

Når det nu kan gøres mere spændende –
Eksempler på anderledes kursusformer
i ingeniøruddannelser

Arne Jakobsen og Anja Meleschko

CDM's skriftserie

DTU 1999

Indledning

Dette skrift omfatter korte beskrivelser af 14 kurser der alle har været gennemført i ingeniørdannelser. Formålet med skriftet er at vise at kurser med hensyn til struktur, undervisnings- og eksamensformer kan gennemføres på meget forskellige måder og dermed inspirere lærere til at overveje større eller mindre ændringer af allerede eksisterende kurser og at overveje forskellige former ved planlægning af nye kurser.

Valg af kursusstruktur, undervisnings- og eksamensformer må naturligvis ske i forbindelse med overvejelser over målet for kurset, hvilken kompetence de studerende skal opnå og afhængigt af fag, niveau og omstændigheder i øvrigt.

Vægten i beskrivelserne ligger på undervisnings- og eksamensformer. Men bag valget af disse har der for en stor del af de beskrevne kursers vedkommende ligget to, mere indholdsmæssige overvejelser: for det første at det er mere vigtigt at engagere studerende i, og grundigt få gennemarbejdet, de mest centrale elementer af det faglige indhold end at dække alle detaljer. Og for det andet at lade studerende arbejde med og blive eksamineret i så vidt muligt autentiske ingeniørmæssige problemstillinger.

Valget af de 14 kurser der her er beskrevet er foretaget ret tilfældigt på grundlag af samtaler med lærere og vel vidende at andre kurser kunne og sikkert burde indgå. Vi har imidlertid fundet at en begyndelse på udvikling af en inspirerende samling af kursusbeskrivelser kunne være at udgive denne samling som en første udgave og senere, på baggrund af de reaktioner vi måtte få, og på baggrund af forslag til flere og andre kurser at udgive en anden udgave. Vi er derfor meget interesseret i at modtage tilbagemeldinger og forslag.

Vi har i denne udgave søgt at medtage kurser der er meget forskellige. Samtidig har vi søgt at medtage kurser der illustrerer kombinationer af undervisningsformer – øvelser, opgaver, projekter og forelæsninger. Sidstnævnte prioritering skyldes to forhold: For det første at vi mener at udfordringen ved kursusplanlægning ikke ligger i at finde den rigtige undervisningsform, men i at finde den mest hensigtsmæssige kombination af undervisnings- og eksamensformer. For det andet at vi forestiller os, at der er større sandsynlighed for at lærere vil forsøge sig med, og få erfaringer med, en ny form, når den er kombineret med allerede kendte former.

I de kurser der er medtaget benyttes undervisnings- og eksamensformer, de pågældende lærere har fundet velegnede ud fra deres mål, fag og studerende. Vi har ikke søgt eller haft mulighed for selv at evaluere kurserne, men har i det omfang evalueringer er foretaget medtaget resultaterne herfra.

Vi har valgt ved hver kursusbeskrivelse at tilføje en kontaktperson. Dette er gjort med henblik på de læsere, der eventuelt vil indhente uddybende kommentarer.

De fleste kurser har været afholdt på DTU. Vi har derfor valgt at angive de fleste kursers omfang i ECTS point, hvor hvert semester tæller 30 point. Vi har også valgt at referere til den danske karakterskala, 13-skalaen, i de tilfælde kurserne benytter denne.

Beskrivelserne er blevet til i et samarbejde mellem kursernes lærere og undertegnede. I alt væsentligt har Anja Meleschko stået for redaktionen og udformningen af de konkrete beskrivelser. Beskrivelsernes form udgør et kompromis mellem ønsker om en fyldig beskrivelse af former, og

overvejelser bag valget af former, og på den anden side et redaktionelt ønske om korte beskrivelser der i nogen grad følger samme disposition. Vi har i denne redaktionelle proces ikke kunnet undgå at reducere i omfattende, originale og spændende beskrivelser.

Hver kursusbeskrivelse følger en syv punkts disposition med indledning, mål og metodebeskrivelse, forløb, eksamensform, ressourcekrav, evaluering, kontaktperson og eventuelle bilag. Det har været vanskeligt for mange af underviserne at afgive præcise angivelser på deres tidsforbrug. Dette er derfor opgjort noget forskelligt fra kursus til kursus.

Arne Jakobsen og Anja Meleschko

Indhold

Stikord.....	7
1 Avanceret Overfladeteknologi - Institut for Procesteknik, Danmarks Tekniske Universitet: <i>Åbne opgavespørgsmål, illustrative eksempler på teori, blandede undervisningsformer og efterligning af autentiske erfaringer.....</i>	9
2 Digitalteknik – Danmarks Tekniske Universitet Sydsjælland: <i>Integration af teori og praksis, opgaver før teori, gennemgående eksempel, gruppearbejde og indlæring gennem praktisk arbejde.....</i>	15
3 Forbedring af præsentationsteknikker – Center for Communications, Optics and Materiales, Danmarks Tekniske Universitet: <i>Seminarer, studenteraktiv undervisning, teori og teknik med udgangspunkt i generelle ph.d. forskningsområder og præsentationsteknikker.....</i>	21
4 Fundamental Elektronik og Mekanisk Design – Danmarks Tekniske Universitet Sydsjælland: <i>Indlæring gennem praktisk arbejde, gruppearbejde og teorievaluering gennem tværfagligt projektarbejde.....</i>	25
5 Fuzzy Control Internet Course - Institut for Automation, Danmarks Tekniske Universitet: <i>Fjernundervisning via internet, mulighed for kursusdeltagelse i udlandet, selvstudium, fleksibilitet og mulighed for gruppearbejde.....</i>	31
6 Geografiske Informationssystemer (GIS) - Institut for Planlægning, Danmarks Tekniske Universitet: <i>Projektarbejde i grupper, realistiske eksempler, selvvalgt emne indenfor tema og forelæsninger</i>	35
7 Matematisk Modellering - Et kursus for nybegyndere - Institut for Matematik, Luleå Tekniske Universitet: <i>Matematisk modellering, åbne problemformuleringer, gruppearbejde, studerende som opponenter, kommunikation og præsentationsteknikker.....</i>	39
8 Materialeteknik - Institut for Maskinkonstruktion og Materialeteknik, Norges Naturvidenskabelige Universitet (NTNU): <i>Studenteraktiv undervisning, gruppearbejde, kombinationsundervisning, åbne opgave typer og realistiske eksempler.....</i>	45
9 Midtvejsprojekt i systemlære - Brydning af hemmelig kommunikation Institut for Elteknik, Danmarks Tekniske Universitet: <i>Kryptering, midtvejsprojekt, projektgrupper, lukkede konstruktionsproblemer, rapportskrivning og industrielt realistisk opgave.....</i>	53

10	Oprensning af borehuller i stærkt devierede oliebrønde – Problem Based Learning (PBL) - Institut for Petroleumsteknologi og Anvendt Geofysik, Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet (NTNU): Problembaseret læring (PBL), studenterstyret læring, struktureret gruppearbejde, integration af teori og praksis, sammensat viden og helhedskompetence.....	59
11	Optiske Netværk - Center for Communications, Optics and Materials, Danmarks Tekniske Universitet: Formidling og diskussion af litteratur, studiegrupper og forelæsninger ved de studerende.....	65
12	Problemløsning, samarbejde og læring i ingeniørmæssigt udviklingsarbejde - Institut for Teknologi og Samfund, Danmarks Tekniske Universitet: Ingeniørarbejdet som sociale processer, projekt- og gruppearbejde, designspil, cases, refleksion, læreprocesser og design af ingeniørmæssige artefakter.....	69
13	Produktudvikling - Institut for Anvendt Konstruktion og Produktion, Danmarks Tekniske Universitet: Industrielt orienterede produktudviklingsprojekter, autentiske ingeniørmæssige arbejdsprocesser, kobling mellem teori og praksis, gruppearbejde og forelæsninger.....	75
14	Søgning efter teknisk information - Danmarks Tekniske Videnscenter, Danmarks Tekniske Universitet: Korte undervisningsforløb over internet, kommunikation via e-mail, struktureret selvstudium, fleksibilitet og aktivering af de studerende.....	81

Stikord

Fælles for stort set alle kurserne, er dels deres forsøg på at integrere teori og praksis, og dels de studerendes ansvar for egen læring. Derudover har hvert kursus en række særtræk. Dem har vi forsøgt at angive i punktvis nedenfor. Numrene under hvert stikord er henvisninger til kursusnumrene i indholdsfortegnelsen:

Projektarbejde:

Kursus 4, 6, 12 og 13.

Gruppearbejde:

Kursus 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12 og 13.

Kombination af undervisningsformer:

Kursus 1, 2, 4, 6, 7, 8, 12 og 13.

Autentiske ingeniøropgaver:

Kursus 1, 2, 5, 6, 8, 9, 10 og 13.

Erhvervsrelaterede cases og vejledning:

Kursus 1, 7, 9 og 13.

Tværfaglighed:

Kursus 4, 12 og 13.

Læreprocesser som centralt element i undervisningen:

Kursus 1, 2, 3, 4, 7, 8, 10, 11, 12 og 14.

Formidlings- og præsentationsteknik:

Kursus 3, 7, 11, 12 og 13.

Rapportskrivning som centralt element i undervisningen:

Kursus 6, 8, 9, og 13.

Fjernundervisning:

Kursus 5 og 14.

1 **Avanceret Overfladeteknologi - Institut for Procesteknik, Danmarks Tekniske Universitet.**

Åbne opgavespørgsmål, illustrative eksempler på teori, blandede undervisningsformer og efterligning af autentiske erfaringer.

Mål og begrundelse for valg af metode:

Overfladeteknologien er en del af Materialeteknologien og dækker et meget stort felt, der i princippet omfatter alt fra overflader på fly til overflader på implantater. Området er næsten af natur uoverskuelig og indeholder en lang række begreber, som det kan være vanskeligt at holde sammen på. Kursets faglige mål er at sætte de studerende i stand til at:

- karakterisere de forskellige overfladeteknologiske processers muligheder og begrænsninger.
- beskrive de egenskaber, der kan opnås ved overfladeteknologiske processer, samt at anvende disse i kombinationsløsninger med henblik på at løse overfladeteknologiske problemer såsom korrosion, slid, elektriske egenskaber, lodbarhed m.m.
- foreslå og vælge overfladeteknologiske løsninger til bestemte komponenter indenfor elektronik-, kemi-, bygnings- og maskinområdet med henblik på at sikre bestemte funktionsegenskaber baseret på materialeteknologisk viden.

Formålet med kurset er således først at forstå overfladens materialeteknologiske egenskaber, herunder struktur, sammensætning, etc. og dernæst anvende disse informationer til at løse et overfladeproblem.

Kurset bygger primært på forelæsninger, understøttet af opgaver i varieret form og sværhedsgrad. Stofmængden i kurset er meget stort, og det gælder hele tiden om at bevare overblikket over de mange forskellige procesteknologier herunder den materialeteknologiske viden knyttet til området. Der skal således på én gang skaffes et overblik over en stor stofmængde, samtidig med at stoffet skal kunne anvendes i sammenhænge hvor det giver mening. Kurset forudsætter således et opgør med udenadslære og forsøger i stedet at give de studerende et overblik og en grundlæggende forståelse for emnet. Da kurset er teoritungt forsøger underviserne at relatere teorien til praksis og til de studerendes hverdag. *"Hvad er årsagen til at man bruger én eller anden overflade i et fly eller i en mobiltelefon"*. Ideen bag dette er at de studerende husker bedre, når de relaterer stoffet til en konkret problemstilling.

Kurset forudsætter således at:

- teorien konstant understøttes af eksempler fra det virkelige liv. Det er således utænkeligt at beskrive et teoretisk fænomen/mekanisme, uden at der umiddelbart efter følger en "historie" fra det virkelige liv.
- den indlærte viden skal være operationel. Det betyder i sin enkelthed, at det ikke er tilstrækkeligt at kunne citere bogen, hvis man ikke ser problemstillingen i den opgave man får stillet. Dette forsøges afhjulpnet ved praktiske eksempler på virksomheder og laboratorier.
- de forskellige opgavetyper, inklusive eksamen, primært designes som åbne spørgsmål. Den studerende skal løse opgaver med udgangspunkt i sit overblik og forståelse for sammenhæng mellem teori og praksis.

Undervisningsform og forløb:

Kurset er af 14 ugers varighed og tæller 5 ECTS point. De 37 forelæsningsstimer fordeler sig på 28 gange fremmøde af to forelæsningsstimers varighed. Der deltager maksimum 20 studerende per hold og de studerende arbejder individuelt semesteret igennem.

Undervisningsmetoden bygger primært på **forelæsninger**. Forelæsningsformen er tilrettelagt på en sådan måde, at den studerende får lyst til at spørge og være engageret. Teorien behandles først og demonstreres ved illustrative eksempler, med et indbygget overraskelsesmoment, der i sidste ende skal efterlade en aha-oplevelse hos de studerende. Herved opnås at de studerende faktisk bliver i stand til at huske en egenskab, et princip eller noget andet, der er væsentlig for indlæringen. Det er vigtigt at sådanne eksempler anvendes strategisk, hvor stoffet er svært at få overblik over.

Der benyttes to gæsteforelæsere der sammenlagt varetager cirka 30% af kurset. Gæsteforelæserne kommer fra det private erhvervsliv. Denne forelæsningsform er valgt med henblik på at give de studerende mulighed for at møde praktikere, og ikke blot teoretikere, indenfor faget.

Der gives 11 **opgaver** i løbet af semesteret. Disse består dels af multiple choice tests og dels af skriftlige opgaver. Multiple choice test har til formål at vise hvorvidt teksten er forstået. Der udleveres cirka fem tests under kurset. Der udleveres cirka seks skriftlige opgaver. Opgaven udleveres en uge før den forventes afleveret (se bilag 1).

I forbindelse med undervisningen er det nødvendigt at bevare en meget høj motivation, da arbejdsbyrden i kurset er høj. Motivationen opnås ved, at man fra første færd bliver introduceret til områdets kommercielle interesser; herved fås indblik i hele den overfladeteknologiske verden, der mødes i hverdagen (*alt har overflader*). Den studerende stifter således konstant bekendtskab med spændende udfordringer fra det virkelige liv og stilles i den samme situation som en arbejdende ingeniør.

Opgaverne indledes ofte med en problemstilling vedrørende overflader som ingen hidtil har kunnet løse. Der gives således mulighed for at arbejde meget kreativ og opdage, at der kan eksistere flere løsninger på et problem. Opgaverne tager ofte udgangspunkt i en kompliceret problemstilling vedrørende overflader. Opgaverne er designet som åbne opgaver. Der lægges således op til at de studerende skal arbejde kreativ og opdage, at der kan eksistere flere løsninger på et problem. Det vigtigste er, at den studerende kan opsætte de rigtige krav til overfladen og med baggrund i de materiale- og procesteknologiske forhold kan finde en løsning. Praktisk tænkning er et "must". Dette indebærer, at den enkelte procestypes natur skal forstås, før den kan appliceres på et givet materiale. Det nytter ikke at den påtænkte proces ødelægger komponenten der skal overfladebehandles. Dette indebærer ofte, at den studerende er tvunget til at kigge tilbage i lærestoffet fra andre fag; hvilket igen fremmer de studerendes tværfaglige kvalifikationer.

Opgaverne eksemplificeres ved et realistisk eksempel. De studerende bliver præsenteret for oplysninger der dels skal bruges til løsning af opgaven, men også oplysninger som ikke skal bruges. Ideen med at blande relevante og irrelevante oplysninger, er at man fra opgavestillerens side ønsker at opgaven skal afspejle en realistisk ingeniøropgave.

Ved de første opgaver bliver de studerende ofte meget forvirrede og føler at opgaverne er meget svære. Erfaringen viser at kun 10% af de studerende forsøger at regne opgaven første gang den stilles. Det er derfor nødvendigt med en dialog mellem de studerende og underviseren, hvor de studerende får forklaret formålet og metoden med opgaven. De studerende får at vide, at de opgaver der skal løses i det virkelige liv ikke normalt kun ledsages af de oplysninger der skal

bruges. Opgaverne kan også mangle oplysninger, således at den studerende selv skal finde relevante oplysninger og selv tilvejebringe disse.

Virksomhedsbesøg: Der er ingen fysiske øvelser i kurset, men der gennemføres normalt et til to virksomhedsbesøg hvor teorien fra forelæsningserne opleves i praksis. Der aflægges også et besøg på vort galvanolaboratorium, hvor en række processer er klargjort til demonstration. Der metalliseres plast eller keramik, der forgyldes medbragte effekter etc. Vi får en snak, om hvor tyndt et guldlag kan være og stadigvæk ses. Vi får en snak om elektrokemien bag guldbadet, og vi får også nogle oplysninger om materialet guld. Der bliver gennemført et par hurtige kalkulationer over gulddets tykkelse efter få sekunder.

Elektrokemi, kemi, fysik, metallurgi og håndværk bliver en stund en fuldbyrdet enhed - og alle faggrænser forsvinder et øjeblik. Egentlig er det jo kun en demonstration af, at det der er indlært og gennemgået i studiet; men stoffet når desværre sjældent længere end det abstrakte plan, hvorfor det forbliver ikke operationel viden. Vi viser også, hvordan elektrokemien kan omdanne en ren kobber overflade til kobberoxid i alkalisk væske, og på samme tid holder vi et Pourbaix-diagram i hånden (termodynamisk diagram), der bekræfter det vi ser. De studerende får indblik i hvorfor en proces udføres på en speciel måde. Ideen med denne fremgangsmåde er, at man efterfølgende skal kunne betjene et sådant diagram som en selvfølgelighed og gøre sig nogle overvejelser over, hvordan et materiale egentlig vil opføre sig under forskellige procesbetingelser.

Der benyttes videofremvisning på kurset, i det omfang at underviseren skønner at det fremmer indlæringen omkring specifikke problemstillinger. Videosekvenserne er af 5-10 minutters varighed, og er fra virksomheder der producerer overfladebehandlede produkter. De korte videosekvenser er ofte gode til at sætte de studerende ind i de specifikke fagområder og kan bryde forelæsningsrutinen.

Eksamensform:

Eksamensformen er mundtlig med en forberedelsestid på 20 minutter efterfulgt af en eksaminationstid af samme varighed. Alle hjælpemidler er tilladt. Opgaven indeholder typisk 3-4 spørgsmål (se bilag 2), hvor den første kan besvares ved et simpelt opslag i bogen. Dermed er den studerende sat positiv i gang.

De næste to til tre spørgsmål fordrer at man kan kombinere viden fra flere kapitler og eventuelt fra andre fag såsom metallurgi. Typisk drejer opgaven sig om at vælge en belægning eller finde ud af, hvorfor en belægning ikke fungerer i en given situation. Opgaven kan eksempelvis ledsages af en skadet komponent eventuelt en skaderapport og en overfladeanalyse. Det er muligt, at resultatet intet siger; men det må man jo finde ud af, for analysemetoden er beskrevet i teksten hvad angår muligheder og begrænsninger. Den studerende skal således være i stand til kritisk, at vurdere den skade man ser, og på baggrund heraf anvende den viden, der er erhvervet i faget og eventuelle andre fag til at identificere et troværdigt løsningsforslag. Der er således ofte mere end en løsning på et problem.

Med denne eksaminationsform får vi et ganske godt indtryk af den studerendes overblik. Nogle kan jonglere med den viden der er indlært, andre kan kun citere det de har læst; men ude af stand til at applikere viden på den situation de befinder sig i. Der er således meget stor forskel på graden af operationel viden. Vi oplever generelt, at de studerende er trygge ved eksamensformen. Spørgsmålene er bygget op, så de ikke straffer den, der har et enkelt sort punkt; men i stedet afslører den der ingen overblik besidder. Eksamen fokuserer således på, om man kan anvende viden og skabe overblik, og gøre det man har lært operationelt. Evaluering af karakteren foretages efter 13-skalaen.

Evaluering af kurset og erfaringer:

Den typiske bemærkning ved de studerendes evaluering er, at kurset kræver en stor arbejdsindsats. Det er yderst sjældent, at vi ser kommentarer om, at man ikke er tilfreds med undervisningsformen. Fra flere studerende falder ofte en bemærkning om, at dette er det første fag, de har haft, der binder deres viden sammen. Der er ofte tilkendegivelser om, at der bør stilles flere opgaver. Kursusopgaverne kan i starten virke uoverskuelige for de studerende. Når de bliver fortrolige med opgaveformen synes de fleste at det er spændende, men svært selv at skaffe oplysninger og ikke mindst opdage at der mangler oplysninger.

Underviserens erfaring synes at vise, at de studerende via opgaver i undervisningen normalt finder ud af, hvordan man består eksamen. Det er undervisernes opfattelse, at de studerende hurtigt tror, at eksamensopgaver helst skal ligne det der normalt anvendes som øvelsesopgaver. Dette betyder jo reelt, at de studerende har fået den opfattelse, at opgaverne er vigtigere end teksten, og at man kan bestå, hvis blot nogle regnemetoder indlæres. Denne tendens er forsøgt undgået ved at gøre opgaverne komplekse og åbne. Opgaven skal således ikke kunne regnes ud på baggrund af andre lignende opgaver. Den studerende skal 'tvinges' til at få et overblik og en dybere forståelse for det faglige indhold.

Ressourcer:

Der er en ansvarlig underviser der deltager i samtlige forelæsninger. Derudover benytter kurset sig af eksterne forelæsere. Den kursusansvarlige bruger skønsmæssigt mellem 3-6 timer per forelæsning, inklusive forberedelsestid. Dertil skal påregnes omtrent 30 timer til retning af opgaverne på kurset.

Tidsforbruget ved eksamen omfatter omkring 50 timer til formulering af de cirka 20 opgaver.

Kontaktperson:

Lektor Per Møller, e-mail: pm@ipt.dtu.dk
Institut for Procesteknik, Danmarks Tekniske Universitet.

Bilag og andet:

For flere oplysninger om kurset henvises der til kursets hjemmeside:
<http://ipt.dtu.dk/~pm/80263/>

BILAG 1

Øvelsesopgave 1.

NB: Typisk opgave der udleveres med henblik på at teste, hvorvidt den tillærte viden er operationel:

Du er blevet ansat på en metalvarefabrik, der har fået en stor ordre på levering af forzinkede specialbolte til offshore anvendelse i Nordsøen. Der er altså krav om at levere den bedst tænkelige overfladebehandling.

Kunden har ikke specificeret nogen overfladebehandling; men forventer at din virksomhed kommer med et oplæg.

Ved ansættelsen har du fortalt, at du har gennemgået kurset Avanceret Overfladeteknologi, og produktionschefen har derfor overdraget dig opgaven vedrørende overfladebehandling.

Fra en ældre kollega får du den advarsel, at tykke metalbelægninger kan give toleranceproblemer. Han oplyser at tolerancen på diameteren er 50 μm .

Boltene har en diameter på 14 mm og en længde på 10 cm og arealet er opmålt til 0,58 dm².

Du er blevet anmodet om at komme med et forslag til overfladebehandling, specificere forbehandling og proces, samt vurdere omkostningerne ved overfladebehandlingen med henblik på en professionel vurdering af tilbudene, der senere skal indhentes.

1. Hvilke oplysninger mangler du for at kunne begynde din vurdering.
2. Specificer udstyr, proces, herunder forbehandling. Begrund dine valg.
3. Foretag en økonomisk vurdering af de variable omkostninger (zink og energi). Det kan oplyses, at prisen på anodezink er 10 kr./kg og elprisen er 0,9 kr./kWh.

Kommentar: Der er kun meget få, der kan løse denne type af opgaver første gang. Jeg har en teori om, at man via opgaverne kan opøve de studerende til at læse lærebogsteksten mere effektiv. – Man begynder at opdage, hvad der er vigtigt i en tekst, og hvad der er mindre vigtigt i forhold til det, der er målet med kurset.

BILAG 2

Eksempel på eksamensopgave i Avanceret Overfladeteknologi 80263.

En bilfabrik har besluttet at fremstille navkapsler og kølegitter i sprøjtetøbt kunststof på én af de nye modeller med henblik på senere elektrolytisk udfældning af metal på kunststof overfladen; idet man ønsker et metallook og samtidig gøre bilen lettere af miljøhensyn (*mindre brændstofforbrug*).

Spm 1. Forklar princippet (procestrinene) i metalbelægning af kunststof.

I nærværende case har man valgt følgende opbygning af laget.

- kemisk nikkel 0,5 micron
- kobber 30 micron
- halvglansnikkel 12 micron
- glansnikkel 8 micron
- mikrorevnet krom 1 micron.

Spm 2. Gør rede for funktionen af de enkelte lag, hvorfor er kobberlaget specielt specificeret til 30 micron (normal tykkelse 20 micron).

Efter den første vinterperiode modtager bilfabrikken en række reklamationer over, at belægningen danner blærer i områder, hvor der er opstået dybe ridseskader i form af stenslag.

Spm 3. Forklar årsagen til denne opblæring.

Spm 4. Giv forslag til løsning af problemet.

Kommentar: De to første spørgsmål kan umiddelbart besvares, hvis man har læst teksten og kan finde rundt i bogen, dog kræver spørgsmål 2 sidste del, at man opdager, at en navkapsel kan blive varm, når bilen bremses og et kølegitter ligeså under ekstreme forhold – *kobberlaget optager således forskelle i udvidelseskoefficienten mellem kobber og plast.*

– Spørgsmål 3 kræver, at man har forstået fagområdet korrosion og indser problemstillingen. Klokkerne bør ringe da ordet vinter nævnes (*salt på vejene*); men det skal forklares hvad der sker. Sidste spørgsmål kræver, at man har forstået korrosionslære noget dybere (*vælg et andet materiale*) og har et godt overblik over bogen (*kan materialet påføres*). Hvis man ikke samtidig har forstået problemet og har overblik, må man opgive her. Det gør normalt 75%.

P.S. Opgaven har sin oprindelse i det virkelige liv hos en svensk bilfabrik og kostede koncernen dyrt!!!

2 Digitalteknik – Danmarks Tekniske Universitet Sydsjælland.

Integration af teori og praksis, opgaver før teori, gennemgående eksempel, gruppearbejde og indlæring gennem praktisk arbejde.

Mål og begrundelser for valg af metode:

Formålet med kursets undervisningsmetode er, at de studerende ikke skal lære teori for teoriens skyld men for at kunne løse praktiske problemer. De studerende skal motiveres til at lære teori, ved at der løbende stilles opgaver hvis løsning kræver en given teoretisk viden. De studerende skal hjælpes til at huske teorien ved straks at anvende den til praktiske konstruktioner. Ved løbende at flette teorien sammen med anvendelsen, er det meningen at den studerende hele tiden skal kunne se et formål med at lære teorien. Kurset har således som mål at de studerende skal:

- gives erfaring med praktisk konstruktionsarbejde og test
- forstå den anvendte teori bag konstruktionsarbejdet
- lære at angibe en problemstilling systematisk
- introduceres til CAE-værktøjer

Metoden med en praktisk konstruktion er valgt, for at vise at teorien kan anvendes til noget fra den studerendes hverdag, at der i praksis opstår problemer som ikke fremgår af teorien, og at det har konsekvenser hvorledes man designer.

Opgaverne i kurset skal skabe sammenhæng og mening i kurset. De studerende præsenteres derfor for et gennemgående eksempel som alle opgaver formuleres på baggrund af. Opgaverne illustrerer således ikke kun den teori, som de studerende præsenteres for på kurset, men har et samlet mål i form af en færdig konstruktion. Alle opgaver skal løses fornuftigt, for at den endelige praktiske konstruktion kan bygges. Den studerende animeres til ikke at sylte eller overspringe nogle opgaver, da en ny opgave normalt ikke kan påbegyndes før den forrige er løst.

Undervisningsform og forløb:

Kurset er et grundlæggende kursus i digitalteknik og er placeret på 1. og 2. semester i diplomingeniøruddannelsens elektroretning. Kurset er gennemført 5 gange under forskellige former. I denne beskrivelse svarer kurset omfangsmæssigt til 7½ ECTS points. Kurset består af 2 lektioner om ugen. De to ugentlige lektioner er typisk opdelt i almindelig forelæsning i den ene lektion og gruppearbejde i den anden.

Undervisningen er bygget op omkring et gennemgående eksempel som dækker hele pensum. Eksemplet deles op i så mange delopgaver, at der cirka bliver en til hver undervisningsuge. Holdstørrelsen er omkring 20-25 studerende, der er opdelt i 2- og 3-personers grupper. Det centrale teoristof gennemgås af underviseren ligesom der gives introduktioner til CAE-værktøjerne.

Underviseren giver en oversigt over eksemplet, opgaver og konstruktioner i den ene lektion, hvorefter de studerende løser opgaverne og udfører konstruktionerne i grupperne i ugens anden lektion. Underviseren retter opgaverne og checker konstruktionerne. Hvis opgaverne er forkert eller utilfredsstillende løst, må de studerende arbejde videre med dem, indtil de kan godkendes. Teoriundervisningen foregår på grundlag af en standard tekstbog i digitalteknik. Desuden er der udarbejdet noter, hvori et eksempel, svarende til det de studerende skal arbejde med, gennemgås på samme måde, og hvori opgaver mm. findes.

Undervisningen planlægges tidsmæssigt, så der hver uge stilles en delopgave fra eksemplet og gennemgås den teori som måtte kræves til løsning af delopgaven. Sideløbende hermed arbejdes med introduktion af CAE-værktøjer og praktisk implementering af elopgaverne.

Undervisningsforløbet begyndes med en analyse, opstilling af kravspecifikationer og nedbrydning af eksemplet i delelementer. Undervejs designes, simuleres, dokumenteres, konstrueres og testes alle delelementer. Undervisningsforløbet afsluttes med at delkonstruktionerne samles til en prototype der afprøves.

Undervisningen er beskrevet i en undervisningsplan (se bilag 3) der til hver uge angiver:

- hvilken tekst der skal læses i lærebogen
- hvilke CAD værktøjer der evt. introduceres
- hvilken del af eksemplet i noterne der skal arbejdes med
- hvilken opgave der skal løses
- hvilken konstruktion der eventuelt skal udføres

Eksamensform:

Undervisningsformen har været gennemført med to eksamensformer. Oprindeligt blev kurset godkendt på grundlag af de afleverede opgaver og den fremstillede konstruktion. Dette fungerede udmærket i forhold til de studerendes indsats, da denne lå over middel. Men på grund af et overordnet ønske om individuel karaktergivning efter 13-skalaen, af hensyn til den samlede studieplan, er formen ændret til en mundtlig gruppeeksamen med censor.

De studerende skal til brug for eksamenen udfærdige en afsluttende rapport på omkring 10 sider. Rapporten udarbejdes på baggrund af de studerendes opgaver og konstruktioner i løbet af semesteret.

Eksamenen afholdes med udgangspunkt i den afsluttende rapport, opgavebesvarelser og konstruktion. Gruppen fremlægger først kort deres arbejde. Derefter stilles der spørgsmål til den enkelte studerende med udgangspunkt i det skriftlige arbejde, men ikke nødvendigvis begrænset hertil. Den samlede eksamination tager omkring ½ time per hold. Herudover skal underviseren bruge cirka 1 time per hold til forberedelse og gennemlæsning af rapporten.

Ressourcer:

Lærerbekæmpelsen ved denne undervisningsform svarer til et tilsvarende kursus med normal tavleundervisning og øvelsesopgaver. Hertil kommer 1 – 2 ugers forberedelse og planlægning inden kurset afvikles første gang.

Undervisningen kræver omtrent 100 læretimer alt i alt på kursets første semester. Det andet semester er dette tal lidt højere, i forbindelse med afholdelse af eksamen.

Undervisningen foregår i et integreret undervisningslaboratorium, hvor hver gruppe har sin egen måleopstilling på en rullereol som kan køres frem, når der skal arbejdes med praktiske konstruktioner. Dette er en fordel men intet krav.

Evaluerings af kurset og erfaringer:

Der er foretaget mundtlig midtvejsevaluering og skriftlig slutevaluering af kurset. Ved midtvejs-evalueringen første gang kurset blev afviklet, udtrykte de studerende frustration over, at de ikke

kunne overskue processen, og at opgaverne var for vagt definerede. På baggrund heraf blev noterne udvidet, og de første opgaver hvori kravene til konstruktionen skal præciseres blev mindre åbne. Ved slutevalueringerne udtrykker de studerende typisk, at de har lært meget, men at kurset kræver en stor arbejdsindsats. Da kolleger ligeledes klagede over, at de studerende brugte for meget af deres tid på dette kursus, blev kurset i forbindelse med tilføjelse af noget mere stof strakt over to semestre.

De studerende bliver ofte overraskede, over den hastighed hvormed kurset skrider frem, og over den selvstændige indsats der forventes. Men erfaringerne med undervisningsmetoden viser, som de studerende selv udtrykker det, at den giver en stor indlæring. Kontakt med de studerende senere i studiet indikerer imidlertid at de studerende på de første hold - de som oplevede en stor frustration i begyndelsen af kurset - har opnået en bedre forståelse af stoffet end dem fra de senere hold.

Den nuværende eksamensform fungerer ikke helt tilfredsstillende, da det omfattende og rettede materiale ikke er velegnet som grundlag for en mundtlig evaluering. Hvis der kræves en evaluering med karakterer i forbindelse med undervisningsformen, kunne en løsning være at give delkarakterer for de afleverede opgaver og konstruktioner undervejs, og så herudfra beregne den endelige karakter.

Kontaktperson:

Hans Peter Christensen, e-mail: hpc@cdm.dtu.dk

Center for Didaktik og Metodeudvikling, Danmarks Tekniske Universitet.

Bilag og andet:

Den her beskrevne undervisningsmetodik er anvendt konsekvent i et par lærebøger beregnet til undervisning på HTX:

H.P. Christensen: Anvendt elteknik, Bind 1 og 2, Teknisk Forlag 1994 og 97.

BILAG 3

Principielt kursusforløb opdelt i uger:

1. semester

- Eksempel: Analyse af en slibeautomat til islibning af brilleglas i brillestel
Opgave: Produkt- og procesanalyse af en vaskemaskine
Eksempel: Beskrivelse af den slibeautomat som vil blive gennemgået
Opgave: Funktionsbeskrivelse af den vaskemaskine som ønskes styret
Eksempel: Opdeling af slibeautomaten i 4 blokke (strobe, tids-, sekvens- og aktuatorstyring)
Opgave: Opdeling af vaskemaskinen i 4 tilsvarende blokke
Konstruktion: Opstilling der kan simulere signalerne fra vaskemaskinens knapper og sensorer
CAE-intro: Diagramtegning
Opgave: Blokdiagram
Teori: Kombinatorisk logik, sandhedstabel
Eksempel: Funktionsudtryk (logisk udtryk) for den enkelte aktuator
Opgave: Funktionsudtryk for aktuatorstyringen
Konstruktion: Opstilling der kan vise signalerne til vaskemaskinens motorer, pumper, ventiler
Teori: Boolsk algebra, Karnaughkort
Eksempel: Fra funktionsudtryk til logiske gates
Opgave: Reduktion af logiske udtryk og gateimplementering af aktuatorstyringen
Teori: Digitalelektronik
Eksempel: Diagram og styklister for aktuatorstyringen
Opgave: Dokumentation til aktuatorstyringen
Konstruktion: Opbygning af aktuatorstyringen på breadboard
CAE-intro: Digital simulering
Opgave: Simulering af aktuatorstyringen
Konstruktion: Opbygning af aktuatorstyringen med wire wrap
Teori: Sekventiel logik, registre, tællerkredsløb
Eksempel: Tidsstyring
Opgave: Timer
Opgave: Simulering af timerkredsløb
Konstruktion: Opbygning af timer på breadboard
Konstruktion: Opbygning af timer på hulprint

2. semester

- Eksempel: Strobebetingelser – dvs. betingelser for at sekvensstyringen skal skifte tilstand
Opgave: Strobekredsløb
Teori: Programmerbare logiske kredse (PLD'er)
CAE-intro: Programmering og test af PLD'er
Opgave: PLD programmering af strobekredsløbet
CAE-intro: Simulering af PLD'er
Opgave: Simuleringsmodel for strobe-PLD'en
Teori: Tilstandsmaskiner 1
Eksempel: Tilstandsdiagram og overgangstabeller for programstyringen
Opgave: Tilstandsdiagram for programstyringen
Konstruktion: Brænding og afprøvning af strobe-PLD'en
Teori: Tilstandsmaskiner 2
Eksempel: Tilbagekoblingssignaler for programstyring og implementering med FlipFlop

Opgave: FlipFlop-implementering af den overordnede løkke i programstyringen
Konstruktion: Opbygning af strobekredsløbet på hulprint
Opgave: Simulering af den overordnede løkke
Teori: Sekventielle kredsløb med PLD'er
Opgave: PLD-implementering af den underordnede løkke i programstyringen
Konstruktion: Opbygning af den overordnede løkke på breadboard
Opgave: Simulering af den underordnede løkke
Opgave: Samlet dokumentation til programstyringen
Konstruktion: Brænding og afprøvning af programstyrings-PLD'en
Opgave: Samlet simulering
Konstruktion: Opbygning af den samlede programstyring med wire-wrap
Opgave: Sammenkobling/samlingstegning – samlet dokumentation
Eksempel: Testspecifikationer
Opgave: Opstilling af testspecifikationer
Konstruktion: Samling
Opgave: Slutafprøvning

3 Forbedring af præsentationsteknikker - Center for Communications, Optics and Materials (COM), Danmarks Tekniske Universitet.

Seminarer, studenteraktiv undervisning, teori og teknik med udgangspunkt i generelle ph.d. forskningsområder og præsentationsteknikker.

Mål og begrundelse for valg af metode:

Kurset 'Forbedring af præsentationsteknikker' afholdes ved COM. Kurset har været afholdt tre gange og er oprettet med henblik på at forbedre de studerendes evner til at præsentere videnskabelige forskningsresultater.

Målene med kurset er at:

- udvikle evnen til at uddrage det essentielle fra videnskabelige artikler.
- træne de studerendes mundtlige præsentationsfærdigheder.
- producere og evaluere videnskabelige artikler.
- træne de studerende i at skrive videnskabelige artikler på engelsk til (internationale) tidsskrifter.
- træne de studerende i at øve konstruktiv kritik af kollegaers videnskabelige arbejde.

De studerende skal, gennem gensidig konstruktiv kritik, skrive udkast til eller en færdig artikel til et valgt tidsskrift. Målet er at den færdige artikel skal sendes til optagelse ved et relevant tidsskrift. Artiklens endelige kvalitet vil dog realistisk bestemme, om dette bliver tilfældet. Artiklen skrives på baggrund af en tilknyttet ph.d.-studerendes forskningsområde. Den ph.d.-studerende bliver således ekstern vejleder og leverandør af grundforskningsmateriale til artiklens brug. Ved at inddrage instituttets egne ph.d.-studerende sikres emnernes aktualitet. En mulig positiv effekt af at præsentere de aktuelle emner, kan også blive et bedre videnskabeligt miljø på instituttet.

Undervisningsform og forløb:

Kurset varer et semester med varierende fremmøde. Kurset tæller 7,5 ECTS point og henvender sig primært til studerende sidst i uddannelsen. Holdene er små og har indtil videre bestået af maksimum fem studerende. Flere studerende vil formentlig kræve en opsplitning i flere hold. For at opnå ovenstående mål, skal de studerende gennemgå og lære forskellige undervisnings- og arbejdsformer. Dette deler kurset i tre overordnede temaer:

- Seminar
- Resultatforberedelse
- Udfærdigelse af artikel

Kurset starter med en generel introduktion. Ved det første fremmøde skal de studerende vælge sig et emne blandt de 5-6 fremlagte emner. Emnerne baseres på forskningsmateriale fra instituttets egne ph.d.-studerende. Når de studerende har valgt emnet tildeles de den relevante ph.d.-studerende som ekstern vejleder.

Et krav til de fremlagte emner er at de ikke kræver videre forskning og udvikling af nye metoder fra de studerende. Emnerne skal kunne bearbejdes og gennemgås med eksisterende analyseredskaber.

Kurset er på et fagligt højt niveau, hvor de studerende får mulighed for at arbejde med ph.d.-emner under opsyn af den ansvarlige ph.d.-studerende og med allerede eksisterende analysered-

skaber. Den studerendes opgave er således ikke at udvikle på emnerne på egen hånd, men primært at bearbejde og præsentere dem i en form der skal munde ud i en artikel.

Fase 1: Seminar:

Seminardelen varer 3-4 uger og kræver to ugentlige fremmøder. I denne del koncentrerer kurset om at uddrage relevante data af videnskabelige artikler, mundtlige præsentationsteknikker og konstruktiv kritik.

Da denne del af kurset hviler på inddragelsen og forberedelsen af materiale fra de studerende forudsætter det at de studerende:

- laver to mundtlige fremlæggelser af to artikler.
- forbereder fem spørgsmål til hver præsentation fra de andre studerende.
- deltager i den efterfølgende diskussion.
- evaluerer de andre studerendes præsentationer.
- laver en endelig evaluering af kursets seminardel.
(maksimum 1 A-4 side som også sendes til underviseren).

Gennem øvelser samt diskussion og kritik fra de øvrige kursusedtagere er det meningen, at de studerende skal forbedre deres præsentations- og formuleringsevner. De færdigheder de her lærer, skal i udgangspunktet kunne bruges ved præsentation af eksempelvis kommende eksamensprojekter, artikler og foredrag. Der dannes her tillige det teoretiske fundament, til den artikel som de studerende skal skrive.

Hver studerende skal forberede en mundtlig fremlæggelse af to artikler i løbet af kurset. De relevante artikler bliver valgt af underviserne og relaterer sig til den studerendes valg af emne. Der afsættes omkring 30 minutter til hver præsentation, efterfulgt af cirka 30 minutters spørgsmål og diskussion mellem underviserne og de deltagende studerende.

Diskussionen hviler primært på de studerendes spørgsmål. Hver studerende skal til hver fremlæggelse formulere 5 spørgsmål til foredragsholderen. Disse skal efterfølgende sendes til underviserne som derefter samler spørgsmålene sammen.

Til slut diskuteres og gennemgås kort eventuelle forslag til forbedringer ved fremlæggelsen. Evalueringen hviler hovedsagelig på de studerende. Fem positive og fem negative kommentarer til forbedring skal formuleres efter hver præsentation. Disse sendes også til underviserne der samler og redigerer spørgsmålene.

Fase 2: Resultatforberedelse:

Forberedelsesfasen varer omkring 3-4 uger. Denne anden fase skal udmunde i præsentable data til brug for artiklen. De studerende forventes i denne fase at:

- forberede en kort status præsentation af deres emne til hvert møde.
- planlægge arbejde med brug af computerberegninger på en systematisk og fokuseret måde.
- arbejde med visualiserings (grafik) programmer for præsentation af emnet.
- ende med de nødvendige figurer og tabeller til brug for artiklen.

Der foregår minimum et fælles fremmøde om ugen. Den individuelle kontakt mellem de studerende og vejleder er dog ofte hyppigere. Forberedelsesfasen indeholder dels fælles præsentationer af edb-programmer og teknikker, dels individuelle fremmøder baseret på de studerendes valg

af emne. De studerende skal i denne fase lære at bearbejde deres materiale matematisk og grafisk. De fleste edb-programmer er udviklet på instituttet og til brug for specifikke emner.

Den gensidige diskussion og udvikling af resultaterne medfører ofte at de studerende bidrager med nye og originale illustrationer. Gennem præsentation af egne resultater overfor de øvrige kursusedtagere forbedres de studerendes præsentationsteknikker også yderligere.

Fase 3: Udfærdigelse af artikel:

Kursets tredje og sidste del strækker sig over resten af semesteret. De studerende skal her lære at skrive deres artikel. Fase tre bliver således en form for opsamling af faserne 1 og 2. Det forventes af de studerende, at de i denne fase bidrager med gradvise forbedringer til artiklen, og at de skriver første del af den nødvendige tekst til artiklen. Derudover skal de studerende deltage i arbejdet med løbende at forbedre teksten og den nødvendige dokumentation for publicering i det valgte tidsskrift. Hvis det endelige resultat tillader det, skal den færdige artikel sendes til det udvalgte tidsskrift.

Konkret udmønter det sig i følgende fire faser:

- først formes strukturen til artiklen, og et passende tidsskrift til emnet findes.
- dernæst finpudses strukturen.
- efter at strukturen er fastlagt, skal der gradvist tilføjes tekst på strukturen.
- den resterende tid skal bruges til gradvise ændringer og tilpasninger.

Det vil ikke være alle, der når et endelig resultat i form af en færdig artikel. Det tilstræbes at frembringelsen af artiklen sker under løbende gensidig kritik fra de tilknyttede ph.d.- studerende, underviserne og de andre kursusedtagere.

Eksamensform:

Der afholdes ikke eksamen i traditionel forstand. Der er ingen endelige prøver, og der bliver ikke givet karakterer. Efter endt kursus vurderes de studerende til at have bestået, henholdsvis ikke at have bestået kurset.

De studerende vurderes på baggrund af deres arbejdsindsats i forbindelse med kurset samt den endelige artikel. De studerendes arbejdsindsats inkluderer aktiv deltagelse i alle kursets faser og deres bidrag til konstruktiv kritik af de andre studerendes artikler, og artiklen har således status af en slags eksamensrapport.

Den samlede tid til behandling af de emner der ligger til grund for eksamen er svær at fastsætte, da det varierer fra emne til emne. Et samlet tidsforbrug til eksamen er ligeledes svært at fastsætte. Dels foretages vurderingen løbende, da den studerende beskæftiger sig med samme emne hele semesteret. Dels afhænger den endelige artikelskrivning også af den studerendes bidrag til emnet i løbet af semesteret. Nogle emner er således vel gennemarbejdede allerede inden kursets afslutning, mens andre bidrag først antager deres endelige form sidst i semesteret.

I tilfælde af at den endelige artikel ikke er helt færdig ved kursets afslutning, vurderes de studerende på det foreliggende udkast.

Ressourcer:

Kurset forestås af en kursusansvarlig lektor og minimum to ph.d.-studerende. Disse har både status af undervisere og vejledere. Lærebekæmpelsen, omregnet i timeantal, inklusive forberedelse, retning og gennemlæsning af papers, vejledning og undervisning, er skønsmæssigt fordelt som:

- lidt over 15 timer om ugen for den kursusansvarlige lektor. I dette er tiden til eksamen inkluderet, da meget af denne foregår løbende i kurset.
- mellem 8-10 timer ugentligt for hver af de tilknyttede ph.d.-studerende.

Til ovenstående tal knytter der sig den kommentar, at emnerne for kurset hentes fra allerede eksisterende forskningsprojekter.

Det materielle ressourcekrav begrænser sig til adgang til EDB samt instituttets egne softwareprogrammer.

Evaluerings af kurset og erfaringer:

Kurset benytter sig af delevalueringer. Efter hver fase evalueres kurset, dog sker det ofte at evalueringen i fase tre bortfalder på grund af tid- og arbejdspresset.

Den interne evaluering er central for kurset, idet det fra den kursusansvarlige vejleders side tilstræbes løbende at ajourføre og forbedre kurset. Ændringsforslag, konstruktiv kritik og nye ideer fra studerende såvel som undervisere, er således en essentiel del af kurset.

De studerendes evalueringer af kurset kan indtil nu sammenfattes som følgende:

- Kurset vurderes som meget arbejdskrævende, men også meget lærerigt og motiverende. Dette er i øvrigt også sammenfaldende med vejledernes vurdering.
- Det er ofte således at den gensidige kritik af præsentationerne indledningsvis føles hård, men også at den værdsættes fra de studerendes side, i takt med at kursusdeltagerne lærer hinanden bedre at kende.
- Sammenlignet med traditionelle forelæsninger vurderer de studerende kurset til at være langt mere givende, fagligt såvel som pædagogisk. Den tætte kontakt til underviser og vejledere fremhæves også som et motiverende og positivt træk.

Derudover har de mange tilknyttede ph.d.-studerende betydet en styrket gensidig faglig kontakt, hvilket igen fremhæves som en positiv effekt på det videnskabelige miljø på centeret.

Kontaktperson:

Professor Anders Bjarklev, e-mail: ab@com.dtu.dk.

Center for Communications, Optics and Materials, Danmarks Tekniske Universitet.

Bilag og andet:

Kurset har foreløbig resulteret i en optagen artikel i tidsskriftet IEEE, 'Journal of Quantum Electronics'. Derudover venter fire artikler på at blive vurderet.

4 Fundamental Elektronik og Mekanisk Design – Danmarks Tekniske Universitet Sydsjælland.

Indlæring gennem praktisk arbejde, gruppearbejde og teorievaluering gennem tværfagligt projektarbejde.

Mål og begrundelser for valg af metode:

Kurserne 'Fundamental Elektronik' og 'Mekanisk Design' er placeret på 1. semester på diplomingeniøruddannelsens elektro- henholdsvis maskinretning. De to kurser er delvist integrerede i den forstand, at de studerende på de to retninger følger hver deres kursus, men at der i løbet af kursusforløbene samarbejdes på tværs af kurserne i projektarbejdet.

Baggrunden for udvikling af undervisnings- og evalueringsformen er, at intensiv eksamenslæsning til en mundtlig eller skriftlig eksamen som regel ikke giver viden der huskes ret længe. Traditionelle øvelses- og eksamensopgaver giver ikke forståelse og overblik, højst en beregningskompetence som ofte ikke kan anvendes i praksis fordi den er opnået ved brug af urealistiske opgaver med kendte og entydige løsninger. Undervisningen i disse to kurser er derfor baseret på den studerendes evne til at anvende den læste teori i forbindelse med realistiske, åbne og tværfaglige problemstillinger. Teoriforelæsninger suppleret med gruppeaktiviteter og et afsluttende projektarbejde skal sætte fokus på den studerendes forståelse af teorien i en bredere ingeniørmæssig sammenhæng. Desuden arbejdes med mange elementer der formodes at give ingeniørmæssig kompetence ud over ren viden og beregningsfærdigheder. Formålet med undervisningsmetoden er således at:

- give den studerende forståelse af stoffet.
- give den studerende sammenhæng og overblik.
- lægge en grund for den studerendes ingeniørkompetence.
- udvikle den studerendes selvstændighed, samarbejdsevne og kreativitet.
- opøve den studerendes formidlingsevner.
- forberede den studerende på samarbejde på tværs af faggrænser.

Undervisningsform og forløb:

Det integrerede kursusforløb er afholdt en gang for 1. semester studerende, men formen er anvendt senere i uddannelsesforløbet. Kurserne strækker sig over to semestre og har et omfang på hver 15 ECTS points for Elektrokurset og 12½ ECTS point for Maskinkurset. Der deltager i alt 30 studerende, 18 elektronikstuderende og 12 maskinstuderende.

Undervisningsmetoden, hvor traditionelle forelæsninger kombineres med gruppeaktivitet, anvendes med henblik på at sammenbinde en række teorimoduler på et semester. I stedet for separate traditionelle eksaminer gennemføres der et fælles skræddersyet 4-ugers projekt, som dækker alle centrale dele af teorien i de involverede teorimoduler. Teorigennemgangen er ikke som sådan afhængig af projektet, men projektet bliver forberedt i løbet af semesteret ved at gruppeaktiviteterne tager udgangspunkt i projektemnet. I modsætning til normalt, hvor teorien styrer valg af opgaver, er det anvendelsen - dvs. projektet - der styrer valg af opgaver og øvelser, så disse bliver en sammenhængende og fremadløbende optakt til projektet. Således undgås løsrevne opgaver og øvelser, dog uden at anvendelsen overtager styringen med teoriundervisningen.

De to kursers forløb og tværfaglige projektsamarbejde er illustreret i skemaet nedenfor:

Uge	E studerende		M studerende
1	Kredsløbsteori 1 ElKomponenter Gruppearbejde		(½) Styrkelære 1 Grafisk Kommunikation 1 Gruppearbejde
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8	Elektronik 1 Digitalteknik 1 Gruppearbejde	Projekt opstart	(½) Styrkelære 1 Grafisk Kommunikation 2 Gruppearbejde
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17	Tværfagligt projekt		
18			
19			
20			

Tabel 1: Organisering af skema for elektro- og maskinretningen.

Begge kurser består af 3 elementer: **Teoriforelæsninger**, **gruppeaktiviteter** og det **tværfaglige projekt**. Kurserne starter med almindelige forelæsninger samt gruppearbejde i studiegrupper på 5-6 studerende inden for hver retning. Teoriforelæsningerne og gruppeaktiviteterne gennemføres i løbet af en 14-ugers undervisningsperiode.

Midt i undervisningsperioden dannes tværfaglige projektgrupper og det afsluttende tværfaglige projekt startes. I anden halvdel af semesteret vil en del af den afsatte tid til gruppeaktiviteter derfor også omfatte projektarbejde i de tværfaglige grupper. Fordeling af tiden mellem de interne studiegrupper på holdet og de tværfaglige projektgrupper administreres af de studerende selv.

Efter undervisningsperiodens afslutning arbejder de studerende med projektet i de sidste 4 uger af semesteret. Efter projektperioden afholdes en mundtlig evaluering når eksaminatorer og censorer har læst rapporterne.

Teoriundervisningen: afvikles som traditionelle forelæsninger. Der indgår 4 teorimoduler i 'Fundamental Elektronik': Kredsløbsteori 1, Elkomponenter, Elektronik 1 og Digitalteknik 1. Modulerne afvikles sideløbende to og to. I første halvdel af semesteret afvikles således de to første teorimoduler og i anden halvdel de to sidste. Til hvert modul er der afsat 2 dobbeltlektioner om ugen. De elektrostuderende har således 4 dobbelttimers teoriundervisning om ugen.

I 'Mekanisk Design' indgår der 3 teorimoduler: Styrkelære 1 med et omfang af 1 dobbeltlektion om ugen i et semester, og Grafisk Kommunikation 1 og 2, begge med et omfang af 2 dobbeltlektioner om ugen i et halvt semester. De maskinstuderende har således 3 dobbelttimers teoriundervisning om ugen.

Gruppeaktivitet: Til gruppeaktiviteter er der afsat cirka halvdagen dag per uge. Gruppeaktiviteterne omfatter opgaveregning og øvelser. En del af øvelserne arbejder hen i retning af det senere projektarbejde, dog uden en egentlig påbegyndelse af selve projektet.

De studerende introduceres til gruppe- og projektarbejdsformen, rapportskrivning og CAD-værktøjer. Desuden forberedes og startes projektet med udarbejdelse af tids- og arbejdsplaner.

I forlængelse af den overordnede målsætning om en styrkelse af de studerendes selvstændighed, lærerstyres gruppeaktiviteterne kun i begrænset omfang. Den afsatte tid til gruppeaktiviteter fordeles således ikke på forhånd på aktiviteter og lærere. Der afholdes møde mellem underviserne hver uge. Her reserveres der løbende tid til aktiviteter ud fra de studerendes aktuelle behov. De aftalte mødetidspunkter meddeles de studerende per e-mail.

Projektarbejdet: Midt i semesteret starter det tværfaglige projektarbejde. Projektarbejdet udføres i projektgrupper med 3-4 elektrostuderende og 2-3 maskinstuderende. Projektet og arbejdsdelingen er tilpasset således, at de elektrostuderende skal løse elektrotekniske problemer og de maskinstuderende skal løse mekaniske problemer.

For at de studerende skal få det fulde udbytte af et projektarbejde, er det vigtigt ikke kun at fokusere på det faglige men i lige så høj grad på projektprocessen. Kun ved at arbejde med processen kan alle de egenskaber som er vigtige for ingeniørkompetence, ud over selve den faglig viden, opøves. Processen inddrages derfor i bedømmelsen af projektet, og gruppen skal føre en projektdagbog, hvor alle planer, aftaler mm. indføres.

Projektoplægget udleveres til de studerende midt i semesteret når projektgrupperne er dannet. Af hensyn til den praktiske gennemførelse af projektet (hjemkøb af komponenter og fremstilling af mekaniske dele) bør projektarbejdet være aktivt påbegyndt inden en eventuel eksamensperiode og den 4 uger lange projektperiode. Således bør problemafgrænsning, opgavedeling og tidsplanlægning som et minimum foreligger ved projektperiodens start.

Til hver projektgruppe knyttes en elektro- eller maskinlærer som egentlig projektvejleder. Til den rent faglige vejledning anvendes underviserne i de tilknyttede teorimoduler. Desuden tilknyttes en vejleder med særlige forudsætninger for gruppe- og projektarbejde samt rapportskrivning. De studerende har mulighed for at trække på en del forskellige vejledere med forskellige kerneområder. Der er dog kun knyttet en egentlig projektvejleder direkte til gruppen.

Undervisernes rolle fordeler sig på forskellige funktioner i løbet af kurset. Udover de traditionelle forelæsninger, deltager underviserne også efter behov i de studerendes gruppeaktiviteter. Desuden varetager underviserne rollen som vejledere under projektfasen.

Optakten til projektet er styret af underviserne, men ansvaret overlades til de studerende i selve projektfasen, så den udvikling af personlige egenskaber der sker gennem projektarbejde ikke tabes.

Eksamensform:

Eksamensformen adskiller sig fra traditionelle eksamensformer ved dels at de studerende evalueres på baggrund af et projektarbejde, og dels at de evalueres på tværs af faggrænser. Der gives individuel karakter efter 13-skalaen.

Da det tværfaglige projekt skal bruges til at evaluere en given teori, stilles der visse, afgrænsende, krav til projektets emne og udførelse. Projektet skal dække de centrale dele af stoffet i den gennemgåede teori på kurset. Der sættes derfor krav til de studerendes behandling af emnet, således at projektet ikke kan gennemføres uden anvendelse af denne teori.

Konstruktion af en vindmåler

I et moderne højteknologisk samfund er der ofte behov for at få informationer, om hvordan vinden opfører sig. Umiddelbart falder tanken på at meteorologer har brug for at vide noget om vindens retning og hastighed på udvalgte steder, når de skal forudsige vejret. Andre kan have brug for at vide noget om vinden til andre formål – f.eks. hvornår det er for farligt at køre over en bro, fordi man risikerer at blive blæst i vandet, eller om en hastighedsrekord ved et atletikstævne ikke kan anerkendes fordi der har været for stor medvind.

Hvor vindmåleren skal bruges, og hvad måleresultaterne skal bruges til, er op til gruppen selv at definere, men følgende betingelser er på forhånd lagt fast:

Målingen skal foretages med strainingauges uden drejelige dele.

Minimumskrav: Vindhastigheden skal kunne måles i en vilkårlig vandret retning. Såvel den aktuelle vindhastighed som middelværdien skal bestemmes. Det er valgfrit om vindretningen skal bestemmes.

Der skal fremstilles en prototype.

Problemafgrænsning: Opgaven skal præciseres – dvs. ud over vindmålerens anvendelse f.eks. krav til mekaniske dimensioner, materialevalg, hastighedsinterval, målenøjagtighed og metode til visning af resultat.

Arbejdsdeling: De E-studerende står for elektronikken og de M-studerende står for den mekaniske konstruktion inkl. kabinet til elektronikken. Grænseområderne bliver montering af strainingauges på den mekaniske konstruktion og montering af elektronik i kabinettet.

Arbejdsdelingen, såvel mellem E- og M-studerende som en evt. underopdeling, skal klart fremgå af projektdagbogen. Dette gælder også hvis ansvaret for forskellige dele af rapporten uddelegeres.

Figur 1: Sammendrag af projektformulering i kurserne 'Fundamental Elektronik' og 'Mekanisk Design'.

Projekttopgaven bedømmes dels på grundlag af rapporten, projektdagbogen og konstruktion og dels på grundlag af en mundtlig eksamen. Det afsluttende projekt bedømmes med individuel karakter under medvirken af en censor.

De studerende får på forhånd oplyst, hvilke elementer der indgår i bedømmelsen, og for hvert element præciseres hvad det omfatter, hvad der lægges vægt på og hvilket grundlag det bedømmes på.

Indhold	50 %
Fagligt niveau	
Projektgennemførelse	
Formidling	50 %
Rapport	
Prototype (konstruktion)	
Præsentation (mundtlig fremlæggelse)	

Det faglige niveau bedømmes i relation til de teorimoduler, der er i det kursus, som projektet afslutter for henholdsvis elektronik- og maskinstuderende. Dette bedømmes på grundlag af rapporten og den mundtlige fremlæggelse.

Projektgennemførelsen omfatter punkter som problemafgrænsning, opdeling, planlægning, løsningens strukturering, metodik, kreativitet og løsningens egnethed i henhold til problemformuleringen. Der bedømmes på grundlag af projektdagbogen og rapporten.

Rapportens disponering og form bedømmes på baggrund af de retningslinier herfor som er beskrevet i "Grundlæggende gruppearbejde, projektarbejde og rapportskrivning". Formen omfatter såvel sproglig formulering som layout.

Ved bedømmelse af **prototypen** lægges vægt på de hensigter og ideer, der ligger bag den praktiske implementering af den teoretiske løsning.

Ved bedømmelse af **præsentationen** lægges vægt på dennes planlægning, struktur og gennemførelse.

Figur 2: Bedømmelsesgrundlag i kurserne 'Fundamental Elektronik' og 'Mekanisk Design'.

Til stede ved den mundtlige fremlæggelse er projektvejlederen, en vejleder fra den anden fagretning, særvejlederen i gruppearbejde og rapportskrivning, en elektrocensor og en maskincen-

sor. Gruppen foretager først en samlet fremlæggelse, hvorefter der er spørgsmål. Det er en vanskelig og krævende proces at bedømme flere elementer særskilt og give individuelle karakterer, især når eksaminatorerne udskiftes i større eller mindre grad. Der bør derfor holdes et formøde hvor alle projekterne diskuteres for at sikre et ensartet niveau. Det skal ligeledes sikres at censorerne er bekendte med eksamensmetoden og evalueringsgrundlaget. Det er vigtigt at håndhæve at elementerne bedømmes eksplicit, og at der ikke blot gives en karakter for det overordnede indtryk. Der gives derfor, internt under evalueringen, en separat karakter for de forskellige elementer, der til slut sammenfattes i en samlet karakter til den studerende.

Gruppen skal have en tilbagemelding om dens arbejde, og der skal der under evalueringen være tid til at tale med den enkelte studerende når der gives individuelle karakterer. Tilbage meldingen under selve evalueringen begrænses af tidsmæssige årsager til censors kommentarer. Vejlederen samler så gruppen på et senere tidspunkt og giver en fyldig kritik af projektet.

Ressourcer:

Der medvirkede 4 teoriundervisere i elektrokurset og 2 i maskinkurset. Disse undervisere og yderligere 3 maskinlærere stod for øvelses- og projektvejledningen sammen med særvejlederen i gruppearbejde og rapportskrivning.

Kursernes lærerbelastning svarer til traditionel undervisning. Teoriundervisningen medfører mindre lærerbelastning end normalt, da der ikke er opgaveregning og evaluering tilknyttet de enkelte teorimoduler. Til gengæld skal der afsættes tid til vejledning i forbindelse med gruppeaktiviteterne og projektet. Samlet bliver belastningen cirka 360 timer for elektrokurset og lidt mindre for maskinkurset. Hertil kommer afregning til censorerne.

Der er indrettet grupperum til de studerende udstyret med Pc'er og nødvendigt måleudstyr mm. De studerende sørger selv for al elektronikkonstruktion, men der er adgang til et maskinværksted med delvis betjening. Projektkonstruktionerne medfører et materialeforbrug på nogle få tusinde kroner per gruppe.

Evaluering af kurset og erfaringer:

Teoriundervisningen evalueres i de enkelte moduler på traditionel måde med mundtlige midt-vejsevalueringer og skriftlige slutevalueringer.

Projektarbejdet evalueres i projektgrupperne med fokus på introduktionen til projektet og opstarten, emnet, vejledningen og samarbejdet mellem elektro- og maskinstuderende. Resultatet fremlægges af grupperne i plenum til et evalueringsmøde, hvor samtlige undervisere og vejledere deltagere.

De studerende syntes, at de projektforberedende øvelser på elektroretningen var gode – til gengæld manglede der lidt introduktion på maskinretningen.

De studerende syntes, at emnet var godt. Nogle synes dog at der var for lille grænseflade mellem elektro- og maskinopgaver.

De studerende var tilfredse med de fleste læreres vejledning, selv om den var lidt svag i starten.

De studerende syntes, at samarbejdet mellem retningerne havde fungeret uden problemer, selv om der for nogle grupper ikke var så meget samarbejde på grund af den lille grænseflade i projektet på 1. semester.

Generelt syntes de studerende, at det var et spændende projekt og en positiv oplevelse og at teorien blev illustreret – specielt havde arbejdet med projektet givet de elektrostuderende god indsigt i den noget teoretiske kredsløbsteori.

Erfaringerne med metoden er særdeles positive. De studerende er meget motiverede og engagerede. De opnår et højt fagligt niveau, og projekterne er fagligt imponerende under hensyntagen til at det foregår på 1. semester. Desuden blotlægger processen alle de problemer, der er med planlægning, samarbejde, formidling mm., så der er grundlag for at arbejde videre hermed på de følgende semestre.

Ved hensigtsmæssigt valg af emne er det muligt at evaluere centrale dele af teorien i en række fag gennem et projektarbejde. Evalueringsformen har en positiv indvirkning på undervisningen. Projektevalueringen fungerer som en integreret del af undervisningen. De studerende fokuserer ikke entydigt på blot at bestå en eksamen.

Det er en betingelse for succes at de deltagende undervisere er indstillet på at udnytte metodens muligheder. Metoden kræver et godt forarbejde og engagement samt et nært samarbejde mellem de deltagende undervisere. Selve evalueringen er omfattende og skal forberedes godt, hvis muligheder skal udnyttes fuldt ud.

Den stramme opdeling mellem de to fagretningers arbejdsområder i projektarbejdet på 1. semester kan med held opblødes på efterfølgende semestre.

Kontaktpersoner:

Lektor Bent Kruse, e-mail: bek@cdm.dtu.dk og lektor Hans Peter Christensen, e-mail:

hpc@cdm.dtu.dk

Center for Didaktik og Metodeudvikling, Danmarks Tekniske Universitet.

Bilag og andet:

Udvikling af eksamensformen er støttet via Ingeniøruddannelsernes Pædagogiske Netværk (IPN), og en fyldigere beskrivelse kan læses i: Det pædagogiske udviklingsprojekt "Evaluerings af Teori gennem Anvendelser", Afsluttende rapport, CDM, DTU 1999.

5 Fuzzy Control Internet Course - Institut for Automation, Danmarks Tekniske Universitet.

Fjernundervisning via internet, mulighed for kursusdeltagelse i udlandet, selvstudium, fleksibilitet og mulighed for gruppearbejde.

Mål og begrundelse for valg af metode:

Målet med dette kursus er, via fjernundervisning på internettet, at lære de studerende basal fuzzy logik, hvordan man bruger fuzzy og hvordan man designer en fuzzy controller.

Undervisningsformen på internettet er valgt ud fra følgende delmål, at:

- kurset skal have rækkevidde uden for DTU, med mulighed for at udenlandske studerende kan deltage.
- undervisningen skal gøres fleksibel, både for studerende og lærer. De studerende skal selv tilrettelægge deres tid på kurset.
- undervisningsformen skal give de studerende en dybere forståelse for teorien bag fuzzy logik.

Ved at lægge al undervisning og opgaveløsning ud på internettet, giver man dermed alle, som ikke har mulighed for at være fysisk tilstede på et givent geografisk område, mulighed for at deltage på kurset. Alt undervisningsmateriale og alle tilhørende opgaver lægges således ud på kursets hjemmeside, og kommunikationen mellem den studerende og underviseren foregår via e-mail. Al kursusmateriale er på engelsk, ligesom kursets hjemmeside er skrevet på engelsk.

Da kurset ikke har nogen fysisk lokation, alt materiale hentes på internettet og aflevering af opgaver samt eksaminer ikke er underlagt faste afleveringsfrister, bliver det op til den studerende selv at tilrettelægge kursusforløbets tempo. Kursets varighed må dog ikke overskride 6 måneder.

Online undervisning kræver et højt aktivitetsniveau fra den studerende, da det er den studerende selv, der gøres ansvarlig for undervisningen. Lærebogsmaterialet gennemgås ikke, og opgaver og problemløsning forudsætter at den studerende læser lærebogsmaterialet.

Undervisningsform og forløb:

Kurset tæller 2,5 ECTS point og kan optage omkring 50 studerende. Et kendetegn ved kurset er det fleksible undervisningsforløb. Den studerende tilmelder sig kurset via kursets hjemmeside. Udenlandske studerende tilmeldes som gæstestuderende ved DTU, og de studerende har selv ansvaret for at overføre kurset til deres eget universitet. Tilmeldingen kan ske løbende i semestrene. Til dette knytter sig det forbehold, at de fleste lærestalter har interne deadlines for administration af eksamensbevis og registrering af endt kursus.

De studerende nedhenter efter tilmeldelsen lærebogsmateriale og en software simulator, PENDULUM. Derudover forudsættes det, at de studerende har adgang til programsproget Matlab. Hvis den studerende ikke har adgang til Matlab, kan programmet købes som studenterversion.

Hver lektion afvikles efter en tretrins didaktisk model:

- læse
- øvelse
- opgave

Kun trin 3 kræver lærermedvirken. Undervisningen foregår herefter på computer. Kurset består af 11 lektioner inklusive kursusevaluering. Hver lektion downloades som en tekstfil fra kursets hjemmeside. Lektionerne er bygget op omkring et case-study og den studerendes eget forsøg på at bygge en fuzzy controller.

Efter at den studerende har arbejdet med opgaver og spørgsmål til lektionen, skal svar og kommentarer sendes til underviseren per e-mail. Underviseren vil herefter svare indenfor 48 timer efter. Nye spørgsmål skal herefter igen rettes via E-mail. Al kontakt mellem den studerende og underviseren foregår således per E-mail i en dialog, og undervisningsformen kan beskrives som e-mail baseret tutoring.

Lektionerne består af beregningsopgaver der knytter sig til lektionerne i lærebogen. Den studerende kan selv bestemme tempoet i læsning og opgaveløsning.

Det kan være en fordel at følge kurset med flere fra samme uddannelsessted. Således er grupper på 2-3 personer en fordel i forbindelse med gennemgang, diskussion og opgaveløsning i lektionerne. Grupperne kan kommunikere med underviseren samlet, således at en opgaveløsning og de samlede spørgsmål sendes i en mail til underviseren. Gruppearbejdet er dog ikke et krav, og kurssets udformning gør det også egnet til individuelt selvstudium.

Hvis kommunikation mellem de studerende og underviseren bliver utilstrækkelig, kan underviseren kontaktes via brev og fax, for eksempel til overførsel af håndtegnede skitser eller avanceret grafik.

Eksamensform:

For at bestå kurset skal alle opgaver være indsendt og godkendt med karakteren bestået / ikke bestået. Da indsendelsen er mere eller mindre anonym, kan det tænkes at en studerende overlader besvarelsen til en anden. Det er svært at gardere sig mod, da en kontrol af indsenderens identitet skønnes for vanskelig og dyr at indføre; der ses gennem fingre med denne mulighed for unddragelse. Universitetet kræver imidlertid individuel bedømmelse, hvilket er et problem hvis undervisningen foregår som gruppearbejde. Planen er at indføre en individuel multiple choice eksamen for alle. Der skal opbygges en database med mange spørgsmål, og hver prøve genereres som et tilfældigt valgt udsnit af spørgsmål.

Ressourcer:

Fjernundervisningen forestås af en kursusansvarlig underviser. Arbejdsbyrden for underviseren er opgjort til 60-200 mandetimer for design af kurset. Derudover kommer cirka 6 timer per studerende i løbet af et individuelt kursusforløb.

Der stilles krav til de studerende om e-mail og web-browser adgang og erhvervelse eller adgang til programsproget Matlab, til gengæld kan PENDULUM afvikles under alle gængse styresystemer.

Evaluering af kurset og erfaringer:

Der er foretaget intern evaluering af kurset blandt de studerende. De studerende fremhæver som noget positivt, at undervisningen bliver mere personlig, da al kontakt foregår på skriftlig to-mandshånd.

For nogle udenlandske studerende, har det været en fordel at følge kurset over landegrænser, da kursets faglige indhold ikke har været udbudt på deres egne universiteter.

Den indbyggede fleksibilitet i kurset anses også som en stor fordel af de studerende, men kræver dog stor selvdisciplin.

Der er konstateret cirka 30 procents frafald, hvilket er et problem. Kurset er gratis for studerende. Årsagen er at undervisningsformen kræver en høj grad af selvdisciplin og planlægning, hvilket det kniber med hos især yngre studerende. Konsekvensen vil nok være, at målgruppen ændres til egentlige klasser, og at undervisningen udbydes som en kombination af forelæsninger og e-mail baseret tutoring; læreren vil i visse tilfælde endda rejse ud og møde de studerende på deres hjemmebane.

Kontaktperson:

Jan Jantzen, e-mail: jj@iau.dtu.dk

Institut for Automation, Danmarks Tekniske Universitet.

Bilag eller andet:

Der henvises til kursets hjemmeside <http://fuzzy.iau.dtu.dk>

6 Geografiske Informationssystemer (GIS) - Institut for Planlægning, Danmarks Tekniske Universitet.

Projektarbejde i grupper, realistiske eksempler, selvvalgt emne indenfor tema og forelæsninger.

Mål og begrundelse for valg af metode:

Kurset 'Geografiske Informationssystemer' har været afholdt flere gange på DTUs Institut for Planlægning. Kursets udgangspunkt i projektgrupper og øget ansvar til de studerende for egen læring har været gennemgående, mens det egentlige undervisningsforløb og adgangen til ressourcer har varieret.

Det overordnede mål med kurset er gennem projektarbejde, forelæsninger og seminarer, at give en dyberegående indsigt i teorien for geografiske informationer, geografiske datasæt, deres kvaliteter, geografiske nøgler og datatilgængelighed.

Da kurset lægger vægt på de studerendes evne til selvstændigt at bruge og kritisk vurdere teorien for geografiske informationer, er hoveddelen af kurset baseret på de studerendes selvstændige arbejde i projektgrupper. Den traditionelle forelæsningsform er derfor stærkt nedtonet på kurset, ligesom den endelige eksamen afholdes på baggrund af de studerendes eget valg af emne.

Undervisningsform og forløb:

Kurset afholdes som et 14 ugers kursus og tæller 7,5 ECTS. Kurset har været afholdt før med variationer fra år til år. Nedenstående kursusbeskrivelse tager udgangspunkt i det kursus der afholdtes i forårssemesteret 1999.

Kurset starter med en generel introduktion fra kursets undervisere. Denne introduktion indeholder også en præsentation af det overordnede emne, eller de delemer, som de studerende i deres grupper kan arbejde med som projekt. De studerende præsenterer sig selv, fortæller hvilke faglige forudsætninger og hvilke faglige interesser de har, og ud fra disse inddeles holdet i grupper. Udover de traditionelle forelæsninger som især ligger i starten af semesteret, men også senere i forløbet, er kurset i høj grad lagt an på de studerendes selvstændige arbejde i projektgrupperne. Udover det selvvalgte emne, skal de studerende således også selv formulere deres problemstilling finde supplerende litteratur og selv tilrettelægge gruppens arbejde, således at deadlines og de obligatoriske møder med vejlederen overholdes.

Emnevalget kan variere fra kursus til kursus. Enten udstikkes et overordnet tema fra underviserne, hvorefter de studerende i projektgrupperne selv vælger deres projektemne, eller underviserne angiver på forhånd en række emner, som de studerende kan vælge imellem alt efter studiemæssig baggrund og interesse. Eksempler på sådanne emner kan være:

- Adresser og vejkode
- Arealforvaltning
- Trafik
- Geografisk information i kommunerne
- Miljø – naturforvaltning
- Digitale højdemodeller
- GIS og GPS

Forelæsninger: Kurset er skemalagt som et forelæsningskursus, der normalt udgøres af 27 forelæsninger, fordelt på to ugentlige forelæsninger af to gange 35 minutter. Kurset afholdt i forårssemesteret 1999 varierede mht. til antallet af forelæsninger, idet kun 25% af den oprindeligt afsatte tid til forelæsninger blev brugt til formålet. De resterende 75% blev konverteret til projektarbejdet. Forelæsningerne forestås af interne såvel som eksterne undervisere, herunder en gæsteforelæser fra udlandet, en GIS-koordinator fra et amt og en ekspert fra boligministeriet. Herudover får de studerende tilbud om konsultationstimer hos DTU-underviserne.

Projektgrupper: Arbejdet med emnerne i kurset foregår i Projektgrupper. De maksimum 30 studerende på holdet inddeles i starten af semesteret i projektgrupper, idet de studerende i videst mulig omfang selv finder sammen. Gruppernes størrelse varierer mellem 2-4 personer. Det er gruppernes hovedmål at producere et færdigt projekt inden for det valgte emne. De studerende i deres projektgrupper vælger selv den vejleder de ønsker tilknyttet deres projekt. Underviserne har forberedt kurset således, at der til hver af emneområderne på forhånd er fundet en ekstern vejleder, som er villig til at medvirke. Formålet med at lægge så stor en del af ansvaret for kursusforløbet ud til de studerende i projektgrupperne er at:

- træne de studerende til at arbejde selvstændigt.
- træne de studerende i at arbejde sammen om udfærdigelsen af et projekt indenfor en given deadline.
- give de studerende mulighed for at fordybe sig i realistiske eksempler.

De studerende skal i løbet af semesteret, i grupper selvstændigt, udfærdige og aflevere en projektrapport. Derudover omfatter de studerendes indsats i projektgrupperne indsamling af relevante data hos eksempelvis Danmarks Statistik, Kort- og Matrikelstyrelsen, amter og kommuner. De studerende skal også selv opsøge eksperter på området indenfor private og offentlige virksomheder og institutioner.

Seminarer: Kurset består også af en række seminarer, bygget op omkring gruppernes præsentation af deres projekt og projektforsløb. Præsentationen foregår over for de andre studerende på holdet og indeholder en projektpresentation, tids- og arbejdsplan, status midtvejs i projektet og den endelige projektbeskrivelse og konklusion. Seminarets formål er at:

- få de studerende til at gøre status over deres projektforsløb.
- træne dem i at fremlægge projektet så andre kan forstå hvad de laver.
- give lærerne og de andre studerende mulighed for at komme med spørgsmål, forslag og kritik. Det kan også være en inspiration for et hold, at se hvor langt andre er kommet.

Underviserne: Undervisning, forelæsninger og vejledning af projektgrupperne bliver varetaget af kursets to undervisere og de eksterne vejledere. Ideen bag tilknytning af eksterne vejledere har været, at de studerende indenfor deres emnevalg skal have muligheden for at etablere kontakt til en ekspert. De eksterne vejledere kommer fra offentlige institutioner og private konsulentvirksomheder. De eksterne vejledere deltager i hele processen omkring udvikling af projekterne og er behjælpelige med kontakter til andre institutioner og kapaciteter på området.

Vejleder og gruppe: Der holdes et møde med projektgruppen og den valgte vejleder (intern underviser eller ekstern vejleder). Her indkredsnes det valgte emne. Projektet og dets formål beskrives nærmere, der opstilles en tidsplan og databehov og hard- og softwarebehov diskuteres. Vejlederen kan her bidrage med mulige kontaktpersoner indenfor det valgte emne.

Herefter starter gruppernes selvstændige arbejde med projekterne. Der er i forløbet 2 deadlines. Den første deadline falder efter cirka 3 uger. Her skal det første projektudkast fremlægges sammen med en tids- og arbejdsplan.

Midtvejspræsentationen efter cirka 2½ måned skal indeholde den nærmere beskrivelse af gruppens projekt herunder redegørelse for dataindsamling, strategi for databehandling, den eksterne vejleders rolle, etableret netværk og brug af eksterne eksperter. Grupperne modtager kritik fra medstuderende og undervisere og den resterende del af projektforsløbet diskuteres med særlig vægt på den endelige rapport.

Et par uger før semesterets afslutning afholdes det sidste seminar, hvor det næsten færdige projekt præsenteres. Ideen med dette seminar er at give projektgrupperne mulighed for at få en sidste kritik af projekterne inden den endelige eksamen.

I projektforsløbet er der en del møder med eksterne vejledere for de enkelte grupper og forelæsninger af underviserne og gæster fra ind- og udland. Der er ikke fastsat et bestemt antal møder mellem gruppe og vejleder. Projektet og praktiske forhold er afgørende for antallet af møder.

Projektrapporten: Der udarbejdes en fælles rapport. Rapporterne er på omtrent 50 sider uden at der er stillet krav om sideantal. Projektrapporten skal indeholde bilag med illustrationer, eksempelvis tematiske farvede kort, flybilleder og diagrammer.

Eksamensform:

Den afsluttende eksamen består af to dele, projektrapporten og en mundtlig præstation. Hver gruppe afleverer en samlet rapport i 3 eksemplarer ved kursusevalueringen sidst i semesteret. Rapporterne bedømmes af underviserne, de eksterne vejledere og censor inden den mundtlige eksamen.

På dagen for den mundtlige eksamination skal hver deltager i den enkelte gruppe fremlægge en delmængde af den afleverede rapport. Dette aftales indbyrdes i gruppen. Den enkelte studerendes præstation skal vare cirka 15 minutter. De individuelle præsentationer efterfølges af en fælles overhøring af gruppen. Overhøringen har form af en diskussion mellem gruppen og eksaminatorerne, og tilhørende spørgsmål fra eksaminatorerne. Overhøringen varer cirka 30 minutter, afhængig af gruppens størrelse og omhandler projektet, rapporten og relaterede GIS emner.

De studerende bedømmes individuelt efter 13 skalaen. Rapporten tæller 50% af den samlede bedømmelse og den mundtlige præsentation og bidrag til den almindelige overhøring de resterende 50%. Det er således kun den mundtlige del der danner grundlag for den individuelle bedømmelse.

Ressourcer:

Kurset har to fuldtidsansatte undervisere tilknyttet. Belastningen for DTU lærerne andrager omkring 200 timer eksklusive eksamen, men har naturligvis en anden karakter end for et traditionelt forelæsningskursus. Lærerindsatsen har form af koordinering og konsultation ud over de forelæsninger, der afholdes. Den samlede belastning ved afholdelse af eksamen andrager 30-40 timer. Lærerbekastningen er varierende afhængig af den form, som kurset afvikles under. Det sidst afholdte kursus har yderligere haft tre eksterne vejledere tilknyttet. Disse har anvendt mellem 10 og 50 timer i løbet af semesteret. Det er desværre tvivlsomt, om den ekstra aflønning til eksterne vejledere kan gentages til næste kursus.

Materiale: Da kurset hviler på digitale grafiske data og systemer, stiller det krav til en del computerkraft og software, som stilles til rådighed af Institutet eller lånes af samarbejdspartnere fra erhvervslivet.

Datamaterialet består hovedsagelig af offentlige registre, kort og arkivmateriale, som de studerende selv har ansvaret for at fremskaffe.

Evaluerings af kurset og erfaringer:

I starten af kurset oplever de studerende projektforløbet som temmelig uoverskueligt, men efterhånden som de får etableret eksterne kontakter og tids- og arbejdsplaner, demonstrerer de fleste studerende evne til at systematisere arbejdet. Den tætte dialog mellem undervisere, eksterne vejledere og studerende bedømmes som en styrke ved kurset, ligesom de studerende får demonstreret de vanskeligheder der opstår, når de selv skal fremskaffe materiale udenfor DTU. De fleste grupper viser stor entusiasme i forløbet og bruger mere tid end der nominelt er afsat til et 7,5 point kursus. De mundtlige præstationer afspejler da også som regel, at stoffet er godt gennemarbejdet, og at de studerende har været i stand til at fordybe sig i emnet.

Kontaktpersoner:

Professor Ole Illum Jacobi, e-mail: jacobi@lanmai.ilf.dtu.dk og lektor Poul Frederiksen, e-mail: poul@lanmai.ilf.dtu.dk.

Institut for Planlægning, Danmarks Tekniske Universitet

Bilag og andet:

Kurset ændres og tilpasses løbende af hensyn til det varierede antal tilmeldte studerende og med hensyn til økonomiske og tidsmæssige muligheder for at inddrage og trække på kollegaer og institutioner udenfor DTU. Derudover er emnerne også bestemmende for behovet for forelæsninger i forhold til de studerendes projektarbejde.

Der henvises også til kursets hjemmeside: <http://www.bbar.dtu.dk/~ilfjac/67252/67252.html>

7 **Matematisk Modellering - Et kursus for nybegyndere - Institut for Matematik, Luleå Tekniske Universitet.**

Matematisk modellering, åbne problemformuleringer, gruppearbejde, studerende som opponenter, kommunikation og præsentationsteknikker.

Mål og begrundelse for valg af metode:

Kurset 'Matematisk Modellering' udbydes som et obligatorisk kursus i de længerevarende ingeniøruddannelser ved Luleå Tekniske Universitet. Kurset er et delelement af et større obligatorisk kursusudbud, 'Forskningsmetodik', og afholdes af Institut for Matematik i samarbejde med Institut for Fysik.

Kurset er oprettet på baggrund af instituttets og undervisernes opfattelse af modelleringsprocessen som et forsømt område indenfor ingeniøruddannelserne. En forståelse for matematisk modellering er et vigtigt mål indenfor ingeniøruddannelsen. Matematiske modeller forekommer i de fleste kurser i ingeniøruddannelserne, men fokus ligger sjældent på selve modelleringsprocessen, og de studerende kommer sjældent i kontakt med andet end færdige modeller. De studerende får derfor ikke indblik i processen bag udviklingen af modellerne.

Det faglige mål med kurset er ikke at give de studerende en kvalificeret kompetence indenfor området, men at bidrage til en kritisk forståelse for anvendelsen af matematik og matematisk modellering. Derudover er målene med kurset at:

- give træning i at konstruere, analysere og vurdere matematiske modeller.
- give træning i rapportskrivning og mundtlig præsentation.
- øge de studerendes forståelse for matematik som et analyseinstrument og et redskab til løsning af problemer.

Et mål som ikke er nedfældet i selve kursusplanen, men som udgør et vigtigt delmål, er at øge de studerendes selvtillid ved arbejdet med, og anvendelsen af, matematikken. Disse mål skal opnås ved at:

- lade de studerende arbejde ud fra deres matematiske forudsætninger. Det er således ikke et mål i sig selv at præsentere de studerende for ny matematik, men at udvikle de studerendes evne til at udnytte den matematik de allerede behersker.
- stimulere til en mundtlig kommunikation om matematikken, hovedsageligt gennem arbejdet i små grupper.
- arbejde med åbne problemstillinger.
- give de studerende tid til at fordybe sig i problemstillingerne gennem flere sammenhængende lektioner.

Modelleringskurset gives sideløbende med et basiskursus i matematik, således at der foregår nogen integrering af de to kursers pensum.

Undervisningsform og forløb:

Kurset afholdes på studiets første år og har et omfang der svarer til 2/40 årspoint. Praktisk forløber studiet over 8-9 uger i løbet af et semester. Timerne er skemalagt til 30 gange a 45 minutter. Disse foregår oftest som 4 sammenhængende lektioner, eller undtagelsesvis som dobbeltlektioner. De omkring 500 ingeniørstuderende der skal følge kurset inddeles i hold af 30 studerende. Hver hold undervises af en lærer og fremmøde er obligatorisk.

Størstedelen af kurset gennemføres som superviseret gruppearbejde. Dette indebærer at de studerende arbejder i grupper, mens vejlederen cirkulerer blandt grupperne og øver vejledning i et omfang, der er behov for det.

Kurset starter med en introduktion om modelleringsprocessen som gennemføres i lektionsform. Dertil vil de studerende løbende blive præsenteret for rapportskrivning samt de obligatoriske mundtlige redegørelser.

Gruppearbejdet: Grupperne inddeles fra kursets start og arbejder sammen kurset ud. Grupperne består typisk af fire studerende, og gruppesammensætningen afgøres af de studerende eller af underviseren. Fordelene ved at de studerende selv finder sammen i grupper, er at de studerende ved hvilke personer, de arbejder godt med. De har ofte erfaringer fra sideløbende kurser, laboratorieøvelser eller tidligere samarbejde, og arbejdet i disse grupper betegnes ofte som effektivt. Ulemper ved de gentagne gruppekonstellationer er omvendt at de studerende ofte 'låses fast' i bestemte roller. Nye samarbejdspartnere kan således stimulere den enkelte studerende til at udvikle nye kompetencer inden for en gruppe. Ved at lade underviseren foretage inddelingen, sikrer man også at alle studerende kommer i grupper ved første inddeling.

Hver gruppe arbejder med tre opgaver af varieret omfang og sværhedsgrad. Gruppearbejdet foregår dels i kursets skemalagte tid og dels udenfor kurset. De studerende planlægger selv en eventuel arbejdsdeling, og opgaverne kan således uddelegeres til at foregå udenfor den skemalagte tid. På kurset har grupperne adgang til vejledning fra underviseren. Vejledningen sker både på gruppens initiativ og på underviserens initiativ. Sidstnævnte vil løbende bede gruppen om en mundtlig statusrapport. Ingen gruppe bliver således overladt uden regelbunden vejledning.

Det er vigtigt at gruppens arbejde bliver selvstændigt. Derfor opfordres de studerende også til at opfatte de matematiske modeller som deres 'egne', og ikke noget der er givet på forhånd af underviseren. Dette forsøges opnået dels ved at give grupperne sammenhængene tid til gruppearbejdet og dels ved at arbejde med åbne problemstillinger. Formålet med at give de studerende mulighed for at arbejde sammenhængene, er at de studerende skal have tid til selv at løse eventuelle problemer i gruppen, og ikke hele tiden rette henvendelse til vejlederen. De åbne problemstillinger sikrer at de studerende til en hvis grad selv 'tvinges' til at forme indholdet af deres opgaver.

Vejlederens rolle: Vejlederens rolle adskiller sig fra den traditionelle lærerrolle i matematik ved at vejlederen primært skal lytte og vejlede, ikke undervise. Vejlederens indstilling skal være præget af det grundlæggende syn at de matematiske modeller 'ejes' af de studerende, ikke af underviseren. Vejlederen må derfor heller ikke udtrykke bestemte forventninger, til hvilke modeller grupperne skal udvikle i løbet af kurset. Vejlederen skal være åben overfor de studerendes forslag til valg af modeller og lede de studerende til selv at foretage en vurdering af fordele og ulemper ved valgte modelforslag.

Eftersom kurset følges parallelt af mange hold, er der brug for relativt mange vejledere. Kun vejledere der selv ønsker at deltage underviser på kurset. Det er den enkelte lærers ansvar at finde

den form for pædagogik som passer til hende/ham og kurset. Derfor vil der på kurset være variationer fra hold til hold, både med hensyn til retning af opgaver, organisering af vejledning og inddeling af grupper.

Opgaver og rapporter: Opgaverne formuleres som problemstillinger i et ikke matematisk sprog. Problemformuleringen er givet, men den er også åben og levner plads til forskellige fortolkninger. Forståelsen for de systemer som skal modelleres kræver ingen avancerede forkundskaber fra andre fag. Det rækker således med naturvidenskabelige kundskaber på gymnasieniveau. Opgaverne er hentet fra litteraturen eller udviklet af underviserne på baggrund af ideer hentet i litteraturen om matematisk modellering. Det hænder at de studerende selv kommer med forslag til egne problemstillinger og at disse videreudvikles til brug som opgaver på kurset:

Förskylningsbacillen

Vissa smittsamma sjukdomar drabbar befolkningen i ett område i form av epidemier. Antalet sjuka växer då från ett lågt värde upp till ett högt vid epidemins kulmen. I takt med att allt fler individer blir immuna kommer epidemin att avta för att så småningom helt upphöra.

Försök ställa upp en modell över hur sjukdomar sprids i en befolkning beroende på faktorer som smittsamhet, kontaktmönster, mottaglighet, immunitet osv.

Beräkningarna kan göras med hjälp av dator. Presentera resultaten grafiskt med olika värden på de införda parametrarna. Försök göra presentationen så systematisk som möjligt.

För vissa sjukdomar är det vanligt med återkommande epidemier. Utveckla modellen så att den också omfattar återkommande epidemier.

I Luleå bor cirka 70.000 människor. Det kan vara en lämplig population att studera.

Figur 3: Eksempel på en opgaveformulering i kurset 'Matematisk Modellering'.

Arbejdet med opgaverne skal i princippet indeholde alle faser af matematisk modellering. Systemet skal afgrænses, problemet præciseres og der skal træffes et valg for relevante faktorer og variable. De studerende skal formulere de væsentligste egenskaber i de forskellige variable i et ikke-matematisk sprog og siden udtrykke problemet i matematisk form. Selve den matematiske modellering skal stilles op, analyseres og fortolkes. Alt dette kan sammenfattes i følgende punkter:

- afgrænsning af systemet
- præcisering af problemstillingen
- valg af væsentlige faktorer, variable og relationer som skal indgå i modellen
- oversættelse til matematiske variable og relationer
- analyse af den matematiske model
- konklusion af den matematiske model
- fortolkning og oversættelse af resultatet til det oprindelige system
- evaluering af modellen og resultatet

Under selve arbejdet i gruppen følger trinene ikke altid hinanden som skitseret. Forskellige modeller kan afprøves og forkastes inden den færdige model er fuldstændig gennemarbejdet. Modellen bliver ofte forbedret successivt, med tilbagevenden til forrige trin i arbejdsprocessen. De tre obligatoriske opgaver skal munde ud i en skriftlig rapport, og rapportens omfang varierer for de tre opgaver. Sværhedsgrad og omfang tiltager for hver opgave. Gruppen opfordres til ikke at aflevere rapporten før der er redegjort for de konstruerede modeller og før gruppen har diskuteret

disse med vejlederen og den tilknyttede opponentgruppe. Rapporterne skal indgives indenfor fastlagte tidsfrister og skal alle indeholde en fuldstændig beskrivelse af modellen, inklusive illustrationer. De tre obligatoriske opgaver har følgende særtræk:

Opgave 1: Alle grupper starter med samme introducerende problemstilling. Den første rapport rettes af underviseren, således at denne kan sætte niveauet for de to sidste.

Opgave 2: Ved den anden opgave opdeler underviseren holdet i to dele med hver sin problemstilling. Grupperne fra hver del retter og kommentarer efterfølgende hinandens rapporter og giver også kritik af hinandens mundtlige præstationer.

Formålet med opponentgrupperne er at forfatterne til rapporten får mulighed for at få respons og reaktioner fra en læser med samme matematiske baggrund. De studerende kan bruge kritikken fra den anden gruppe til at forbedre rapportens indhold og selve rapportens formuleringsdel. Med denne metode formindskes underviserens arbejdsbyrde også, og der frigives på den måde tid for læreren til vejledning.

Selve fremlæggelsen af rapporten foregår ved, at hver par af grupper får knap en time til redegørelse for rapporten og efterfølgende kritik og diskussion. For at give kritikken et konstruktivt indhold, opfordres grupperne til at benytte vejledningen i præsentationsteknik i kursuslitteraturen. Præsentationen videofilmes og filmen afspilles for gruppen for at illustrere stærke og svage sider ved præsentationen. Rapportretningen sker normalt efter den mundtlige præsentation, hvor de studerende får det første indtryk af hinandens modeller. Dermed bliver forudsætningen under præsentationen de rette, i den forstand at fremførelsen sker for personer som ikke tidligere har stiftet bekendtskab med netop denne model.

Opgave 3: Den sidste opgave får grupperne på de fleste hold lov til selv at vælge ud fra et antal fremlagte opgaver. En del undervisere vælger selv at fordele opgaven, med den begrundelse at det gør det muligt at tilpasse opgaven til gruppens matematiske kompetence. Derudover skal de studerende også rapportere mundtligt for holdet på kursets sidste dag. Hver gruppe får 15-20 minutter til at præsentere sin problemstilling og løsningen af opgaven.

Litteratur: Det har været et bevidst valg blandt underviserne at begrænse mængden af litteratur til et minimum. Dette er gjort for at give tid til hovedaktiviteten, modelleringsprocessen. Kursuslitteraturen består af et lille kompendium som enkelt forklarer og eksemplificerer begrebet matematisk modellering. Det omfatter knap 20 sider og er tænkt som et supplement til den korte introduktion som underviseren giver inden grupperne sættes i gang med gruppearbejdet. Der findes også et kompendium til generel brug ved rapportskrivningen og anvisninger til den mundtlige præsentation.

Eksamensform:

Kurset afsluttes med en individuel karakter, bestået/ikke bestået. For at bestå kurset skal den studerende have overholdt sin obligatoriske mødepligt. Derudover vurderes den studerende på baggrund af de tre skriftlige rapporter og den mundtlige del. Hver gruppe skal redegøre for de enkelte dele i de skriftlige rapporter. Et krav til hver enkelt studerende er endvidere, at de studerende kan forstå og forsvare hele rapportens indhold. Underviseren kommenterer og bedømmer rapporterne for samtlige tre opgaver og giver på den måde feedback til de studerende, både til deres modelleringsarbejde og deres rapportskrivning. Rapporten går ofte retur mellem gruppen og underviseren et par gange, før den bliver godkendt. Rapporten til den første opgave er kort, mens den sidste rapport omfatter omkring 10 sider, inklusive formler og illustrationer.

Rapporterne svinger i kvalitet. Men en vigtig faktor for at bestå er at læreren kan se en udvikling i gruppernes rapporter. Dels i forhold til den diskussion gruppen giver udtryk for i rapporten, og dels i udviklingen af de enkelte modeller. I de få tilfælde hvor en studerende eller en gruppe ikke består kurset, skal hele kurset tages om. I ganske få tilfælde hvor der er tale om sygdom eller lignende, får de studerende dispensation til at tage delelementer af kurset om.

Ressourcer:

Der kræves en vejleder til hvert hold på 30 studerende. Vejlederen kan have flere parallelle hold, dog højst tre per semester. For hvert hold skal vejlederen påregne 30 skemalagte timer. Inklusive vejledning, retning af opgaver og udformning af nye opgaver svarer dette til i alt 100 arbejdstimer.

De studerende skal, udover de 30 skemalagte timer, påregne omtrent 50 timers arbejde.

Materialekravet retter sig først og fremmest mod de studerendes adgang til computere med installerede tekstbehandlingsprogrammer og matematiske programmer. Kurset benytter sig af symbolhåndteringsprogrammet 'Maple'. Programmerne stilles gratis til rådighed for de studerende.

Evaluerings af kurset og erfaringer:

Majoriteten af de studerende er meget positive overfor kursets indhold og arbejdsform. Mange udtrykker overraskelse over, at de på dette stadie allerede har en kompetence, der sætter dem i stand til at løse problemer ved matematisk modellering, og at disse problemer ofte er sværere end de studerende er vant til.

Gruppearbejdet fungerer ofte godt. De fleste studerende udtrykker tilfredshed ved undervisningsmetoden, og synes at det er spændende at arbejde med nye arbejdsmetoder.

De studerende nævner også de fire sammenhængende lektioner som positivt for arbejdsprocessen.

De kritikpunkter der oftest optræder i de studerendes efterfølgende evaluering af kurset, retter sig mod opgaverne, rapportskrivningen og det obligatoriske fremmøde. Opgaverne kritiseres fra tid til anden for at være blevet for kedelige, svære eller irrelevante. Der tages højde for denne kritik ved næste holds opgaver. Rapportskrivningen opfattes af en minoritet som værende for tidskrævende. Dette kritikpunkt samt kritikken af det obligatoriske fremmøde bliver dog ikke imødekommet, da begge dele udgør centrale elementer i kursets pædagogik og metode.

Der har været periodevis kritik af edb-faciliteterne. Dette har vist sig at være et gentagende problem. Hver gang edb-faciliteterne udbygges stiger belastningen på faciliteterne tilsvarende. Dette er dog i højere grad et overordnet økonomisk problem, og ligger uden for rammerne af hvad kursets undervisere kan stille op.

Vejledernes opfattelse af kurset er, at kursets mål opnås i rimelig grad. Der sker en udvikling i de studerendes evne til at løse problemerne og deres argumentation og refleksioner bliver mere kvalificerede og relevante.

Den største udfordring er omdefineringen af underviserens rolle, og denne kommer ikke uden videre. De fleste undervisere som har vejledt på kurset, mener dog at det er både interessant og stimulerende at arbejde med vejledning, frem for undervisning, og vil gerne fortsætte med kurserne.

Andre vejledere tager ikke kurset mere end en gang. Dels har det været udtrykt at rapportretnin-
gen er for stor en arbejdsbyrde, og dels har nogle vejledere udtrykt usikkerhed overfor den nye
lærerolle. Undervisningen i rapportskrivning og præsentationsteknik er også, blandt en del lære-
re, blevet opfattet som svært, da de fleste undervisere i matematik ikke har stiftet bekendtskab
med emnerne før.

En fordel ved at skemalægge basiskurset og modelleringskurset parallelt er, at de to kurser gensi-
digt understøtter hinanden. En del af de spørgsmål de studerende støder på i løbet af modelle-
ringskurset, kan de fordybe sig med i basiskurset, mens teorien gennemgået på basiskurset får
praktisk anvendelse på modelleringskurset. Denne faktor kan også virke motiverende for de stu-
derendes fordybelse i delemner af matematikken. Generelt er opfattelsen at modelarbejdet i kur-
set styrker begrebsforståelsen på uddannelsens andre kurser. Underviserne får en del tilbagemel-
dinger fra de studerende om, at de forstår begreber og metoder bedre, efter selv at have anvendt
dem i de matematiske modeller. En egentlig sammenhængene evaluering af denne sammenhæng
er dog ikke foretaget.

Kontaktperson:

Universitetslektor Gerd Brandell, e-mail: gerd@sm.luth.se
Institut for Matematik, Luleå Tekniske Universitet.

Bilag og andet:

Kurset matematisk modellering har siden 1993 indgået i Luleå Tekniske Universitets nye kursus
'Forskningsmetodik'. Oplysninger om indholdet kan fås ved henvendelse til Gerd Brandell eller
universitetslektor Marie Finnström, e-mail: Marie.Finnstrom@mt.luth.se

Der henvises i øvrigt til instituttets hjemmeside www.sm.luth.se/math

8 **Materialeteknik - Institut for Maskinkonstruktion og Materialeteknik, Norges Naturvidenskabelige Universitet (NTNU).**

Studereraktiv undervisning, gruppearbejde, kombinationsundervisning, åbne opgave typer og realistiske eksempler.

Mål og begrundelse for valg af metode:

Kurset 'Introduktion til materialeteknik' gennemføres på NTNU, og er et eksempel på inddragelsen af omfattende og varierende former for gruppearbejde i et traditionelt forelæsningsforløb. Faget materialeteknik strækker sig over to semestre, i dette eksempel efteråret 1996/foråret 1997. Kurset sigter mod at give den studerende kundskaber og tænkemåder omkring optimalt valg af materialer ved fremstillingen af ingeniørmæssige artefakter, med udgangspunkt i realistiske eksempler fra den norske virkelighed.

Det siges, at en gennemsnitskonstruktør har 2-3 materialer 'i hovedet', som hun/han vælger imellem. Formålet med kurset er ikke at lagre alle oplysninger og materialer hos de studerende, men at udvide deres kendskab til de forskellige ingeniørmaterialers egenskaber: Hvorfor forskellige materialer opfører sig som de gør, og hvilke materialer der er optimale i udviklingen af konstruktioner og produkter. Målet med kurset er således:

at de studerende gennem en selvstændig indsats og med udgangspunkt i realistiske cases skal udvide deres kendskab til materialer og sættes i stand til at ræsonnere sig frem til det rigtige materialevalg i aktuelle konstruktioner.

Undervisningsformen bygger på en kombination af undervisningsformer; traditionelle forelæsninger og laboratorieøvelser og opgaveløsning i grupper.

Undervisningsform og forløb:

Kurset er relativt omfattende og strækker sig over to semestre med et optag på mellem 80 og 100 studerende årligt. I det første semester er der afsat 6 timer ugentligt, fordelt på 4 timers forelæsning og 2 øvelsestimer til beregningsopgaver. Andet semester udvides med yderligere 5 timer. Her afsættes der ca. 4 timer til forelæsning og 7 timer til laboratorieøvelser. Dertil bruger de studerende tid på opgaveløsning i grupper. Kurset er inddelt i tre overordnede dele (se figur 5 næste side).

1. Første del af kurset varer tre uger og er en præsentation af materialerne. Typiske materialetekniske problemstillinger tilknyttet de forskellige materialegrupper bliver belyst med praktiske eksempler fra produktudvikling, skadesanalyser og der gennemføres beregninger baseret på grundlæggende fænomener. Udover at præsentere de studerende for de forskellige materialegrupper, er målet med kursets første del at vise samspillet mellem materialeteknisk teori og anvendt materialeteknik.

2. Anden del af kurset varer semesteret ud og giver den studerende en indførelse i grundlæggende materialetekniske teorier og fænomener. Denne del af kurset indeholder emner som termodynamik, deformationer, styrkeberegninger, brudmekanik og korrosion.

3. Tredje del af kurset påbegyndes i andet semester. Denne del omhandler konstruktionsmaterialer, bearbejdningsprocesser, produktseksempler, legeringsvalg, skadesanalyser og innovationer.

Målet er at formidle praktiske, operative kundskaber til de studerende om de vigtigste konstruktionsmaterialer med reference til norske produkter og norsk industri, samt at få den tankegang, der ligger til grund for materialeudvikling som en integreret del af produktionsprocessen frem hos de studerende.

Kurset afsluttes med en større semesteropgave og opsummering af faget.

<u>1. semester:</u>		
Kursusdel 1:	3 uger	Samarbejdsopgaver
Kursusdel 2:	6 uger	Forelæsninger med beregningsopgaver
	2 uger	Samarbejdsopgaver
<u>2. semester:</u>		
Kursusdel 3:	5 uger	Forelæsninger med laboratorieøvelser
	5 uger	Forelæsninger med laboratorieøvelser
Præsentation af semesteropgaver	3 uger	Semesteropgaven

Tabel 2: Oversigt over kursusforløb og undervisningsmetoder i kurset 'Materialeteknik'.

Forelæsningerne forestås af eksperter indenfor de valgte områder, og indbefatter præsentation og gennemgang af teori indenfor de valgte emner.

Gruppearbejde: En stor del af kurset foregår ved gruppearbejde. Den sideløbende brug af gruppearbejde og traditionelle forelæsninger benyttes for at sikre de studerendes selvstændige indsats og højne deres faglige udbytte af kurset. Grupperne dannes i starten af det første semester og forventes at holde de to semestre ud. Holdet inddeles i 20-25 grupper af 4 studerende. Gruppen skal sammen løse og præsentere opgaver indenfor de nedenstående opgavetyper.

Opgaver: De studerendes indsats i grupperne er koncentreret om løsning af forskellige opgaver. Opgaverne består af fire typer:

- a) Samarbejdsopgaver
- b) Beregningsopgaver.
- c) Laboratorieopgaver
- d) Semesteropgaven

a) Samarbejdsopgaver:

Samarbejdsopgaverne er de mest omfattende af de tre opgavetyper på kurset (se bilag 4). Kurset starter med en samarbejdsopgave, og de studerende bliver præsenteret for i alt fire af disse opgaver i løbet af kurset. Opgaverne tager udgangspunkt i et realistisk eksempel og har til formål at belyse et større område indenfor materialeteknik, typisk med flere komplekse delområder i spil. Hver studerende i gruppen får en delopgave indenfor samarbejdsopgaven, som hun eller han

skal gøre sig ekspert i. Den samlede opgave kan kun løses med udgangspunkt i alle fire 'eksperter' delopgaver. Med denne opbygning af opgaverne gøres den enkelte studerende ansvarlig for en del af gruppens pensum. Dette har til formål at styrke læreprocessen, idet den enkelte studerendes ansvar for et delområde samt den tætte samarbejdsform forventes at give en øget interesse, og diskussioner, som vil resultere i en dybere forståelse af det fremlagte pensum.

Samarbejdsopgaverne omfatter også virksomhedsbesøg. Kontakten til relevante virksomheder etableres af underviserne, mens det er de studerendes ansvar at følge op på disse besøg.

Samarbejdsopgaverne skal præsenteres for hele holdet, således at grupperne også har ansvar for at andre studerende introduceres til stoffet. 4-5 grupper på kurset får tildelt samme samarbejdsopgave og indenfor disse grupper præsenteres og opponeres der på samme case. En studerende fra gruppen trækkes ud til at præsentere gruppens samlede opgavebesvarelse, mens en studerende fra hver af de øvrige grupper fungerer som opponenter. Hovedpræsentationen er beregnet til at tage 30 minutter, mens opponenterne tilsammen har 15 minutter. Derefter følger faglærerens kommentarer.

Der skal indleveres en skriftelig besvarelse efter den mundtlige præsentation af samarbejdsopgaverne. Denne skal ikke være en egentlig skriftelig opgave og omfatter de benyttede overheads fra præsentationen, støttetekst og tavledisposition. Altså koncise oplysninger som sammenfatter det vigtigste i opgaven. Alle samarbejdsopgaver skal afleveres til en på forhånd aftalt tid.

b) Beregningsopgaver:

I første semester suppleres de traditionelle forelæsninger, udover de 3 samarbejdsopgaver, med mindre beregningsopgaver. Beregningsopgaverne har til formål at give de studerende fornemmelse af, om de har kontrol med faget og pensum. Opgaverne relaterer sig til den gennemgående teori og løses i grupper og består af beregninger og kontrolspørgsmål. Opgaverne skal løses på 15-30 minutter og den relevante faglærer vil være tilstede for at præsentere og vejlede omkring opgaverne.

I perioder uden samarbejdsopgaver udvides beregningsopgaverne betragteligt. Indlevering og formkrav for beregningsopgaver er en opgavebesvarelse per gruppe. 75 % af opgaverne skal godkendes af underviserne.

c) Laboratorieopgaver:

I andet semester integreres beregningsopgaverne i forelæsningerne og den afsatte tid til øvelser bruges i stedet på laboratorieopgaver. I andet semester øges tillige den afsatte tid til opgaver fra 1/3 af de skemalagte timer til 3/5 af timerne. Målet med laboratorieopgaverne er at belyse teorien fra første semester samt at give de studerende en praktisk indføring i materialekarakterisering og mikroskopi. De fem faglige emner som bliver berørt i forbindelse med laboratorieopgaverne er; brudmekanik, formbarhed, belægningsteknologi, scanning elektromikroskopi og plastkompositter.

Alle laboratorieopgaverne skal godkendes af underviserne. Opgavetyperne er ikke fuldstændig uafhængige af hinanden. En del af beregningsopgaverne og laboratorieøvelserne vil således ofte indgå som del i samarbejdsopgaverne.

d) Semesteropgaven:

Mens samarbejdsopgaverne skal motivere til et intenst studium indenfor kurset, sigter semesteropgaverne mod at opsummere hvad de studerende har lært i løbet af hele kurset.

Semesteropgaverne gives indenfor kursets emner:

- Overfladebelægning
- Letmetaller
- Plastkompositter
- Stål
- Rustfrit stål og svejseproduktion

Der er i kurset sat længere tid af til semesteropgaven end til de fire første samarbejdsopgaver, men arbejdsmetoden og afleveringsformen er identisk med samarbejdsopgaverne.

Kursets pensum dækkes af grundlæggende lærebøger og et trykt kompendium til kurset. Derudover har kurset sin egen hjemmeside med oplysninger om kurset og et introduktionshæfte til kurset som kan downloades. Øvelser og opgaver samt eksempler på tidligere eksamensopgaver kan også hentes ned fra hjemmesiden.

Eksamensform:

Eksamensformen på kurset varierer noget fra de traditionelle eksamensformer og består af to hoveddele. Den første del tæller de mindre øvelser, beregningsopgaverne og laboratorieøvelserne. Der skal indleveres en besvarelse per gruppe og 75% af disse skal godkendes. Derudover skal alle laboratorieøvelser godkendes.

Anden del af eksamen afholdes på baggrund af samarbejdsopgaverne, semesteropgaven og en individuel skriftlig opgave. Den skriftlige 5-timers eksamen foregår uden hjælpemidler og består typisk af 4-5 opgaver, med hver 3-5 delspørgsmål. Spørgsmålene er formuleret, så vægten kommer til at lægge på de studerendes beregninger, men med opfølgende teoretiske forklaringer.

Til den samlede eksamens anden del gives der karakterer. Karaktererne gives individuelt og efter karakterskala, da dette menes at give de studerende en større motivation for at lave gode opgaver. Den endelige karakter beregnes således: 25% af den samlede karakter baseres på gruppens aktivitet og den skriftlige besvarelse fra samarbejdsopgaverne og semesteropgaven. De resterende 75% af karaktererne gives på baggrund af den skriftlige individuelle eksamen.

Ressourcer:

Lærebelastning er uddelegeret, og kurset gør således brug af en kursusansvarlig underviser og vejleder, eksterne forelæsere og en afdelingsingeniør.

Den kursusansvarlige undervisers og vejleders timeforbrug er normeret til 80 timer. Reelt er arbejdsbyrden en smule større, nemlig 10-12 timers undervisning og vejledning ugentligt.

Udfærdigelse af eksamenssættet udgør en uges arbejde, mens rettelser i de studerendes eksamensopgaver er sat til 20 minutter per studerende.

Kurset gør brug af eksperter til forelæsninger indenfor de skemalagte emneområder. Disse eksperter findes oftest indenfor samme universitetsfakultet.

Der ansættes en stipendiat eller videnskabelig medarbejder som ansvarlig for de mindre øvelser og en afdelingsingeniør som ansvarlig for laboratorieopgaverne. Afdelingsingeniøren normeres til 50 timer.

Evaluering af kurset og erfaring:

Hvert semester afsluttes med en kritikrunde. Der kan under disse runder opstå ønsker om at lave justeringer af kurset, men dette opfattes ikke af underviseren som et stort problem. Den kursusansvarlige underviser påpeger at erfaringerne med kurset er meget gode. Blandingen af forelæsninger og inddragelsen af de studerende selv i samarbejdsopgaverne højner de studerendes motivation. Derudover har det været en positiv erfaring at inddrage et element af konkurrence på kurset. Grupper med flest rigtige kontrolopgaver får eksempelvis præmier i form af fotografier af specielle mikrostrukturer.

Kontaktperson:

Kursusansvarlig professor Christian Thaulow, e-mail: Christian.Thaulow@matek.sintef.no
Institut for Maskinkonstruktion og Materialeteknik, Norges Naturvidenskabelige Universitet.

Bilag og andet:

'Platformen Alexander Kiellands havari'. Et eksempel på en samarbejdsopgave.

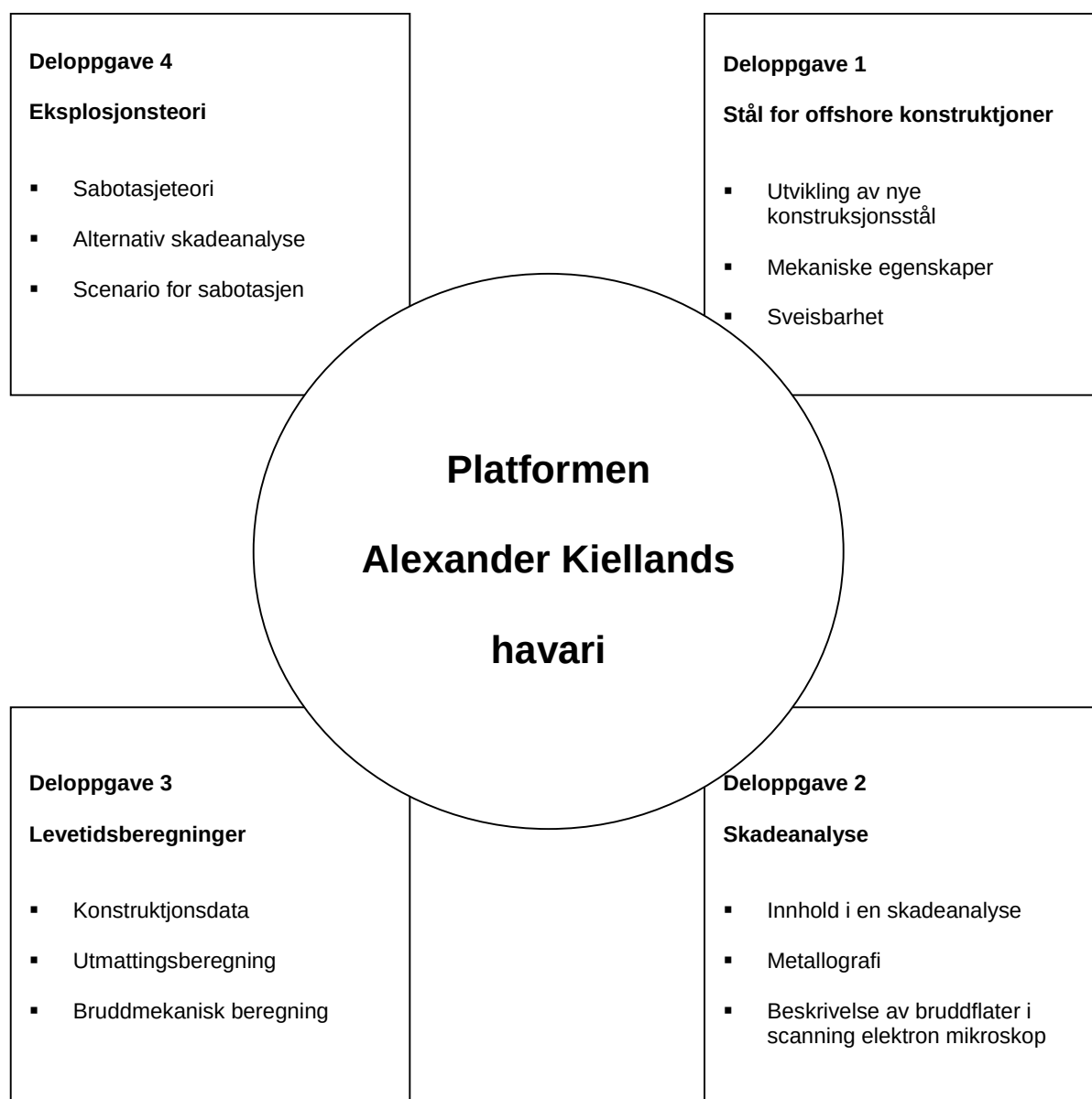
Der henvises også til kursets hjemmeside:

<http://birger.maskin.ntnu.no/imm/no/fag/62151/index.phtml>

BILAG 4

Redigert eksempel på samarbeidsoppgave fra kurset 'Materialeteknik'. Fællesoppgaven og delopgavernes indhold:

Konstruktjonsstål



Fellesoppgave: ”Plattformen Alexander Kiellands havari”

Oppgaven

Dere skal lage en 30 min. presentasjon.

- | | |
|---------|--|
| 5 min: | De viktigste forandringer med hensyn på mekaniske egenskaper og sveisbarhet for et offshore konstruksjonsstål produsert i 1975 og 1985. |
| 5 min: | Beskriv Alexander Kielland – Plattformen og ulykken. |
| 15 min: | Beskriv viktige momenter i skadeanalysen etter A. Kiellands-ulykken, med konsentrert oppmerksomhet mot: <ul style="list-style-type: none">- Stålenes sveisbarhet- Bruddflateundersøkelsene- Levetidsberegningene |
| 5 min: | Er eksplosjonsteorien sannsynlig? Lag et scenario som beskriver hvordan og hvorfor sabotasjen kan ha foregått. |
| 1 min: | Utbytte av å samarbeide i gruppen. |
-
-

Deloppgave 1: ”Stål for offshore konstruksjoner”

Oppgaven

- Du skal skaffe deg en oversikt over utviklingen av offshore konstruksjonsstålene fra begynnelsen af 70-årene og frem til i dag.
- Du skal kjenne bakgrunnen for de kravene som stilles til stålene og hvordan kravene blir kontrollert med mekanisk prøving.
- De moderne konstruksjonsstålene har meget gode grunnmaterialeegenskaper; det svakeste området er sveiseforbindelser. Du skal spesielt sette deg inn i stålens sveisbarhet og de forholdsregler man må ta for å oppnå tilfredsstillende egenskaper i sveiste stålkonstruksjoner.

Deloppgave 2: "Skadeanalyse"

Oppgaven

- Du skal lære deg hvordan man rent praktisk går frem ved skadeanalyse; hva man må passe på å få med seg av hensyn til opplysninger fra ulykkesstedet og hvordan man systematisk arbeider seg frem til en hypotese om skadens årsak.
 - Du skal skaffe deg kunnskap om de mest vanlige metallografiske undersøkelsesmetodene med spesiell vekt på hvordan scanning elektronmikroskop (SEM) kan utnyttes til studier av bruddflater.
 - Du skal sette opp en kortfattet skadeanalyse for A. Kielland-ulykken, og spesielt behandle de metallografiske undersøkelsene.
-

Deloppgave 3: "Levetidsberegning"

Oppgaven

- Du skal skaffe deg en oversikt over filosofien bak levetidsberegning, og hvilke grunnlagsdata som er nødvendige for å kunne gjennomføre en beregning.
 - Du skal spesielt sette dig inn i utmannings- og bruddmekanikk-beregningene som ble utført i forbindelse med A. Kielland-ulykken.
 - Du skal lære deg noen viktige likninger og grunnbegreper knyttet til utmatting og bruddmekanikk.
-

Deloppgave 4: "Eksplosjonsteori"

Oppgaven

- Du skal foreta en kritisk gjennomgang av arbeidet til havarikommisjonen og vurdere argumentene for at havariet skyldtes bevisst sabotasje. Var konklusjonene om utmattingsbrudd som årsak så opplagt fra første stund, på grunn av pontongen som fløt opp restbruddet, at man har sett bort fra andre mulige havariårsaker?

9 Midtvejsprojekt i systemlære – Brydning af hemmelig kommunikation – Institut for Elteknik, Danmarks Tekniske Universitet.

Kryptering, midtvejsprojekt, projektgrupper, selvstudium, lukkede konstruktionsproblemer og industrielt realistisk opgave.

Mål og begrundelse for valg af metode:

Midtvejsprojektet 'Brydning af hemmelig kommunikation' på Institut for Elteknik ved DTU er blevet afholdt flere gange. På baggrund af DTUs studiehåndbog anførte om det polytekniske midtvejsprojekt, "at de studerende i grupper, systematisk træner med løsning af en anvendelsesorienteret ingeniøropgave", har kurssets vejledere taget udgangspunkt i:

- valg af et lukket konstruktionsproblem
- industrielt relevant emne med en autentisk kunde
- valg af emnet kryptografi

Midtvejsprojektet udgør de studerendes første egentlige konstruktionsproblem. En væsentlig del af projektet må derfor være at bibringe gruppen af studerende den ingeniørmæssige arbejdsmetodik og professionelle holdning, der følger af erfaringerne ved at have gennemført en konstruktionsproces i sin helhed set i forhold til industriel praksis. Den grundlæggende vanskelighed for de studerende er her, at bryde med de tankebaner som de hidtil er oplært i.

En pædagogisk gennemprøvet fremgangsmåde er, at lade de studerende løse et lukket konstruktionsproblem af realistisk tilsnit. Hovedvægten ligger på at udvælge og sammensætte elementer fra et primitivt system, der for lærerne er lukket, men som i de studerendes øjne åbner for et uoverskueligt antal muligheder for udvælgelse og sammensætning af elementer. Fordelen ved at tilrettelægge opgaven som et lukket konstruktionsproblem er naturligvis, at man herigennem kan tilsikre, at konstruktionsprocessen kan gennemføres indenfor den afsatte tidsramme. Metoden sikrer også en begrænset indsats til vejledning, således at de studerende får det overblik og den erfaring og tilfredsstillelse, der ligger i at have frembragt en selvstændig løsning, som man kan holde op imod de af kunden stillede krav.

Et særligt vanskeligt forhold set fra lærersiden i forbindelse med udformningen af det primitive system er ønsket om, at der skal tages nye opgaver op hvert år.

De to væsentlige problemer ved midtvejsprojektet er således dels afgrænsningen af opgaven som et lukket konstruktionsproblem og dels tilvejebringelsen af industrielt relevante omgivelser under gennemførelsen af konstruktionsprocessen.

For at kunne imødekomme ønsket om nye opgaver hvert år besluttede underviserne at udforme en fælles ramme for midtvejsprojekterne i systemlære. Nemlig at de skulle omhandle:

konstruktion af arraybaserede systemer med det overordnede formål at give deltagerne erfaring med ingeniørarbejdet i systemudvikling omkring arraybaserede teknikker.

Lige så betydningsfuldt er det naturligvis at gøre selve opgaven og dens gennemførelse så industrielt realistisk som muligt. Den grundlæggende tanke var derfor, at underviserne ville skaffe en 'kunde', hvis behov for at få løst en opgave, de studerende nu skulle søge at tilfredsstille, ganske som om de udgjorde et lille softwarefirma. I nært samarbejde med Matematiklærerforeningen har underviserne derfor igennem de seneste 7 år udbudt midtvejsprojekter i systemlære under den generelle rammetitel: "Konstruktion af edb-værktøj til brug i gymnasiets matematikundervisning".

Kryptering på internettet er i dag et højaktuelt emne, både fagligt og politisk, forårsaget af den teknologiske udvikling. Emnet er taget op i gymnasiematematikken for at knytte undervisningen sammen med spændende datamatiske anvendelser. Midtvejsprojekterne har som historisk baggrund de cifre, den danske regering tog i brug eller påtænkte at bruge efter krigen 1864 i forbindelse med telegrafens indførelse. Det specifikke emne for midtvejsprojekterne er:

Konstruktion af APL-værktøj til simulering af den danske matematiker Julius Petersens brydning af udenrigsministeriets hemmelige korrespondance i 1875.

Det er dette ”undervisningsmateriale”, de studerende har moderniseret gennem udarbejdelse af interaktive undervisningsværktøjer. Ved hjælp af edb kan man levendegøre og sætte sig ind i de ”klassiske” chiffersystemer og mekaniske chifferapparater, der udgør forudsætningen for at forstå de moderne problemstillinger omkring kryptering på internettet.

Undervisningsform og forløb:

Kurset strækker sig over et semester. Det tæller 10 ECTS point, og der skal påregnes omtrent 230 arbejdstimer for den studerende. Der deltager mellem 3 og 6 studerende per semester. Disse inddeles i projektgrupper af 3- 4 studerende.

Gruppearbejde: Semesterprojektet bygger på de studerendes arbejde i projektgrupper. Projektgrupperne dannes i starten af semesteret, og de studerende skal i grupperne sammen gennemgå:

- selvstudie af teorien.
- projektmøder hvor planer, ideer og resultater fremlægges og diskuteres med vejledere og kunde, som i dette tilfælde er en repræsentant for Matematiklærerforeningen.
- afleveringsforretning, hvor projektet endelige præsenteres og forsvares over for kunden.

Der fastsættes en bestemt ugentlig eftermiddag, hvor vejlederen og de studerende mødes. Vejlederne kan således følge med i projektet, og diskutere det i det omfang de studerende har behov herfor. Teoriundervisningen på kurset foregår som selvstudium og med udgangspunkt i den opstillede litteraturliste. De studerende har således selv ansvaret for at litteraturen gennemgås i grupperne, og beslutter hvorvidt det skal gennemgås i fællesskab eller om læsningen foregår individuelt. De fleste studerende foretrækker dog at diskutere teorien i grupperne.

Ved projektets start får de studerende at vide, at de kan betragte den udleverede opgavetekst som den kontrakt, der er indgået mellem 'direktionen' for deres firma (vejlederne) og kunden. Hvorledes kontrakten skal opfyldes, således at kunden bliver tilfreds med det konstruerede produkt, er de studerendes problem. Dog kræves der i overensstemmelse med praksis, at de allerede ved det første møde med kunden har en første prototype klar. Den efterfølgende diskussion med kunden til afklaring af dennes ønsker tager således sit udgangspunkt i kundens kritik og forslag til forbedringer af et konkret forslag.

For at give de studerende tid til at finde sammen, sætte sig ind i problemstillingen, og udarbejde den første prototype, fastlægger vejlederne sammen med dem og kunden 3-4 mødedatoer.

Kundemøder: I henhold til reglerne skal midtvejsprojektet "bedømmes på grundlag af den af de studerende udarbejdede rapport, samt et eller flere seminarer, hvor hver enkelt studerende i gruppen fremkommer med en mundtlig fremlæggelse".

For at iklæde dette en industriel relevans gennemføres 3-4 møder mellem gruppen og kunden, en repræsentant for Matematiklæreforeningen. Det er dog alene det sidste møde, *afleveringsforretningen*, som bliver lagt til grund for den individuelle, mundtlige bedømmelse.

Det første møde mellem gruppen og kunden finder sted 5 uger efter projektets start. Derefter falder møderne med ca. en måneds mellemrum. Med møderne vil vejlederne sikre, at de studerende gennem de første møder får praktisk erfaring i, hvorledes man præsenterer og diskuterer et projekt med sin kunde. Dette skal sikre en mere professionel fremlæggelse ved bedømmelsen af den afsluttende aflevering af projektet, *afleveringsforretningen*.

Undervisernes rolle: Underviserens rolle på kurset er at betragte som en vejleders. Man kan her skelne mellem to faser. I den første fase gælder det om at få gruppen rystet sammen til en arbejdende enhed, ved at de studerende tilskyndes til selvstændigt at tage fat på den konkrete opgave; at sætte sig ind i det primitive system; til at finde ud af, hvorfor og hvordan tingene virker på datamaskinen, og til selv at prøve at implementere mindre delproblemer for at se, om de har forstået det. Bortset fra en kort indledende gennemgang af problemstillingen og terminologien omkring substitutionschifre består vejledningen i at besvare konkrete spørgsmål.

Den anden og virkeligt kritiske fase opstår, når de studerende opdager, at der knap er to uger tilbage inden det første møde, uden at det er lykkedes dem at udarbejde en første prototype. Et illustrativt argument fra de studerende er, at da de ikke ved, hvad kunden vil have, bør de vente med at lave noget, indtil kunden har forklaret dem hvad han vil have og hvordan. Ellers skal arbejdet jo laves om! Her er det så, at der skal gribes ind fra vejlederens side for at overbevise de studerende om, at de gennem deres kendskab til det afgrænsede primitive system rent faktisk har baggrunden for at kunne løse opgaven. Gennem diskussion skal de komme frem til et forslag til udformningen af den første prototype. Vejlederen skal forsøge at vinde dem for det synspunkt, at konstruktionsprocessen består i en gradvis ændring og forbedring af det oprindelige forslag, og at det er i diskussionen med kunden omkring det konkrete forslag, at produktet skræddersyes til kundens formål.

Samtidigt med at vejlederen skal få de studerende sat i gang med at få deres eget forslag til en prototype realiseret, er det vigtigt at vejlederen bibringe dem lidt praktisk viden om, hvorledes man i et industrielt miljø optræder som et samarbejdende team, der præsenterer og sælger sit projekt til kunden. Dette gælder specifikke forhold som presentationsteknik og beslutningsreferater. Der lægges også megen vægt på at bibringe de studerende indstillingen og holdningen om, at begrebet *kvalitetsforbedring* i forholdet til kunden skal opfattes i henhold til dets økonomiske meningsindhold. For de studerende er det en overraskende ændring af tankegangen om, at det, de hidtil har betragtet som 'udenomsværker' uden et egentligt indhold af teknisk nyskabelse, vil udgøre mere end halvdelen af et konstruktionsprojekt.

Når de først gennem egen erfaring fra mødet med kunden begynder at erkende, at det rent faktisk forholder sig sådan, så har man over en periode på kun en 5-6 uger fået bibragt dem den ingeniørmæssige indstilling, der sætter dem i stand til selvstændigt og målbevidst at gennemføre den resterende del af projektet.

Eksamensform:

Kursets eksamensform adskiller sig fra den traditionelle individuelle eksamensform ved at have delvis karakter af en *afleveringsforretning* mellem kunde og producent. En uge før afholdelsen af *afleveringsforretningen* afleverer de studerende deres projektrapport. Rapporten skal omfatte en diskette med det udarbejdede edb-værktøj med tilhørende dokumentation. Kunden og vejlederne

sætter sig ind i materialet og afprøver værktøjet, og de studerende gives forberedelsestid til deres individuelle fremlæggelser.

Inden de studerende går i gang med forberedelsen af deres indlæg, har kunden, vejlederne og de studerende et koordineringsmøde. De studerende har inden forberedt dette programforslag med titler på deres individuelle bidrag. Disse kan have form af enten foredrag med forberedte transparanter til overhead projektor, on-line demonstration på datamaskinen af værktøjet eller dele heraf. Endvidere gennemfører de studerende internt i gruppen en generalprøve inden den endelige præsentation og aflevering af projektet til kunden.

Svarende til eksempelvis forholdene ved en session på en international conference fastsættes en tidsramme på i alt 2 timer, hvoraf hver af de studerende får tildelt 15 minutter til deres individuelle præsentation. Resten af tiden afsættes til diskussion med spørgsmål fra auditoriet til panelet af studerende. Auditoriet er repræsenteret ved vejlederne, kunden, eventuelt også formanden for Matematiklærerforeningen og eventuelt en fagkonsulent i matematik for Undervisningsministeriet. Med et sådant auditorium får de studerende deres sag for i den efterfølgende diskussion, og der fremkommer herunder en række forslag til udbygning og forbedring af det udarbejdede værktøj.

Der gives individuelle karakterer efter 13-skalaen. Den endelige bedømmelse foregår sammen med vejlederne, kunden og censor.

Ressourcer:

Kurset benytter sig af to vejledere. Derudover vil en repræsentant fra Matematiklærerforeningen deltage som kunde ved møderne. Tidsforbruget for de to vejledere er vanskeligt at opgøre præcist. Dette skyldes at de valgte fagområder hører under vejledernes forskningsområder og derfor forekommer fortløbende.

Vejledning og møder med de studerende er opgjort til at udgøre ca. 40 timer for hver af de to vejledere. Derudover bruger vejlederne tilsammen omtrent 40 timer på hele eksamensafholdelsen.

Evaluerings af kurset og erfaringer:

Vejledernes erfaringer med kurset er, at mere end halvdelen af den egentlige vejledning afses til at bibringe de studerende en ingeniørmæssig tankegang og arbejdsform. Dette må ses i modsætning til eksempelvis eksamensprojekter, hvor det er faglige problemer i forbindelse med løsningen af det sædvanligvis åbne konstruktionsproblem, der kræver en vejlederindsats.

Under projektets forløb har vejlederne bestræbt sig på at bringe lærerindsatsen ned på den fastlagte ramme. Projektet har imidlertid været lige så ressourcekrævende at gennemføre som et eksamensprojekt, når man ser bort fra de 'specialistkurser', der skal indregnes under eksamensarbejderne. Noget af dette ekstraforbrug vil kunne bringes ned ved at fordele forberedelsestiden med afgrænsningen af det primitive system på flere grupper af studerende. Men den hjælp de studerende har behov for under omstillingsprocessen i tankevaner, lægger beslag på en lærerindsats udover, hvad man normalt vil kalkulere med på baggrund af behovet til vejledning ved løsning af de faglige problemer.

Kontaktperson:

Lektor Peter Falster, e-mail: falster@eltek.dtu.dk
Institut for Elteknik, Danmarks Tekniske Universitet.

Bilag og andet:

I et netop afsluttet kursus er der lavet en CD ROM med alle værktøjerne fra midtvejsprojekterne igennem de senere år. Værktøjerne er integreret i en fælles undervisningspakke (inklusive historisk kildemateriale) under Windows til brug i gymnasiets matematikundervisning i kryptologi. Dette materiale kan lånes til gennemsyn ved henvendelse til kontaktpersonen.

For en nærmere beskrivelse af den benyttede undervisningsmetode, henvises til følgende litteratur:

[1] O.I. Franksen: Closed and open design projects in the education of engineers, IEEE transaction on Power Apparatus and Systems, Vol. PAS-84, No. 3, March 1965, pp 228-231.

[2] Rapport over Midtvejsprojekt i "Brydning af hemmelig kommunikation". Institut for Elteknik, DTU, Juni 1999.

10 Oprensning af borehuller i stærkt devierede oliebrønde - Problem Based Learning (PBL) - Institut for Petroleumsteknologi og Anvendt Geofysik, Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet (NTNU).

Problembaseret læring (PBL), studenterstyret læring, struktureret gruppearbejde, integration af teori og praksis, sammensat viden og helhedskompetence.

Mål og begrundelse for valg af metode:

Undervisningsformen, problembaseret læring, PBL, er valgt med henblik på at styrke de studerendes viden og helhedskompetence gennem et problemorienteret og studenteraktivt kursusforløb. Problemområdet er valgt som et aktuelt problem ved olieudvinding. Undervisningsformen tager primært udgangspunkt i struktureret og vejledersuperviseret gruppearbejde, med karaktergivende gruppearbejde og individuel bedømmelse og karaktergivning til eksamen.

PBL fokuserer primært på læring og i mindre grad på undervisning. Der lægges vægt på at udvikle selvstændighed i læreprocessen, og de studerende skal selv tage ansvaret for at lære og søge viden. Med dette skabes der en vidensudviklende arbejdsform i studiet, fremfor en traditionel vidensformidlende virksomhed.

PBL bygger på en antagelse om at indlæring bedst sker når:

- den studerende aktiverer tidligere lært viden
- lærestoffet har betydning for den studerende
- den studerende selv kan bidrage aktivt til sin egen indlæring

For at styrke den selvstændige udviklingsproces foregår det meste arbejde i forbindelse med løsning af problemer i grupper, mens de traditionelle forelæsninger trappes ned til et minimum. Et typisk træk ved PBL er at stille en opgave eller et problem før al relevant viden er indlært. Det er tanken at den studerendes arbejde med at identificere problemet, og med at forstå hvad slags viden der er aktuel for forståelsen og løsningen af et problem, er udviklende for en kompetence som er relevant for ingeniører. Integrering af tidligere lærte fag i de studerendes arbejde med problemløsningen sikrer et større helhedsperspektiv og modarbejder den fragmentering af viden, som traditionelt ligger i fagopdelt undervisning. Den model for PBL der anvendes i kurset omfatter følgende syv trin efter hvilke de studerendes arbejde struktureres.

Undervisningsform og forløb:

Kurset løber over et semester, svarende til 14 uger, og har et omfang af 25% årsværk. Der optages lidt over 40 studerende på kurset. Forelæsningerne udgør omtrent 30%, og gruppearbejdet 70 %, af de skemalagte timer. Der afholdes forelæsninger en gang ugentligt. Forelæsningerne lægger sig til de fremlagte opgaver og danner grundlaget for at løse opgaverne.

Det faglige indhold i PBL adskiller sig ved at man, i stedet for at knytte undervisningen til et bestemt fagligt pensum, tager udgangspunkt i et konkret problem. Det konkrete problem belyses ved hjælp af den viden de studerende allerede har og/eller den viden de studerende selv må erhverve sig. Fordi kursets mål er at gøre undervisningen problem- og ikke decideret fagorienteret, følger der ikke et fast pensum med kurset. Der bliver udlagt en liste med litteraturreferencer til de studerende, og bøgerne og artiklerne vil blive opstillet på biblioteket. De studerende kan således benytte litteraturlisten efter behov.

De studerende skal hver uge, i grupper og efter en fastsat model, løse et nyt problem indenfor et større problemfelt. Før første gruppearbejde præsenteres rammen for at kunne analysere problemet, den såkaldte 7-trinsmodel:

7-trinsmodel:

- 1 Klargøre terminologier og begreber som er uklare eller som ikke alle forstår.**
Alle de studerende bør forstå og være enige om hvad ord og begreber i opgavebeskrivelsen betyder og dækker over.
- 2 Definér problemet og eventuelle delproblemer .**
Hvilket fænomen skal forklares? Før gruppen går videre skal alle i gruppen være klar over hvilke problemer, som skal bearbejdes.
- 3 Analyser problemet.**
 - * Hvilke ideer og forklaringer findes der i gruppen angående problemet?
 - * Er det nødvendigt med mere information for at forstå problemet?
 - * Hvis der er tale om flere problemer, begynd da med at analysere et af dem. Brug eventuelt 5-10 minutter på en 'brain-storming' på problemet. Resultaterne af brainstormingen skal ikke diskuteres, blot noteres.
- 4 Lav en systematisk bearbejdelse af det, som er fremkommet i trin 3.**
Bearbejd de ideer og forklaringer, som er kommet frem under trin 3. Forsøg at se sammenhænge og kategoriser og bortsorter det som virker irrelevant. Vurder egne kundskaber kritisk.
- 5 Formuler behov for indlæring.**
 - * Hvad forstår gruppen ikke, eller hvad mangler den belæg for?
 - * Er det komplette, korrekte løsninger gruppen er kommet frem til?
 - * Hvad er det gruppens medlemmer må skaffe sig mere viden om?
 - * Hvilke vidensområder er aktuelle?
 - * Hvilke færdigheder er eventuelt aktuelle?
 - * Formuler og konkretiser de vidensbehov som er kommet frem under trin 4.
- 6 Indhent kundskaber i relation til indlæringsbehov.**
Gruppen bør gøre sig klart hvordan man effektivt skal skaffe sig den viden og de færdigheder, som er nødvendige. Hvilke ressourcer findes der og hvordan skal disse udnyttes? Gruppemedlemmerne kan siden skaffe sig individuel viden eller viden til gruppen, ud fra de mål gruppen satte sig under trin 5.
- 7 Vurder og kontroller den ny erhvervede viden.**
den ny erhvervede viden skal granskes og vurderes i forhold til problemet. Den indhentede viden skal lede frem til en yderligere belysning, nye problemstillinger og eventuelt en løsning på problemet eller delproblemer.

Figur 4: PBL-metodens analyseramme.

De syv trin gennemgås og der gives information om, hvordan litteraturlisten kan bruges. Derefter overlades de studerende i grupper til arbejdet med opgaverne, suppleret af forelæsninger og vejledermøder:

1. **Første gruppemøde:** I det første gruppemøde drøfter de studerende problemstillingen i deres grupper. Problemet struktureres, læsebehovet defineres og der udarbejdes forslag til en disposition. Det er således med udgangspunkt i hvad gruppen finder nødvendigt at lære for at løse opgaven, at læsebehovet defineres.
2. I den anden uge bliver der to timers **traditionel forelæsning**, hvis de studerende har behov for det.

3. I denne fase er de studerende kommet i gang med at analysere problemet, baseret på den viden som erhverves. I perioden samles gruppen efter behov for at diskutere hvordan problemet kan løses.
4. I dette trin noteres emner til selvstudium før næste gruppemøde. Emnerne opsummeres og eventuelle fælles studier eller fordeling af studier afklares. Eventuelt møde for fælles brug af andre ressourcer aftales og gruppens arbejde vurderes.
5. Herefter følger et trin med individuelt selvstudium.
6. **Andet gruppemøde** (første time af en dobbelt time): Drøftelse af første opgave. Nye delproblemer eller uafklarede spørgsmål noteres. Hvis man finder nye selvstudiumsemner, som er nødvendige for forståelsen, noteres disse.
Hvis gruppen mener, at der er opnået tilfredsstillende forståelse af opgaven i forhold til målbeskrivelsen, afsluttes arbejdet med opgaven. Uddeling af næste opgave (anden time af en dobbelttime). Processen starter forfra i følge 7-trinsmodellen:

Opgaverne på kurset er beregnet til at blive løst over to gruppemøder, hvorefter en ny opgave påbegyndes. Udgangspunktet for gruppearbejdet er en praktisk problemstilling, formuleret af underviseren. Et eksempel på sådan en problemformulering er vist nedenfor:

Problemsituation A:

På Statfjord A gikk et nytt boremannskap på kl.24.00. Skiftet før dem hadde trukket borestrengen for å skifte borekrone. Boreoperasjonen var inne i en avsluttende fase i 12 _" hullseksjon og hadde nådd 900 m ut fra 13 5/8" foringsrørskoene. Herifra hadde hullet en konstant inklinasjonsvinkel på 70°. Slamvekten var 1.7 kg/l. Ingen spesielle problemer var rapportert fra det forrige skiftet.

Etterhvert som borestrengen ble senket ned i hullet, og kom inn i den åpne hullseksjonen begynte aksialkraften å avta og å variere unormalt. Når borekronen var 200 m fra bunnen var kroklasten nesten null og det ble besluttet at spinneren skulle benyttes på den siste strekningen. Selv med spinneren lyktes det å få borestrengen bare 160 m lenger inn i hullet. Vrimomentet var høyt. Etterat slamviskositeten ble økt fra 22/14 til 27/15 ble pumpene satt i gang og boringen startet 40 m over bunnen. Etter 30 min. boring og spyling nådde borekrona bunnen. Under helle denne operasjonen ble det rapportert fra slamgutta at slamtettheten nå sank jevnt. Boreingen ble stoppet og pumperaten økt. Etter ytterlige en halv times pumping var slemtettheten nede i 1.52 kg/l. Nå begynte tettheten å stige, og en halv time senere var tettheten steget helt opp til 1.83 kg/l. Etter ytterligere en times pumping stabiliserte slamtettheten seg på 1.7 kg/l, og normal boring ble gjenopptatt.

Figur 5: Eksempel på en uge-opgave. Underviseren vil, i takt med at fortroligheten med PBL-metoden øges, forandre og tilpasse problemstillingene.

Ved slutningen af semesteret får hver gruppe et problem udvalgt af underviseren, som de skal uddybe. Sidste fase afsluttes med en præsentation af det udvalgte problem (maksimum 30 minutter per gruppe). Grupperne giver mundtlig evaluering af de andre gruppers præsentation.

Gruppearbejde: Gruppearbejdet er rygmarven i PBL. Det er gennem arbejdet i grupperne, at de studerende lærer at bruge egen og hinandens ressourcer til en egentlig forståelse af ingeniørmæssige problemstillinger; og det er med udgangspunkt i gruppearbejdet, at den enkelte skaffer sig viden om de læringsbehov, som gruppen eller den enkelte studerende har.

Holdet inddeles i grupper på 4-5 studerende. Hver gruppe har en vejleder/underviser tilknyttet. Gruppen og vejlederen mødes en gang ugentligt, og vejlederen bruger typisk 15-20 minutter om

ugen på hver gruppe. Grupperne mødes desuden to gange om ugen. Møderne varer en time og deltagelse i møderne er obligatorisk. Hvert gruppemedlem får på skift ansvaret for at lede gruppen igennem det aktuelle problem. Gruppen skal fra starten opstille en rotationsliste for lederfunktionen. Gruppen skal, udover arbejdet med opgaverne, en gang i løbet af semesteret præsentere aktuelle teorier, artikler og bøger for de andre studerende og/eller opstille specielle problemer til diskussion. Den opgave de studerende således skal præsentere foregår efter lodtrækning mellem de 5-6 stillede opgaver i løbet af semesteret. Ved præsentationen forlanges en dybere og grundigere analyse af problemstillingen end det, som forventes efter første gangs analyse. De studerende kan også anmode underviseren om at holde korte forelæsninger om afgrænsede emner.

Selvevaluering er en vigtig del af gruppearbejdet, da den danner grundlag for en løbende justering og optimal nytte af gruppearbejdet. Til hvert gruppemøde afsættes derfor 5 minutter i slutningen af mødet til en kritisk evaluering af gruppens arbejde, medlemmernes deltagelse og eventuelle problemer.

Lærerens rolle: Læreren har to funktioner ved undervisning med PBL-metoden; dels som vejleder og dels som forelæser. Som vejleder er lærerens rolle først og fremmest at støtte gruppens problemløsnings- og indlæringsproces. Vejlederen kan afvise spørgsmål og problemer som anses for mindre relevante i sammenhængen, gøre gruppen opmærksom på indlæringsbehov i forhold til de fastsatte mål samt hjælpe med at resummere og stimulere til evaluering af viden og vidensbehov.

Vejlederen skal virke i feltet *mellem* vidensområdet og den studerendes opfattelse af samme. Forståelsen hos den studerende opstår på den studerendes vilkår og udfra den studerendes forudsætninger. Det gælder derfor for vejlederen om at prøve at forstå og respektere den studerendes tankegang, uden at presse på med sit eget syn på en eventuel problemstilling. Rollen som vejleder kan kræve en vis omstilling fra lærerens side, mens rollen som traditionel forelæser derimod er traditionel og velkendt for de fleste undervisere.

Eksamensform:

Der er til kurset ikke endnu blevet udviklet en speciel PBL-eksamensform. Den afsluttende eksamen foregår derfor som en traditionel skriftlig eksamen og er modsat undervisningen individuel. De studerende skal hver aflevere en skriftlig 10-15 siders rapport indenfor et problemområde formuleret af underviseren. De studerende får alle samme opgaveformulering. De får to uger til at skrive rapporten, og den individuelle karakter gives på baggrund af denne. Rapporten bedømmes efter karakterskala.

Underviseren bruger gennemsnitligt 2 timer på at lave eksamensopgaverne. Opgaven er konstrueret således, at bedømmelsen af samtlige opgaver kan foretages på cirka 4 timer.

Ressourcer:

Undervisningen og vejledningen forestås af den kursusansvarlige underviser. Underviseren bruger gennemsnitlig 4 timer per semester på at forberede opgaver til brug i undervisningen. På forelæsningerne bruges der 25 timer, eksklusiv forberedelse, samt 35 timer til vejledning af grupperne. Dertil kommer de afsluttende eksaminer som i alt tager 6 timer.

Kurset stiller ingen særlige krav til lokaler eller materialer.

Evaluering af kurset og erfaringer:

Der er foretaget intern evaluering blandt de studerende. Kurset er blevet afholdt flere gange, og de mest almindelige kommentarer har været at:

- metoden bedst fungerer med små grupper, max. 4-5 personer.
- metoden, ifølge de studerende, er tidskrævende, men lærerig.
- metoden forudsætter at de studerende er motiverede. PBL kurserne får dog ofte en positive evaluering fra de studerende.
- der kan være problemer med at tilpasse den pensumfri undervisning med eksamenskravene. Et mål er derfor løbende at tilpasse eksamensspørgsmålene og/eller eksamensformen til undervisningen.

Kontaktperson:

Lektor Pål Skalle, e-mail: pskalle@ipt.ntnu.no

Institut for Petroleumsteknologi og Anvendt Geofysik, Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet.

11 Optiske Netværk - Center for Communications, Optics and Materials (COM), Danmarks Tekniske Universitet.

Formidling og diskussion af litteratur, studiegrupper og forelæsninger ved de studerende.

Mål og begrundelse for valg af metode:

I de fag der omhandler optisk kommunikation undervises der primært i de basale komponenter og deres virkemåde, funktionaliteten i mindre systemer og nogle af begrænsningerne ved fibertransmission. Emnet netværk berøres kun overfladisk, og da optisk kommunikation spænder over et meget bredt område, er det svært at få en sammenhæng, i den rivende udvikling der foregår indenfor dette område.

Ideen med kurset 'Optisk Netværk' er derfor at prøve at kæde optisk kommunikation og almindelige netværksbetragtninger bedre sammen med henblik på at give et overblik over de teknikker og strategier, der benyttes i udviklingen og implementeringen af nutidens telenet.

Dette vil indebære en gennemgang af de mere avancerede komponenter der benyttes og deres begrænsninger. En del af stoffet hentes fra de nyeste konferencer og tidsskrifter, således at den sidste nye udvikling kan følges og perspektiveres. Da kurset primært er henvendt til ph.d.-studerende, eller studerende i slutningen af deres uddannelse, er målet både at give et overblik over området, og at indføre de studerende i læsning af forskningslitteratur og formidling af samme. Kurset skal således også give en god baggrund til en efterfølgende forsknings- og udviklingsstilling.

Kursets mål kan opsummeres i følgende punkter, at:

- give de studerende et detaljeret kendskab til, og forståelse af, den nyeste forskning indenfor optiske systemer og netværk.
- give de studerende erfaring i at finde, læse og formidle væsentlige resultater i relevante forskningstidsskrifter.
- introducere de studerende til den nyeste forskning indenfor området optiske netværk.

Litteraturstudier, formidling og diskussion er kernemetoderne i forsøget på at udvide de studendes kendskab til, og forståelse af, fagområdet. Ideen er at motivere de studerende ved at overdrage dem ansvaret for en stor del af kursets afholdelse. Undervisningsformen er således lagt an på de studendes selvstændige arbejde i en studiegruppe, og de studerende skal også selv, på skift, forestå forelæsningerne. Det er tanken at de studendes fordybelse i stoffet øges, når en relativt begrænset gruppe skal behandle stoffet efterfølgende. Dels bliver det sværere for den enkelte studerende at 'skjule' sig blandt sine medstuderende, og dels medfører den obligatoriske forelæsning, de studerende skal gennemføre for deres medstuderende, at den enkelte deltager sætter sig grundigt ind i stoffet.

Undervisningsform og forløb:

Kurset strækker sig over 14 uger og tæller 7,5 ECTS point. Kurset omfatter et ugentlig fremmøde af cirka 3 timers varighed. Da undervisningsmetoden er baseret på deltagelsen i en fælles studiegruppe, er det maksimale antal deltagere sat til 16 studerende.

Den første uge introduceres de studerende til faget og til kursets undervisningsmetoder. Første del af litteraturen uddeles, og de første studerende udpeges til de efterfølgende lektioners litteraturgennemgang.

De følgende 10 uger består lektionerne af de studerendes forelæsninger og af de efterfølgende diskussioner. Kursusforløbet struktureres ud fra på forhånd givne emner indenfor optiske netværk. Således vil et typisk kursusforløb bestå af 7-10 hovedemner, med tilhørende underemner. Der er afsat en til to uger til hvert hovedemne. Emnerne kan eksempelvis omhandle netværksstrukturer, avancerede transmissionsteknikker, trafikteori eller management af optiske netværk. Det ugentlige fremmøde afvikles i studiegruppen, og de studerende skal til hvert fremmøde have læst et antal tekster fra kursets pensum. Til hvert fremmøde afholder de studerende forelæsninger på skift. Teksterne udleveres til forberedelse, en uge før de fremlægges. Alle deltagere skal i løbet af kurset fremlægge 1-2 artikler (afhængig af antallet af deltagere). Forelæsningen forestås typisk af to studerende der forelæser over to på hinanden følgende emner. Dog kan to studerende dele et stort emne, så en mere dybdegående viden opnås. Forelæsningen tager cirka en time per studerende med spørgsmål undervejs. Derefter diskuteres de fremlagte tekster i studiegruppen.

Tanken bag de studentestyrede forelæsninger og diskussioner er, at det er de studerende selv der skal gives ansvaret for kvaliteten af kurset. Det er primært de studerendes ansvar at afholde kvalitativt indholdsrige og gode forelæsninger, og det er også de studerendes ansvar efterfølgende at uddybe de fremlagte tekster og fastlægge et vist niveau i studiegrupperne.

De resterende 3 uger af kurset afholdes forelæsningerne af eksterne forelæsere. Disse vil typisk komme fra centeret selv og fra industrien.

Litteratur: Der benyttes ikke et fast pensum fra kursus til kursus. Litteraturen bestemmes dels ud fra kursets grundstamme, dels ud fra de spørgsmål som tages op på kurset. Dertil føjes der løbende litteratur i forhold til nyligt afholdte konferencer eller lignende, og de studerende kan på eget initiativ fordybe sig i de nyeste resultater indenfor delemner i kursets indholdsramme. Sammenfattende udvælges litteraturen sådan at:

- en del af litteraturen bestemmes af underviserne ud fra kursets hovedemner.
- artikler og konferencepapers vælges ud fra deres nyhedsværdi, således at de studerende løbende præsenteres for den sidste nye forskning, indenfor de valgte områder.
- tilføjelser til litteraturen findes af underviseren, på basis af de spørgsmål der stilles til emnerne i løbet af kurset.
- de studerende selv finder litteratur indenfor de områder, som de studerende har udvist interesse for. Typisk vil der blive arrangeret en session, hvor to studerende deler et emne, og begge forelæser til samme ugentlige fremmøde. I sådanne tilfælde vil de studerende få 14 dage til at finde relevant litteratur og forberede forelæsningen.

Et formål med undervisernes valg af litteratur er at højne de studerendes faglige niveau og indføre de studerende i den anvendte forskningslitteratur. De studerende skal gennem diskussionen efter forelæsningerne lære at finde kritiske punkter i givne materialer, selv opdage begrænsningerne i de underviste fagområder og i det hele taget stille sig kritiske overfor given litteratur.

Vejlederne vil selv, primært i begyndelsen, pege kritiske punkter ud i litteraturen, men erfaringen viser, at de studerende ret hurtigt lærer at tage tæten og selv stille de kritiske spørgsmål. De studerende vil i løbet af kurset blive præsenteret for mellem 500-800 siders litteratur.

Undervisernes rolle: Underviserens rolle adskiller sig fra de traditionelle kurser, idet de studerende selv forestår forelæsningerne og de efterfølgende diskussioner. Underviserne får derfor snarere status af vejledere. Vejledernes ansvar er i første omgang at definere grundstammen i kurset. De fleste hovedemner og en del af litteraturen er således bestemt på forhånd. Derudover er det vejledernes opgave at stille relevante spørgsmål og perspektivere litteraturen og diskussionerne.

Eksamensform:

De studerendes indsats evalueres efter formen bestået - ikke bestået. For at bestå kurset skal de studerende have udført de obligatoriske forelæsninger, samt have deltaget aktivt i diskussionerne i studiegruppen. Dette stiller også krav om fremmøde.

De studerende skal ved kursets slutning aflevere en skriftlig rapport. Rapporten skal perspektivere det fremlagte materiale. Rapporten udgør kun en del af vurderingen af de enkelte studerende. En typisk rapport vil bestå af en til to sider, der beskriver de emner man har forelæst over. Ydermere vedlægges de plancher der er benyttet ved forelæsningen samt en litteraturliste.

Ressourcer:

Der deltager typisk to undervisere i løbet af semesteret. Underviserne kan fordele fremmødet i studiegrupperne mellem sig. Ofte vil begge undervisere dog være tilstede.

I gennemsnit bruger den kursusansvarlige omkring 10-12 timer per uge, mens medunderviserens tidsforbrug ligger omkring 5-8 timer ugentligt.

Evaluerings af kurset og erfaringer:

Ved at give de studerende en stor del af ansvaret for kvaliteten af undervisningen, ikke blot overfor underviseren men også overfor de medstuderende, har erfaringerne hidtil vist et øget engagement hos de studerende. Ydermere har det dynamiske pensum, defineret ud fra nyeste konferencer såvel som ud fra spørgsmål stillet af de studerende selv, vist sig at have en motiverende effekt.

Kontaktperson:

Henrik Nørskov Poulsen, e-mail: hnp@com.dtu.dk

Center for Communications, Optics and Materials, Danmarks Tekniske Universitet.

12 Problemløsning, samarbejde og læring i ingeniørmæssigt udviklingsarbejde - Institut for Teknologi og Samfund, Danmarks Tekniske Universitet.

Ingeniørarbejdet som sociale processer, projekt- og gruppearbejde, designspil, cases, refleksion, læreprocesser og design af ingeniørmæssige artefakter.

Mål og metode:

Kurset 'Problemløsning, samarbejde og læring i ingeniørmæssigt udviklingsarbejde' blev afholdt som et 3-ugers forsøgs kursus i 1996 ved Institut for Samfund og Teknologi. Intentionen med 3-ugers kurset var gennem studenteraktiv deltagelse, refleksion og gruppearbejde, at gøre op med opfattelsen af arbejdet med problemløsning i ingeniørfagene som en rationel og logisk proces, og i stedet se nærmere på de processer der er i spil ved ingeniørmæssige udviklingsopgaver. Kurset skulle således fokusere på udviklingsopgaver som en social proces. Kurset er ikke, i den nedenfor beskrevne form, blevet afholdt mere end en gang. Da vi synes at ideen med kurset og de benyttede metoder stadig er aktuelle, har vi dog valgt at beskrive kurset i nutidsform.

Kursets 4 overordnede mål er at:

- sætte de studerende i stand til at forstå og håndtere ingeniørmæssigt udviklingsarbejde som en social proces, der hviler på kontinuerlig læring og kommunikation.
- give de studerende et begreb om problemløsning som en dialog med opgaven og med udviklere med andre basiskompetencer.
- skærpe opmærksomheden omkring etablering og forløb af fælles læreprocesser, der understøtter dialogen i udviklingssamarbejdet.
- introducere til spørgsmålet om, hvordan udviklingsarbejdets resultater i form af skitser, dokumenter og modeller selv blev genstand for nye lærerprocesser.

Til realisering af kursets mål skal kursets deltagere arbejde sammen i grupper omkring løsningen af opgaver i design spil og en case. Grundideen med kurset er, at de studerende gennem eksemplariske øvelser og rollespil skal gennemleve og reflektere over samarbejdet i ingeniørmæssig udviklingsarbejde. Det er et vigtigt delmål, at de studerende skal arbejde ud fra egne, autentiske erfaringer. Dette sker dels ved simplificerede øvelsesspil og dels gennem mere komplicerede rollespil, hvis sigte er at skabe simulerede ingeniørmæssige arbejdsprocesser. Derudover skal de studerende sideløbende, som et led i at reflektere over egne erfaringer fra kurset, sammenholde og udstille disse erfaringer på holdets hjemmeside og vægavis.

Undervisningsform og forløb:

Kursusperioden er tilrettelagt på en sådan måde at de studerende får sammenhængende tid til at fordybe sig i problemstillingerne. Kurset løber over 3 uger, fra 9-17 hver dag.

Et stor del af kursets undervisning er bygget op omkring arbejdet i **projektgrupper**. Inddelingen i projektgrupper sker i starten af kurset. De 24 deltagere på holdet inddeles i fire hovedgrupper samt to tværgående grupper. De fire hovedgrupper arbejder sammen med rollespillene og de praktiske opgaver, mens de to tværgående grupper har ansvar for at der skabes sammenhæng i de fire gruppers udstilling på kursets væg avis og hjemmeside. De to tværgrupper består af medlemmer fra de fire hovedgrupper. De studerende skal i projektgrupperne løse forskellige opgaver i løbet af kurset, designe gruppens hjemmeside samt udstille erfaringer gjort i løbet af kurset. Derudover deltager alle i introduktion til litteratur og opsamlende plenumdiskussioner.

Et led i deltagernes indbyrdes dialog og refleksion over erfaringerne fra kurset, er udstillingen af kursusforløbet, dels på en fysisk stationær kursus-vægavis og dels på kursets hjemmeside. Et underliggende delmål bliver således også inddragelsen og brugen af moderne teknologi i kurset. Deltagerne skal i løbet af kursets første to dage designe deres egen hjemmeside og i kursusforløbet udstille gruppens erfaringer på kursets hjemmeside, sideløbende med en fysisk løbende udstilling. Derudover bruges de to første dage til introduktion af kursets forløb.

Midt i uge et starter deltagernes arbejde med de egentlige opgaver og forsøg på at opnå erfaring med de forskellige proceserfaringer i de dertil valgte designspil og cases.

I løbet af kursets tre uger skal kursisterne sammen, og i grupper, arbejde sig igennem en række proceserfaringer i henhold til kursets fire mål. Kurset er delt i tre faser, af en uges varighed og med afsæt i et design-spil, en case og/eller en praktisk opgave:

Uge 1: Samarbejde, refleksion og erfaring	Uge 2: Kompetencemøder og læreprocesser	Uge 3: Udviklingsarbejde og lærende organisationer
▪ Inddeling i grupper. ▪ Introduktion til relevant litteratur. ▪ Design af hjemmeside. ▪ Introduktion til Silent Game.	▪ Diskussion af relevant litteratur på morgenmøder. ▪ Introduktion og spil af rollespillet Delta Design spil. ▪ Konkurrence mellem de resulterede byggeprojekter i Delta Design spil. ▪ Introduktion til casen Smart Tools.	▪ Valg af emne indenfor Smart Tool-casen. ▪ Status for udstilling. ▪ Intern evaluering af kurset.

Tabel 3: 3-ugers kursets forløb.

De tre former for proceserfaringer deltagerne skal arbejde med er:

- samarbejde, refleksion og erfaring via det ordløse spil Silent Game.
- mødet mellem forskellige faglige kompetencer og læreprocesser via rollespillet Delta Design Game.
- udviklingsarbejde og lærende organisationer, eksemplificeret ved casen SmartTools.

Rollespil og cases: Med inddragelsen af design- og rollespillene og casen har vejlederne forsøgt at overskride dilemmaet i at undervise med udgangspunkt i ingeniørpraksisser, som de studerende endnu ikke har. Således får deltagerne med design- og rollespillene og casen et fælles udgangspunkt i gennemlevningen af faserne og processerne omkring problemløsning, samarbejde og læring.

Designspillene Silent Game og Delta Design Game er begge udviklet på MIT. Spillene er, som nævnt ovenfor, valgt med henblik på at give deltagerne egne, autentiske erfaringer med samarbejdsprocesser.

Silent Game spilles af to studerende og en iagttager. Spillerne bygger i tavshed, uden brug af sprog, med legoklodser og skiftevis på en fælles byggeplade, mens en tredje person iagttager spillets udvikling. Meningen med dette designspil er at spillerne, gennem refleksion over egne og andres spil, skal samarbejde om design og udførelse, hvilket blandt andet forstærkes af kravet om ikke at benytte sig af tale under spillet. Uden sproget som redskab tvinges den studerende således til at prøve at aflæse den anden spillers intentioner. Spillet afbrydes af plenummøder, hvor deltagerne redegør for deres erfaringer med det ordløse samarbejde. Hver gruppe kan dernæst udvikle deres eget spil med egne regler for byggeprocessen, hvorefter et andet hold overtager spiller og bygger videre på dette.

Delta Design Game introduceres i kursets anden uge. Spillet fokuserer på mødet mellem forskellige faglige kompetencer og læreprocesser i en projektudviklingsopgave. Spillet er designet som en udliciteringsopgave, hvor hver gruppe indgår i licitationen. Hvert medlem i gruppen får tildelt en rolle som enten arkitekt, projektleder, statiker, varmekonsulent eller proceskonsulent. Gruppen udstyres med informationer om forholdene på den fiktive planet, 'Delta', og hvert medlem udstyres med sin egen ingeniørmæssige specialviden indenfor byggebranchen. Opgaven er derefter, i fællesskab og ved sammenlægning af de forskellige deltagers specifikke kompetencer, at udarbejde et projektforslag til et boligbyggeri på planeten Delta. Ideen bag rollespillet er at skabe en situation, som giver de studerende, i hver deres faglige rolle, mulighed for at reflektere over egne, autentiske læreprocesser som de møder i samspillet mellem faglige kompetencer.

Rollespillet munder ud i en konkurrence, hvor vejlederne, som dommerkomite, udvælger det bedste projektforslag. Der indleveres forslag to gange i løbet af ugen. Dette giver grupperne mulighed for at arbejde med den kritik der modtages i første vinderrunde, og således forbedre sit projekt anden gang.

Casen SmartTools inddrages i den tredje og sidste fase af kurset. SmartTools er et udviklingsprojekt hentet fra Danfoss, som de studerende i kursets start har fået en kort introduktion til. Målet med at inddrage et udviklingsprojekt fra det virkelige liv er at sammenfatte erfaringerne fra de to forgående faser om samarbejde, refleksion og erfaring og mødet mellem fagkompetencer og læreprocesser. I denne sidste uge er det således meningen, at gruppernes erfaringer fra spillene om processen i skabelsen af et produkt skal relateres til en praktisk og 'virkelig' case om udviklingsarbejde og lærende organisationer.

Med udgangspunkt i de to første ugers erfaringer med design-spillene er det op til hver enkelte gruppe, at vælge et interesseområde, som de via casen vil gå i dybden med. En gruppe har således valgt at udforske mødet mellem forskellige faglige kompetencer, mens en anden gruppe ser nærmere på sammenhængen mellem projektet og den organisation som projektet gennemføres i. Deltagerne i Danfoss' SmartTools case stiller interviewtid til rådighed for kursets deltagere. Interviewmaterialet kan de studerende anvende i analysen af casen.

Moderne teknologi: Inddragelsen af moderne teknologi spiller en væsentlig rolle i kurset. I kursets første dage bliver deltagerne i grupper sat til at designe deres egne hjemmesider, og erfaringer fra kurset bliver ved hjælp af egne og kursets hjemmeside bearbejdet som en løbende udstilling.

Udover at få erfaring med at lave en udstilling på internettet er formålet med internet-udstillingen og den ovenfor omtalte vægavis at få de studerende til at reflektere yderligere over, og formulere, deres og andres tanker overfor et bredere publikum. Hver gruppe på holdet skal beskrive

deres interne samarbejde og hjemmesiden bygges således op omkring kursets emner og holdets fire grupper.

I slutningen af kurset bliver der desuden afholdt en videokonference. Videokonferencen afholdes med deltagelse af alle holdets grupper, vejlederne samt kollegaer fra Sverige. Ved at bruge videomediet kan interesserede udenfor holdet også inddrages i de afsluttende diskussioner på kurset.

Litteratur: Til brug på kurset ligger der en materialesamling, der i store træk følger temaerne for en række morgen og eftermiddagsoplæg som afholdes af vejlederne. Oplæggene vil ikke følge teksterne slavisk, og der stiles ikke krav til at have læst til hvert oplæg. Litteraturen vil i videst mulig omfang forsøge at perspektivere det aktuelle arbejde i grupperne og lægge op til diskussion. Til hver uge ligger der en teoretisk orienteret hovedtekst samt et antal supplerende tekster, herunder en artikel som diskuterer den aktuelle proces der arbejdes med. Hver fredag laves der et gensyn med litteraturen, og hver gruppe skal på skift præsentere og lægge op til debat med afsæt i materialesamlingen.

Undervisernes rolle: Der er ingen forelæsninger i traditionel forstand, og bortset fra kursets introduktion og dele af litteraturgennemgangen domineres kursusforløbet af projektgruppernes arbejde. Da kurset fokuserer på processer og ikke emner med rigtige eller forkerte svar, og da arbejdsmetoderne er anderledes end i de traditionelle kurser, har kursets undervisere karakter af vejledere og ikke egentlige undervisere. Det er således vejledernes opgaver at vejlede og støtte projektgrupperne, lige som vejlederne har ansvaret for kursets litteratur, fund af egnede arbejdsmetoder og vurderingen af gruppernes arbejdsproces og resultater. Dette stiller krav til vejlederne om deltagelse og engagement, og de skal have lyst til at overskride den traditionelle underviser-studerende barriere.

Eksamensform:

Kursets emner og udformning egner sig ikke til traditionelle eksaminer med karakterafgivelse efter 13-skalaen. Der afholdes derfor ingen egentlig eksamen med tilhørende eksamensopgaver. Vejlederne vurderer om de studerende består, henholdsvis ikke består kurset på baggrund af en løbende individuel vurdering af de studerendes deltagelse i kurset. Deltagelsen hviler både på fysisk fremmøde, men også på aktiv deltagelse. Derudover foregår der også en fælles vurdering af projektgruppernes opgaver i Delta Design spillet og Smart Tools-projektet.

Ressourcer:

Læreb belastningen omfatter fire vejledere; en kursusansvarlig seniorforsker og tre ph.d.-studerende. Arbejdsbyrden for vejlederne er svær at angive præcist, da kursusforløbet på tre uger er meget intenst. Men udover selve deltagelsen i alle kursets tre uger, angives den samlede forberedelsestid at løbe op på 70 timer for hver af de involverede vejledere.

Kurset stiller materialekrav til computere med internetadgang, AV-udstyr og lego, eller byggeklodser til Silent Game-spillet. De oprindelige antal computere, fire stykker, er vurderet til at være sat for lavt.

Evaluering af kurset og erfaringer:

Der er foretaget en intern evaluering af kurset, både blandt studerende og vejledere, og denne er meget positiv. Det store engagement fra både studerende og vejledere og det intense arbejde med de forskellige processer fremhæves specielt. Fra vejledernes side blev det også fremhævet som overordentlig positivt, at undervisningsforløbet blev en tæt kontakt til de studerendes arbejde og erfaringer med kursets forskellige procesforløb.

Fra både studerende og vejledere angives der, at tidskravet og arbejdsbyrden er mere omfattende end ved andre kurser. Den oprindelige fastlagte tidsplan blev overskredet, og både studerende og vejledere brugte langt mere tid end de fastsatte 9-17 mødetider. Derimod angives det, at det faglige udbytte også var tilsvarende langt større.

Kontaktpersoner:

Studio forstander Thomas Binder, e-mail: thomas.binder@interactiveinstitute.se
The Interactive Institute, Malmø Højskole.

Ph.d. Eva Brandt, e-mail: eva.brandt@interactiveinstitute.se
The Interactive Institute, Malmø Højskole.

Bilag og andet:

En gruppe studerende lavede efterfølgende en CD-ROM over kursusforløbet og dets elementer. Denne CD-ROM udlånes af kontaktpersonerne.

Der ligger en del litteratur til grund for metoderne i kurset og de emner som kurset inddrager:

Donald A. Schön: 'Educating the Reflective Practitioner':
San Fransisco, Jossey-Bass, 1987.

Donald A. Schön: 'The reflective Turn - Casestudies In and On Educational Practice',
Teachers College Press, 1991.

Jean Lave og Etienne Wenger: 'Situated Learning - Legitimate Peripheral Participation',
Cambridge University Press, 1991.

Suchman, Lucy A.: Plans and Situated Actions - The Problem of the Human Machine
Communication. Cambridge University Press, 1987.

Om spillene:

John Harbraken et.al.: Concept Design Games. Rapport fra MIT, 1985

Larry Bucciarelli. 'Delta Design Game', MIT (ingen årstalsangivelse).

13 Produktudvikling - Institut for Anvendt Konstruktion og Produktion, Danmarks Tekniske Universitet.

Industrielt orienterede produktudviklingsprojekter, autentiske ingeniørmæssige arbejdsprocesser, kobling mellem teori og praksis, gruppearbejde og forelæsninger.

Mål og begrundelse for valg af metode:

Målet med kurset 'Produktudvikling' er todelt. Kurset indeholder dels en faglig målsætning, dels en praktisk - metodisk målsætning i forhold til de arbejdsprocesser som de studerende formodes at møde efter endt uddannelse. Den overordnede praktiske - metodiske målsætning med kurset er at indøve autentiske ingeniørmæssige organisations- og arbejdsformer der også anvendes i industrien ved afvikling af større produktudviklingsopgaver. De studerende skal efter endt kursus have indblik i og erfaring med at:

- arbejde i en større tværfaglig gruppe med de problemer dette giver med kommunikation og arbejdsdeling.
- skabe forståelse for at beslutninger vedrørende form og indhold af gruppens arbejdsresultater er gruppebeslutninger, dvs. at man i gruppen har fælles ansvar for projektet.
- gennemføre et systematisk faseopdelt produktionsudviklingsforløb afsluttende med dokumentation og præsentation af produktet, indenfor en given tidsramme.
- udføre en projektdokumentation der klart redegør for produktets ide og berettigelse (marked, funktion, produktion og økonomi) på en sådan måde, at projektmaterialet får optimal værdi for en ekstern modtager eller aftager.

Dette søges opnået ved at:

- lade de studerende arbejde sammen i grupper om en større produktudviklingsopgave med en omfattende rapporteringsgrad.
- tildele de enkelte studerende i gruppen hver sin 'specialist' funktion.
- samarbejde med kontaktpersoner i erhvervslivet, både i forbindelse med udvikling af projektopgavens problemformulering og ved at inddrage disse som eksterne forelæsere.

Undervisningsform og forløb:

Kurset er af 14 ugers varighed og tæller 5 ESTC point. Holdets størrelse er på maksimum 40 studerende og undervisning, vejledermøder samt opgaveformuleringer er på engelsk. Engelsk er valgt som arbejdsprog, da kurset er velbesøgt af udenlandske studerende. Der er fra underviserens side fastsat en grænse for antallet af udenlandske studerende på 40 %. Dette skyldes de sproglige vanskeligheder der kan opstå i de studerendes kontakt til virksomheder og institutioner udenfor universitetet.

Kurset består dels af teorilektioner og praktisk orienterede forelæsninger for holdet, dels af et projektorienteret gruppearbejde. Der afholdes cirka 10 planlagte lektioner i løbet af semestret, mens den projektorienterede del arbejdsomt udgør hovedaktiviteten i kurset. Forelæsningsne og arbejdet med projektopgaven afholdes sideløbende. Der arbejdes ud fra en problemformulering som de studerende får udleveret ved starten af semesteret. Problemformuleringen omhandler en specifik behovsantagelse, og det er herefter de studerendes opgave at stille forslag til udvikling af et produkt. Problemformuleringen er udarbejdet i samarbejde med en person fra et kontaktfirma fra erhvervslivet:

Window opening device

To achieve natural ventilation in buildings (e.g. offices, hospitals, meeting rooms and living rooms) instead of forced ventilation by ducts, we want the groups to develop equipment for opening, positioning and closing 'elements' in the facade wall (windows or other hinged elements).

To that we want the groups to estimate the product development cost and the production cost for a realistic market volume in such way it enables a possible investor to evaluate the project.

Figur 6: Udrag fra problemformuleringen i opgaveteksten i 'Produktudvikling' fra efteråret 1999.

Gruppearbejde og projektopgave: Projektarbejdet gennemføres som gruppearbejde. Grupperne består af 5-6 studerende og der arbejdes parallelt men uafhængigt af hinanden. Grupperne inddeles af underviserne. Dette sker dels af hensyn til en ligelig fordeling af udenlandske studerende og dels for at sikre en tværfaglig fordeling af studerende med baggrund i henholdsvis konstruktions-, produktions- og plastlinierne.

Et godt resultat af kurset og projektopgaven afhænger meget af arbejdsindsatsen og den interne kommunikation i grupperne. En væsentlig forudsætning for at gruppen kan fungere er ligeledes, at man i gruppen aftaler et fælles projektmål som man skal arbejde frem mod, og at man etablerer et fælles ambitionsniveau.

Selv om grupperne arbejder parallelt og uafhængigt af hinanden, kan det for grupperne i begyndelsen være formålstjenstligt at samarbejde omkring kontakter til firmaer og i forbindelse med informationsindsamling.

Projektopgaverne er bygget op således, at gruppemedlemmerne skal specialisere sig i hver sit kerneområde. Specialisterne indenfor de forskellige fagområderne i projektet udpeges tidligt i udviklingsforløbet. Det er nødvendigt at den enkelte 'specialist' er godt med i den øvrige del af projektet og er med til at præge dette. Gruppens beslutninger vedrørende form og indhold af projektet skal nemlig træffes som en gruppebeslutning, og ansvaret for beslutninger er herefter også gruppens.

Det kan være hensigtsmæssigt at de studerende i gruppen vælger en 'hovedansvarlig' for arbejdsprocessen. Den hovedansvarlige skal kontrollere overholdelse af deadlines og aflevering af individuelle bidrag.

Undervisers rolle: De to underviseres rolle på kurset er udover den normale undervisning at betragte som udviklingschefens. Underviserne udgør således 'ledelsen' som de studerende skal konfronteres med ved statusmøderne og forelægge deres rapporter for. Løbende rapportering i semesteret foregår således til 'ledelsen', og denne kan medvirke til at en gruppes projekt ikke løber af sporet.

Udover de to kursusansvarlige undervisere deltager der også en ekstern gæsteforlæser fra erhvervslivet. Gæsteforlæseren hentes fra en offentlig eller privat virksomhed indenfor projektets fagområde.

Arbejdsproces og materiale:

1. **Projektdagbog:** Gruppens arbejde indledes med en projekt- og arbejdsplanlægning som løbende ajourføres i en projektdagbog. Projektdagbogen skal i kronologisk orden løbende tilføres indhold om gruppebeslutninger, plan for næste uge, revision af projektplaner m.v. Dagbogen kan også indeholde arbejdsplaner og -tider for enkeltpersoner eller for delopgaver. Dagbogen skal ligeledes indeholde kopier af oplæg til og referater af statusmøderne.
2. **Tekniske arbejdsblade:** Der oprettes i hver gruppe en arbejdsmappe, hvori der løbende indsættes arbejdsblade, udarbejdet af de enkelte medlemmer af gruppen. Disse arbejdsblade skal tilsammen danne de kapitler eller afsnit der beskriver projektet. De skal være tilpasset til den opsætning og det format, der vælges til den tekniske rapport. Arbejdsbladene skal samle det væsentlige fra interviews, litteraturstudier, statistikgennemgang, beregninger og konstruktionsskitser. De enkelte arbejdsblade skal forsynes med en entydig overskrift, gerne efterfulgt af en indledning der belyser, hvad formålet med arbejdsbladene er.
3. **Forslag til fælles brochuremappe:** Denne kan især anvendes i det indledende arbejde med informationsindsamling. Heri opbevares de informationer som skønnes at være af fælles interesse, men som kun har været muligt at indsamle i enkelte eksemplarer. Mappen opbevares i et fælles tilgængeligt lokale.

Projektdagbogen, arbejdsbladene samt brochuremappen skal løbende være tilgængelig for underviserne.

Statusmøder: Der afholdes i løbet af semesteret to formelle møder mellem grupperne og underviserne i rollen som ledelsen, de såkaldte statusmøder. Formålet med disse to møder er at give underviserne mulighed for at se om grupperne overholder den overordnede tidsplan. I værste fald kan produktudviklingsarbejdet i gruppen stoppes og dermed også de studerendes fortsatte deltagelse i kurset.

Gruppen skal på mødet præsentere gruppens foreløbige status i projektet; resultater, truffe beslutninger og initiativer. Til status hører en sammenligning mellem plan og virkelighed og en eventuel justering af planen. Resultaterne af den enkelte gruppes arbejde skal formaliseres i et antal dokumenter til statusmøderne.

Til første statusmøde skal der udformes en rapport der i videst mulig omfang sammenfatter resultatet af gruppens overvejelser om:

- fastlæggelse af det principielle behov, herunder karakteristika for det forventede marked samt dette markeds krav til en produktløsning.
- foreløbig specifikation af krav til produktet.
- procestekniske overvejelser.

Dette sammenfattes i en produktmålsætning med kravspecifikation, en projektmålsætning samt en projekttidsplan. Alle gruppemedlemmerne deltager med hvert sit indlæg i præsentationen for vejledergruppen. Til dette møde vil en repræsentant fra det samarbejdende firma også være tilstede.

Til andet statusmøde skal der laves et mødeoplæg til aflevering inden mødet. Oplægget skal beskrive det valgte produktkoncept, samt beskrive hvordan dette er fremkommet.

Rapporter: Et centralt element i kurset er de tre rapporter, som grupperne skal udarbejde på baggrund af arbejdet med projektet. Rapporterne, hovedrapport, teknisk rapport og proces rapporten, skal alle afleveres i semesterets slutning og udgør en del af grundlaget for den endelige evaluering.

Hovedrapporten skal selvstændigt kunne danne grundlag for ledelsens beslutning om hvorvidt projektet skal igangsættes. Hovedrapporten skal derfor kunne læses selvstændigt uden brug af bilag eller tegninger. Den skal være forholdsvis kort, 20-30 sider, velformuleret med skitser og fotografier indflettet i teksten.

Formålet med hovedrapporten er at:

1. sætte alle i ledergruppen i stand til at forstå produktets baggrund og produktide, dvs. at klarlægge hvorfor netop dette produkt på fordelagtig vis adskiller sig fra konkurrerende produkter. Herunder skal der også foreligge en vurdering af, om de forventede investeringer, salgstal og salgspriser er så realistiske at de kan begrunde projektets igangsættelse.
2. give specialisterne indenfor deres områder tilstrækkelig oplysninger til at kunne forstå konstruktionens hensigtsmæssighed og realisationsmuligheder.

Den **Tekniske rapport** skal dække det udarbejdede projekt i detaljer. Rapporten skal udarbejdes i løbet af projektudviklingsfasen og skal indeholde evalueringer og/eller konklusioner af resultaterne. Rapporten skal udover indholdsfortegnelse over indhold og tegninger indeholde forfatterhenvisninger til de skrevne afsnit og kapitler. Tegningerne skal afleveres samtidig, men separat med den tekniske rapport, og hver tegning skal signeres af forfatteren.

Procesrapporten skal indeholde en beskrivelse af processen omkring projektarbejdet. Rapporten skal udfærdiges på baggrund af projektdagbogen og de studerendes subjektive erfaringer og oplevelser: Hvordan fungerede planen i forhold til realiteterne? Hvad var grunden til eventuelle afvigelser? Var planen urealistisk? Blev det fordelte arbejde internt i gruppen udført tilfredsstillende?

Eksamensform:

Kurset afsluttes med en mundtlig eksamen med individuelle karakterer efter 13-skalaen. Den endelige bedømmelsen foregår dels på grundlag af de tre obligatoriske rapporter og dels på grundlag af en mundtlig eksamen, hvor alle i gruppen er tilstede. Der er afsat cirka 2 timer til at eksaminere en gruppe. De studerende får til opgave at præsentere projektet på omtrent 5 kvarter, ligeligt fordelt på alle i gruppen. Gruppen bestemmer selv hvorledes præsentationen skal foregå. Der kan bl.a. bruges modeller, overheads og dataprojektion.

Lærer og censor stiller spørgsmål til de enkelte i gruppen, idet der forventes en større indsigt i det enkelte gruppemedlems 'speciale'. Alle gruppens medlemmer skal kunne besvare generelle spørgsmål vedrørende projektet.

Indhold: Der lægges vægt på både design- og tekniske aspekter og på den forretningsmæssige indfaldsvinkel. Projekt opgaver med en høj teknisk standard er derfor ikke nok, til at der gives

gode karakterer. Projektet skal også give indtryk af en gennemarbejdet proces og sammenhæng mellem produktide, økonomi, fremstilling og markedsandele.

Individuel karakter og fælles ansvar: I kursets målsætning indgår der et fælles ansvar i grupperne for form og indhold af det skriftlige materiale. Dette betyder også, at alle gruppens medlemmer har et fælles overordnet ansvar for hele gruppens arbejde, på trods af de studerendes inddeling i specialistroller. Det kan således skade hele gruppen, hvis de lader et afsnit af åbenbar dårlig kvalitet passere uden indsigelser.

Hvis det på den anden side ikke har været muligt for gruppen at få enkelte gruppemedlemmer til at udarbejde dele af projekt materialet, vil ansvaret normalt påhvile vedkommende gruppemedlem(mer).

I konsekvens af det ovenstående vil der for den velfungerende gruppe oftest blive givet en fælles karakter. Afvigelser forekommer hvor et gruppemedlem helt åbenbart er primus motor i gruppen, eller hvor der konstateres manglende indsigt i projektet eller kvalitativt dårligere udført arbejde end for gruppen i øvrigt.

Ressourcer:

Kurset har to undervisere. Disse bruger 7 timer ugentligt på undervisning, dertil kommer fremstilling af noter, litteratursøgning, eksamensafholdelse og research til nye projektemner. Arbejdsbyrden angives til at ligge lidt over det normale til forelæsningskurser.

I henhold til kursets målsætning om autentiske ingeniørmæssige proces- og organisationserfaringer, benytter kurset sig af dels en kontaktperson fra erhvervslivet til udarbejdelse af relevante projektemner og deltagelse i statusmøderne, og dels af en censor fra erhvervslivet.

De studerende skal have adgang til computere med installeret CAD software.

Evaluerings af kurset og erfaringer:

Kurset har været afholdt i 12 år med løbende justeringer. Underviserne påpeger, at selv om forberedelsestid og eksamenstid overstiger traditionelle forelæsningskurser, så er udbyttet og motivationen tilsvarende større. Det er også underviserens opfattelse at kursets målsætning til fulde opfyldes gennem den studenteraktive undervisning. Den projektorienterede undervisningsform menes også at højne de studerendes motivation, og de studerende accepterer således også den lidt forøgede arbejdsbyrde i forhold til de traditionelle kurser.

Kontaktperson:

Docent Knud Casper, e-mail: casper@akp.dtu.dk

Institut for Anvendt Konstruktion og Produktion, Danmarks Tekniske Universitet.

14 Søgning efter teknisk information - Danmarks Tekniske Videnscenter, Danmarks Tekniske Universitet.

Korte undervisningsforløb over internet, kommunikation via e-mail, struktureret selvstudium, fleksibilitet og aktivering af de studerende.

Mål og begrundelse for valg af metode:

Kurset 'Søgning efter teknisk information' har i mange år været udbudt som et traditionelt kursus med forelæsning og holdundervisning. Kursusindholdet er ofte blevet karakteriseret som kedeligt, og det har været et problem at opdatere kursusmaterialet hurtigt nok i takt med udviklingen og den hastighed med hvilke informationskilderne anskaffes.

På den baggrund har DTV, som bl.a. varetager DTUs biblioteksfunktion, udarbejdet et nyt undervisningsforløb indenfor teknisk informationssøgning; et såkaldt teknologistøttet undervisningsforløb.

Målet med kurset er at de studerende, via moderne teknologi, skal blive bedre til at søge i de elektroniske informationskilder, samt i udvalgte trykte værker og enkelte tidsskrifter som endnu ikke findes i elektronisk udgave. Kurset omfatter dels en generel introduktion til informations- og litteratursøgning, dels en fagspecifik informationsdel, hvor de studerende skal blive bedre til at bruge deres respektive fags litterære hjælpemidler. Efter endt kursus skal de studerende være blevet bedre til at udnytte databaser og andet materiale som DTV stiller til rådighed, samt være bedre rustet til at udføre større og mere komplicerede informationssøgninger til projekter og opgaver.

Undervisningen foregår hovedsagelig som struktureret selvstudium, dels via internettet og dels via korrespondance per e-mail. Forventningen til de valgte undervisningsmetoder er at:

- de studerende skal blive bedre til at søge relevant information.
- de studerende bliver undervist i kontinuerligt opdateret materialer og databaser inden for den studerendes egen studieretning
- kurset gøres så fleksibelt at den enkelte studerende, til en hvis grad, selv kan tilrettelægge tiden i kursusperioden

Undervisningsform og forløb:

Kursusperioden strækker sig over 7½ dag og tæller 2½ ECTS point. Der optages maksimum 50 studerende per kursus. Kurset starter med et fælles fremmøde hvor der gives en halv dags generel introduktion til kursusforløbet. Her gennemgås den metode som benyttes på kurset, og on-line lærebogen gennemgås. Udover denne halve dags introduktion har kursisterne mødepligt til en forelæsning om patenter. Forelæsningen afholdes på DTV midt i forløbet og varer en halv dag. Patentdirektoratet varetager denne forelæsning og giver en grundig indførelse i patentlitteraturen, patentklassifikationen, samt hvad patenter er, og hvordan man kan udtage et patent. Det er vigtigt at de studerende lærer, hvilke informationer de kan finde via patentlitteraturen, samt at de bliver klar over vigtigheden i at sikre sig ret til opfindelser.

Udover introduktionen og forelæsningen ved Patentdirektoratet, foregår kurset udelukkende via elektroniske medier. Forløbet er opdelt i to dele. Der skal til hver del løses en række opgaver, og kurset afsluttes med en større fagopgave.

I kursets første del præsenteres de studerende for DTV's egne databaseprodukter, lidt teori om generel søgeteknik og de forskellige informationstyper samt internettet og søgemaskinerne. Der skal i løbet af denne del løses opgaver som dels knytter sig til on-line lærebogsteksten dels knytter sig til databaseprodukterne og internettet. Opgaverne følger typisk efter hver af de respektive afsnit, hvor forskellige små eller større emner bliver beskrevet i onlinelærebogen. Den indledende del af kurset skal ruste de studerende til kursets anden, fagspecifikke del, samt gøre kursisten i stand til at løse den afsluttende fagopgave.

Kursets anden del er tilrettelagt som en fagspecifik informationsdel der munder ud i en afsluttende opgave. Denne del af kurset er tilrettelagt efter studieretning, og de studerende kan vælge sig ind på en af følgende fire fagdele: Elektroteknik, kemiteknik, byggeteknik eller maskinteknik. Princippet i undervisningen på den faglige del er det samme som under den indledende del: Teksten i onlinelærebogen læses, og de tilhørende opgaver løses. Kurset afsluttes med en større opgave.

Onlinelærebog: Kursusbogen er udarbejdet af DTV og findes udelukkende elektronisk. Onlinelærebogen er opdelt i to dele. Den er koblet sammen ved hjælp af links og en fast fodnote med indholdsfortegnelser til samtlige sider i onlinelærebogen.

Det anbefales at kursisterne gennemlæser en side af gangen, og at de i den indledende del følger siderne slavisk ved hjælp af navigationspilene, som er beregnet til at bladere frem og tilbage i teksterne. Navigationspilene findes på hver enkelt side i den indledende del af kurset og er bl.a. beregnet på at øge overskueligheden i materialet. En fordel ved at benytte sig af en onlinelærebog er at det giver underviserne god mulighed for løbende at opdatere og redigere bogens materiale.

Opgaver: Opgaverne kan afleveres løbende. Det er dog et krav for at bestå kurset, at en hvis mængde af opgaverne afleveres og løses tilfredsstillende.

Den indledende del af kurset har 6 opgavesæt, der hver indeholder mellem 4-13 spørgsmål af varierende sværhedsgrad. Opgaverne er typisk formuleret som spørgsmål, med tilhørende under-spørgsmål. Der findes ikke standardsvar på opgaverne. De studerende skal i egne ord formulere deres svar, og opgaverne er bygget op således at den ansvarlige underviser kan få en fornemmelse for, om kursisten har forstået den optimale benyttelse af en given database, og om hvorvidt kursisten har benyttet sig af kursusmaterialet.

Opgaverne er formuleret åbent og der er ofte mulighed for flere løsningsforslag. Dermed undgås på forhånd givent standardsvar, hvilket stiller krav til de studerende om en selvstændig besvarelse af opgaverne.

Beskrivelse af søgeprocessen og metoden der benyttes til at finde svaret er vigtigere end selve resultatet, idet søgeprocessen viser om kursisten har forstået at benytte en database eller ej. Når der eksempelvis stilles et spørgsmål om, hvorvidt der findes en bestemt bog i DTV's bogkatalog, er et svar der lyder JA eller NEJ ikke givende nok. Et beskrivende svar der kunne formuleres således *"Jeg søgte i felterne x & y, og fandt bogen under UDK tal xxx. Grunden til denne fremgangsmetode er, at jeg udelukker xxx.."* giver fjernunderviseren en ide om, at kursisten faktisk har været i basen og forsøgt sig frem, før resultatet bliver formidlet videre til underviseren. Kriterierne for udformning af denne type spørgsmål er derfor at de er med til at give underviseren en klar fornemmelse for kursistens færdigheder. Dette er uagtet at kursisten ikke sidder foran underviseren i et traditionelt undervisningslokale, men faktisk kommunikerer via elektroniske medier.

Den afsluttende litteraturopgave knytter sig til kursets anden, fagspecifikke del og laves sidst i kurset. Opgaven er ikke skemafastlagt men skal afleveres senest på kursets sidste dag.

Endvidere skal der laves nogle enkelte opgaver indenfor forskellige fagrelevante databaser. Disse opgaver knytter sig til det indhold der beskrives i teksterne, samt de databaser, som kursisten stifter bekendtskab med i denne del af kursusmaterialet:

Afsluttende opgave: Opgaven afleveres (f.eks. i Word) med følgende oplysninger:

- ◆ Projektformulering over et afgrænset emne (eksempel på emner).
- ◆ Skriv hvilke baser der søges i, og antal succes hits i hver.
- ◆ Foretag en evaluering af de fundne referencer i relation til de brugte databaser.
- ◆ Vælg et tidsskrift, hvor en artikel over emnet kunne publiceres.
- ◆ Opstil en referenceliste, skal følge de regler det valgte tidsskrift opstiller i "Instructions for Authors".

Figur 7: Eksempel på en afsluttende opgave fra kurset 'Søgning efter teknisk information'.

Den afsluttende fagopgave er en samlende opgave, hvor kursisten vælger et emne med en tilhørende projektformulering. Det foretrækkes at emnet er relateret til kursistens studieretning. Opgaven er at søge i alle de databaseprodukter som kursisten har stiftet bekendtskab med i det totale kursusforløb. Der skal foretages en evaluering af søgeresultaterne og til sidst udvælges et relevant tidsskrift, hvor en eventuel artikel om det udvalgte projektemne kan publiceres. Derudover skal der udformes en referenceliste til det pågældende tidsskrift.

Der er i alt omkring 60 spørgsmål samt den afsluttende fagopgave. Tidsmæssigt optager opgaverne omtrent 2/3 dele af det samlede kursus og er fordelt over kursets 7½ dag. Heraf udgør den afsluttende opgave 30% af kurset.

Kommunikation med underviserne: Eftersom kurset kun varer 7½ dag er det vigtigt at kommunikationen foregår ud fra nogle fastlagte kriterier. Som beskrevet ovenfor, skal der i løbet af kurset besvares en række opgaver. Disse skal sendes pr. e-mail til den ansvarlige underviser. Det er så underviserens ansvar at melde tilbage med kommentarer til opgaverne; er det enkelte afsnit forstået korrekt og kunne der være andre løsninger på opgaverne?

E-mails der afsendes i tidsrummet mellem klokken 9.00 og 16.00 med spørgsmål til teksten eller opgaverne skal have svar samme dag, dog senest næste morgen. Kommentarer til opgavebesvarelserne skal være de studerende i hænde indenfor 24 timer. Det samme gælder svar til den afsluttende fagopgave.

Oplevelsen som underviser på et kursus af denne art har ændret sig fra at være den traditionelle undervisers rolle til nu i højere grad være den aktive medspillende og den studerendes personlige informationsrådgiver. Undervisningsformen kræver at underviseren er fuldstændig fortrolig med stoffet og altid klar til spørgsmål. Den nye måde at formidle stof og viden på kræver også, at man kan kommunikere skriftligt og har en god forståelse for mediet.

Eksamensform:

Der afholdes ikke nogen egentlig eksamen i kurset og der gives ingen karakter, men kurset skal bestå for at de studerende kan få deres point. For at bestå kurset skal man opfylde kravet om aktiv deltagelse. Dette indebærer at mindst 80 % af opgaverne, samt den afsluttende fagopgave,

godkendes. Den afsluttende fagopgave er central i bedømmelsen af de studerende. Opgaven viser om de studerende kan bruge og udnytte mulighederne inden for litteratursøgning tilfredsstillende til søgning af relevant litteratur i deres studier og forskning.

De studerende skal på kursets sidste dag have afleveret samtlige opgaver de måtte ligge inde med, samt fagopgaven. De studerende får svar om de har bestået kurset senest dagen efter kursets afslutning. Afleveres de løbende opgaver og den afsluttende opgave inden de 7½ dage som kurset løber over, får den studerende dog svar indenfor 24 timer.

Alle svar gives per e-mail, og kurset afholdes uden strengt fastlagte tidspunkter. Kurset er således gjort fleksibel, idet den studerende selv vælger, om alle opgaver inklusiv den faglige opgave skal afleveres til slut, eller om opgaverne skal afleveres løbende med den afsluttende faglige opgave til sidst.

Ressourcer:

Der deltager 2-3 undervisere i kurset. De deltagende underviseres tidsforbrug er anslået til i opstartsfasen at dække over:

- 300 timer til forberedelse og design af hjemmeside, undervisningsmateriale og udfærdigelse af opgaver.
- 75 timer til rettelser af opgaver, besvarelse af e-mails og opfølgning på spørgsmål.

Når opstartsfasen er overstået, vil timeantallet dække:

- 100 timer til redigering, opdatering og udvikling af kursushjemmeside, undervisningsmateriale og udfærdigelse af opgaver.
- 75 timer til rettelser af opgaver, besvarelse af e-mails og opfølgning på spørgsmål.

Kurset stiller stort set ingen krav til lokaler. Til gengæld stilles der krav om at kursisten har adgang til både internet og e-mail med adgang til DTUs campus-net. DTV stiller et undervisningslokale med 13 PC'ere med internetadgang og relevante softwareprogrammer til rådighed, samt omkring 20 PC'ere i udlånsalen. De resterende pladser er lagt an på, at de studerende har egen adgang til DTU-campus-nettet eller benytter databarer på DTU.

Hvis de studerende bruger deres eget hardware, skal der være installeret en række softwareprogrammer til at løse nogle af opgaverne. Eksempelvis kræver fagområdet Kemiteknik speciale multimedie applikationer.

Evaluerings af kurset og erfaringer:

De foreløbige evalueringer har været positive. De studerende har som noget meget positivt anført den store fleksibilitet i kurset og eget ansvar for planlægning af læsning og opgavebesvarelser. Derudover er der en del positive reaktioner på den indledende del af kurset. Disse retter sig især mod kursets web-sted; overskuelighed, den nyttige navigation og ikke mindst den pædagogisk beskrivende facon, der henvender sig til samtlige kursister. Den afsluttende fagopgave vurderes også som et positivt element i kurset, idet denne opgave giver de studerende en metode til litteratursøgning, som de kan bruge senere i deres studium til projekter og lignende.

Som underviser på kurset har det været en fornøjelse at komme i kontakt med de studerende via e-mail i stedet for den traditionelle undervisning. Man har per e-mail en anderledes aktiv kontakt med den studerende og herved bedre er i stand til at vurdere, om deltagerne lærer noget.

Det har været meget tidskrævende at få kurset op at stå, og evalueringerne fra de studerende bliver hele tiden vurderet og medfører en løbende udvikling af kurset. Kurset skal i fremtiden gerne være mere fleksibelt, og på sigt kunne udbydes til alle studerende som skal igang med fagpakke-, midtvejs-, eller eksamensprojekter.

Kontaktpersoner:

Bibliotekar Jeannette Ekstrøm, e-mail je@dtv.dk og Akademi-ingeniør Birte Rexen, e-mail br@dtv.dk

Danmarks Tekniske Videnscenter, Danmarks Tekniske Universitet.

Bilag og andet:

Der henvises til kursets hjemmeside på adresse: <http://modul.dtv.dk/dtvintro>