlig verdifulle erfaringer ettersom dette forskningssenteret består av en collage av erfarne forskere, doktorgradsstudenter og masterstudenter fra ulike disipliner, forskjellige institusjoner og ulike nasjoner. Dette erfaringsgrunnlaget beskrives derfor i noe mer detalj.

Senter for integrerte operasjoner i petroleumsindustrien er et relativt stort senter med en betydelig grad av samarbeid på tvers av fagmiljø og nasjonale grenser. Programmet handler om avansert bruk av IKT og samarbeidsteknologier for økt utvinning, produksjonsoptimering og sikrere og mer miljøvennlig produksjon i olje- og gassektoren. Forskningen har både et teknologiperspektiv og et humanistisk og samfunnsvitenskapelig perspektiv, og utføres ved NTNU så vel som hos forskningsinstituttene SINTEF og IFE. Ressursene skaffes til veie av 14 industribedrifter fra inn- og utland samt Norges forskningsråd. Senteret startet i 2007 og avsluttes i 2015.

Vi skal nå fokusere på ett av senterets fire programmer, som omhandler produksjonsoptimering og reservoarstyring. Dette programmet har siden starten og fram til i dag finansiert eller delfinansiert fjorten stipendiater, hvorav åtte hittil har disputert, samt to postdoc-forskere. Disse har tilhold ved tre ulike institutter, og alle har to eller tre veiledere. Alle har eller har hatt veiledere fra minst to ulike fagmiljøer. Seks av de åtte avhandlingene som hittil

er ferdigstilte består av en artikkelsamling med kappe, og ti av kandidatene har per i dag minst én fellespublikasjon med forskere fra et annet miljø enn hjemmemiljøet, mens halvparten har fellespublikasjoner med forskere i utlandet. De fleste ph.d.-kandidatene har jevnlig veiledet masterstudenter i samarbeid med sine veiledere, noe som har bidratt til ca. tolv mastergrader årlig. Halvparten av stipendiatene har bidratt i publikasjoner med to eller flere doktorgradskandidater som forfattere, og seks av fjorten kandidater har vært norske.

Som det framgår av beskrivelsen ovenfor, er programmet å forstå som et organisert doktorgradsprogram. Erfaring viser at det ville vært vanskelig å oppnå de samme resultatene uten å se ph.d.-prosjektene i nær sammenheng samt å kople disse til aktiviteter hos forskningspartnerne og industribedriftene. En videre observasjon er at kandidatene verdsetter det interne og eksterne nettverket som er utviklet og at dette er viktig for en senere karriere. De fleste doktorandene innen ingeniørfag fortsetter karrieren i næringslivet. Nettverket som er utviklet gjør blant annet at et lovende resultat raskt kan koples til en relevant aktør i nettverket, noe som i flere tilfeller har bidratt positivt til å løfte kvaliteten på et doktorgradsarbeid. Et eksempel er doktorgradsprosjektet som endte opp i avhandlingen *On decomposition and piecewise linearization in petroleum production optimization* (Gunnerud, 2011). Her ble lovende teoretiske resultater som var utviklet i samarbeid med en internasjonal forskningsaktør videreutviklet som følge av at kandidaten i to perioder å fire måneder oppholdt seg ved to ulike bedrifter. Disse oppholdene ga nye perspektiver og problematiserte resultatene på en slik måte at det ga nye ideer som endte opp i forbedrede resultater.

Empirien er som nevnt begrenset til forfatterens egne erfaringer. Et bredere dykk for å samle og bearbeide tilsvarende empiri innen andre områder vil derfor være av interesse.

Motivasjon

Motivet for i større grad å kople flere ph.d.-løp sammen i store forskningsprogrammer er gitt i innledningen. Kandidatene blir i slike tilfeller en del av et større arbeidsfellesskap hvor mål og planer er gitt av forskningsprogrammet. Slike programmer kan gjerne være disiplinoverskridende siden mange utfordringer krever forskning på grenseflaten mellom disipliner. Et eksempel er energiområdet hvor faglig bredde og tverrfaglig kompetanse er avgjørende for å håndtere de store, sammensatte utfordringene som Norge og verdenssamfunnet står overfor. Det faktum at forskerutdanningen ses i en større sammenheng og at det er mulig å samarbeide på tvers av disipliner er ofte et motiverende utgangspunkt for de som søker en forskerutdanning. Det føles motiverende å bidra til å løse en utfordring som er langt større enn ens eget prosjekt. Det samme er egentlig tilfellet for den tradisjonelle doktorgradstudenten ettersom vedkommende publiserer innen et fagfelt og dermed bidrar til å utvikle kunnskap innenfor dette fagfeltet. Problemet med den siste modellen er imidlertid at det er langt vanskeligere å få øye på helheten enn i store forskningsprogrammer hvor helheten er eksplisitt formulert i form av mål og planer.

Hovedmotivasjonen til en kandidat bør være ønsket om fordypning og bruk av en vitenskapelig metode til å utvikle ny kunnskap innen et fagfelt – det vil i praksis si en genuin interesse for faget. Erfaring viser imidlertid at ønsket om en forskerutdanning kan utvikles

ved å eksponere potensielle kandidater, eksempelvis masterkandidater, for forskningen som foregår innen egen fagdisiplin og på tvers av disipliner. En slik modning synes å være enklere å få til for store forskningsprogrammer enn for tradisjonelle ph.d.-prosjekter.

Opptak og organisering

Forskerutdanningen er i dag mer formalisert enn tidligere. Opptak krever i tillegg til formalkrav som en mastergrad eller tilsvarende med et visst karaktersnitt og finansiering, en del tillegg som varierer mellom institusjoner. Det kan være krav om en detaljert forsknings- og publiseringsplan, minst to veiledere og en evaluering av progresjonen etter en viss tid. Dette er motivert ut fra flere hensyn. Antallet doktorander har vært sterkt økende, noe som krever en systematisering. Like viktig er imidlertid ønsket om robuste doktorgradsløp som hindrer avbrudd og sikrer god gjennomføring. Gjennomføringsgraden – det vil si andelen av stipendiater som avlegger doktorgraden i løpet av en tidsperiode, for eksempel fire eller seks år – ligger på 70–80 % ved de store universitetene (Olsen, 2013). Dette betyr at hver fjerde eller femte kandidat aldri kommer i mål. Det er negativt for den enkelte kandidaten, veilederen, institusjonen og samfunnet.

En motivert kandidat som har vært gjennom et kvalitetssikret opptak, har et godt utgangspunkt for et vellykket doktorgradsløp. Når en slik kandidat starter og blir en del av et arbeidsfellesskap i form av et større forskningsprogram, utløser det mange positive effekter. Kandidaten motiveres av andre stipendiater som har holdt på en stund og får raskt en god forståelse for hva en doktorgrad egentlig er. Dette akselerer modningsfasen og spesielt evnen til å utvikle selvstendige forskningsspørsmål som basis for egen doktorgrad. Det er viktig for kandidatene at de kan diskutere med sine fagfeller, altså andre stipendiater, i tillegg til veilederne, ettersom dialogen i de to tilfellene gjerne er forskjellig. Veileder/kandidatforholdet preges mer av et lærer/studentforhold enn diskusjonen mellom stipendiater, som gjerne er en samtale mellom likeverdige parter. Disse ulike møteplassene tilfører derfor stipendiaten ulike perspektiver på doktorgradsarbeidet. Videre utvikler gjerne stipendiatene et fellesskap langs flere akser enn det som er tilfellet for fellesskapet mellom veileder og stipendiat. De deler gjerne opplevelser utover det faglige, for eksempel gjennom sosiale sammenhenger. De tilbringer rett og slett mer tid sammen. Som eksempel på en møteplass har stipendiatene og postdoc-forskerne ved Institutt for teknisk kybernetikk på NTNU i en årrekke organisert ukentlige seminarer hvor stipendiatene presenterer eget arbeid i et forum uten veiledere til stede. Selv om stipendiatene deltar i ulike forskningsprogrammer innen teknisk kybernetikk, fungerer dette godt som en arena for kritisk refleksjon mellom fagfeller.

To eller flere veiledere er etter hvert blitt normen ved universiteter og høyskoler. Dette bidrar positivt på flere måter. Kandidaten kan utvikle sin forskning i spennet mellom forslag og tilbakemeldinger fra for eksempel to veiledere. Ulike veiledere har ulike stiler og ulike preferanser, noe kandidaten kan ha nytte av ved å benytte «det beste fra to verdener». Denne modellen får en ekstra dimensjon dersom veilederne har forskjellige faglige plattformer. Dette er ganske vanlig innen teknologifag, hvor for eksempel en kandidat kan ha en veileder fra IKT- eller matematikkområdet og en annen veileder som har et

anvendelsesperspektiv. Det siste kan være områder som petroleumsteknologi, maritime systemer, havbruk eller medisin. Kandidaten arbeider da gjerne i et større forskningsprogram som for eksempel studerer avanserte matematiske metoder for å øke utvinningsgraden i oljereservoarer eller IKT-løsninger for framtidens operasjonsrom. I slike tilfeller er det faglig nødvendig med veiledere fra flere fagfelt, siden én veileder ikke dekker stipendiatens behov for faglig bredde og dybde i veiledningen. Flere veiledere er også nyttig for den enkelte veileder ettersom det gir læring på tvers av veiledere, og det bidrar også til å bygge tillit mellom veiledere. Dette siste bidrar gjerne positivt i videreutviklingen av et forskningsprogram. Store forskningsprogrammer varer gjerne i åtte til ti år, noe som betyr at programmet videreutvikles over tid ved at initiale mål og planer justeres over tid. Videre er tillit mellom veiledere fra ulike disipliner en nødvendig forutsetning for å utvikle nye disiplinoverskridende forskningsprogrammer. Innen ingeniørfag er det også vanlig med veiledere fra institusjoner utenfor universitets- og høyskolesektoren, slik som forskningsinstitutter og industribedrifter. Dette er personer med en blandet erfaringsbase som omfatter academia og eksterne institusjoner. Den akademiske ballasten ligger gjerne i en doktorgrad, noe som betyr at slike veiledere forstår dynamikken i et doktorgradsprosjekt og viktigheten av publisering i seriøse kanaler, samtidig som de kan utfordre et doktorgradsprosjekt fra et eksternt perspektiv.

Arbeidsfellesskapet

En naturlig effekt av arbeidsfellesskapet for ph.d.-kandidatene er naturlig nok et faglig samarbeid dem imellom. Dette arter seg på ulike måter. En nyankommet stipendiat kan for eksempel kobles på prosjektet til en doktorand som er lenger ute i løpet – både for å lære, men også for å bidra. Dette kan sammenlignes med å gå i lære, en læringsform som er vanlig innen praktisk yrkesutdanning. En konsekvens av en slik modell er gjerne publikasjoner med flere forfattere, for eksempel erfaren stipendiat, ny stipendiat samt en eller to veiledere. Effekten av dette er god. Den ferske stipendiaten lærer prosessen fra utvikling av ny kunnskap til vitenskapelig dokumentasjon på en effektiv måte ved først å bidra i utviklingen av ny kunnskap, dog innenfor en veldefinert ramme gitt av en erfaren stipendiat og veiledere. Deretter eksponeres den nye stipendiaten for skriveprosessen, og erfarer derfor denne sjangeren langt tidligere enn om skriveprosessen baserer seg på egne resultater alene. Denne samarbeidsmodellen har også sine utfordringer, idet forskningsbidragene til de ulike personene må tydeliggjøres. Hovedbidraget kommer gjerne fra den erfarne stipendiaten, som dermed er førsteforfatter. Dette er imidlertid ikke nok. I avhandlinger som baserer seg på en samling av vitenskapelige artikler, stilles det gjerne krav om å spesifisere bidraget til de ulike forfatterne i avhandlingen. NTNUs ph.d.-forskrift (NTNU, 2012) sier for eksempel: «I avhandlinger hvor det inngår arbeider med flere forfattere, skal det følge en underskrevet erklæring som beskriver kandidaten og medforfatterens innsats i hvert enkelt arbeid. Kandidatens selvstendige bidrag i arbeidet må kunne identifiseres.» Empiri viser at artikler med flere forfattere er lite problematisk. Mer spesifikt kritiseres dette sjelden eller aldri av evalueringskomiteene som vurderer den enkelte avhandling, såfremt bidraget til doktoranden er tydelig beskrevet.

En viktig effekt av forskningssamarbeidet mellom stipendiater som beskrevet ovenfor, er opplæringen som tilfaller den erfarne stipendiaten i å lede, formidle og lære bort. Denne personen leder gjerne prosessen fra utvikling av resultat til dokumentasjon, og må derfor forklare og gjerne også motivere problemstillingen for den uerfarne parten. Prosessen krever muntlige beskrivelser av resultater og utfordringer underveis som er mer eksplisitt enn i en tilsvarende prosess som kun omfatter en erfaren stipendiat og veiledere. I en prosess mellom en erfaren stipendiat og veiledere er mye av kunnskapen internalisert, og eksplisitte beskrivelser er derfor i mindre grad påkrevet. Opplæringen i å lede, formidle og lære vurderes som nyttig og motiverende idet de fleste stipendiater fortsetter karrieren i yrker hvor dette er viktig. Dette gjelder også for de som fortsetter innen universitets- og høyskolesektoren ettersom det i økende grad fokuseres på slike egenskaper. Kunnskapsdepartementet lister for eksempel sektorens kjerneoppgaver (Stortinget, 2012) til å være «utdanning, forskning og kunstnerisk utviklingsarbeid og formidling», selv om de fleste nok mener at utdanning og forskning er klart viktigst.

En annen viktig samarbeidsakse er den mot masterstudenter. Det er vanlig at en ph.d.-student veileder masterstudenter som arbeider med oppgaver som er knyttet tett opp mot egen forskning. Eksempelvis kan en erfaren stipendiat veilede en til to masterstudenter årlig. Dersom dette gjøres riktig, kan stipendiaten øke kapasiteten i eget prosjekt ved at masterstudenten jobber med en problemstilling som utvikler og utvider doktorgradsprosjektet. Noen av resultatene kan dermed benyttes i doktoravhandlingen. Videre oppnår stipendiaten den samme erfaringen som i et samarbeid med en uerfarne stipendiat, nemlig opplæringen i å lede, formidle og lære bort. Erfaringsmessig er dette en god modell for masterkandidaten idet stipendiaten i de fleste tilfeller fungerer som en motivert veileder som kjenner detaljene i arbeidet. Sett fra institusjonens perspektiv er modellen god, siden den øker veiledningskapasiteten på masternivå i betydelig grad. Store forskningsprogrammer med mange stipendiater har gjerne målsettinger om å bidra til masterutdanningen, og modellen er også i så måte god. Samarbeidet med andre stipendiater eller masterstudenter tar naturlig nok noe tid, og omfanget må derfor vurderes opp mot effekten i hvert enkelt tilfelle. Erfaring tilsier imidlertid at de aller fleste mener at det er positivt siden de erfarer at utbyttet er større enn innsatsen.

Et større forskningsprogram kan gjerne inkludere både forskere ved forskningsinstitutter og ph.d.-stipendiater. Forskningsinstituttene prosjekter er annerledes enn doktorgradsprosjekter ved at leveransene er mer konkrete og veldefinerte. Denne aksen oppleves allikevel som positiv av mange stipendiater, fordi den tydeliggjør mulige framtidige anvendelser av resultatene. Det motsatte er også tilfellet. En parallell ph.d.-aktivitet gir forskerne ved forskningsinstituttene muligheten til å studere en problemstilling i større dybde enn det som ellers er mulig innenfor en gitt ressursramme. Dette kan også gi ideer til nye prosjekter, og i noen tilfeller kan ph.d.-resultater benyttes nesten direkte i en leveranse.

Doktorgradsprogrammer innen ingeniørfag er ofte internasjonalt orienterte utover samarbeidet med utenlandske forskningsmiljøer. Mange programmer har et stort innslag av ph.d.-studenter fra utlandet. Som eksempel hadde 50 % av doktorandene innen teknologi, naturvitenskap og matematikk i tidsrommet 2010–2012 utenlandsk statsborgerskap (NIFU,

2012). Dette gir en økt differensiering i en ph.d.-gruppe, noe som er positivt idet ulike kulturer tilfører ulike perspektiver på forskning. Det gir imidlertid også noen utfordringer fra et læringsperspektiv, idet den norske modellen med åpenhet, deling og et egalitært grunnsyn kan være fremmed for noen. Det er derfor viktig å klarlegge premissene tidlig. Et eksempel på dette er relasjonen mellom kandidat og veileder, der kandidaten må være villig til å uttrykke uenighet overfor veileder i diskusjoner hvor det er en faglig uenighet dem imellom.

Det er vanlig at kandidater eksponeres for det internasjonale forskningsmiljøet innen eget fagfelt gjennom opphold ved en forskningsgruppe i utlandet, deltakelse og presentasjoner på konferanser samt publisering i samarbeid med forskere fra andre utenlandske institusjoner. Det kan være enklere å sikre et godt utbytte av dette samarbeidet i store doktorgradsprogrammer, ettersom det i større grad kan systematiseres ved å utvikle et bredt og langsiktig samarbeid med noen få forskningsmiljøer. En gevinst av dette er at utenlandsopphold for stipendiater i større grad kan kvalitetssikres før utreise, noe som er viktig for å sikre god faglig progresjon under oppholdet.

Erfaring tilsier at modellen som er beskrevet ovenfor er god. Den synes å bidra positivt til gjennomføringsgraden. Videre er kvaliteten på arbeidene gjennomgående god, samtidig som kandidatene er fornøyde etterpå. Det er imidlertid viktig å bringe noe balanse inn i regnskapet. Modellen har sine svakheter idet stipendiatene kan havne inn i et oppkjørt spor ved at forskningen i for liten grad er uavhengig og kreativ. En fordel med den tradisjonelle stipendiatmodellen er muligheten for forskning som i liten grad er bundet av predefinerte mål. Slike prosjekter er gjerne finansiert av et individuelt stipend uten andre bindinger enn at en doktorgrad skal fullføres innen fagområdet. Denne problemstillingen går utover temaet for denne artikkelen og følges derfor ikke videre.

Avhandlingen

Det endelige målet for et ph.d.-prosjekt er alltid en doktorgrad der avhandlingen er kjernen i arbeidet. Stadig flere avhandlinger består av et sett artikler med en innledning eller kappe. Innledningen søker å sammenstille problemstillinger, hovedresultat og konklusjoner som presenteres i de enkelte artiklene, slik at avhandlingen framstår som en helhet. Det er flere grunner til å velge en artikkelmodell. Et langt prosjekt som en doktorgrad er enklere å lede og forholde seg til dersom den består av delleranser. Det virker også motiverende på de fleste å kunne vise til en konkret leveranse som for eksempel en akseptert fagfelleurdert artikkel til en konferanse eller et tidsskrift. Det er derfor vanlig å legge opp en plan med tydelige delmål som underveisartikler. Et ph.d.-prosjekt varer i tre til fem år, og erfaring viser at tiden fort blir en begrensende faktor. Skrivning av artikler underveis reduserer usikkerheten med hensyn til framdrift og forenkler dermed tidsstyringen. Fagfellevurdering av en artikkel gir også verdifull input til doktorgradsprosjektet. Videre øker en god vurdering kandidatens selvtillit i faget og til egne resultater.

En drivkraft for overgangen til artikkelsamlingsformatet er måten den påvirker skriveprosessen. Skrivningen stykkes opp over tid slik at den siste delen av skriveprosessen – det vil si ferdigstilling av avhandlingen – reduseres kraftig. Den siste delen av skriveprosessen

begrenses til å skrive innledningen samt noe redigering av de ulike artiklene. Fra et læringsperspektiv er effekten av en tidlig og trinnvis skriveprosess positiv, siden det gir en vekselvirkning mellom forskning og skriving gjennom hele ph.d.-løpet. Dette bidrar positivt til faglig utvikling, og dermed også positivt til kvaliteten på avhandlingen som helhet.

Den tradisjonelle avhandlingen som en monografi har sine fordeler idet avhandlingen i større grad framstår som en helhet. En utfordring med artikkelsamlinger er at ulike artikler gjerne har en del fellesstoff i form av innledning og problemdefinisjoner. Dette gjenspeiler seg også i vurderingene, hvor en gjenganger er evalueringskomiteens kommentarer om at en del stoff repeteres flere ganger i avhandlingen.

En prosjektplan med delmål og delleveranser underveis må alltid skrives og brukes med skjønn idet doktorgradsforskning per definisjon utvikler ny kunnskap. Det betyr at resultatene ikke kan defineres på forhånd, og planen må derfor være fleksibel. Erfaring viser imidlertid at en gjennomtenkt prosjektplan som gjerne revideres underveis er et viktig element i alle faser av ph.d.-løpet.

Sluttord

Et doktorgradsprosjekt skal utvikle og dokumentere ny kunnskap som er ervervet ved bruk en vitenskapelig metode. Arbeidsfellesskapet i organiserte ph.d.-programmer bidrar positivt til læring, og også dermed til kvalitet i forskningen både for den uerfarne og den erfarne ph.d.-studenten. Det akselerer modningsfasen og spesielt evnen til å utvikle selvstendige forskningsspørsmål for den uerfarne kandidaten, og den erfarne kandidaten tilegner seg erfaring i å lede, formidle og lære bort. Organiseringen i form av ph.d.-programmer forsterker visse elementer i utdanningen, nemlig evnen til samarbeid, utvikling av nettverk og formidling som følge av at doktorgradsforskningen utføres i et arbeidsfellesskap. Dette er egenskaper som også øker interessen for doktorgradsstudiet og er nødvendig i dagens samfunn hvor løsninger ofte er sammensatte og derfor krever tett samarbeid mellom spesialister på ulike fagfelt. Det er viktig at den tradisjonelle ph.d.-modellen får vekstvilkår i tillegg til den organiserte modellen siden disse utfyller hverandre. Det er imidlertid naturlig at flertallet av ph.d.-studenter i framtiden vil være organisert som en del av større programmer for å kunne møte samfunnets behov for kompetanse.

Referanser

- Forskningsrådet (2012). *Research in Information and Communication Technology in Norway*. Norges forskningsråd, ISBN 978-82-12-03052-7.
- Forskningsrådet (2013). *Store program*. Hentet 10.04.2013 fra http://www.forskningsradet.no/no/Store_programmer/1185261838744
- Gunnerud, V. (2011). *On decomposition and piecewise linearization in petroleum production optimization*. Ph.d.-avhandling, NTNU.
- NIFU (2012). *Doktorgradsstatistikk*. Hentet 20.04.2013 fra <http://www.nifu.no/files/2012/11/Figurer-og-tabeller-1980-2012.pdf>
- NTNU (2012). *Lovdata* §10. Hentet 20.04.2013 fra <http://www.lovdata.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-20120123-0206.html>

Olsen, T. B. (2012). *Doktorgradsstipendiater – lavest gjennomføringsgrad ved høyskolene*. NIFU-rapport 29-2012. St.meld. nr. 13 (2011–2012). *Utdanning for velferd. Samspill i praksis*. Hentet 10.04.2013 fra <http://www.regjeringen.no/nb/dep/kd/dok/regpubl/stmeld/2011-2012/meld-st-13-20112012/18.html?id=672960>

Noter

- 1 Begrepene teknologi og ingeniørfag brukes om hverandre i denne teksten.
- 2 Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet – NTNU siden 1996.
- 3 Eksempler på store forskningsprogram i regi av Norges forskningsråd er Senter for fremragende forskning (SFF), Senter for forskningsdrevet innovasjon (SFI) og Forskningscenter for miljøvennlig energi (FME).
- 4 Senter for integrerte operasjoner i petroleumsindustrien, se www.iocenter.no.