

Statistik i ingenjörsutbildningen **- en grundkurs med ett lärandeperspektiv**

Uppsats i kursen **PED206-Högskolepedagogik med didaktisk** **inriktning**

Lena Zetterqvist
Matematikcentrum
Lunds universitet



Sammanfattning

När en ny grundkurs i matematisk statistik skulle utformas på civilingenjörsprogrammet Ekosystemteknik vid LTH försökte vi anlägga en helhetssyn på kursen. Innehåll och kursmaterial ämnesanpassades till studentgruppen och fokus placerades på studentens lärande. Uppsatsen beskriver hur kursen ser ut idag. Speciellt diskuteras och utvärderas de faktorer som kännetecknar kursen och skiljer den från en traditionell grundkurs: undervisningsformen samarbetslärande i fasta smågrupper, en integration av datormomenten samt en rimligt integrerad examination. Själva utvecklings- och förändringsprocessen och de faktorer som påverkar den diskuteras också.

TACK!

till **Linda** Werner-Hartman
för diskussioner och samarbete
under åren med W-kursen.

Innehåll

1 Inledning	4
2 Karakterisering av kursen	4
2.1 Så här ser den ut	5
2.2 Skillnader mot en traditionell kurs	5
2.3 Karakterisering av kursen utifrån ett didaktiskt perspektiv	6
2.3.1 Ytterligare karakteriseringar	8
3 Samarbetslärande	8
3.1 Hur går vår variant till?	10
3.1.1 Föreläsningar	10
3.2 Utvärdering	11
3.3 Studenternas reaktioner på arbetssättet	13
3.4 Genusskillnader?	13
3.5 Hur påverkas tentaresultaten?	14
3.6 Finansiella aspekter på samarbetslärande	14
4 Datorn i undervisningen	15
4.1 Hur används datorerna i kursen?	16
4.2 Att integrera datorn i kursen	16
5 Integrerad examination	18
5.1 Kursens examinationsmoment	18
5.2 Examinationen relaterad till kursmålen	19
5.3 Examinationen relaterad till studieformen	20
5.3.1 Återkoppling - och vid rätt tidpunkt	21
5.3.2 Att använda studenternas egna datorer på tentamen	21
6 Förändringsprocessen	22
7 Sammanfattande resultat	24
8 Appendix 1: Kursmål	28
9 Appendix 2: Enkät om samarbetslärande	29
9.1 Sammanställning av enkätens fritextsvar	32
9.1.1 Positiva omdömen	32
9.1.2 Negativa omdömen	32

1 Inledning

Det finns en lång tradition av hur en grundkurs i matematisk statistik ”ska se ut”. När ämnet började undervisas vid Lunds Tekniska Högskola (LTH) i mitten av 60-talet föreläste läraren i en stor sal och studenterna räknade sedan enskilt övningsuppgifter, under handledning av en doktorand eller en övningsassistent. Under 80- och 90-talen började vissa datormoment införas i kurserna - i bästa fall kunde nu de teoretiska begreppen visualiseras och de tråkiga beräkningarna förenklas.

Idag är kursernas grundstruktur fortfarande den samma - på föreläsningen framställer läraren ämnet på bästa sätt och studenten lyssnar passivt. På övningarna får studenten - om han/hon går på övningen - försöka tackla teorin via övningsuppgifter. Om inte förklaringen från övningsassistenten räcker, kan man ju alltid titta i den fullständiga lösningen som oftast är tillgänglig. För de omotiverade eller något svagare studenterna blir resultatet ofta att de koncentrerar sig på äldre tentor. Är de skickliga nog, eller har tur, klarar de tentan - men vad har de för kunskaper med sig? Risken är stor att kursen har gått dem ganska spårlöst förbi.

När civilingenjörsprogrammet Ekosystemteknik (W) startade vid LTH 1998, och en obligatorisk kurs i matematisk statistik ingick under tredje studieåret, fick vi chansen att utveckla en helt ny kurs från grunden. Det blev en chans att med en helhetsyn på en kurs - på dess innehåll, undervisningsform, examination och datormoment - försöka undvika ännu en lärarcentrerad kurs och istället placera fokus på studentens lärande.

Denna uppsats beskriver denna kurs - inte hur ”slutresultatet” blev för dess utveckling är en pågående process - utan hur den ser ut idag efter att ha givits i sju kursomgångar.

I avsnitt 2 beskrivs och karakteriseras kursen - även från ett didaktiskt perspektiv. I avsnitten 3-5 beskriver och diskuterar jag de tre faktorer som kännetecknar kursen: samarbetslärande i fasta smågrupper, integrerad datoranvändning och en integrerad examination. Slutligen diskuteras, i avsnitt 6, själva förändrings- och utvecklingsprocessen och de faktorer som påverkat den.

I uppsatsen används varierande pronomen ”jag” och ”vi” i beskrivning och diskussion. ”Jag” syftar förstås på författaren medan ”vi” hänvisar till det lärarlag som arbetat med den beskrivna kursen - främst är det, förutom författaren, forskarstuderande Linda Werner-Hartman.

2 Karakterisering av kursen

Avsnittet inleds med korta fakta om kursen och jag diskuterar vilka faktorer som skiljer den från en traditionell grundkurs i matematisk statistik. Slutligen karakteriseras kursen utifrån ett didaktiskt perspektiv.

2.1 Så här ser den ut

Kursens upplägg/kursens plats i utbildningen: Kursen är en grundkurs på 5 poäng i matematisk statistik och obligatorisk på tredje året på programmet Ekosystemteknik (W-programmet) vid LTH. En annan kurs läses parallellt. Antalet studenter på kursen är ca 60.

Schemalagd tid: Kursen läses under sju veckor och schemalagd tid är tio timmar i veckan. Dessa tio timmar fördelas (i snitt) på 2 timmar föreläsning med 1 lärare, 6 timmar lektion med 2 lärare samt 2 timmar projekthandledning med 4 lärare.

Kursinnehåll: 2/7 sannolikhets teori, 2/7 statistik teori, 3/7 regression med orientering om tidsserier. Exempel och uppgifter fokuserar på miljötillämpningar.

Examination: Individuell skriftlig tentamen med dator, inlämningsuppgifter och projektredovisning. Genomströmningen är god, ca 85% av de kursregistrerade är godkända efter en omtentamen.

Programspecifikt: Varje student har en egen bärbar dator som programmet tillhandahåller.

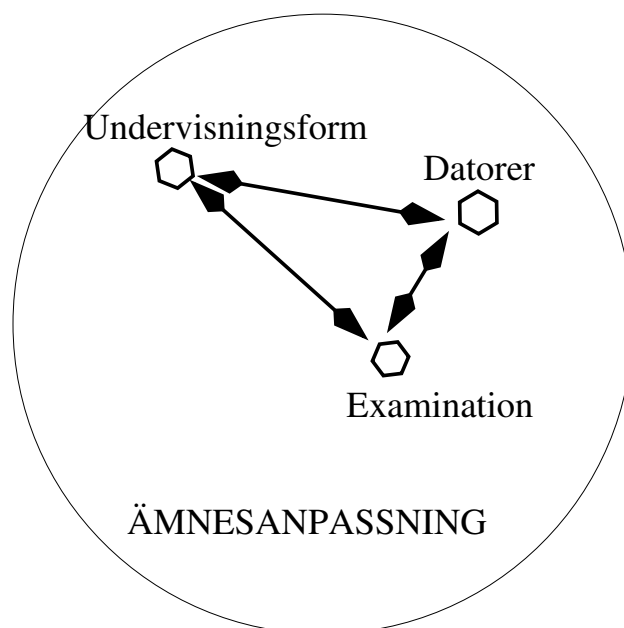
Ekonomi: Betalningen är 17% högre per student än motsvarande grundkurser på andra program vid LTH.

2.2 Skillnader mot en traditionell kurs

En rad faktorer i den beskrivna W-kursen skiljer sig från - eller är mer uttalade - än i en traditionell grundkurs:

- *Ämnesanpassning* - Kursens material och innehåll är utarbetat speciellt för studentgruppen. Fokus ligger på problemställningar och datamaterial relaterade till miljöstatistik.
- *Undervisningsformen* - Undervisningen är uppbyggd kring samarbetslärande i fasta smågrupper och antalet föreläsningar är få. En beskrivning av samarbetslärande och utvärdering av arbetssättet görs i avsnitt 3.
- *Integrerad datoranvändning* - Eftersom varje student har tillgång till egen dator har det möjliggjort en integrerad användning av datorer i kursen. Hur vi utnyttjar datorn i undervisningen beskrivs i avsnitt 4.
- *Integrerad examination* - Vi har försökt att göra en mer kontinuerlig examination där kursens examinationsmoment är kopplade till kursmål och undervisningsform. Examinationen beskrivs i avsnitt 5.

Av dessa faktorer är ämnesanpassningen det som genomsyrar de övriga tre faktorerna. Vårt mål har varit att skapa en lärmiljö där kursens helhet är väsentlig - undervisningsform, datoranvändning och examination interagerar med varandra inom ramen för ämnesanpassning, se figur 1.



Figur 1: I kursens lärmiljö interagerar användandet av datorer, undervisningsform och examination

Inom vissa ämnesområden är det beskrivna kursupplägget säkert naturligt eller självklart. Låt mig därför ännu en gång påpeka att undervisning i de matematiska ämnena är - eller har varit - mycket traditionell till sin karaktär.

2.3 Karakterisering av kursen utifrån ett didaktiskt perspektiv

Enligt Klafki (1997) bör fem huvudaspekter beaktas när man utarbetar eller studerar en kurs på läroplansnivå: mål, innehåll, organisationsformer och metoder, medier samt kontroll och bedömning.

Mål: Ett av kursens huvudmål är ett attitydmål: att få studenterna att ”inse att ett statistiskt betraktelsesätt oftast är en nödvändighet vid planering av undersökningar och vid analys av miljödata”. Kursens huvudbegrepp är variation: det finns olika typer av variation, den kan beskrivas och modelleras på olika sätt, genom att observera variationen (utföra mätningar) och modellera variationen kan vi med hjälp av sannolikhetslära och statistiska metoder dra slutsatser utifrån mätningarna och i förlängningen fatta beslut. Ett viktigt mål är att få studenten att inse att beroende på vilken matematisk/statistisk modell man väljer att beskriva verkligheten med, beroende på vilka antaganden man gör, kan man ställa vissa frågor och dra vissa slutsatser. En kritisk granskning av modellen är därför väsentlig.

Kursen har en rad färdighetsmål: Studenten ska behärska ett batteri av analysmetoder samt skriftligen och muntligen kunna redovisa resultat och göra korrekta

tolkningar. Datorn ska vara ett naturligt redskap i analysen. Kursens övergripande mål anges mer detaljerat i Appendix 1.

Innehåll: Kursens ingår i ett ”lärande till praktik” i den meningen att studenterna utbildas till civilingenjörer. Men kursen är - mer än någon annan av våra grundkurser - speciellt anpassad till denna praktik och för just denna grupp av studenter. Kursens innehåll är valt just med tanke på vad en civilingenjör i ekosystemteknik kommer att arbeta med: planera undersökningar, analysera data och kanske främst kunna bedöma andras arbete med miljörelaterade data. Kursens innehåll kan sägas vara valt utifrån en rad faktorer: tradition (”en grundkurs måste innehålla dessa moment”), avnämares önskemål eller bedömningar av avnämares önskemål samt programledningens önskemål.

Även lärarnas syn på ämnet påverkar undervisningen och kursinnehållet. Exempelvis poängteras statistikmomentet mer än sannolighetsteorimomentet i kursen, kursen innehåller momentet tidsserier vilket ingen annan av våra grundkurser på LTH gör. Det finns en större betoning på tolkning än på formler och en större betoning på kommunikation mellan studenterna än i en traditionell kurs.

Organisationsformer och metoder: Större delen av den schemalagda tiden bedrivs undervisningen i form av samarbetslärande i smågrupper. Studenterna arbetar tillsammans i grupper om tre eller fyra med handledning. Till varje lektion finns ett lektionsblad med instruktioner om vad som ska göras på lektionen, t.ex. lösa övningsuppgifter och att diskutera begrepp, förklaringar och exempel från boken. Läraren går runt mellan grupperna, diskuterar och svarar på frågor men har inga genomgångar. Varje vecka kommenterar studenterna individuellt och skriftligt kring gruppens arbete. Visst arbete läggs också på diskussion kring arbetsprocessen. En utförligare beskrivning av arbetsmetoden ges i avsnitt 3.

Både på kursnivå och på lektionsnivå kan man diskutera utifrån den didaktiska processen *intention-handling-reflektion*, Uljens (1997). På kursnivå är intentionen att skapa ett lärandeutrymme: Genom att låta kursen fokusera på för studenten relevanta tillämpningar skapas utrymme för mening och motivation. Olika begrepp belyses och förklaras på olika sätt, genom boken, i diskussioner med läraren, i diskussion/arbete tillsammans med kurskamrater, uppgifter som löses med ”papper och penna” samt uppgifter vid datorn. I handlingen, det själva pedagogiska mötet, är kontakten och diskussionen mellan lärare och student och mellan studenter stor. Läraren har en ständig reflektion under kursens gång, främst genom ”att känna av stämningen i gruppen” men också genom de veckovisa utvärderingarna. Kursens upplägg ger möjlighet till en ganska stor flexibilitet, t.ex. bestäms de enstaka föreläsningarnas innehåll till viss del efter behov och lektionsbladen skrivs/modifieras under kursens gång. På lektionsnivå anges intentionen i lektionsbladen, handlingen i diskussionen med studenterna men även i avlyssnandet av studenternas inbördes diskussion och ett eventuellt ingripande. Reflektionen sker genom att se hur långt studenterna hann på lektionsbladet och genom analys av studenternas diskussioner. Detta leder sedan

till ny handling genom arbete med nästa lektionsblad eller planering av föreläsningar.

Medier: Kursen har en lärobok, Olbjer (2000), och ett studiematerial som är utarbetat speciellt för denna studentgrupp och därför fyllt av miljörelaterade frågeställningar och material. Stor betoning läggs på användning av beräkningsprogram och analys via dator. Detta underlättas betydligt då varje student har en egen bärbar dator som de har under hela sin utbildningstid. En viktig intention med kursen är att studenterna ska uppfatta att datorn är ett naturligt redskap vid såväl dataanalys som vid utforskande av olika modellansatser. Därför har ett stort antal datorövningar, vilka oftast är av tillämpad karaktär, utarbetats. Datorerna används av studenten mellan 50-80 % av lektionstiden, beroende på hur de olika grupperna väljer att arbeta under lektionstid. Hur datorn används i kursen beskrivs närmare i avsnitt 4.

Kontroll och bedömning: Vi har försökt integrera examinationen i kursen genom att införa examinationsmoment av olika karaktär löpande under kursens gång: självvärdade inlämningsuppgifter, kamratgranskad projektrapport samt skriftlig tentamen med tillgång till dator. I avsnitt 5 diskuteras hur dessa moment relateras till kursens mål och studieform.

2.3.1 Ytterligare karakteriseringar

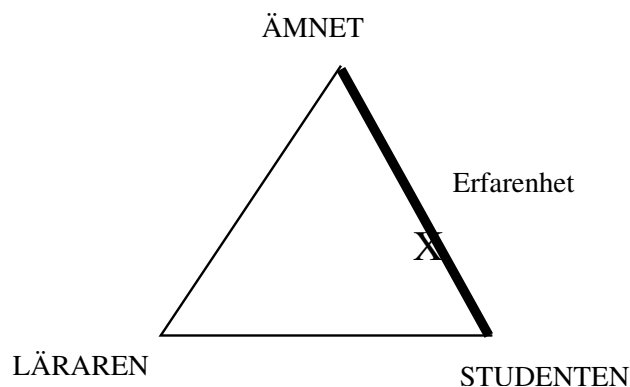
En grundkurs i matematisk statistik är av tradition i grunden utformad enligt en performativ pedagogisk modell - syftet med utbildningen är att återskapa ämneskunskaperna. Vår kurs har emellertid inslag av den kompetensinriktade modellen där tyngdpunkten ligger på att utveckla studentens förmågor. De två olika modellerna beskrivs i Lindberg-Sand (2003).

En liknande typ av modellindelning gör Bowden (2004) som diskuterar innehållet i ingenjörsutbildningar. En design fokuserad på "capabilities" jämförs med en utbildning som är fokuserad på "content". Även om Bowden beskriver hela program är det tydligt att vår kurs har klara inslag där fokus är på studentens kompetens - och kursen skulle passa bra i ett program med tydlig inriktning på "capabilities".

I den didaktiska triangeln bör kursen placeras på erfarenhetsaxeln mellan ämnet och student, men var på axeln? Ämnet och kursinnehållet som sådant är givet - detta skulle motivera att placera kursen högt upp mot triangelns toppen och en traditionell grundkurs i matematisk statistik skulle nog hamna där. Men med tanke på de "otraditionella" inslagen i kursen vill jag placera den en bra bit ner mot triangelbasen där den lärandes erfarenheter och förståelse står i fokus.

3 Samarbetslärande

Vad är samarbetslärande i matematikundervisningen? Begreppet, som på engelska ofta benämns cooperative learning, är oerhört vitt och används på alla utbildningsnivåer. På högskolenivå kan det betyda allt från kortare grupparbete som komplement



Figur 2: Kursens placering i den didaktiska triangeln

i en traditionell undervisning till självständigt arbete i grupper utan kompletterande föreläsningar. Enligt Hagelgans et al. (1995) bör begreppet kännetecknas av: Påtaglig mängd grupparbete, känsla av samhörighet i grupperna, ömsesidigt ansvar mellan gruppmedlemmarna, stabila grupper och utvärdering av gruppernas arbete.

I grunden innebär metoden en social konstruktivistisk syn på lärandet: Den lärande är en aktiv kunskapssökande individ som själv skapar sin kunskap. Samtidigt växer förståelse och kompetens i samspel med andra. Var och en når längre i sin egen förståelse genom att utbyta idéer med andra.

Forskningen och litteraturen kring samarbetslärande i matematikundervisningen är omfattande - t.ex. ger Hagelgans et al. (1995) en diger bibliografi av böcker och artiklar. Intressant nog tycks beskrivningarna handla i huvudsak om studenters/elevs prestationer och inte så mycket om kvaliteten i lärandet, Slavin (1996). Många beskriver en ökad aktivitet och förbättrade prestationer i sina kurser - Giraud (1997) rapporterar t.ex. om att låg, medel och högpresterande studenter förbättrat sina resultat på en högskolekurs i statistik.

Vad är det då som gör att studenterna presterar bättre? Olika teorier presenteras i litteraturen, Slavin (1996). Några är att studenterna känner sig mer motiverade och blir aktivare med detta arbetssätt, att samarbetet mellan studenter ger positiv effekt då de tvingas förklara och diskutera med varandra eller att de tränar mer på att läsa matematisk text och att kommunicera matematik.

I Sverige har samarbetslärande i olika former använts i ämnena matematik/statistik. De största erfarenheterna är från Tekniska universitetet i Luleå, se Dunkels (1996) samt Brandell och Dunkels (1997).

År 2003 infördes samarbetslärande på kurserna flerdimensionell matematik och matematisk statistik på W-programmet. Huvudskälet var att försöka bryta en nedåtgående examinationstrend på kursen flerdimensionell analys i årskurs 2. Eftersom denna kurs följs omedelbart av matstatkursen i årskurs 3 (med ett sommaruppehåll emellan) beslöt vi att också göra en förändring även om examinationsresultaten på

vår kurs redan var bra. En beskrivning av omläggningen och utvärdering finns - för kursen flerdimensionell analys - i Brandell (2004) och, för matstatkursen, i Werner-Hartman och Zetterqvist (2006).

3.1 Hur går vår variant till?

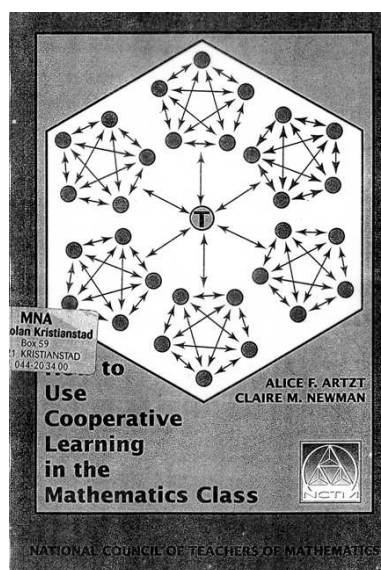
Vid samarbetsinläring är lektionerna kursens stomme. Lektionerna ägnas i sin helhet åt arbete i fasta smågrupper, där diskussioner och räknande ger träning i teori och problemlösning. Våra smågrupper består av fyra studenter, de lottas vid kursens början och är sedan oförändrade. Vid varje lektion får studenterna ett *lektionsblad* som består av ett program för arbetet under dagens lektion samt läsanvisningar till nästa lektion. Programmet består av såväl räkneuppgifter som frågor och kommentarer till lärobokens material. Frågorna och uppgifterna handlar både om att träna problemlösning i traditionella uppgifter och om att läsa och bearbeta texten i läroboken. Frågorna är utformade för att stimulera till reflektion över materialet och till att starta gruppdiskussioner som kräver att man försöker tränga djupare in i materialet. Kommentarer i lektionsbladen syftar till att hjälpa studenterna att strukturera materialet, att verkligen läsa texten aktivt och att ibland ifrågasätta lärobokens framställning. Vår erfarenhet är att studenterna på denna tillämpade kurs läser och reflekterar betydligt mera aktivt kring teorin än de gjorde då kursen undervisades med föreläsningar och räkneövningar.

För att grupparbetet skall stödja de enskilda medlemmarnas lärande är det viktigt att alla i gruppen har samma rätt att tala, att bli lyssnad till och att få återkoppling. Studenterna inser att de är olika, att någon är snabb men kanske inte alltid är bäst på att förklara (ens för sig själv) och att någon annan är bra på att ställa grundläggande frågor, som ofta är givande för alla i gruppen att reflektera över. Många upptäcker att deras förståelse ökar när de tvingas förklara också för andra.

Gruppen ökar också studenternas motivation att förbereda sig inför lektionerna genom att läsa i kursboken. Eftersom större delen av kursmaterialet inte tas upp på föreläsning tvingas studenterna att läsa i boken inför varje lektion. De som inte läst på upplever att de förstör diskussionen för resten av gruppen. Under lektionerna används läroboken aktivt - det är ju ur den, inte ur föreläsninganteckningar, som studenterna måste hämta all information som behövs i diskussionen. Grupparbetet gör studenterna vana vid att diskutera och ställa frågor — det senare en svår konst som ofta tar en nära svaret. Metoden ger naturligtvis också studenterna god träning i att använda sitt matematiska språk.

3.1.1 Föreläsningar

Vi har i vårt upplägg låtit ett ramverk av föreläsningar finnas kvar. Syftet med dessa är inte att försöka täcka materialet som skall läras ut i kursen, tvärtom försöker vi undvi-



Figur 3: Samarbetslärande i skissform

ka att ta ifrån studenterna känslan av att de själva är ansvariga för sitt lärande: att det är de och ingen annan som måste bearbeta materialet. Föreläsningarna utnyttjas till att hjälpa till att strukturera kursen och till att bjuda in studenterna i lärarens värld, d.v.s. att introducera frågeställningarna som tas upp i kursens olika delar och att visa konkreta tillämpade exempel på frågor man vill kunna besvara med den teori som lärs ut. Vår kurs består av tre moduler: sannolikhets teori, statistikteori och regression med tidsserieanalys. I början av var och en av dessa moduler ges en introduktionsföreläsning, och ca två veckor senare, då kursavsnittet bearbetats under lektionerna, får studenterna rätta sina egna obligatoriska inlämningsuppgifter vars lösningar diskuteras i helklasseseminarium. Vid slutet av det tillfället knyter sedan läraren ihop avsnittet, om tiden medger.

En stor fördel med att inte gå igenom hela materialet på föreläsningar är, förutom att lärartiden frigörs till praktiskt arbete, att studenterna tvingas ta ansvar för sitt eget lärande. När det inte längre är lärarens uppgift att presentera materialet tvingas varje student att läsa för att kunna ta till sig kursen.

3.2 Utvärdering

Att undervisa med samarbetslärande kräver att man ställer om som lärare från föreläsare till handledare och att man vågar släppa ansvaret för lärandet till studenterna. Att gå in i en students matematiska värld och hjälpa honom/henne vidare utan att styra kräver flexibilitet. Att göra detta gruppvis är ännu mer krävande eftersom man



Figur 4: Linda Werner-Hartman handleder en grupp studenter.

skall möta hela gruppen. Å andra sidan är det inspirerande att som lärare arbeta på detta sätt.

Vår erfarenhet av studenterna i den aktuella gruppen är att de är ambitiösa och mogna - de anstränger sig redan från första veckan, läser i boken och kommer snabbt igång med kursen. Eftersom de arbetar med ett kursmaterial som är skraddarsytt för dem, känner studenterna att de statistiska frågeställningarna i kursen är relevanta för deras utbildning och kommande arbetsliv. Det är därför inte svårt att få igång en diskussion i smågruppen, både när det gäller miljöstatistiska frågeställningar eller ett statistiskt teoriproblem.

Det är enkelt att som lärare få igång diskussion kring det studenterna har svårigheter med, och den lärarledda tiden utnyttjats effektivt till aktivt lärande. Den gruppvisa handledningen gör att läraren, trots hög närvaro från studenterna (ca 95%), hinner med att i lugn och ro kommunicera med alla studenter flera gånger per lektion.

Om grupperna fungerar väl blir lärandet effektivt. Även om samarbetet i de flesta av våra grupper fungerat bra krävs ibland lärarens stöd. Vi har med enkla medel arbetat med grupprocessen, bl.a. genom att låta studenterna läsa och diskutera en text om grupppsykologi. Att vår studentgrupp är homogen och har stor känsla av samhörighet har säkert gjort det lättare att få de flesta grupper att fungera väl. Att det skulle krävas mer arbete för att få grupperna att fungera på kurser med andra, mer heterogena, studentgrupper kan vi bara spekulera i. I Luleå har man i flera år undervisat kurserna i matematisk statistik med samarbetslärande på samtliga program, och borde ha större erfarenhet av detta.

Läroboken används mera än på en traditionellt upplagd kurs, och eftersom de flesta avsnitt inte kompletteras av föreläsningar är det viktigt att den är väl strukturerad, har många relevanta exempel och är lättläst. Till vår miljötillämpade kurs har

det tyvärr varit svårt att hitta en passande lärobok, något studenterna också uppmärksammat i utvärderingen.

En annan aspekt, som inte enbart är negativ, är att det är nödvändigt att minska på stoffet. Ett aktivare och mer reflekterande arbete med materialet tar tid, och man hinner därför inte lika långt. Jämfört med vad som ingick i kursen när den undervisades med föreläsningar är dock minskningen inte stor.

3.3 Studenternas reaktioner på arbetssättet

Studenternas inställning till arbetssättet är i kursutvärderingar (veckovisa utvärderingar, avslutande enkät och CEQ-enkäter) övervägande positivt. I Appendix 2 visas resultat från en enkät från 2005. Sammanfattningsvis uppger studenterna att de läste mer i kurslitteraturen än de brukar göra, att de tycker att gruppdiskussionerna gett mer för inläringen än att arbeta motsvarande tid på egen hand. De skulle, om de fick välja, inte föredra en kurs med traditionell utformning, och tycker inte att arbetssättet varit mer krävande. De negativa synpunkter som framkommer är främst att enstaka studenter säger att de inte gillar att arbeta i grupp och att det är stressande att alltid behöva ligga i fas - se en sammanställning av fritextsvar i Appendix 2.

3.4 Genusskillnader?

En del resultat i litteraturen indikerar att kvinnor i större utsträckning än män skulle föredra samarbetslärande. Enligt Salminen-Karlsson (1998), som sammanfattar en mängd undersökningar gjorda vid ingenjörsutbildningar runt om i världen, reagerar kvinnor och män olika på skilda undervisningsmetoder: Kvinnor tycks vara känsligare för dålig pedagogik; kvinnor uppskattar mer än män dialogen mellan lärare och studenter; kvinnor är mer negativa till föreläsningar än män; kvinnor är mer beroende av feedback från lärarna än män. Cordeau (1995) studerade matematikstuderandes inställning till samarbete och konkurrens. Hon fann att de kvinnliga studerande i högre grad än männen föredrar samarbete framför ett tävlingstänkande.

Det finns få undersökningar gjorda kring samarbetslärande och genus i matematikundervisningen på högskolenivå. Brandell och Lundberg (1998) gjorde en undersökning vid Luleå Tekniska Universitet. Där fann man att kvinnor var mer positiva till samarbetslärande (i form av studiegruppsarbete) än män. På lägre nivåer rapporterade Barnes (1995) erfarenheterna från ett projekt i Australien där en analyskurs för 16-19 åringar var uppbyggd kring grupparbete. De flesta, alltså både flickor och pojkar, uppskattade arbetssättet. Enligt lärarna arbetade flickorna bättre än pojkarna i grupp och diskuterade bättre. De var också mer måna om HUR grupparbetet skulle organiseras. I denna artikel indikerar också resultaten att flickorna var mer måna om att veta VARFÖR formlerna fungerade medan pojkarna mer accepterade "fakta".

Vi har ännu inte systematiskt studerat genusaspekten på kursen på W-programmet.

Däremot genomförde vi i december 2006 en enkätundersökning bland teknologer på programmen E, V, L och M, där man använt en ”lättare variant” på samarbetslärande - mer likt arbete i studiegrupper. Vi fann i stort sett ingen skillnad mellan könen beträffande inställningen till arbetssättet - de allra flesta (både kvinnor och män) var positiva. Samarbetslärande tycks alltså vara en metod som höjer motivationen för både män och kvinnor. För en diskussion av resultaten se Natiello och Zetterqvist (2007).

3.5 Hur påverkas tentaresultaten?

En grundlig undersökning av hur införandet av samarbetslärande påverkade tentamensresultaten på W-programmet redovisas i Larsson och Werner-Hartman (2006). I denna undersökning studerades tentaresultat tre år före och tre år efter omläggningen för såväl kursen i matstat som kursen i flerdimensionell analys.

För kursen flerdim skedde dramatiska förändringar: antalet godkända efter första tentamenstillfället ökade från ca 30 % till ca 70 %. I analysen delades studenterna in i grupper om ”svaga”, ”mellan” och ”starka” beroende på resultat i tidigare mattekurser. Examinationsresultaten förbättrades i samtliga tre grupper. Man ska dock notera att kursomläggningen här också innehöll andra moment än samarbetslärande - man införde samtidigt datorer på lektionerna och en ny lärobok.

För kursen i matstat är ökningen mer blygsam - motsvarande siffror är 72% före och 75% efter - men så var resultaten bra redan före omläggningen. Noterbart är att andelen av som gick upp på tentamen ökade i denna kurs - ökningen var störst i gruppen ”svaga” studenter - vilket tyder på att motivationen för individen ökat.

Ett argument som ofta hörs från studenterna är att hur lyckosam man är på kursen beror på vilken grupp man råkat hamna i vid lottningen. Undersökningen av examinationsresultaten ger inga klara besked i denna fråga - det finns inga tecken på att ”misslyckanden” skulle samlas gruppvis. Däremot tycks aktivitetsgrad (närvaro) och hur väl förberedd man är inför en lektion att vara mer kopplad till grupptillhörighet. Med en stark känsla av grupptillhörighet tenderar studenterna att öka sin aktivitet för att ”inte förstöra” för gruppens övriga medlemmar.

3.6 Finansiella aspekter på samarbetslärande

Men medför inte detta arbetssätt ökade kurskostnader? Är det ekonomiskt försvarbart att arbeta efter denna metod? I tabell 1 har vi jämfört kurskostnaderna före och efter omläggningen till samarbetslärande i smågrupper.

Först och främst: metoden kräver kvalificerade lärare med erfarenhet av undervisning - en övningsassistent har normalt inte den överblick som krävs för att handleda. Eftersom föreläsningar ersätts med lektioner med kvalificerad personal och då en lektor är dyrare än en doktorand tycks kostnaden ofelbart vara högre. Men en lektor i

	före			efter		
	F	Ö	P	F	L	P
Lektor	28	28	14	14	42	14
Doktorand		28	14		42	14
Övn ass (2st)			14			14

Tabell 1: Schemalagd undervisningstid före och efter att samarbetslärande införts, antal timmar. F=Föreläsningar, Ö=Räkneövningar, P=Projektarbete, L=Lektioner

föreläsningssalen kostar mer än om samme person har en lektion som jämföras ungefär med ett övningstillfälle. Sammantaget gäller för vår kurs, med en studentgrupp på 60 och två lärare (en lektor och en doktorand både före och efter omläggningen) att kostnaden är ungefär den samma. För en större studentgrupp blir siffrorna naturligtvis annorlunda. Dessutom tillkommer kostnader för själva omställningen som utarbetande av lektionsplaner och annat material, eventuell utbildning i arbetssättet m.m.

I siffror är den *direkta undervisningskostnaden* för kursen idag 32 kkr per helårsstudent. I den summan ingår lärarlönerna inklusive lönekostnadspålägg, hyra för undervisningslokaler och kostnader för skriftlig tentamen. Däremot ingår inte administrativa kostnader på institutions- eller högskolenivå, eller hyra för institutionslokaler.

4 Datorn i undervisningen

Allt sedan datorer blev ”var mans egendom” har de använts i statistikundervisningen. Idag finns det stor variation på mängden datorinslag i en grundkurs. Spektrum går från inga eller enstaka inslag till kurser som helt är uppbyggda kring datorer eller distanskurser. Forskningen kring vilken effekt datormoment har i undervisningen och hur dessa moment bör utformas är numera omfattande, se t.ex. Mills (2002).

Med datorn görs snabba beräkningar och analysen förenklas. Visualiseringar av teoretiska begrepp samt simuleringar av teoretiska modeller och fördelningar möjliggörs med hjälp av beräkningsprogram. Risken med användning av datorer i statistikundervisningen är att det blir för stort fokus på själva hanteringen av datorn och det beräkningsprogram som används. Det blir en svart låda, från vilken saker som kommer ut som studenterna inte riktigt förstår. De statistiska frågeställningarna skymms av de beräkningstekniska. Kritiken från studenterna är att ”man inte riktigt förstår vad man gör” eller ”vi lär oss mer datorprogram än statistik”.

Vår ambition i kursen är att W-studenterna ska uppleva datorn som ett naturligt redskap i analysen - att det ska bli en förlängning av papper och penna. Beräkningsprogrammet Matlab är det som används på vår kurs. Vi har medvetet arbetat med att minska risken att datorn och programmet blir det dominerande: Studenterna upp-

manas att parallellt med arbetet framför datorn skriva ner modeller, hypoteser, beräkningsgång samt slutsatser och förlita sig på Matlab enbart i själva beräkningarna. Sedan kan de skriva på papper eller göra egna kommentarer i sina datorer - det spelar ingen roll. Speciellt viktigt är det att de inte använder färdiga kommandon utan att fundera på om förutsättningarna för respektive kommando är uppfyllda.

Vi har valt att i vissa moment i kursen fokusera användningen av datorer på tolkning istället för på formler eftersom vi bedömer att denna studentgrupp har störst nytta av det.

4.1 Hur används datorerna i kursen?

Vi är ovanligt lyckligt lottade då varje student har en egen bärbar dator tillgänglig. Vid i stort sett varje lektion har studenterna med sig sin dator, eller minst en samarbetsgruppen har det. Ungefär en tredjedel av uppgifterna är rena Matlabuppgifter, en tredjedel är en blandning av Matlab och papper och penna, en tredjedel papper och penna.

Kursens projekt (14 schemalagda timmar) använder Matlab för analys och Word för rapportskrivning. Datorn används också på den avslutande skriftliga tentamen. För en närmare beskrivning av hur detta går till, och vilka för- och nackdelar detta har, se avsnittet med examination.

4.2 Att integrera datorn i kursen

Tillgången på datorer gör att vi har ett unikt tillfälle att integrera datormomenten i undervisningen och examinationen.

Vi har utvecklat tre olika typer av datorövningar - se Zetterqvist och Werner (2004) för en närmare beskrivning och exempel på övningar:

- 1) *simuleringar och beräkningar* som tränar studenterna i att undersöka statistiska fördelningar och illustrera teoretiska begrepp
- 2) *datarelaterade simuleringar* där studenterna - utgående från data och en praktisk situation - studerar, simulerar och utforskar statistiska modeller. I dessa övningar är det tänkt att studenten ska träna på att göra kopplingar mellan verkligheten och den statistiska modellen
- 3) *dataanalys och statistiskt modellbygge* där studenterna - utgående från ett datamaterial och en praktisk situation - ska konstruera en rimlig statistisk modell, analysera data och dra korrekta slutsatser från analysen.

För ett visst moment i kursen bygger datorövningar av typ (2) på att studenten behärskar momentets datorövningar av typ (1). På samma sätt förutsätter en analys

av data och modellbygge att man behärskar de båda andra typerna av datorövningar. Under kursens gång - allt eftersom olika moment introduceras - blandas de tre olika typerna av datorövningar.

De olika typerna av övningar kan också klassificeras efter en rad faktorer, se tabell 2. Tabellen diskuteras närmare i Zetterqvist och Werner (2004).

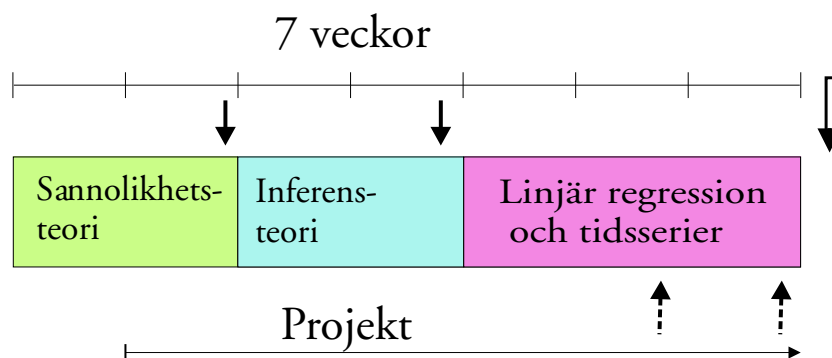
	Simuleringar och beräkningar	Datarelaterade simuleringar	Dataanalys och modellbyggande
handledning	—————→	avtagande	—————→
ägandeskap	—————→	ökande	—————→
bakgrunds- information	ingen	lite	mycket
SOLO	uni-structural	multi-structural	related
komplexitet	—————→	ökande	—————→
presentation	ingen	mundlig för lärare	skriftlig, kamratgranskad

Tabell 2: Jämförelse mellan de tre olika typerna av datorövningar

Blomhøj (2001) poängterar betydelsen av att studenterna känner ”ägandeskap” av sina problem vid datorn. Här är det två saker i vår kurs som vi tror ökar denna känsla av ägandeskap: För det första är datamaterial och situationer relevanta för studenterna - de känner att detta är problemställningar som de mycket väl kan komma att arbeta med i en framtid. För det andra har de egna datorer som de kan arbeta med när de vill. De kan arbeta på uppgifterna hemma och fråga/diskutera på lektionerna. Det är också en stor fördel att som lärare kunna säga till studenten ”testa på din dator nu och se efter” och inte behöva hänvisa till en kommande laboration i datorsal.

Vår grundkurs i matematisk statistik på programmet Kemiteknik (K) är den kurs som mest påminner om W-kursen. Den är också ämnesanpassad och datorer används mycket - dock inte i samma utsträckning som på W. Datorerna på K-programmet är stationära så all aktivitet vid datorer schemaläggs i datorsalar. Hösten 2002 delades enkäter ut till studenterna på de båda programmen för att undersöka hur de uppfattade datorns roll i kursen för deras inläring. På W-programmet svarade 80% av studenterna att datorn hade stor eller mycket stor betydelse för deras inläring. Motsvarande siffra på K-programmet var 40%. Denna undersökning gjordes innan en översyn av datorövningarna på W utfördes och medan en traditionell undervisningsform användes på båda programmen.

En egen dator är viktig för att integrationen av datorer ska fungera bra i kursen - men den är inte en absolut nödvändighet. Det väsentliga är att blandningen av olika datoruppgifter är bra. Det är också viktigt att det finns en klar koppling och integ-



Figur 5: Kursens olika examinationsmoment: inlämningsuppgifter som rättas av studenten (heldragna pilar), projektredovisning (streckade pilar) och skriftlig tentamen (dubbelpil).

ration till kursens examination. Om datormoment saknas i examinationen kommer studenterna inte att lägga så stor vikt vid dessa moment.

5 Integrerad examination

Examinationen i en kurs har många syften, se t.ex. Wiiand (1998). Det mest uppenbara, från lärarens perspektiv, är att kontrollera att studenten uppfyller kursens mål och nått den önskade kunskapsnivån. Men examinationen är också ett sätt att styra studentens arbete och ge dem återkoppling. Idealt bör det också vara ett lärtillfälle för studenten och konstruerad så att läraren kan utvärdera kursen.

Med detta i åtanke är det viktigt att examinationen är en integrerad del av kursen. Den ska passa till kursens studieform. Det måste finnas en klar koppling mellan kursens mål och de olika examinationsmomenten. Varje del i examinationen måste kunna motiveras utifrån kursens mål och vice versa bör helst varje kursmål examineras. Det måste finnas tydliga kriterier kring bedömningen. Återkopplingen ska vara konstruktiv och komma rätt tidsmässigt. Om detta är uppfyllt är risken mindre att studenterna koncentrerar sig på att studera ex-tentor, vilket är ett exempel på hur en olämplig upplagd examination lätt skapar en ”dold läroplan”.

5.1 Kursens examinationsmoment

Den sju veckor långa kursens examination innehåller tre olika moment: självrättade inlämningsuppgifter, projekt och en skriftlig tentamen. De olika momenten är väl utspridda under kursen, vilket illustreras i figur 5.

Nedan beskrivs kursens examinationsmoment, kommentarer till de olika momenten kommer i de efterföljande avsnitten. För en mer detaljerad diskussion, se

Zetterqvist (2007).

- *Självvärtade inlämningsuppgifter*. Två gånger i kursen, efter momentet sannolikhetsteori och efter momentet grundläggande statistikteori, får studenterna inlämningsuppgifter. Vid varje tillfälle består det av räkneuppgifter av ”traditionellt” slag som finns i grundläggande läroböcker i ämnet. Studenterna rekommenderas att göra dem individuellt. Läraren ”bockar av” att de är gjorda men rättar dem inte. Vid ett föreläsningstillfälle, eller snarare vid en efterläsning, presenteras en modellösning och uppgifterna går grundligt igenom och diskuteras.
- Ett större *projekt* genomförs under kursens lopp, med start efter ca en vecka. 20 % av den schemalagda tiden (14 av totalt 70 timmar) ägnas åt detta moment. Varje arbetsgrupp om fyra personer delas upp i två smågrupper om två personer. De två smågrupperna får arbeta med olika, men likartade, projekt. Lärare ger handledning under arbetet ca 8-10 timmar och uppskattningsvis arbetar studenterna med projektet utan handledning 5 timmar. I sjätte kursveckan har gruppen skrivit en projektrapport som lämnas till andra halvan av arbetsgruppen. Vid kamraträttningen skriver den rättande gruppen, utifrån en lista på kriterier, ett granskningsprotokoll. Ett exemplar av protokollet lämnas till gruppen, det andra till läraren. Efter schemalagd diskussion mellan smågrupperna (inom arbetsgruppen) och uppdatering av rapporten lämnas den in till läraren. Kommentarer ges på rapporten och den återlämnas i sista kursveckan. Vid detta tillfälle diskuterar lärare och smågrupper rapporten och eventuell komplettering eller korrigerings sker på schemalagd tid med lärarhandledning.
- Efter kursens slut ges en *skriftlig tentamen* om fem timmar. Studenterna har sina datorer med sig under hela skrivtiden. En del uppgifter är ”traditionella” och löses med papper och penna. Andra uppgifter efterfrågar datorsimuleringar eller utnyttjar datamaterial som studenterna får i början av tentamen via ett dataminne. Figurer, eventuell programkod eller kommentarer till denna typ av uppgifter presenteras av studenterna i ett Word-dokument som lämnas in på dataminnet vid tentans slut.

5.2 Examinationen relaterad till kursmålen

Tabell 3 visar hur vi relaterar kursens examinationsmoment till målen. Kursens mål var beskrivna i avsnitt 2.3 och finns också mer detaljerat i Appendix 1.

En analys av examinationen kan användas för att utvärdera och utveckla kursen: För några år sedan gjorde vi med hjälp av SOLO-modellen (Biggs and Collis (1982)) en analys av studenternas svar på den skriftliga tentamen. Den avslöjade vad

	Inlämningsuppgifter (individuellt)	Projekt (i grupp)	Skriftlig tentamen (individuellt)
Attityder	X	X	X
Formella beräkningar	X		X
Tolka data		X	X
Konstruera och kritiskt studera statistiska modeller	(X)	X	X
Använda datorer		X	X
Skriftlig och muntlig kommunikation		X	

Tabell 3: Hur examinationen är relaterad till kursmålen

vi misstänkte: studenterna var svaga på formella beräkningar. Vi införde därför inlämningsuppgifter där studenterna tränar på detta moment samt skärpte bedömningen på tentamen. Dessa åtgärder tycks ha gett önskat resultat.

5.3 Examinationen relaterad till studieformen

Det är viktigt att examinationen är i linje med kursens undervisningsmetod (Hagelgans et al. (1995)). Vi poängterar att studenterna ska, genom samarbetslärande, arbeta i grupper. En förutsättning för att samarbetslärande ska fungera väl är att studenterna tycker det är viktigt och lönt att satsa på att gruppens arbete blir fungerande och konstruktivt. Examinationen måste därför stödja detta mål.

Följaktligen borde vi även examinera i grupp men det gör vi inte. Orsakerna till denna bristande konsekvens är framför allt att vi inte funnit någon form av gruppexamination som motiverat oss till att ”våga bryta mot traditionen” att ha en slutlig skriftlig tenta på en grundkurs. Vi har istället valt att göra examinationen till en blandning av moment av individuell och gruppexamination: inlämningsuppgifter och tentamen individuell medan projektrapportering i grupp. Kursens betyg avgörs på den skriftliga tentamen medan projektrapportering och inlämningsuppgifter enbart ska vara godkända. Vi är medvetna att detta ger en markant övervikt i betydelse åt den individuella examinationen.

Även om de allra flesta studenter uppskattar att arbeta i grupp kan man i vissa grupper märka att studenterna tenderar att arbeta mer individuellt när tentamen närmar sig. Intressant är det oftast i de grupper där arbetet fungerat mindre bra medan de välfungerande grupperna ofta kvarhåller sitt arbetssätt ända fram till tentamenstillfället.

Lika viktigt är det att varje student känner sig säker på vad just han eller hon kan, något som kan vara svårt att veta när man lär sig i grupp. Många studenter vittnar om

att de upplevt hur gruppen tillsammans lyckas lösa svårare problem än vad var och en av dem själva tror att de skulle kunna klara av. Detta är en av de önskade effekterna av att lära sig i grupp: att man kan komma längre än vad var och en skulle klarat av på egen hand. Men det kan också föda en osäkerhet: att studenterna kan bli osäkra på hur mycket de klarar av att lösa på egen hand. Detta var också ett viktigt skäl till att vi införde individuella inlämningsuppgifter under kursens gång.

Arbets sättet och den integrerade examinationen har visat sig vara mycket effektiva för att hålla studenterna i fas med kursen. Det är en hög närvarofrekvens (ca 95%) på de schemalagda lektionerna och det är ytterst få avhopp från kursen. Samtliga gör de obligatoriska momenten (inlämningsuppgifter och projekt) under kursens gång. Vid efterläsningarna då de individuella inlämningsuppgifterna diskuteras är studenterna mycket aktiva och kommer väl förberedda.

Genomströmningen på kursen är god - efter ett omtentamenstillfälle är 85% av studenterna godkända.

5.3.1 Återkoppling - och vid rätt tidpunkt

Stor arbetsbörda på studenterna kan leda till ytinlärande. De är så stressade av de många uppgifter de måste göra så de hinner inte reflektera över vad de lär sig. Det är alltså viktigt att fördela examinationen över hela kursen och ge konstruktiv återkoppling vid rätt tidpunkt. På så sätt har det större chans att bli ett lärtillfälle snarare än något som ska "checkas av".

Vi ger ingen personlig återkoppling på inlämningsuppgifterna. En orsak är bristande resurser, som de är organiserade nu kräver det minimal lärtid. Ett annat skäl är att tydligt markera för studenten vikten av att själv ta ansvar för sitt eget lärande. Vi har under något år prövat med kamraträttning av inlämningsuppgifterna också men det föll inte väl ut bland studenterna.

Projektets upplägg ger flertal tillfällen till återkoppling - såväl muntlig och skriftlig - från lärare och kurskamrater. För att stödja studenterna vid kamratgranskningen har vi utarbetat en lista på granskningskriterier och ett granskningsprotokoll. Detta protokoll lämnas i ett exemplar till gruppen som man granskat och ett exemplar till läraren, vilket ger en signal till studenten att vi lärare bedömer detta som en viktig punkt i projektarbetet. Kriterier och protokoll blir också vägledande i gruppens egna projektarbete.

5.3.2 Att använda studenternas egna datorer på tentamen

När man använder datorer på tentamen väcks omedelbart frågor om design av tentan, administration och utvärdering. Nedan beskrivs kortfattat de positiva och negativa saker vi funnit i vårt arbete. En motsvarande diskussion finns i Taylor et al. (2000) där datorer används vid tentamen i en dataanalyskurs.

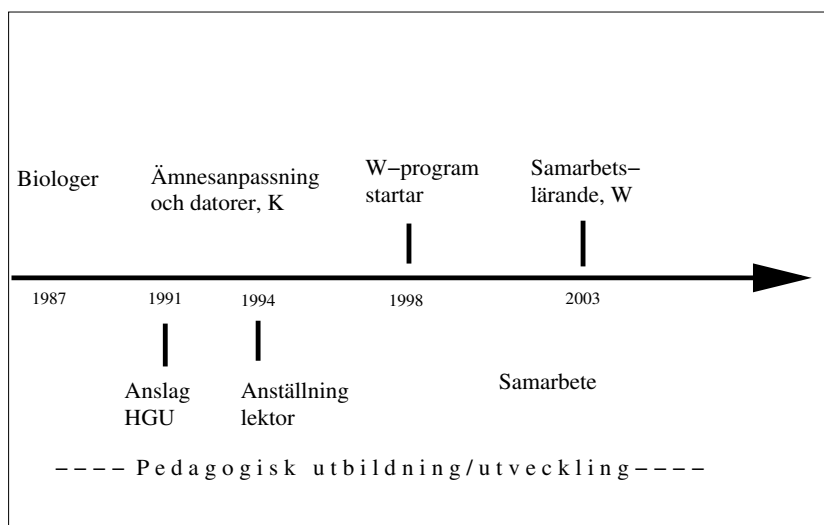
- (+) Det finns möjlighet att ställa en annan typ av frågor än vid en traditionell tentamen och därmed examinera mot andra kursmål.
- (+) Examinationen ges på samma form som under lektionerna och motiverar studenterna att arbeta effektivt på lektionerna.
- (+) Examinationsmomentet påminner om en framtida arbetssituation där studenterna alltid har datorn tillgänglig vid analysen.
- (+) och (-) Studenterna sparar resultat och kommentarer från lektionerna på sina datorer och de är därmed tillgängliga på tentan. En del kolleger har ifrågasatt detta eftersom de anser att tentans svar finns i studenterna datorer. Vårt motargument är att tentamen bör testa mer grundläggande idéer än rutiner. Även om en student gjort noggranna anteckningar om en övning krävs det förtrogenhet med begreppet för att kunna svara på tentafrågan. Att studenten med egna ord - och oftast efter diskussion i gruppen - förklarar övningsuppgiften är ju dessutom ett utmärkt sätt att lära sig begreppen.
- (+) och (-) Icke traditionella examinationsformer kräver icke traditionella bedömningar av studenternas svar. Det finns en pågående diskussion bland lärarna kring kriterierna för bedömning.
- (-) Det är mer tidskrävande för läraren att konstruera denna typ av tentamen än vid en traditionell tenta. Det tar också tid med administrationen kring tentamenstillfället, t.ex. hantering av Word-dokument.
- (-) Med dagens teknik finns det en risk att studenter försöker fuska genom att använda trådlöst nätverk.

Sammantaget har vi funnit att fördelarna med att använda datorer vida överväger nackdelarna.

6 Förändringsprocessen

Kursutveckling är en lång process som påverkas av en rad faktorer. En del av dessa kan läraren styra - andra tillhör ett yttre ramverk som är till synes opåverkbart av den enskilde läraren på institutionsnivå. Med en blick i backspegeln har jag försökt identifiera några faktorer av det första slaget, vilka kännetecknat förändringsprocessen och varit viktiga för framväxandet av vår grundkurs på W-programmet. En del av dessa faktorer diskuteras närmare i Lindgren och Zetterqvist (2006).

Grundläggande pedagogisk idé som genomförs konsekvent: En social konstruktivistisk grundsyn på lärandet genomsyrar förändringsprocessen. Ämnesanpassning är



Figur 6: Viktiga händelser i mitt "lärarliv" som påverkat utvecklingen av W-kursen

annan viktig beståndsdel - om studenten inte förstår varför kunskaper i statistik är viktiga för honom/henne är risken stor att kursen går spårlöst förbi.

Pedagogisk utveckling: En fortlöpande pedagogisk utveckling har skett med hjälp av pedagogiska kurser givna av Lunds universitet centralt och av LTH internt. Parallellt har samarbete och diskussioner med doktorander i matstat och lärare i matematik varit utvecklande. Jag fick en tjänst som tillförordande lektor vid LTH 1994, vilket möjliggjorde en seriös satsning på kursutveckling.

Finansiell stöd: Kursutveckling och ämnesanpassning till vår grundkurs i Kemi-teknik gjordes med hjälp av anslag från Högskolans Grundutbildningsråd. En del av detta arbete användes sedan på W-kursen. W-programmet ledning gav ett visst anslag till kursutveckling då kursen startades och har gett förstärkt tilldelning - jämfört med andra grundkurser på andra program - till löpande kursomgångar.

Samarbetspartner inom det aktuella programmet: Forskare eller lärare från olika ämnesområden kan ha svårt att "tala samma språk" - forskningssamarbete eller näraliggande forskningsintressen förenklar betydligt. Jag har samarbetat med biologer/ekologer, kemister och olika lärare inom W-programmet delvis eftersom jag disputerade på en avhandling om statistisk analys av miljödata.

"Kulturen" på programmet: Civilingenjörsprogrammet Ekosystemteknik vid LTH startades 1998 och har ett tvärvetenskapligt upplägg. Teknik och ekologi kombineras för att ge en bred bas att arbeta med tekniska tillämpningar av miljöproblem, t.ex. inom områdena energisystem, naturvård eller vattenresurshantering. Tvärvetenskapligheten ihop med att programmet är ganska nytt bidrar till att programledningen varit positiv till att testa nya metoder i undervisningen. Vi har alltså arbetat i en "otraditionell kultur", inte tyngd av traditionella kurser.

Ämnets ställning i utbildningen: Inställningen till ämnet från programledning och programlärarkollegiet är positiv. Studenterna går på tredje året och har alltså en viss mognad. De har också en viss beredskap inför begreppet variation när de kommer till kursen eftersom de har redan sett och arbetat med mätningar.

Rapportering och förankring av resultat på den egna institutionen och på LTH: Samarbetslärande i smågrupper har blivit det vedertagna arbets sättet i kurserna flerdimensionell analys och matematisk statistik på Ekosystemprogrammet i Lund. Kursen i flerdim, som tidigare var en problemkurs, har nu fått en markant ökad genomströmning - och detta även när de av ekonomiska skäl tvingats minska antalet schemalagda timmar i kursen med 25%. Andra programledningar vid LTH har därmed visat ett ökat intresse för detta sätt att undervisa. Arbets sättet har inspirerat de matematiklärare som ingått i projektet och metoden, eller varianter på den, prövas nu vid mattekurser på andra program vid LTH.

Rapportering och diskussion med kolleger på nationell och internationell nivå: Erfarenheterna med ämnesanpassning för kemister presenterades i en internationell tidskrift redan i Zetterqvist (1997). Diskussioner och presentationer av samarbetslärande, datorintegration och integrerad examination har gjorts (eller kommer att göras) både i Sverige och på en internationell nivå, se referenslistan.

7 Sammanfattande resultat

Med en helhetssyn på en grundkurs i matematisk statistik har vi utvecklat en väl fungerande kurs som är fokuserad på studentens lärande. Kursen är ämnesanpassad för studentgruppen och examinationen är rimligt integrerad i kursen. Samarbetslärande har blivit det vedertagna arbets sättet i kursen och för denna undervisningsform har vi funnit att:

- lärarrollen ändras från föreläsande till handledning - det krävs dessutom ett aktivt arbete med grupprocessen
- studenter blir aktivare och tar ett större ansvar för sitt lärande
- våra studenter uppskattar arbets sättet och lärarna tycker det är roligt och inspirerande
- kostnaden för vår kurs ändrades inte; kursstoffet måste skäras ner.

Det går att integrera datorer i en grundkurs, inklusive vid examinationen. Detta underlättas av att studenterna har egna datorer tillgängliga men detta är förmodligen inte ett nödvändigt villkor.

Referenser

- Barnes, Mary (1995): Development and evaluation of a gender inclusive calculus. I Barbro Grevholm och Gila Hanna (eds.): *Gender and Mathematics Education*, Lund University Press, s 71-88, Studentlitteratur.
- Blomhøj, M. (2001): Villkor för lärande i en datorbaserad matematikundervisning. I B. Grevholm (ed.): *Matematikdidaktik - ett nordiskt perspektiv*, Studentlitteratur.
- Biggs, J.B. and K.F. Collis (1982), *Evaluating the Quality of Learning. The SOLO Taxonomy (Structure of the Observed Learning Outcome)*, Academic Press.
- Bowden, John (2004): Capabilities-driven curriculum design. 4079P ELT ENGINEER-A/rev1/jr 18/5/04, 36-47.
- Brandell Gerd, (2004): Datorintegration och samarbetslärande, I Proceeding från LTH:s 2:a Pedagogiska Inspirationskonferens.
- Brandell Gerd och Dunkels Andrejs (1997). Lektionsblad i Matematik MAM101, Luleå Universitet.
- Brandell Gerd och Jonas Lundberg (1998): Föreläsningar och smågrupper. En studie av en pedagogisk försöksverksamhet. Didaktik och tillämpningar. Meddelanden från Institutionen för Matematik, Luleå Tekniska Universitet, vol. 1 nr.1.
- Cordeau Agnes (1995): Empowering young women in mathematics. In Barbro Grevholm och Gila Hanna (eds.): *Gender and Mathematics Education*, Lund University Press, s 121-128, Studentlitteratur.
- Dunkels, Andrejs, (1996): *Contributions to mathematical knowledge and its acquisition*. Doctoral thesis, Department of Mathematics, Luleå University.
- Giraud, G. (1997): Cooperative learning and statistics instruction. *Journal of Statistics Education*, v5.
- Hagelans, Nancy L., Reynolds, Barbara E., Schwingendorf, Keith E., Vidakovic, Draga, Dubinsky, Ed, Shahlin, Mazen, and Wimbish, G. Joseph (1995): *A practical guide to cooperative learning in collegiate mathematics*. Mathematical Association of America.
- Klafki, Wolfgang (1997): Kritisk-konstruktiv didaktik. I Michael Uljens (ed.): *Didaktik*, Studentlitteratur.

- Larsson, Sara och Linda Werner-Hartman (2006): Kan studenter lära varandra? Empirisk studie av hur införandet av samarbetslärande påverkat tentamensresultaten på W. Matematikdidaktik för högskolan - uppsatser s 33-52, Matematikcentrum, Lunds universitet.
- Lindberg-Sand, Åsa (2003): Kompetensbedömning eller prestationskontroll. Examination som praktiserad kunskapssyn. Lunds universitet. Utvärderingsenheten. Rapport nr 2003:222.
- Lindgren, Georg och Lena Zetterqvist (2006): Teaching modern engineering statistics: the contribution of collaboration and shared views of the roles of mathematical statistics in engineering. In Proceedings från 7th International Conference on the Teaching of Statistics;
www.stat.auckland.ac.nz/iase/publications/17/4A3_LIND.pdf
- Mills, J.D. (2002), Using Computer Simulation Methods to Teach Statistics: A Review of the Literature, *Journal of Statistics Education*, v.10, n.1.
- Natiello, Mario och Lena Zetterqvist (2007): Finns det skillnader i kvinnliga och manliga teknologers inställning till samarbetslärande i matematikundervisningen? Uppsats från LTH:s kurs *Kvinnor, män och teknik - genuspsykologiska aspekter i undervisningen*.
- Olbjer, Lennart (2000): *Experimentell och industriell statistik*, 5:e upplagan, Matematikcentrum, Lunds universitet.
- Salminen-Karlsson, Minna (1998): Att undervisa kvinnliga ingenjörstudenter. Nying-rapport 1:1998. Linköping: Linköpings Tekniska Högskola, Institutionen för systemteknik.
- Slavin, R. (1996): Research on cooperative learning and achievement: What do we know, what we need to know. *Contemporary Educational Psychology*, 21:43-69.
- Taylor, S., Hopfe, M.W. och T.E. Herbert (2000): Computer Testing for a Data Analysis Course. *Journal of Statistics Education*, v8, n1.
- Uljens, Michael (1997): Grunddrag till en reflektiv skoldidaktisk teori. I Michael Uljens (ed.): *Didaktik*, Studentlitteratur.
- Werner-Hartman, Linda och Lena Zetterqvist (2006): Studenter lär varandra, erfarenheter från en grundkurs i matematisk statistik, *Qvartilen, Svenska statistikersamfundets tidskrift*, årgång 21, n 1.

Wiiand, Towe (1998): Examinationen i fokus. Högskolestudenters lärande och examination - en litteraturöversikt. Uppsala universitet, Enheten för utveckling och utvärdering. Rapport nr 14.

Zetterqvist, Lena (1997): Statistics for chemistry students - How to make a statistics course useful by focusing on applications. *Journal o Statistical Eucation*, v5.

Zetterqvist, Lena (2007): An example of assessment being an integral part of a service course. Ska presenteras vid IASE Satellite Conference on Assessing Student Learning in Statistics, Portugal, augusti 2007.

Zetterqvist, Lena och Linda Werner (2004): How can we use computers to enhance learning? A report from an applied computer-supported course for environmental engineers. Preprints in Mathematical Sciences 2004:14, Lund University.

8 Appendix 1: Kursmål

LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA MATEMATIKCENTRUM MATEMATISK STATISTIK

MATEMATISK STATISTIK AK FÖR EKOSYSTEMTEKNIK, FMS 140
KURSMÅL HT-06

Kursmål

Efter genomgången kurs ska du kunna

- förklara varför ett statistiskt betraktelsesätt oftast är en nödvändighet vid planering av undersökningar och vid analys av miljödata
- relatera miljöstatistiska frågeställningar om slumpmässig variation och observerade data till begreppen slumpvariabler, fördelningar, samband mellan variabler samt beroende data
- förklara begreppen oberoende, sannolikhet, fördelning, väntevärde och varians
- beräkna sannolikheten för en händelse samt väntevärde utifrån en given fördelning
- beskriva grundläggande tekniker för statistisk slutledning och kunna använda dem på enklare statistiska modeller
- konstruera en enkel statistisk modell utifrån ett problem hämtat ur verkligheten eller från ett insamlat datamaterial
- granska en statistisk modell och dess förmåga att beskriva verkligheten
- använda ett beräkningsprogram för simulering och tolkning av statistiska modeller samt för analys av data
- välja, utföra och tolka en statistisk procedur som besvarar en given statistisk frågeställning
- använda statistiska termer i tal och skrift
- redovisa en statistisk analys i en teknisk rapport
- granska en statistisk analys av ett datamaterial och muntligt framföra bedömningen.

9 Appendix 2: Enkät om samarbetslärande

Hösten 2005 delades en enkät om samarbetslärande ut till studenterna. Resultatet från enkäten presenteras nedan i form av histogram. En sammanställning av enkätens fritextsvar ges också.

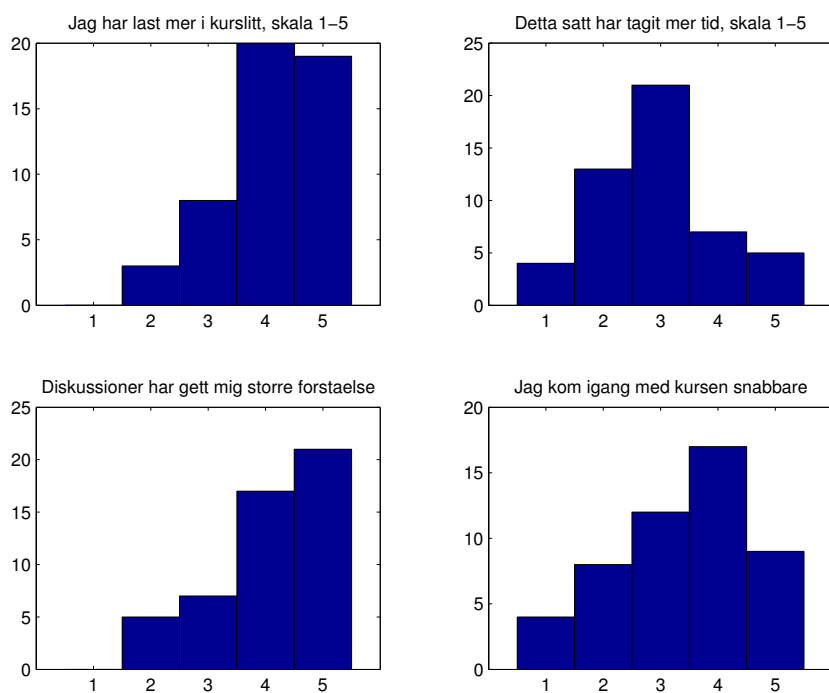
Enkät om samarbetslärande

Ange hur väl du instämmer i följande påståenden; 1-tar helt avstånd från, ..., 5-instämmer helt i påståendet.

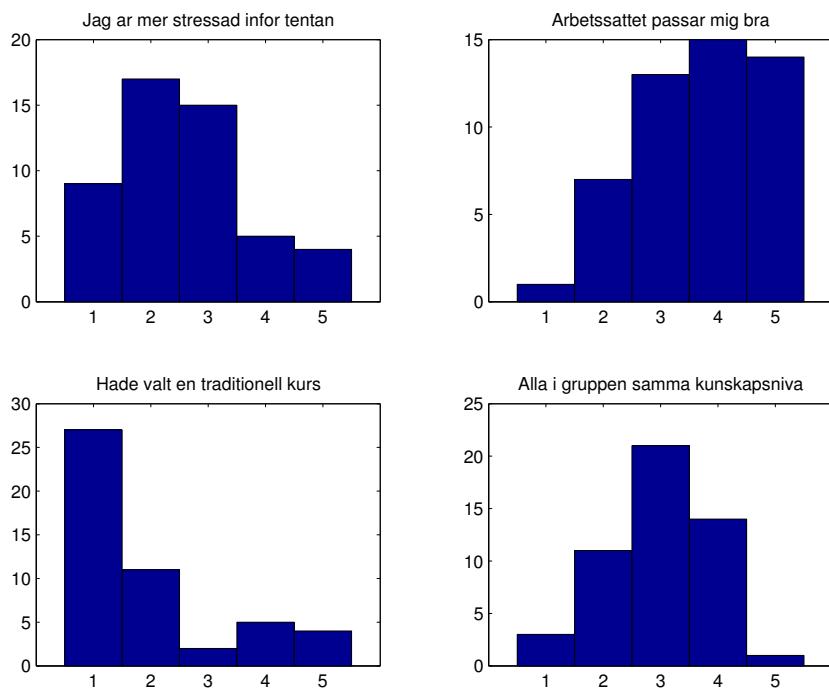
- | | | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Jag har läst mer i kurslitteraturen i denna kurs än vid andra mattekurser med traditionell undervisningsform | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2 | När det gäller att lära sig kursinnehållet har detta inlärnings-sätt tagit mer tid i anspråk än vid traditionell undervisning | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 3 | Diskussionerna i gruppen har gett mig en större förståelse i ämnet än jag skulle ha fått om jag studerat på egen hand motsvarande tid | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 4 | Jag känner att jag kom igång med kursen snabbare än vad jag brukar göra | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 5 | Nu känner jag mig mer stressad än vanligt inför tentamen | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 6 | Arbets sättet med samarbetslärande passar mig bra | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 7 | Om det hade funnits en motsvarande kurs med traditionell undervisning skulle jag valt den | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 8 | Alla i samarbetsgruppen har uppnått ungefär samma kunskapsnivå | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 9 | Min egen räknefärdighet hade varit bättre om jag fått räkna på egen hand i kursen | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 10 | Det har varit mer tid för handledning från kursens lärare i denna kurs än vid andra mattekurser med traditionell undervisningsform | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Försök att värdera arbets sättet på en skala från 1 till 10:

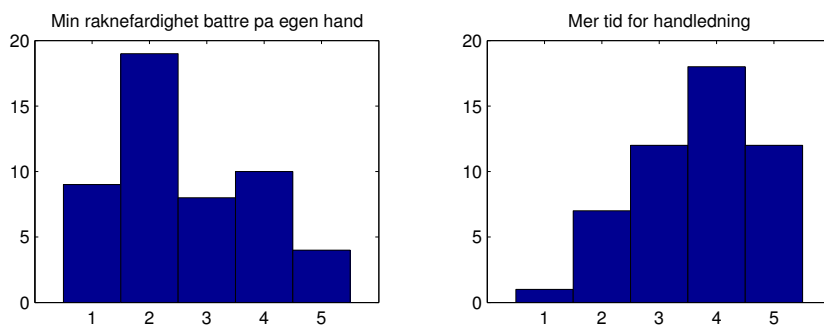
.....



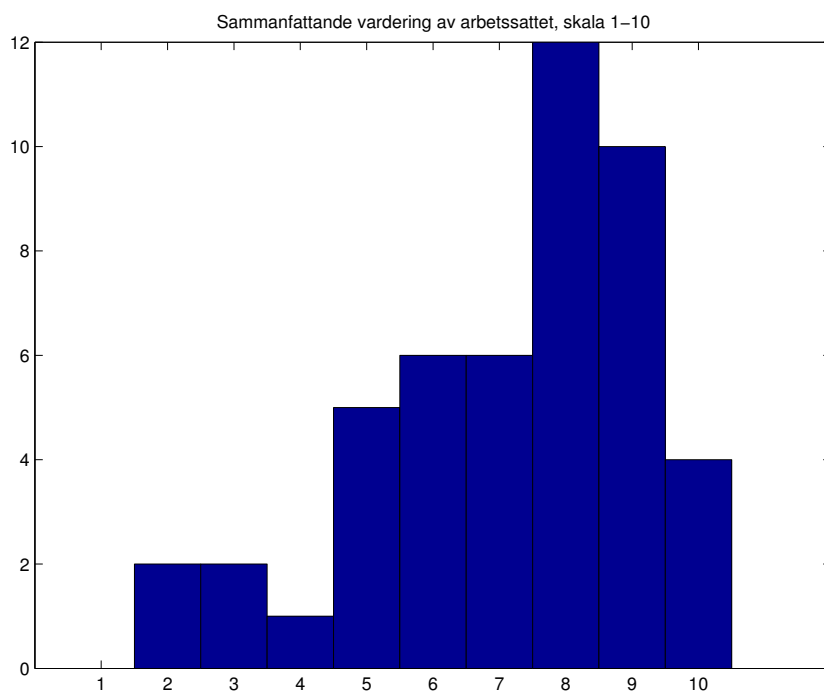
Figur 7: Histogram över svaren på frågorna 1-4 i enkäten



Figur 8: Histogram över svaren på frågorna 5-8 i enkäten



Figur 9: Histogram över svaren på frågorna 9-10 i enkäten



Figur 10: Histogram över svaren på den sammanfattande värderingsfrågan

9.1 Sammanställning av enkätens fritextsvar

9.1.1 Positiva omdömen

- Man kan fråga på ett annat vis/få förklarat för sig
- kul att man i grupp kan lösa svåra saker
- bättre förståelse
- gruppiska
- övar samarbete
- bra att grupperna lottas så man får arbeta med andra
- övar pedagogisk förmåga, övar att verbalisera matematiken
- bra att bara inläsning som förberedelse

9.1.2 Negativa omdömen

- spänningar i gruppen
- svårt att tentaplugga, veta vad som är viktigt
- arbetskrävande
- svårt att träffas utanför schemalagd tid
- pressad när man inte förstår
- bristande närvaro, olika förberedda
- saknar innötning
- tvivlar på sin egen förmåga