

Studentaktiv forskning i emnet Sanntids datateknikk

W. Rekdalsbakken, F. Sanfilippo, *Høgskolen i Ålesund*

SAMMENDRAG: Høgskolen i Ålesund (HIÅ) har over flere år hatt en kontinuerlig aktivitet på utvikling av sanntidssystemer i tett samarbeid med teknologimiljø i lokal industri. Oppgavene er relatert til utvikling av systemer for styring og overvåkning av industriprosesser og arbeidssituasjoner i næringslivet, med hovedvekt på operasjoner ombord i skip. Innenfor denne rammen har bachelorstudenter i Automasjon tatt del i mange forskjellige industriprosjekt. Dette har gitt dem en unik mulighet til å arbeide med utvikling av reelle industrioppgaver under ledelse av sine lærere og ingeniører ansatt i bedriftene. Dette arbeidet har inngått i et nytt undervisningsopplegg, hvor resultatene blir evaluert med tanke på hvilke oppgaver som har det største potensialet for innovasjon og forskning. De mest lovende oppgavene blir fulgt opp gjennom nye prosjekter og forskningsoppgaver. Denne kontinuerlige utviklingsprosessen krever betydelig innsats fra lærere og bedriftsansatte med hensyn til grundig tilrettelegging og evaluering av studentarbeidene. Resultatet er at et betydelig antall oppgaver har blitt videreført i innovasjonsprosjekter i bedriftene eller i form av vitenskapelige publikasjoner. Da kvaliteten til en ingeniør først og fremst blir bedømt på grunnlag av hans evne til å gjennomføre prosjekter etter gitte spesifikasjoner og innenfor gitte kostnadsrammer, er resultatene av denne prosessen også en representativ kvalitetsindikator på læreprogrammet og ingeniørstudentenes arbeidsinnsats. I denne artikkelen presenteres prosessen og metodene som er brukt for å inkludere bachelorstudentene i denne typen forskningsaktivitet i sanntids datateknikk. Først presenteres det pedagogiske og tekniske grunnlaget for undervisningsopplegget. Deretter presenteres resultatene av dette opplegget med påfølgende konklusjoner.

1 INNLEDNING

1.1 Historikk

Dette arbeidet beskriver en undervisningsmetodikk som et resultat av at Høgskolen i Ålesund (HIÅ) over mange år har hatt et tett samarbeid med lokale industribedrifter om oppgaver innenfor området innebygde datasystemer for prosesstyring, fjernstyring, kamerakontroll og andre sanntidsanvendelser, se (Rekdalsbakken og Sanfilippo, 2013). Etterhvert har det vist seg at flere slike prosjekter har gitt inspirasjon til nytenkning omkring sikrere og mer effektive operasjoner og arbeidsrutiner, spesielt på skip. Prosjektene har da blitt videreført i forsknings- og utviklingsoppgaver i samarbeid med bedriftene. Prosjektene blir realisert som innebygde datasystem på forskjellige mikrokontroller-plattformer. Det har stått sentralt å kunne utforske de siste nyvinninger innenfor sensorer, kamera og trådløs kommunikasjon. Systemene har utgjort komplette dedikerte løsninger for ulike typer skipsoperasjoner. I denne sammenheng har utviklingen innenfor området Commercial-Off-The-Shelf (COTS) produkter spilt en vesentlig rolle. Grunnen er den raske utviklingen som for tiden skjer på området forbrukerelektronikk i form av elektroniske spill og smarttelefoner, se (Osen et al., 2010). Dette er rimelig hylleware som alle har tilgang til. Studentene starter med et prosjekt i emnet Sanntids datateknikk, og mange studenter viderefører dette prosjektet som sin bacheloroppgave. Gjennom systematisk evaluering og utvelgning har man forsøkt å plukke ut de prosjektene som har de potensielt mest lovende utsiktene til å bli realisert som produkter eller løsninger. På denne måten har utvalgte konsepter blitt fulgt opp gjennom flere runder med studentoppgaver. Prosjektene blir gradvis forbedret slik at de har kunnet videreføres som produktutvikling i bedriftene eller som forskningsoppgaver i høgskolen. Dette har resultert i relevante innovasjonsprosesser i bedriftene og forskningsartikler i akademiet. Hovedmålet har imidlertid hele tiden vært å inkludere studentene i forsknings- og innovasjonsprosjekter i samarbeid med bedriftene, for på den måten å øke kvaliteten og relevansen i undervisningen. Fokus har vært både på teknologi og pedagogikk.

1.2 Målsetting og framgangsmåte

Hovedmålsettingen til de involverte bedriftene er å vedlikeholde og forbedre effektiviteten og sikkerheten i industrielle løsninger og skipsoperasjoner. En lovende framgangsmåte er å bygge modulbaserte systemer og utvikle lokale dedikerte løsninger som uavhengig ivaretar de ulike funksjonene. De enkelte systemene vil videre være sammenknyttet i et lokalt felles datanett. Innenfor denne rammen har studentene ved Automatiseringsteknikk ved HIA blitt involvert i atskillige utviklingsprosjekt som gir dem mulighet til å delta i industriell innovasjon. Dette skjer under veiledning av lærere og industriansatte fagfolk. På sett og vis kan vi si at studentene er deltakere i en innovativ utdanningsløype hvor de mest lovende prosjektene blir fulgt opp over tid og ofte ender som nye prototyper eller forskningsaktiviteter. Denne tilnærmingen til innovasjon og forskning er en meget krevende prosess både for studentene, lærerne og industrien med hensyn til evaluering og arbeidsbetingelser. Resultatene av prosessen har imidlertid vist seg å være svært nyttige for alle parter når man måler etter antall prosjekt som har blitt fulgt opp som industrielle anvendelser og i produksjon av vitenskapelige publikasjoner (Rekdalsbakken og Sanfilippo, 2014). Når man vet at kvaliteten til en ingeniør måles etter hans evne til å gjennomføre oppgaver i praksis innenfor de spesifikasjoner og budsjetter som er gitt, kan man si at resultatene av denne prosessen også gir en kvalitetsindikator både på utdanningen og studentenes egeninnsats. I denne artikkelen er det gitt en oversikt over de metodene som er brukt for å inkludere bachelor-studenter i forskning og innovasjon på fagområdet sanntids datasystemer. Både det pedagogiske og det teknologiske grunnlaget blir presentert og til slutt diskuteres resultatene som er oppnådd.

2 PEDAGOGISK PLATTFORM

2.1 Piaget og operasjonell læring

Hensikten med dette forsøket har vært å motivere og involvere studentene i aktiv deltakelse i læringsprosessen. Studentene har vært aktivt med fra start ved å definere og velge ut lovende prosjektideer. Prosessen har videre inkludert både lærere og industripartnere i arbeidet med å oppmuntre studentene til å presentere sine egne ideer og forslag til løsninger. På denne måten legger man til rette for å utnytte det nyeste av teknologi og programvare-produkter. Studentene får selv finne fram til og bruke den mest moderne teknologi i arbeidet med løsning av realistiske problemstillinger. Studentene er involvert gjennom alle steg i prosessen. Denne ideen kommer opprinnelig fra Piaget i det han kaller *Operasjonell læring*. Dette er beskrevet i boka *Piaget i skolen* (Hundeide, 1985). Basisen for dette synet ligger i begrepet *implisitt læring*, som representerer et konsept for læring basert på praksis/erfaring. *Piagets* teorier om læring legger vekt på at kunnskapen må bli gjort personlig gjennom egen handling. Ved aktiv bearbeiding av reelle situasjoner får kunnskapen mening. Dette er grunnlaget for den nære industri-kontakt og praktiske oppfølging som kjennetegner vårt opplegg. Her har laboratoriet og arbeidsplassen den sentrale posisjonen. *Piaget* kaller resultatet av slik handling for *operasjonell kunnskap* i motsetning til *figurativ kunnskap*, som bare er sansenes representasjon av den eksterne situasjonen (Kleive et al., 1994). En slik strategi kan også betraktes som en slags *aksjonsforskning* eller «*multimodal teaching and learning*» (Kress et. al., 2001). Vi ønsker å bygge ny kunnskap gjennom handling og refleksjon omkring handlingen. Dette gir nye utfordringer for læreren. Han må tilrettelegge optimale betingelser for aktiv læring. Vår erfaring er at læreren må fungere som en katalysator og rådgiver. Da er det viktig at studentene er trygge på lærerens kvalifikasjoner og intensjoner. Han må kunne velge ut de rette problemstillingene og gi riktige råd og korrektiv til studentenes arbeid.

2.2 Fokus på studiekvalitet

Studiekvalitet står sentralt i denne aktiviteten. Studentene blir invitert til å delta i et miljø med aktiv læring som fokus. Bachelor-programmet i Automatiseringsteknikk har som mål å utdanne studentene til en karriere som profesjonelle ingeniører. Til dette trenger vi et nært og forpliktende samarbeid med lokal industri. Det må skapes et læringsmiljø som ligger tettest mulig opp mot den virkelige arbeidssituasjonen. Studentene får arbeide med reelle industriprosjekter, og de får den nødvendige oppfølging og støtte til å utarbeide løsninger på problemstillingene. Kvaliteten på opplegget måles etter den evnen det har til å frambringe reelle industri-innovasjoner og forskningsresultater. Studentenes prestasjoner måles ut fra deres evne til å finne originale løsninger og gjennomføre prosjektet i henhold til de gitte spesifikasjonene. Målet for dette opplegget blir å tilby utfordrende og realistiske prosjekter til studentene år etter år, for derved å kunne høste resultater i form av reell

produktutvikling og forskningsaktiviteter. På denne måten representerer denne læringsmodellen en metode til å måle kvaliteten av både studentarbeidene og utdanningsprogrammet. Utfordringene til undervisningsstaben blir å etablere et pedagogisk miljø der man systematisk velger ut de mest lovende prosjektene for studentene. Prosjektene må være relevante i forhold til studentenes utdanningsbakgrunn og ha en realistisk mulighet til å kunne gjennomføres innenfor den tidsfristen som er gitt. I dette opplegget er det også viktig å se etter prosjekter som kan utnytte det nyeste av teknologi og som kan gi videre utviklingsmuligheter i forhold til forskning og innovasjon. Det betyr at oppgavene bør ha utspring fra reelle forretningsområder i samarbeid med bedrifter. Studentene involveres tidlig i prosessen i samtaler med lærere og representanter for bedriftene. Ofte starter studentene med en begrenset oppgave innenfor sanntids datateknikk og velger deretter å fortsette med oppgaven som sin avsluttende bacheloroppgave. Studentene får da den nødvendige støtte til å gjennomføre en utvidet oppgave gjennom opplæring i prosjektplanlegging og vitenskapelig metode. Det blir her lagt stor vekt på korrekt beskrivelse og dokumentasjon av det arbeidet som utføres. Ved evalueringen av den endelige rapporten legger lærerne vekt på systematisk å lete etter det vitenskapelige og innovative potensialet som ligger i det utførte arbeidet. Arbeider som har denne typen kvaliteter, verdsettes i evalueringen av bacheloroppgava. I tillegg vil slike oppgaver bli vurdert å følges opp i neste års bacheloroppgaver. På den måten vil lovende prosjektarbeider bli fulgt opp i kommende årskurs av studenter. Denne pedagogiske metoden representerer en operasjonell holdning til læreprosessen og gir kontinuerlig fornying og foredling av studentoppgavene.

3 TEKNOLOGISK PLATTFORM

3.1 Utstyr og konstruksjoner

Den raskeste teknologiske utviklingen skjer i dag innenfor områdene spillutvikling og forbrukerelektronikk. Nevnte områder tøyser hele tiden grensene for ny sensorteknologi og kommunikasjonsløsninger. Dette representerer teknologier som er svært relevante i forhold til de prosjektene det arbeides med i våre lokale bedrifter. Det gir oss en spennende og utfordrende mulighet til å ta i bruk det siste av moderne teknologi i realistiske industriprosjekter. Denne situasjonen gir på en måte det viktigste kriteriet i den pedagogiske strategien vi har definert. For at et prosjekt skal kunne utvikles helt fram til et ferdig industriprodukt, for eksempel ombord i et skip med alle dets nødvendige og nyttige systemer, må det være et opplagt behov for dette produktet. I tillegg må det kunne dokumenteres at teknologien er pålitelig og at nødvendige komponenter skal være lett tilgjengelige i framtida. Et krav som også stadig oftere stilles, er at programmeringsverktøy og programbibliotek skal være åpent tilgjengelige og enkle å vedlikeholde. Slike prosjekt vil kreve at studentene tar i bruk det nyeste i utviklingen av mikroelektronikk, målesensorer, kamera og datainnsamlingsutstyr. Siden våre prosjekt i stor grad er relatert til den lokale maritime industrien gir dette et godt utgangspunkt for at problemstillingene er realistiske og framtidsrettet. I en grov generalisering kan vi si at oppgavene hører til i tre hovedkategorier; bevegelsesplattformer, kamerasystemer, fjernstyrte og autonome ubemannede kjøretøy/farkoster.

3.2 COTS og systemintegrasjon

For å kunne realisere nye industriprodukter og løsninger er det nødvendig for en ingeniør å kjenne de tilbud som er tilgjengelige i forbrukermarkedet. Det elektroniske COTS-markedet er i dynamisk utvikling og representerer frontlinjen i moderne elektronikk. På dette feltet skjer den fremste utviklingen innenfor områdene trådløs kommunikasjon, kamerasystemer og sensorteknologi, se (Osen et al., 2010). Det er spillproduktene og mobiltelefonen som har drevet denne utviklingen. En type sensorteknologi som har hatt en særdeles sterk utvikling, er treghetssensorer, dvs. vinkel og akselerasjonsmålere. Slike sensorer har hatt en ytelsesøkning med tanke på størrelse, vekt, nøyaktighet, presisjon og pris som er på linje Moor's lov i elektronikken. De finnes nå blant annet i alle smarttelefoner og nettbrett, men har også mange nyttige industrielle anvendelser. Denne situasjonen åpner opp for en helt ny verden av muligheter når det gjelder produktutvikling og innovasjon. En av de viktigste egenskapene til en dyktig ingeniør blir å holde seg oppdatert med denne nye utviklingen. Det er helt uvurderlig å ha en god oversikt over teknologien som finnes på markedet og de muligheter som eksisterer i å kombinere COTS-komponenter til nye produkter og løsninger.

4 PROGRAMVARE OG UTVIKLINGSVERKTØY

4.1 Generelt

Å utvikle applikasjoner for denne type prosjekter er ofte tids- og arbeidskrevende. Som regel vil dette representere den tyngste og dyreste delen av prosjektet. Det blir derfor avgjørende at man velger riktige løsninger når det gjelder utviklingsverktøy og programmeringsspråk. De må være rimelige å anskaffe og ikke minst gjøre det enkelt å utvikle og vedlikeholde applikasjonsprogrammene. Det må også være sikkerhet for at disse hjelpemidlene vil eksistere i en gitt framtid. Dette gir mange gode argumenter for å velge åpent tilgjengelige systemer. Java med utviklingsmiljøet Netbeans har blitt valgt i denne sammenhengen. Grunnen er tilgjengeligheten og utbredelsen til disse verktøyene. For hver mikrokontroller må det også velges et «runtime» system, eller operativsystem tilpasset denne kontrolleren. Java kan tilpasses de fleste slike systemer, og det finnes en flora på nettet av ulike programbibliotek i Java.

4.2 Concurrent Java

Java har blitt valgt som språk for programutviklingen. Grunnen til dette er flere, men den viktigste er Java sine utstrakte og lett tilgjengelige sanntids-egenskaper. Java har integrert tråd-mekanismen for å kjøre flere prosesser i parallell, og den har et godt utbygd klassebibliotek for trådanvendelser. Denne implementasjonen i Java kalles for Java Concurrency Model (JCM) og bygger på forutsetningen om en tråd som en aktiv klasse med de nødvendige metoder for å manipulere trådene. Java inkluderer også en anbefalt standard for sanntidsanvendelser (RTSJ) som setter krav til et sanntidssystem, se (Rekdalsbakken og Styve, 2007). I tillegg har Java gode integrerte timer-løsninger, også med mulighet for absolutt tidsregistrering. Java har også et godt system for interrupt-håndtering gjennom event-handler mekanismen. I tillegg er Java et svært utbredt programmeringsspråk med en uendelighet av program-bibliotek fritt tilgjengelig. Med nye JVM (Java Virtual Machine) runtime-systemer tett koplet mot aktuell hardware har Java etterhvert utviklet egenskaper som gir tilstrekkelig gode sanntidsmuligheter for de fleste anvendelser.

4.3 Linux OS og driverprogram

Når man arbeider med mikrokontrollere og innebygde systemer er det viktig å velge et enkelt, men fleksibelt operativsystem. Linux er et operativsystem som finnes i mange variasjoner fra uavhengige utviklere. Dette er systemer som er åpent tilgjengelige og gratis å benytte. Det avgjørende ved denne typen prosjekter er å finne gode driverprogram for alle typer av tilkoplede utstyr. Det er da snakk om program som danner grensesnittet mot nye og avanserte målesensorer, ulike typer kameraer, kommunikasjonslinjer av ulike typer, motorstyringer osv. Det er svært tidkrevende å utvikle denne type programvare, og det er derfor en stor fordel om mest mulig av dette finnes tilgjengelig. Linux har et stort og variert utvalg av driverprogram. Vanligvis vil man kunne finne det man ønsker under Linux, eller i alle fall en tråd å nøste i.

5 PROSJEKTER

5.1 Valg av oppgaver

Det har vært en kontinuerlig dynamikk i utvelgelsen av oppgaver i dette opplegget. Alle oppgavene har et praktisk tilsnitt og et felles mål om å designe og implementere et komplett sanntidssystem. Dette er en krevende og mangesidig utfordring som krever innsikt i emner som kybernetikk, bildebehandling og sanntidsprogrammering. Oppgavene har direkte relevans i forhold til problemstillinger i industrien. Dette har vært et viktig kriterium i utvelgelse og videreføring av oppgaver. I det følgende et gitt noen typiske eksempler fra siste års oppgaver i Sanntids datateknikk.

5.2 Et rammeverk for bølgesimulering og aktiv hiv-kompensering av kranoperasjoner

I denne oppgaven har studentene utviklet et laboratorieoppsett som gjør det mulig å gjenskape virkelighetstro situasjoner for å teste kranbevegelser på skip, se *Fig. 1*. Modellen kan brukes til både å utvikle reguleringssystemer for kraner, men også for trening av operatører. Oppsettet består av en

industrirobot av merket Kuka KR 6 R900 SIXX og en 3DOF bevegelsesplattform. Arbeidet har konsentrert seg om systemintegrasjon, der bevegelsesplattformen simulerer bølgebevegelsene mens robotarmen kompensere for slike forstyrrelser. Bevegelsene måles kontinuerlig med en treghetssensor og brukes i en foroverkopling til robotarmen for aktiv hiv-kompensering.

5.3 En 4DOF laserstyrt robotarm

I dette prosjektet har studentene utviklet en 4DOF laserstyrt robotarm, se *Fig. 2*. Ideen er å bruke en laserpeker til å styre bevegelsene til armen. Operatøren peker med laseren på et ønsket punkt i et plan og robotarmen itererer seg inn mot punktet. Systemet er implementert som en klient/tjener-arkitektur i sann tid. Mulige anvendelser kan ligge innenfor industriell produksjonsteknikk.

5.4 Avansert kontroll av en søkedrone

Dette prosjektet har hatt som mål å få utviklet et autonomt styresystem for en Parrot AR drone, som er et radiostyrt kvadrokopter, se *Fig. 3*. Ved hjelp av et kamera montert i dronen skal systemet kunne detektere, gjenkjenne og følge objekter som dukker opp i nærheten. Prosjektet kan ha potensiale innenfor overvåkning av krevende skipsoperasjoner eller i søke- og redningsoperasjoner.

5.5 Gjenkjenningssystem for tvilsomme objekter i en menneskemengde

Dette prosjektet benytter en autonom mobil robot med et bevegelig kamera til å gjenkjenne utvalgte ansikter i en menneskemengde, se *Fig. 4*. Kameraet søker kontinuerlig etter på forhånd utvalgte ansikter. Så snart et mistenkelig fjes er gjenkjent, låser kameraet seg til dette bildet og roboten følger automatisk dette objektet. Det benyttes en klient/tjener-arkitektur for å kommunisere med en operatør via trådløst nettverk. Prosjektet kan ha tilsvarende anvendelser som for foregående prosjekt.

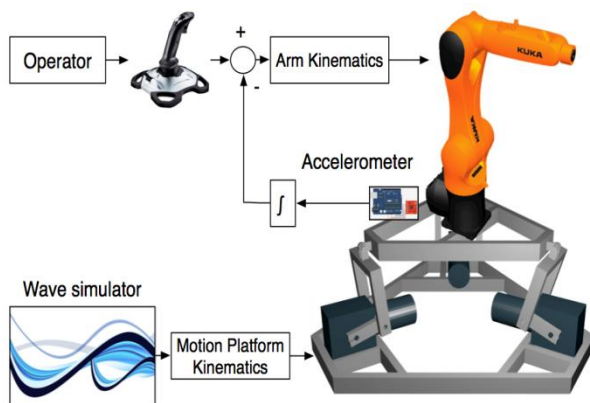


Fig. 1 Laboratorieoppsett for testing av hiv-kompenserte kraner

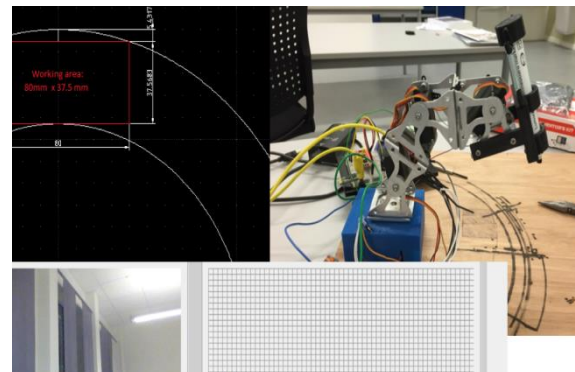


Fig. 2 Laserstyrt robotarm



Fig. 3 Søkedrone



Fig. 4 Mobil robot for søk etter ansikter

6 RESULTATER OG DRØFTING

Dette pedagogiske opplegget rettet mot studentaktiv forskning har strukket seg over en periode på mer enn ti år. Mens holdningene i starten var relativt vage med et ønske om å trekke studentene inn i forskningsoppgaver i samarbeid med lokal industri, har målene etterhvert blitt mer konkrete med systematisk utvelgelse og oppfølging av lovende prosjekter. Resultatene må kunne sies å ha svart til forventningene. Samarbeidet med lokale bedrifter har blitt styrket og flere prosjekter har blitt kanalisert inn i utviklingsoppgaver i industrien. Mer enn 100 studentprosjekt i sanntids datateknikk har blitt gjennomført i disse årene og en rekke av disse har blitt videreført som bacheloroppgaver i samarbeid med bedrifter. Oppfølging av oppgaver ved høgskolen har resultert i mer enn 15 vitenskapelige artikler, som er publisert på internasjonale konferanser og i anerkjente tidsskrift. Hovedmålet for bedriftene er å øke sikkerheten og effektiviteten i krevende operasjoner på land og i skip. Utviklingen av dedikerte innebygde sanntidssystemer som integreres i et felles nettverk, har vist seg som en viktig aktivitet i arbeidet mot dette målet. Innenfor denne rammen har bachelorstudenter i Automasjon ved HIA fått ta del i mange forskjellige industriprosjekt. Dette har gitt dem en unik mulighet til å arbeide med utvikling av reelle industrioppgaver under ledelse av sine lærere og ingeniører ansatt i bedriftene. Ved å følge opp lovende oppgaver gjennom bygging av prototyper og videre forskning har dette gitt resultater til fordel for alle parter. Dette kan bedømmes ut i fra antall oppgaver som har resultert i innovasjonsprosjekter i bedriftene, eller som har gitt uttelling i form av vitenskapelige publikasjoner.

REFERANSER

- Hundeide K. 1985. "Piaget i skolen". J. W. Cappelens Forlag AS.
- Kleive P. E, Rekdalsbakken W, Årskog V. 1994. "Laboratoriets plass i utdanningen ved HIA". Report at Aalesund University College, Aalesund.
- Kress G, Jewitt C, Ogborn J, Tsatsarelis C. 2001. "Multimodal teaching and Learning". British Library Cataloguing-in-Publication Data. ISBN 0-8264-4859-3.
- Osen, O L., Kristiansen H T., Rekdalsbakken, W. 2010. "Application of Low-Cost Commercial Off-The-Shelf (COTS) Products in the Development of Human-Robot Interactions." *Proceedings of ECMS 2010, the 24th European Conference on Modelling and Simulation*. European Council for Modelling and Simulation, printed ISBN: 978-0-9564944-0-5, CD ISBN: 978-0-9564944-1-2.
- Rekdalsbakken, W, Styve, A. 2007. "Real-Time Process Control with Concurrent Java." *Proceedings of the 6th EUROSIM Congress on Modelling and Simulation*, pp 120, ISBN-13: 978-3-901608-32-2, ISBN-10: 3-901608-32-X.
- Rekdalsbakken, W, Sanfilippo F. 2013. "Including bachelor students in research activities in real-time process control." *Det mangfoldige kvalitetsomgrepet. Fjordantologien 2013*. Forlag 1. Oslo. ISBN: 978-82-8285-078-0, e-bok: ISBN: 978-82-8285-079-7.
- Rekdalsbakken, W, Sanfilippo F. 2014. "Enhancing learning methods on real-time controls by cooperating with maritime industries." *Proceedings of ECMS 2014, the 28th European Conference on Modelling and Simulation*. European Council for Modelling and Simulation, printed ISBN: 978-0-9564944-8-1, CD ISBN: 978-0-9564944-9-8.